

CHAPITRE 34

Protostomiens

Aperçu du chapitre

- 34.1 Les clades des protostomiens
- 34.2 Platyzoaires : vers plats (Platyhelminthes)
- 34.3 Platyzoaires : rotifères (Rotifera)
- 34.4 Lophotrochozoaires : mollusques (Mollusca)
- 34.5 Lophotrochozoaires : vers rubanés (Nemertea)
- 34.6 Lophotrochozoaires : annélides (Annelida)
- 34.7 Lophophorates : bryozoaires (Bryozoa) et brachiopodes (Brachiopoda)
- 34.8 Ecdysozoaires : vers ronds (Nematoda)
- 34.9 Ecdysozoaires : arthropodes (Arthropoda)



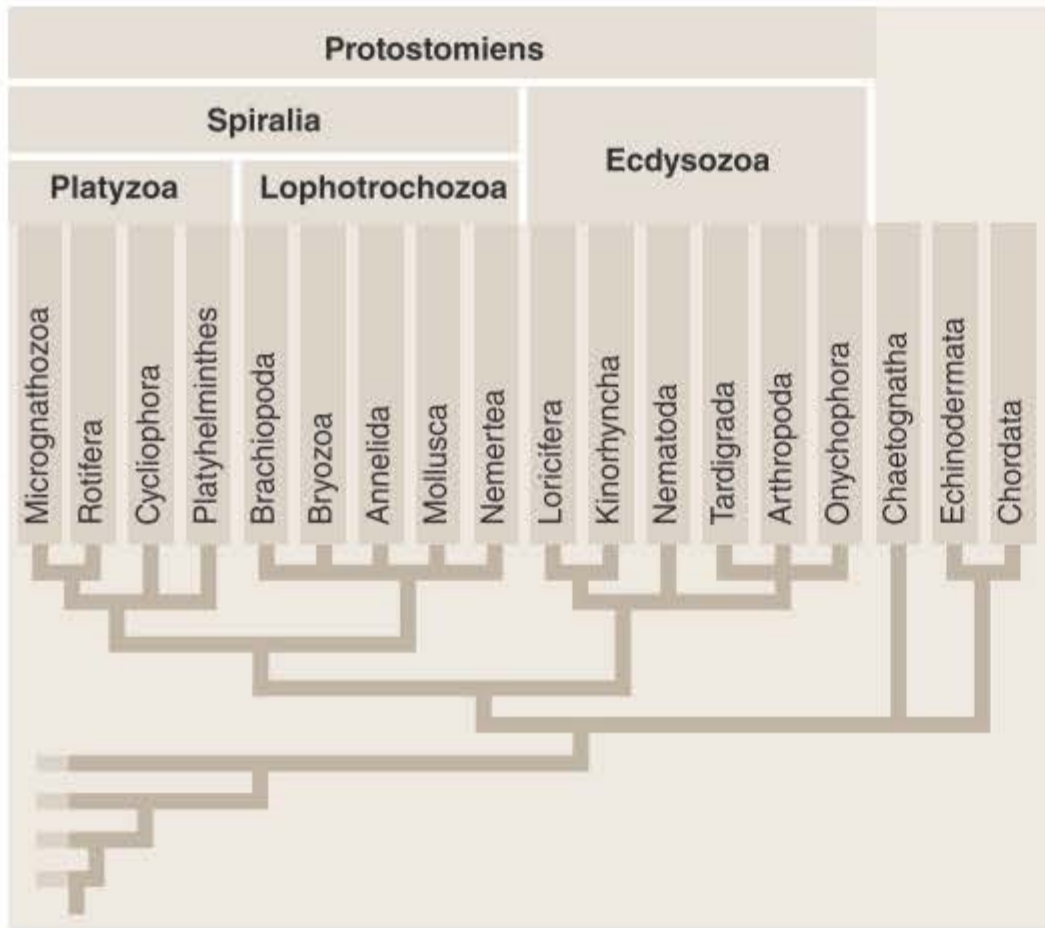
Introduction

Presque tous les animaux bilatériens appartiennent à l'un de ces deux clades, les protostomiens et les deutérostomiens. Ces clades diffèrent dans leur façon de se développer embryologiquement ; chez les protostomiens, la bouche de l'animal adulte se développe à partir du blastopore ou d'une ouverture proche, alors que chez les deutérostomiens, le blastopore devient l'anus et la bouche se développe d'une autre manière. La grande majorité de toutes les espèces animales sont des protostomiens, y compris les insectes, les mollusques, les vers, et bien d'autres.

34.1 Les clades des protostomiens

Objectif

1. Énumérer la liste des principaux clades des protostomiens et identifier leurs caractéristiques distinctives.



Tous les protostomiens font partie soit des spiraliens ou des ecdysozoaires (voir figure 33.5). Avant d'aborder la diversité des protostomiens, nous passerons brièvement en revue les caractéristiques de ces groupes.

Spiraliens

Les embryons des spiraliens se développent en utilisant le clivage spiralé (voir figure 33.4). La plupart vivent dans l'eau et se déplacent à l'aide de cils ou des contractions de la musculature du corps. Les deux clades de spiraliens sont les platyzoaires et les lophotrochozoaires. Le groupe le plus important de platyzoaires sont les vers plats (phylum des plathelminthes), les animaux qui ont un corps simple, sans système circulatoire ou respiratoire, mais un système de reproduction complexe. Ce groupe comprend les planaires marines et dulcicoles ainsi que des parasites, comme les douves et les ténias.

Les lophotrochozoaires se composent de deux grands phylums et de plusieurs petits. La plupart des animaux ont un type de larve vivant librement, appelée **trochophore** (figure 34.1a), et certains ont une structure alimentaire appelée un **lophophore** (figure 34.1b), une couronne en fer à cheval de tentacules ciliés autour de la bouche utilisés pour une alimentation par filtration. Les phylums caractérisés par un lophophore sont les bryozoaires et les brachiopodes. Les animaux lophophoriens sont sessiles (ancrés sur une surface).

Parmi les lophotrochozoaires avec une larve trochophore, se trouvent les phylums des mollusques et des annélides. Les mollusques sont non segmentés, et leur cœlome est réduit à un hémocèle (espace circulatoire ouvert) et à quelques autres petits espaces corporels. Ce phylum comprend des animaux aussi divers que les pieuvres, les escar-

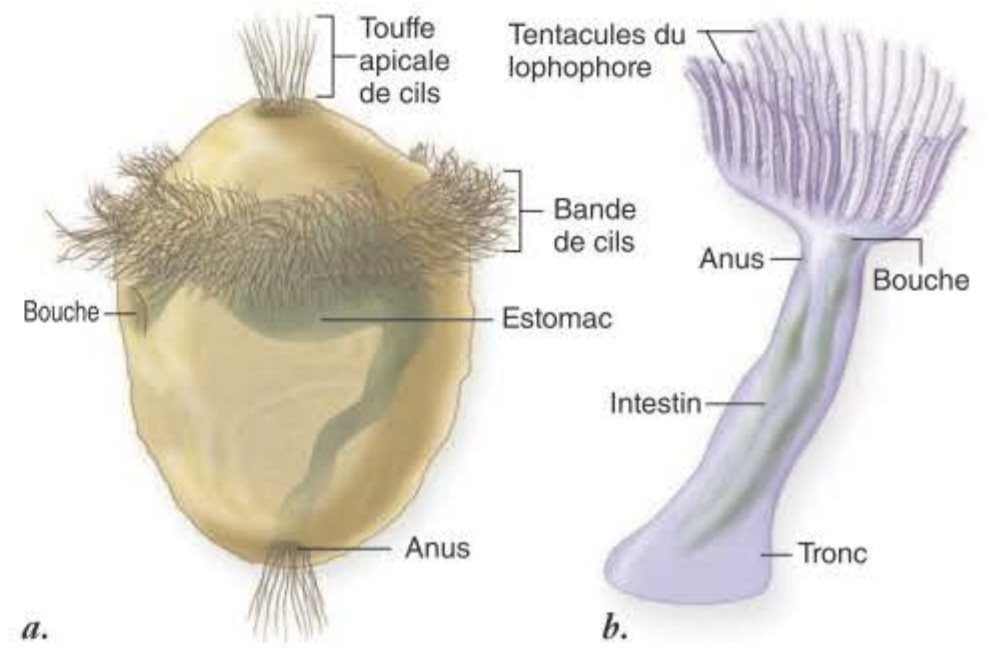


Figure 34.1 Larve trochophore (a) et lophophore (b).

gots et les palourdes. Les annélides sont des vers cœlomates segmentés, dont le plus familier est le ver de terre, mais ils comprennent également les sangsues et les polychètes, ces derniers étant la plupart marins.

Ecdysozoaires

L'autre clade majeur de protostomiens est celui des ecdysozoaires, qui comprend les animaux qui muent. Quand un animal s'est développé suffisamment pour remplir complètement son squelette externe dur, il doit perdre celui-ci par la mue (un processus également appelé ecdysie, d'où le nom d'ecdysozoaires). Alors que l'animal grandit, il forme un nouvel exosquelette sous l'existant. La première phase de la mue consiste en un gonflement du corps jusqu'à ce que l'exosquelette existant se fissure, s'ouvre et soit rejeté (figure 34.2). Pour éliminer ce squelette, l'animal gonfle le nouveau, encore mou, provoquant son expansion au moyen des fluides corporels (ainsi que de l'air dans le cas de nombreux insectes et araignées). Lorsque le nouveau durcit, il est plus grand que celui qui a été écarté et laisse de la place pour la croissance. Ainsi, plutôt que d'être continue, comme chez les autres animaux, la croissance des ecdysozoaires se déroule par étapes.

Les ecdysozoaires comprennent les arthropodes, dont le nombre d'espèces dépasse celui de tout autre phylum, et les nématodes (vers ronds), qui sont si nombreux qu'il est dit que si tout dans le monde venait à disparaître, à l'exception des nématodes, un aperçu de tout ce qui avait existé serait encore visible par la seule présence des nématodes ! Chacun de ces deux phylums contient l'un des organismes modèles utilisés dans



Figure 34.2 Un type d'insecte, une demoiselle, en train de muer.

les études de laboratoire qui ont contribué en grande partie à notre compréhension actuelle de la génétique et du développement : la mouche du vinaigre, *Drosophila melanogaster*, et le ver rond *Caenorhabditis elegans*.

Dans ce chapitre, nous examinons la diversité des grands phylums de protostomiens, à commencer par les platyzoaires, suivis des lophotrochozoaires, puis des ecdysozoaires.

Synthèse 34.1

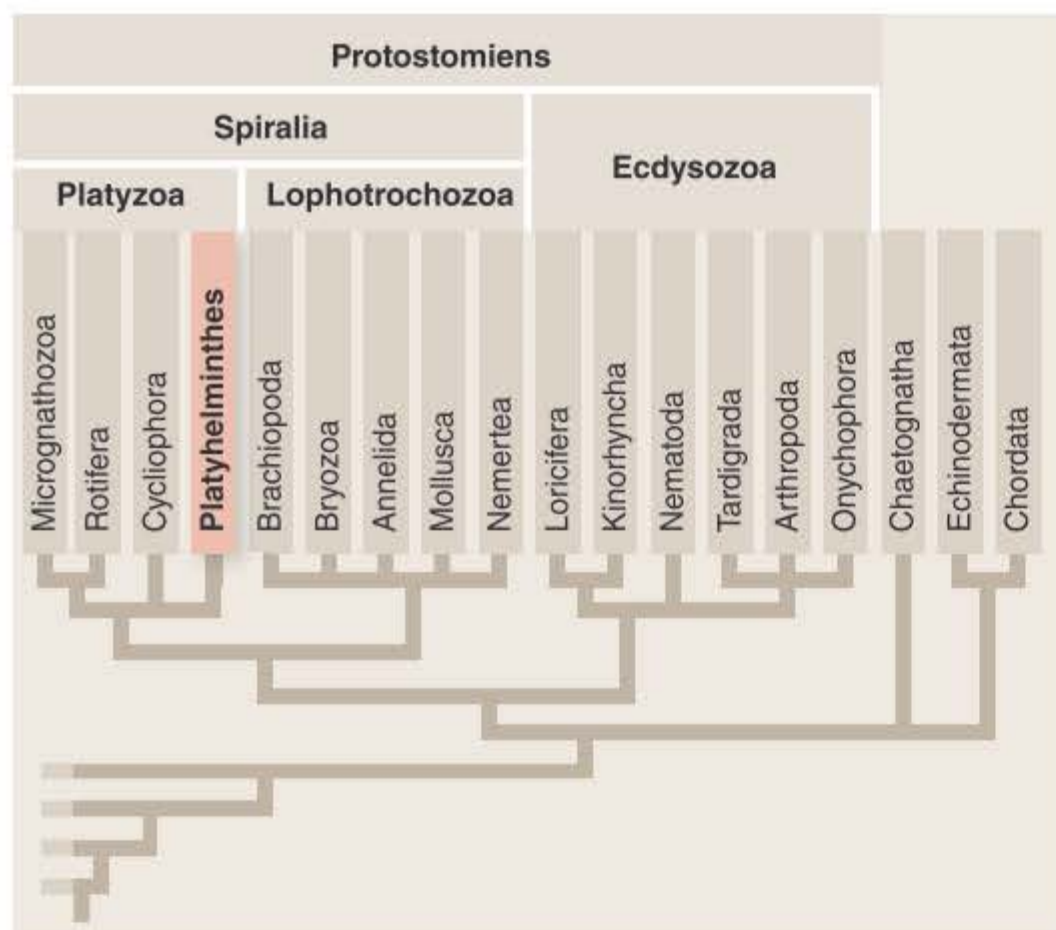
Les protostomiens sont ces animaux dans lesquels, au cours du développement, la bouche se forme à partir du blastopore. Les protostomiens sont répartis en spiraliens, caractérisés par un clivage spiralé et les ecdysozoaires, qui muent.

- Quelle est la signification phylogénétique de la mue et du type de clivage dans la phylogénie des protostomiens ?

34.2 Platyzoaires : vers plats (platyhelminthes)

Objectifs

1. Énumérer les caractéristiques distinctes des vers plats bilatériens.
2. Expliquer pourquoi le scolex d'un ténia n'est pas une tête.



Les vers plats ont un intestin incomplet

Le phylum des plathelminthes comprend environ 55 000 espèces. Ces animaux au corps mou et cilié sont aplatis dorso-ventralement, d'où leur nom de vers plats. Leur corps massif ne comprend qu'une cavité digestive incomplète (Figure 34.3). Bien qu'ils soient morphologiquement parmi les animaux à symétrie bilatérale les plus simples, ils ont des structures complexes, comme leur appareil reproducteur, et ils ont un cycle de vie des plus compliqués parmi les animaux.

En milieu naturel, les vers plats sont marins ou dulcicoles, mais ils vivent aussi dans des habitats terrestres et humides. Ils sont carnivores et charognards, mangeant de petits animaux et des morceaux de débris organiques. Ils se déplacent au moyen de cellules épithéliales ciliées, particulièrement concentrées à leur surface ventrale ; ils ont aussi une mus-

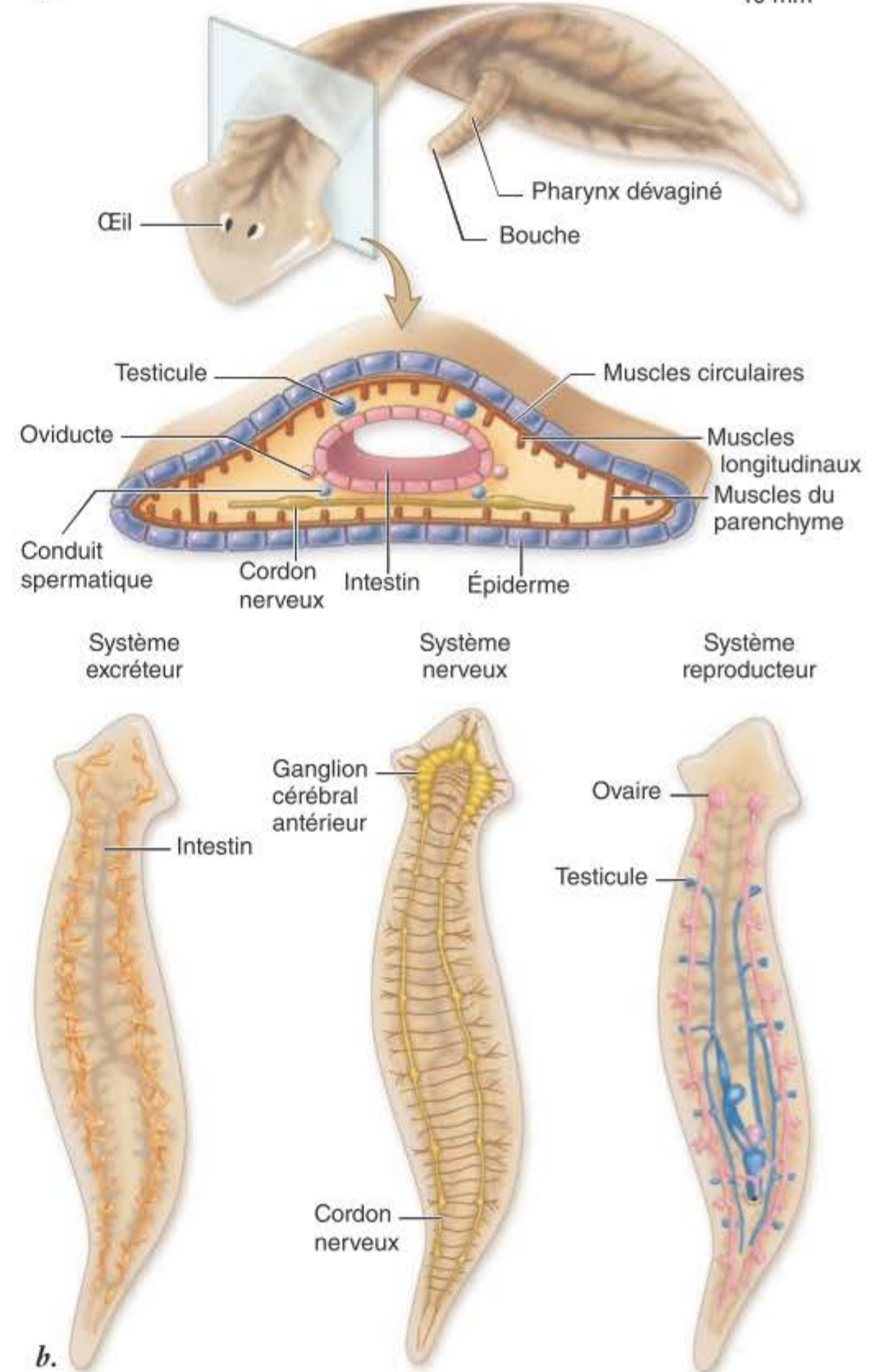


Figure 34.3 Structure d'un ver plat. Photo (a) et dessin idéalisé de la planaire dulcicole familière des étangs et des rivières (genre *Dugesia*). Le dessin du haut montre un animal entier et une coupe transversale dans la partie antérieure du corps. Le dessin du bas montre trois systèmes : digestif, nerveux central et reproducteur.

culature bien développée. De nombreuses espèces de vers plats sont des parasites, vivant dans le corps d'autres animaux. La longueur des vers plats va de moins de 1 mm à plusieurs mètres, comme chez certains ténias.

Digestion chez les vers plats

La plupart des vers plats n'ont qu'une ouverture unique pour leur cavité digestive, une bouche située sur la face inférieure de l'animal au milieu du corps. Un ver plat ingère sa nourriture et la fragmente en petits

morceaux par des contractions musculaires dans l'extrémité supérieure de l'intestin, le pharynx.

Comme les éponges, les cnidaires et les cténophores, les plathelminthes sont dépourvus de système circulatoire pour le transport de l'oxygène et des nutriments. Le corps mince du ver plat permet la diffusion des gaz entre les cellules et l'air ambiant (l'oxygène diffuse vers l'intérieur et le dioxyde de carbone vers l'extérieur). Des ramifications intestinales parcourent tout le corps ; ainsi l'intestin sert à la fois à la digestion et à la distribution des substances alimentaires. Les cellules qui tapissent l'intestin ingèrent la plupart des particules alimentaires par phagocytose et les digèrent ; mais comme chez les cnidaires et la plupart des bilatériens, certaines particules sont partiellement digérées en dehors des cellules. Les ténias, qui sont des parasites, ont une bouche à l'avant de leur corps, mais pas de cavité digestive ; ils absorbent la nourriture directement à travers la paroi du corps (osmotrophie).

Excrétion et osmorégulation

Contrairement aux cnidaires et aux cténophores, les vers plats ont un système excréteur, qui consiste en un réseau de fins tubules qui parcourent tout le corps. Les branches latérales des tubules comportent des cellules qui ont une forme d'ampoule électrique. Des flagelles vibratiles battent dans le centre creux de ces cellules appelées **cellules flammes** parce que la touffe de flagelles en action vacille comme une flamme. Le mouvement pousse l'eau et les substances excrétées dans les tubules et à travers les pores de sortie situés entre les cellules épithéliales. Ce système appelé protonéphridie régule l'équilibre aqueux de l'organisme, mais sa fonction excrétrice paraît secondaire. En effet, une grande proportion des déchets métaboliques excrétés par les vers plats diffuse directement dans l'intestin et est éliminée par la bouche.

Système nerveux et organes sensoriels

Le système nerveux des vers plats comprend un ganglion cérébral antérieur et des cordons nerveux qui courent le long du corps avec des interconnexions qui donne au système un aspect d'échelle (voir figure 34.3). Les vers plats qui vivent à l'état libre sont peu céphalisés, mais ils ont des ocelles sur leur tête (voir figure 34.3). Ces cupules pigmentées et inversées, qui contiennent des cellules sensibles à la lumière, connectées au système nerveux, permettent au ver de distinguer la lumière de l'obscurité : la plupart des vers plats tendent à fuir la lumière intense.

Reproduction des vers plats

Les vers plats ont des systèmes reproducteurs complexes. La plupart sont **hermaphrodites**, chaque individu étant doté de structures sexuelles mâle et femelle (voir figure 34.3). Chez de nombreux membres des plathelminthes, la copulation est requise entre deux individus, et la fécondation est interne, chaque partenaire déposant les spermatozoïdes dans le sac copulatoire de l'autre. Les spermatozoïdes atteignent l'ovule après un parcours dans des conduits spéciaux.

Chez la plupart des vers plats dulcicoles, les œufs fécondés sont pondus dans des cocons qui, attachés les uns aux autres, ressemblent à des rubans. Ils éclosent ensuite sous la forme d'adultes miniatures. Par contre, certaines espèces marines se développent indirectement, l'œuf fécondé subissant une segmentation spiralée, et l'embryon se transformant en larve qui nage ou dérive jusqu'à la métamorphose, moment où il s'établit dans un habitat approprié.

Les vers plats sont connus pour leur capacité de régénération ; lorsqu'un seul individu de certaines espèces est divisé en deux parties ou davantage, chaque morceau peut reconstituer ce qui manque et former ainsi un nouvel organisme entier.

Les vers plats comprennent deux groupes principaux

La plupart des vers plats sont des parasites ; de ceux qui ne le sont pas, on dit qu'ils vivent à l'état libre. Des données phylogénétiques indiquent que le mode de vie parasitaire n'est apparu qu'une seule fois chez les plathelminthes à partir d'ancêtres vivant à l'état libre.

Turbellariés : vers plats vivant à l'état libre

La phylogénie des vers plats est dans un état de changement continu. Le groupe de vers plats vivant à l'état libre, les turbellariés ou planaires, a été considéré comme une classe, mais des études récentes indiquent que ces animaux ne sont pas monophylétiques ; il est probable qu'ils doivent être répartis en plusieurs classes. Les membres les plus familiers de ce groupe sont dulcicoles et appartiennent au genre *Dugesia*, la planaire commune utilisée dans les laboratoires de biologie.

Néodermates : vers plats parasites

Tous les vers plats parasites sont placés dans le subphylum des néodermates. Ce nom signifie « nouvelle peau » et désigne la surface extérieure de l'animal. Tous les néodermates vivent comme des ecto- ou endoparasites sur ou dans le corps d'un autre animal durant une partie de leur vie. Le néodermate résiste aux enzymes digestives et aux défenses immunitaires de l'animal parasité. Ces animaux sont également dépourvus d'autres caractères des vers plats vivant à l'état libre, comme les ocelles, qui n'ont aucune valeur adaptative pour un organisme vivant à l'intérieur du corps d'un autre animal. Les néodermates comportent deux sous-groupes : Trematoda (douve) et Cercomeromorpha (ténias et vers apparentés).

Trematoda : les douves

On a répertorié plus de 10 000 espèces de douves, dont la longueur s'échelonne d'1 millimètre à plus de 8 centimètres. Les douves s'attachent dans le corps de leur hôte au moyen de ventouses, d'ancres ou de crochets. Les douves ingèrent la nourriture (des cellules ou des liquides de leur hôte) par la bouche, comme leurs congénères vivant à l'état libre. Le cycle vital de certaines se déroule chez un seul hôte, habituellement un poisson. La plupart ont un cycle vital passant par deux hôtes ou plus. Le premier hôte intermédiaire est presque toujours un escargot, et l'hôte final (chez qui la douve adulte vit et se reproduit sexuellement) est presque toujours un vertébré ; entre les deux, il peut y avoir d'autres hôtes intermédiaires. À l'intérieur de l'hôte, la vie d'un parasite est sans danger ; « il a le gîte et le couvert », mais passer d'un hôte à l'autre est extrêmement risqué, et la plupart des individus meurent au cours de la transition.

Les douves qui causent des maladies humaines

La douve hépatique orientale, *Clonorchis sinensis*, est un exemple de ver plat qui parasite l'homme ; elle vit dans les canaux biliaires du foie (également dans ceux du chat, du chien et du porc) (figure 34.4). Elle est particulièrement fréquente en Asie. Les vers sont longs de 1 à 2 centimètres et, comme toutes les douves, ont un cycle vital complexe. Un œuf fécondé contenant une larve ciliée de premier stade, la **miracidie**, passent dans les fèces. Si la larve atteint l'eau, elle peut être ingérée par un escargot aquatique, mais la plupart n'atteignent pas l'eau et la plupart de celles qui y parviennent ne sont pas ingérées. Le nombre prodigieux d'œufs qu'un ver plat parasite produit est une adaptation à son cycle de vie plein de risques. Dans l'escargot, la larve ciliée se transforme en un

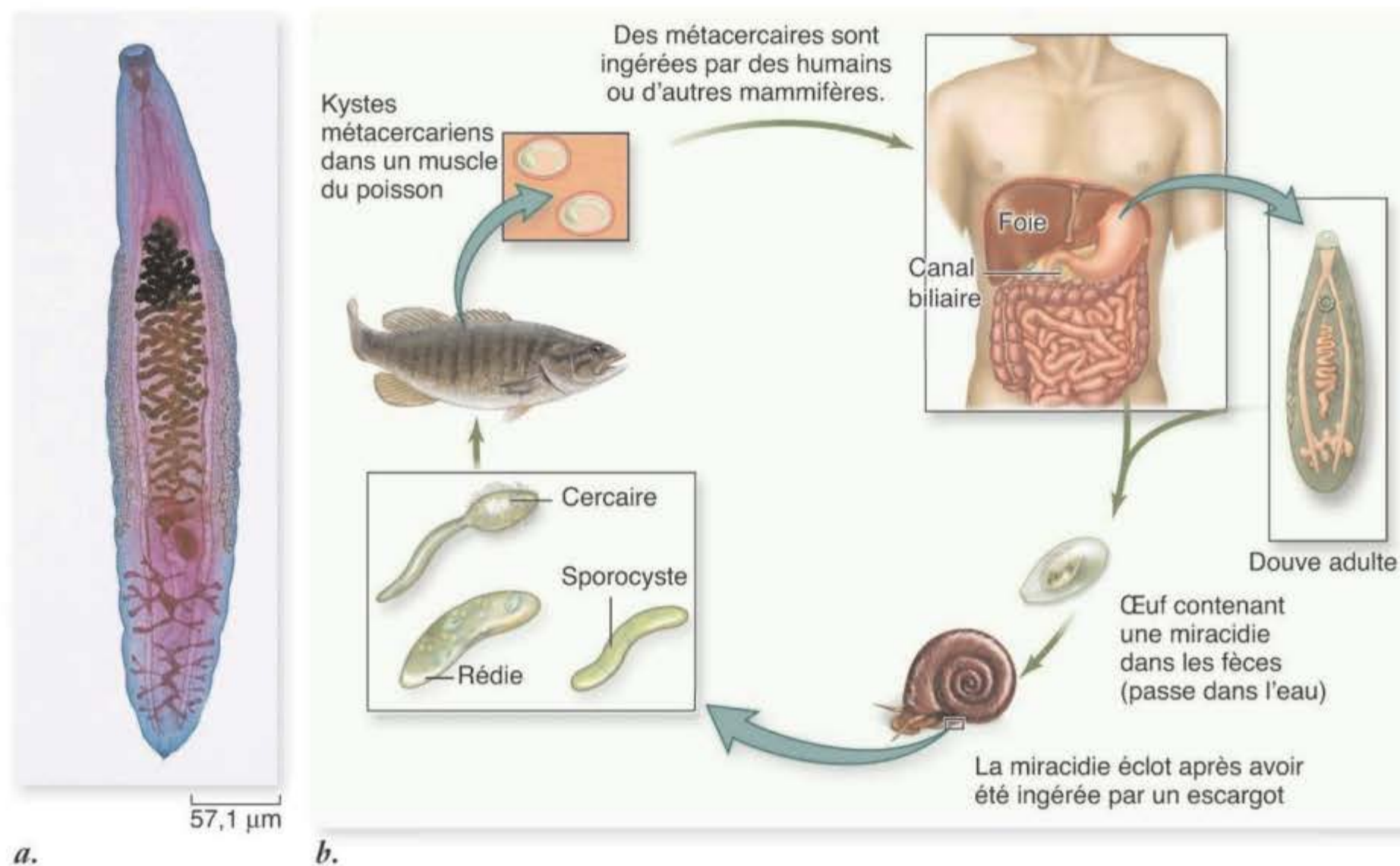


Figure 34.4 Cycle vital de la douve hépatique orientale, *Clonorchis sinensis*. a. Micrographie. b. Schéma représentant le cycle vital.

sporocyste, une structure en forme de sac contenant des cellules germinales embryonnaires, chacune d'entre elles se développe en une **rédié**, une larve allongée, non ciliée. Chacune de ces larves continue à grandir à l'intérieur de l'escargot, produisant plusieurs individus dont le stade larvaire suivant les fait ressembler à des têtards, les **cercaires**.

