

SCIENCES SUP



Atlas

Licence • Prépas • CAPES

ATLAS BIOLOGIE ANIMALE

1. Les grands plans d'organisation

3^e édition

*Sandrine Heusser
Henri-Gabriel Dupuy*

DUNOD

ATLAS

BIOLOGIE ANIMALE

1. Les grands plans d'organisation

Consultez nos parutions sur dunod.com

The screenshot shows the Dunod website interface. At the top, there is a navigation bar with the Dunod logo and links for 'Fidélité', 'ETSF', 'Intelligence', and 'Microsoft Press'. Below this is a search bar and a 'Recherche' button. The main content area is divided into several sections:

- Accueil / Contacte**: Navigation links.
- Interviews**: A section featuring interviews with authors like Gilles Verrier and Thierry de Montbrial.
- Événements**: A section for discovering professional events.
- En librairie ce mois-ci**: A section for monthly book releases, including 'Développement personnel et coaching'.
- Recherche**: A search bar with a 'Rechercher' button.
- Navigation**: A horizontal menu with categories: Sciences et Techniques, Informatique, Gestion et Management, and Sciences Humaines.
- Featured Books**: A grid of book covers with titles and authors:
 - Bacchus 2008**: 'Tropes stratégiques et pratiques des 5 plans' by Jean-Pierre Lottin, Hervé Hannin, François d'Auteville, and Eberine Monaigne.
 - Profession dirigeant**: 'La conception du changement à l'action' by Gérard Ruth and Marina Kumpka.
 - PYTHON**: 'Fait guide à l'usage de développeurs web' by Tarek Ziadé.
 - 50 ans de psychologie du sport**: '50 ans d'expériences de psychologie du sport' by Yann Fauvel, Pascal Legrain, Raphaël Rognet, Stéphane Ruinick.
- LES BIBLIOTHÈQUES DES METIERS**: A section for professional libraries, listing categories like 'Bibliothèque du DDI', 'Gestion industrielle', 'Métiers de la vigne et du vin', 'Marketing et Communication', 'Directeur d'établissement social et médico-social', and 'Toutes les bibliothèques'.
- LES NEWSLETTERS**: A section for newsletters, listing categories like 'Action sociale', 'Psychologie', 'Développement personnel et Bien-être', 'Entreprise', 'Expertise comptable', 'Informatique et NTIC', 'Industrie', and 'Toutes les newsletters'.

At the bottom of the page, there is a footer with links for 'nouvelles des métiers', 'newsletters', 'microchips/micro', 'abonnement net', 'expert-aup.com', and 'Notice légale'.

ATLAS BIOLOGIE ANIMALE

1. Les grands plans d'organisation

Sandrine Heusser

Professeur agrégée à l'ENS de Lyon

Henri-Gabriel Dupuy

Ingénieur d'études en biologie animale à l'ENS de Lyon

3^e édition

DUNOD

DU MÊME AUTEUR

Atlas de biologie animale, tome 2, Les grandes fonctions, Dunod, 2008

| | | |
|--|---|--|
| <p>Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.</p> <p>Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements</p> |  <p>The pictogram consists of a square with a diagonal line from the top-left to the bottom-right. Inside the square, there is a stylized representation of a book being struck by a lightning bolt. Above the square, the word 'DANGER' is written in bold, capital letters. Below the square, the text 'LE PHOTOCOPIAGE TUE LE LIVRE' is written in bold, capital letters.</p> | <p>d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.</p> <p>Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).</p> |
|--|---|--|

© Dunod, Paris, 1998, 2002, 2008
ISBN 978-2-10-053793-8

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Sommaire

| | |
|--|------------|
| AVANT-PROPOS | 3 |
| 1. LA CELLULE ORGANISME : LES EUCARYOTES UNICELLULAIRES | 5 |
| 2. L'ACQUISITION DE L'ÉTAT PLURICELLULAIRE : | |
| LES PARAZOAIRES ET LES MÉTAZOAIRES DIPLOBLASTIQUES | 15 |
| Les Spongiaires (Porifères) | 15 |
| Les Cnidaires | 21 |
| 3. LE DÉVELOPPEMENT DU MÉSODERME : | |
| LES TRIPLOBLASTIQUES CŒLOMATES PROTOSTOMIENS | 31 |
| Les Lophotrochozoaires | 31 |
| Les Annélides | 31 |
| Les Mollusques | 42 |
| Les Plathelminthes | 55 |
| Les Ecdysozoaires | 67 |
| Les Arthropodes | 67 |
| Les Nématelminthes | 93 |
| 4. LE DÉVELOPPEMENT DU MÉSODERME : | |
| LES TRIPLOBLASTIQUES CŒLOMATES DEUTÉROSTOMIENS | 101 |
| Les Échinodermes | 101 |
| Les Chordés : Céphalochordés | 109 |
| Les Chordés : Urochordés | 113 |
| Les Chordés : Vertébrés | 116 |
| BIBLIOGRAPHIE | 133 |
| BILAN | 134 |
| INDEX | 137 |

Avant-propos

CET OUVRAGE vient compléter la collection d'atlas de Biologie des Éditions Dunod (*Atlas de Biologie cellulaire*, *Atlas de Biologie végétale*, *Atlas d'Embryologie des Vertébrés*). Il existe de nombreux Traités, Précis et livres généraux de Biologie animale mais il apparaît indispensable de proposer également aux étudiants une illustration de ces données, associant les éléments morphologiques et anatomiques de base à des aspects physiologiques. L'objectif de cet Atlas de Biologie animale est de fournir une documentation simple, illustrant l'organisation et le fonctionnement des animaux.

Un premier tome est consacré aux grands plans d'organisation du monde animal. Il s'agit de présenter les caractères généraux des grands groupes d'organismes animaux, grâce à l'étude d'exemples précis et classiques. L'approche choisie permet d'aborder les degrés évolutifs correspondant aux êtres vivants unicellulaires, Parazoaires, Métazoaires diploblastiques, triploblastiques, protostomiens, deutérostomiens. Elle aboutit à un bilan récapitulant les traits distinctifs des formes animales.

Un second tome s'intéresse à l'anatomie et l'histologie fonctionnelle. L'étude des appareils différenciés par les animaux est l'occasion d'aborder des éléments de physiologie comparée et d'évoquer la différenciation cellulaire, en relation avec la spécialisation fonctionnelle. La diversité des structures sous-tendant les fonctions de nutrition, de reproduction et de relation est mise en évidence mais, chaque fois que cela est possible, les similitudes fonctionnelles sont soulignées. Une synthèse, donnée en conclusion, récapitule les principaux aspects de la physiologie des animaux.

Réalisé sous forme concise, cet ouvrage est principalement destiné aux étudiants du premier cycle scientifique des universités ainsi qu'aux élèves des classes préparatoires aux grandes écoles. Toutefois, sa conception en fait également un outil intéressant pour les étudiants de second cycle et préparant les concours de recrutement des enseignants du second degré (CAPES des sciences de la vie et de la Terre et agrégation des sciences de la vie – sciences de la Terre et de l'univers).

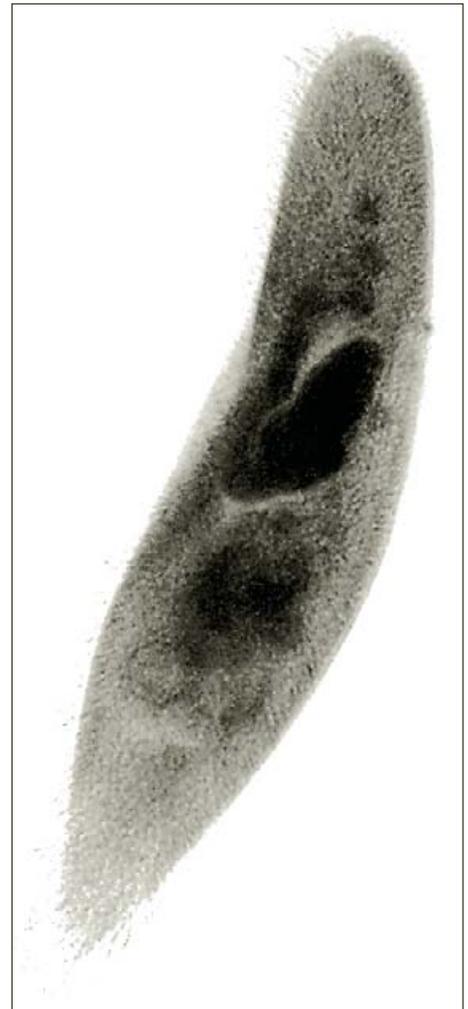
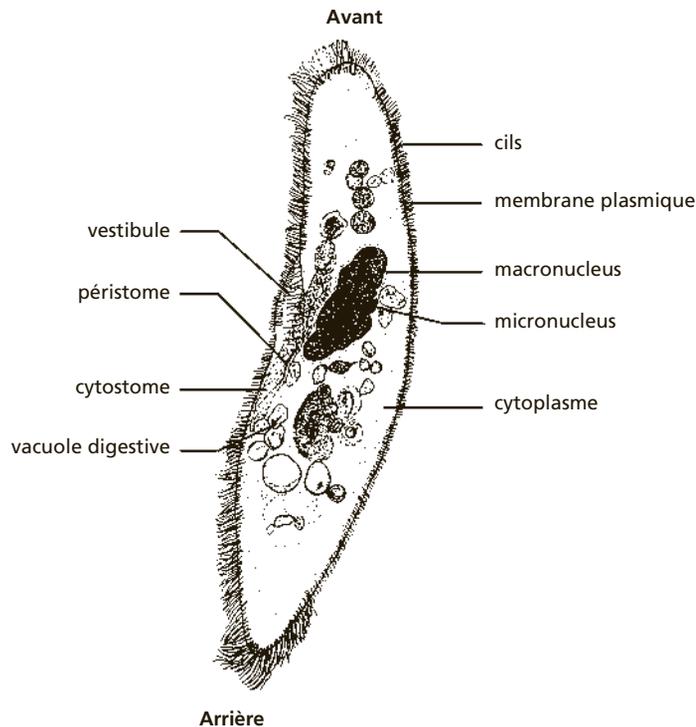
1

La cellule organisme : les eucaryotes unicellulaires

1.1. *Paramécie*

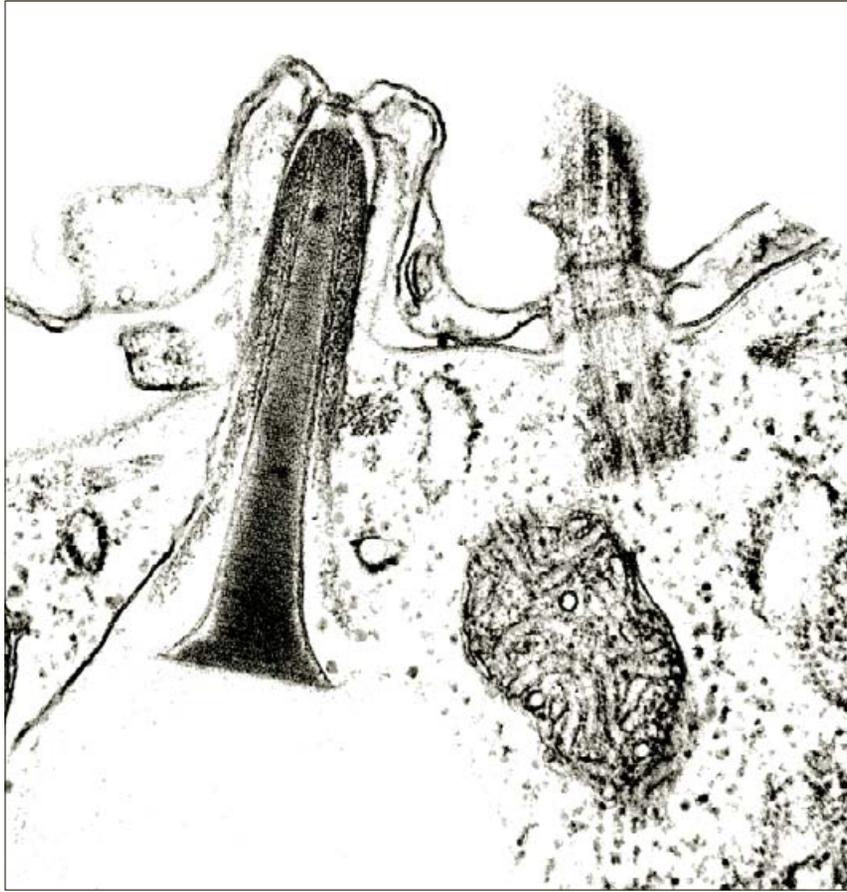
(montage *in toto*), x 400.

La cellule allongée a la forme d'une pantoufle, dont l'extrémité antérieure est arrondie et l'extrémité postérieure effilée. Son corps est uniformément recouvert de cils disposés en rangées régulières, les cinéties, caractéristique des Ciliés. Elle porte sur sa face ventrale une vaste dépression ciliée, qui s'élargit en un vestibule donnant accès au péristome (cavité buccale). Le cytostome s'ouvre au fond de celui-ci et débouche sur le cytopharynx. Les particules alimentaires y sont englobées au sein de vacuoles digestives qui migrent ensuite dans le cytoplasme. Durant ce transit, les aliments sont digérés. Les déchets non assimilables sont déversés dans le milieu extérieur au niveau du cytoprocte.



Les êtres vivants **eucaryotes** et **unicellulaires**, anciennement regroupés au sein de l'embranchement des Protistes, présentent des milieux et des modes de vie très divers : ils sont rencontrés aussi bien en milieu marin (Foraminifères) qu'en eau douce (*Amibe*, *Paramécie*) mais également dans le sol. Certains sont mobiles (*Amibe*, *Paramécie*), d'autres vivent fixés (*Vorticelle*) ; il existe par ailleurs des espèces parasites (*Trypanosome*, *Plasmodium*) et des espèces vivant en symbiose avec d'autres organismes (symbiotes de Termites, symbiotes de Ruminants).

L'exemple de la *Paramécie* (Alvéolobionte, Cilié, *figure 1.1*) nous permettra de définir quelques-uns de leurs principaux caractères.

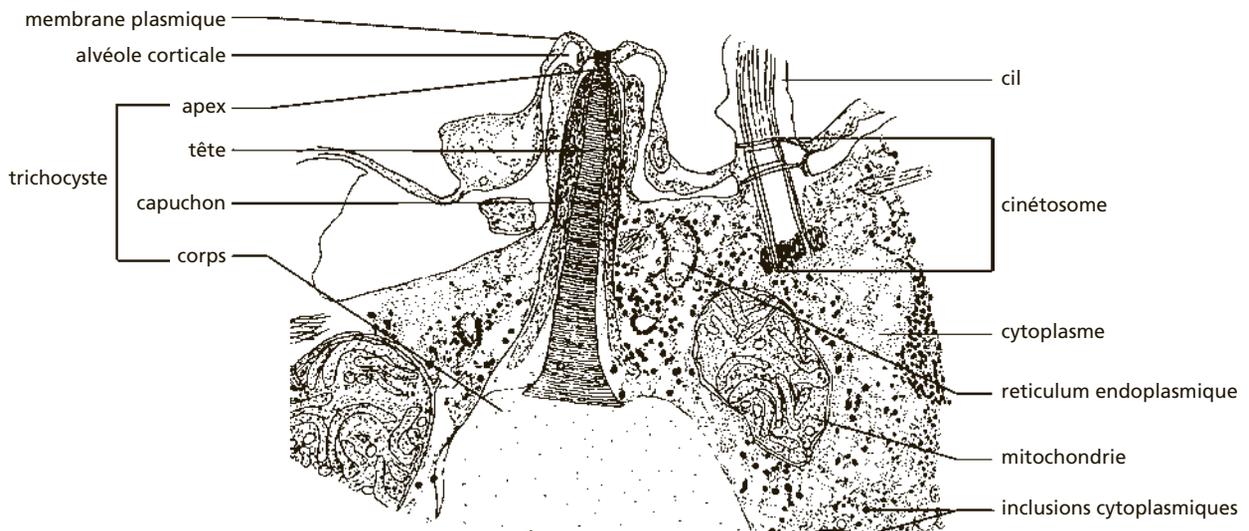


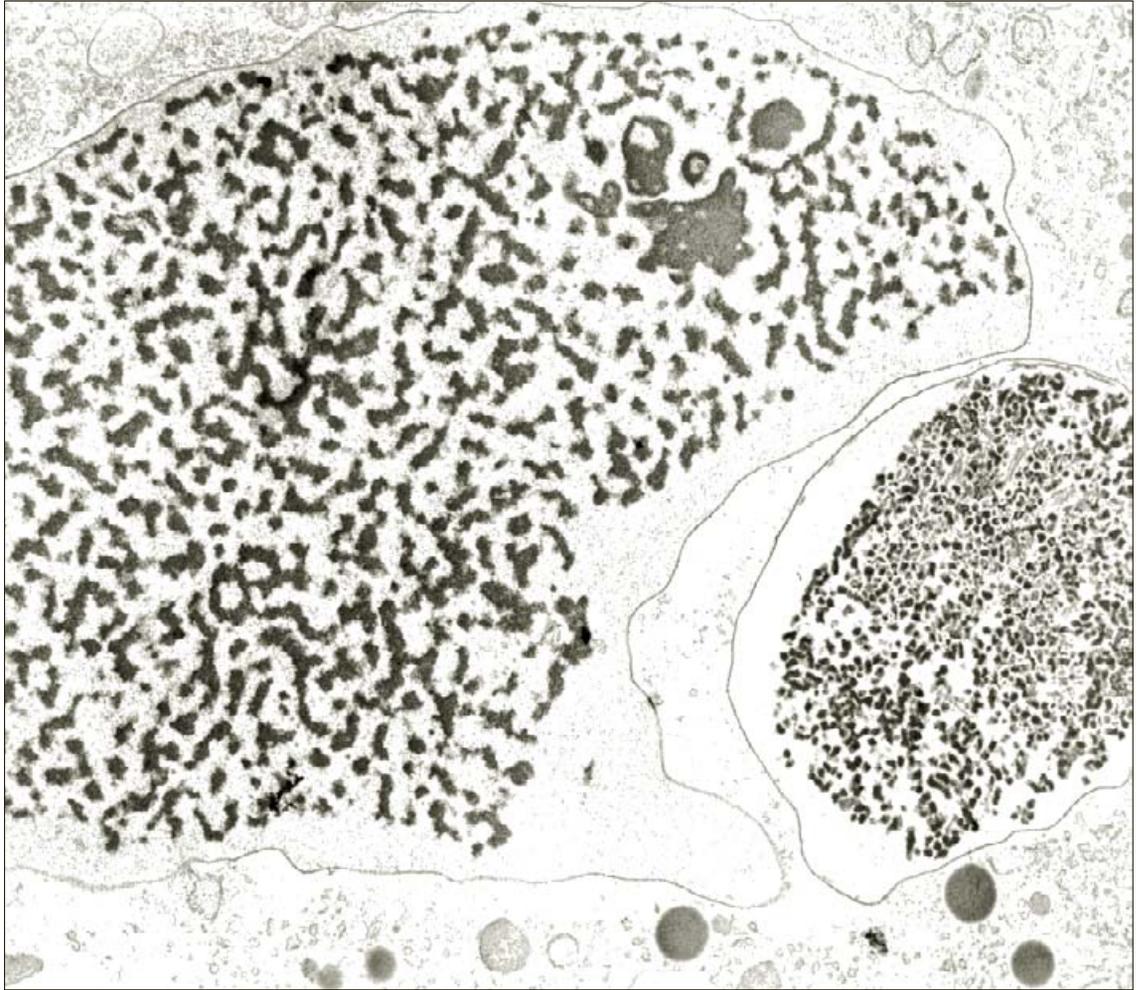
1.2. *Paramecie* : cils et trichocystes

(microscope électronique à transmission), x 5 300.

[Don de Monsieur le Docteur Brugerolle, Université de Clermont-Ferrand.]

Entre les cils sont disposées des vésicules, les trichocystes, interprétées comme des organes de défense ou extrusomes. Sous l'action de certains stimuli, ils sont expulsés à l'extérieur. Le corps du trichocyste se transforme alors en un long ruban (50 μm) terminé par une pointe. Des alvéoles, vésicules aplaties, sont en outre visibles sous la membrane plasmique. Elles signent l'appartenance de la *Paramecie* au groupe des Alvéolobiontes.



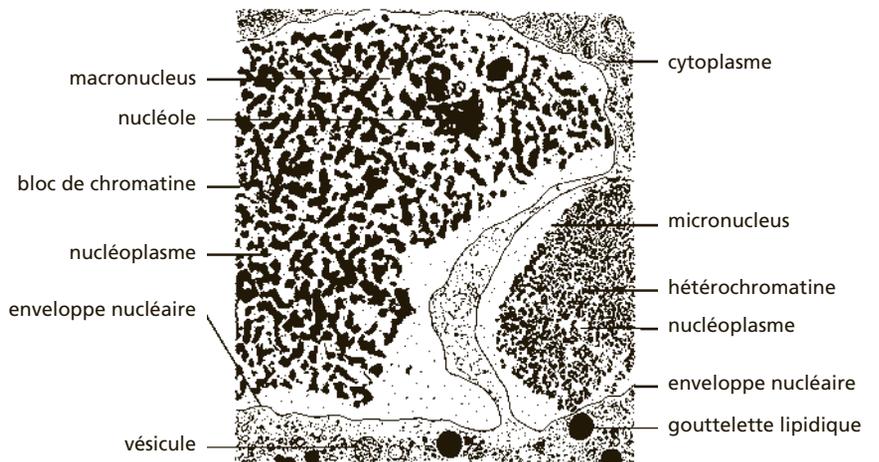


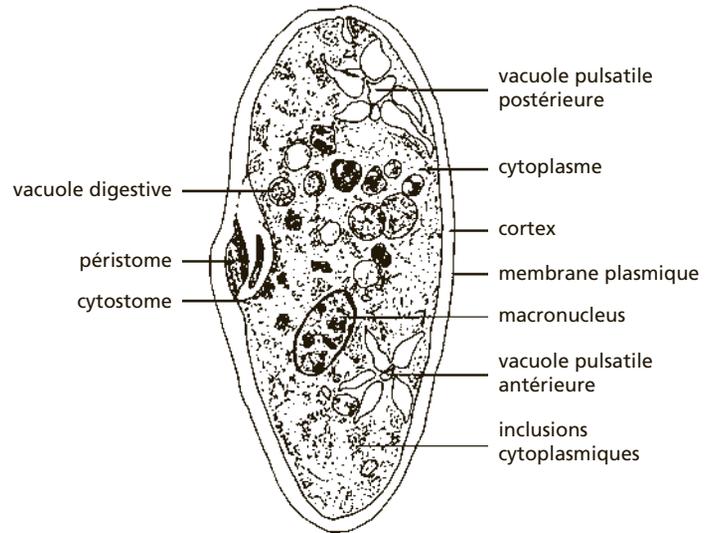
1.3. *Paramecie* : noyaux

(microscope électronique à transmission), x 8 500.

[Don de Monsieur le Docteur Brugerolle, Université de Clermont-Ferrand.]

L'appareil nucléaire est composé de deux noyaux de tailles inégales et de fonctions complémentaires. Le macronucleus, de grande taille (35 μm x 12 μm), ovoïde, est impliqué dans la vie végétative. Le micronucleus, de petite taille (3 μm de diamètre), étroitement accolé au précédent, participe quant à lui à la vie reproductive.





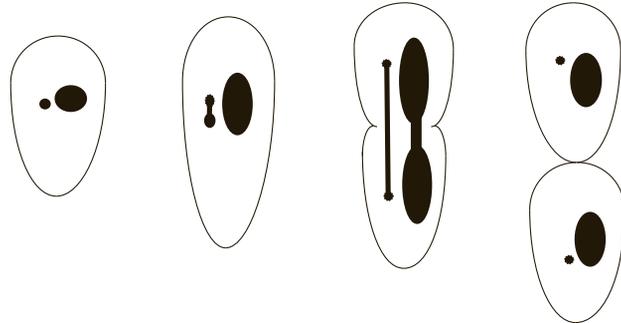
1.4. *Paramécie* : vacuoles pulsatiles (microscope à contraste de phase), x 750.

[Don de Monsieur le Docteur Brugerolle, Université de Clermont-Ferrand.]

Deux vacuoles pulsatiles, l'une antérieure et l'autre postérieure, sont présentes dans le cytoplasme. Des canalicules cytoplasmiques y sont reliés et y déversent leur contenu. Régulièrement et alternativement, les vacuoles pulsatiles expulsent la solution qu'elles contiennent, contribuant ainsi au contrôle de la pression osmotique de la cellule.

La *Paramécie* possède, comme toute cellule eucaryote, des mitochondries, un reticulum endoplasmique, un appareil de Golgi, des ribosomes et un cytosquelette bien développé.

La *Paramecie* se reproduit par voie asexuée (figure 1.5) : la cellule mère se divise en deux par scission transversale et donne ainsi naissance à deux cellules filles qui lui ressemblent et possèdent le même matériel génétique. Cette division binaire est précédée par la duplication des organites de la cellule mère.



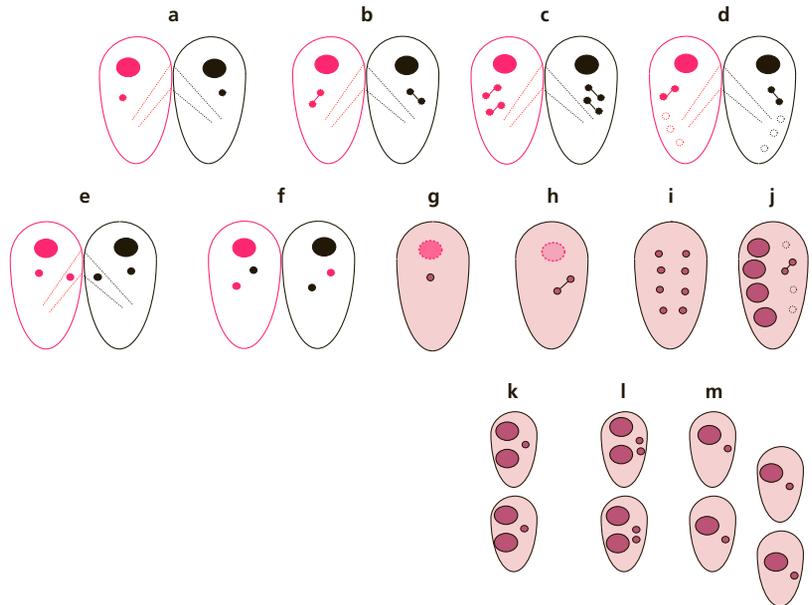
1.5. *Paramecie* : reproduction par division binaire

Elle est également capable de se reproduire après conjugaison (figure 1.6). Ce processus implique la participation de deux partenaires. Il comporte une phase de méiose conduisant à la production de pronuclei haploïdes, suivie d'un échange de matériel génétique et d'une caryogamie permettant le rétablissement de la diploïdie.