Les cercaires s'échappent dans l'eau, où elles nagent librement. Si elles rencontrent un poisson de la famille des cyprinidés, qui comprend les carpes et les poissons rouges, elles pénètrent dans les muscles ou sous les écailles, perdent leur queue et se transforment en **métacercariens** dans des kystes du tissu musculaire. Si un être humain ou un autre mammifère mange du poisson cru infecté, les kystes s'ouvrent dans l'intestin, et les jeunes douves migrent dans le canal biliaire, où elles arrivent à maturité. Même si un poisson infecté est cuit, le parasite peut être transmis si des métacercariens collent à la planche à découper ou aux mains de la personne manipulant la viande du poisson cru et sont ingérées. Une douve peut vivre pendant 15 à 30 ans dans le foie. Chez l'homme, une infestation hépatique grave par des douves peut aboutir à la cirrhose et à la mort.

Les trématodes qui sont peut-être les plus pathogènes pour l'homme sont les douves sanguines du genre *Schistosoma*. Elles atteignent environ 5 % de la population mondiale, c'est-à-dire plus de 200 millions de personnes en Asie tropicale, Afrique, Amérique latine et Moyen-Orient. Quelques 200 000 personnes meurent chaque année de la maladie appelée **schistosomiase** ou bilharziose.

Les schistosomes vivent dans les vaisseaux sanguins irriguant l'intestin ou la vessie, selon l'espèce (figure 34.5). En conséquence, Les œufs fécondés non plus ne quittent pas facilement l'organisme infesté ; les œufs fécondés doivent d'abord traverser la paroi du vaisseau sanguin pour arriver dans l'intestin ou la vessie, à partir desquels ils peuvent sortir du corps. Les dommages causés aux vaisseaux sanguins et à la paroi intestinale ou vésicale sont considérables ; on le comprend lorsque l'on

sait qu'un seul ver peut libérer de 300 à 3 000 œufs par jour et vivre durant de nombreuses années.

Récemment, un gros effort a été fait pour contrôler la schistosomiase. Les vers se protègent en se couvrant de divers antigènes appartenant à l'hôte et les utilisent pour éviter de se faire reconnaître comme étrangers par le système immunitaire (voir chapitre 51). La recherche porte sur un vaccin qui induirait chez l'hôte la production d'anticorps contre l'un des antigènes des vers juvéniles, avant que ceux-ci n'aient acquis les antigènes de l'hôte.

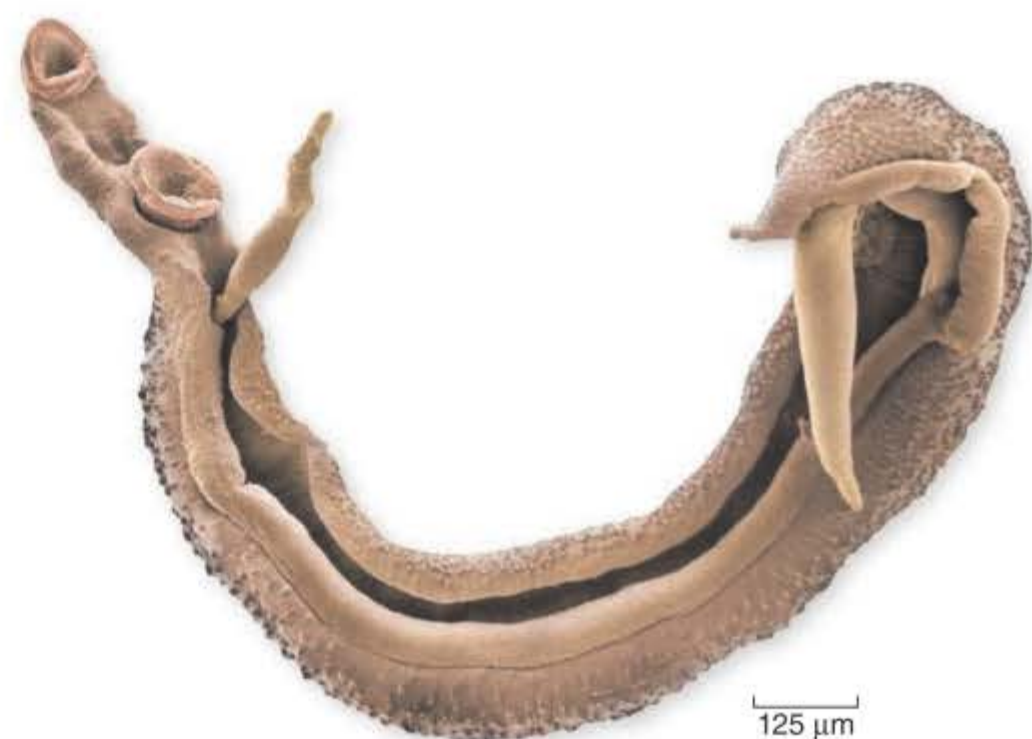


Figure 34.5 Schistosomes. La femelle est allongée dans le sillon ventral du mâle avec ses extrémités antérieure et postérieure qui ressortent.

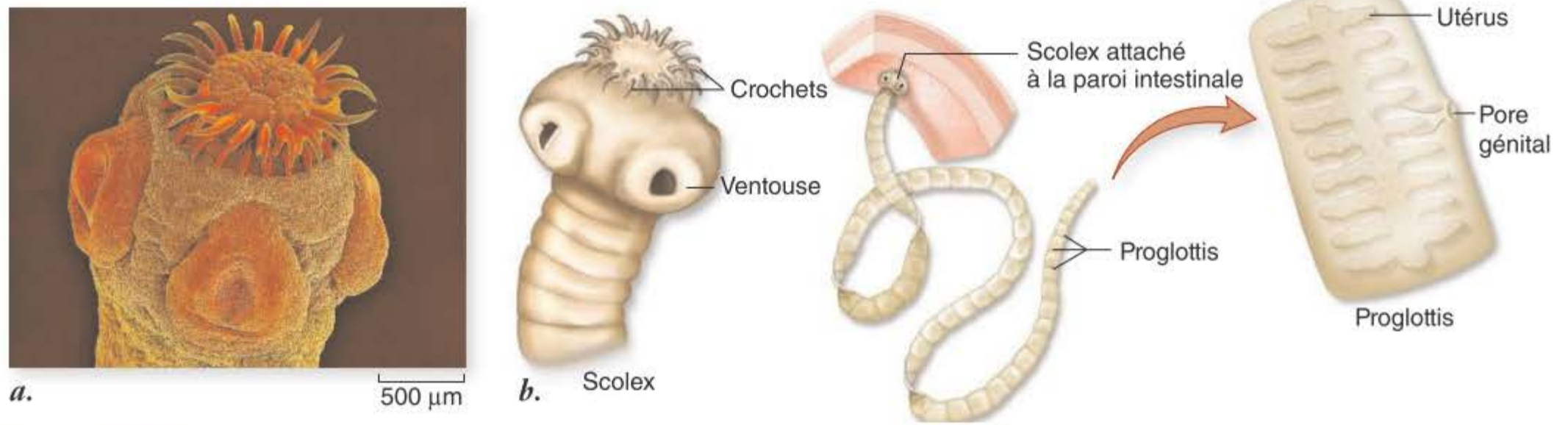


Figure 34.6 Ténias. *a.* Des vers plats, comme le ténia du porc, *Taenia solium*, parasitent l'intestin des mammifères. *b.* Schéma.

Cercomeromorpha : les ténias et les espèces apparentées

Un ténia adulte s'accroche, par une structure terminale spécialisée, à la paroi interne de l'intestin de son hôte. Il n'a pas d'intestin et ne produit pas d'enzymes digestives ; c'est à travers sa surface externe qu'il absorbe la nourriture qu'il trouve dans l'intestin de son hôte. La plupart des espèces de ténias vivent dans les intestins de vertébrés ; une douzaine d'entre eux parasitent régulièrement l'homme.

Le corps long et plat d'un ténia est divisé en trois zones : le **scolex**, ou organe de fixation, le cou et une série de segments répétitifs, les **proglottis** (figure 34.6). Le scolex de nombreuses espèces porte quatre ventouses et peut aussi être muni de crochets. Le scolex n'est pas une tête : il ne contient pas de tissu nerveux concentré et n'a pas de bouche. Chaque proglottis est une unité hermaphrodite complète, contenant les organes reproducteurs mâle et femelle. Les proglottis sont formés continuellement dans une zone de croissance située à la base du cou. Au fur et à mesure de la synthèse, les nouvelles unités repoussent les anciennes vers l'arrière. Les gonades viennent à maturité dans les proglottis qui s'éloignent progressivement du cou ; la fécondation survient, et les embryons se forment, les proglottis les plus proches de l'extrémité du corps étant les plus matures. Les proglottis terminaux remplis d'embryons se détachent ; soit ils se rompent et les embryons, chacun entouré d'une coquille, sont emportés avec les fèces de l'hôte, ou c'est le proglottis entier qui est éliminé, dont les embryons émergent par un pore ou après rupture de la paroi. Les embryons sont dispersés dans l'environnement sur des feuilles, dans l'eau ou d'autres endroits, d'où ils peuvent être ingérés par un autre animal.

Le ténia bovin, *Taenia saginata*, est présent sous une forme juvénile dans le tissu intermusculaire du bétail, mais lorsqu'il est adulte, il occupe l'intestin des êtres humains. Un ténia bovin adulte peut atteindre une longueur de 10 mètres ou plus. Ces vers s'attachent à la paroi intestinale de leur hôte par un scolex à quatre ventouses. Les proglottis libérés et éliminés avec les selles peuvent se traîner sur la végétation, où ils peuvent vivre jusqu'à cinq mois, ce qui leur laisse le temps d'être captés par le bétail ; ils peuvent rester viables jusqu'à cinq mois. Si l'un est ingéré par le bétail, les larves traversent la paroi intestinale et atteignent finalement les tissus musculaires en passant par le sang ou les vaisseaux lymphatiques. Aussi, lorsque des humains mangent du bœuf infecté qui n'est pas suffisamment cuit, un risque d'infestation est possible. C'est pourquoi le ténia bovin est un parasite fréquent des humains, particulièrement dans les pays où l'hygiène est insuffisante.

Synthèse 34.2

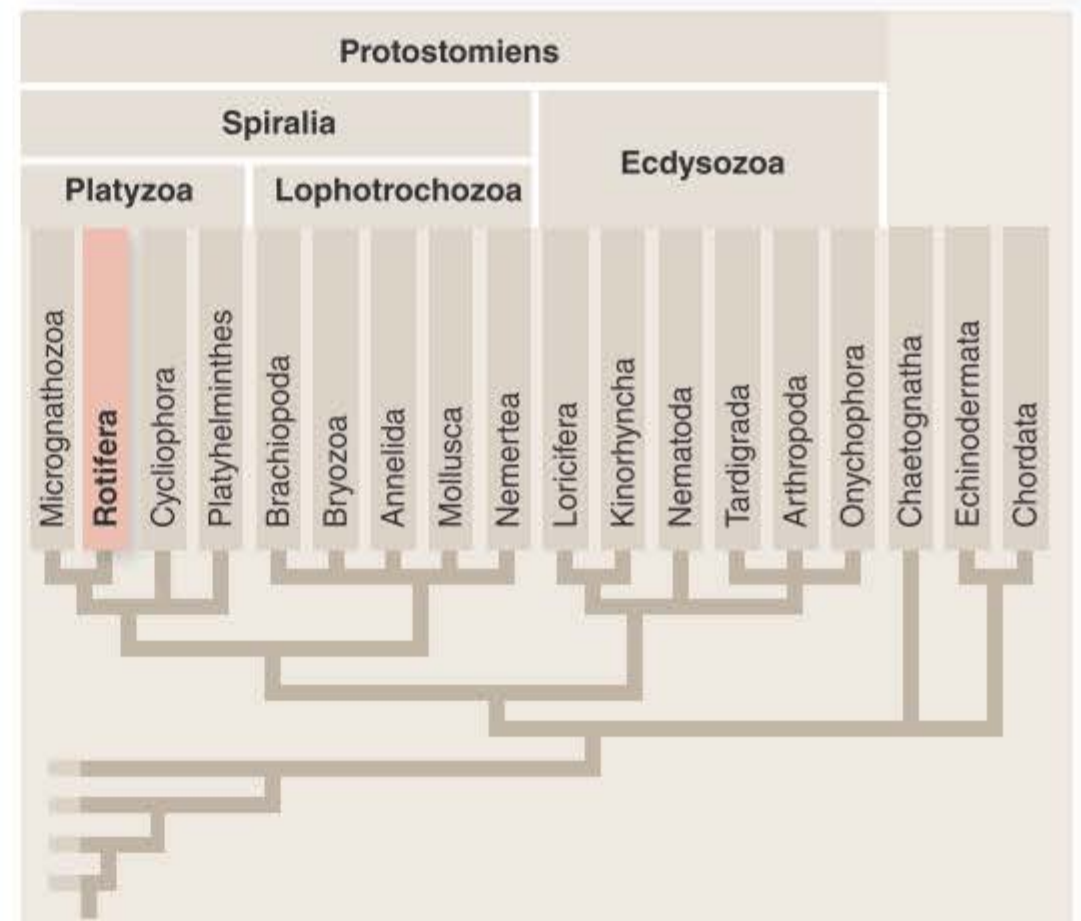
Les acéломates, caractérisés par les vers plats, sont des animaux compacts à symétrie bilatérale. La plupart ont une cavité digestive aveugle avec une seule ouverture ; ils ont aussi un système excréteur qui consiste en cellules flammes dans des tubules qui parcourent tout le corps. Beaucoup vivent librement, mais certains causent des maladies humaines. Le scolex d'un ténia n'est pas une tête, mais simplement un dispositif d'ancrage qui maintient l'animal dans l'intestin qu'il parasite.

- Comment l'anatomie d'un ténia est-elle liée à son mode de vie ?

34.3 Platyzoaires : rotifères (Rotifera)

Objectifs

1. Expliquer pourquoi les rotifères sont appelés des animaux à roues.



Les rotifères, phylum Rotifera, sont minuscules

Les **rotifères** sont des pseudocœlomates non segmentés à symétrie bilatérale (figure 34.7a). Plusieurs caractères suggèrent que leurs ancêtres aient ressemblé aux vers plats, avec lesquels ils sont classés parmi les platizoaires spiraliens.

Minuscules, les rotifères sont longs de 50 à 500 µm et sont plus petits que certains protistes ciliés. Mais, ils ont un corps complexe avec trois feuilletts cellulaires, des organes internes très développés, un intestin complet et un pseudocœlome extensible qui sert de squelette hydrostatique assurant la rigidité du corps. Un rotifère a une enveloppe externe rigide, mais son corps peut s'allonger et se raccourcir considérablement parce que la partie postérieure est conique de sorte qu'il peut se replier comme un télescope. Beaucoup ont un pied adhésif utilisé pour s'attacher à la végétation et à d'autres objets.

Diversité et distribution

Environ 2 500 espèces sont connues, dont la plupart sont dulcicoles ; quelques-unes vivent dans le sol, dans les mousses et l'océan. La durée de vie d'un rotifère ne dépasse généralement pas 1 ou 2 semaines, mais certaines espèces peuvent survivre dans un état desséché et inactif sur les feuilles des mousses ; quand la pluie tombe, les rotifères redeviennent actifs et se nourrissent dans le film d'eau qui couvre temporairement la feuille.

Alimentation

La couronne, un anneau de cils bien visible à l'extrémité antérieure (voir figure 34.7b), est à l'origine de la dénomination commune « animaux à roues » donnée aux rotifères. En effet, le battement des cils donne l'illusion qu'une roue tourne autour de la tête de l'animal. La couronne est utilisée pour la locomotion, mais ses cils entraînent aussi la nourriture dans la bouche du rotifère. Une fois avalée, la nourriture est écrasée par une mâchoire complexe située dans le pharynx.

Synthèse 34.3

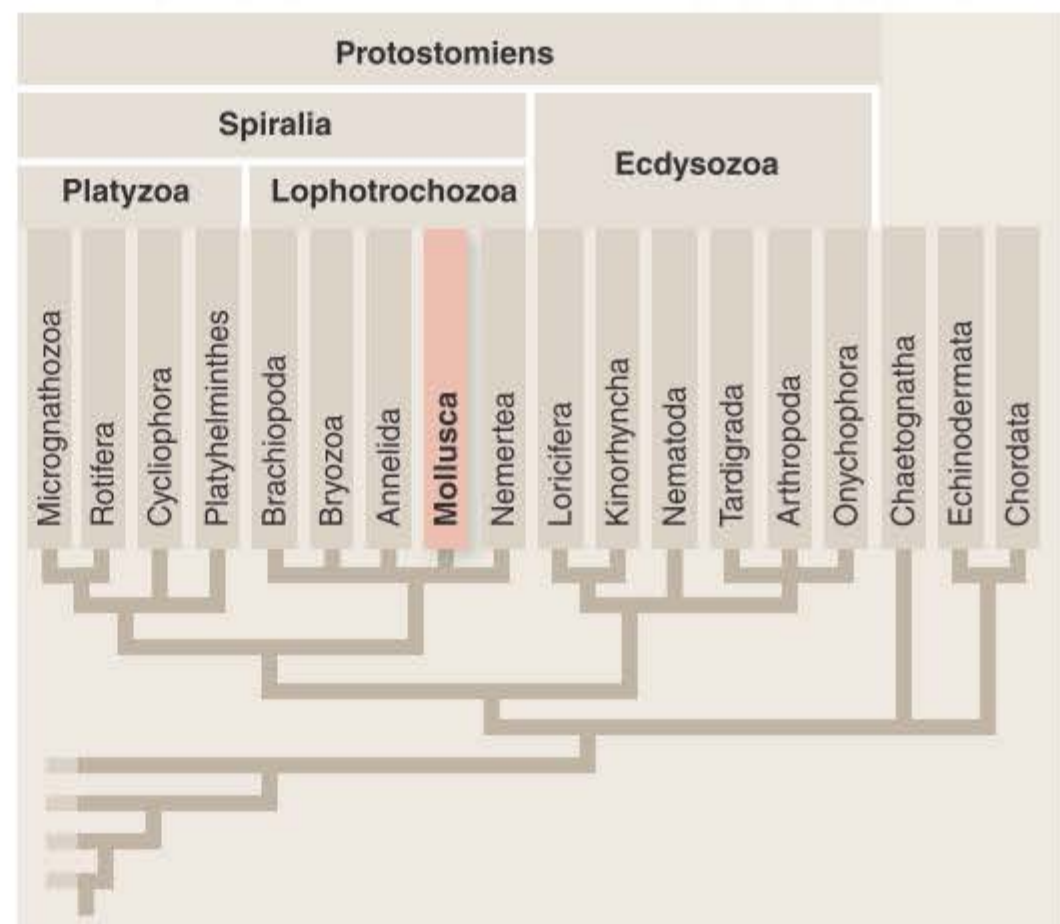
Les rotifères sont extrêmement petits, mais ils ont une structure corporelle très complexe ; le nom « d'animaux à roues » vient du fait que le battement des cils donne l'impression d'un mouvement rotatoire.

- *Quel est le rôle des cils chez les rotifères ?*

34.4 Lophotrochozoaires : mollusques (Mollusca)

Objectifs

1. Énumérer les caractères du phylum Mollusca.
2. Décrire des exemples représentatifs des quatre groupes les mieux connus de mollusques.
3. Expliquer les caractères distinctifs des céphalopodes.



Les mollusques (phylum Mollusca) sont morphologiquement différents et vivent dans de nombreux types d'environnements. Avec plus de 150 000 espèces décrites, le phylum est le deuxième après les arthropodes. Les mollusques comprennent les escargots, les limaces, les palourdes, les pétoncles, les huîtres, les seiches, les poulpes et de nombreux autres animaux familiers (figures 34.8 et 34.9). Les coquilles de nombreux mollusques sont belles et élégantes ; elles ont été collectées depuis longtemps, conservées et étudiées par des scientifiques professionnels et par des amateurs. Certains mollusques, cependant, n'ont pas de coquille.

Les mollusques sont très diversifiés et importants pour l'homme

Les mollusques varient en taille, du presque microscopique au géant. La plupart mesurent de quelques millimètres à quelques centimètres dans

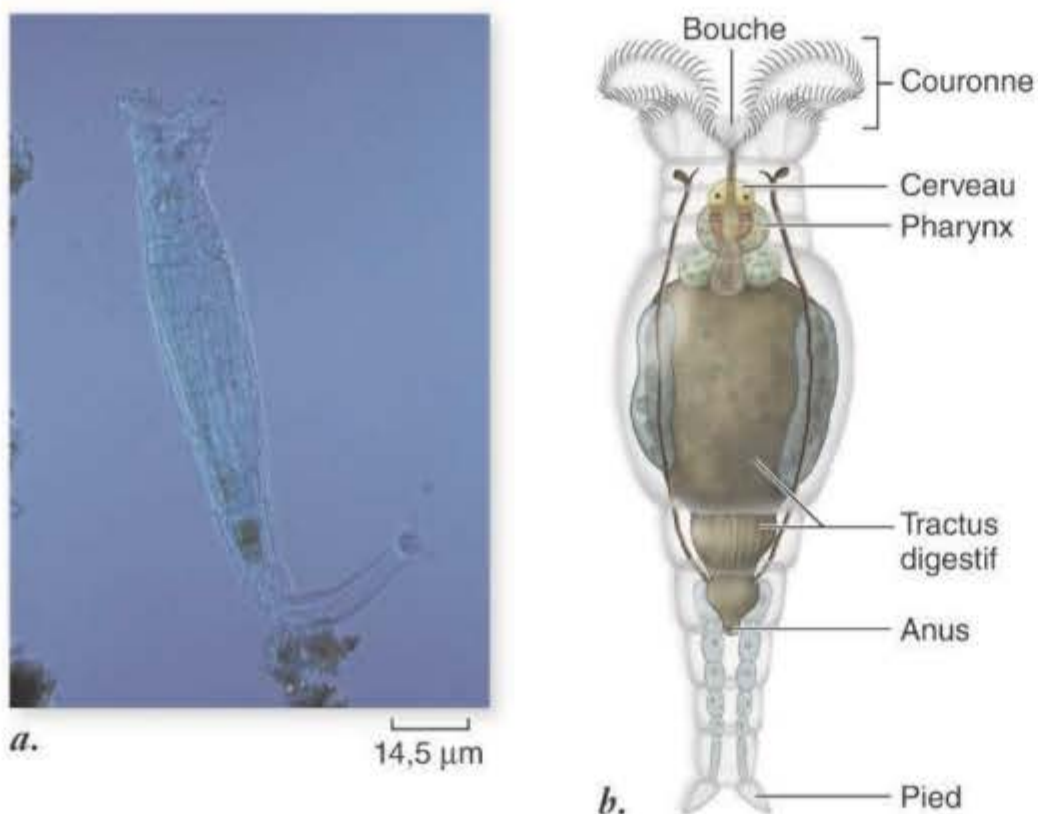


Figure 34.7 Phylum Rotifera. De taille microscopique (a), les rotifères sont plus petits que certains protistes ciliés, mais sont pourvus d'organes internes complexes (b).

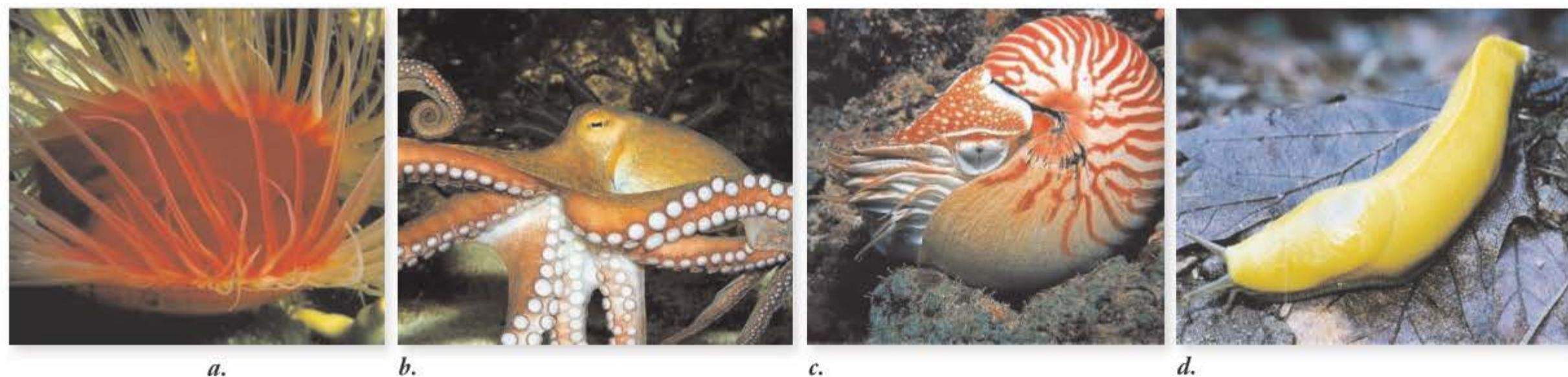


Figure 34.8 Diversité des mollusques. Les mollusques présentent une large gamme de variation. *a.* La lime rouge des Caraïbes (coquille Saint-Jacques-flamme, lime rèche), *Lima scabra*, est un animal qui se nourrit par filtration (filtreur). *b.* Le poulpe à anneaux bleus, *Hapalochlaena maculosa*, est l'un des rares mollusques dangereux pour l'homme. D'une beauté saisissante, il est pourvu d'un bec pointu avec lequel il peut blesser et transmettre un poison violent ! *c.* Les nautiles, comme ce nautilus impérial, *Nautilus pompilius*, existent depuis une ère qui a précédé l'âge des dinosaures. *d.* La limace banane, *Ariolimax columbianus*, du Nord-Ouest du Pacifique, est la deuxième plus grande limace dans le monde, atteignant une longueur de 25 cm.

leur plus grande dimension, mais le calmar géant peut dépasser 15 m de long et peser jusqu'à 250 kg. C'est donc l'un des plus gros invertébrés (bien que les németes puissent être plus longs, comme nous le verrons plus tard). D'autres grands mollusques sont les bénitiers du genre *Tridacna*, qui peuvent être longs de 1,5 m et peser jusqu'à 270 kg (voir figure 34.9).

Comme tous les principaux groupes d'animaux, les mollusques ont évolué dans les océans, et la plupart des groupes y sont restés. Les mollusques marins sont largement répandus et souvent abondants. Les escargots et les limaces ont envahi les habitats d'eau douce et terrestres, et les moules dulcicoles vivent dans les lacs et les cours d'eau (le pied plat d'un escargot ou d'une limace lui permet de ramper, mais le pied des palourdes, des moules et des autres mollusques bivalves est adapté à creuser, de sorte qu'ils ne peuvent pas se déplacer sur la terre). Certains endroits où vivent des mollusques terrestres, tels que les crevasses dans

des roches du désert, peuvent paraître très secs ; cependant, au moins à certains moments, même ces habitats reçoivent un apport d'eau.