1.6. *Paramecie* (*P. caudatum*) : conjugaison

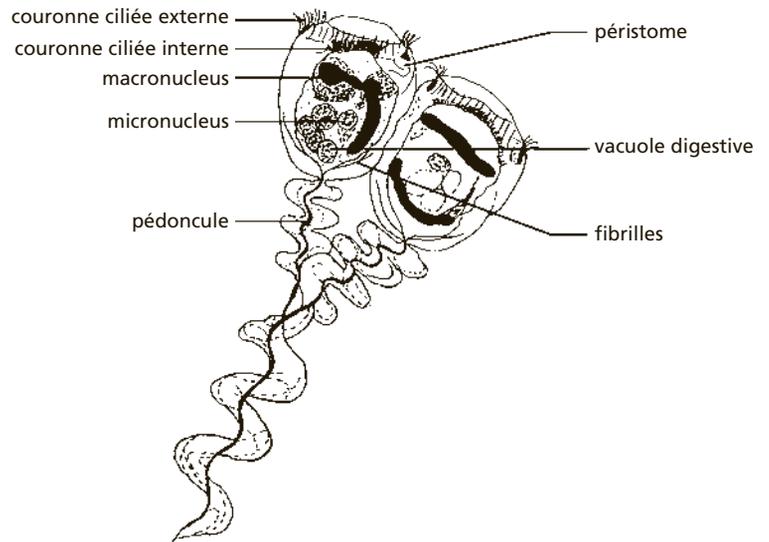
- a. Accolement de deux individus de types complémentaires, établissement de connexions cytoplasmiques, x 213.
- b. et c. Division méiotique du micronucleus.
- d. Mitose de l'un des micronuclei formant des pronuclei, dégénérescence des trois autres.
- e. et f. Échange de pronuclei entre les deux partenaires.
- g. Séparation des conjugants et caryogamie, dégénérescence du macronucleus.
- h. i. et j. Divisions nucléaires produisant deux micronuclei et quatre macronuclei.
- k. l. et m. Divisions cytoplasmiques et nucléaires formant quatre cellules.



Les organismes comme la *Paramecie* sont donc constitués par une cellule unique, possédant l'organisation typique de toute cellule eucaryote. Limitée par une membrane, elle est composée d'un cytoplasme structuré par un système de fibrilles, dans lequel baignent divers organites (figures 1.1, 1.2, 1.4). Le matériel génétique est contenu dans un noyau (deux dans le cas particulier étudié, figure 1.3). Cette cellule est à elle seule un organisme et réalise l'ensemble des fonctions caractéristiques de la vie. Elle présente ainsi des structures dont la **différenciation** est poussée, qui lui permettent de se mouvoir, de s'alimenter, d'excréter et de contrôler sa pression osmotique. En ce sens, elle ne peut être comparée directement à une cellule d'organisme pluricellulaire mais plutôt à l'**organisme** lui-même.

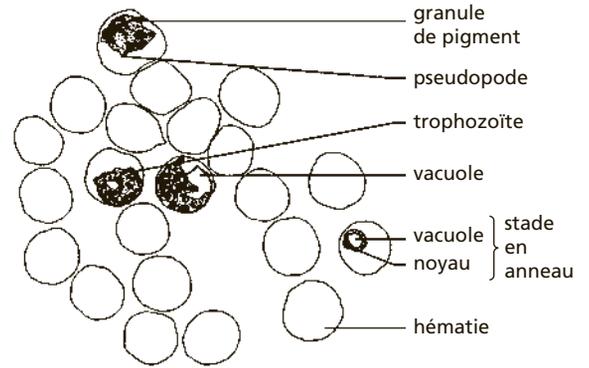
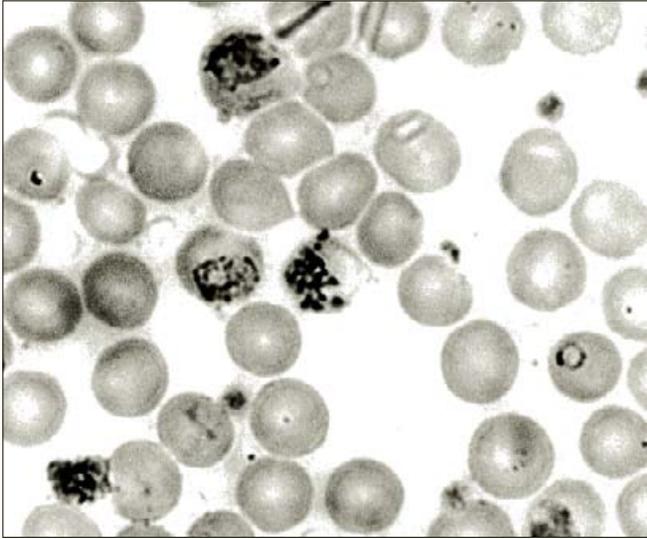
Les eucaryotes unicellulaires sont représentés à la fois par des organismes possédant des affinités avec le **règne animal**, telle la *Paramécie*, et des organismes plus proches du **règne végétal**, tels *Chlamydomonas* et les autres algues vertes unicellulaires. Des différences d'ordre métabolique (hétérotrophie ou autotrophie) ainsi que d'organisation (absence ou présence d'une paroi cellulosique, structure du noyau, mode de division) justifient l'ancienne distinction réalisée entre Protozoaires et Protophytes. Toutefois, la limite n'est pas toujours aisée à établir. Ainsi, l'*Euglène* (Euglénozoaire ou Kinétoplastidé) possède habituellement des chloroplastes, mais lorsqu'elle est placée dans un milieu suffisamment riche en nourriture, la chlorophylle disparaît, ce qui pose le problème de son appartenance à l'un des deux règnes cités. En outre, de nombreux genres voisins sont dépourvus de chloroplastes.

Quoi qu'il en soit, les anciens Protozoaires sont aujourd'hui subdivisés en de multiples taxons. Outre les Alvéolobiontes Ciliés (*figure 1.7*) envisagés avec l'exemple de la *Paramécie*, les Alvéolobiontes Sporozoaires (ou Apicomplexés comme *Plasmodium*, *figure 1.8*), les Discicristés (Euglénozoaires ou Kinétoplastidés comme le *Trypanosome*, *figure 1.9*), les Cercozoaires (Héliozoaires, *figure 1.10*, Foraminifères, *figure 1.11*), les Amibozoaires (Amibes, *figure 1.12*), ainsi que de nombreux autres composent ce groupe.



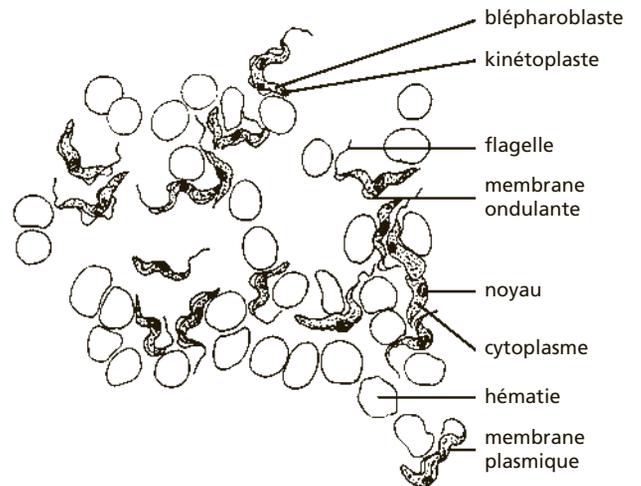
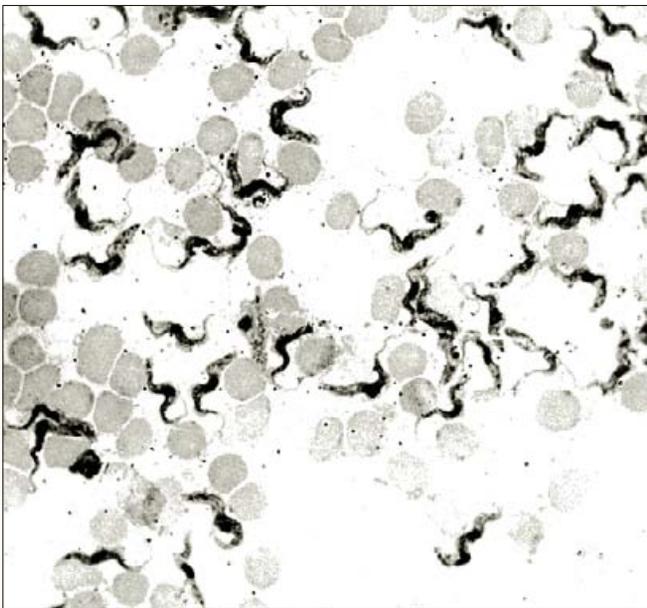
1.7. Vorticelle (montage *in toto*), x 210.

Alvéolobionte Cilié dulçaquicole vivant fixé par un pédoncule contractile.



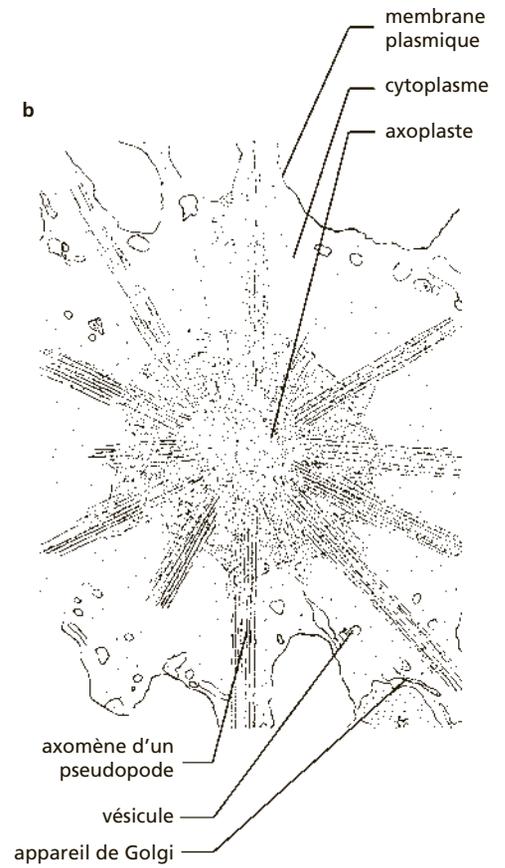
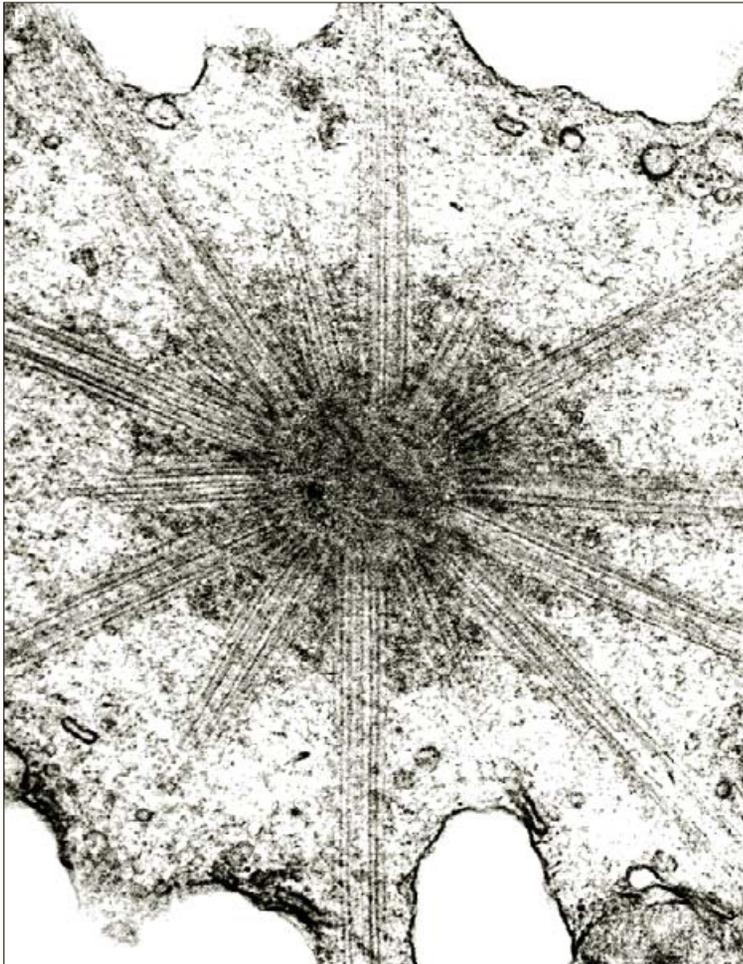
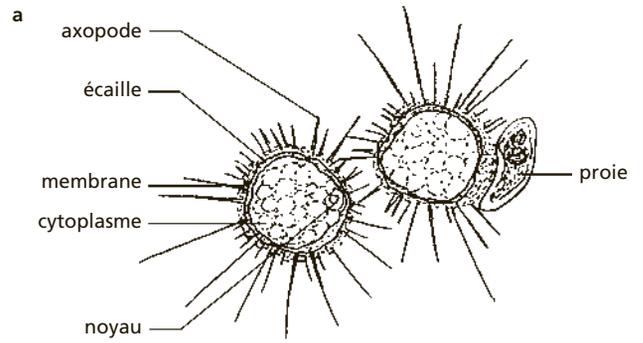
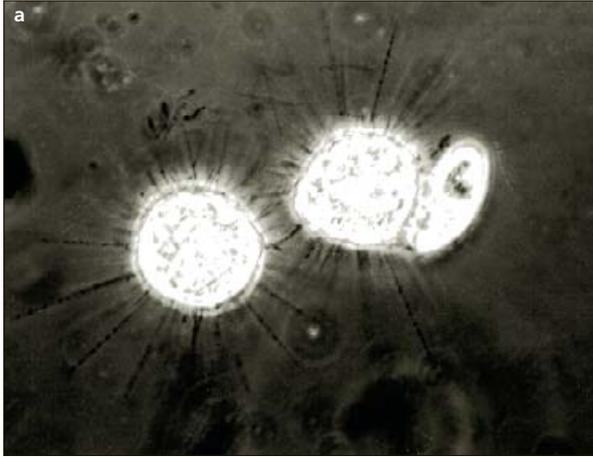
1.8. Plasmodium (frottis), x 1 500.

Alvéolobionte Sporozoaire parasite dont le cycle complexe comporte la formation de spores. Chez l'Homme, il est responsable du paludisme.



1.9. Trypanosome (frottis), x 840.

Euglénozoaire Kinétoplastidé (le cytoplasme contient un organe qualifié de kinétoplaste) parasite du sang des Mammifères. Il présente un seul flagelle accolé au corps cellulaire et formant une membrane ondulante. *Trypanosoma brucei* est l'agent de la maladie du sommeil chez l'Homme.

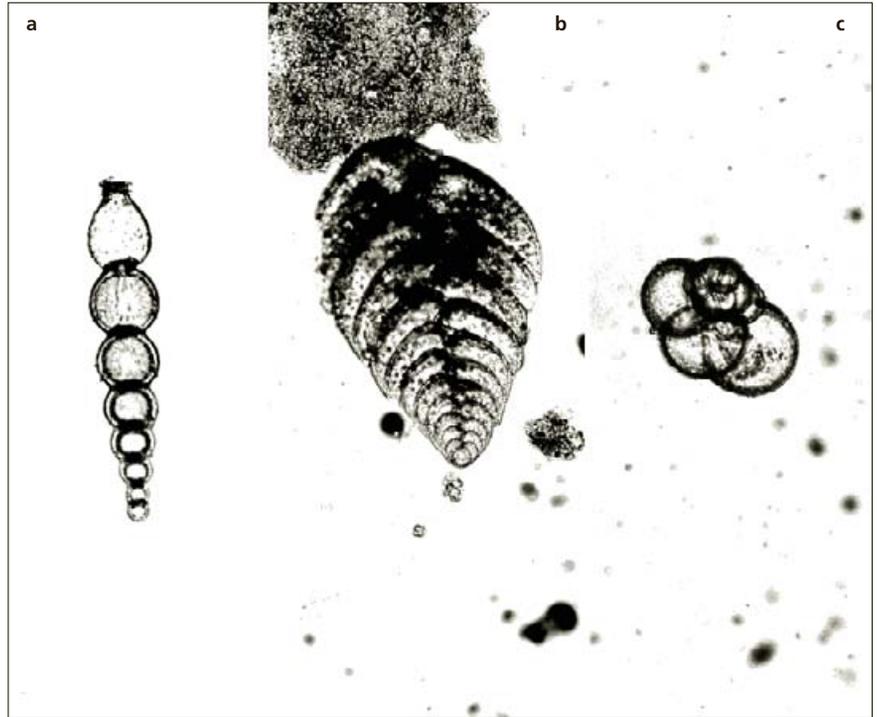


1.10. Héliozoaire

a. Microscope à contraste de phase, x 440 ;
 b. Microscope électronique à transmission, x 13 500.

[Don de Monsieur le Docteur Brugerolle, Université de Clermont-Ferrand.]

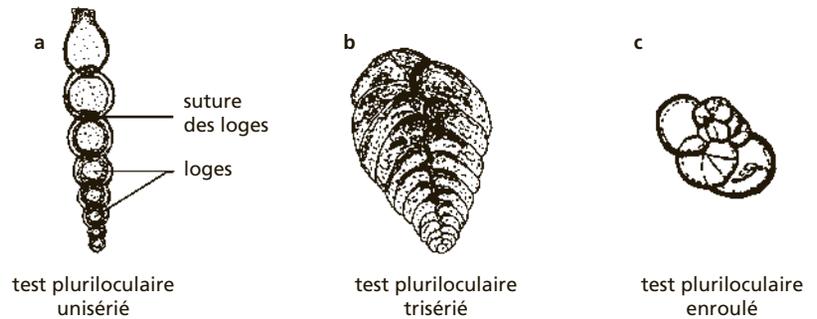
Cercozoaire possédant de fins pseudopodes appelés axopodes (prolongements cellulaires munis d'un axe constitué par un faisceau de microtubules), qui se rétractent après la capture d'une proie.

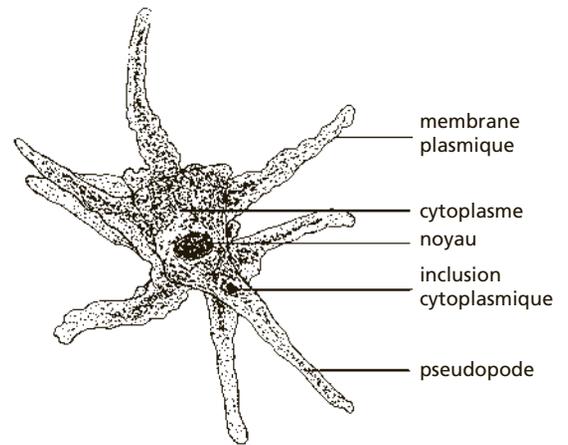


1.11. Tests de Foraminifères

a. x 84 ; b. x 125 ; c. x 125.

Cercozoaires munis de tests composés d'une ou plusieurs loges et percés de pores par lesquels sortent des pseudopodes (prolongements cytoplasmiques temporaires). L'accumulation de leurs coquilles peut conduire à la formation de roches sédimentaires.





1.12. Amibe (montage *in toto*), x 400.

Amibozaire possédant des pseudopodes assurant son déplacement et sa nutrition.

Les êtres vivants **eucaryotes** et **unicellulaires** sont donc extrêmement diversifiés. Leur évolution a été limitée au cadre de l'**état unicellulaire**. Si certains d'entre eux édifient des **colonies** résultant de la séparation incomplète d'individus issus de la reproduction asexuée (genre *Volvox*, par exemple), ils n'atteignent pas l'état pluricellulaire dans lequel les cellules sont obligatoirement associées entre elles, se spécialisent et présentent des activités coordonnées. Pour ce qui concerne le règne animal, celui-ci est l'apanage des organismes **Métazoaires**, objets des chapitres suivants.

2

L'acquisition de l'état pluricellulaire : les Parazoaires et les Métazoaires diploblastiques

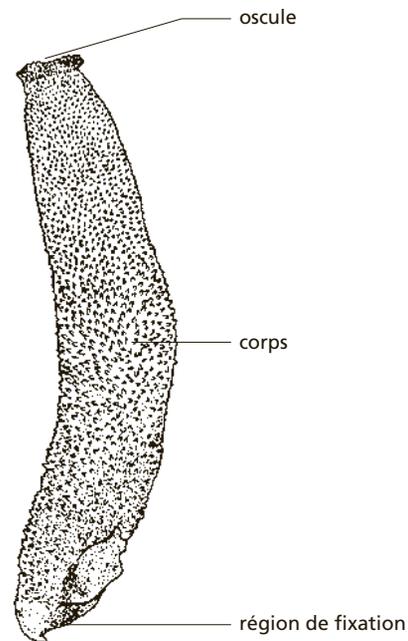
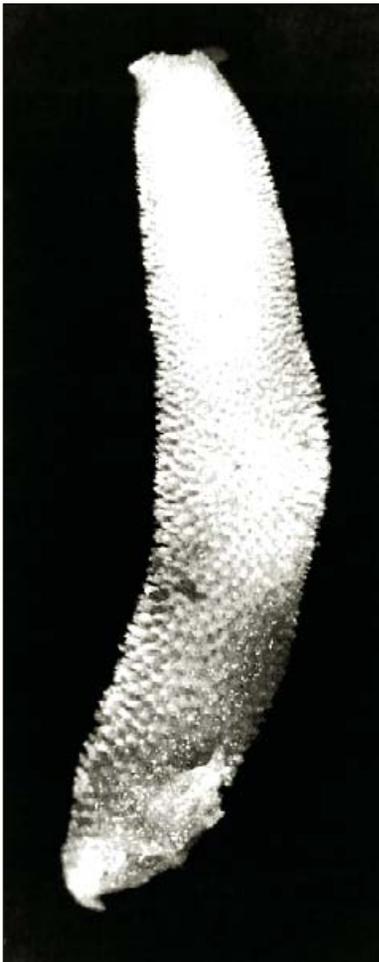
Les Spongiaires (Porifères)

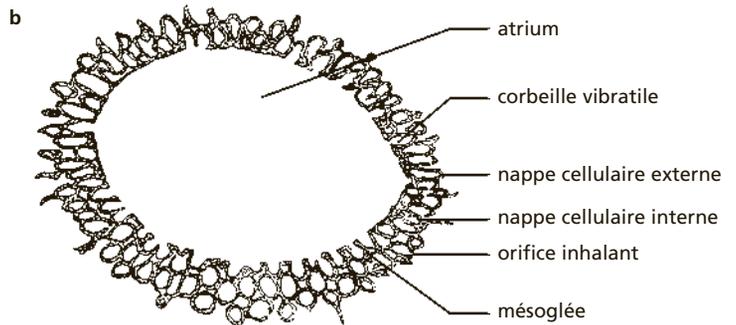
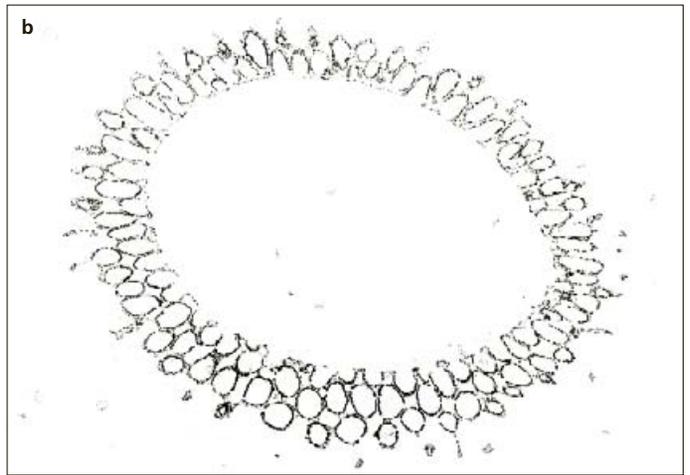
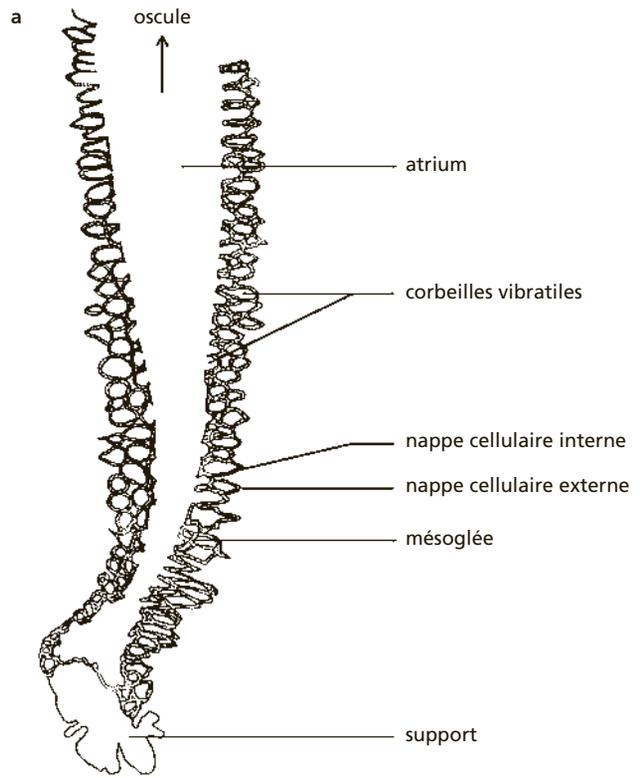
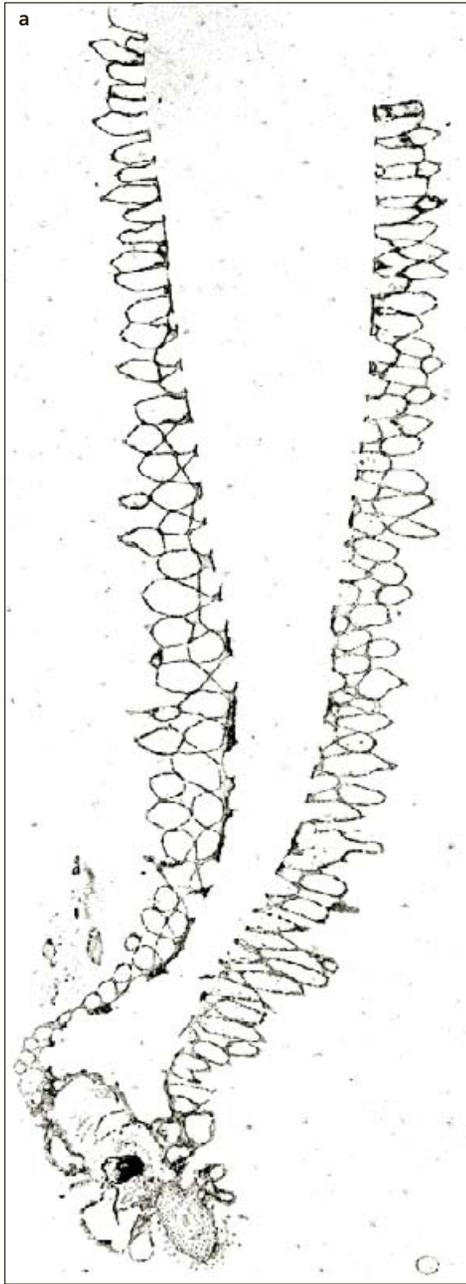
Les **Spongiaires** sont des organismes aquatiques présents en milieu marin (*Sycon*, *Grantia*) et plus rarement en eau douce (*Spongille*). Ils vivent fixés sur un substrat.

Grâce à l'étude de *Sycon* (figure 2.1), dégageons leurs caractères essentiels.

2.1. *Sycon* (vue externe), x 5,5.

En forme de petite outre fixée, l'animal possède une paroi corporelle percée de pores et son extrémité libre porte un orifice large, l'oscule. Il ne possède ni symétrie, ni organe défini.