Les mollusques, notamment les huîtres, palourdes, pétoncles, moules, poulpes et calmars sont une source importante de nourriture pour l'homme. Ils interviennent également dans l'économie de plusieurs manières. Par exemple, les perles sont produites par les huîtres et la nacre, souvent utilisée en joaillerie et pour d'autres objets décoratifs, autrefois pour des boutons, provient de coquilles de mollusques, particulièrement des ormeaux. Les mollusques ne sont pourtant pas tous bénéfiques pour l'homme. Des mollusques bivalves appelés tarets forent le bois immergé dans la mer, endommageant les bateaux, les quais et les pilotis. Les moules zébrées (*Dreissena polymorpha*) (voir figure 59.16) ont récemment envahi de nombreux écosystèmes dulcicoles d'Amérique du Nord. Beaucoup de limaces et d'escargots endommagent des fleurs, des potagers et des cultures. D'autres mollusques servent d'hôtes aux stades larvaires de nombreux parasites pathogènes, comme nous l'avons vu à la section 34.2.



Figure 34.9 Bénitier géant. Pour le nombre d'espèces répertoriées, le phylum des mollusques se classe second derrière celui des arthropodes. Les mollusques occupent presque tous les types d'habitats. Comme les coraux qui forment des récifs, le bénitier géant, *Tridacna maxima* contient des dinoflagellés symbiotiques (zooxanthelles). Les dinoflagellés fournissent probablement par photosynthèse, l'essentiel de la nourriture au bivalve, bien qu'il ait conservé le mode d'alimentation par filtration comme la plupart des autres bivalves.

Le plan corporel des mollusques est complexe et varié

La figure 34.10 décrit certains plans corporels de mollusques. Le **manteau**, une épaisse couche épidermique, couvre la face dorsale du corps et borde la cavité palléale. Chez les mollusques à coquille, le manteau sécrète le carbonate de calcium de la coquille. Le pied musculaire est le principal moyen de locomotion chez les mollusques autres que les céphalopodes (poulpes, calmars et nautiles). La tête peut être bien développée ou non. Comme tous les cœlomates, les mollusques sont à symétrie bilatérale, mais cette symétrie est modifiée au cours du développement chez de nombreux gastéropodes (escargots et animaux apparentés), qui subissent une torsion corporelle (décrite en détail plus loin dans cette section).

Le **pied** musculaire est diversement adapté à la locomotion, à l'attachement, à la capture de nourriture, au creusement ou à une combinaison de ces fonctions. Le pied des limaces et des escargots sécrète du mucus, qui facilite la progression par glissade. Chez les céphalopodes, le pied est divisé en tentacules et, chez certains, en bras. Les palourdes s'enfouissent dans la boue et le sable au moyen de leur pied en forme de hachette. Chez certains mollusques qui vivent dans l'océan, le pied est transformé en projections qui ressemblent à des ailes ; cette plus grande

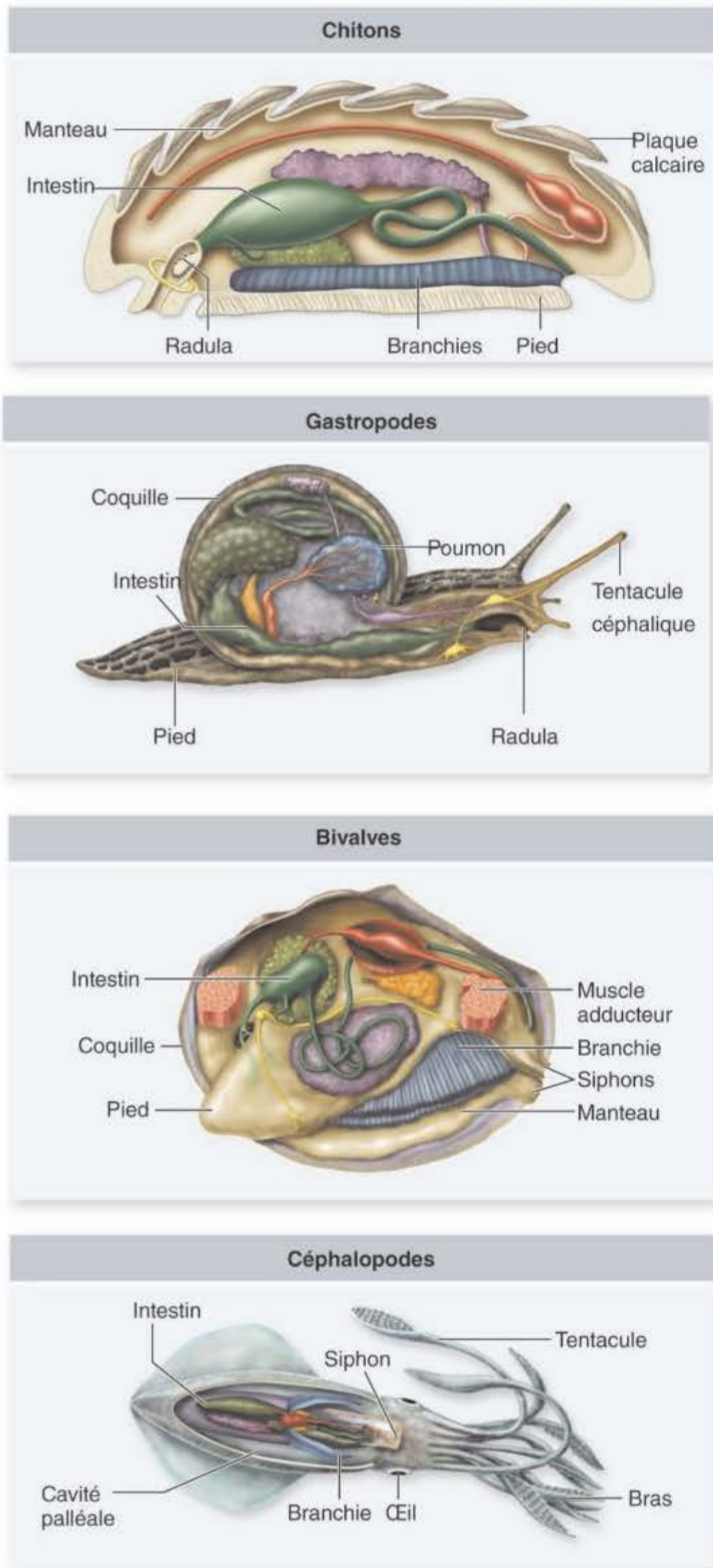


Figure 34.10 Plan corporel de certains mollusques.

surface permet à l'animal de s'enfoncer moins vite. Le pied de ces mollusques peut battre comme des ailes.

Organes internes

Chez tous les mollusques, le coelome est très réduit et se limite à de petits espaces autour des organes excréteurs, du cœur et d'une partie de l'intestin. Un rôle important du coelome chez certains autres invertébrés (former le squelette hydrostatique) est assuré chez les mollusques par la

coquille. Les organes digestifs, excréteurs et reproductifs sont concentrés dans une masse viscérale.

Chez les mollusques aquatiques, les cténidies (ou branchies, les structures respiratoires) se projettent dans la cavité palléale (voir figure 34.10). Elles sont constituées de filaments riches en vaisseaux sanguins qui augmentent considérablement la surface et la capacité d'échange gazeux. Le flux continu d'eau qui traverse la cavité palléale, propulsé par les cils des branchies de tous les mollusques, à l'exception des céphalopodes, transporte l'oxygène à l'intérieur et le dioxyde de carbone à l'extérieur. Les cténidies des mollusques sont si efficaces qu'elles peuvent extraire 50 % ou plus de l'oxygène dissous dans l'eau qui passe à travers la cavité palléale. En plus d'extraire l'oxygène de l'eau entrante, les branchies de la plupart des bivalves retiennent de la nourriture par filtration. Puisque les organes excréteurs, reproducteurs et digestifs s'ouvrent dans la cavité palléale, les déchets et les gamètes sont emportés hors du corps du mollusque par le flux aqueux sortant.

Coquilles

L'un des caractères les plus connus du phylum est la coquille qui, chez les mollusques, est sécrétée par la surface extérieure du manteau ; elle protège contre les prédateurs et les conditions environnementales défavorables. Toutefois, il est évident qu'une coquille n'est pas indispensable. En effet, à plusieurs reprises au cours de l'évolution, elle s'est internalisée ou a été perdue. Les seiches, les calmars et les poulpes (céphalopodes) ainsi que les limaces (gastéropodes) sont des exemples de mollusques sans coquille.

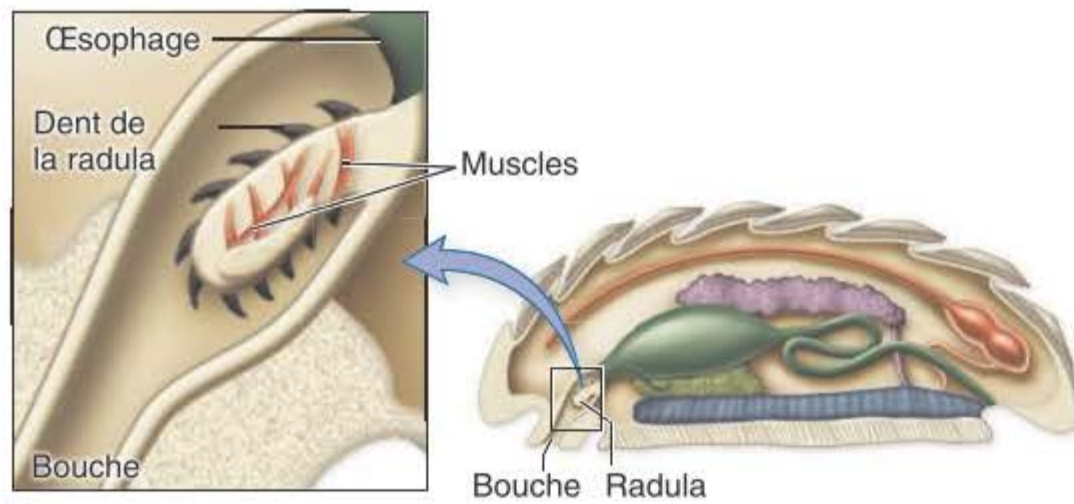
Une coquille typique de mollusque se compose de deux couches de carbonate de calcium, qui précipite hors des cellules. La couche extérieure est constituée de cristaux très denses. Dans certaines espèces, la couche interne est d'apparence irisée, c'est la nacre. En particulier chez les mollusques dulcicoles, les couches minérales sont couvertes par une mince couche organique riche en conchyoline, une protéine qui protège la coquille de la dissolution. Les perles se forment quand un corps étranger, comme un grain de sable, vient se loger entre le manteau et la couche interne de la coquille. Le manteau couvre l'objet avec de plus en plus de couches de nacre afin de réduire l'irritation causée par le corps étranger. Les perles les plus belles et les plus appréciées sont produites par les huîtres.

Alimentation et capture des proies : la radula

Un trait caractéristique de la plupart des mollusques est la **radula**, une structure linguale râpeuse utilisée pour l'alimentation. Elle comporte des douzaines, parfois des centaines, de dents chitineuses microscopiques, disposées en rangées sur une membrane sous-jacente, et se trouve dans une chambre à l'extrémité antérieure de l'intestin (figure 34.11). La membrane enveloppe une structure musculaire de soutien de sorte que la radula peut être sortie de la bouche et utilisée comme une courroie abrasive râpant une surface. Les mollusques benthiques utilisent leur radula pour racler des algues et d'autres produits alimentaires.

Chez certains gastéropodes prédateurs (comme les bulots), la radula est modifiée pour percer les coquilles, ce qui permet à l'escargot de se nourrir de palourdes. Chez les escargots du genre *Conus*, la radula a été transformée en un harpon qui est associée à une glande à venin ; les cônes utilisent ce harpon pour capturer des proies comme les poissons ; certains cônes peuvent blesser, ou même tuer, un être humain.

Les bivalves sont les seuls mollusques dépourvus de radula. Les branchies de la plupart des bivalves sont adaptées à la capture des parti-



a.



b.

25 µm

Figure 34.11 Structure de la radula chez un chiton. La radula comporte des rangées de dents faites de chitine. Lorsque l'animal se nourrit, sa bouche s'ouvre et la radula est poussée dehors pour racler les surfaces porteuses de nourriture. *a.* Schéma. *b.* Micrographie.

cules alimentaires par filtration de l'eau, bien que des bivalves primitifs utilisent des appendices péribuccaux pour capter des particules alimentaires dans les sédiments mous (ils sont dits « dépositivores » ou « dépositivores »).

Élimination des déchets

Les déchets azotés sont éliminés du corps du mollusque par un rein primitif, la **néphridie**. Typiquement, celle-ci comprend une sorte d'entonnoir bordé de cils, le **néphrostome**, connecté à un tube enroulé qui aboutit dans une vessie, elle-même communiquant avec l'extérieur par un pore excréteur. Les déchets sont recueillis par les néphridies à partir de la cavité coelomique et déversés dans la cavité palléale. Les sucres, les sels, l'eau et d'autres substances sont réabsorbés par les parois de la néphridie et retournés dans le corps de l'animal selon les besoins nécessaires au maintien de l'équilibre osmotique.

Système circulatoire

La cavité liquidienne principale d'un mollusque est un hémocèle, qui comprend plusieurs sinus et un réseau de vaisseaux dans les branchies, où se font les échanges gazeux. Sauf les céphalopodes, les mollusques ont un système circulatoire ouvert ; le sang (techniquement appelé « hémolymphe ») est propulsé par un cœur à travers l'aorte qui se vide dans l'hémocèle. Le sang circule dans l'hémocèle, puis est repris par des veines pour regagner le cœur (voir chapitre 49). Le cœur de la plupart des mollusques a trois chambres, deux qui collectent le sang aéré dans les branchies et une troisième qui le pompe dans l'hémocèle. Le sang du système circulatoire fermé des céphalopodes est contenu dans un système vasculaire continu, de sorte qu'il n'entre pas en contact direct avec les autres tissus.

Reproduction

La plupart des mollusques ont des sexes séparés même si quelques rares bivalves et de nombreux gastéropodes dulcicoles et terrestres sont hermaphrodites. Chez la plupart des mollusques hermaphrodites, la fécondation est croisée. Certaines huîtres sont capables de changer de sexe.

Comme souvent chez les animaux qui vivent dans la mer, de nombreux mollusques marins se reproduisent par fécondation externe ; les mâles et les femelles libèrent les gamètes dans l'eau où la fécondation a lieu. Cependant, les gastéropodes recourent plus souvent à la fécondation interne, le mâle insérant les spermatozoïdes dans le corps de la femelle (en fait, dans un canal préformé). Parmi les adaptations principales qui ont permis aux gastéropodes de coloniser la terre ferme, figurent la fécondation interne ainsi que l'acquisition d'un pied et d'un système excréteur efficace prévenant la dessiccation.

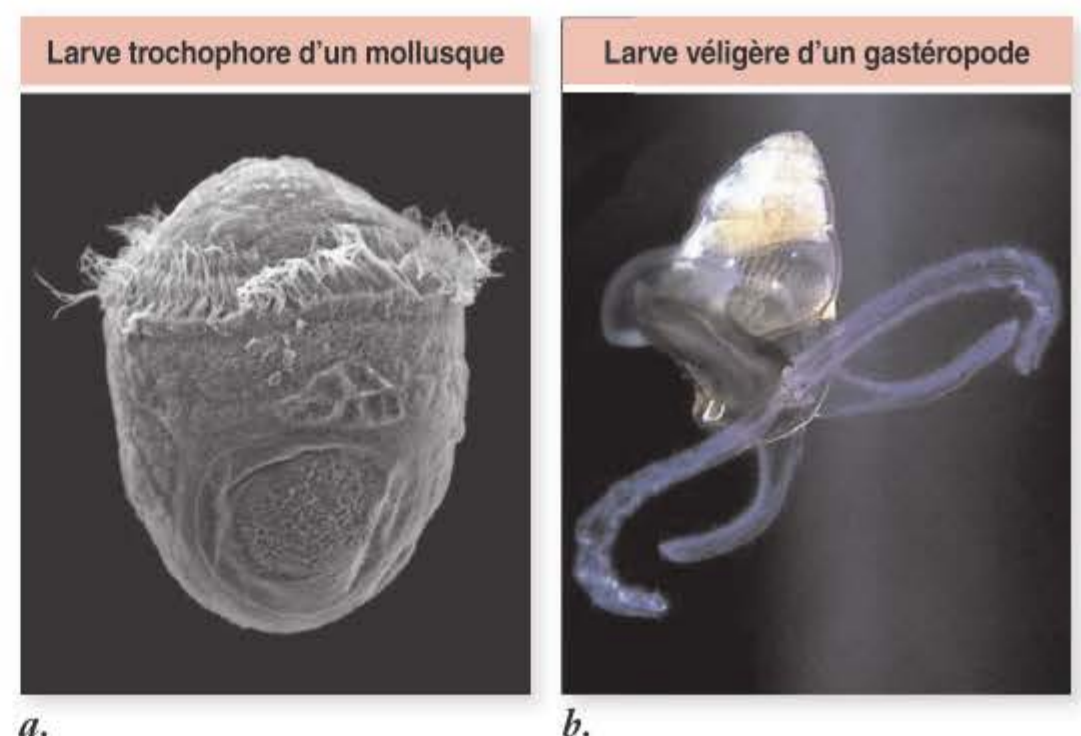
Le zygote d'un mollusque subit une segmentation spiralée (les mollusques font donc partie des spiraliens ; voir chapitre 33). L'embryon se développe en une larve nageant librement, appelée **trochophore** (figure 34.12*a*) ; elle ressemble fortement au stade larvaire de plusieurs annélides marins et autres lophotrochozoaires. Un trochophore nage au moyen de cils qui entourent le milieu de son corps. Chez la plupart des escargots marins et chez les bivalves, un second stade de larve nageant librement, la larve **véligère**, suit le stade trochophore. À ce stade, l'animal a une ébauche de pied, de coquille et de manteau (figure 34.12*b*). Les courants océaniques emportent les trochophores et les véligères et dispersent largement ces mollusques, dont les adultes sont sédentaires.

Quatre classes de mollusques illustrent la diversité du phylum

Des sept classes de mollusques, nous en examinerons quatre qui sont représentatives du phylum (1) les polyplacophores – chitons ; (2) les gastéropodes – patelles, escargots, limaces et leurs congénères ; (3) les bivalves – palourdes, huîtres, pétoncles et leurs semblables ; (4) les céphalopodes – calmars, poulpes, seiches et nautilus.

Classe des polyplacophores : les chitons

Les chitons, qui sont des mollusques exclusivement marins, comprennent peut-être un millier d'espèces. Ils ont un corps ovale couvert



a.

b.

Figure 34.12 Stades dans le cycle vital d'un mollusque. *a.* Larve trochophore. Des larves similaires sont caractéristiques de certains vers annélides ainsi que d'autres phylums. *b.* Stade véligère d'un gastéropode.



Figure 34.13 Le chiton noble, *Eudoxochiton nobilis*, de Nouvelle Zélande. Le pied du chiton peut s'agripper très fermement au substrat, ce qui rend l'animal difficile à déloger par les vagues ou les prédateurs.

de huit plaques calcaires articulées (figure 34.13). Le corps n'est pas segmenté, mais les chitons ont huit séries de muscles dorso-ventraux rétracteurs du pied ainsi que des séries répétées de branchies. Le pied ventral large et plat, qui permet à l'animal de ramper, est entouré d'un sillon, la cavité palléale, dans laquelle les branchies sont suspendues. La plupart des chitons sont des herbivores qui vivent à faible profondeur, mais on en trouve certains à des profondeurs de plus de 7 000 mètres.

Classe des gastéropodes : les escargots et les limaces

Les 40 000 espèces de patelles, d'escargots et de limaces appartiennent à cette classe, qui est surtout marine. Toutefois, elle comprend aussi de nombreuses espèces dulcicoles et les seuls mollusques terrestres (figure 34.14). La plupart des gastéropodes ont une coquille, mais certains, comme les limaces et les nudibranches (limaces de mer), ont perdu leur coquille au cours de l'évolution. Les gastéropodes rampent en général sur un pied, mais chez certains, celui-ci a été adapté à la nage.

La tête de la plupart des gastéropodes porte une paire de tentacules, qui servent de récepteurs chimiques et mécaniques, avec un œil à la base. Un escargot de jardin typique a deux paires de tentacules, les tentacules supérieurs se terminant par un œil (voir figure 34.14).

Fait unique parmi les animaux, les gastéropodes subissent une torsion au cours du développement larvaire. La **torsion** est le processus par lequel la cavité palléale et l'anus se déplacent d'une localisation postérieure vers la partie antérieure du corps. À la suite de la torsion, la néphridie, la gonade ou d'autres organes internes d'un côté de l'animal, peuvent s'atrophier ou disparaître. La plupart des gastéropodes adultes n'ont donc pas de symétrie bilatérale. La torsion ne doit pas être confondue avec l'enroulement ou développement spiralé de la coquille. L'enroulement survient également chez les céphalopodes. L'étude des fossiles suggère que les premiers gastéropodes étaient enroulés, mais n'étaient pas soumis au processus de torsion.

Comme de nombreux gastéropodes, les nudibranches (limaces de mer) sont d'actifs prédateurs. Les nudibranches tirent leur nom de leurs branchies, qui, au lieu d'être enfermées dans la cavité palléale, sont exposées à la face dorsale (figure 34.15). Les nudibranches semblent vulnérables à la prédation, mais beaucoup d'entre eux sécrètent des substances chimiques répulsives. Ils s'attaquent aux animaux que d'autres prédateurs évitent. Certains se nourrissent essentiellement d'éponges, dont la plupart contiennent des spicules et produisent des produits chimiques nocifs. D'autres nudibranches s'attaquent aux cnidaires, qui se protègent de la plupart des prédateurs par leurs nématocystes. Certains de ces



Figure 34.14 Un mollusque gastéropode. L'escargot forestier de Townsend, *Allogona townsendiana*.

nudibranches ont l'extraordinaire capacité d'extraire les nématocystes non déchargés, de les transférer, à travers leur tube digestif, à la surface de leur corps et de les utiliser pour leur propre protection.

Chez les gastéropodes terrestres, la cavité palléale, qui est occupée par des branchies chez les escargots aquatiques, est extrêmement riche en vaisseaux sanguins et sert de poumon. Ce poumon absorbe l'oxygène de l'air beaucoup plus efficacement qu'une branchie ; cependant, un escargot se noie si son poumon se remplit d'eau ; pour éviter cela, les gastéropodes terrestres peuvent fermer l'ouverture du poumon vers l'extérieur.

Classe des bivalves : les palourdes, les moules et les coques

La plupart des 10 000 espèces de bivalves sont marines, mais certaines vivent en eau douce. Plus de 500 espèces de moules dulcicoles perlières, ou naïades, vivent dans les rivières et les lacs de l'Amérique du Nord.

Contrairement aux autres mollusques, un bivalve n'a ni radula, ni tête distincte (figure 34.16). Le pied de la plupart a une forme de coin, adapté pour creuser ou ancrer l'animal dans son terrier. Certaines espèces de palourdes peuvent creuser le sable ou la boue très rapidement au moyen des contractions musculaires de leur pied. Certaines espèces de pétoncles et de palourdes de la famille des *Limidae* peuvent se déplacer



Figure 34.15 Un nudibranche (ou limace de mer). Les couleurs brillantes de nombreux nudibranches comme celui-ci alertent les prédateurs du goût répulsif de la proie

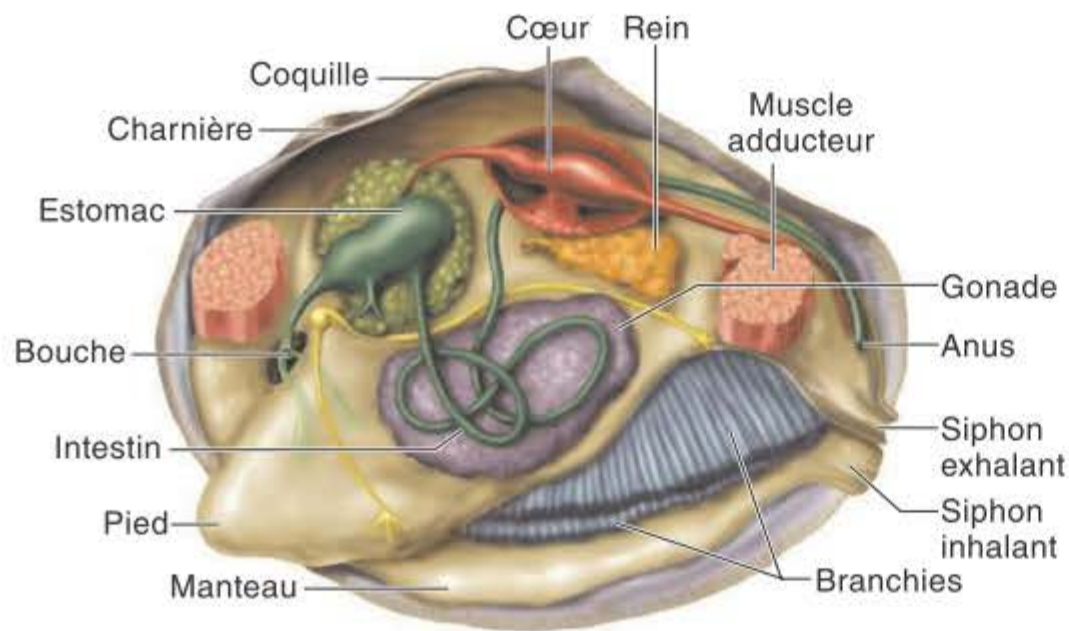


Figure 34.16 Dessin d'une palourde. Il montre les organes internes et le pied, la valve gauche et le manteau ayant été enlevés. Les bivalves comme cette palourde font circuler l'eau à travers leurs branchies et retiennent les particules de nourriture par filtration.

rapidement par claquements rapides de leurs coquilles (même si ils ne peuvent pas contrôler la direction de leur mouvement) ; le muscle adducteur qui permet cette fermeture des valves est ce que l'on mange sous le nom de « noix de pétoncles ». Du bord du manteau de la coquille Saint-Jacques, se projettent des appendices tentaculaires entre lesquels se trouvent des yeux complexes.

Comme leur nom l'indique, les bivalves ont deux coquilles (valves) qui sont articulées dorsalement ; les coquilles sont ainsi orientées latéralement (gauche et droite). Un ligament situé le long de la charnière est structuré de manière telle qu'il maintienne les coquilles ouvertes. À l'intérieur, un ou deux grands muscles adducteurs unissent les coquilles (voir la figure 34.16), et quand ils se contractent, ils contrent le ligament de la charnière en rabattant les coquilles. Le manteau recouvre la surface interne de la coquille ; sa face interne enveloppe la masse viscérale et sa face externe sécrète la coquille. Caractère typique des mollusques, la cavité palléale contient les structures des voies respiratoires, un ensemble complexe de branchies de chaque côté de la masse viscérale.

Les bords du manteau peuvent être en partie fusionnés. Chez les bivalves dont c'est le cas, généralement, deux zones ne sont pas fusionnées, et peuvent être étirées vers l'extérieur pour former des tubes appelés siphons (voir figure 34.16). L'eau pénètre dans la chambre du manteau par le **siphon inhalant** apportant de l'oxygène et de la nourriture ; elle ressort par le **siphon exhalant**, en emportant avec elle des déchets et des gamètes. Chez les bivalves qui vivent enfouis profondément dans la boue ou dans la roche, les siphons permettent aux animaux de manger et de respirer, fonctionnant essentiellement comme les tubas utilisés en plongée libre.

Classe des céphalopodes : les poulpes, les calmars et les nautilus

Les céphalopodes, qui comptent plus de 700 espèces, sont strictement marins. Prédateurs actifs, ils nagent souvent rapidement et sont les seuls mollusques pourvus d'un système circulatoire fermé. Le pied a évolué en une série de bras munis de ventouses, de structures adhésives ou de crochets qui servent à saisir des proies. Les poulpes ont huit bras ; les calmars en ont huit également ainsi que deux tentacules, et les nautilus ont 80 à 90 tentacules dépourvus de ventouses. Après que ses bras ont attrapé une proie, le céphalopode la saisit par ses puissantes mâchoires en forme de bec puis l'entraîne dans sa bouche au moyen de la radula. Chez de



Figure 34.17 Résolution d'un problème par un poulpe. On a présenté à ce poulpe commun (*Octopus vulgaris*) âgé de deux mois un bocal contenant un crabe. Il s'efforce à dévisser le couvercle pour attraper le crabe. Bien qu'il n'y soit pas parvenu, dans certains cas, il réussit.

nombreux céphalopodes, la glande salivaire sécrète une toxine qui peut être injectée dans la proie ; par sa morsure, le petit poulpe à anneaux bleus d'Australie (voir figure 34.8b) peut tuer un homme.

Si l'on compare la taille relative du cerveau des invertébrés, ce sont les céphalopodes qui ont incontestablement le plus grand ; ils ont également le système nerveux le plus développé. Chez beaucoup, le comportement est complexe et l'on décèle des signes d'intelligence (figure 34.17) ; on peut entraîner facilement des poulpes à distinguer différentes classes d'objets ; ils sont aussi capables de sortir de leur aquarium, de se déplacer sur le sol du laboratoire, d'entrer dans un autre aquarium pour capturer et dévorer un crabe, puis de retourner dans leur aquarium, laissant le personnel du laboratoire se demander pourquoi les crabes disparaissent. Les yeux des céphalopodes sont très semblables à ceux des vertébrés, même si leur évolution s'est déroulée de manière indépendante (voir chapitre 44).

Mis à part les nautilus, les céphalopodes actuels sont dépourvus de coquille externe. Les céphalopodes porteurs d'une coquille ont été autrefois beaucoup plus diversifiés, comme en témoignent les nombreux fossiles de céphalopodes comme les ammonites et les bélemnites. Comme ils pouvaient se déplacer dans l'eau libre plutôt que de rester au fond de la mer comme d'autres mollusques, ces céphalopodes ont eu un développement extraordinaire. Cependant, une fois que des poissons plus mobiles sont apparus, le nombre de mollusques à coquille a diminué, certains ont disparu et d'autres ont connu une réduction de leur lourde coquille. L'os de seiche et la plume (ou gladius) du calmar sont des coquilles internes qui servent de support à ces animaux et leur procurent une certaine flottabilité. Même la coquille interne a disparu dans la lignée qui a mené aux poulpes.

Comme chez d'autres mollusques, l'eau passe à travers la cavité palléale. Chez un céphalopode, elle est pompée par les muscles et sort par un siphon ; ce qui sert à l'animal de moyen de propulsion par réaction et d'orientation de son déplacement. La poche à encre des céphalopodes, qui contient généralement un fluide noirâtre, peut éjecter son contenu à travers le siphon comme un nuage qui masque le céphalopode et confond les prédateurs (figure 34.18).

La plupart des poulpes et calmars sont capables de changer leur couleur et leur texture de peau pour se fondre dans l'environnement ou pour communiquer entre eux. Ils le font en utilisant des chromatophores,

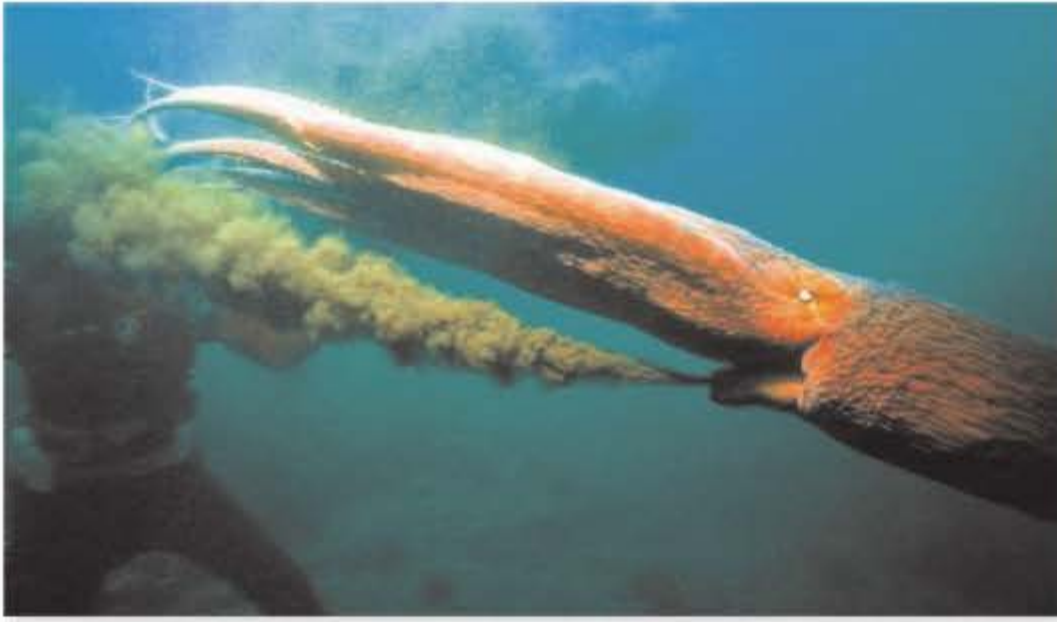


Figure 34.18 Défense par jet d'encre d'un poulpe géant du Pacifique (*Octopus dofleini*). Lorsque les poulpes et les calmars sont menacés, ils projettent un liquide trouble et sombre.

des cellules épithéliales qui contiennent des pigments. Certains calmars des profondeurs sont porteurs de bactéries lumineuses symbiotiques. Celles-ci peuvent être émises avec l'encre pour produire un nuage scintillant (l'encre ne serait pas perçue à des profondeurs que la lumière du soleil ne peut atteindre) ou elles peuvent éclairer la surface de l'animal en colonisant des cellules comme les chromatophores.

Une autre différence avec de nombreux autres mollusques, est le développement direct des céphalopodes, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas de stade larvaire ; ils éclosent comme des adultes en miniature.

Synthèse 34.4

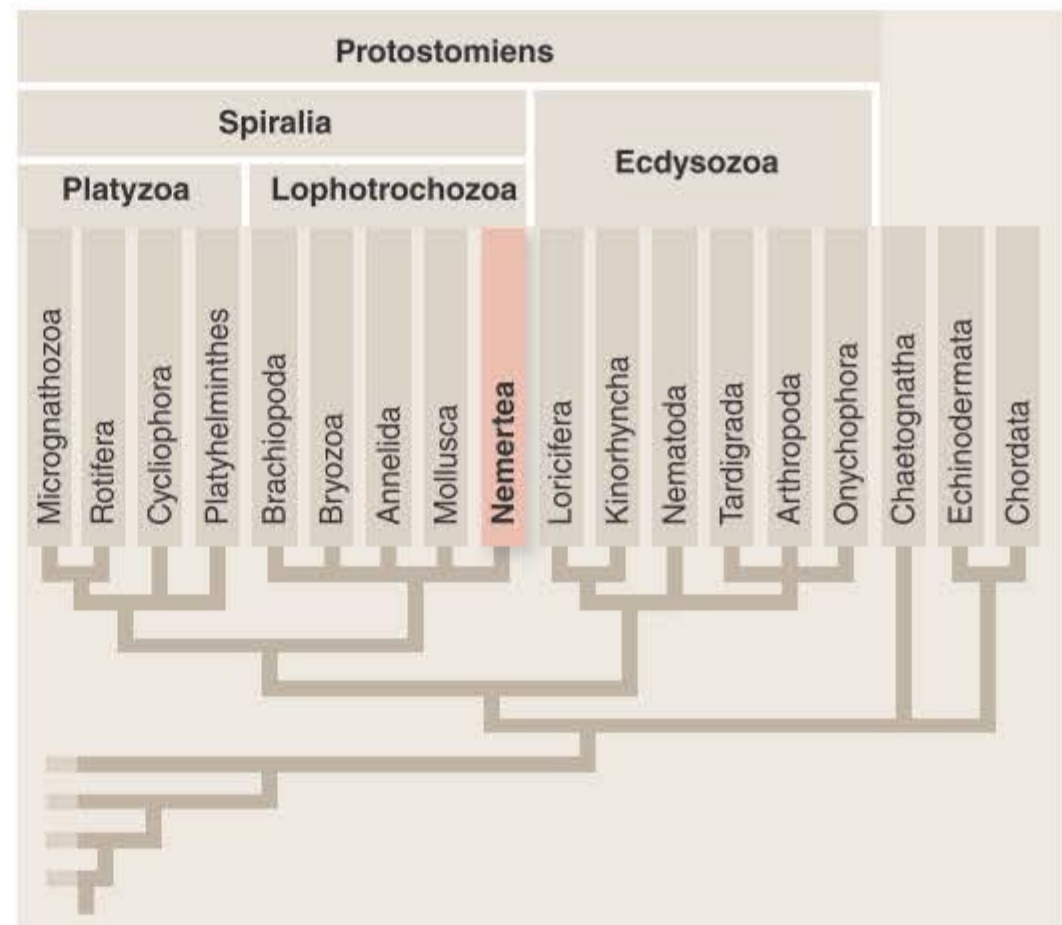
Les mollusques ont un coelome réduit. La plupart ont un système excréteur efficace, des cténidies pour la respiration et une structure râpeuse, la radula, qui permet leur alimentation. Le manteau des mollusques non seulement sécrète la coquille de protection, mais forme aussi des structures essentielles aux fonctions du corps. Chitons, gastéropodes, bivalves et céphalopodes sont les quatre groupes les plus connus.

■ Pourquoi le coelome des mollusques pourrait-il être réduit ?

34.5 Lophotrochozoaires : vers rubanés (Nemertea)

Objectif

1. Décrire les similitudes et les différences entre vers rubanés et vers plats.



Les némerthes (phylum Nemertea) comprennent environ 2 400 espèces de vers très longs de forme cylindrique ou aplatie (figure 34.19). La plupart des némerthes sont marins ; quelques espèces vivent en eau douce et dans des habitats terrestres humides. Un individu peut atteindre 10 à 20 cm de longueur, bien que les animaux soient difficiles à mesurer, car ils peuvent s'étirer, et de nombreuses espèces se rompent lorsqu'ils sont perturbés ou manipulés. On a rapporté que l'espèce *Lineus longissimus* pouvait mesurer jusqu'à 60 m de long, un record dans le monde animal !

Le plan corporel du némerthe ressemble à celui d'un ver plat, avec les réseaux de fins tubules qui constituent le système excréteur et avec les organes internes qui ne se trouvent pas dans une cavité corporelle. On note une tendance à la céphalisation, deux cordons nerveux latéraux s'étendant postérieurement à partir d'un ganglion antérieur ; certains animaux ont des ocelles sur la tête. Mais, au contraire d'un platyhelminthe, un némerthe a un intestin complet, avec bouche et anus, ainsi qu'un appareil circulatoire clos. Les némerthes possèdent également une cavité remplie de liquide, appelée rhynchocœle. Ce sac est une source d'énergie hydraulique pour la trompe, un long tube musculaire qui peut être projeté brusquement à partir d'une gaine pour capturer une proie animale.

Tous les némerthes se reproduisent sexuellement. Certains sont capables de reproduction asexuée par fragmentation. Cependant, dans la majorité des espèces, la plupart des fragments résultant d'une perturbation meurent. Aussi, le pouvoir de régénération des némerthes pourrait ne pas être aussi grand qu'on le prétend parfois.



Figure 34.19 Phylum Nemertea: un némerthe du genre *Lineus*. Certains némerthes peuvent s'étendre sur plusieurs mètres de longueur.

Le sang des németes coule exclusivement dans des vaisseaux dérivés du coelome. Ce qui constitue, avec l'existence du rhynchocœle, de bons arguments pour que l'on considère que les németes ne sont pas apparentés aux vers plats, auxquels ils ressemblent superficiellement, mais qu'ils appartiennent, comme les mollusques, aux lophotrochozoaires.

Synthèse 34.5

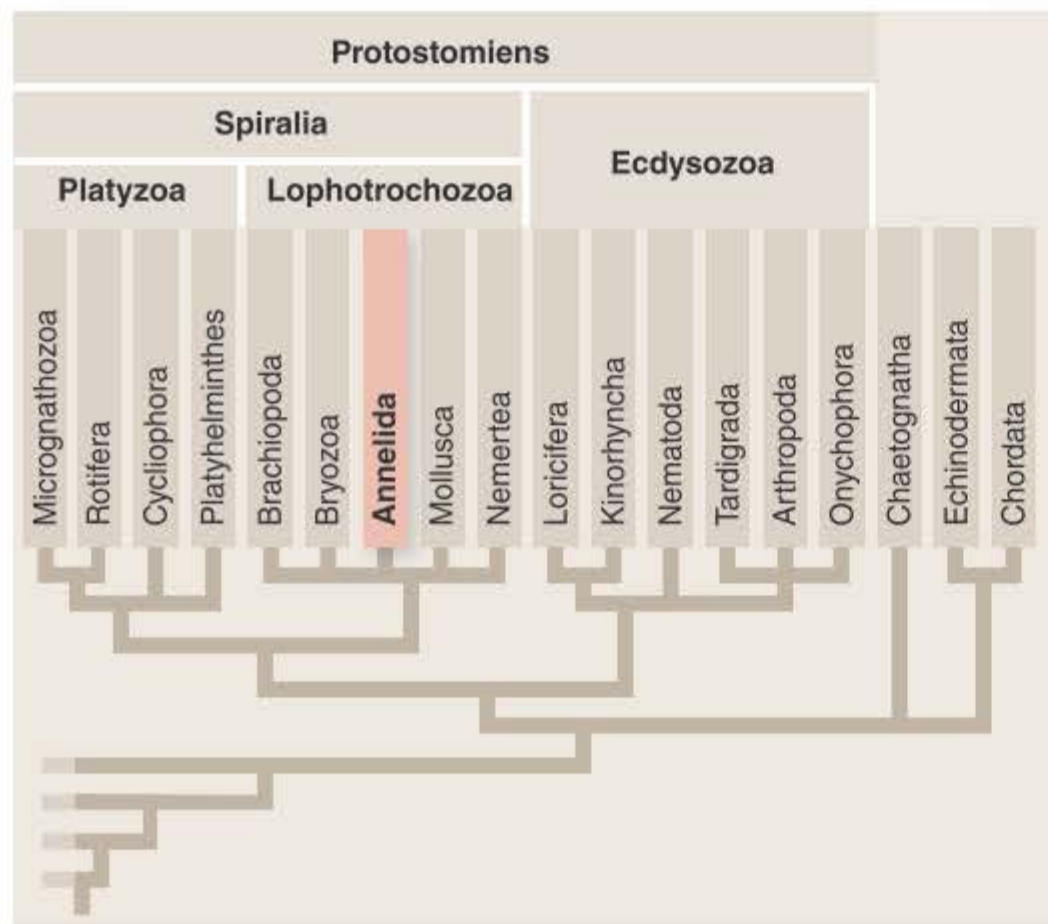
Les németes sont de très longs vers qui ont une cavité coelomique et des vaisseaux sanguins dérivés du coelome. Ils capturent leurs proies au moyen d'une trompe musculaire. Contrairement aux vers plats acélomates, les németes ont un intestin complet avec bouche et anus.

- Quels seraient les avantages d'un tractus digestif à sens unique ?

34.6 Lophotrochozoaires : annélides (Annelida)

Objectifs

1. Expliquer comment les muscles circulaires et longitudinaux dans un corps segmenté facilitent le mouvement.
2. Distinguer les classes des polychètes et des clitellates.
3. Décrire les adaptations qui permettent aux sangsues de se nourrir du sang des animaux.



Une innovation importante dans le plan corporel animal a été la segmentation (métamérie), la construction d'un corps par juxtaposition d'unités répétées (voir chapitre 33), qui a évolué à plusieurs reprises. Un avantage de cette disposition est la possibilité de différenciation dans le développement et la fonction des segments individuels (métamères) ou des groupes de segments. Par exemple, certains segments peuvent être



Figure 34.20 Un annélide polychète. *Nereis virens* est un ver polychète marin, prédateur. Il est muni de mâchoires pour la chasse et de parapodes plumeux servant au mouvement et à la respiration. Vous avez peut-être utilisé *Nereis* comme appât pour la pêche!

spécialisés pour la reproduction, tandis que d'autres sont adaptés à la locomotion ou à l'excrétion.

Les phylogénies moléculaires ont démontré que certains groupes coelomates non métamérisés autrefois classés au rang de phylums, comme les siponcles et les échiuriens, appartiennent en fait aux annélides, et ont secondairement perdu la métamérie.

Le corps des annélides est composé des segments annulaires

La tête, qui contient un ganglion cérébral bien développé, le cerveau, et des organes sensoriels se situe à l'extrémité antérieure d'une série de segments annulaires qui ressemblent à une pile de pièces de monnaie (figure 34.21). De nombreuses espèces ont des yeux qui, dans certains groupes, ont un cristallin et une rétine. Techniquement, la tête n'est pas un segment ; l'extrémité postérieure du ver, appelée pygidium, ne l'est pas non plus. Au cours du développement embryonnaire, la tête et la queue se forment en premier, puis entre les deux apparaissent les segments ; si un ver est coupé en morceaux, en général seules les parties qui

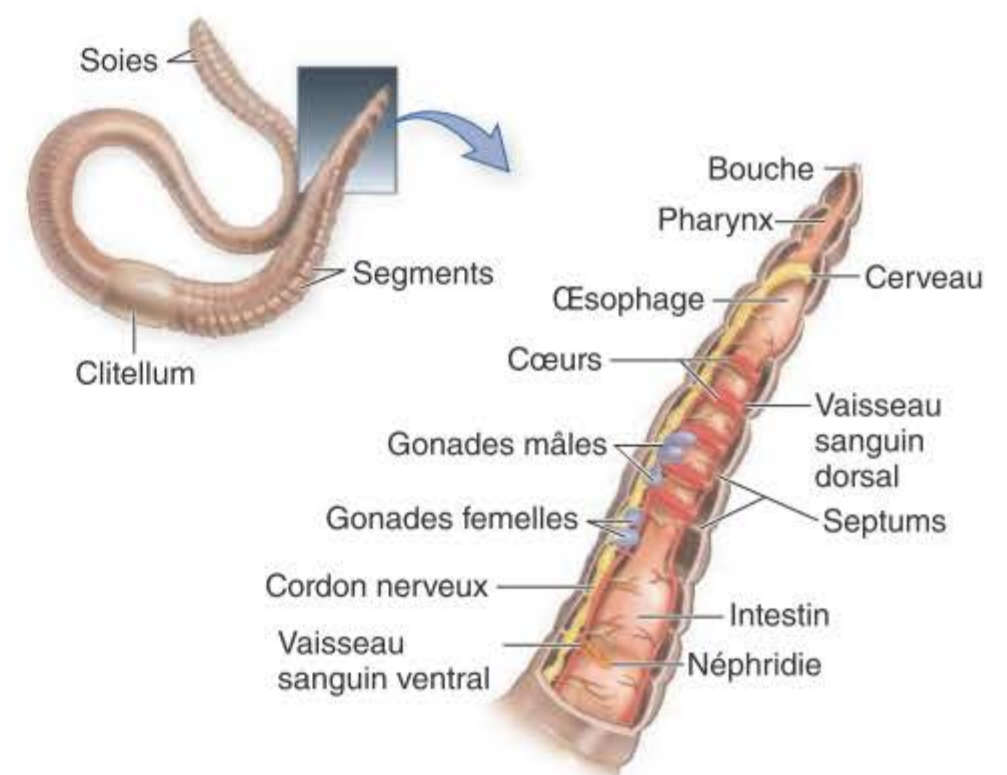


Figure 34.21 Phylum des annélides: un oligochète. Le plan corporel d'un ver de terre est basé sur des segments répétés. Ces métamères sont séparés à l'intérieur par des septums. La face ventrale est à gauche.

contiennent la tête ou la queue peuvent régénérer les parties manquantes, alors que les morceaux intermédiaires meurent.

À l'intérieur, les métamères sont séparés l'un de l'autre, comme les divers compartiments d'un sous-marin, par des cloisons, les **septums**. Chaque segment contient une paire d'organes excréteurs, un ganglion, et la structure servant à la locomotion ; chez la plupart des annélides marins, chaque métamère a également un ensemble d'organes de reproduction.

Bien que des septums séparent les segments, les matériaux et les signaux biologiques passent entre les segments. Un système circulatoire fermé transporte le sang sur toute la longueur de l'animal, vers l'avant dans le vaisseau dorsal et en arrière par le ventral. Des connexions du vaisseau ventral au dorsal dans chaque segment amènent le sang assez près de chaque cellule afin que l'oxygène et les nutriments diffusent du sang vers les cellules pariétales du corps, et afin que le dioxyde de carbone et d'autres déchets diffusent à partir des cellules dans le sang. Un cordon nerveux ventral relie les ganglions dans chaque segment entre eux et avec le cerveau. Ces connexions neuronales permettent au ver de fonctionner comme un organisme unifié et coordonné.

Les annélides se déplacent en contractant leurs segments

Le plan corporel de base des annélides est un tube dans un tube. Le tube digestif, qui s'étend de la bouche à l'anus en passant à travers les septums, est suspendu dans un cœlome spacieux, qui est entouré par la paroi du corps. Chaque portion du tube digestif, pharynx, œsophage, jabot, gésier et intestin, exerce une fonction spécialisée différente.

Le liquide cœlomique constitue un squelette hydrostatique qui donne à chaque segment de la rigidité, comme celle d'un ballon gonflé (voir chapitre 46). La locomotion des annélides s'effectue par contraction des muscles circulaires et longitudinaux contre le squelette hydrostatique. Lorsque les muscles circulaires se contractent autour d'un métamère, celui-ci diminue de diamètre, de sorte que le liquide cœlomique force le segment à s'allonger. Lorsque les muscles longitudinaux se contractent, le métamère se raccourcit, de sorte que le liquide cœlomique augmente le diamètre du segment. L'alternance de ces contractions limitées à certains métamères permet aux vers de se déplacer de manière complexe.

Dans la plupart des groupes d'annélides, chaque métamère est porteur de **soies**, des poils de chitine qui permettent aux vers de se déplacer. En étendant certains segments pour que les soies accrochent le substrat, et en rétractant d'autres, le ver peut transférer son corps, section par section, dans l'une ou l'autre direction sans glisser (voir figure 46.1).

Les annélides ont un système circulatoire fermé, commun, mais un système excréteur segmenté

Contrairement aux arthropodes et aux mollusques, sauf les céphalopodes, les annélides ont un système circulatoire fermé. Les annélides échangent l'oxygène et le dioxyde de carbone avec l'environnement à travers leurs surfaces corporelles ; cependant certaines espèces non terrestres ont des branchies le long du corps ou à leur extrémité antérieure. Les gaz (et les molécules alimentaires) sont distribués dans tout le corps par les vaisseaux sanguins. Certains de ces vaisseaux à l'extrémité antérieure du corps du ver sont agrandis et le puissant tissu musculaire qui les entoure leur permet de fonctionner comme des pompes cardiaques. Les

vers de terre ont, de chaque côté, cinq vaisseaux sanguins pulsatiles qui servent de cœurs auxiliaires et qui aident le sang à passer du grand vaisseau dorsal, principal système de pompage, dans le grand vaisseau ventral.

Le système excréteur des annélides consiste en néphridies, qui ressemblent en général, par leur forme d'entonnoir cilié, à celles des mollusques. Chaque segment contient une paire de néphridies qui collectent les déchets et les éliminent à l'extérieur par des tubes excréteurs. Certains polychètes ont des protonéphridies comme les cellules flammes des planaires.

Les annélides comprennent deux ou trois classes

Les quelque 17 000 espèces répertoriées d'annélides occupent de nombreux habitats. Leur longueur varie de 0,5 millimètre à plus de 3 mètres chez certains vers de terre géants australiens. Bien que traditionnellement les annélides aient été répartis en trois classes : Polychaeta (vers marins pour la plupart), Oligochaeta (vers terrestres pour la plupart, notamment les vers de terre) et Hirudinea (sangues), la monophylie des polychètes n'est pas clairement établie. Le classement des annélides pourrait changer dans un proche avenir ; ici, nous adoptons le système actuel à deux classes : Polychaeta et Clitellata (qui combine Oligochaeta et Hirudinea).

Classe Polychaeta : les polychètes

La classe des polychètes comprend les néréis ou néréides, les vers à écailles, les arénicoles, les aphrodites ou souris de mer, les vers tubicoles et bien d'autres. Les polychètes constituent fréquemment une partie cruciale des chaînes alimentaires marines, et sont extrêmement abondants dans certains habitats. Certains de ces vers sont beaux, arborant des formes inhabituelles et souvent des couleurs chatoyantes (figure 34.22).

Sur la plupart des segments, un polychète a une paire d'appendices charnus, semblables à des rames, appelés **parapodes** (voir les figures 34.20, 34.22). Ces parapodes, qui portent des soies (polychète provient du grec, *poly-*, beaucoup, et *khaitê*, chevelure), permettent à l'animal de nager, creuser ou ramper ; ceux des polychètes qui vivent dans des terriers ou des tubes peuvent porter des soies avec des crochets qui aident à ancrer le ver.



Figure 34.22 Un polychète. Le chétopode brillant, *Oenone fulgida*. Notez les soies s'étendant à partir des parapodes iridescents.

Les parapodes jouent également un rôle important dans les échanges gazeux parce qu'ils augmentent fortement la surface du corps, et chez certaines espèces, ils portent des structures semblables à des branchies ou sont même transformés en branchies.

Les polychètes peuvent nager ou ramper, et certains sont des prédateurs actifs avec des mâchoires puissantes. D'autres polychètes vivent dans des tubes ou des terriers de boue durcie, de sable, de sécrétions de type mucus, ou de carbonate de calcium. Certains polychètes sédentaires peuvent projeter des tentacules plumeux qui balaient l'eau pour capter leur nourriture, qu'ils retiennent par filtration ; les tentacules peuvent aussi servir de branchies pour les échanges gazeux. Adultes, certains vers tubicoles des profondeurs, comme *Riftia* (figure 34.23) sont dépourvus d'intestin. Des projections corporelles abritent des bactéries qui oxydent le soufre et synthétisent des composés organiques utilisés par le ver. Ces animaux s'agrègent près des sources hydrothermales où le soufre abonde ; ils peuvent atteindre une longueur de plus d'un mètre.

La plupart des polychètes sont gonochoriques. Les gamètes sont généralement libérés dans l'eau, où la fécondation a lieu à l'extérieur. De nombreux polychètes ont des gonades dans la plupart des métamères, mais dans certains groupes, les gonades sont limitées à certains segments. Ceux-ci sont situés à l'extrémité du corps chez les vers palolo (*Palola viridi*) et leurs congénères ; pour libérer les gamètes, l'extrémité postérieure du ver se détache et gagne la surface de la mer, où elle se rompt, laissant les gamètes s'échapper. Les parties terminales remplies de gamètes des vers palolo sont considérées comme un mets de choix par certains autochtones du Pacifique Sud.

La fécondation est suivie d'une segmentation spiralée puis de la production de larves trochophores ciliées et mobiles, similaires à celles des mollusques. La métamorphose d'une larve trochophore consiste en la différenciation d'une tête et d'une queue, avec le développement de segments entre les deux, à partir d'une zone de croissance postérieure.

Classe Clitellata : les vers de terre et les sangsues

Certaines autorités considèrent encore que les vers de terre appartiennent à la classe Oligochaeta et les sangsues à la classe Hirudinea, mais la plupart placent les deux dans une seule catégorie, bien que cela



Figure 34.23 Vers tubicoles géants (*Riftia pachyptila*) vivant dans les sources hydrothermales des grandes profondeurs près des Galapagos. Ces vers tubicoles et les animaux associés (notez le petit crabe, en haut à droite) constituent un exemple de communauté dépendant du sulfure d'hydrogène, plutôt que du soleil, comme source d'énergie (voir chapitre 58).

puisse prêter à confusion, puisqu'elle est parfois appelée Oligochaeta. Plus souvent, elle est appelée Clitellata, en raison de la caractéristique qui unit ces animaux d'apparence très différente, le clitellum, un anneau épaissi, que l'on désigne parfois sous le nom de « selle » du ver de terre (voir figure 34.21).

Vers de terre (lombrics). Le corps d'un ver de terre typique se compose de 100 à 175 segments similaires. La tête n'est pas bien différenciée. Un lombric n'a pas de parapodes, et ses soies (moins nombreuses que chez les polychètes ; *oligochète* signifie « soies rares ») se projettent directement à partir de la paroi corporelle.

Les lombrics ingèrent de la terre par l'action musculaire de leur puissant pharynx, la matière organique étant broyée dans le gésier. Ce qui transite par un ver de terre est déposé en dehors de l'ouverture de son terrier comme des moulages formant des monticules irréguliers. De cette façon, les vers de terre contribuent à l'allègement, à l'aération et à l'enrichissement du sol. Compte tenu de leur vie souterraine, il n'est pas surprenant que les lombrics n'aient pas d'yeux. Mais ils ont des cellules sensibles à la lumière, aux substances chimiques et au toucher, concentrées dans les segments proches de chaque extrémité corporelle, les régions les plus susceptibles de rencontrer des stimulus lumineux ou d'autres.

Les vers de terre sont hermaphrodites, autre particularité qui les distingue de la plupart des polychètes, mais ils se fécondent de manière croisée (figure 34.24). Le *clitellum* sécrète du mucus qui maintient en contact les vers au cours de la copulation ; leur extrémité antérieure pointe en direction opposée, et leur surface ventrale se touche. Les spermatozoïdes d'un partenaire sont libérés par des pores ménagés dans des segments spécialisés et sont déversés dans les réceptacles spermatiques de l'autre, le processus étant bidirectionnel et simultané. Plusieurs jours après les vers se séparent, le clitellum de chaque ver sécrète un cocon muqueux, enveloppé d'une couche protectrice de chitine. Lorsque le ver se déplace, ce fourreau arrive à hauteur des pores femelles, où il collecte les ovules, puis il incorpore les spermatozoïdes déposés au cours de la copulation, la fécondation des ovules survenant dans le cocon. En passant sur l'extrémité du ver, le cocon se ferme en joignant ses bords. À l'intérieur, les ovules fécondés se développent directement en vers juvéniles semblables aux adultes.