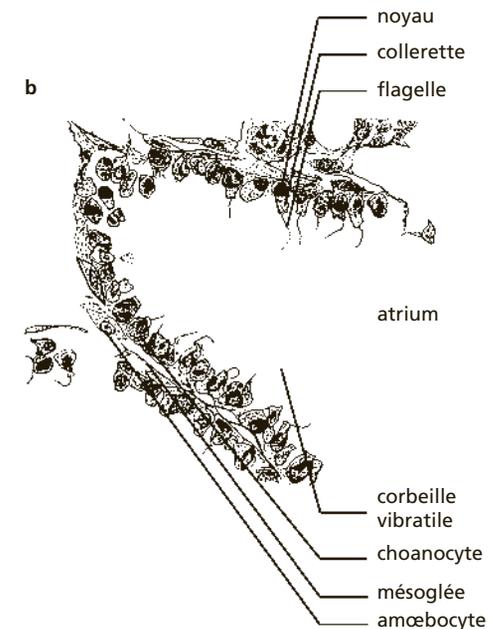
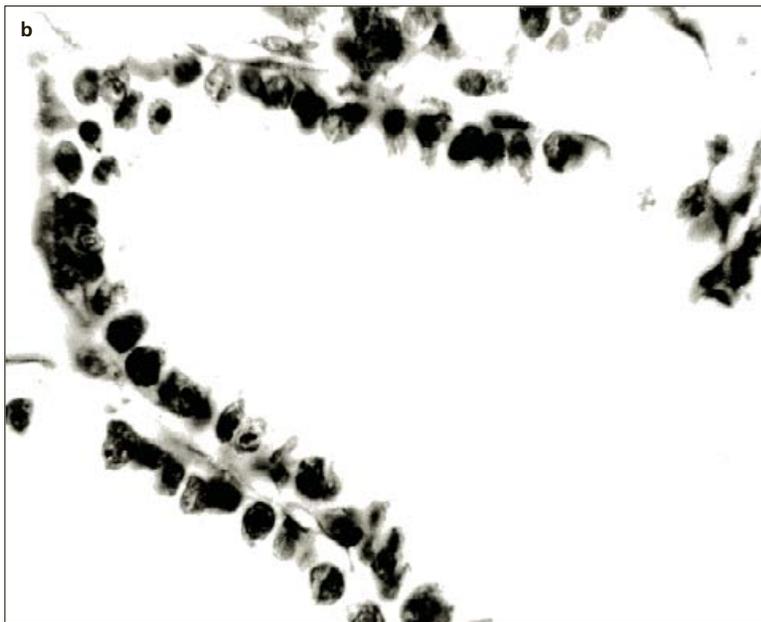
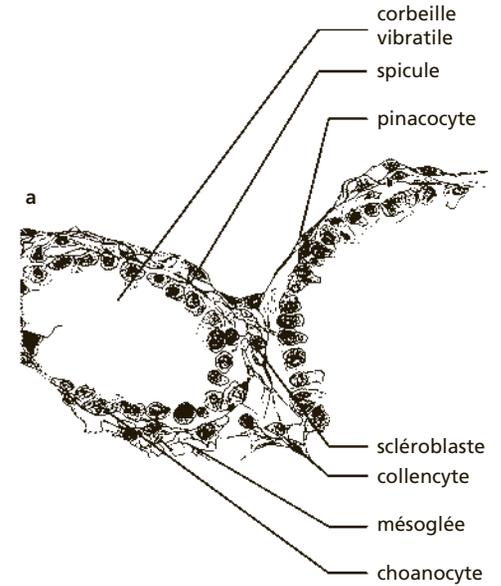


2.2. Sycon

(coupes longitudinale et transversale)

a. x 20 ; b. x 40.

La paroi du corps est composée d'une nappe cellulaire externe et d'une nappe cellulaire interne formant des corbeilles vibratiles. Elle délimite une vaste cavité générale, l'atrium. Une gelée abondante, la mésoglée, sépare les deux nappes cellulaires.

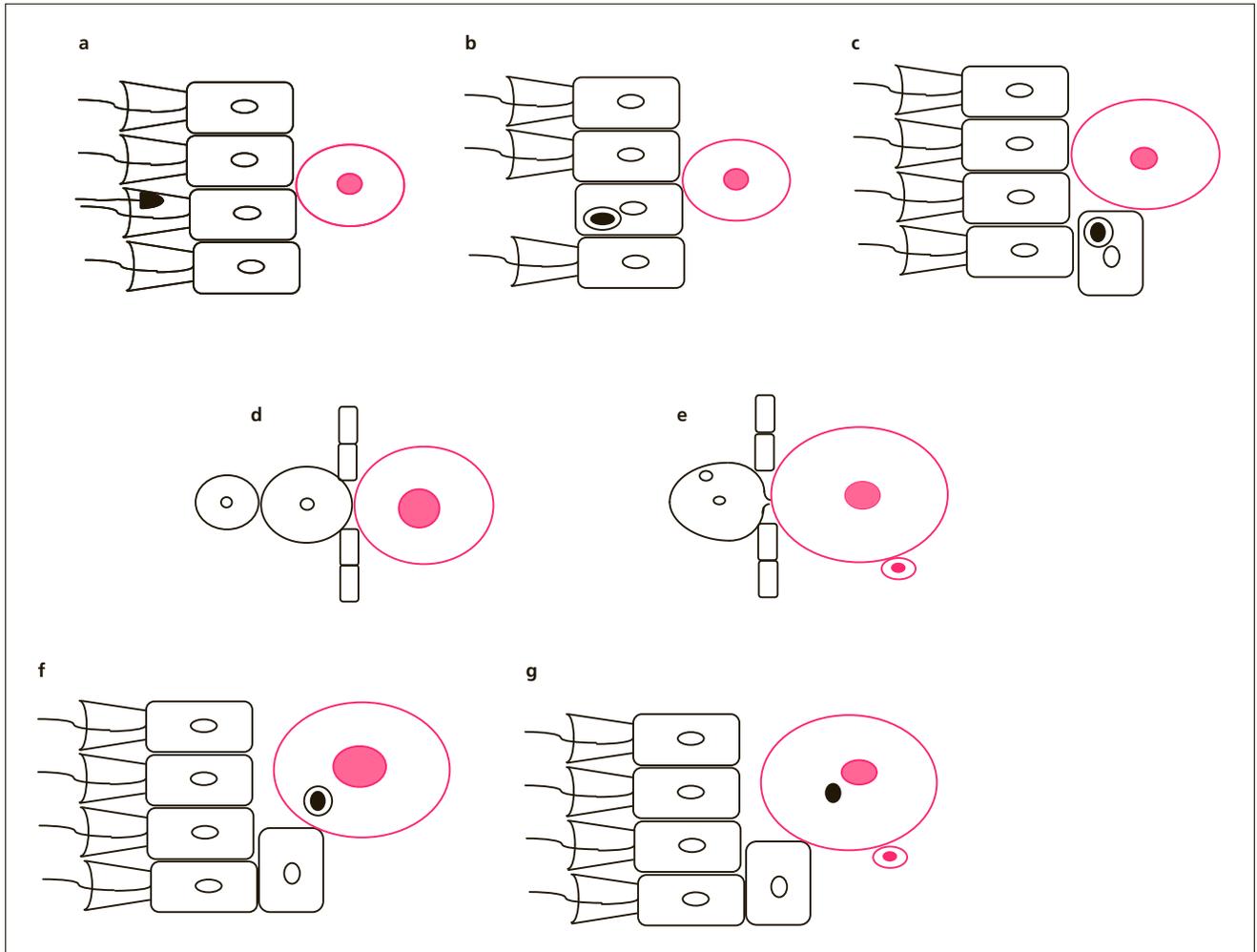


2.3. *Sycon* : types cellulaires (coupe transversale), x 890.

La nappe cellulaire externe est formée de pinacocytes aplatis. La mésoglée contient les spicules (éléments de soutien minéralisés) et de nombreuses cellules : collencytes élaborant le gel de la mésoglée, scléroblastes sécrétant les spicules, amœbocytes mobiles et peu différenciés pouvant évoluer en gonocytes ou donner naissance aux autres types cellulaires. Les choanocytes, cellules caractéristiques des Spongiaires, ont une forme cylindrique et possèdent un flagelle entouré de longues microvillosités accolées. Le battement des flagelles est à l'origine d'un courant d'eau assurant la nutrition de l'animal. Les choanocytes réalisent également la phagocytose des particules nutritives qui sont ensuite transmises aux amœbocytes. Ces derniers en assurent la distribution.

Les nappes cellulaires externe et interne ne reposent pas sur des lames basales et ne constituent donc pas de véritables épithéliums (figures 2.2, 2.3). De ce fait, les Spongiaires sont considérés comme des Métazoaires très simples et classés parmi les **Parazoaires**.

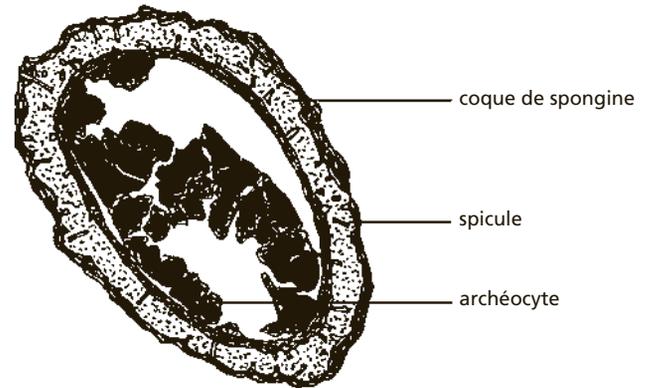
Les Spongiaires se reproduisent par voie sexuée (figure 2.4).



2.4. Sycon : reproduction sexuée

a. L'ovocyte, dérivé d'un gonocyte de la mésoglée, est accolé sous les choanocytes, le spermatozoïde issu d'une spermatogenèse classique s'engage dans le choanocyte le plus proche ; b. Une vacuole se forme autour du spermatozoïde, le choanocyte perd sa collerette, son flagelle et se transforme en cellule charriante ; c. La cellule charriante contenant le spermiokyste s'enfonce dans la mésoglée ; d. et e. L'ovocyte migre vers un canal aquifère, s'associe à deux cellules (nourricière et accessoire) aux dépens desquelles il s'accroît et subit une première division de maturation ; f. L'ovocyte rejoint la cellule charriante, le spermiokyste lui est transmis et la seconde division de maturation se produit ; g. Le noyau du spermiokyste est libéré, il se transforme en pronucleus mâle qui fusionne avec le pronucleus femelle.

Ils sont par ailleurs capables de régénérer certaines parties de leur organisme, ce qui peut être mis en relation avec l'existence fréquente d'un mode de reproduction asexuée. Il peut s'agir d'un bourgeonnement externe mais aussi d'un bourgeonnement interne. Ainsi, certaines Éponges d'eau douce comme *Spongilla* produisent des formes de résistance, les gemmules (figure 2.5).

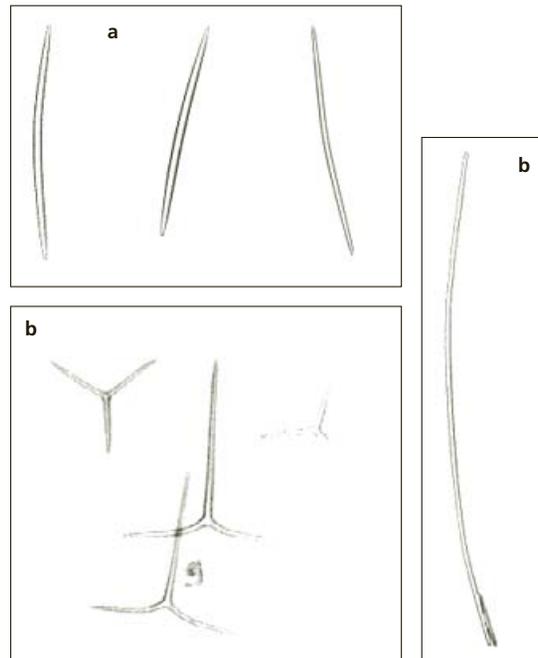


2.5. *Spongilla* : gemmule

(coupe transversale), x 145.

Des groupes d'amœbocytes sont à l'origine des gemmules. Certains synthétisent la coque, d'autres élaborent les spicules et les derniers se transforment en archéocytes, cellules formant le nouvel individu. Alors que l'Éponge mère meurt en hiver, les gemmules résistent et donnent naissance à de nouveaux individus au printemps.

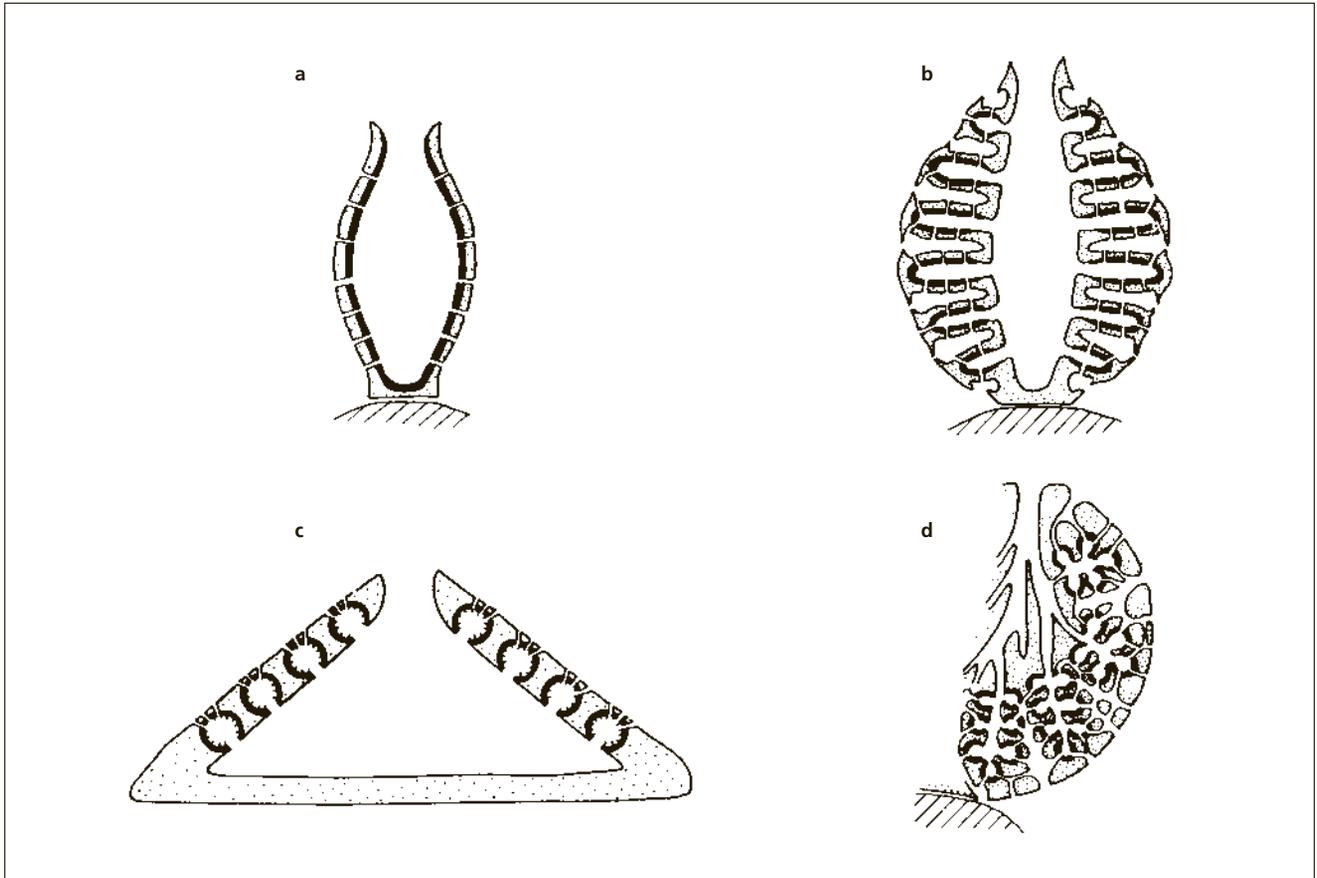
L'embranchement des Spongiaires est traditionnellement subdivisé en trois classes, tenant compte de la nature du squelette. Les Calcisponges, dont *Sycon* est un exemple, possèdent des spicules calcaires (figure 2.6) ; les Démosponges présentent un squelette de nature siliceuse, cornée, ou siliceuse et cornée (*Euspongia* à squelette exclusivement corné correspond aux éponges de toilette) ; les Hexactinellides sont caractérisées par des spicules siliceux à trois axes et leur organisation est de type syncytial. Des travaux récents suggèrent que les Démosponges et Hexactinellides constituent un groupe monophylétique alors que les Calcisponges sont un groupe frère des Métazoaires vrais (Eumétazoaires).



2.6. Calcisponges : divers types de spicules

a. Spicules monactines, x 65 ;
b. Spicules triactines, x 60.

Selon la complexité de leur organisation, divers types de Spongiaires sont en outre distingués (figure 2.7). Le type le plus simple est qualifié d'**ascon** (stade juvénile), l'apparition des corbeilles vibratiles permet de définir la forme **sycon** des Calcisponges et la forme **rhagon** des Démosponges et enfin, la multiplication de ces corbeilles ainsi que leur enclavement dans un cortex caractérise le type **leucon**.



2.7. Spongiaires : divers types d'organisation.

(D'après Beaumont et Cassier, 1998.)

a. Ascon ; b. Sycon ; c. Rhagon ; d. Leucon

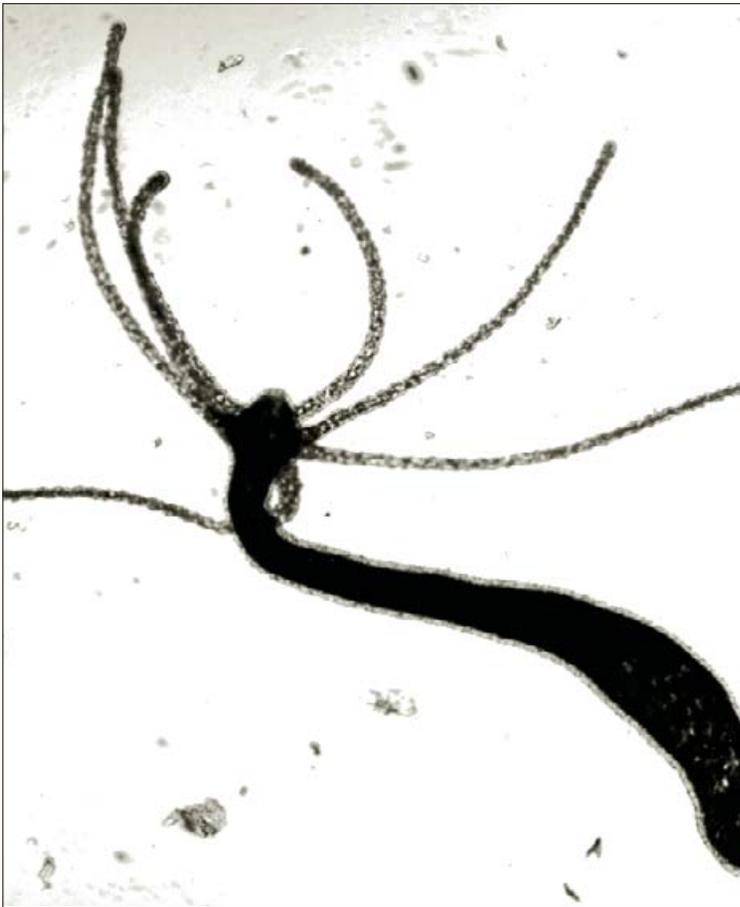
Les **Spongiaires** forment donc un groupe de Métazoaires simples ou **Parazoaires**, dépourvus de tissus épithéliaux vrais, de symétrie et d'organes individualisés. Malgré une organisation peu complexe, ils possèdent des **cellules différenciées** comme les choanocytes, qui ne sont d'ailleurs pas sans rappeler certains eucaryotes unicellulaires, les Choanoflagellés, dont l'organisation est similaire.

Les Métazoaires vrais, quant à eux, sont notamment représentés par les Cnidaires.

Les Cnidaires

L'embranchement des **Cnidaires** est composé d'organismes le plus souvent marins, parfois dulçaquicoles. Ils mènent une vie fixée (*Hydre*) ou libre (*Aurelia*) et sont fréquemment coloniaux (*Obelia*, *Physalia*). Dans de nombreux cas, ces animaux vivent en association avec d'autres organismes vivants, établissant des symbioses (Madrépores et algues unicellulaires) ou une relation d'épizoïsme (*Anémone de mer* et *Pagure*).

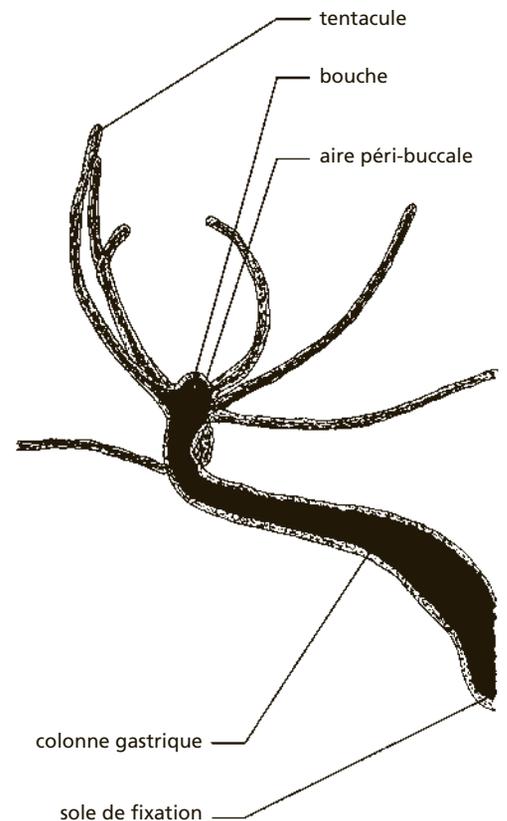
L'exemple de l'*Hydre d'eau douce* (figure 2.8) nous permettra de préciser certains de leurs caractères fondamentaux.

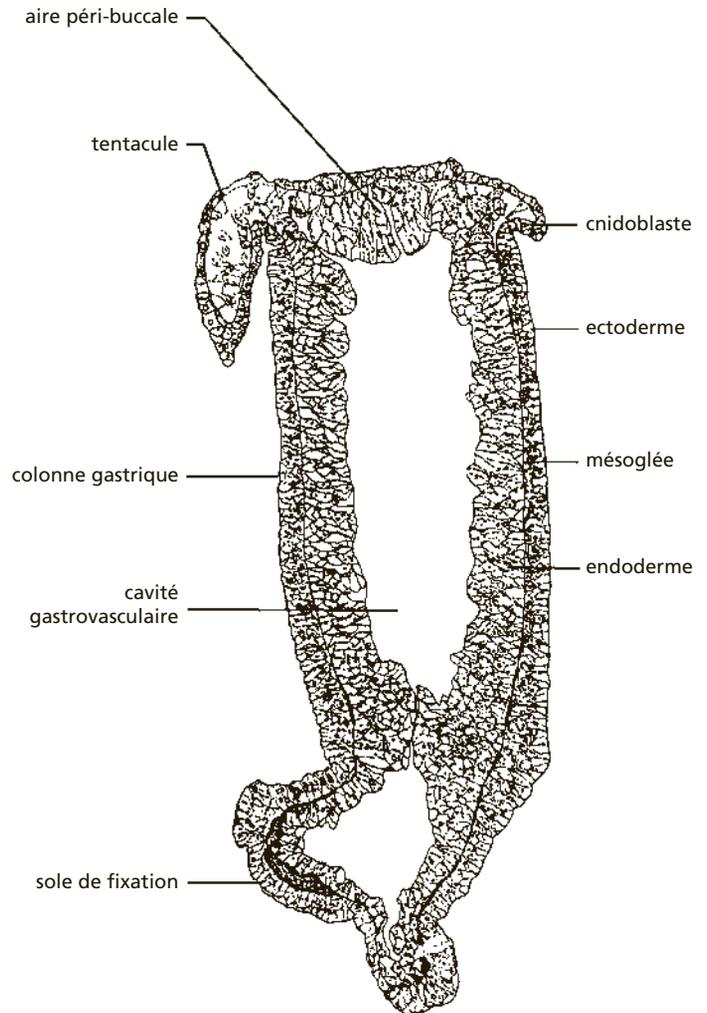


2.8. *Hydre d'eau douce*

(vue externe), x 20.

Le corps cylindrique de l'animal comporte une sole (fixation sur le substrat), une colonne gastrique et une aire péribuccale. Il est surmonté d'une couronne de six à dix tentacules entourant un orifice unique faisant office de bouche et d'anus. Cette forme est caractéristique des polypes de Cnidaires et présente une symétrie radiaire d'ordre pair.



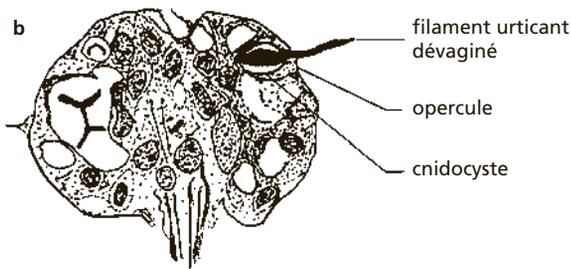
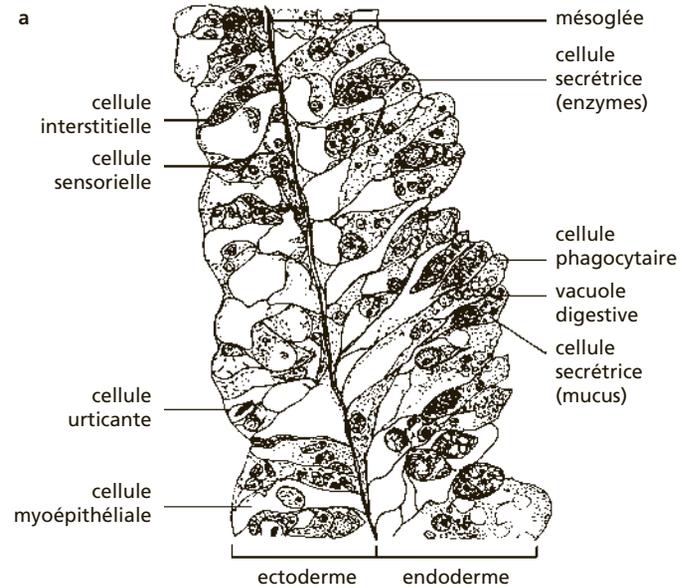


2.9. *Hydre d'eau douce*

(coupe longitudinale), x 40.

La paroi du corps est composée d'un feuillet externe, l'ectoderme, et d'un feuillet interne, l'endoderme, délimitant une vaste cavité gastrovasculaire ouverte sur l'extérieur par la bouche. Une gelée, la mésogée, sépare ces deux feuillets.

La présence de tissus vrais, en l'occurrence d'épithéliums reposant sur des lames basales, fait de l'*Hydre* un **Eumétazoaire**, et leur organisation en deux feuillets justifie sa qualité de diploblastique (figure 2.9).



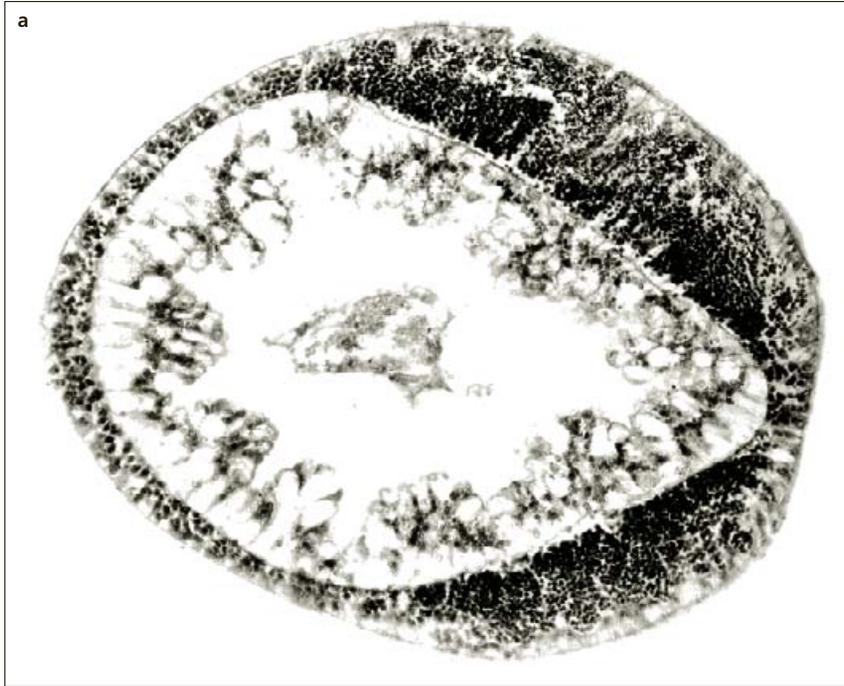
2.10. Hydre d'eau douce : types cellulaires

(coupe longitudinale) a. x 390 ; b. x 1 340.