Sangsues. La plupart des sangsues vivent en eau douce ; quelques-unes sont marines et quelques sangsues tropicales occupent des habitats terrestres. Aplatis dorso-ventralement, la plupart des sangsues sont longues de 2 à 6 cm, mais une espèce tropicale peut atteindre 30 cm. Comme les vers de terre, les sangsues sont hermaphrodites, mais le clitellum ne



Figure 34.24 Accouplement de vers de terre. Les extrémités antérieures pointent en direction opposée.



Figure 34.25 Une sangsue. Sangsue médicinale, *Hirudo medicinalis*, se nourrissant sur un bras humain. Les sangsues utilisent des mâchoires chitineuses en forme de lames pour inciser et accéder au sang. Elle sécrète un anticoagulant pour éviter la formation d'un caillot sanguin. Tant l'anticoagulant que la sangsue elle-même ont beaucoup contribué à la médecine moderne.

se développe que durant la saison de reproduction. Chez les sangsues également, la fécondation est croisée.

Contrairement à celui des vers de terre et des polychètes, le coelome d'une sangsue est réduit et non divisé en segments. Les ventouses à une extrémité corporelle, ou aux deux, servent à la locomotion et à s'attacher à leur proie. Pour se déplacer, une sangsue munie de ventouses aux deux extrémités attache d'abord l'antérieure au substrat, puis forme une boucle en avançant la postérieure. De nombreuses espèces sont aussi capables de nager. Sauf dans une espèce, les sangsues sont dépourvues de soies.

Environ la moitié des espèces connues de sangsues mangent des débris ou dévorent de petits animaux. Les autres sucent le sang ou d'autres liquides de leurs hôtes (figure 34.25). À cet effet, elles sécrètent un anticoagulant dans la plaie pour éviter la coagulation du sang, et des vasodilatateurs pour faire circuler le sang ; leur pharynx puissant aspire le sang rapidement, dès que le trou a été percé. Des anesthésiques injectés dans la proie empêchent la détection de la sangsue pendant qu'elle perce la peau ; elle n'est généralement repérée qu'après qu'elle ait été détachée, quand le sang commence à couler de la plaie. Des sangsues parasites dulcicoles peuvent rester sur leurs hôtes pendant de longues périodes, ne suçant le sang de l'hôte que de temps à autre. Les sangsues détectent leurs proies en percevant des gradients de dioxyde de carbone dans l'environnement. Dans certaines forêts tropicales, si vous vous arrêtez sur une piste, vous verrez, au bout de quelques secondes, des douzaines de sangsues vous approcher en venant de toutes les directions !

Une des espèces les plus connues, la sangsue médicinale *Hirudo medicinalis* (voir figure 34.25), atteint 10 à 12 cm de long ; elle est munie de mâchoires chitineuses semblables à des lames qui peuvent râper la peau d'un animal. Les sangsues furent utilisées en médecine durant des centaines d'années pour extraire le sang des patients dont la maladie était considérée erronément comme due à un excès de sang. Aujourd'hui, les sangsues servent à éliminer l'excès de sang après certaines opérations chirurgicales ou à empêcher le sang de coaguler dans des organes ou tissus sectionnés et remis en place. Une accumulation de sang peut causer la mort de tissu ; quand les sangsues enlèvent le sang, de nouveaux capillaires se forment en une semaine environ, et le tissu reste sain. Les propriétés anticoagulantes et anesthésiques de la sangsue sont également étudiées par des firmes pharmaceutiques.

Synthèse 34.6

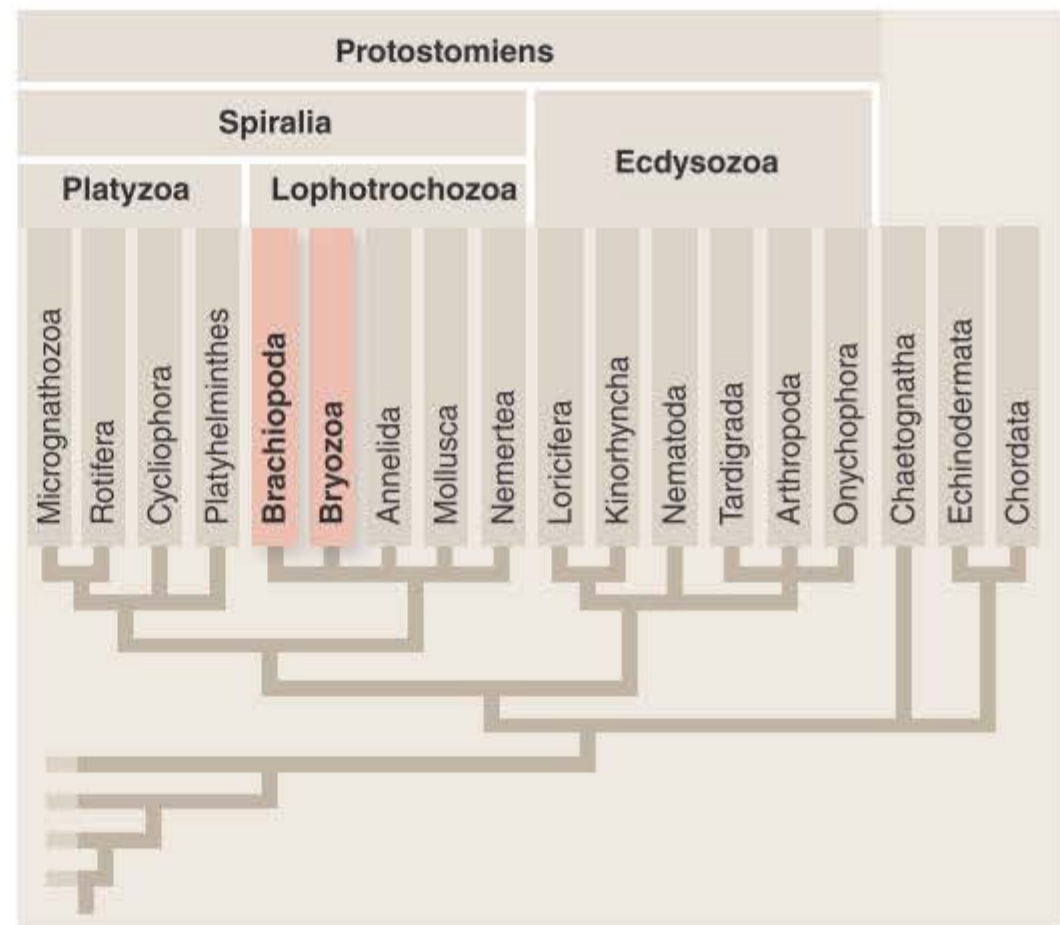
Les annélides sont généralement segmentés. Chaque segment (ou métamère) a ses propres éléments excréteurs et locomoteurs ; des muscles circulaires et longitudinaux dans les segments permettent au corps de s'étendre ou de se contracter. Les vers de la classe des polychètes, qui sont principalement marins, ont des parapodes sur leurs segments. Autrefois, les sangsues et les lombrics étaient répartis dans des classes séparées, mais une similitude morphologique majeure, le clitellum, justifie leur regroupement en une seule classe, celle des Clitellata.

- *Quel est l'avantage d'avoir des systèmes nerveux et circulatoire qui parcourent le corps entier au lieu de systèmes segmentés ?*

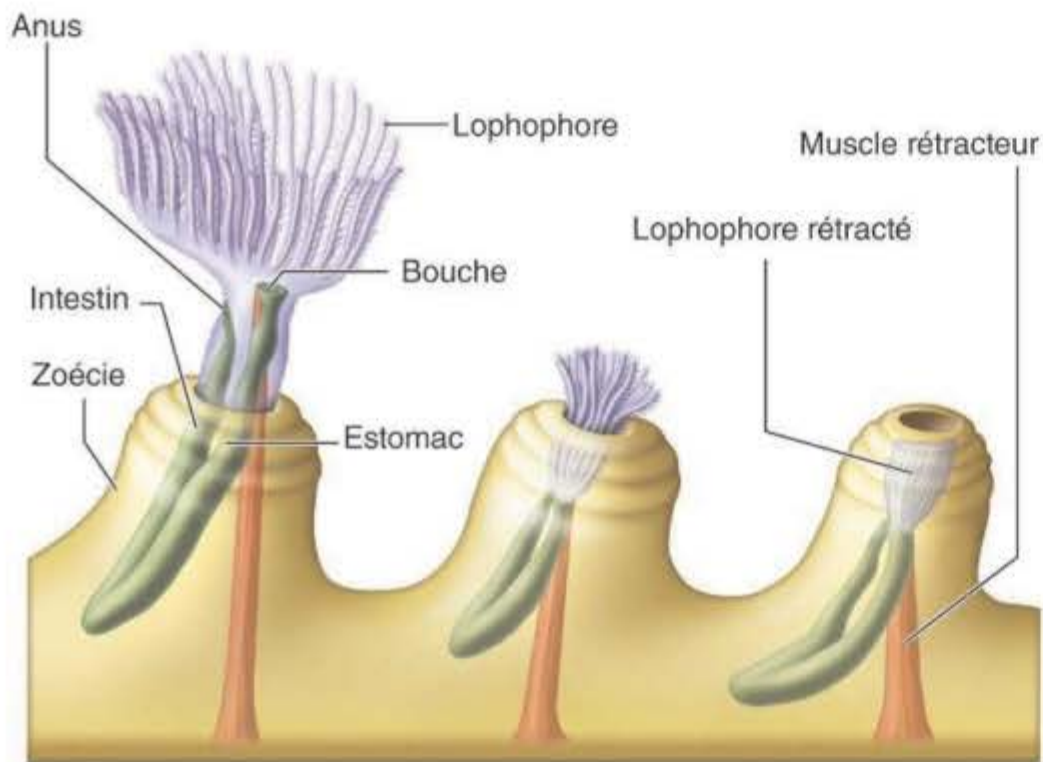
34.7 Lophophorates : bryozoaires (Bryozoa) et brachiopodes (Brachiopoda)

Objectifs

1. Décrire le lophophore et sa fonction.
2. Distinguer les bryozoaires et les brachiopodes.



Deux phylums d'animaux essentiellement marins, les bryozoaires et les brachiopodes, sont caractérisés par un lophophore, crête en forme d'anneau ou de U entourant la bouche et portant une ou deux rangées de tentacules ciliés dans lesquels s'étend le coelome. Le lophophore sert de surface d'échange gazeux et les cils guident vers la bouche les débris organiques et le plancton dont l'animal se nourrit. À cause du lophophore, les bryozoaires et les brachiopodes furent considérés comme apparentés, mais des données récentes indiquent que les structures auraient pu avoir évolué de manière convergente.



a.



b.

Figure 34.26 Bryozoaires (phylum Bryozoa). a. Ce dessin illustre une petite portion d'une colonie du bryzoaire dulcicole du genre *Plumatella*, qui croît sous les roches. L'individu de gauche a un lophophore complètement déployé. Les petits individus disparaissent dans leur zoécie dès qu'ils sont dérangés. b. *Plumatella repens*, un autre bryzoaire dulcicole.

Les brachiopodes partagent quelques caractères avec les protostomiens et d'autres avec les deutérostomiens. La segmentation chez les brachiopodes et les bryozoaires est surtout radiaire, comme chez les deutérostomiens. La formation du cœlome varie. Chez les phoronidiens (autrefois considérés comme un phylum particulier, mais considérés actuellement comme faisant partie des brachiopodes), la bouche se forme à partir du blastopore (une caractéristique des protostomiens), alors que chez les autres brachiopodes et les bryozoaires, elle se forme à partir de l'extrémité de l'embryon opposée au blastopore (une caractéristique des deutérostomiens). Les études moléculaires relient les lophophoriens aux protostomiens. En raison de la divergence entre les caractères anatomiques et embryonnaires et les données moléculaires, la phylogénie de ces animaux reste un casse-tête fascinant.

Les bryozoaires, phylum Bryozoa, sont les seuls animaux exclusivement coloniaux

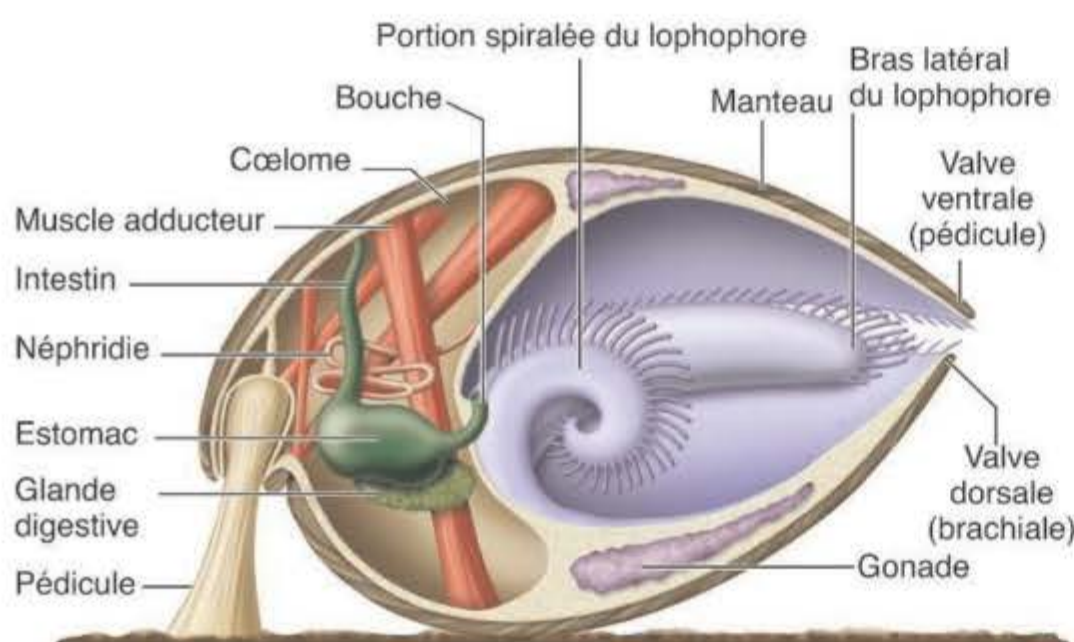
Les bryozoaires sont petits, d'une longueur habituelle de moins de 0,5 mm ; ils vivent dans des colonies qui ressemblent à des plaques de mousse et peuvent mesurer plusieurs centimètres, à la surface d'objets immergés (figure 34.26). Leur nom commun, animal mousse, est une traduction directe des mots grecs *bruon*, mousse, et *zôon*, animal. Le sys-

tème digestif est en forme de U, avec l'anus s'ouvrant près de la bouche, comme chez de nombreux animaux sessiles.

Les 10 000 espèces de bryozoaires comprennent à la fois des formes marines et d'eau douce. Chaque individu, un zooïde, sécrète une chambre minuscule chitineuse, appelée zoécie, qui est fixée aux rochers ou à d'autres substrats tels que les feuilles des plantes marines et des algues. Chez de nombreux bryozoaires marins, du carbonate de calcium se dépose dans la paroi d'une zoécie et au début des temps géologiques, les bryozoaires ont formé des récifs comme les coraux le font aujourd'hui. Un zooïde peut se diviser ou bourgeonner pour créer, de manière asexuée, un autre zooïde à côté de la première ; ainsi, une paroi de la nouvelle zoécie du zooïde est partagée avec celle de l'existante ; ce groupe croissant de zoécies constitue une colonie. Les individus de la colonie communiquent chimiquement par des pores entre les zoécies.

Les brachiopodes et les phoronidiens sont des lophophoriens solitaires

Les brachiopodes sont appelés en anglais, *lamp shells*, car certains ressemblent à des lampes à huile. En raison de leurs deux valves calcifiées, ils peuvent être confondus, superficiellement, avec des palourdes (figure 34.27). Rappelez-vous que les coquilles des mollusques bivalves



a.



b.

Figure 34.27 Brachiopodes (phylum Brachiopoda). a. Toutes les structures corporelles, excepté le pédicule, se trouvent entre deux valves calcifiées. b. Le brachiopode *Terebratulina septentrionalis* est légèrement ouvert, ce qui rend visible le lophophore. La face dorsale est en bas en a et b.

sont latérales, alors que les brachiopodes ont une valve dorsale et une ventrale. De nombreuses espèces s'attachent aux rochers ou au sable par un pédicule (une tige) qui fait saillie à travers une ouverture dans la coquille, alors que chez d'autres, une valve est collée au substrat et l'animal n'a pas de pédicule. Le lophophore est situé sur le corps, entre les coquilles. L'intestin de certains brachiopodes est en forme de U, comme chez les bryozoaires, alors que, chez d'autres, il n'y a pas d'anus.

On a répertorié 335 espèces existantes de brachiopodes, mais plus de 30 000 espèces fossiles sont connues. Puisque les brachiopodes ont abondé dans les océans durant des millions d'années et puisque leurs coquilles se fossilisent facilement, beaucoup sont utilisés comme repères, définissant une période géologique particulière ou un type de sédiment.

Chaque **phoronidien** (figure 34.28) sécrète un tube chitineux autour de lui-même, à partir duquel il peut étendre son lophophore pour se nourrir. L'animal se retire vivement lorsqu'il est dérangé, comme le font les vers polychètes. On ne connaît qu'environ dix espèces de phoronidiens, dont la longueur va de quelques millimètres à 30 centimètres. Certaines espèces restent enfoncées dans le sable ; d'autres sont attachées à des

roches, soit seules ou en groupes, formant des colonies assez lâches. Certaines phylogénies moléculaires suggèrent que les phoronidiens sont des brachiopodes ayant perdu la coquille.

Synthèse 34.7

Les deux phylums de lophophoriens partagent probablement un ancêtre commun et présentent un mélange de caractères protostomiens et deutérostomiens. Le lophophore, structure particulière avec des tentacules ciliés, sert à l'alimentation et aux échanges gazeux. Les bryozoaires sont exclusivement coloniaux, alors que les brachiopodes et les phoronidiens sont solitaires. Les brachiopodes ont deux valves, une dorsale et une ventrale, et non latérales comme celles des mollusques bivalves.

- Comment un tube digestif en U est-il avantageux pour les bryozoaires et les brachiopodes ?

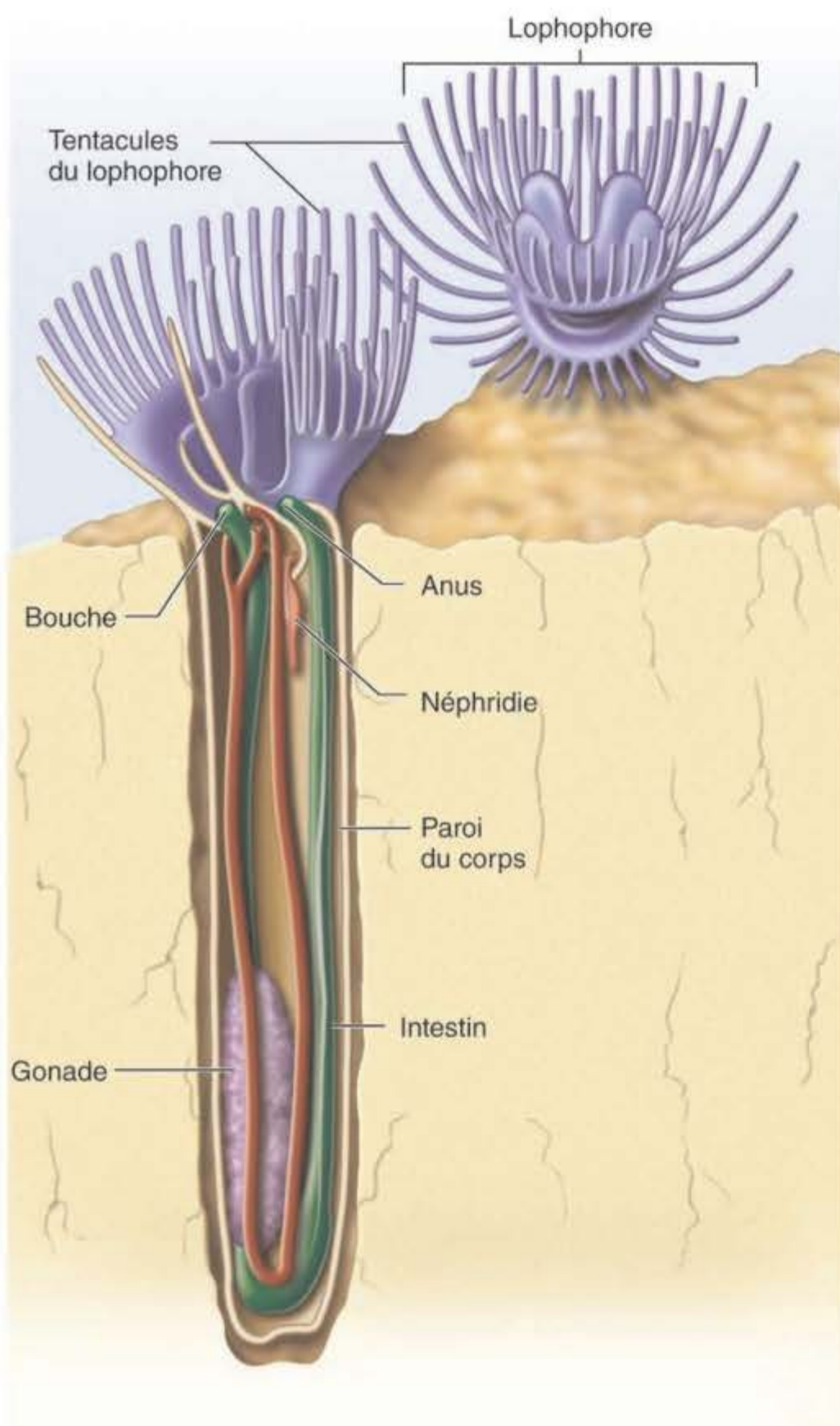
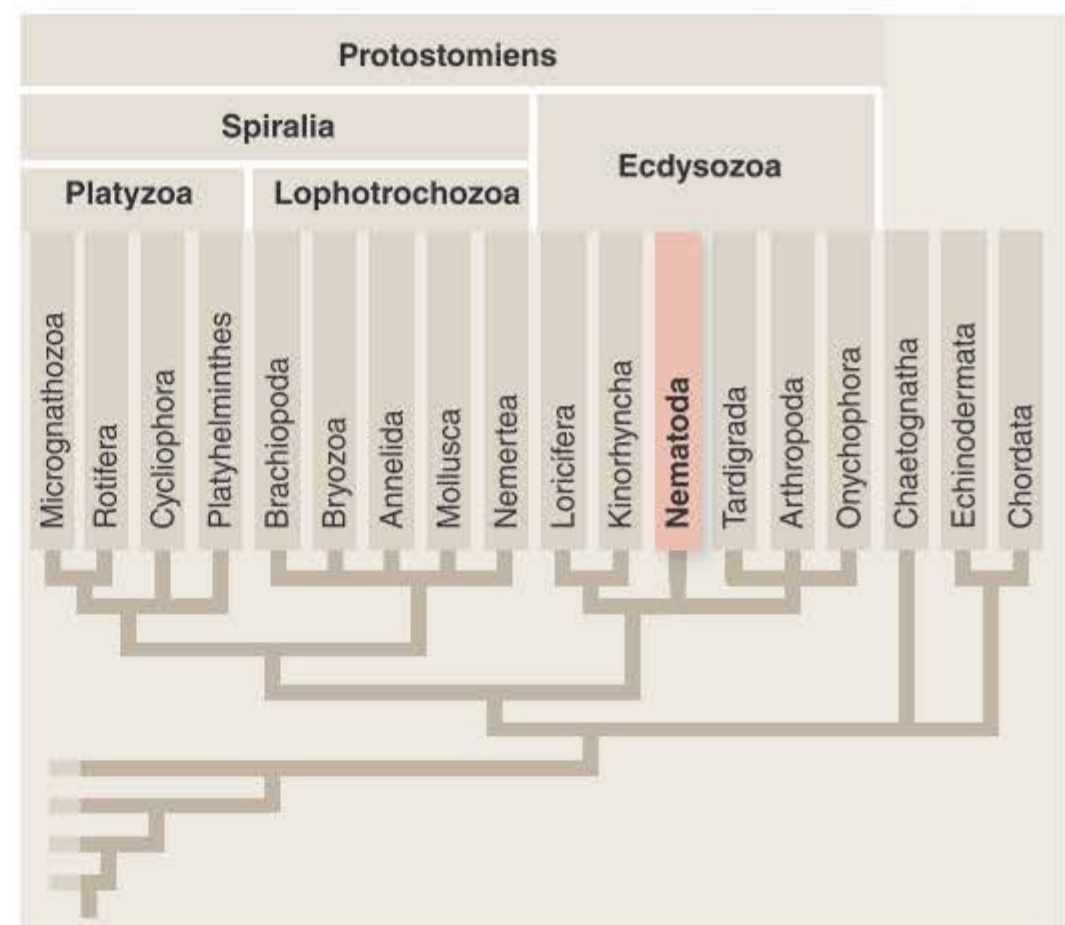


Figure 34.28 Phoronidiens. Un phoronidien vit dans un tube chitineux que l'animal sécrète. Le lophophore consiste en deux crêtes parallèles en forme de fer à cheval qui portent des tentacules et peuvent être rétractées dans le tube lorsque l'animal est dérangé.

34.8 Ecdysozoaires : vers ronds (Nematoda)

Objectif

1. Décrire la musculature d'un nématode qui lui permet de frétiller d'une manière très caractéristique.



Les anguillules du vinaigre, des anguillules et d'autres vers ronds constituent le vaste phylum des nématodes, avec quelques 61 000 espèces reconnues ; les scientifiques estiment que le nombre réel pourrait être 100 fois plus grand. Les nématodes sont abondants et diversifiés, occupant des habitats marins et dulcicoles ; ils sont aussi nombreux à parasiter des animaux (figure 34.29) et des plantes. De nombreux nématodes sont de taille microscopique et vivent dans le sol. Une pelletée de terre fertile peut contenir jusqu'à un million de nématodes.

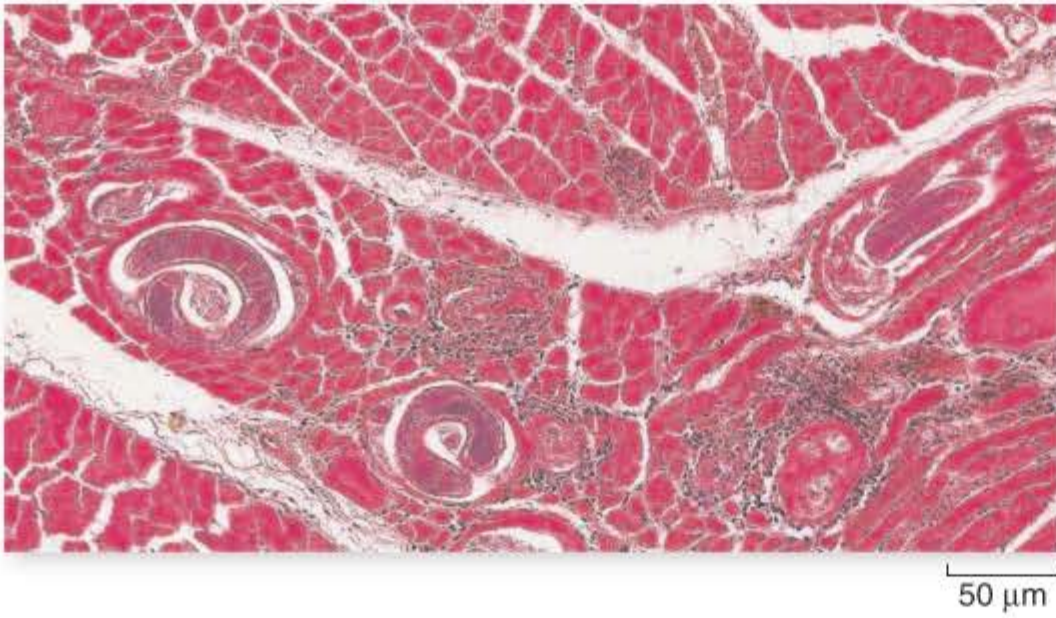


Figure 34.29 La trichine, un nématode, enkystée chez le porc. L'ingestion de viande de porc ou d'ours contenant ces kystes et cuite insuffisamment peut causer une maladie grave, la trichinose.