L'ectoderme est constitué de cellules myoépithéliales riches en grains de sécrétion et possédant à leur base des myonèmes contractiles, de cellules sensorielles munies d'un cil apical excitable et de cnidocytes, cellules urticantes spécifiques des Cnidaires. Ceux-ci présentent un cnidocil excitable et renferment une capsule, le cnidocyste, où sont logés le liquide et le filament urticant. L'endoderme est quant à lui composé de cellules myoépithéliales riches en vacuoles digestives et portant un à cinq flagelles, de cellules glandulaires sécrétant enzymes ou mucus et de cellules sensorielles. Les deux feuillettes contiennent également des cellules interstitielles assurant leur renouvellement. La mésoglye comporte des cellules nerveuses formant un réseau diffus avec les cellules sensorielles et les cnidocytes.

Chez les Cnidaires, de même que chez les Spongiaires, malgré l'organisation simple et l'absence d'organes, se développent donc des **cellules spécialisées** dans la réalisation de certaines fonctions (*figure 2.10*), phénomène caractéristique des êtres vivants pluricellulaires.

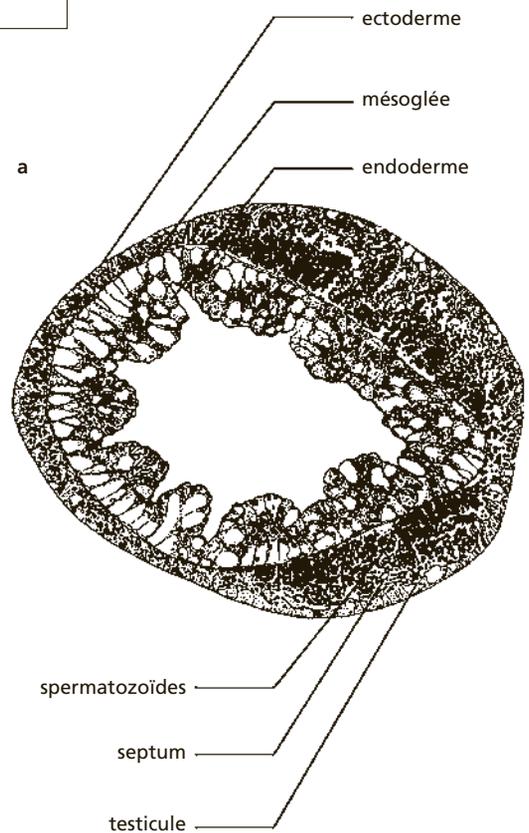
La reproduction de l'*Hydre d'eau douce* peut être réalisée par voie sexuée (figure 2.11).

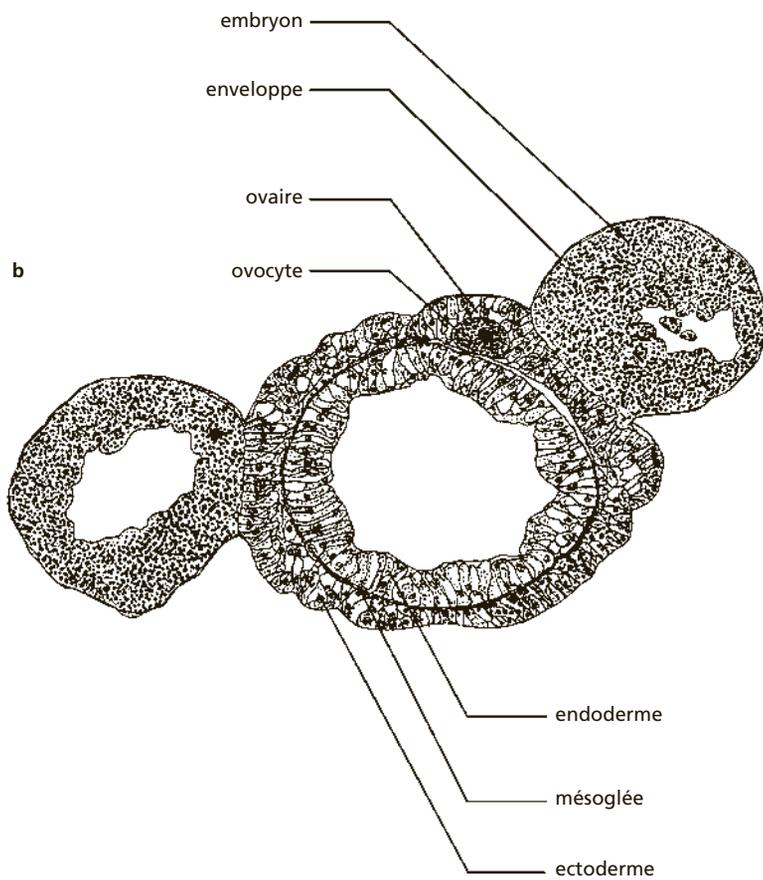
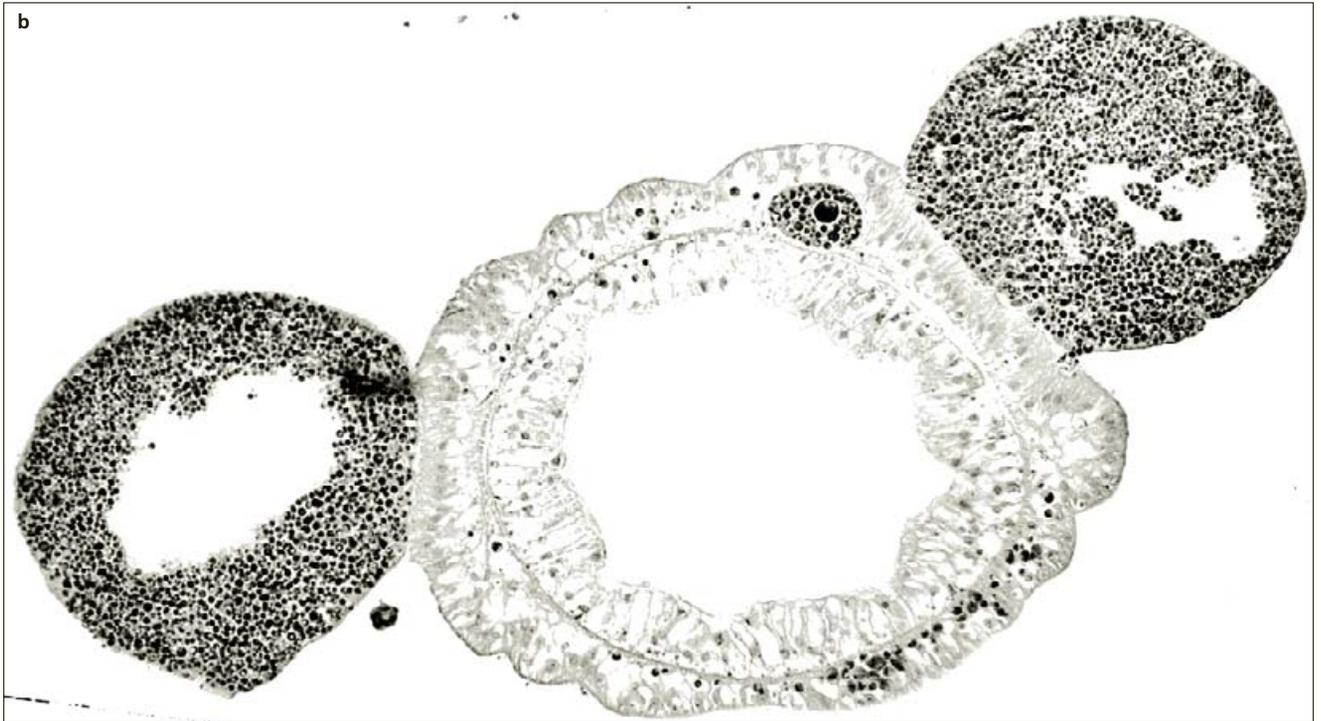


2.11. *Hydre d'eau douce* : reproduction sexuée

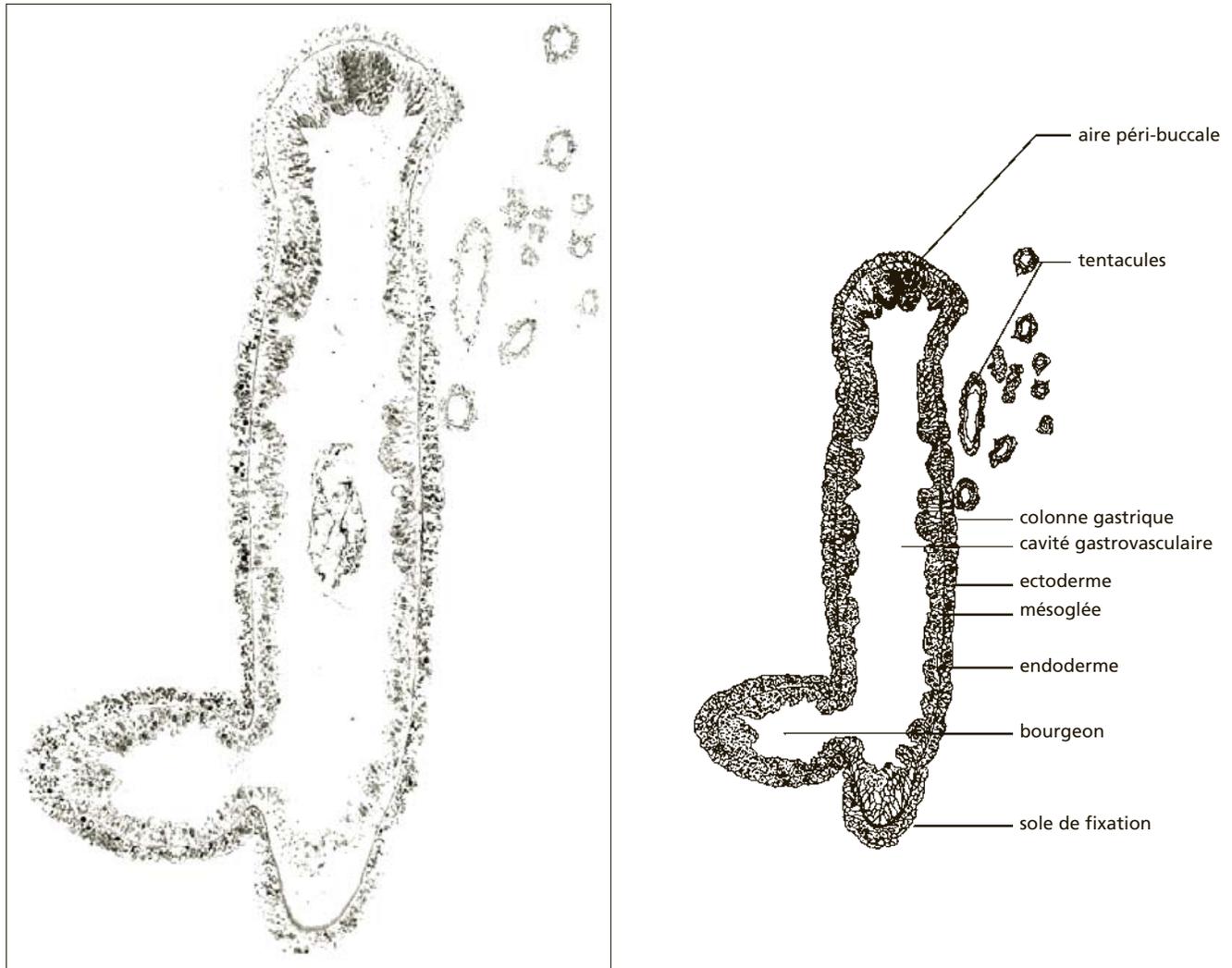
a. Coupe transversale de gonopore mâle, x 110 ; b. Coupe transversale de gonopore femelle, x 85. ►

Des gonopores mâles (testicules) et/ou femelles (ovaires) se développent et forment des excroissances sur le corps du polype. Spermatozoïdes et œufs sont libérés par rupture du feuillet ectodermique. À l'éclosion, une larve planula, ciliée et constituée de deux feuillets est libérée. Elle se fixe au substrat et se transforme en une jeune *Hydre*.





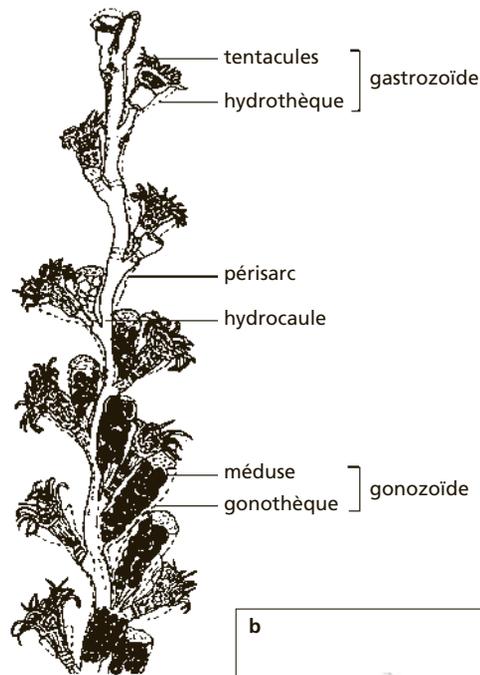
La reproduction asexuée, par bourgeonnement, est également possible (figure 2.12). Elle est à corréler avec l'important pouvoir de régénération que possède l'*Hydre d'eau douce*.



2.12. *Hydre d'eau douce* : reproduction asexuée (coupe longitudinale), x 53.

Des bourgeons, évaginations diploblastiques, apparaissent dans le tiers inférieur du polype. Ils s'allongent, développent des tentacules puis se détachent du polype parent après que leur bouche se soit ouverte.

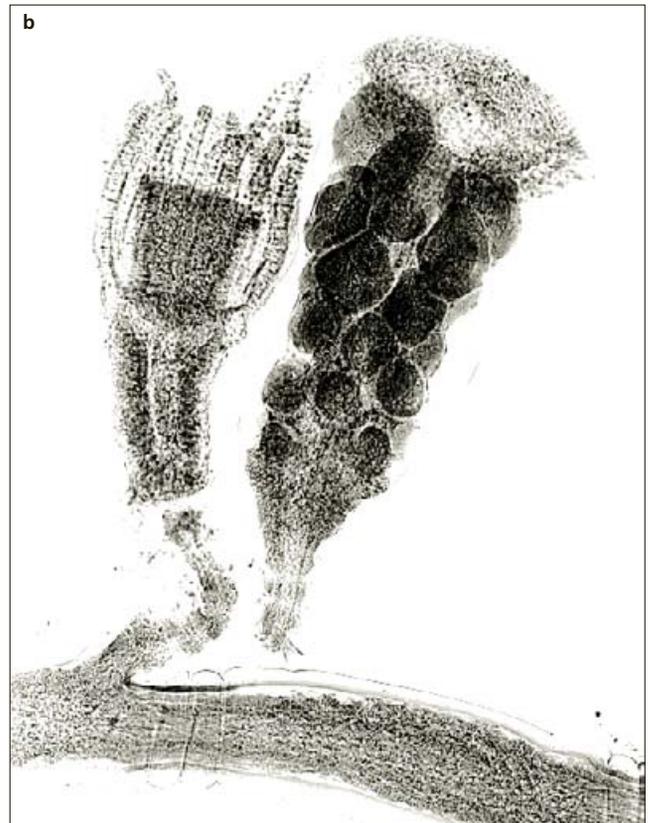
L'embranchement des Cnidaires, Métazoaires diploblastiques, comporte deux sous-embranchements. Les Médusozoaires sont représentés par la classe des Hydrozoaires (figures 2.13, 2.14, 2.15), dont l'*Hydre d'eau douce* est un exemple, et la classe des Scyphozoaires (figure 2.16) ; les Anthozoaires (figures 2.17, 2.18) correspondent au second sous-embranchement.

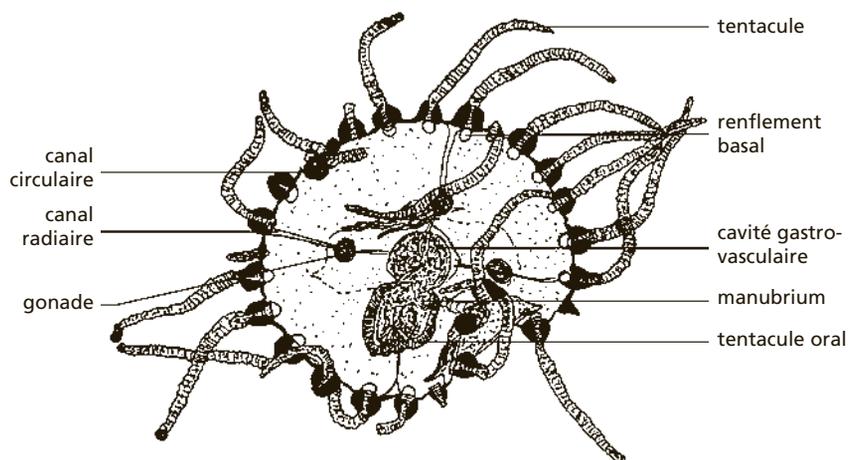
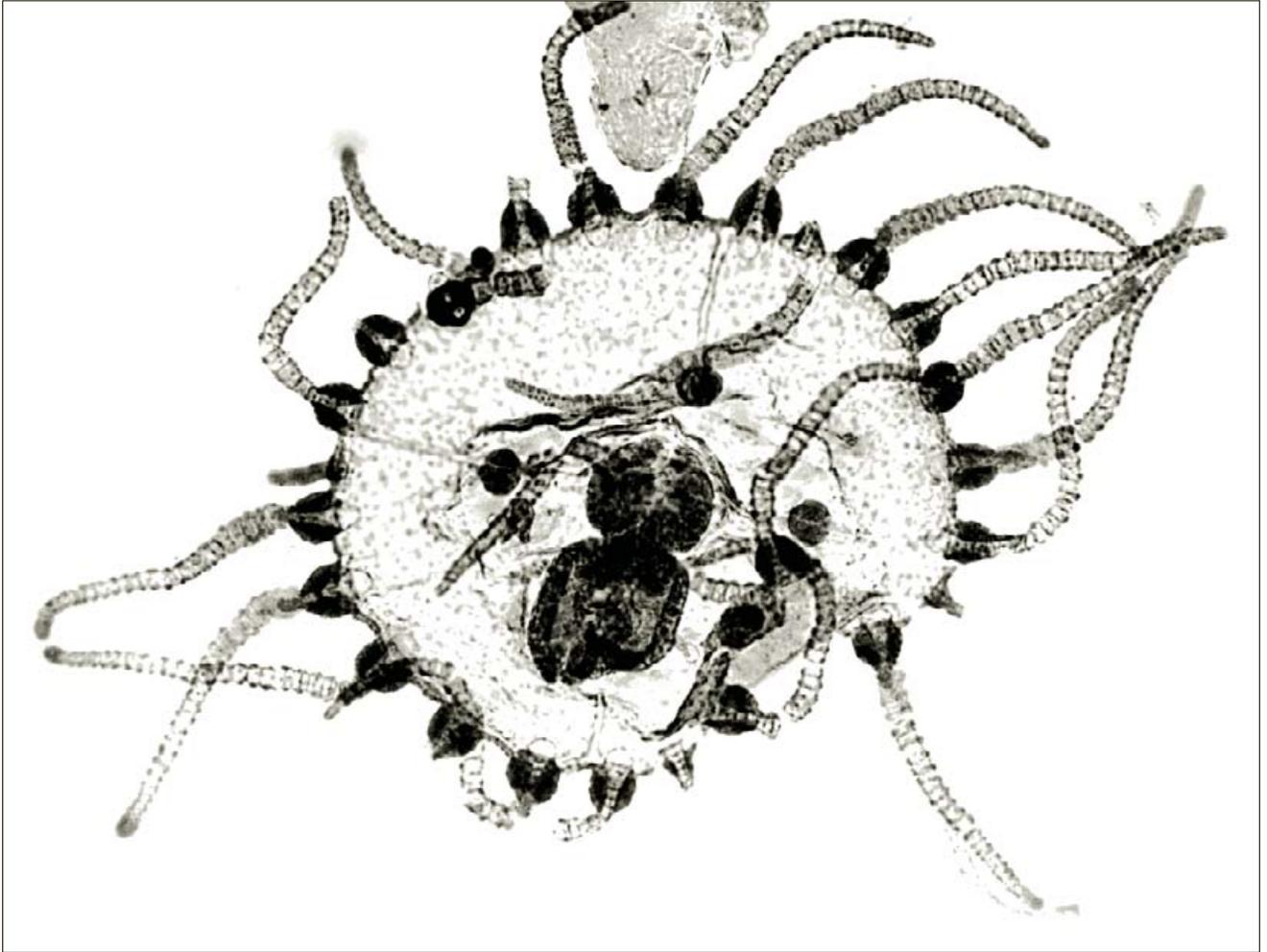


2.13. *Obelia*, forme polype

(montage *in toto*), a. x 22 ; b. x 97.

Les polypes de cet Hydrozoaire forment des colonies : ils sont insérés sur des axes dressés (hydrocaules) portés par des structures rampantes (hydrorhizes) et recouverts d'un squelette ectodermique (périsarc). Deux types de polypes sont présents à maturité : les gastrozoïdes ou hydranthes, végétatifs, et les gonozoïdes, produisant la forme méduse par bourgeonnement.

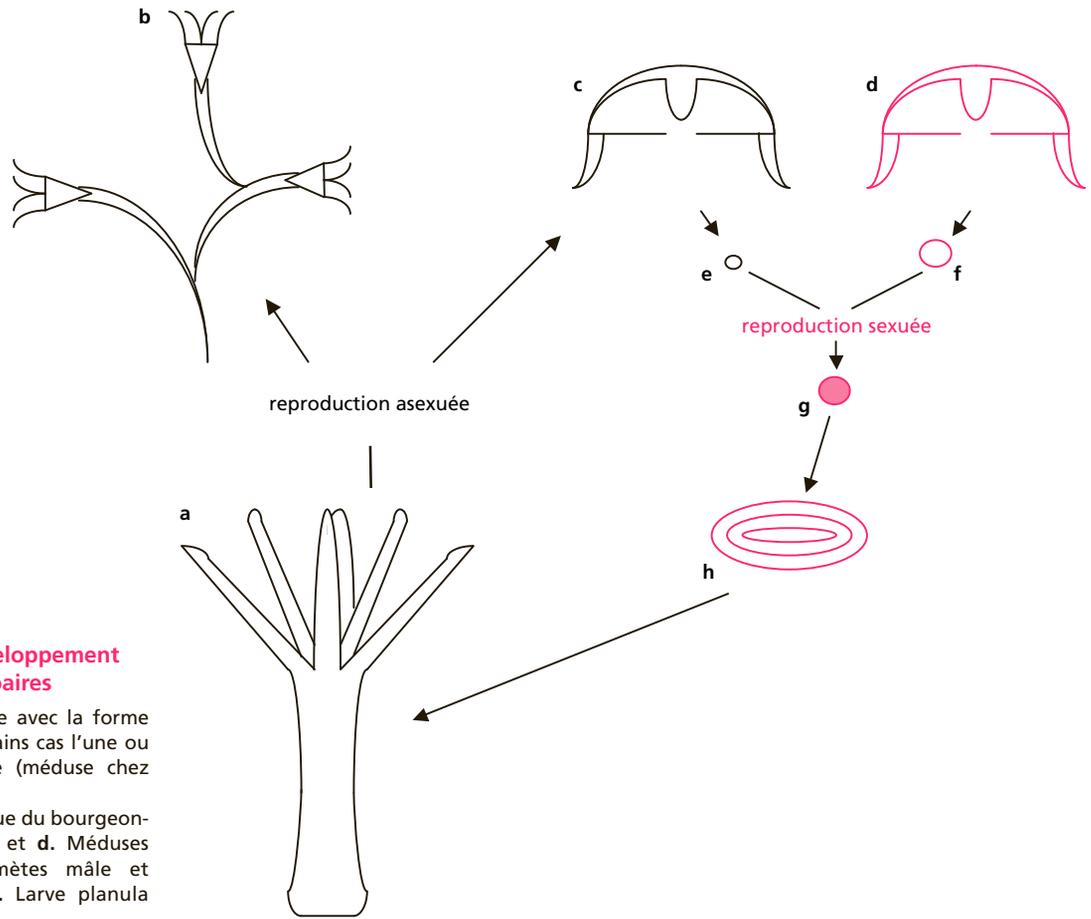




2.14. *Obelia*, forme méduse

(montage *in toto*), x 172.

La méduse est constituée d'une ombrelle en forme de cloche, obturée par un diaphragme, le velum (méduse craspédote). Elle possède une saillie axiale, le manubrium, portant la bouche et de multiples tentacules, dont certains sont associés à des statocystes (organes d'équilibration). La cavité gastrovasculaire est subdivisée en un estomac central et en canaux radiaires débouchant dans un canal circulaire. Les gonades sont associées à la paroi des canaux radiaires.



2.15. Cycle de développement des Hydrozoaires

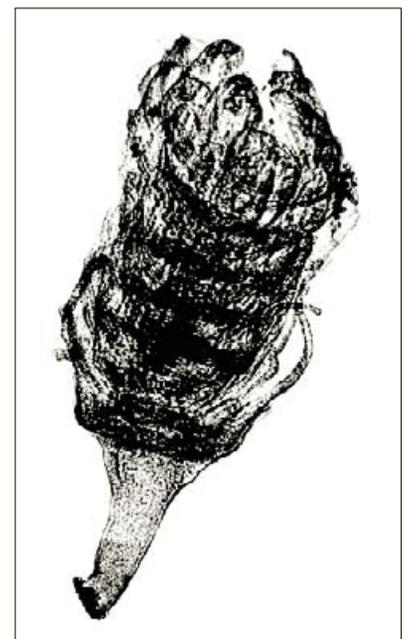
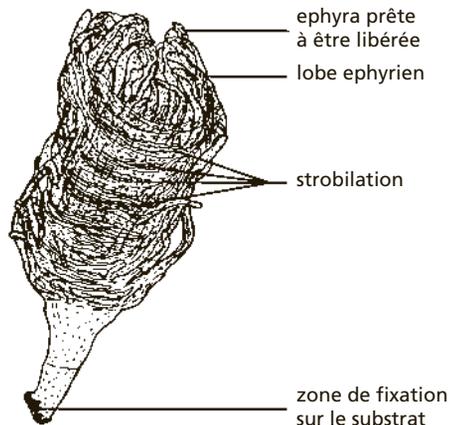
La forme polype alterne avec la forme méduse, mais dans certains cas l'une ou l'autre peut disparaître (méduse chez l'*Hydre d'eau douce*).