Structure des nématodes

Les nématodes sont des vers à symétrie bilatérale, mais non segmentés. Ils sont couverts d'une cuticule épaisse et flexible et muent quatre fois pendant leur croissance. Dépourvus d'organe respiratoire spécialisé, les nématodes échangent l'oxygène et le dioxyde de carbone par leur cuticule. Des muscles sous l'épiderme, qui est couvert par la cuticule, s'étendent longitudinalement, d'avant en arrière. Parmi les vers, les nématodes se singularisent par l'absence de musculature circulaire, de sorte qu'ils peuvent raccourcir, mais pas changer de diamètre. La traction de ces muscles longitudinaux sur la cuticule et le pseudocœlome produit le mouvement caractéristique de frétillement des nématodes.

Les nématodes possèdent un système digestif bien développé et se nourrissent d'aliments d'origines diverses. Près de la bouche, à leur extrémité antérieure, ils ont des organes sensoriels ressemblant à des poils. La bouche peut être équipée d'organes perforants appelés **stylets**. La nourriture passe dans la bouche par un mouvement de succion qui est généré par la contraction rythmique du pharynx musculaire et continue à travers l'intestin ; les déchets sont éliminés par l'anus (figure 34.30).

Reproduction et développement

La reproduction chez les nématodes est sexuée, la plupart des nématodes sont gonochoriques. Chez l'ascaris, les mâles et les femelles diffèrent de forme. Ce **dimorphisme sexuel** se manifeste chez le mâle par une queue plus petite se terminant en crochet (voir figure 34.30), tandis que celle de la femelle est droite. La fécondation est interne, le mâle s'aidant de son extrémité en crochet et d'une structure associée pour inséminer la femelle. Le développement est indirect, ce qui signifie qu'un œuf éclot sous forme de larve, qui ne se transforme pas directement en adulte, mais doit passer par plusieurs mues et, chez les espèces parasites, par plusieurs hôtes.

Les adultes de certaines espèces se composent d'un nombre fixe de cellules, un phénomène connu sous le nom d'eutélie. Pour cette raison, les nématodes sont devenus des sujets extrêmement importants pour les études génétiques et embryologiques (voir chapitre 19). Le ver *Caenorhabditis elegans* de 1 millimètre de long arrive à maturité en trois jours seulement ; son corps est transparent et comprend exactement 959 cellules. C'est le seul animal dont l'anatomie cellulaire complète en cours de développement est connue.

Modes de vie des nématodes

De nombreux nématodes sont des chasseurs actifs, se nourrissant de protistes et d'autres petits animaux. Beaucoup sont des parasites de plantes ou vivent dans le corps d'animaux plus grands. Presque toutes les espèces de plantes et d'animaux qui ont été étudiées se sont avérées pouvoir être parasitées par au moins une espèce de nématode. Le plus grand des nématodes connus, qui peut atteindre une longueur de 9 m, parasite le placenta des cachalots.

Maladies humaines causées par des nématodes

Environ 50 espèces de nématodes, dont plusieurs assez communes aux États-Unis, parasitent souvent les êtres humains. Les ankylostomes, surtout du genre *Necator*, peuvent être fréquents dans les états du sud. En suçant le sang à travers la paroi intestinale, ils peuvent causer une anémie.

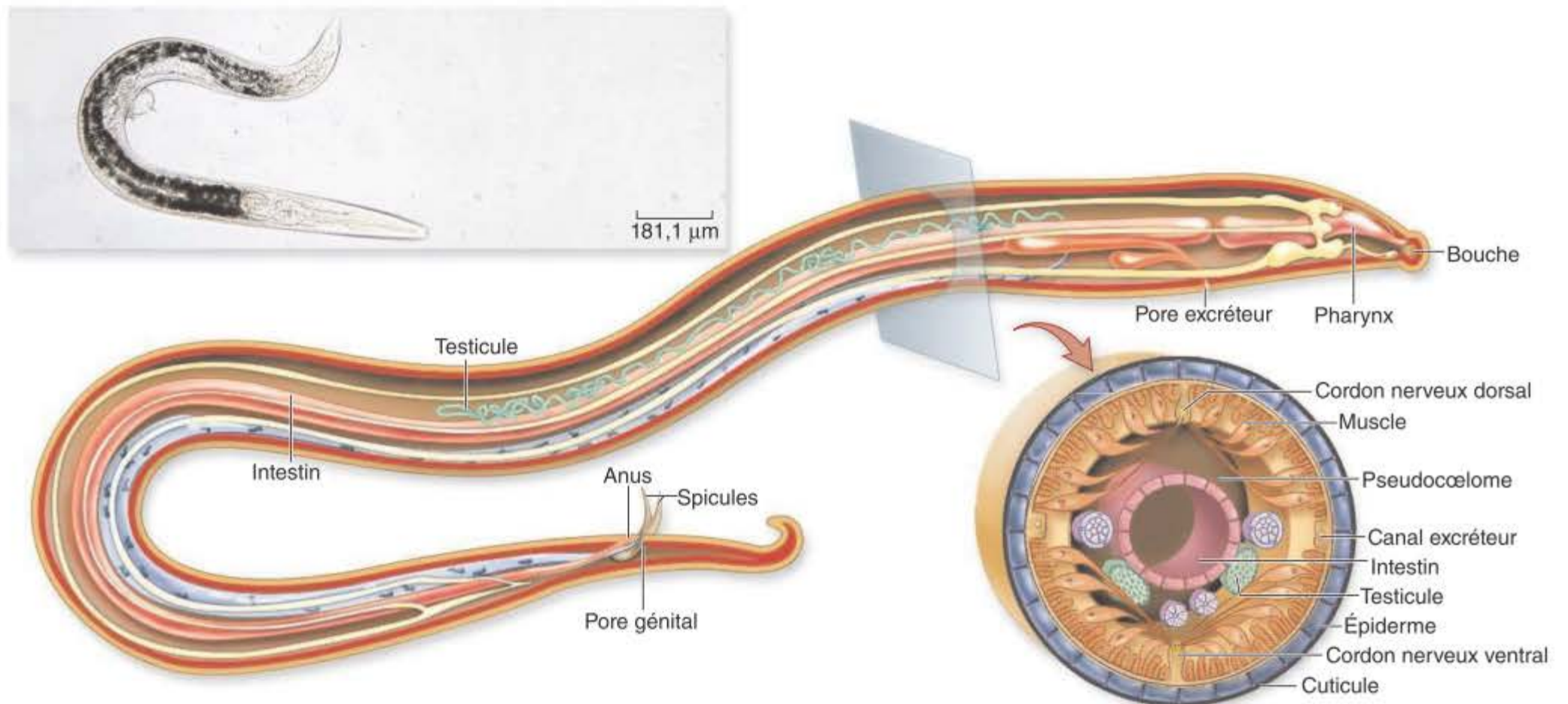


Figure 34.30 Phylum des nématodes: vers ronds. Les vers ronds, comme ce nématode mâle, ont une cavité corporelle appelée pseudocœlome, située entre l'intestin et la paroi du corps. Elle permet aux nutriments de circuler dans tout l'organisme et d'éviter la déformation du corps sous l'effet des contractions musculaires.

La maladie causée par un nématode, la plus grave et la plus fréquente dans les régions tempérées est la trichinose ; elle est due aux vers du genre *Trichinella* (voir figure 34.29). Ceux-ci vivent dans l'intestin grêle de certains mammifères, notamment les porcs et les ours, où les trichines femelles, après avoir été fécondées, s'enfoncent dans la paroi intestinale et libèrent les jeunes (environ 1 500 par femelle), qui entrent dans les canaux lymphatiques et gagnent ainsi les muscles dans tout l'organisme. Là, ils viennent à maturité et forment des kystes calcifiés très résistants. Les êtres humains et les autres animaux s'infectent en mangeant de la viande de porc ou d'ours qui contient des kystes de trichines et qui est insuffisamment cuite. Si les vers sont nombreux, l'infection peut être fatale, mais un tel degré d'infection est rare ; aux États-Unis, 11 cas sont rapportés en moyenne par an. Dans d'autres pays, cependant, ils peuvent être beaucoup plus fréquents ; en Chine, par exemple, on dénombre 10 000 cas par an.

On estime que les oxyures, *Enterobius vermicularis*, infectent environ 11 % des gens aux États-Unis, en particulier les enfants. Chez l'homme, les oxyures matures vivent dans le rectum, où ils ne causent habituellement rien de plus grave que des démangeaisons anales ; un grand nombre, cependant, peut entraîner un prolapsus rectal. On dispose de médicaments efficaces capables de tuer ces vers.

Le ver rond intestinal, *Ascaris lumbricoides*, infecte environ une personne sur six, mais il est rare dans les régions équipées de sanitaires modernes. Les femelles adultes, qui peuvent atteindre 30 centimètres de long, peuvent pondre quotidiennement jusqu'à 20 000 œufs fécondés dans l'intestin de leur hôte. Leurs œufs fécondés sont disséminés par les matières fécales et peuvent rester viables dans le sol pendant des années. Ils peuvent être emportés avec la poussière et contaminer la nourriture, la vaisselle ou aboutir directement sur les lèvres. Puisque l'embryon s'est développé dans chaque œuf avant qu'il ne soit éliminé, il éclot dès qu'il a été ingéré. La larve suit un chemin détourné à travers le corps, et se métamorphose en un adulte, qui vit dans l'intestin humain.

D'autres maladies causées par des nématodes des régions tropicales sont extrêmement graves. La filariose est causée par plusieurs espèces de nématodes qui infectent au moins 250 millions de personnes à travers le monde. Certaines espèces de filaires vivent dans le système circulatoire. L'infection par *Wuchereria bancrofti* peut produire la maladie appelée éléphantiasis, qui se manifeste par un gonflement des membres inférieurs, qui sont déformés, parfois, de manière monstrueuse. Les vers obstruent le système lymphatique et provoquent une inflammation grave, ce qui entraîne le gonflement en empêchant la lymphe de circuler. Les larves des filaires sont transmises par un hôte intermédiaire, habituellement un insecte suceur de sang tel qu'un moustique.

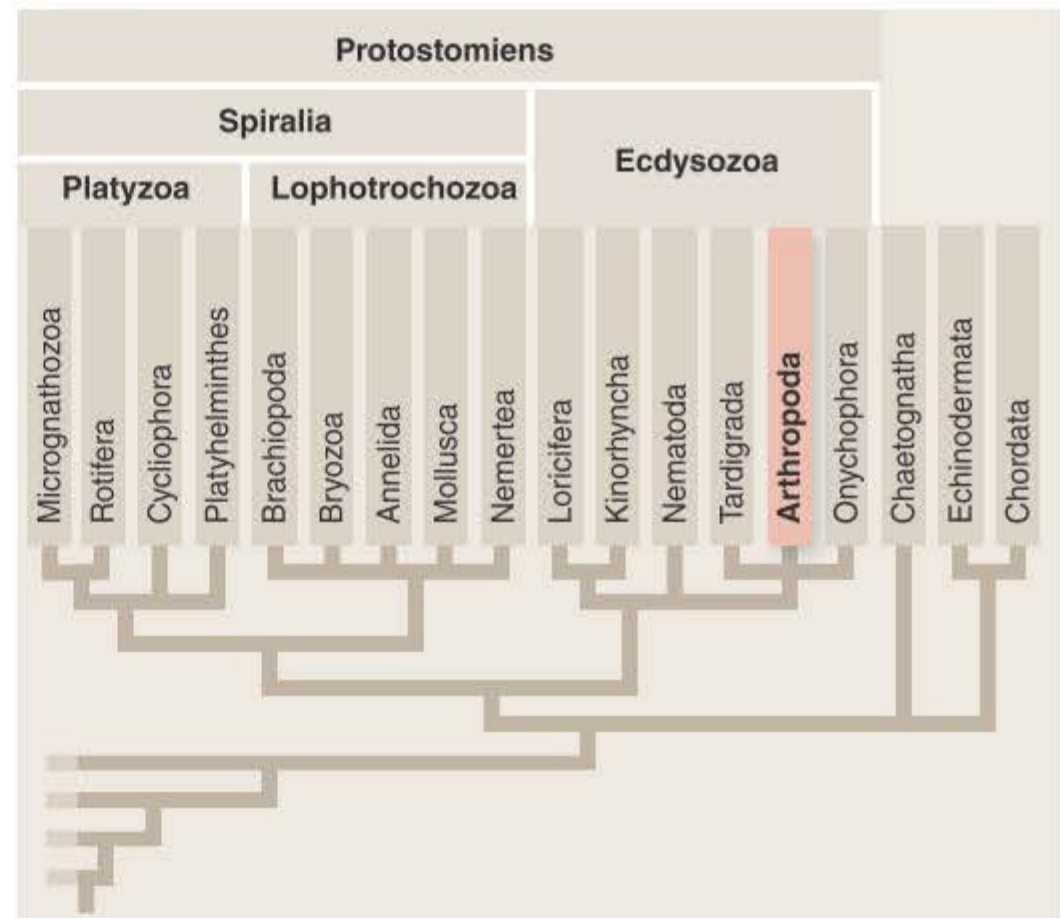
Synthèse 34.8

Les nématodes sont des vers non segmentés à symétrie bilatérale, pourvus d'une musculature longitudinale, mais sans muscles circulaires autour du corps. Outre de nombreuses espèces vivant à l'état libre, certains nématodes parasitent des animaux ou des plantes. Chez certaines espèces parasites, les femelles percent la paroi intestinale de certains mammifères et libèrent leurs œufs, qui vont se loger dans les muscles. Manger de la viande insuffisamment cuite de ces animaux peut transmettre des vers à l'homme, ce qui peut causer une infection parfois mortelle.

- De quelles façons peut-on éviter les maladies causées par des nématodes ?

Objectifs

1. Citer les caractéristiques principales des arthropodes.
2. Énumérer les quatre classes existantes d'arthropodes et une caractéristique qui les distinguent les unes des autres.
3. Décrire les avantages et inconvénients d'un exosquelette.







Les arthropodes sont de loin les plus prolifiques et les plus diversifiés de tous les animaux (tableau 34.1) ; 1 200 000 espèces, environ deux tiers de toutes les espèces répertoriées sur terre, appartiennent à ce phylum (figure 34.31). Un scientifique a estimé récemment que les insectes seuls pouvaient compter jusqu'à 30 millions d'espèces. Il y aurait environ 200 millions d'insectes différents en vie à tout moment pour un seul être humain ! Les insectes (voir figure 34.31) et les autres arthropodes abondent dans tous les habitats de la planète, mais il existe quelques insectes marins. La plupart des membres du phylum sont petits, n'atteignant que quelques millimètres de long, mais l'éventail de la taille adulte des arthropodes va d'environ 80 micromètres de long (certains acariens parasites) à 3,6 mètres de diamètre pour un crabe araignée qui vit au large du Japon.

Les arthropodes sont d'une importance économique considérable et ont un impact sur tous les aspects de la vie humaine. Ils pollinisent les cultures et sont utiles comme nourriture pour les humains et d'autres animaux, mais ils sont également en concurrence avec les humains pour la nourriture et ils endommagent les cultures. Les maladies transmises par les insectes et les tiques affectent tous les types de plantes et d'animaux, y compris les êtres humains. Les insectes sont de loin les herbivores les plus importants dans les écosystèmes terrestres : pratiquement tous les types de plante sont mangés par une ou plusieurs espèces.

Bien que notre compréhension des parentés phylogénétiques entre les groupes d'arthropodes et de leurs relations avec d'autres animaux peuvent changer avec de nouvelles découvertes, les taxonomistes reconnaissent actuellement quatre classes existantes (une cinquième, les

TABLEAU 34.1

Principaux groupes du phylum Arthropoda

Classe	Caractéristiques	Membres
Chélicérates 	Les pièces buccales sont des chélicères (pinces ou crocs)	Araignées, acariens, tiques, scorpions, faucheux (opilions), limules
Crustacés 	Les pièces buccales sont les mandibules; les appendices sont fondamentalement biramés (à deux branches); la tête a deux paires d'antennes.	Homards, crabes, crevettes, isopodes, balanes
Hexapodes 	Les pièces buccales sont des mandibules; le corps comprend trois régions: une tête avec une paire d'antennes, un thorax portant trois paires de pattes locomotrices et un abdomen; les appendices sont uniramés (une seule branche)	Insectes (coléoptères, abeilles, mouches, puces, hémiptères, criquets, papillons, termites), collemboles
Myriapodes 	Les pièces buccales sont des mandibules; le corps comprend une tête avec une paire d'antennes et un tronc formé de nombreux segments, chacun porteur d'appendices uniramés	Mille-pattes, iules

trilobites, est éteinte) : les chélicérates, les crustacés, les hexapodes et les myriapodes. Les pièces buccales des chélicérates sont des chélicères (pinces), tandis que celles des trois autres classes comprennent des **mandibules** (mâchoires capables de mordre). Les mandibules sont présumées avoir pris naissance (probablement à partir d'une paire d'appendices) chez un ancêtre commun aux crustacés, hexapodes et myriapodes, ce qui signifie que ces groupes sont plus étroitement apparentés les uns aux autres qu'ils ne le sont avec les chélicérates.

Les arthropodes présentent des caractères particuliers et des systèmes d'organes

Une partie du succès des arthropodes est expliquée par la modularité du corps segmenté, l'**exosquelette** et les appendices articulés. Les avantages de la segmentation ont été discutés dans la section sur les annélides. Un exosquelette dur confère une protection contre les prédateurs, mais il agit comme une « camisole de force », qui restreint les mouvements. Les articulations des appendices maintiennent une protection tout en offrant une certaine souplesse. Avec ce système, les arthropodes ont développé de nombreux modes de locomotion efficaces, tant dans les océans, d'où ils proviennent, que sur la terre ferme, qu'ils ont colonisée au début de la période du Dévonien, il y a plus de 400 millions d'années.

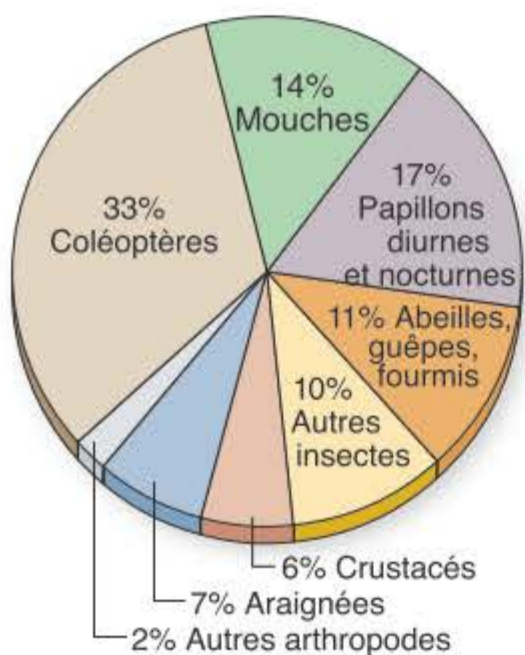


Figure 34.31 Les arthropodes constituent un groupe prolifique. Environ deux tiers de toutes les espèces répertoriées sont des arthropodes. Environ 80 % des arthropodes sont des insectes, et environ la moitié des espèces répertoriées d'insectes sont des coléoptères.

Métamérie

Les membres de certaines classes d'arthropodes ont des segments corporels qui se ressemblent. Chez d'autres, les segments ont fusionné pour former des ensembles fonctionnels spécialisés, les **tagmes**, comme la tête et le thorax d'un insecte (figure 34.32). Cette fusion, appelée tagmatisation, est d'une importance capitale dans l'évolution des arthropodes. Typiquement, les segments peuvent être distingués au cours du développement larvaire, mais la fusion les efface au cours du développement. Tous les arthropodes ont une tête distincte ; chez de nombreux crustacés et chélicérates, la tête et le thorax ont fusionné pour former le céphalothorax, ou **prosome**.

Un exosquelette

Le squelette externe rigide, ou exosquelette, est fait de chitine et de protéines. Chez tous les animaux, le squelette assure l'antagonisme

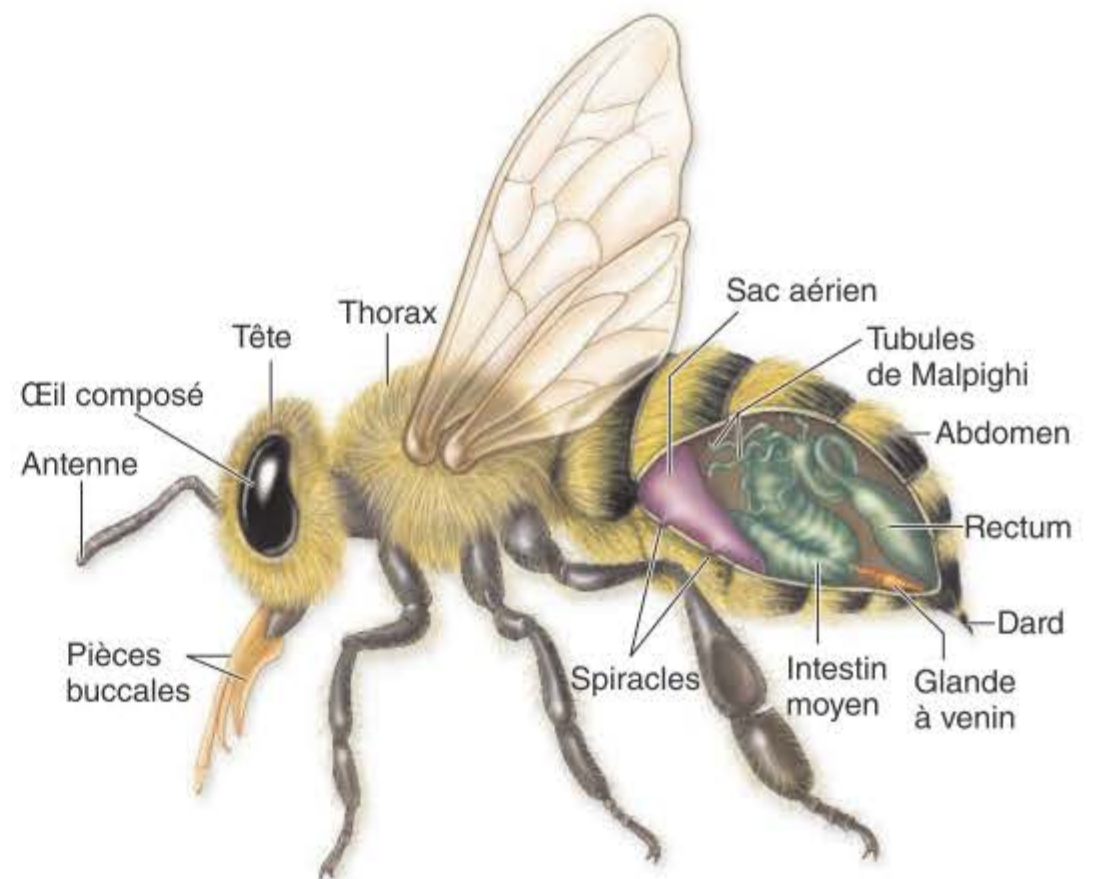


Figure 34.32 Phylum des arthropodes. Cette abeille, comme tous les insectes et d'autres arthropodes, ont un corps segmenté et des appendices articulés. Le corps d'un insecte est composé de trois tagmes : tête, thorax et abdomen. Tous les arthropodes sont pourvus d'un exosquelette fait de chitine. Certains insectes ont acquis des ailes qui leur ont permis de voler.

fonctionnel pour les muscles (et chez beaucoup d'animaux, il sert de surface d'attache musculaire), constitue un support pour le corps et protège celui-ci contre les forces physiques. L'exosquelette des arthropodes protège contre la perte d'eau, qui a été un avantage considérable pour les insectes qui ont colonisé la terre ferme. Comme vous avez appris dans le chapitre 3, la chitine est chimiquement comparable à la cellulose, l'élément dominant de la structure des plantes ; elle partage avec elle des propriétés de dureté et de flexibilité. La chitine et les protéines de l'exosquelette des arthropodes fournissent un revêtement qui est très solide tout en étant capable de fléchir en réponse à la contraction des muscles qui y sont attachés.

Un exosquelette a ses propres limites. Avec l'augmentation de taille des arthropodes, leur exosquelette doit devenir de plus en plus épais, de manière disproportionnée, pour supporter la traction des muscles. Si des insectes étaient été aussi grands que les aigles ou si les crabes avaient la taille d'une vache, l'exosquelette serait si épais que l'animal serait incapable de bouger ce poids énorme. Peu d'arthropodes terrestres pèsent plus de quelques grammes, mais les aquatiques peuvent être plus lourds parce que l'eau, plus dense que l'air, fournit davantage de soutien. Une autre limitation est la nécessité de l'**ecdysie**, ou mue. En effet, leur corps étant enfermé dans un squelette rigide, les arthropodes doivent en changer périodiquement. Contrôlée par les hormones ecdystéroïdes (voir chapitre 45), la mue a été expliquée au chapitre 33. Les régions antérieure et postérieure du tube digestif ainsi que les **yeux composés** sont couverts de cuticule et sont donc également soumis à la mue. Juste après la mue, l'exosquelette est mou et l'animal est particulièrement vulnérable ; il peut devoir se cacher des prédateurs jusqu'au durcissement du nouvel exosquelette.

Appendices articulés

Le nom « arthropode » provient de deux mots grecs, *arthron*, articulation, et *pode*, pied. Tous les arthropodes sont dotés d'appendices articulés. Les appendices individuels peuvent être adaptés pour fonctionner comme des antennes, diverses pièces buccales ou des pattes.

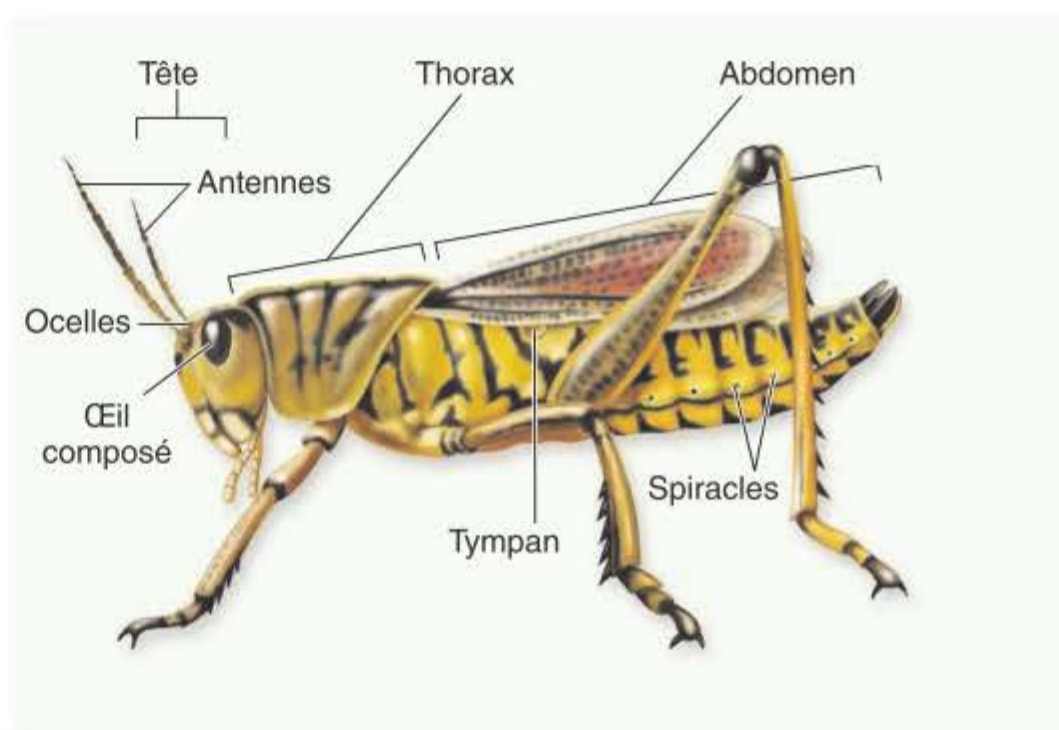
Un avantage des appendices articulés, c'est qu'ils peuvent être étendus ou repliés. Imaginez combien votre vie serait difficile si votre bras et les jambes ne pouvaient se plier ! En outre, les articulations servent de point d'appui pour les mouvements des appendices, rendant ainsi possible l'effet de levier. Une force musculaire faible s'exerçant sur un levier peut produire un grand mouvement ; par exemple, l'extension de votre avant-bras tire avantage du point d'appui du coude. Une contraction musculaire sur une courte distance permet à votre main de décrire un grand arc de cercle.