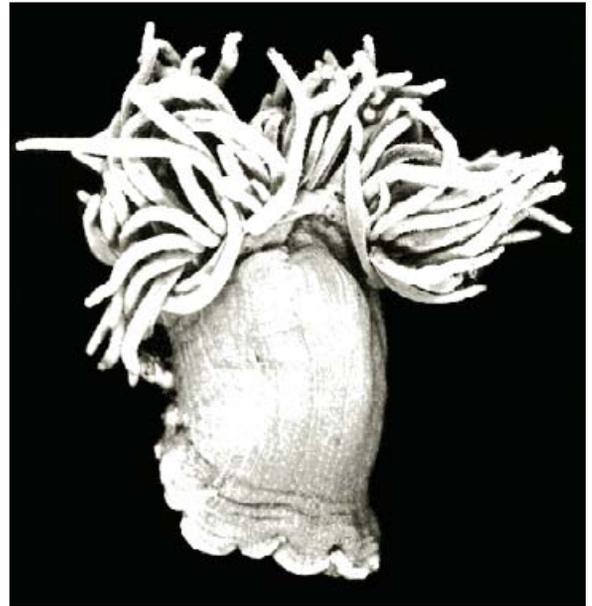
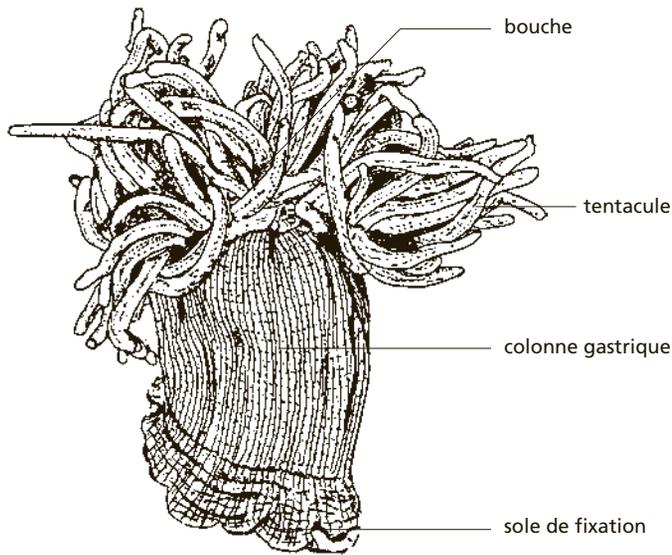
a. Polype ; b. Colonie issue du bourgeonnement du polype ; c. et d. Méduses sexuées ; e. et f. Gamètes mâle et femelle ; g. Zygote ; h. Larve planula nageuse.

2.16. Aurelia, scyphistome

(montage *in toto*), x 45.

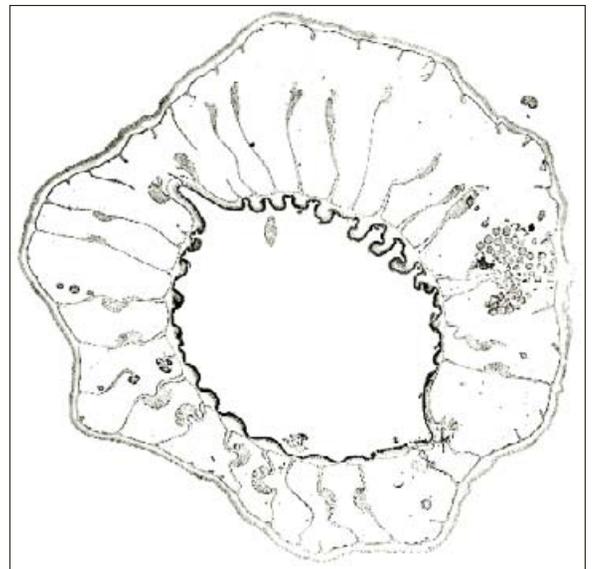
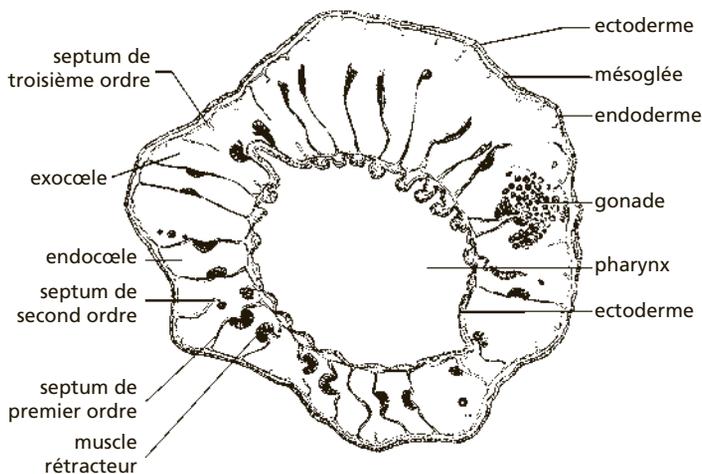
Scyphozoaire caractérisé par la prépondérance de la phase méduse. Un petit polype, le scyphistome, est issu de la fécondation et du développement. Il subit une segmentation transversale (strobilation) et donne naissance à de petites méduses (ephyra) dont la croissance conduit à des méduses adultes. De grande taille, dépourvues de velum, elles sont riches en mésogée, ce qui leur confère un aspect vitreux.





2.17. Anémone de mer (vue externe), x 1,5.

Anthozoaire se présentant exclusivement sous forme polype.



2.18. Anémone de mer : région antérieure

(coupe transversale), x 9.

Les **Cnidaires** constituent donc un embranchement d'animaux **Métazoaires diploblastiques**. Si leur organisation générale est relativement simple, ils possèdent des **cellules différenciées** organisées en **tissus**. Ils forment très fréquemment des colonies au sein desquelles un certain polymorphisme est observé et tendent ainsi à construire des « super-organismes », chaque individu pouvant faire office « d'organe » spécialisé. Il faut cependant attendre l'apparition d'un troisième feuillet tissulaire pour voir apparaître de véritables organes.

Les Anthozoaires ont la particularité de développer un pharynx, qui fait suite à la bouche et aboutit dans la cavité gastrovasculaire. Cette dernière est subdivisée en six n ou huit loges périphériques du fait de la présence de cloisons endodermiques, verticales et radiales. Souvent, un important squelette, d'origine ectodermique ou composé de spicules mésogléens, est présent (Coraux, Madréporaires).

3

Le développement du mésoderme : les Triploblastiques cœlomates protostomiens

3.1. *Lombric* (vue externe)

- a. Organisation générale (vue dorsale), x 1 ;
- b. Région antérieure (vue ventrale), x 32.

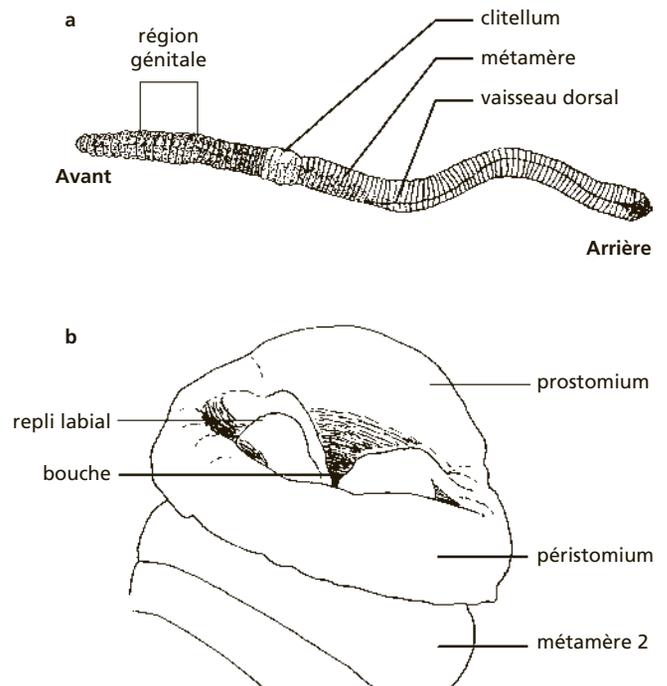
Le corps vermiforme présente une annélation externe à l'origine du nom de l'embranchement. Il est divisé en une région antérieure portant la bouche, formée du prostomium (lobe pré-oral) et du péristomium (premier segment), un tronc composé de segments morphologiquement semblables à l'exception des segments 9 à 15 constituant la région génitale et des segments 32 à 37 développant le clitellum, une région postérieure portant l'anus et correspondant au pygidium (lobe anal). Chaque segment du tronc est caractérisé par la présence de quatre paires de soies. Il porte également deux pores urinaires ventraux.

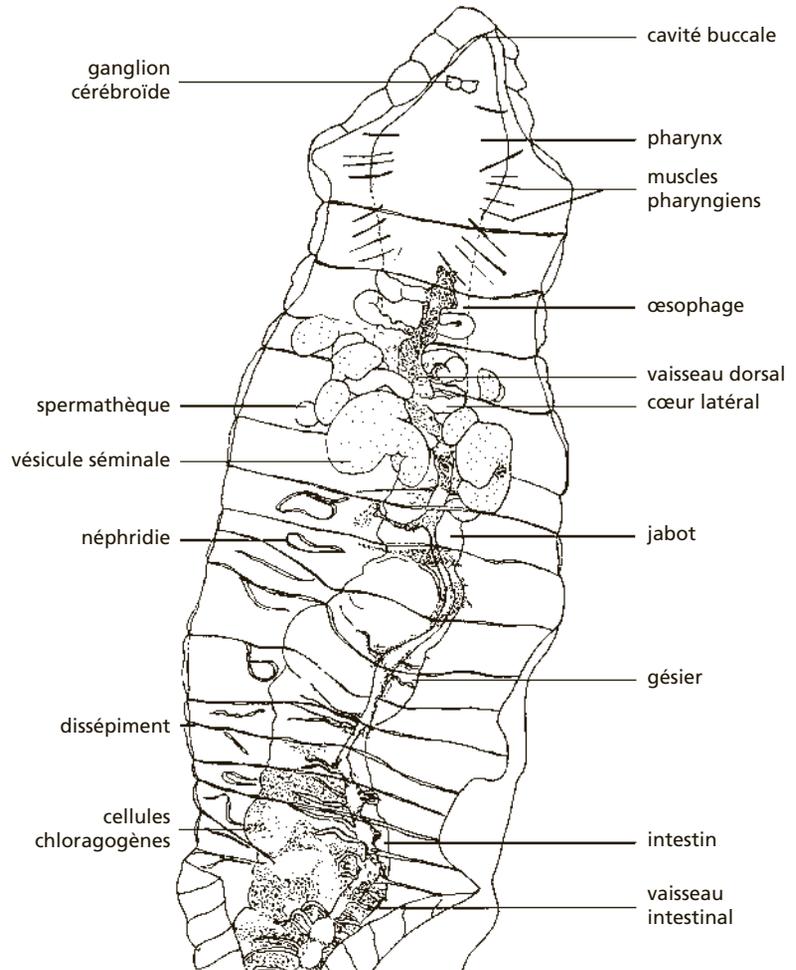
Les Lophotrochozoaires

Les Annélides

L'embranchement des **Annélides** regroupe un ensemble d'animaux de milieux et modes de vie variés : aquatiques et libres (*Nereis*, *Sabelle*, *Arénicole*), dulçaquicoles et parasites (*Sangsues*), terrestres et libres (*Lombric*).

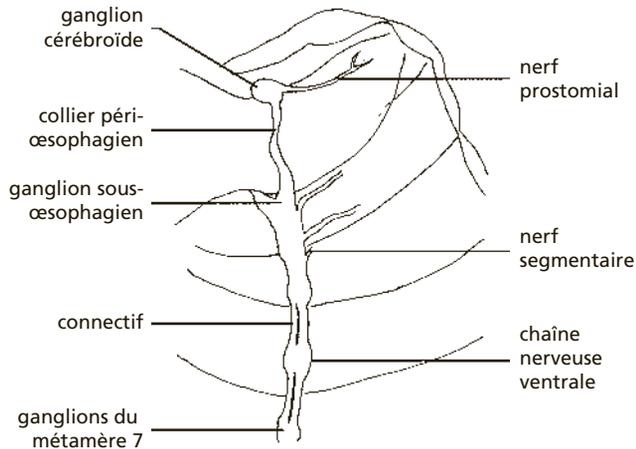
Considérons l'exemple du *Lombric* (figure 3.1, livret couleur, page I) afin de définir leurs principaux caractères.





3.2. Lombric : dissection (vue dorsale), x 6
(livret couleur, page I).

La dissection de la région antérieure de l'animal (*figures 3.2, 3.3*) montre que l'annélation externe se superpose à une segmentation interne de l'organisme : les segments ou métamères, sont séparés les uns des autres par des cloisons, les dissépiments (paroi postérieure du segment antérieur et paroi antérieure du segment postérieur).

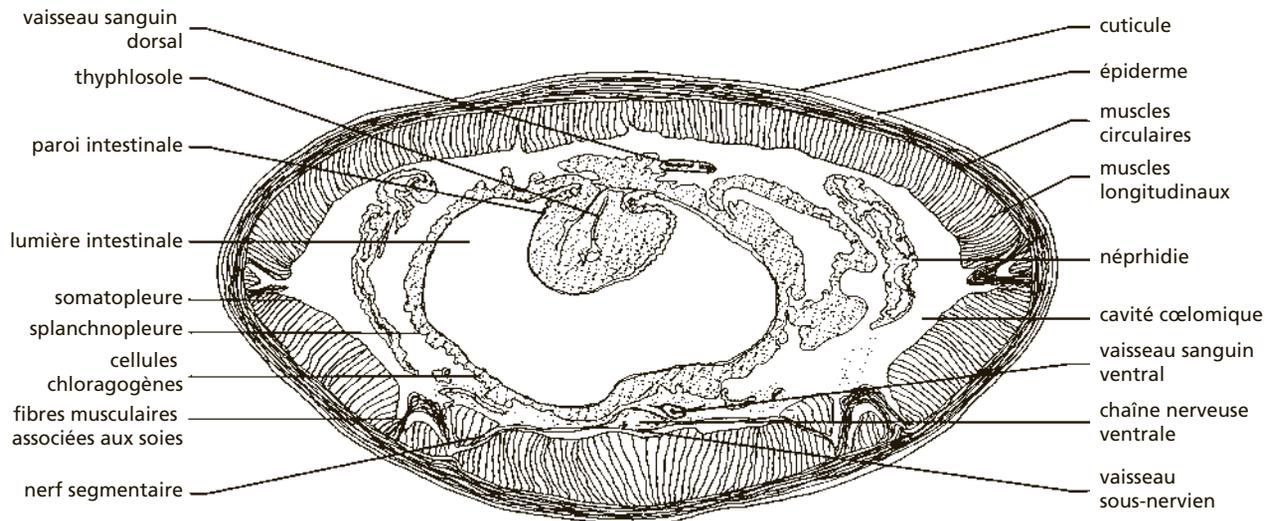


3.3. *Lombric* : système nerveux

(vue dorsale), x 16.

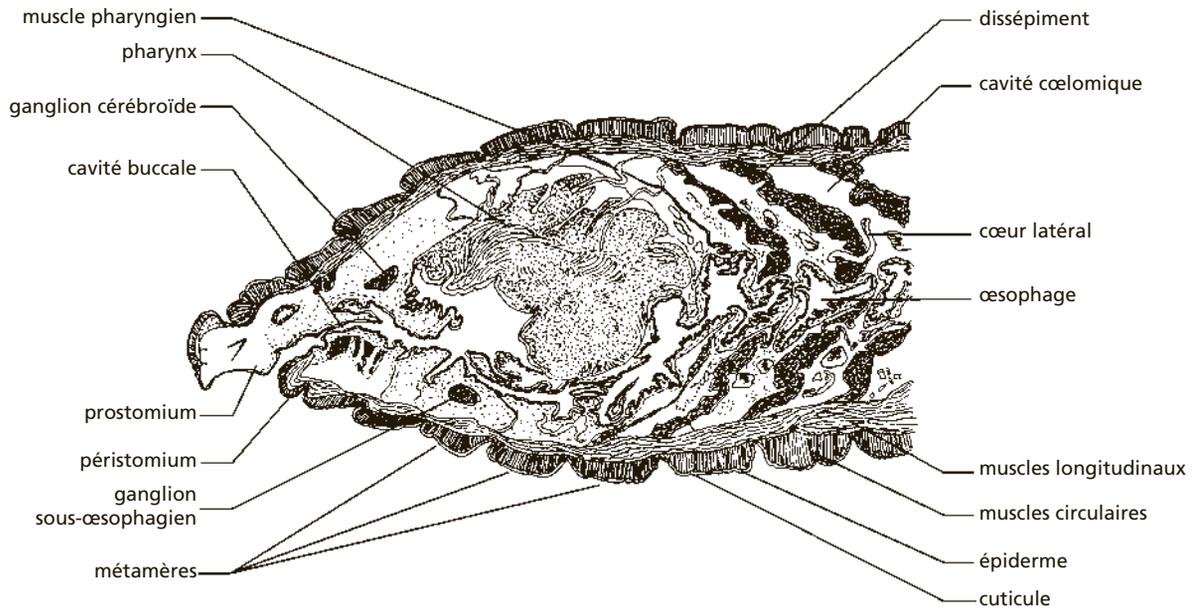
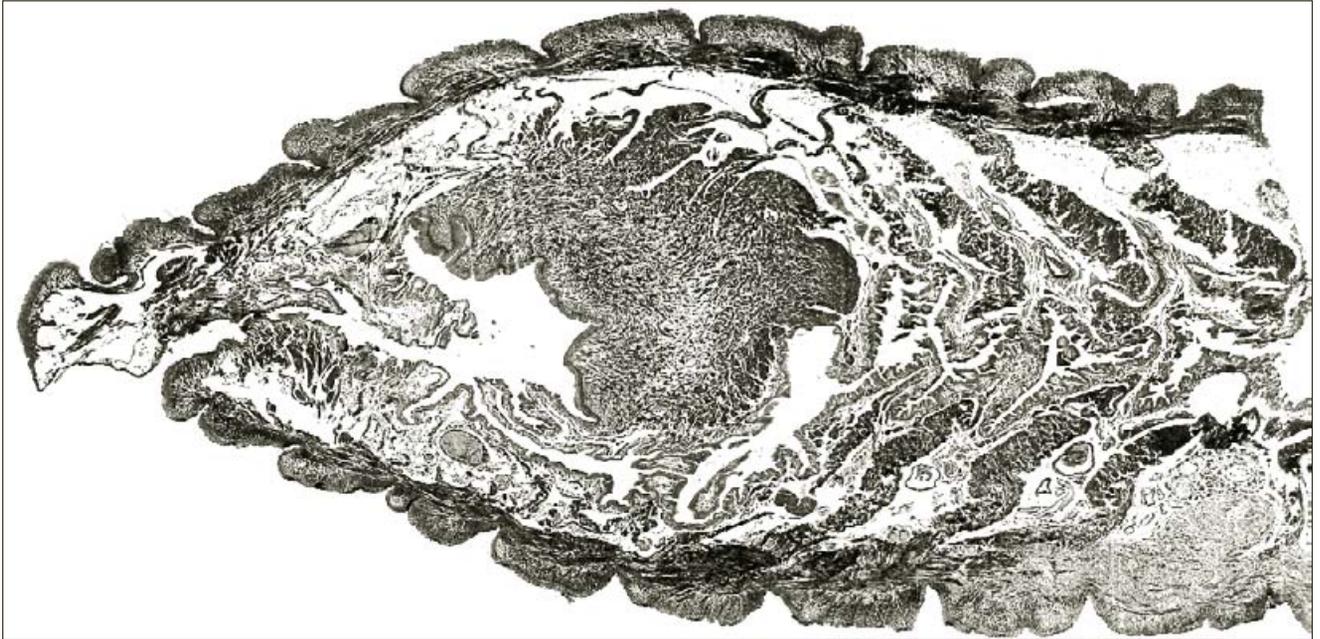
Il est formé d'une paire dorsale et antérieure de ganglions cérébroïdes (cerveau) reliée à une chaîne nerveuse ventrale par l'intermédiaire d'un collier péri-œsophagien. La chaîne nerveuse est une chaîne ganglionnaire métamérisée, caractérisée par la présence d'une paire de ganglions par métamère, des connectifs assurant la liaison des ganglions des métamères successifs. La position ventrale, sous-intestinale, du système nerveux témoigne de l'appartenance des Annélides au groupe des Hyponeuriens.

L'anatomie du *Lombric* est caractérisée par la présence d'organes axiaux, s'étendant sur toute la longueur du corps de l'animal (appareil circulatoire, appareil digestif et chaîne nerveuse), d'organes métamériques pairs se répétant dans chaque segment (néphridies, cavités cœlomiques, ganglions nerveux) et d'organes à localisation stricte comme les structures génitales (testicules et vésicules séminales de l'appareil génital mâle, ovaires, oviductes et spermathèques de l'appareil femelle, l'animal est hermaphrodite). En outre, il apparaît une symétrie bilatérale nette.



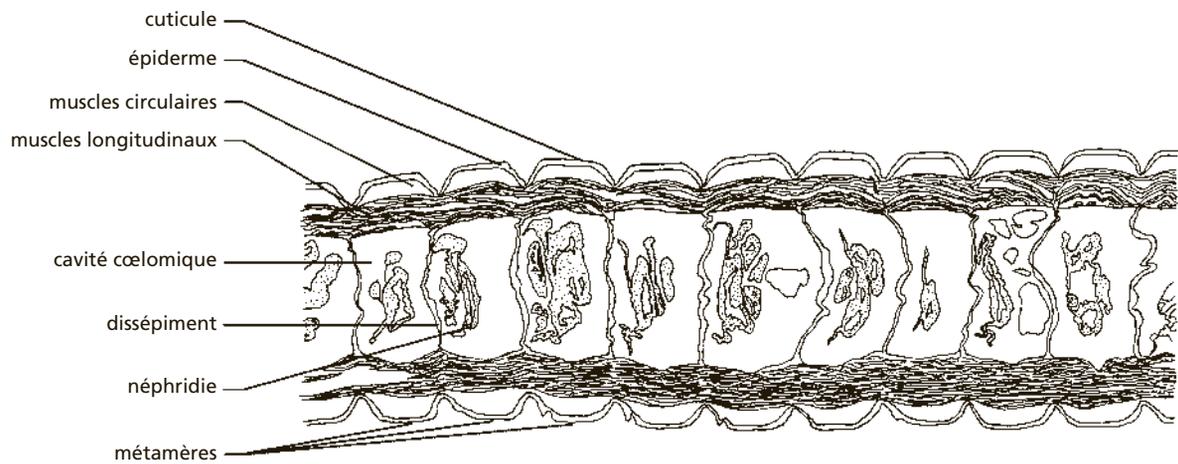
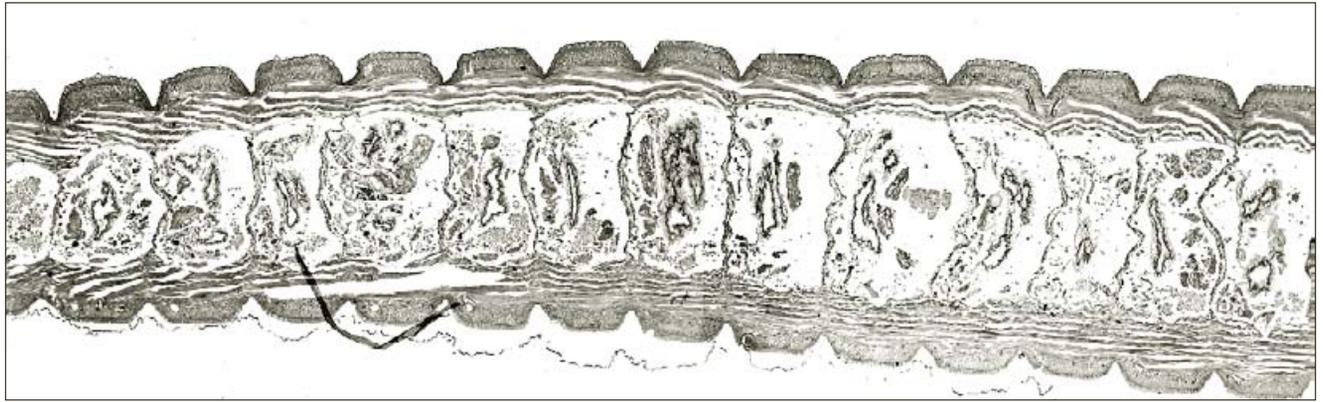
3.4. *Lombric* (coupe transversale), x 21.

La paroi du corps est constituée d'un épiderme simple recouvert d'une fine cuticule anhiste. Juste en dessous se développe la musculature composée de deux tumiques concentriques de fibres musculaires. Chaque métamère est organisé autour d'une vaste cavité coelomique, limitée par les disséiments, la splanchnopleure accolée au tube digestif et la somatopleure située au contact de la paroi du corps. Il comprend une paire de néphridies, organes excréteurs formés d'un pavillon, le néphrostome, ouvert sur la cavité coelomique antérieure et d'un tube, le célo-moducte, débouchant sur l'extérieur par un néphridiopore. L'appareil circulatoire, clos, se compose de deux vaisseaux longitudinaux principaux, le vaisseau dorsal et le vaisseau ventral, associés à des vaisseaux transverses métamérisés. En absence d'appareil respiratoire spécialisé, l'animal réalise ses échanges respiratoires par voie transtégumentaire. L'intestin, rectiligne, possède un repli médio-dorsal, le thyphlosole, associé à de nombreuses cellules chloragogènes à rôle excréteur.



3.5. Lombric : région antérieure (coupe longitudinale), x 18.

Le prostomium, comme le pygidium, ne comporte pas de cavité cœlomique. Ce ne sont pas de véritables métamères.



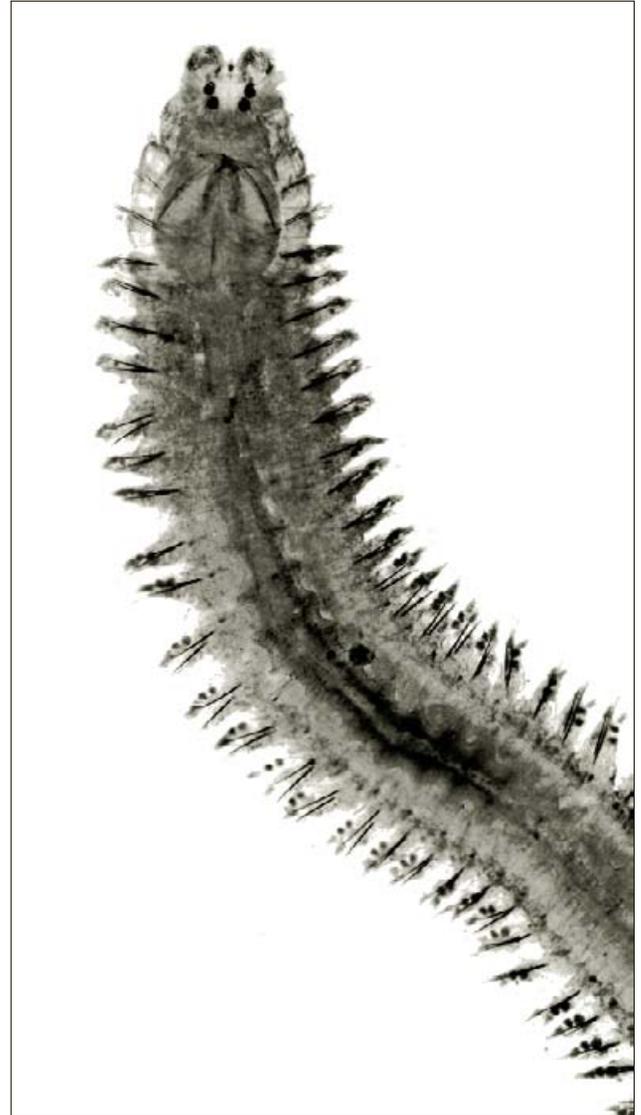
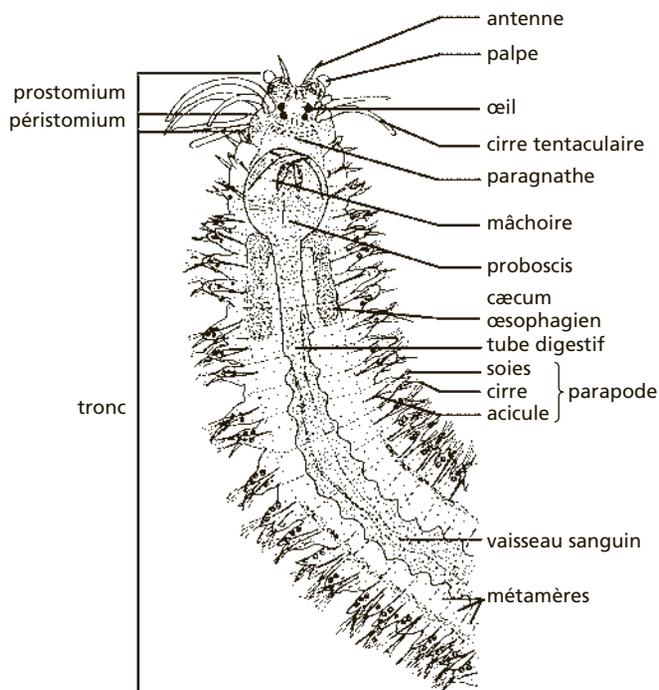
3.6. *Lombric* (coupe longitudinale latérale), x 14 (voir aussi la coupe longitudinale de *Lombric*, [livret couleur, page I](#)).

La disposition relative de la musculature et des cavités cœlomiques permet à l'animal de disposer d'un véritable hydrosquelette, impliqué dans sa locomotion.

Les Annélides sont donc des animaux possédant des **organes bien différenciés**, organisés en **appareils** ou en **systèmes**, constitués par des cellules différenciées (*figures 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6*). Leur plan d'organisation est plus complexe que celui des Spongiaires et des Cnidaires, mais ils ne présentent pas d'appareil respiratoire.

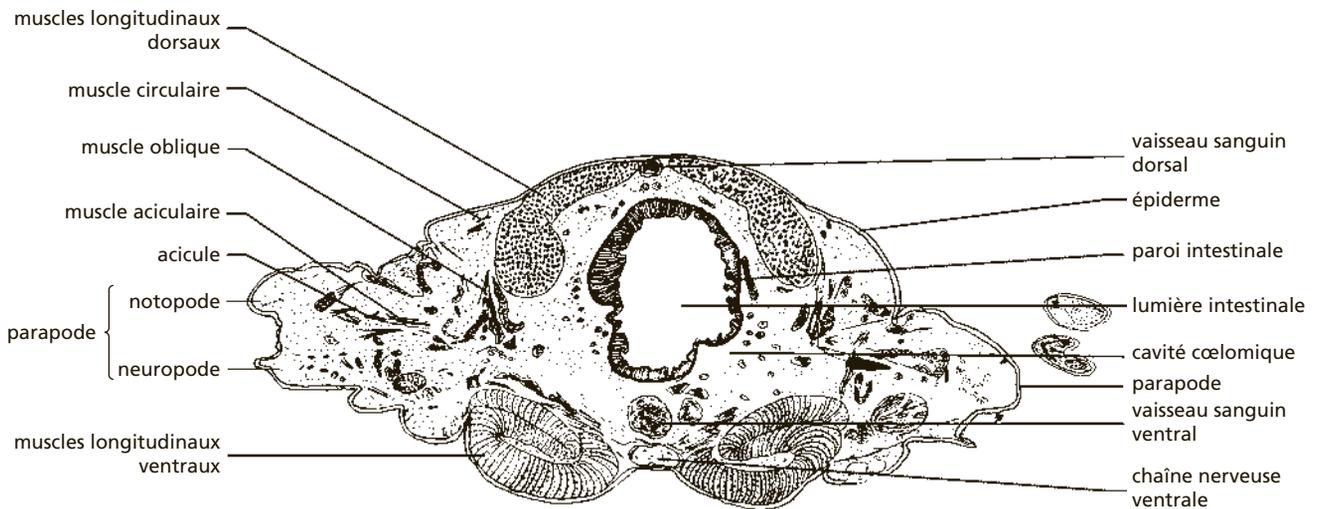
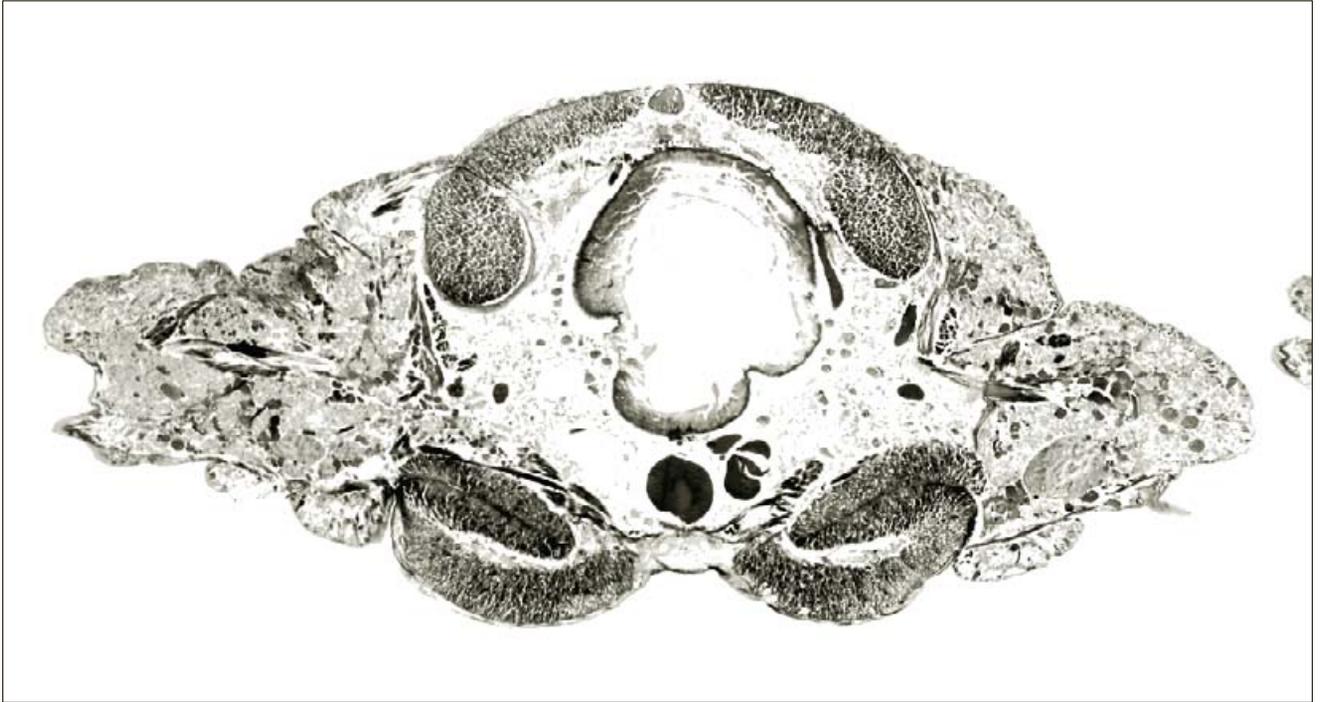
Du fait de l'existence d'un cœlome, les Annélides sont qualifiés de **Cœlomates**. Le cœlome est associé à la **métamérie**, division du corps en métamères, véritables unités structurales et fonctionnelles autour desquelles s'organise la physiologie de l'animal (*figures 3.4, 3.5, 3.6*).

L'embranchement des Annélides, Métazoaires cœlomates métamérisés, compte trois classes. Outre les Oligochètes examinés à travers l'exemple du *Lombric*, les Polychètes (figures 3.7, 3.8) et les Achètes (figures 3.9, 3.10) composent ce groupe. Envisageons leurs spécificités respectives.



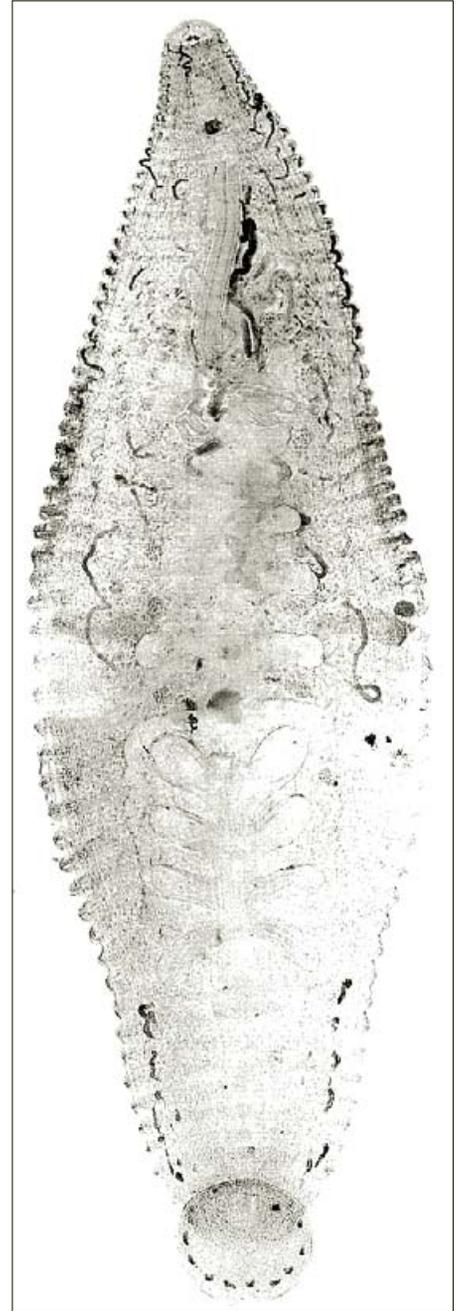
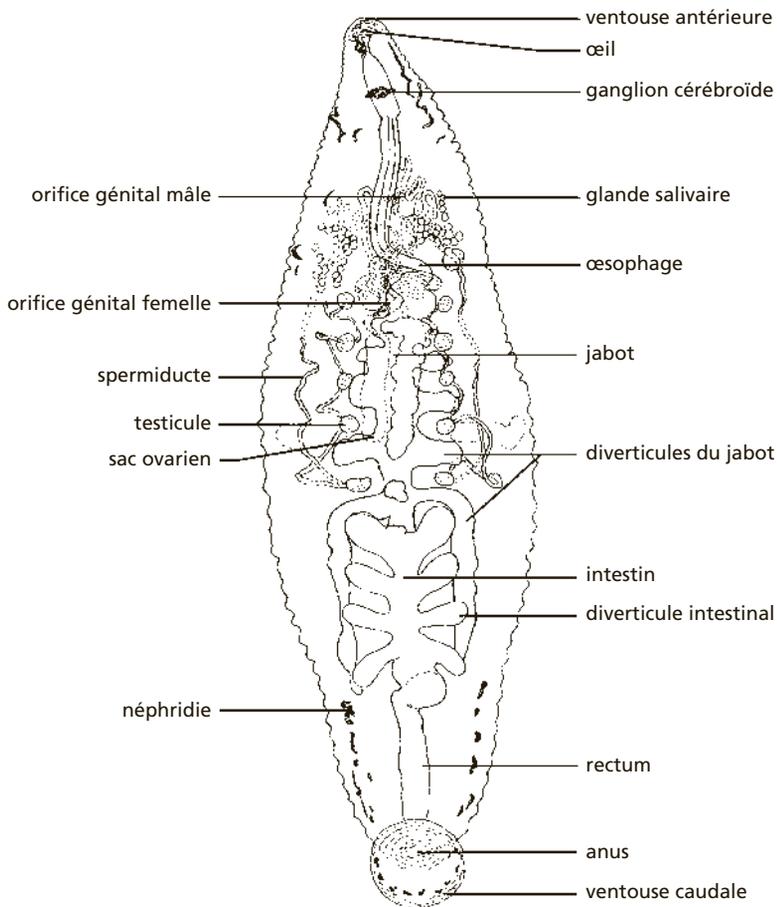
3.7. *Nereis* (montage *in toto*), x 16.

Polychète errante présentant une tête bien développée, portant des structures sensorielles (yeux, palpes, antennes). Chaque segment du tronc est muni d'une paire de parapodes latéraux. Ils se composent d'une rame dorsale ou notopode et d'une rame ventrale ou neuropode et sont munis de cirres et de nombreuses soies. Le tube digestif différencie dans sa partie antérieure une trompe musculuse et dévaginable, le proboscis, sur laquelle sont localisés des paragnathes et des mâchoires.



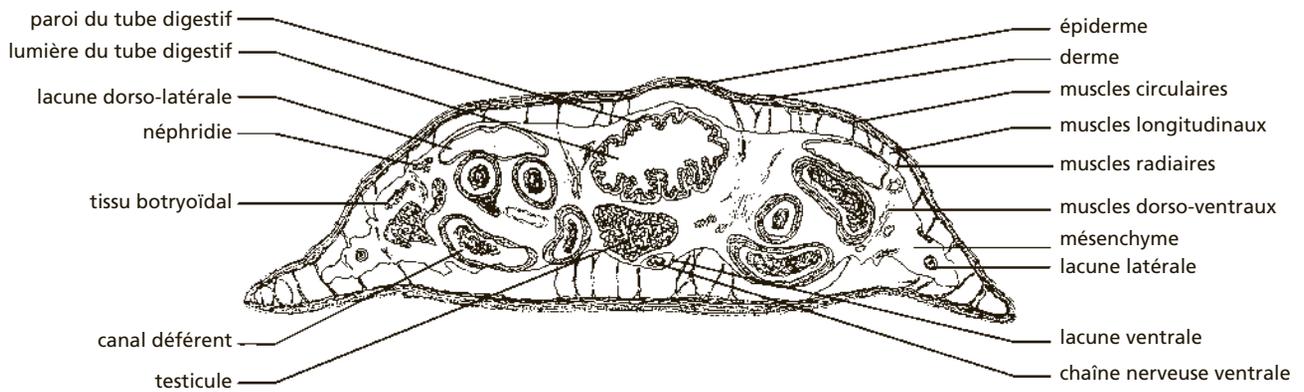
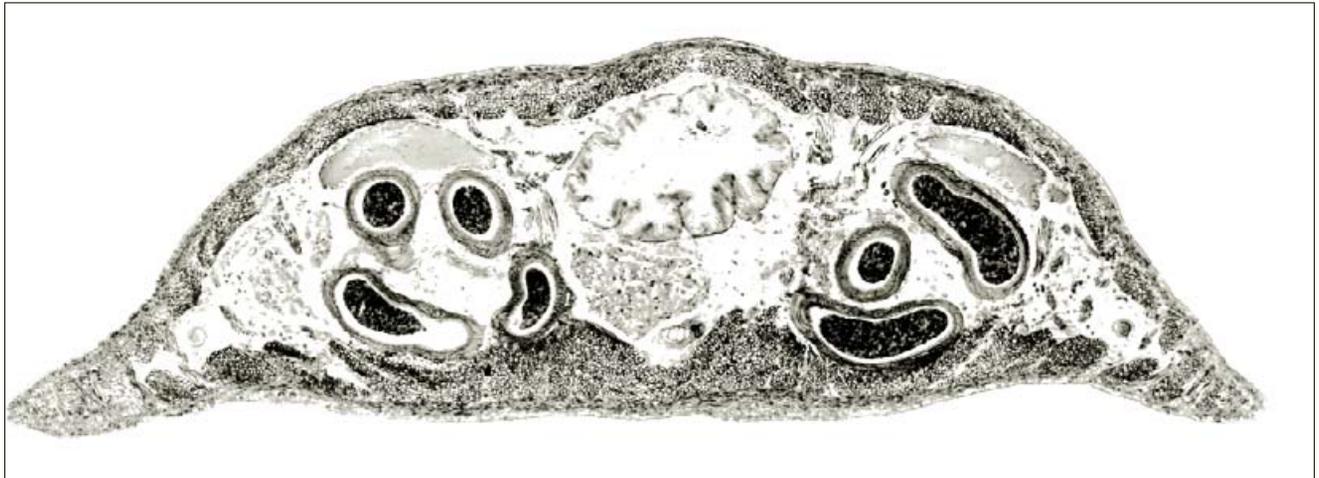
3.8. *Nereis* (coupe transversale), x 26.

L'anatomie des Polychètes est voisine de celle du *Lombric*. Ces animaux partagent une métamérie nette, un appareil circulatoire clos, un tube digestif simple, un appareil excréteur néphridien et un système nerveux composé d'un cerveau et d'une chaîne ganglionnaire ventrale. Toutefois, quelques caractères les distinguent. Ainsi, chez la *Nereis* des muscles obliques sont présents en association avec les muscles circulaires et longitudinaux, les gonades ne sont pas des structures permanentes, les cavités coelomiques sont le plus souvent paires et s'affrontent dorsalement et ventralement au niveau de deux mésentères.



3.9. *Sangsue* (montage *in toto*), x 13.

Achète caractérisée par l'absence de soies et de parapodes. Dans la région antérieure et la région postérieure de l'organisme se différencient des ventouses à mettre en relation avec le mode de vie parasitaire de l'animal. Le corps présente une annélation superficielle qui ne correspond pas à la métamérie : il est formé de trente-trois métamères ainsi que d'un prostomium alors que le nombre d'anneaux externes est bien plus élevé. Le tube digestif est caractérisé par des différenciations buccales et pharyngiennes liées au régime alimentaire hémaphophage, de même que par le développement de cæca latéraux dans lesquels est réalisée la digestion.



3.10. *Sangsue* (coupe transversale), x 28.

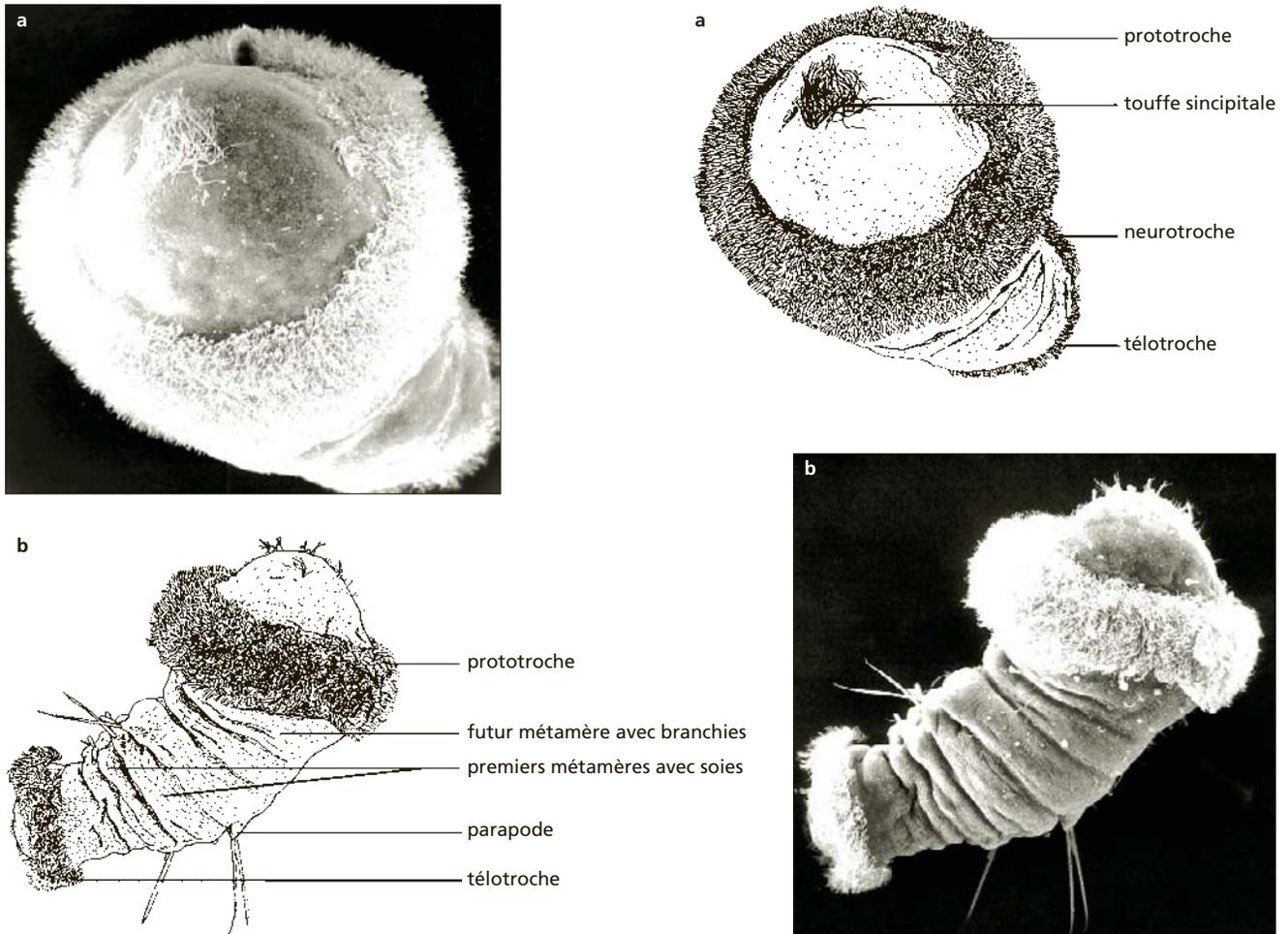
Sous l'épiderme se développe un derme conjonctif reposant sur les muscles circulaires et longitudinaux. Des muscles obliques dorso-ventraux s'ajoutent à ce dispositif. Les cavités coelomiques ne sont pas visibles : au cours du développement, elles se dissocient et sont comblées par la prolifération des cellules de leurs parois, qui donne naissance à un mésenchyme de remplissage. Au sein de celui-ci apparaît le tissu botryoïdal à fonction excrétrice. L'appareil circulatoire se compose d'un système de sinus, vestiges du coelome, et d'un réseau de capillaires très fins. Seuls quelques organes conservent leur disposition répétitive et témoignent de la métamérie initiale. Il s'agit principalement de l'appareil excréteur de type néphridien (mais les néphridies sont aveugles et associées à l'appareil circulatoire) et du système nerveux. L'animal est hermaphrodite.

Les Annélides se reproduisent par voie sexuée, et sont hermaphrodites (Oligochètes, Achètes) ou gonochoriques (Polychètes). Oligochètes et Achètes possèdent un clitellum et sont regroupés au sein de l'ensemble des Clitellates.

La segmentation, première phase du développement embryonnaire, se déroule selon le mode spiral (type spiralia). Lors de la gastrulation qui lui fait suite, trois feuillet se mettent en place : un endoderme interne, un ectoderme externe et un mésoderme intermédiaire. Les Annélides sont en conséquence des organismes **triploblastiques**. L'apparition du troisième feuillet embryonnaire s'accompagne de celle de la **symétrie bilatérale**. Le feuillet mésodermique contribue à la mise en place de diverses structures (musculature, néphridies) mais il est surtout à l'origine des cavités coelomiques.

Après la gastrulation, le blastopore constitue la bouche, d'où l'appartenance de ces animaux à la lignée des **Protostomiens**.

L'éclosion de l'œuf libère, en particulier chez les Polychètes, une larve caractéristique de l'embranchement, la larve trochophore (*figure 3.11*).



3.11. Larves des Annélides (microscope électronique à balayage)

a. Trochophore, x 225 ; b. Métatrochophore, x 210.

[Don de Monsieur le Docteur Bhaud, Laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer.]

Formes larvaires caractéristiques des Annélides, elles sont observées notamment chez les Polychètes. La larve trochophore possède un faisceau apical de flagelles insérés sur une plaque sincipitale, ainsi que plusieurs couronnes et rangées de cils locomoteurs (« troches »). Son système nerveux est constitué d'un ganglion apical, relié à un anneau localisé sous la prototroche. Elle présente en outre un tube digestif recourbé et des protonéphridies excrétrices. Non métamérisée, cette larve est caractérisée par l'existence de deux massifs mésodermiques pleins situés de part et d'autre du tube digestif. Leur croissance est à l'origine de deux bandelettes mésodermiques qui se segmentent et se creusent, formant ainsi les cavités cœlomiques (processus de schizocœlie). L'apparition de la métamérie coïncide avec le passage au stade métatrochophore.

Polychètes et Oligochètes ont, parallèlement, la capacité de se reproduire par voie asexuée et corrélativement sont capables d'une importante régénération.

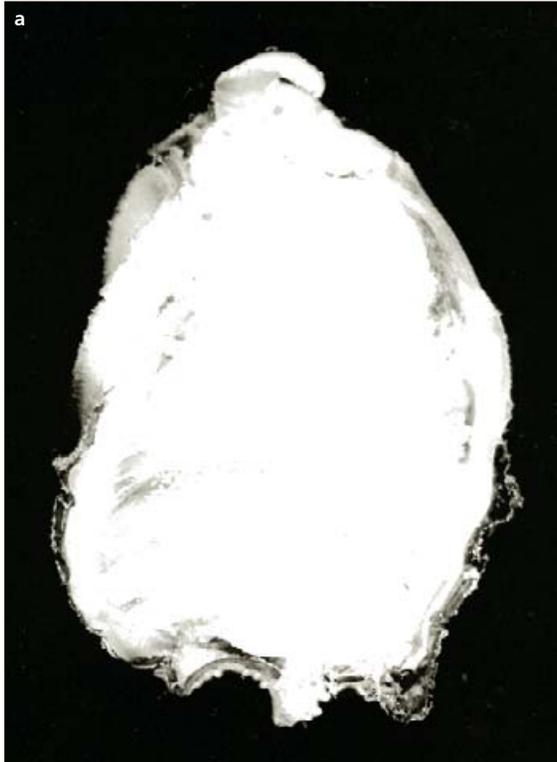
Les Annélides correspondent donc à un embranchement de **Métazoaires triploblastiques cœlomates protostomiens** et **hyoneuriens**. La **métamérie** accompagne la formation du cœlome chez ces animaux. Elle évolue d'un type **homonome** (toutes les régions du corps sont semblables) vers un type **hétéronome** (spécialisation de certaines régions du corps dans la réalisation de fonctions précises) notamment grâce au processus de céphalisation.

En raison de la présence d'une larve trochophore, ils appartiennent au groupe des Eutrochozoaires inclus au sein des **Lophotrochozoaires**, de même que les Mollusques, objets du sous-chapitre suivant.

Les Mollusques

Les **Mollusques** forment un embranchement dont les représentants mènent une vie libre en milieu marin (*Seiche*, *Aplysie*), en eau douce (*Limnée*) ou en milieu terrestre (*Escargot*, *Limace*). Certains d'entre eux présentent cependant un mode de vie fixée (*Moule*) ou parasite (*Parenteroxenos*).

À l'aide des exemples de la *Moule* (figure 3.12, livret couleur, page II), de l'*Escargot* (figure 3.15, livret couleur, page II) et de la *Seiche* (figure 3.19), examinons leurs caractéristiques majeures.