Système circulatoire

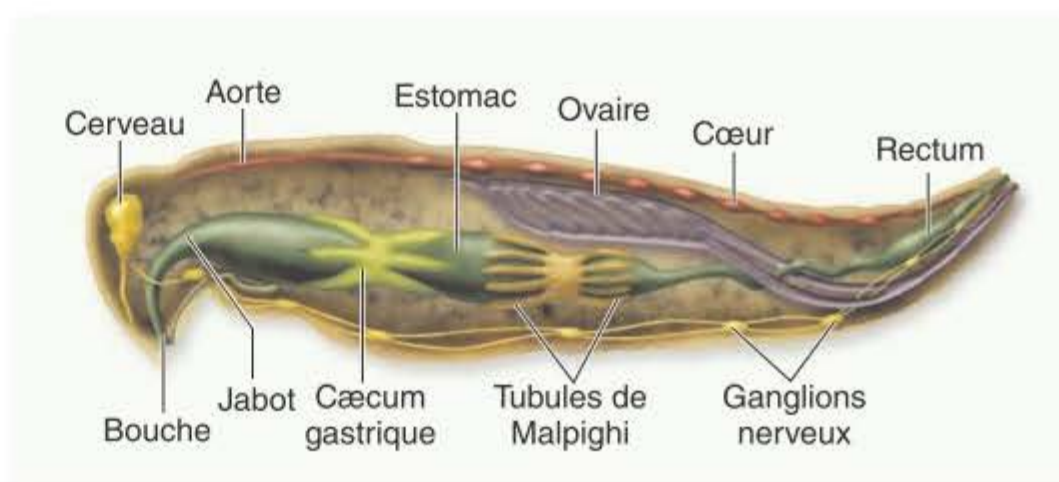
Le système circulatoire des arthropodes est ouvert. Le principal composant de l'appareil circulatoire d'un insecte est un vaisseau musculéux longitudinal qu'on appelle le cœur, qui est proche de la surface dorsale du thorax et de l'abdomen (figure 34.33). Lorsque le cœur se contracte, le sang (ou plutôt, l'hémolymphe) est pompé vers l'avant. De là il coule peu à peu à travers les espaces entre les tissus vers l'extrémité postérieure. Lorsque le cœur se détend, le sang y revient à partir de ces espaces en passant par des valves à sens unique situées dans la région postérieure du cœur.

Système nerveux

L'élément central du système nerveux des arthropodes est une double chaîne de ganglions segmentés le long de la surface ventrale de l'animal (voir figure 34.33). À son extrémité antérieure se trouvent deux ou trois paires de ganglions dorsaux fusionnés, qui constituent le cerveau ;



a.



b.

Figure 34.33 Un criquet (ordre des orthoptères). Ce criquet illustre les caractères structuraux majeurs des insectes, le groupe d'arthropodes avec le plus grand nombre d'espèces. a. Anatomie externe. b. Anatomie interne.

pendant, les ganglions ventraux (généralement une paire par segment) contrôlent une grande partie des activités de l'animal. Par conséquent, un arthropode peut exercer des fonctions telles que manger, se déplacer et s'accoupler même si le cerveau a été enlevé. Le cerveau semble être un point de contrôle, ou un inhibiteur, pour diverses actions, plutôt qu'un stimulateur comme il l'est chez les vertébrés.

De nombreux insectes, crustacés, mille-pattes et les trilobites, qui sont éteints, ont des yeux composés (figure 34.34). Ils comprennent des centaines, ou davantage, d'unités visuelles indépendantes appelées **ommatidies**, chacune comprenant une lentille cornéenne et une rétine formée de huit cellules disposées en cercle. Les régions photosensibles de ces cellules sont rassemblées au centre de la rétine et forment le rhabdome. Certains arthropodes, y compris ceux qui ont des yeux composés, ont en outre des yeux simples ou **ocelles** ne comportant qu'une seule lentille. Les ocelles distinguent la lumière de l'obscurité. Ceux des criquets et des libellules fonctionnent comme des capteurs d'horizon pour aider l'insecte à stabiliser visuellement son vol.

Système respiratoire

Les arthropodes marins tels que les crustacés ont des branchies, et les chélicérates marins (comme les limules) ont des branchies à feuillettes (en anglais, *book gills*), des lamelles sous le prosome, qui semblent avoir évolué à partir de pattes. Certains arthropodes minuscules sont dépourvus de toute structure d'échange de l'oxygène, leur épithélium externe ou l'intestin exerçant une fonction respiratoire.

Le système respiratoire de la plupart des arthropodes terrestres se compose de petits conduits, ramifiés, couverts de cuticule, appelés tra-

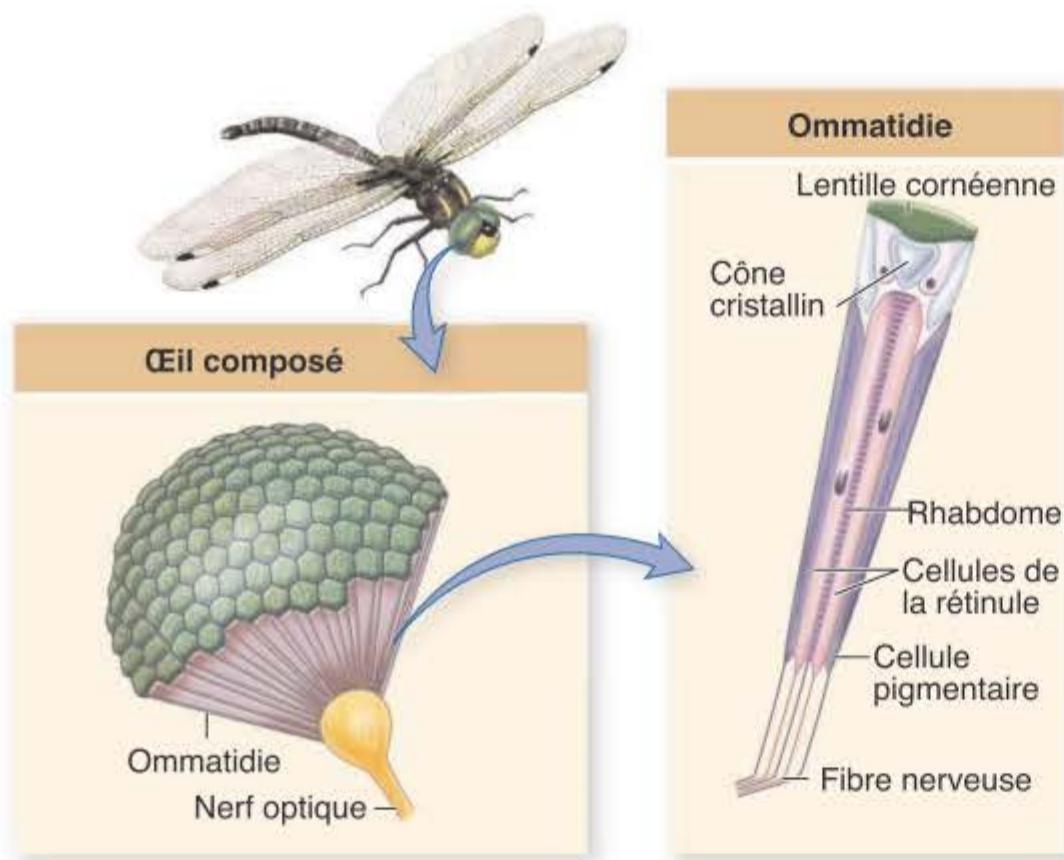


Figure 34.34 L'œil composé. Les yeux composés chez les insectes sont des structures complexes composées de nombreuses unités visuelles indépendantes appelées ommatidies.

chées (figure 34.35) (leur revêtement est renouvelé durant la mue). Les trachées se ramifient en très petites **trachéoles**, qui sont en contact direct avec les cellules individuelles, permettant à l'oxygène et au dioxyde de carbone de diffuser à travers les membranes plasmiques. Puisque les insectes dépendent plus du système respiratoire que du système circulatoire pour le transport de l'oxygène à leurs tissus, toutes les parties du corps doivent être à proximité d'un passage des voies respiratoires. Ceci, comme le poids de l'exosquelette, limite fortement la taille des arthropodes.

L'air parvient dans la trachée par des ouvertures dans l'exosquelette, appelée **stigmates** ou **spiracles** (voir figures 34.32, 34.33 et 34.35), qui, chez la plupart des insectes, peuvent être ouverts et fermés par des valvules. La capacité de prévenir la perte d'eau en fermant les stigmates a été une adaptation importante qui a facilité l'invasion de la terre ferme des arthropodes.

De nombreuses araignées ont des poumons en feuillets (en anglais, *book lungs*) au lieu, ou en plus, des trachées. Un **poumon à feuillets** est une série de lamelles au sein d'une chambre dans laquelle l'air est aspiré et à partir duquel il est expulsé par contraction musculaire.

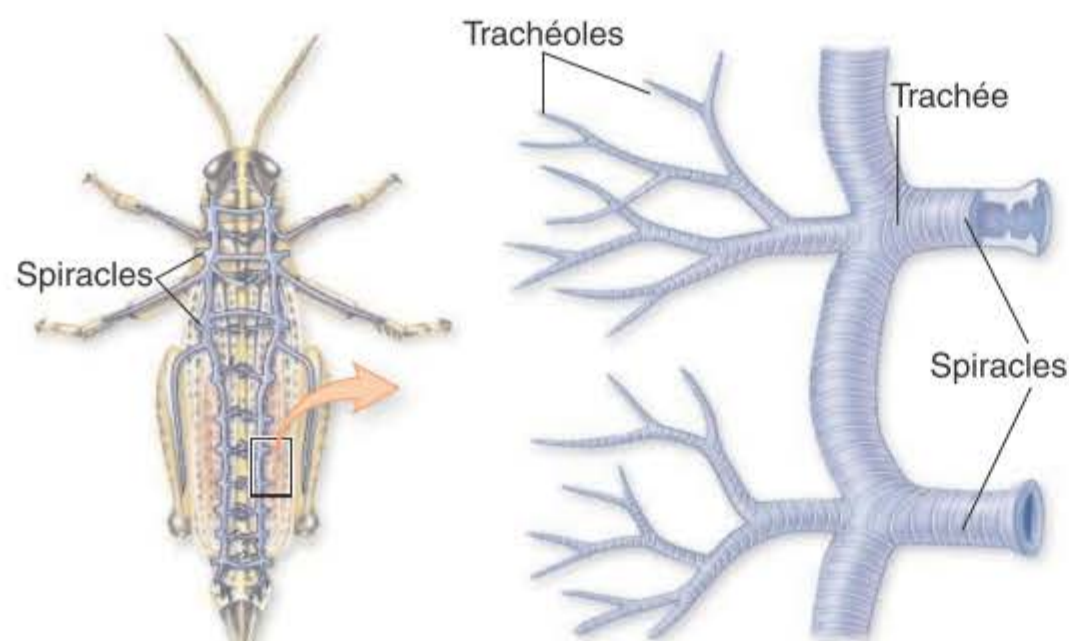


Figure 34.35 Trachées et trachéoles. Les trachées et les trachéoles sont connectées à l'extérieur par des ouvertures appelées spiracles ou stigmates; elles transportent l'oxygène dans toutes les parties du corps d'un insecte terrestre.

Appareil excréteur

Divers types de systèmes excréteurs existent chez les arthropodes. Chez les arthropodes aquatiques, la plupart des déchets peuvent diffuser du sang dans les branchies.

Les **tubules de Malpighi** des insectes terrestres, des myriapodes et des chélicérates sont de minces projections de l'appareil digestif à la jonction du mésentéron (intestin moyen) et du proctodéum (intestin postérieur) (voir figures 34.32 et 34.33). Les tubules baignent dans l'hémolymphe et du liquide traverse leur paroi dans l'un ou l'autre sens. Des déchets azotés, précipités sous forme d'acide urique ou de guanine, sont éliminés dans le proctodéum. Une grande partie de l'eau et des sels sont réabsorbés par le proctodéum et le rectum pour être retournés au corps de l'arthropode. Cette conservation efficace de l'eau par les tubules de Malpighi a été une autre adaptation importante qui a facilité l'invasion de la terre ferme par les arthropodes.

Les araignées, les acariens, les tiques et les limules (Chelicerata) sont pourvus d'appendices antérieurs spécialisés

Dans la classe Chelicerata, qui comprend quelques 70 000 espèces, les appendices antérieurs, appelés **chélicères**, peuvent fonctionner comme des crocs ou des pinces. Le corps d'un chélicérate est divisé en deux tagmes : à l'avant, le prosome, qui porte tous les appendices ; à l'arrière, l'**opisthosome**, qui contient les organes reproducteurs. Les chélicérates comprennent des arthropodes familiers, essentiellement terrestres, tels que les araignées, les tiques, les acariens, les scorpions et les opilions (faucheux). Cependant, 4 000 espèces répertoriées d'acariens et une espèce d'araignée vivent en eau douce, et quelques acariens vivent dans la mer. Les limules et les araignées de mer sont des chélicérates exclusivement marins.

En plus d'une paire de chélicères, un chélicérate a une paire de **pédipalpes** et quatre paires de pattes locomotrices sur son prosome. Les pédipalpes (souvent appelés simplement palpes) ressemblent aux pattes, mais ils ont un segment en moins et ne sont pas utilisés pour la locomotion. Chez les araignées mâles, les pédipalpes sont des organes copulateurs ; ils sont les pinces des scorpions ; chez la plupart des autres chélicérates, ils sont sensoriels et agissent comme les antennes des autres arthropodes.

La plupart des chélicérates sont carnivores, mais les acariens sont surtout herbivores. Mis à part les opilions, qui peuvent ingérer des petites particules, la plupart ne peuvent pas consommer de nourriture solide. Ils se nourrissent de liquides ; ils peuvent liquéfier une nourriture solide en injectant des enzymes digestives, et l'aspirer ensuite au moyen de leur pharynx musculueux.

Les limules comprennent quatre espèces qui vivent au large de la côte atlantique nord-américaine et en Asie du Sud (figure 34.36). Les araignées de mer sont de si étranges animaux marins que certaines autorités les excluent des chélicérates. La plupart sont de petite taille, mais certaines peuvent avoir un diamètre de 150 mm ou plus ; beaucoup vivent en association avec d'autres animaux marins, comme les hydrozoaires, dont ils se nourrissent.

Les 35 000 espèces d'araignées répertoriées (ordre Araneae) jouent un rôle important dans pratiquement tous les écosystèmes terrestres. Elles sont particulièrement importantes en tant que prédateurs d'insectes et d'autres petits animaux. Les araignées chassent leur proie ou les capturent dans des toiles de soie d'une diversité remarquable. La soie est formée d'une solution protéinée qui est extrudée à travers des **filières** situées dans la portion postérieure de l'abdomen de l'araignée.



Figure 34.36 Limules. Les limules sont de chélicérates aquatiques. Cette limule, *Limulus polyphemus*, se trouve le long de la côte est de l'Amérique du Nord.

Les mygales construisent un terrier tapissé de soie et fermé par un couvercle ; elles saisissent leurs proies dès que celles-ci passent à proximité. Au lieu de tisser une toile, des araignées comme l'araignée-loup et les tarentules recourent à la chasse.

Toutes les araignées ont des glandes à venin connectées à des chélicères pointus qui servent à mordre et à paralyser la proie. Les morsures infligées par certaines, comme la veuve noire de l'ouest (*Latrodectus hesperus*) et la recluse brune (*Loxosceles reclusa*), dite aussi araignée violon, (figure 34.37), peuvent être mortelles pour les humains et d'autres grands mammifères.

L'ordre des Acari est le plus diversifié des chélicérates. Environ 50 000 espèces d'acariens et de tiques ont été répertoriées, mais les scientifiques estiment que plus d'un million de membres de cet ordre pourraient exister. Les acariens occupent pratiquement tous les habitats ; ils se nourrissent d'une variété d'organismes, se comportant comme des prédateurs ou des parasites.

La plupart des acariens ont moins de 1 mm de long, la longueur des adultes des différentes espèces variant de 100 nanomètres à 2 centimètres. Chez la plupart des acariens, le céphalothorax et l'abdomen sont fusionnés en un corps ovoïde non segmenté. La respiration se fait soit au moyen de trachées soit directement à travers l'exosquelette. De nombreux acariens passent par plusieurs stades distincts durant leur cycle de vie. Chez la plupart, une prélarve inactive à huit pattes se transforme en une larve active à six pattes, qui à son tour passe par une succession de trois stades à huit pattes pour aboutir enfin à l'état adulte.

Les tiques sont des parasites qui s'attachent à la peau des êtres humains et d'autres animaux et leur causent des désagréments en suçant le sang. Les tiques, qui sont plus grands que la plupart des autres membres de l'ordre, peuvent transporter des agents pathogènes. Par exemple, la fièvre pourprée des montagnes Rocheuses est causée par une bactérie ; la maladie de Lyme est due à des spirochètes, et la fièvre du Texas (babésiose) est une importante maladie à protozoaires que les tiques transmettent aux bovins, chevaux, moutons et chiens.

Les crabes, les crevettes et les homards (Crustacea) sont des organismes surtout marins

Les crustacés (classe Crustacea) comprennent quelque 65 000 espèces d'organismes essentiellement marins, tels que les crabes, crevettes, homards et les balanes. Cependant, certains groupes, comme les écre-

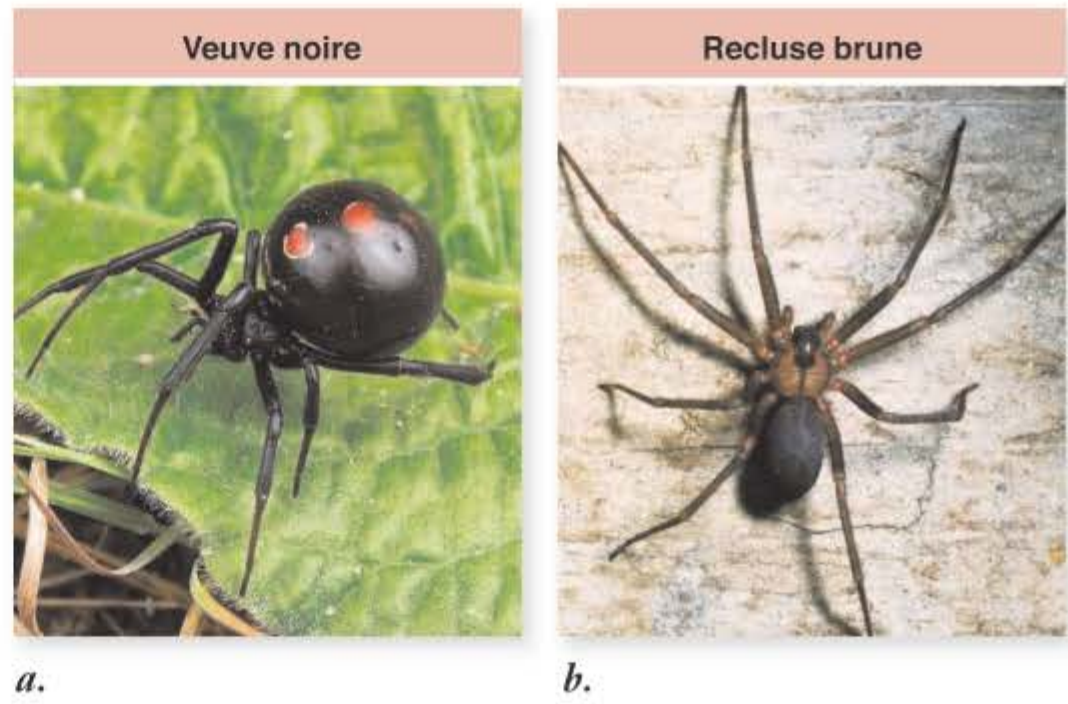


Figure 34.37 Deux araignées venimeuses communes. *a* L'araignée veuve noire, *Latrodectus mactans*. *b* L'araignée recluse brune, *Loxosceles reclusa*. Les deux espèces sont communes dans toute l'Amérique du Nord tempérée et subtropicale.

visses, sont dulcicoles. Les crabes et les copépodes (ordre Copepoda ; figure 34.38) sont parmi les organismes multicellulaires les plus abondants sur Terre. Quelques-uns sont terrestres, dont les cloportes, qui représentent près de la moitié des 10 000 espèces de l'ordre Isopoda. Les puces de sable (dites aussi « de plage » ou « chiques ») (ordre Amphipoda) sont semi-terrestres.

Certains crustacés (comme les homards et les écrevisses) sont appréciés comme nourriture par l'homme ; les crustacés planctoniques (tels que le krill) et les larves des crustacés, abondantes dans le plancton, constituent l'aliment de base des baleines à fanons et de nombreux animaux marins plus petits.

Plans corporels des crustacés

Un crustacé typique comporte trois tagmes ; les deux antérieurs, le céphalon et le thorax peuvent fusionner pour former le céphalothorax (figure 34.39). La plupart des crustacés ont deux paires d'antennes, trois paires d'appendices pour la mastication et la manipulation des aliments



Figure 34.38 Un crustacé d'eau douce. Un copépode avec des œufs qui lui sont attachés. Il appartient à un groupe abondant de crustacés marins et dulcicoles (ordre Copepoda), dont la plupart n'ont que quelques millimètres de long. Les copépodes constituent une partie importante du plancton.

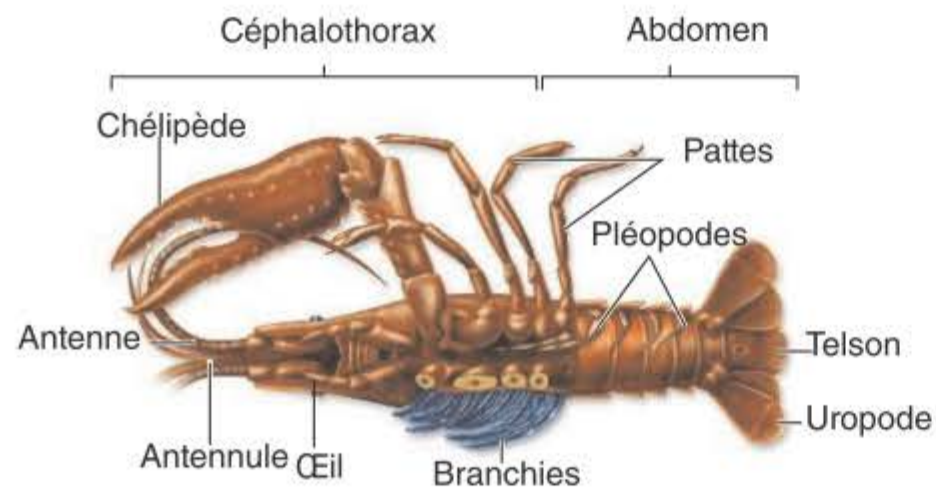


Figure 34.39 Un crustacé décapode. Vue ventrale d'un homard, *Homarus americanus*, dont les principales caractéristiques sont signalées.

ainsi que différentes paires de pattes. Les appendices des crustacés, à l'exception possible de la première paire d'antennes, sont biramés (« à deux branches »). Les crustacés diffèrent des hexapodes, mais ressemblent aux myriapodes, par la présence d'appendices sur l'abdomen ainsi que sur le thorax. Ils sont les seuls arthropodes avec deux paires d'antennes.

Pour la respiration, les crustacés de grande taille ont des branchies plumeuses près de la base de leurs pattes (voir figure 34.39). L'oxygène extrait des branchies est distribué par le système circulatoire. Chez les petits crustacés, les échanges gazeux se font directement à travers les zones les plus minces de la cuticule ou à travers le corps entier.

Reproduction des crustacés

Presque tous les crustacés, à l'exception des balanes, sont gonochoriques. Les types de copulation sont très variés, et les membres de certains groupes portent leurs œufs, soit isolément, soit dans des poches incubatrices, jusqu'à ce qu'ils éclosent. Les crustacés se développent en passant par un stade **nauplius** (figure 34.40). La larve nauplius naît avec trois paires d'appendices et subit une métamorphose en plusieurs étapes avant d'atteindre la maturité. Dans de nombreux groupes, la phase nauplius se déroule dans l'œuf, et le développement est direct, de l'éclosion à la forme adulte.

La larve nauplius est caractéristique des crustacés ; ce qui fait penser, dès lors, que tous les membres de ce groupe diversifié descendent d'un ancêtre commun qui est passé par une phase nauplius au cours de son cycle de vie. On a cru que les balanes sessiles, avec leur exosquelette en forme de coquille, étaient apparentées aux mollusques, jusqu'à ce que l'on découvre qu'elles ont une larve nauplius. Plus récemment, les pentastomides (ou linguatulides) vermiformes, qui parasitent les voies respi-

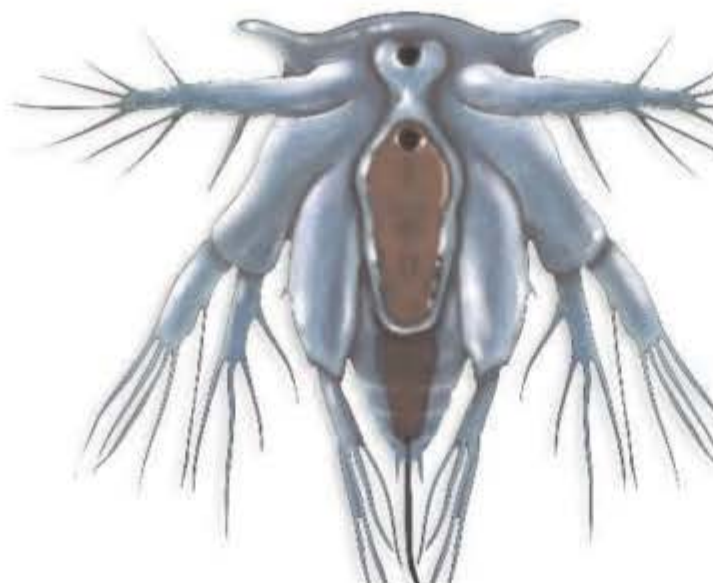


Figure 34.40 Larve nauplius.

La larve nauplius des crustacés constitue un caractère intéressant du fait qu'il est commun aux membres de ce groupe.

ratoires des vertébrés, ont été identifiés comme étant des crustacés en partie en raison du stade larvaire nauplius (rappelez-vous que la morphologie des parasites peut se simplifier et que leur classement phylogénétique peut dès lors devenir difficile).

Crevettes, homards, crabes et écrevisses (Decapoda)

Les grands crustacés, essentiellement marins, comme les crevettes, les homards et les crabes, ainsi que leur congénère d'eau douce, l'écrevisse, appartiennent à l'ordre Decapoda (voir figure 34.39), c'est-à-dire ayant dix pattes ; celles-ci correspondent à cinq paires d'appendices thoraciques. Chez ces animaux, l'exosquelette est habituellement renforcé par du carbonate de calcium. Le céphalothorax est couvert par un bouclier dorsal, ou carapace, qui se forme à partir de la tête. Les puissantes pinces communes à de nombreux crustacés décapodes sont utilisées pour saisir la nourriture, par exemple en broyant la coquille des mollusques.

Chez les homards et les écrevisses, les appendices appelés **pléopodes** sont disposés en ligne le long de la surface ventrale de l'abdomen et servent à la reproduction et à la natation. À l'extrémité postérieure de l'abdomen, des « pagaies » sont formées par des appendices aplatis, appelés **uropodes**, entre lesquels se trouve un **telson** (ou pygidium), une sorte de coccyx (voir figure 34.39). Quand un homard ou une écrevisse contracte son muscle abdominal, les uropodes et le telson poussent l'eau vers l'avant et propulsent l'animal vers l'arrière rapidement et avec force. C'est ce muscle très gros qui constitue la « queue du homard », si prisée par les gourmets !

Les crabes diffèrent des homards par leur carapace, qui est beaucoup plus large, alors que l'abdomen est réduit à un vestige replié sous le céphalothorax. L'abdomen d'un crabe mâle est beaucoup plus étroit que celui d'une femelle de la même espèce et de la même taille (figure 34.41) ; la femelle porte ses œufs attachés aux appendices de l'abdomen entre celui-ci et le thorax. En anglais, on dit qu'une femelle avec des œufs est *in berry*, l'ensemble des œufs ressemblant à une grappe de baies.

Crustacés sessiles : les balanes (Cirripedia)

Les balanes (ordre Cirripedia ; figure 34.42), à l'état adulte, sont sessiles. À la fin de sa vie larvaire, une balane nauplius s'attache par la tête à un pilotis, à une roche ou à tout autre objet submergé ; elle se métamorphose, s'enveloppe de plaques calcaires, et passe le reste de sa vie à capter



Figure 34.41 La face ventrale d'un crabe (*Callinectes sapidus*). L'abdomen étroit indique que ce spécimen est un mâle.



Figure 34.42 Anatifes, *Lepas anatifera*. Ces balanes se nourrissent par filtration, ce qu'elles font en balayant l'eau environnante de leurs pattes articulées pour collecter les petites particules de nourriture. Ce sont des balanes pédonculées; d'autres ne le sont pas.

la nourriture au moyen de ses pattes plumeuses et articulées. On pense que le caractère hermaphrodite des balanes est lié à leur sessilité. Parmi le règne animal, les balanes ont le plus long pénis par rapport à leur taille, ce qui permet à ces animaux, bien que sessiles, d'avoir une fécondation croisée.