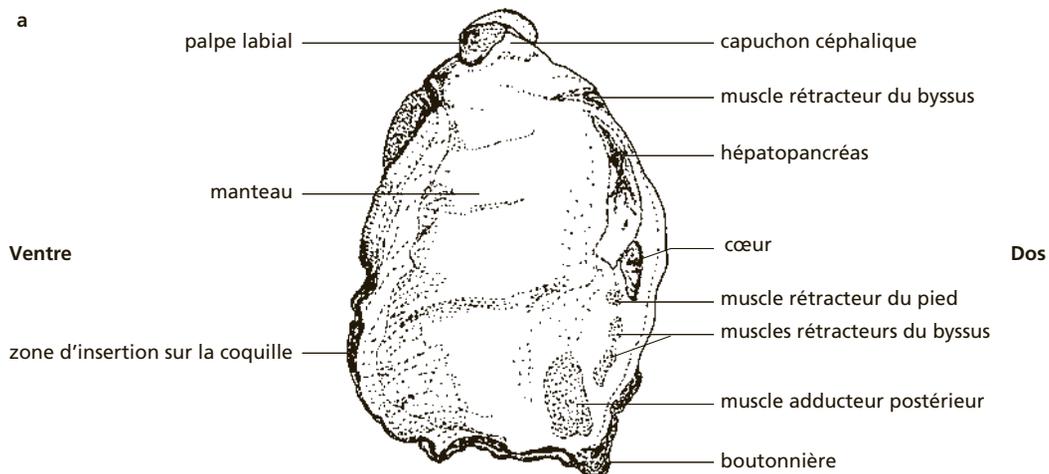


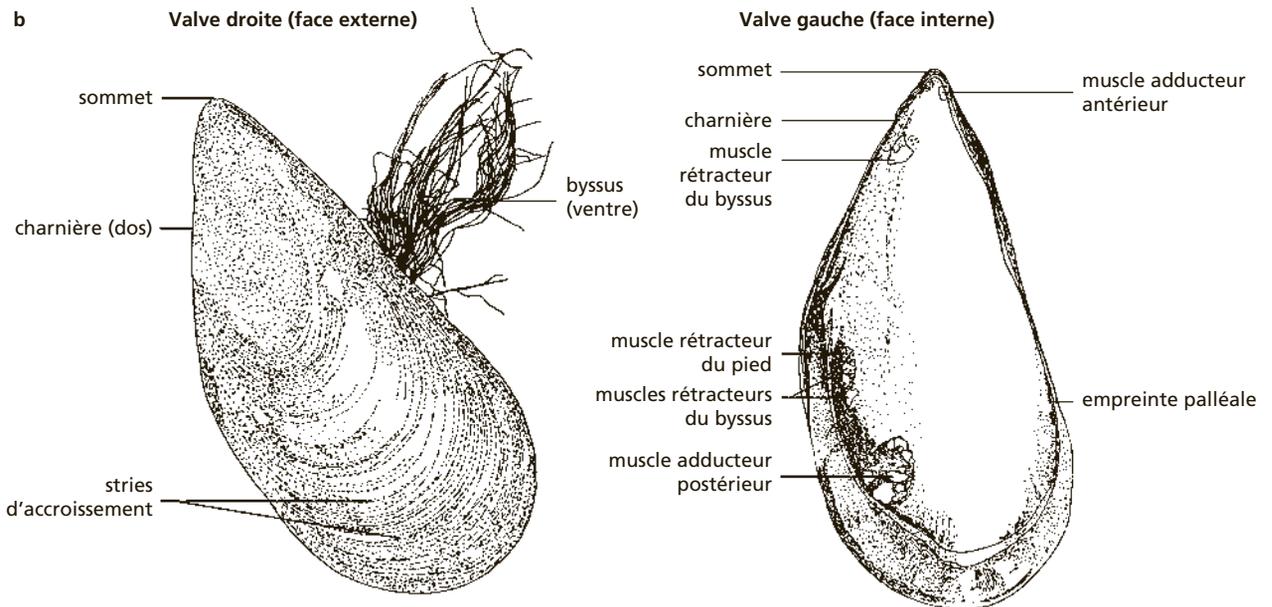
3.12. Moule (vue externe)

a. Animal extrait de la coquille, x 1,4 ;

b. Coquille, x 1,8 ►

Le corps est protégé par une coquille dure formée de deux valves (droite et gauche), présentant des stries d'accroissement et formant un squelette externe. L'animal apparaît enveloppé par deux replis latéraux du tégument, les bords du manteau (pallium). Partiellement soudés, ils délimitent une boutonnière postérieure. Des muscles attachant l'animal à sa coquille sont visibles et par transparence l'hépatopancréas, l'intestin et le cœur peuvent être observés. Le caractère mou du corps est à l'origine du terme Mollusque.



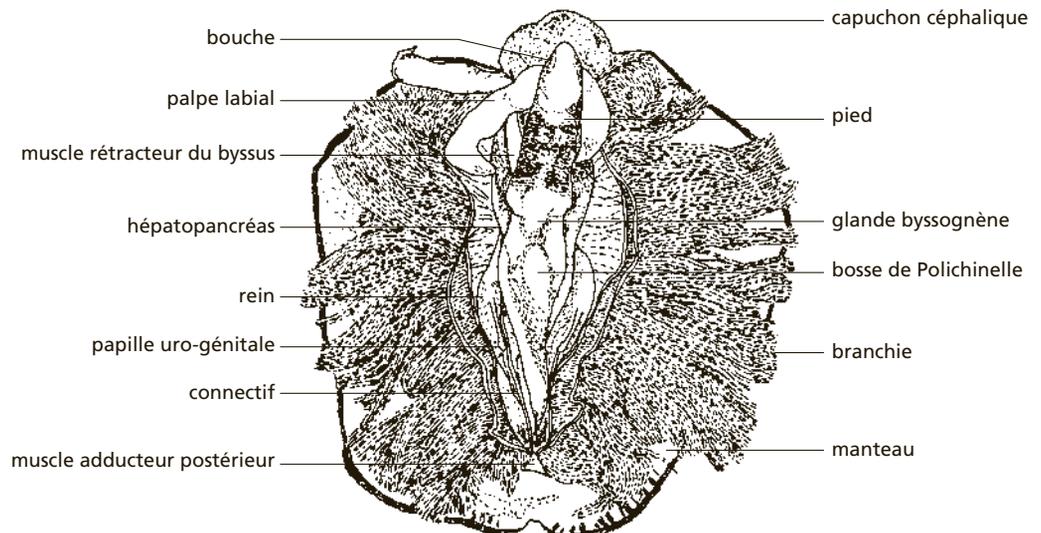




3.13. Moule : dissection

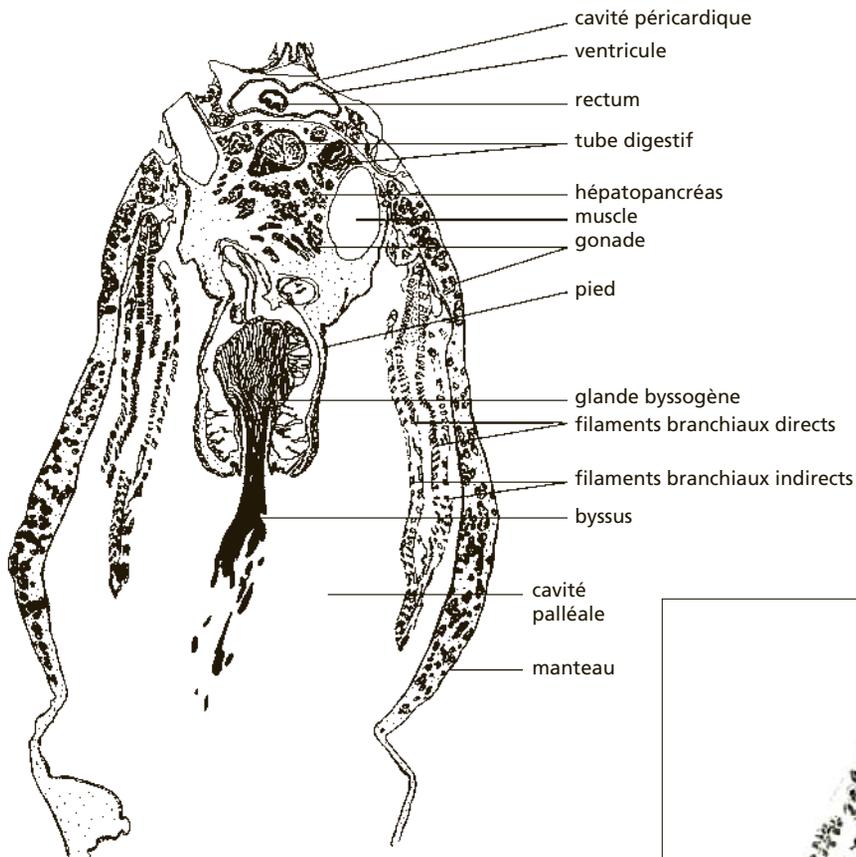
(vue ventrale), x 1,2 (livret couleur, page II).

Le manteau délimite une vaste cavité palléale dans laquelle pendent deux branchies lamellaires formées chacune de deux feuillets repliés sur eux-mêmes. Y débouchent les orifices excréteurs, génitaux et l'anus. Un pied volumineux, musculueux, est inséré dans la région moyenne de l'animal. Des muscles rétracteurs et protracteurs assurent sa mise en mouvement et à sa base, une glande byssogène réalise la sécrétion de filaments (le byssus) grâce auxquels la *Moule* se fixe à son substrat. La bosse de Polichinelle est essentiellement constituée par les gonades, qui peuvent s'étendre et envahir le manteau à maturité. Des gonoductes acheminent les produits génitaux vers la cavité palléale. Les quatre palpes labiaux entourant la bouche sont également visibles, ainsi que l'hépatopancréas, structure digestive, et les reins ou organes de Bojanus. Le système nerveux est représenté par trois paires de ganglions : les ganglions cérébroïdes antérieurs, les ganglions pédieux au niveau du pied et les ganglions viscéraux postérieurs. Les deux ganglions cérébroïdes d'une part et les deux ganglions viscéraux d'autre part sont réunis par des commissures, alors que des connectifs relient entre eux les ganglions cérébroïdes et les ganglions pédieux, les ganglions cérébroïdes et les ganglions viscéraux.



La *Moule* présente typiquement une symétrie bilatérale et des caractères de Métazoaire triploblastique cœlomate, bien que le cœlome ne soit représenté que sous forme de petites cavités. En revanche, elle n'est **pas métamérisée**, ce qui la distingue nettement des Annélides étudiés plus haut.

Son organisation générale illustre plusieurs particularités des Mollusques (figures 3.13, 3.14) : existence d'un **manteau** délimitant une cavité palléale dans laquelle sont localisées les branchies et où débouchent les orifices urinaires, génitaux ainsi que l'anus, présence d'une **coquille** élaborée par le manteau et jouant le rôle de squelette externe, développement d'un **pied** musculueux et regroupement de la plupart des organes au sein d'une **masse viscérale**.



3.14. Moule

(coupe transversale), x 7.

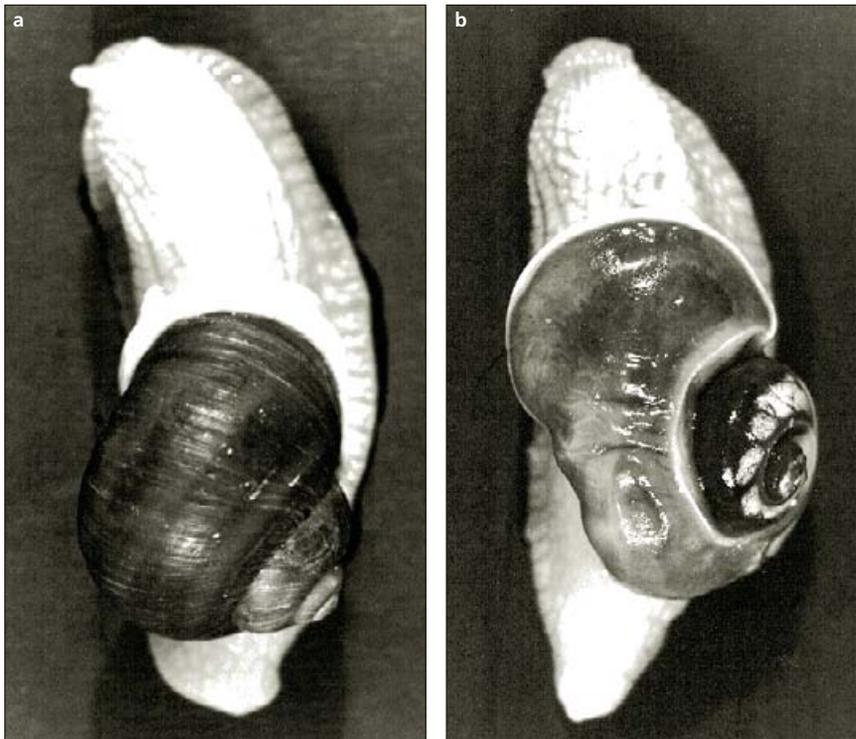
L'appareil circulatoire, de type ouvert, est constitué d'un cœur dorsal comprenant deux oreillettes et un ventricule, et enveloppé dans un péricarde. Il propulse l'hémolymphe dans deux artères (aortes antérieure et postérieure). Après avoir irrigué les organes, celle-ci est récupérée par un système de sinus dépourvus de parois propres, est filtrée par les reins puis regagne le cœur.

L'appareil digestif comporte un œsophage court, un estomac globuleux, un intestin circonvolé et un rectum rectiligne qui traverse le ventricule cardiaque. L'ensemble est complété par un cæcum gastrique contenant un stylet cristallin qui joue un rôle chimique et mécanique dans la digestion, et un volumineux hépatopancréas (structure digestive) relié à l'estomac par des canalicules. Les cavités génitale, rénale et péricardique sont considérées comme des dérivés du cœlome.



Toutefois, certains aspects de sa morphologie et de son anatomie sont à mettre en relation avec son mode de vie et son appartenance à la classe des Lamellibranches ou Bivalves. Il s'agit de la forme de sa coquille composée de deux valves, de l'absence de structures céphaliques, de l'organisation de ses branchies en lamelles ainsi que de la configuration de son système nerveux.

L'*Escargot*, autre exemple de Mollusque, est un animal terrestre et mobile (figures 3.15, 3.16, 3.17, 3.18).

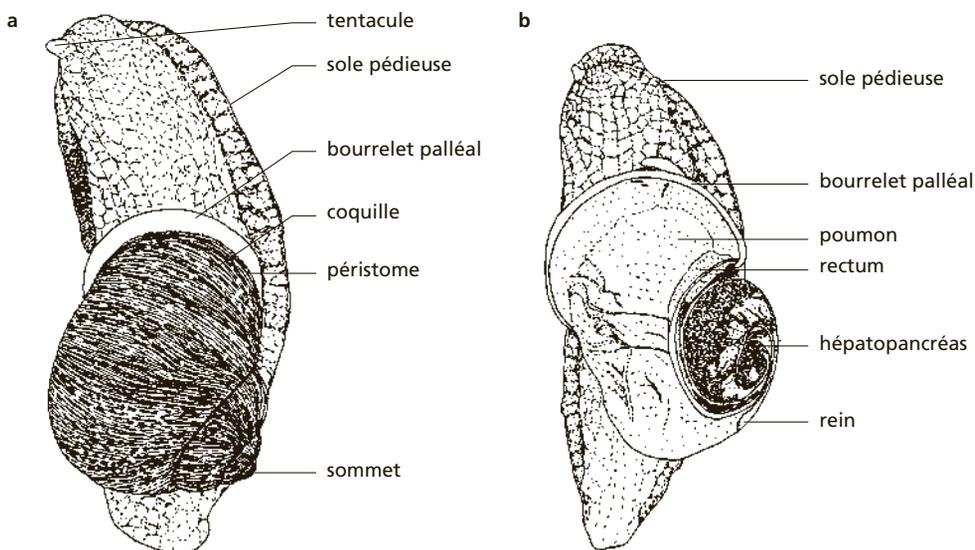


3.15. *Escargot* (vue externe)

a. Animal dans sa coquille, x 2,7 ;

b. Animal extrait de sa coquille, x 2,6.

Il possède une coquille enroulée en hélice autour d'un axe, la columelle, et ouverte par un péristome. Le corps sorti de sa coquille apparaît constitué de trois régions : une tête portant la bouche ventrale, deux paires de tentacules dorsaux et l'orifice génital sur son côté droit, un pied musculueux, organisé en sole de reptation et une masse viscérale enroulée en hélice. Le premier tour de spire de celle-ci correspond au poumon. Par transparence, le cœur, le rein, le rectum et l'hépatopancréas sont visibles.



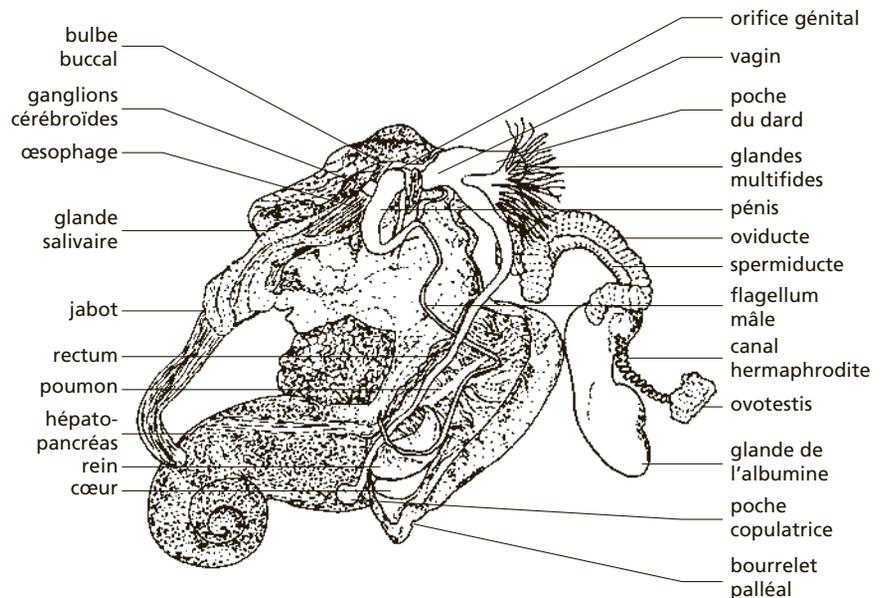
3.16. Escargot : dissection

(vue dorsale), x 2,3 (livret couleur, page II).
L'appareil respiratoire est représenté par un poumon richement vascularisé et ouvert sur l'extérieur par un pneumostome.

L'appareil digestif est formé successivement d'un bulbe buccal renfermant une radula, sorte de râpe et une mâchoire, d'un œsophage se renflant en arrière pour former un jabot volumineux. Lui font suite un estomac et un intestin enrobés dans l'hépatopancréas puis un rectum aboutissant à l'anus, sur la droite de l'animal.

L'appareil circulatoire est ouvert et comporte un cœur formé d'une oreillette et d'un ventricule, logé dans un péricarde. Il assure la propulsion de l'hémolymphe dans l'artère aorte et les vaisseaux qui en sont issus. Le liquide circulant irrigue les divers organes puis est déversé dans un système de sinus et retourne au cœur par des veines après avoir subi une hématose au niveau du poumon. Le rein ou organe de Bojanus, situé à proximité du cœur dont il est cependant indépendant, assure l'excrétion. Il est drainé par un canal rénal courant parallèlement au rectum et débouchant à l'extérieur à droite de l'anus.

L'appareil génital est complexe : il comporte une portion hermaphrodite (ovotestis, gonade logée près de l'apex du tortillon, canal hermaphrodite) débouchant sur un carrefour où s'ouvre la glande de l'albumine et d'où partent un spermiducte et un oviducte incomplètement séparés, une portion femelle (partie terminale de l'oviducte différenciée en vagin, glandes multifides, réceptacle séminal) qui communique avec la poche du dard et une portion mâle (extrémité du spermiducte, vésicule séminale ou flagellum mâle, pénis rétracté dans une gaine au repos). Vagin et pénis s'ouvrent dans un vestibule génital commun muni d'un seul orifice. La reproduction fait intervenir un accouplement au cours duquel sont échangés les spermatozoïdes, assurant une fécondation croisée.



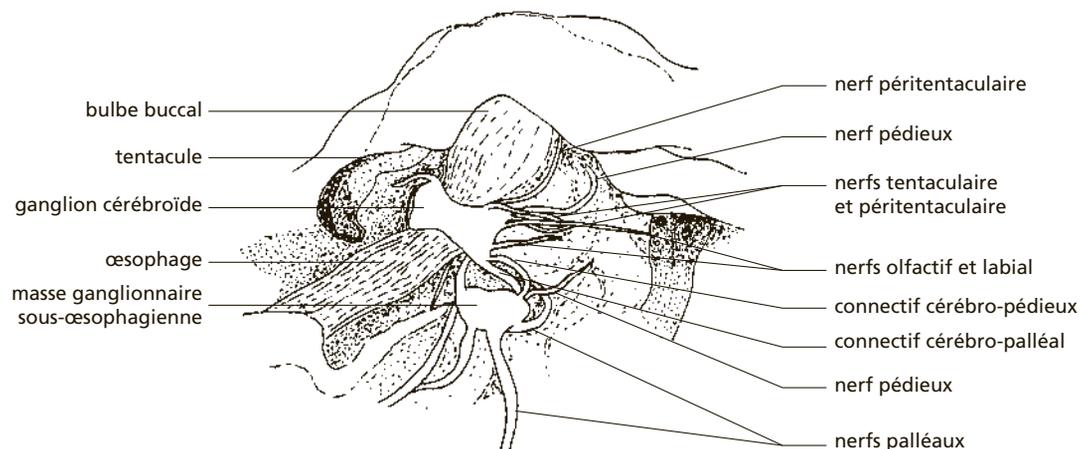
La localisation du jabot au niveau du pied est à l'origine du terme de Gastéropode utilisé pour désigner la classe dont fait partie l'*Escargot*.

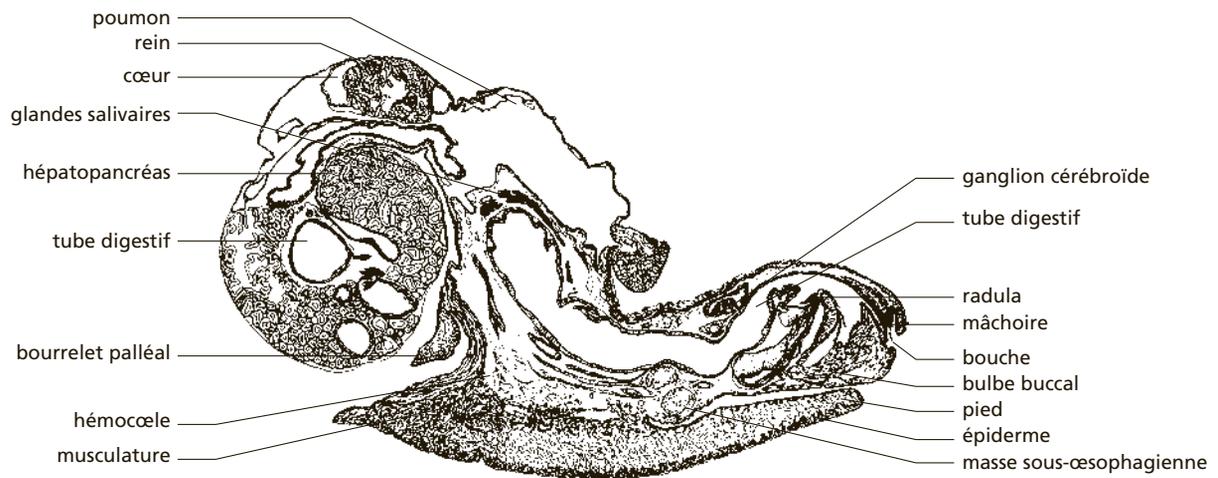
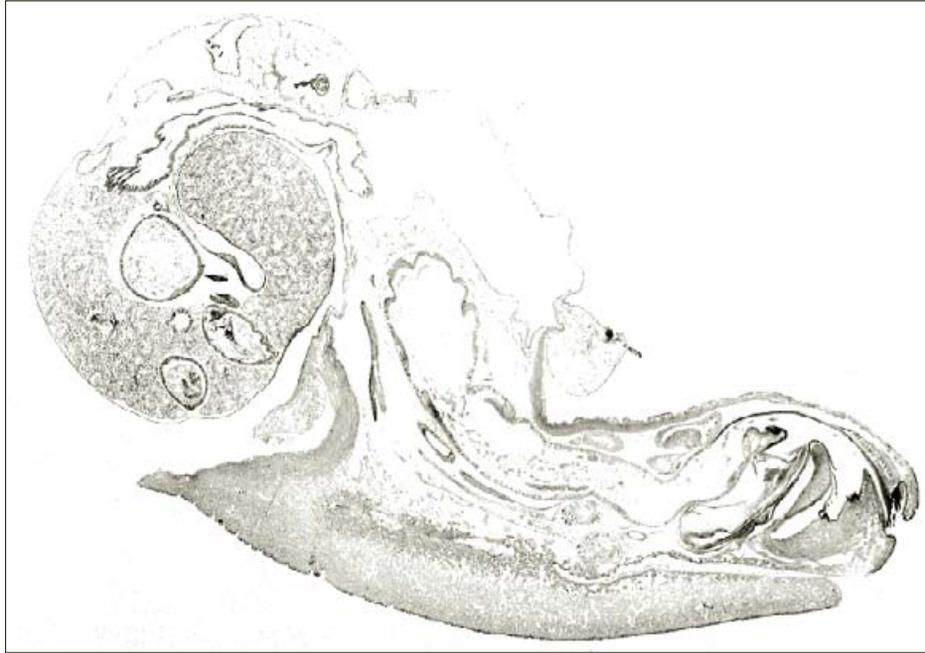


3.17. Escargot : dissection du système nerveux

(vue dorsale), x 6.

Le système nerveux est organisé en un anneau nerveux complexe situé autour de l'œsophage. Il est constitué d'une masse ganglionnaire dorsale formée de deux ganglions cérébroïdes unis par une commissure cérébroïde et une masse ganglionnaire sous-œsophagienne ventrale comportant deux ganglions palléaux latéraux, deux ganglions pédieux ventraux, deux ganglions pariétaux et un ganglion viscéral. Ces différents ganglions sont reliés par des connectifs (connectifs cérébro-pédieux, cérébro-palléaux et palléo-pédieux) et l'ensemble forme, de chaque côté du tube digestif, un triangle caractéristique bien que la forte condensation du système nerveux le rende délicat à observer. De chaque ganglion partent de multiples nerfs innervant les divers organes de l'animal.



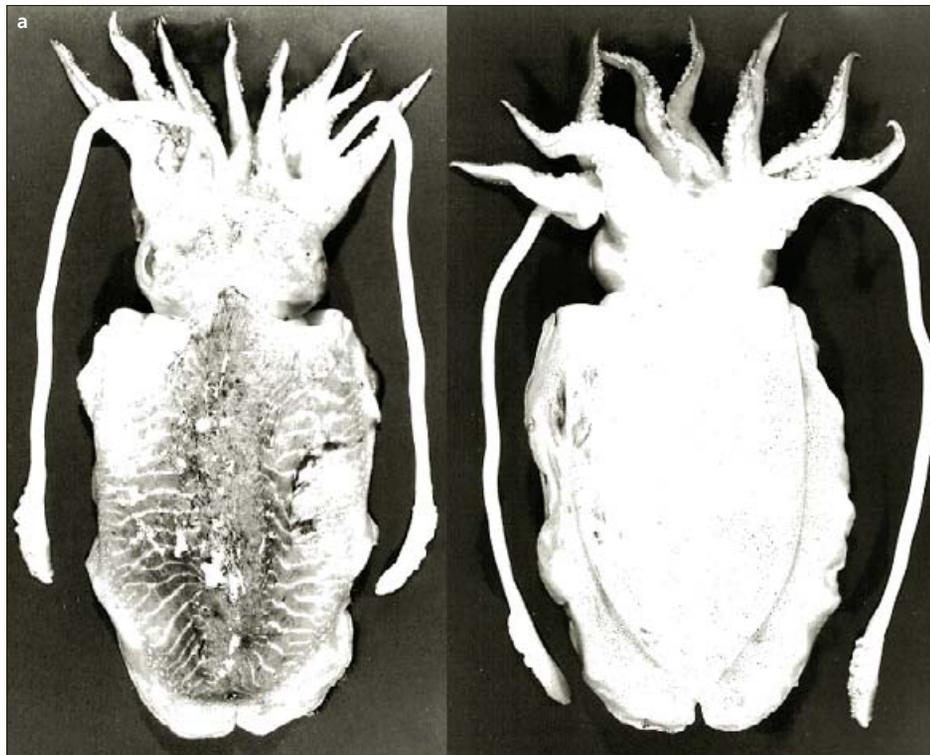


3.18. *Escargot* (coupe longitudinale), x 5.