Les insectes (Hexapoda) sont les animaux les plus nombreux sur la Terre

Les insectes, membres de la classe Hexapoda, forment de loin le plus grand groupe d'animaux sur Terre, en termes de nombre d'espèces et d'individus. Les insectes vivent dans tous les habitats, sur la terre ferme et en eau douce, mais très peu ont envahi la mer. Plus de la moitié des espèces animales connues sont des insectes, et la proportion réelle pourrait être plus élevée parce que des millions de formes attendent encore d'être détectées, classées et nommées.

Environ 90 000 espèces ont été répertoriées aux États-Unis et au Canada, le nombre réel approchant probablement 125 000. On estime qu'un hectare de forêt tropicale à basse altitude est habité par un nombre de l'ordre de 41 000 espèces d'insectes, et au moins 1 500 espèces vivaient dans de nombreux jardins de banlieue. Selon certaines estimations, un milliard de milliard (10^{18}) d'individus seraient en vie en permanence. La figure 34.43 et le tableau 34.2 offrent un bref aperçu de l'énorme diversité des insectes.

Caractères externes

Les insectes sont avant tout terrestres, et la plupart des insectes aquatiques, si pas tous, avaient des ancêtres terrestres. La plupart des insectes sont relativement petits, leur taille allant de 0,1 mm à environ 30 cm de longueur ou d'envergure. Les pièces buccales des insectes ont toutes la même structure de base mais sont adaptées dans les différents groupes

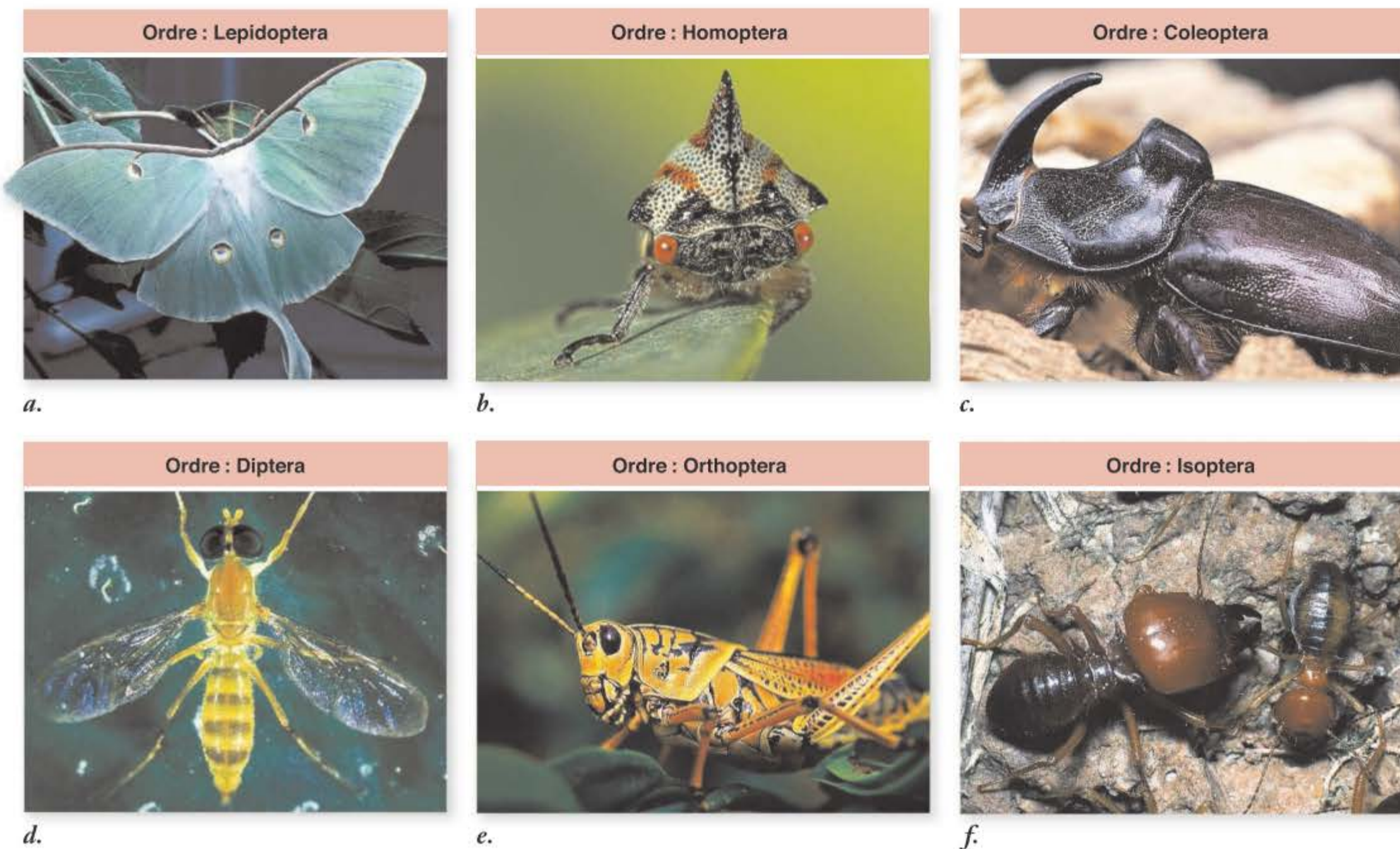


Figure 34.43 Diversité des insectes. *a.* Papillon lune, *Actias luna*. Le papillon lune et ses congénères font partie les insectes les plus spectaculaires (ordre Lepidoptera). *b.* Membrax à la forme d'épine, *Umbonia crassicornis*. *c.* Rhinocéros (*Oryctes* sp.). *d.* Mouche soldat, *Plecticus trivittatus*. *e.* Criquet, *Romalea guttata*. *f.* À l'instar des fourmis, les termites, comme ces termites souterraines à grosses têtes (*Macrotermes* sp.), ont plusieurs castes avec des individus spécialisés dans différentes tâches (voir chapitre 54). L'individu à gauche est un soldat; au moyen de ses grandes mâchoires, il défend la colonie.

aux divers modes d'alimentation (figure 34.44). La plupart des insectes ont des yeux composés, et beaucoup ont aussi des ocelles.

Un corps d'insecte a trois régions : la tête, le thorax et l'abdomen (voir figures 34.32, 34.33). Le thorax se compose de trois segments, chacun avec une paire de pattes, ce qui explique le nom du groupe, hexa (six) et poda (pattes). Dans certains groupes, les larves sont complètement dépourvues de pattes, par exemple chez la plupart des mouches (ordre des diptères) et des moustiques (figure 34.45). En plus, un insecte peut avoir une ou deux paires d'ailes, qui ne sont pas homologues aux autres appendices, et qui sont attachées aux segments moyen et postérieur du thorax (voir figure 34.32). Les ailes, qui sont

composées de chitine et de protéines, proviennent d'excroissances en forme de sac de la paroi du corps ; les écailles détachables qui couvrent les ailes des papillons diurnes et nocturnes donnent à celles-ci leurs couleurs vives (figure 34.46). Des veines (ou nervures) renforcent les ailes. Le thorax est presque entièrement occupé par des muscles qui assurent la motilité des pattes et des ailes. On pense que les puces et les poux ont perdu leurs ailes et dérivent de groupes ancestraux d'insectes ailés. Cependant, certains insectes sans ailes, comme les collemboles ou les lépismes argentés (poissons d'argent), auraient évolué avant le développement des ailes ; dès leur origine, ces hexapodes auraient été dépourvus d'ailes.

TABLEAU 34.2 Quelques ordres d'insectes

Ordre	Exemples typiques	Caractères typiques	Nombre approximatif d'espèces répertoriées
Coleoptera	Coléoptères 	Deux paires d'ailes, la paire frontale solide protège la paire sous-jacente; exosquelette blindé; pièces buccales servant à mordre et à mastiquer. Métamorphose complète. Ordre animal le plus diversifié.	350 000
Lepidoptera	Papillons diurnes et nocturnes 	Deux paires d'ailes larges servant au vol et couvertes d'écailles souvent de couleur brillante. Corps velu ; pièces buccales tubulaires pour sucer. Métamorphose complète.	180 000
Diptera	Mouches 	Ailes frontales transparentes servant au vol ; ailes postérieures atrophiées ayant la forme d'haltères servant de balanciers. Pièces buccales servant à sucer, piquer et lécher ; certaines piquent les gens et les animaux. Métamorphose complète.	150 000
Hymenoptera	Abeilles, guêpes, fourmis 	Deux paires d'ailes transparentes servant au vol; tête mobile et yeux composés bien développés; souvent munis d'un dard; pièces buccales pour sucer et mastiquer. Nombreuses espèces sociales. Métamorphose complète.	115 000
Hemiptera et homoptera	Punaises, punaises de lit, cicadelles, pucerons, cigales 	Sans ailes ou deux paires d'ailes; pièces buccales pour piquer et sucer; certaines espèces sont hématophages, d'autres végétariennes. Métamorphose simple.	60 000
Orthoptera	Sauterelles, grillons 	Sans ailes ou deux paires d'ailes; font partie des insectes les plus grands; pièces buccales pour mordre et mâcher chez l'adulte. Troisième paire de pattes adaptées au saut. Métamorphose simple.	20 000
Odonata	Libellules 	Deux paires d'ailes transparentes servant au vol qui ne peuvent se rabattre en arrière; grand corps mince et allongé; pièces buccales pour mâcher. Métamorphose simple.	5 000
Isoptera	Termites 	Deux paires d'ailes, mais absentes à certains stades; pièces buccales pour mâcher. Organisation sociale; conformations corporelles en fonction des tâches. Certaines espèces font partie des types rares d'animaux capables de digérer du bois (xylophages). Métamorphose simple.	2 600
Siphonaptera	Puces 	Sans ailes; corps aplati avec des pattes sauteuses; pièces buccales pour piquer et sucer. Petits; connus pour leurs morsures irritantes. Métamorphose complète.	2 000

Figure 34.44 Pièces buccales modifiées dans trois types d'insectes. Les pièces buccales sont modifiées pour (a) piquer chez le moustique du genre *Culex*; (b) pour sucer le nectar des fleurs chez le papillon coliaide de la luzerne, du genre *Colias*; et (c) pour aspirer les liquides chez la mouche domestique, *Musca domestica*.



a.



b.



c.

Organisation interne

Les caractères internes des insectes ressemblent, à bien des égards, à ceux d'autres arthropodes. Dans certains groupes, le tube digestif est un tube d'environ la même longueur que le corps. Cependant, chez les insectes qui se nourrissent de jus et possèdent donc des pièces buccales de succion, comme les cicadelles, les cigales et de nombreuses mouches, le tube digestif très enroulé peut être plusieurs fois plus long que le corps. La digestion se déroule principalement dans l'estomac ou l'intestin moyen, et l'excrétion se fait à travers les tubules de Malpighi. Les enzymes digestives sont principalement sécrétées par les cellules qui tapissent l'intestin moyen, même si certaines sont apportées par les glandes salivaires à proximité de la bouche.

Chez de nombreux insectes ailés, les trachées sont dilatées dans diverses parties du corps, formant des sacs aériens entourés par des muscles ; ils forment ainsi un système de soufflets qui distribuent l'air profondément dans le corps. Les stigmates par lesquels l'air pénètre dans le système trachéal sont situés sur, ou entre, les segments le long des flancs thoraciques et abdominaux. Chez la plupart des insectes, les stigmates peuvent être ouverts par l'action musculaire. Dans certains groupes de parasites et d'insectes aquatiques, les stigmates sont fermés en perma-

nence. Dans ces groupes, les trachées se trouvent juste en dessous de la surface de l'insecte ; les gaz peuvent ainsi s'échanger par simple diffusion.

Récepteurs sensoriels

En plus de leurs yeux, les insectes ont plusieurs types de récepteurs sensoriels caractéristiques. Les **soies sensorielles** sont des structures semblables à des poils ; elles sont largement distribuées sur le corps. Elles sont reliées à des cellules nerveuses et sont sensibles à une stimulation mécanique ou chimique. Elles sont particulièrement abondantes sur les antennes et les pattes, appendices qui entrent le plus souvent en contact avec des objets étrangers.

Le son, qui est d'importance vitale pour les insectes comme les sauterelles, les grillons, les cigales et certains papillons nocturnes, est détecté par une fine membrane, chacune appelée **tympan** (voir figure 34.33), associée aux sacs aériens trachéaux. Dans d'autres groupes d'insectes, les ondes sonores sont perçues par des soies sensorielles. Les moustiques mâles utilisent les milliers de soies sensorielles sur leurs antennes pour détecter les sons émis par la vibration des ailes des moustiques femelles.



Figure 34.45 Larve d'un moustique, *Culex pipiens*. Les larves aquatiques des moustiques sont très actives. Elles respirent à travers un tube qui s'ouvre à la surface de l'eau. En couvrant l'eau d'un film d'huile, on les noie.



Figure 34.46 Écailles de l'aile de *Parnassius imperator*, un papillon de Chine. Les écailles de ce type composent les images colorées (ocelles) qui ornent les ailes des papillons diurnes et nocturnes.

En plus des sons, presque tous les insectes communiquent au moyen de substances chimiques appelés phéromones. Celles-ci, très diverses, sont émises dans l'environnement, où elles transmettent une variété de messages, notamment des signaux d'accouplement et de balisage.

Cycle de vie des insectes

Au cours de leur développement, de nombreux insectes subissent une métamorphose. Dans la métamorphose simple, observée chez les criquets, les sujets immatures ressemblent tout à fait aux adultes ; ils grandissent et se développent par mues successives. Dans la métamorphose complète, par exemple chez les papillons diurnes ou nocturnes, l'organisme immature passe par un stade larvaire, où il ressemble à un ver. Ensuite, au cours d'une phase quiescente, au cours de laquelle l'insecte est appelé **nymph**e ou **chrysalide**, une métamorphose survient, suivie d'une dernière mue en la forme adulte, dite imago.

Les myriapodes (Myriapoda) ont de nombreuses pattes

Le corps d'un mille-pattes (sous-classe Chilopoda) et d'un diplopode (sous-classe Diplopoda) comprend une région céphalique suivie de nombreux segments plus ou moins semblables. Pratiquement tous les segments d'un chilopode sont porteurs d'une paire d'appendices (figure 34.47a), alors que presque tous les segments d'un diplopode en ont deux paires (figure 34.47b). Chaque segment d'un diplopode est un simple tagme dérivé de deux segments ancestraux, ce qui explique que le diplopode a deux fois plus de pattes par segment que le chilopode. Un mille-pattes adulte a en fait généralement moins de 100 pattes (la plupart en ont 15, 21, ou 23 paires), alors que beaucoup de diplopodes adultes ont largement plus de 100 pattes.

Les chilopodes et les diplopodes sont gonochoriques ; la fécondation est interne, et tous pondent des œufs. Les jeunes diplopodes éclosent généralement avec trois paires de pattes ; ils ajoutent des segments et des pattes lors de leur passage par des stades successifs de croissance, mais à part cela, ils ne changent pas d'apparence. Les chilopodes ont plusieurs types de développement ; les jeunes de certaines espèces éclosent avec leur nombre final de pattes, alors que d'autres en ajoutent après l'éclosion. Les chilopodes qui n'ajoutent pas de pattes au cours de leur croissance ont tendance à prendre soin de leurs jeunes, un comportement plutôt rare chez les invertébrés.

Les chilopodes, dont plus de 5 000 espèces sont connues, sont carnivores et se nourrissent principalement d'insectes. Les appendices du premier segment du tronc ont été transformés en une paire de crocs venimeux. Le poison peut être toxique pour l'homme, et bien que très douloureuses, les morsures des scolopendres sont très rarement mortelles. Quant aux diplopodes, la plupart sont des herbivores, se nourrissant principalement de la végétation en décomposition comme les feuilles mortes et les souches en décomposition (habitats typiques pour ces animaux). Afin de se protéger, de nombreux diplopodes peuvent enrouler leurs corps et former ainsi un anneau aplati ou une sphère. Plus de 12 000 espèces de diplopodes ont été répertoriées, mais on estime que ce nombre ne représenterait qu'un sixième du nombre d'espèces existantes.

Dans chaque segment de leur corps, de nombreux diplopodes ont une paire de glandes complexes qui produisent un liquide malodorant, qu'ils excrètent pour leur défense à travers des orifices situés le long de leurs flancs. La chimie de ces produits intéresse les biologistes en raison de la diversité des composés impliqués et de leur efficacité dans la protection des diplopodes contre les attaques. Certaines espèces produisent du cyanure d'hydrogène gazeux à partir de segments proches de l'extrémité céphalique.

Synthèse 34.9

Les arthropodes sont des animaux segmentés avec un exosquelette et des appendices articulés. Les quatre classes d'arthropodes vivants sont les chélicérates, avec des pièces buccales (chélicères) qui fonctionnent comme des crocs ou des pinces ; les crustacés, dont tous les membres passent, au cours de leur développement, par un stade nauplius ; les hexapodes, les insectes, qui, à l'état adulte, ont trois paires de pattes attachées aux segments thoraciques fusionnés ; les myriapodes, qui ont une ou deux paires d'appendices sur chaque segment du corps. Un exosquelette assure la protection et l'attachement des muscles, mais la croissance exige la mue. Dans certains cas, la larve se métamorphose en un adulte d'aspect très différent.

- *Qu'est-ce qui expliquerait pourquoi les plus grands arthropodes se trouvent en milieu marin ?*



a.



b.

Figure 34.47 Myriapodes. a. Les chilopodes, comme ce membre du genre *Scolopendra*, sont d'actifs prédateurs. b. Les diplopodes, comme cet individu du genre *Sigmoria*, sont d'importants herbivores et détrivores. Les mille-pattes ont une paire de pattes par segment corporel ; les diplopodes en ont deux paires par segment apparent (en réalité les segments sont soudés deux par deux).

34.1 Les clades des protostomiens

Les spiraliens se développent comme embryons par clivage spiralé. La plupart vivent dans l'eau et se déplacent en recourant à des cils ou par des contractions de la musculature corporelle. Les deux clades de spiraliens sont les platyzoaires et les lophotrochozoaires.

Les ecdysozoaires sont des animaux qui grandissent par mue.

34.2 Platyzoaires : vers plats (platyhelminthes)

Les vers plats ont un intestin incomplet.

Les vers plats qui vivent librement se déplacent par des muscles et des cellules épithéliales ciliées. Ils sont aussi pourvus d'une tête et d'un intestin incomplet.

Les vers plats ont un système excréteur contenant un fin réseau de tubules avec des cellules flammes. La fonction primaire de ce système est l'équilibre aqueux.

Les vers plats se reproduisent sexuellement et sont hermaphrodites. Ils sont également capables de régénération asexuée.

Les vers plats comprennent deux groupes principaux.

Les vers plats vivant librement appartiennent aux groupes des turbellariés, qui ne constituent probablement pas un groupe monophylétique.

Les vers plats parasites appartiennent au groupe Néodermata, dans lequel on distingue les douves (Trematoda) et les ténias ainsi que leurs congénères (Cercaromorpha). Les douves et les ténias peuvent causer des maladies chez l'homme.

34.3 Platyzoaires : rotifères (Rotifera)

Les rotifères, phylum Rotifera, sont minuscules

Les rotifères se propulsent et captent la nourriture au moyen de cils ; une mâchoire complexe située dans le pharynx leur permet de fragmenter les aliments. Ils nagent librement ou sont sessiles.

34.4 Lophotrochozoaires : mollusques (Mollusca)

Les mollusques sont très diversifiés et importants pour l'homme.

Les mollusques diffèrent fortement par leur forme et leur taille allant du microscopique au géant. Ils ont tous un coelome entourant le cœur et pénétrant dans le rein et les gonades.

Le plan corporel des mollusques est complexe et varié

Les mollusques sont généralement à symétrie bilatérale, au moins à un certain moment de leur vie (voir figure 34.10). Ils utilisent un pied musculueux pour se déplacer, s'attacher, capter la nourriture ou combiner ces diverses fonctions.

Le manteau est une épaisse couche épidermique qui borde la cavité palléale. Celle-ci abrite les structures respiratoires (cténidies ou branchies) et sert de réceptacle pour les produits excrétés par les systèmes digestif, excréteur et reproducteur

Le manteau externe sécrète une coquille protectrice de carbonate de calcium. Chez certains mollusques la coquille est interne, réduite ou absente.

Tous les mollusques, sauf les bivalves, ont une radula, une structure semblable à une râpe qui sert à l'alimentation (voir figure 34.10). La plupart ont un système circulatoire ouvert, mais chez les céphalopodes, il est fermé.

Chez de nombreux mollusques, un embryon se développe en une larve trochophore qui nage librement (voir la figure 34.12a). Chez certains bivalves et gastéropodes, l'embryon devient une larve véligère nageant également librement (voir la figure 34.12b).

Quatre classes de mollusques illustrent la diversité du phylum.

Les quatre classes les mieux connues sont Polyplacophora (chitons), Gastropoda (escargots et limaces), Bivalvia (moules, palourdes et coques) et Cephalopodia (poulpes, calamars et nautilus).

34.5 Lophotrochozoaires : vers rubanés (Nemertea)

Superficiellement, les némertes ressemblent aux vers plats acelomates, mais ils ont un système circulatoire fermé et un tractus digestif complexe.

34.6 Lophotrochozoaires : annélides (Annelida)

Le corps des annélides est composé des segments annulaires.

Les segments corporels des annélides sont séparés par des septums. Chaque segment contient une paire d'organes excréteurs, un ganglion et, chez la plupart des annélides marins, un ensemble d'organes reproducteurs. Les segments antérieur et postérieur contiennent des récepteurs sensibles à la lumière, au toucher et à certaines substances chimiques.

Les segments sont reliés par un cordon nerveux ventral qui comprend une région cérébrale antérieure et par un système circulatoire fermé.

Les annélides se déplacent en contractant leurs segments.

Le coelome rempli de liquide agit comme un squelette hydrostatique. Chaque segment est en général porteur de soies, des poils de chitine qui permettent au ver de s'accrocher.

Les annélides ont un système circulatoire fermé, commun, mais un système excréteur segmenté.

Les annélides ont un système circulatoire fermé ; le vaisseau dorsal est relié au vaisseau ventral par des vaisseaux latéraux plus petits.

Chaque segment contient une paire de néphridies qui excrètent les déchets hors du corps via le coelome et des tubes excréteurs.

Les annélides comprennent deux ou trois classes.

Les annélides ont été regroupés en trois classes, mais la classification actuellement admise en reconnaît deux : les Polychaeta, porteurs de parapodes sont pour la plupart marins ; les Clitellata comprennent les vers de terre et les sangsues.

34.7 Lophophorates : bryozoaires (Bryozoa) et brachiopodes (Brachiopoda)

Les bryozoaires et les brachiopodes sont caractérisés par un lophophore, une crête en forme de U autour de la bouche et porteuse de tentacules ciliés.

Les bryozoaires, phylum Bryozoa, sont tous coloniaux.

Chaque zooïde produit une chambre chitineuse appelé zoécie qui s'attache aux substrats et à d'autres membres de la colonie. Ils ont un développement deutérostomien.

Les brachiopodes et les phoronidiens, phylum Brachiopoda, sont des lophophoriens solitaires.

Le corps de brachiopodes est enfermé entre les deux valves d'une coquille calcifiée, l'une dorsale et l'autre ventrale, et non latérales comme chez les bivalves (voir figure 34.27). Ils sont également deutérostomiens.

Les phoronidiens sont des vers tubicoles que certaines phylogénies moléculaires placent au sein des brachiopodes.

34.8 Ecdysozoaires : vers ronds (Nematoda)

Les vers ronds se reproduisent sexuellement et montrent un dimorphisme sexuel. Il pourrait exister plus d'espèces de nématodes que d'espèces d'arthropodes.

Certaines maladies humaines, vétérinaires et végétales sont causées par des nématodes, notamment l'ankylostomiase, l'oxyurose, la trichinose, l'ascaridiose et la filariose.

34.9 Ecdysozoaires : arthropodes (Arthropoda)

Les arthropodes présentent des caractères particuliers et des systèmes d'organes.

Les arthropodes sont segmentés et présentent un exosquelette avec des muscles attachés à l'intérieur. Au cours de la mue (ecdysie), l'exosquelette est remplacé par un plus grand, ce qui permet à l'arthropode de croître. Chez certains groupes, les segments sont fusionnés en unités appelées tagmes.

Les appendices articulés des arthropodes peuvent être spécialisés en pièces buccales, antennes ou pattes.

De nombreux arthropodes ont des yeux composés d'ommatidies (figure 34.34) ; d'autres ont des yeux simples (ocelles).

Leur système circulatoire ouvert comprend un cœur musculéux. Le système respiratoire chez les arthropodes terrestres est constitué de stigmates, de trachées et de trachéoles (figure 34.35). Les principales composantes du système nerveux sont un cerveau et une chaîne nerveuse ventrale.

Le système excréteur des hexapodes terrestres, des myriapodes et des chélicérates se compose de tubes de Malpighi qui éliminent de l'acide urique ou de la guanine.

Les araignées, les acariens, les tiques et les limules (Chelicerata) sont pourvus d'appendices antérieurs spécialisés.

Les chélicérates ont des appendices antérieurs, spécialisés, les chélicères, qui fonctionnent comme des crocs ou des pinces.

Les crabes, les crevettes et les homards et les cloportes (Crustacea) sont des organismes surtout marins.

Les crustacés se caractérisent par une larve nauplius (figure 34.40). Les crustacés ont généralement trois tagmes ; les deux antérieurs sont fusionnés pour former un céphalothorax (figure 34.41).

Les insectes (Hexapoda) sont les animaux les plus nombreux sur la Terre.

Les hexapodes sont extrêmement diversifiés. Les insectes ont trois paires de pattes rattachées au thorax et peuvent avoir des ailes. Ils ont fortement développé les systèmes sensoriels.

Les myriapodes (Myriapoda) ont de nombreuses pattes.

Les chilopodes ont une paire d'appendices par segment, tandis que les diplopodes en ont deux paires.



Questions

COMPRENDRE

- Chez le ver plat, les cellules flammes sont impliquées dans quel processus métabolique ?
 - Reproduction
 - Digestion
 - Locomotion
 - Osmorégulation
- La _____ d'un mollusque est une structure respiratoire très efficace.
 - néphridie
 - radula
 - cténidie
 - véligère
- La torsion est un caractère unique des
 - bivalves
 - gastéropodes
 - chitons
 - céphalopodes.
- L'intelligence et les comportements complexes sont caractéristiques des
 - céphalopodes
 - polychètes
 - brachiopodes
 - échinodermes
- Dans quel phylum, la segmentation est un caractère important ?
 - mollusques
 - brachiopodes
 - bryozoaires
 - annélides
- Le caractère distinctif des bryozoaires et des brachiopodes est
 - le coelome
 - la segmentation
 - les soies
 - le lophophore
- Lesquels de ces nématodes causent des maladies ?
 - Filaires
 - Oxyures
 - Trichines
 - Toutes ces réponses
- En termes de nombre d'espèces, le phylum le plus riche sur la planète est celui des
 - mollusques
 - arthropodes
 - échinodermes
 - annélides
- Lequel des caractères suivants ne se trouve pas chez les arthropodes ?
 - appendices articulés
 - segmentation
 - système circulatoire fermé
 - ganglions segmentés
- Laquelle des classes suivantes d'arthropodes possèdent des chélicères ?
 - chilopodes
 - crustacés
 - hexapodes
 - chélicérates

- Sont des exemples de décapodes
 - les chilopodes et les diplopodes
 - les balanes
 - les tiques et les acariens
 - les homards et les écrevisses

APPLIQUER

- Auquel des groupes suivants une espèce qui ne mue pas, possède un coelome et a une larve trochophore appartient-elle ?
 - ecdysozoaires
 - parazoaires
 - platyzoaires
 - lophotrochozoaires
- Lequel des groupes suivants est le plus apparenté étroitement aux homards et quelles sont les caractéristiques significatives déterminant cette parenté ?
 - Bivalves
 - Chilopodes
 - Vers de terre
 - Nématodes
- On pensait que les nématodes étaient apparentés étroitement aux rotifères en raison de la présence d'un pseudocoelome, mais ils sont considérés maintenant plus proches des arthropodes en raison de
 - mue
 - appendices articulés
 - ailes
 - coelome

RÉVISION

- Les scientifiques qui étudient la baie de Chesapeake ont découvert que le déclin des populations de palourdes et de pétoncles a conduit à une augmentation considérable des niveaux de pollution. À quelle caractéristique de ce groupe pourrait-on attribuer à cette observation ?
- La chitine est présente chez un certain nombre d'invertébrés, ainsi que dans les champignons. Qu'est-ce que cela vous dit quant à l'origine et l'importance de cette substance ?
- Quel est l'avantage que le caractère hermaphrodite pourrait conférer à une espèce parasite ?
- L'absence d'un système digestif chez les ténias indiquerait-elle que ceux-ci sont une forme ancestrale et primitive de plathelminthes ? Expliquez votre réponse.