L'*Escargot*, comme la *Moule*, présente des caractères de Métazoaire triploblastique cœlomate mais est dépourvu de métamérie. Il partage avec elle le plan d'organisation caractéristique des Mollusques : corps protégé par une coquille élaborée par un manteau, existence d'une masse viscérale, possession d'un pied. Il est, de plus, muni d'une **tête** portant la bouche, la **radula** et les organes sensoriels.

En relation avec son appartenance à la classe des Gastéropodes, il est en outre caractérisé par une organisation asymétrique. Celle-ci est due à trois phénomènes survenant au cours du développement : la flexion endogastrique qui recourbe le tube digestif en U, la torsion (rotation à 180° vers la droite) et la spiralisation de la masse viscérale. En conséquence, la symétrie bilatérale est perdue. Par ailleurs, l'*Escargot* possède des adaptations au mode de vie terrestre comme la perte des branchies, remplacées par un poumon.

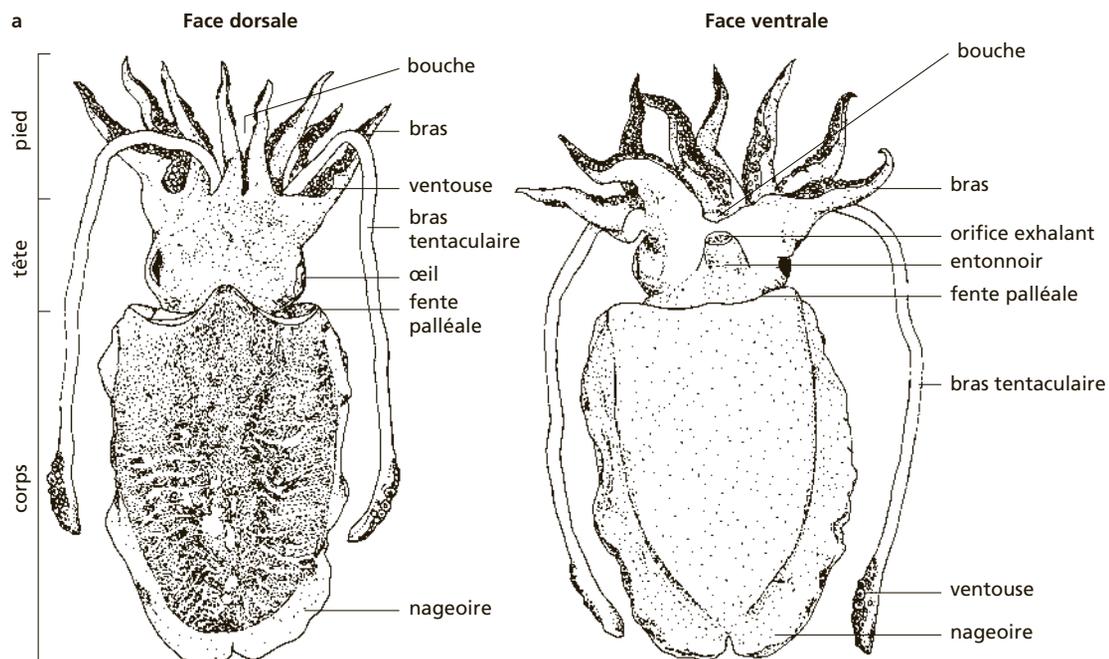
La *Seiche* constitue un troisième exemple de Mollusque, marin et menant une vie très active (figures 3.19, 3.20, 3.21, 3.22).

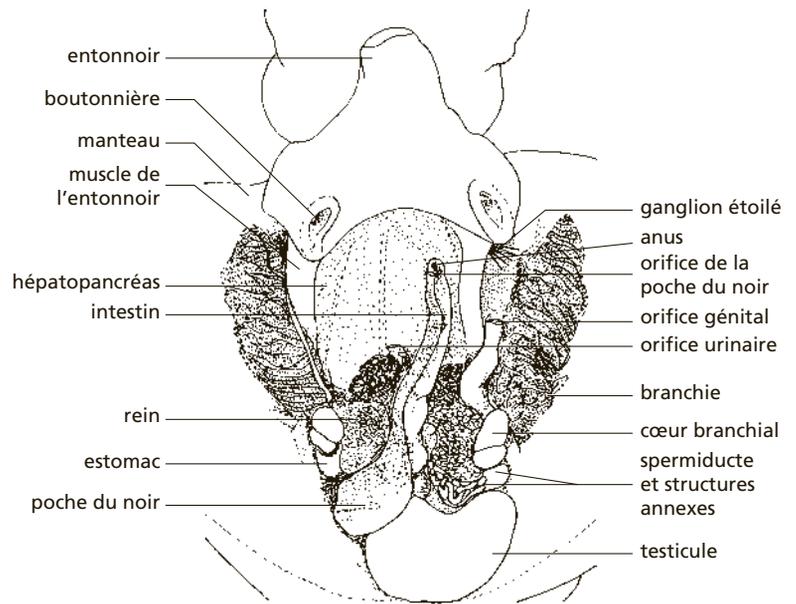
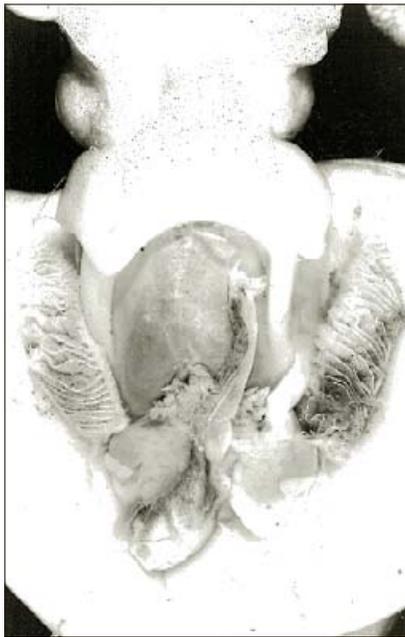
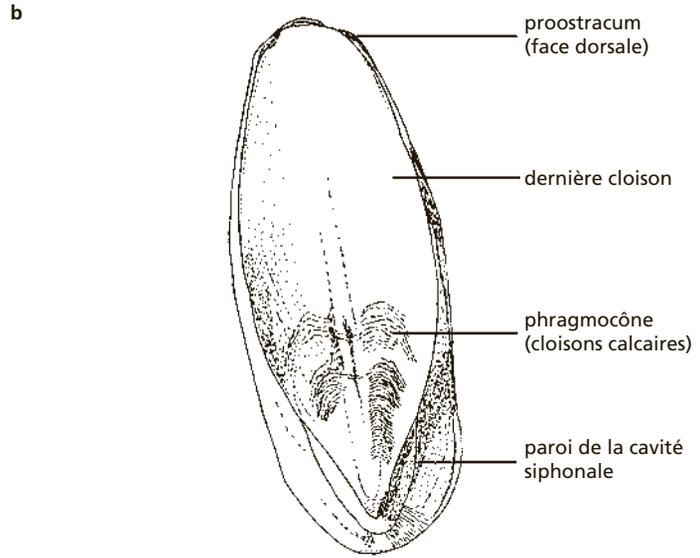
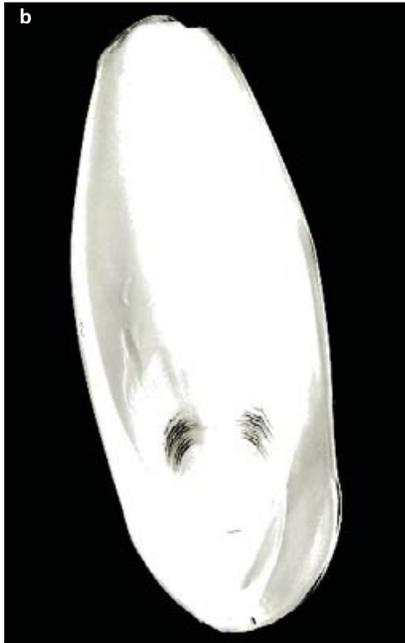


3.19. *Seiche* (vue externe)

- a. Vues dorsale et ventrale, x 0,4 ;
b. Os (vue ventrale), x 0,7. ►

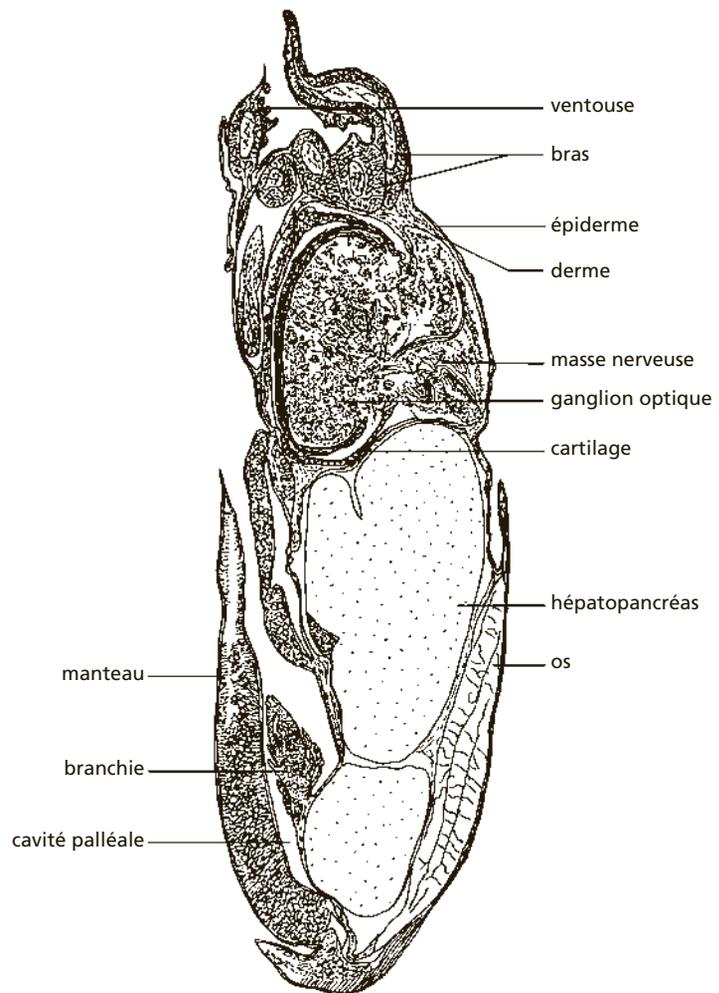
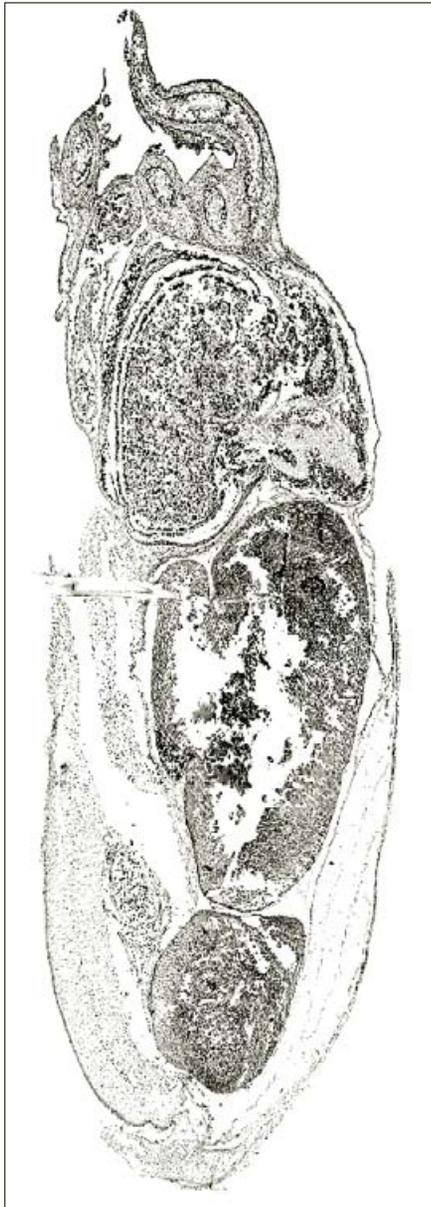
Le corps, aplati dorso-ventralement, est formé de deux parties. La tête porte deux yeux latéraux et la bouche ; cette dernière est entourée de dix bras (huit bras courts munis de ventouses et deux bras tentaculaires, rétractiles, présentant des ventouses à leur extrémité seulement). Les bras correspondent au pied des autres Mollusques, profondément modifiés. Sa localisation est à l'origine du nom de la classe dont la *Seiche* est un représentant, la classe des Céphalopodes. Le corps est entièrement recouvert par le manteau et présente une nageoire continue. Il renferme la masse viscérale. Aucune coquille externe n'est visible, cette formation est présente sous forme d'un os internalisé secondairement sous un repli dorsal du tégument. L'ouverture de la cavité palléale est située ventralement, en arrière d'un entonnoir (annexe du pied).





3.20. Seiche : dissection (vue ventrale), x 0,4.

La cavité palléale contient l'appareil respiratoire formé de deux branchies pectinées. Les orifices urinaires, génital, l'anus ainsi que le canal de la poche du noir s'y ouvrent. L'appareil circulatoire est clos : il est formé d'un cœur (deux oreillettes et un ventricule) enveloppé d'un péricarde, d'où partent trois artères qui assurent l'irrigation des organes. Un ensemble de veines draine le sang et l'achemine vers des cœurs branchiaux. Hématosé au niveau des branchies, il est ramené aux oreillettes par les veines branchiales efférentes. L'appareil digestif débute par la bouche qui s'ouvre sur un bulbe buccal muni d'une radula et de deux mâchoires cornées (« bec de perroquet »), dans lequel deux paires de glandes salivaires se déversent. Lui font suite un long œsophage, un estomac broyeur en relation avec un cæcum spiral puis un intestin, terminé par le rectum. Le tube digestif est recourbé en U et de ce fait l'anus est proche de la tête. Un hépatopancréas bilobé est également présent. Deux reins (corps fongiformes) assurent l'excrétion. L'appareil génital est situé dans la partie postérieure de l'animal. Chez le mâle, il est formé d'un testicule contenu dans une cavité d'origine cœlomique et débouchant sur un spermiducte associé à de nombreuses structures annexes (vésicules séminales, glande accessoire). Chez la femelle, il se compose d'un ovaire unique, également logé dans une cavité d'origine cœlomique, et d'un oviducte gauche, unique. S'y ajoutent une glande de l'albumine ainsi que deux paires de glandes nidamentaires.



3.21. Seiche

(coupe longitudinale), x 17.

La *Seiche* se présente comme un Métazoaire triploblastique cœlomate, non métamérisé mais à symétrie bilatérale.

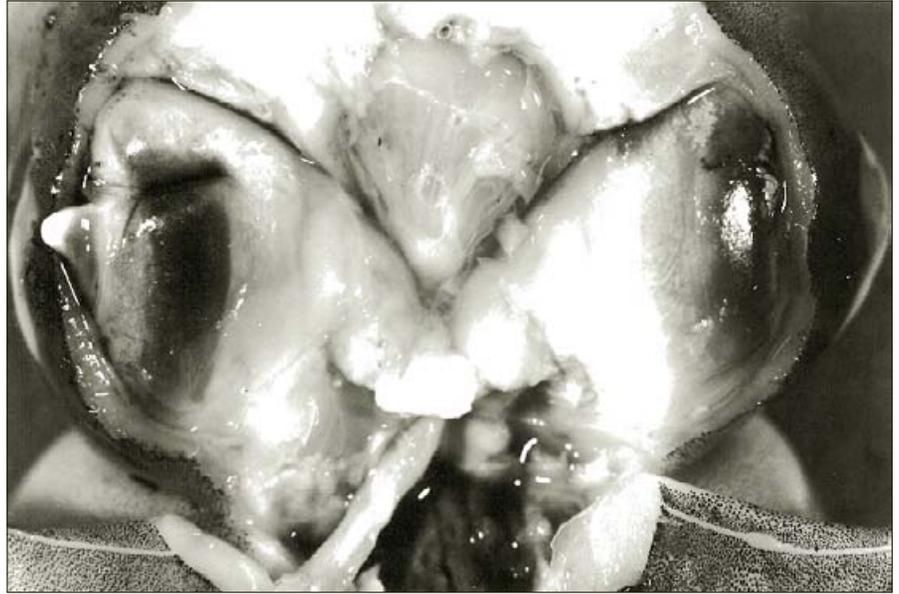
Plusieurs particularités de son organisation sont à mettre en relation avec son mode de vie :

- la poche du noir, annexe du rectum, lui permet d'expulser un jet d'encre qui constitue un camouflage efficace ;
- l'entonnoir est un dispositif assurant sa propulsion lorsque les muscles du manteau se contractent et chassent l'eau de la cavité palléale ;
- les organes des sens bien développés favorisent le repérage des proies qui peuvent être capturées grâce aux tentacules préhensiles et broyées par les mâchoires en « bec de perroquet ».

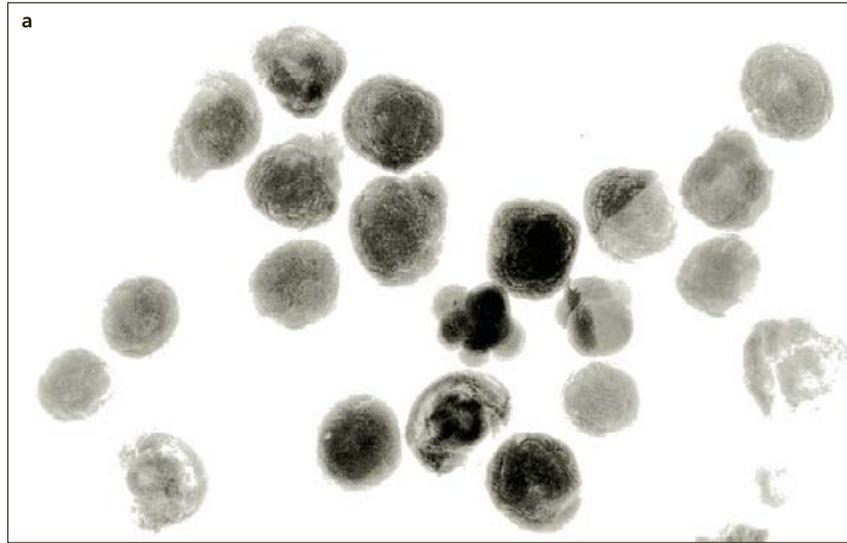
3.22. Seiche : dissection du système nerveux

(vue dorsale), x 1,7.

Très concentré vers l'avant, le système nerveux de la *Seiche* est situé autour de l'œsophage et est protégé par une capsule cartilagineuse. Il est formé d'une masse sus-œsophagienne composée des ganglions cérébroïdes et d'une masse sous-œsophagienne résultant de la fusion de deux ganglions pédieux, deux ganglions palléaux et deux ganglions viscéraux. Des renflements ganglionnaires se développent parallèlement sur le trajet des nerfs. Ce sont par exemple les ganglions optiques sur les nerfs optiques reliés aux ganglions cérébroïdes, les ganglions étoilés sur les nerfs palléaux associés aux ganglions palléaux. Des organes des sens très perfectionnés sont associés au système nerveux. La *Seiche* possède en particulier des yeux performants, des organes olfactifs situés en arrière et des statocystes à la base des ganglions pédieux.



L'étude comparée de la *Moule*, de l'*Escargot* et de la *Seiche* permet de définir précisément le plan d'organisation des **Mollusques** : ce sont des animaux à **corps mou**, constitués d'une **tête** à rôles sensoriel et nutritif, d'un **pieu** musculueux à vocation locomotrice, d'une **masse viscérale** enveloppée dans un **manteau** sécrétant une **coquille** (parfois internalisée ou régressée). Entre masse viscérale et manteau est ménagée une cavité palléale dans laquelle sont situées les **branchies** et où débouchent les conduits excréteurs, génitaux et l'anus. Le **cœlome** est représenté par trois cavités entourant le cœur (cardiocœle), les gonades (gonocœle) et les reins (néphrocœle). L'appareil digestif de ces animaux est typiquement équipé d'une **radula**, et au cours de leur développement l'anus ne se met jamais en place à partir du blastopore, ce sont des **Protostomiens**. Leur système nerveux est formé de ganglions cérébroïdes dorsaux et de ganglions pédieux, palléaux et viscéraux ventraux. Cette disposition permet de les qualifier d'**hyponeuriens**. La présence de connectifs cérébro-pédieux, cérébro-palléaux et palléo-pédieux définit des triangles latéraux caractéristiques, de part et d'autre du tube digestif.

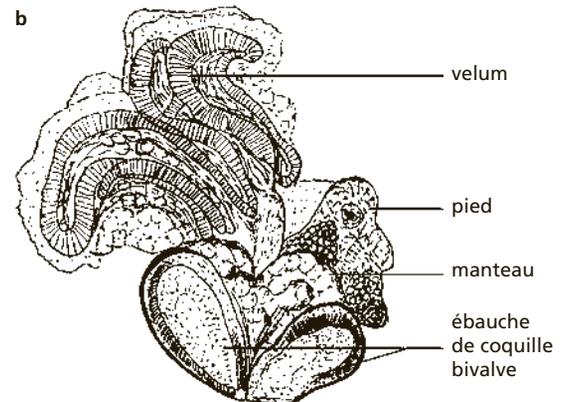
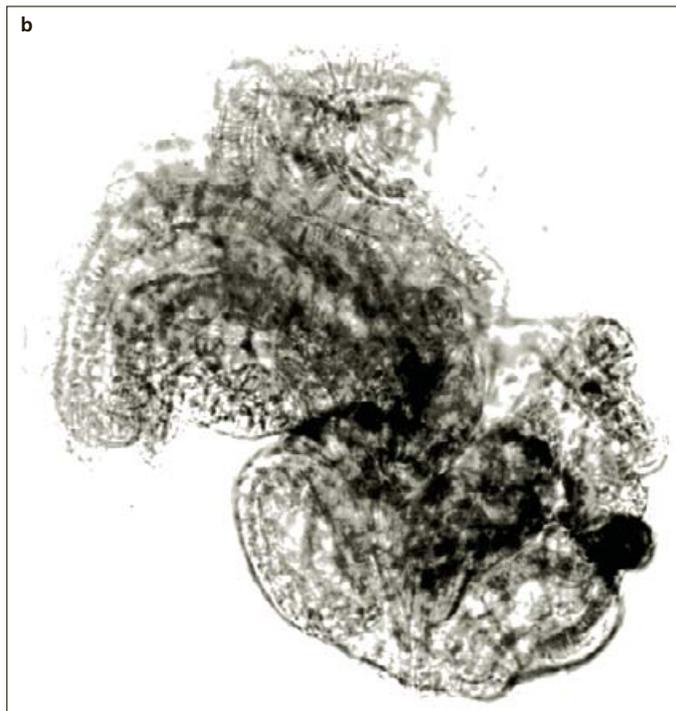


3.23. Mollusques : développement

(montages *in toto*)

a. Développement embryonnaire de l'*Huitre*, x 88 ; b. Larve véligère de Lamellibranche, x 253.

La reproduction des Mollusques, qu'ils soient gonochoriques ou hermaphrodites, est principalement sexuée. L'œuf fécondé subit une segmentation spirale qui rappelle celle des Annélides (type spiralia) et, au terme du développement embryonnaire, libère une larve véligère, caractéristique de l'embranchement. Celle-ci ressemble à la larve trochophore des Annélides mais possède un velum cilié ainsi qu'une ébauche de coquille. Toutefois, en relation avec le milieu de vie, certains Mollusques présentent un développement direct : un jeune individu, semblable à l'adulte, est libéré à l'éclosion. C'est le cas de l'*Escargot*.

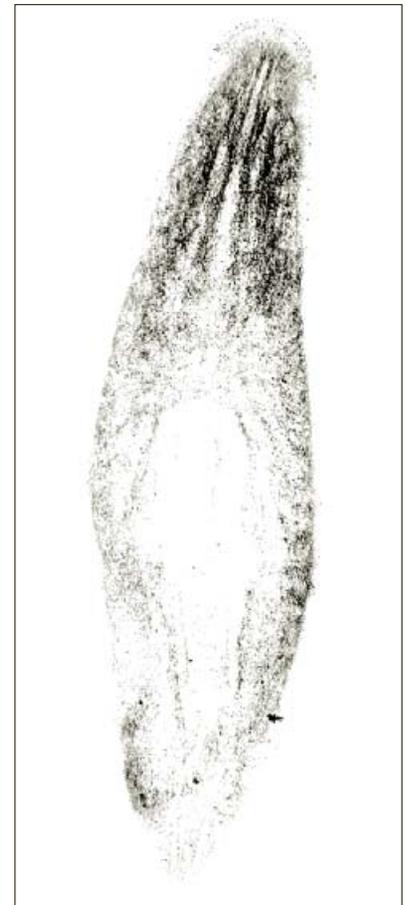
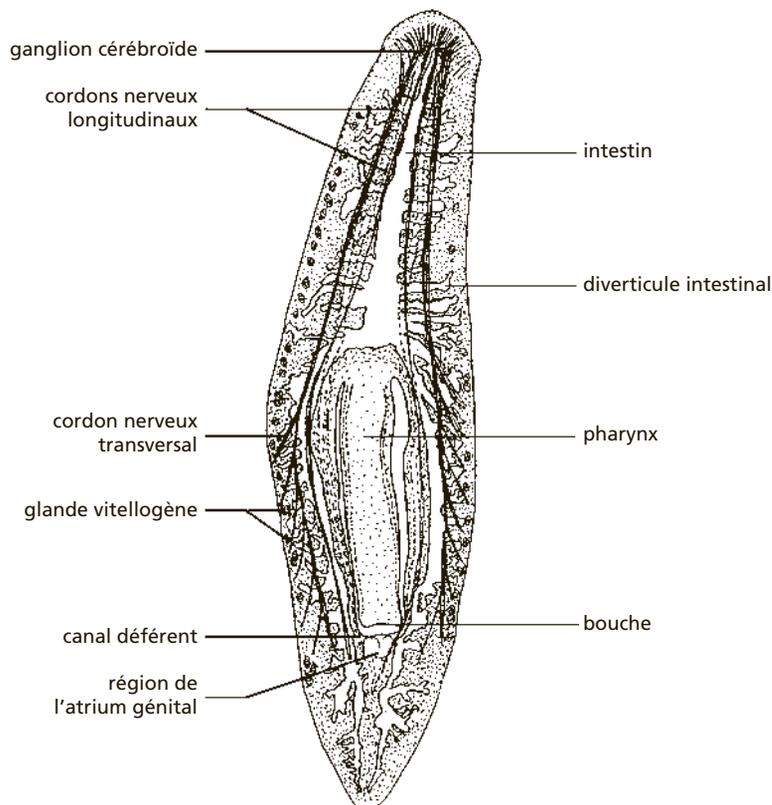


Annélides et **Mollusques** sont des représentants des **Métazoaires triploblastiques cœlomates protostomiens** et **hyoneuriens**. Ils appartiennent tous deux au groupe des **Lophotrochozoaires** (Eutrochozoaires), possédant en particulier une larve de type trochophore.

Les Plathelminthes

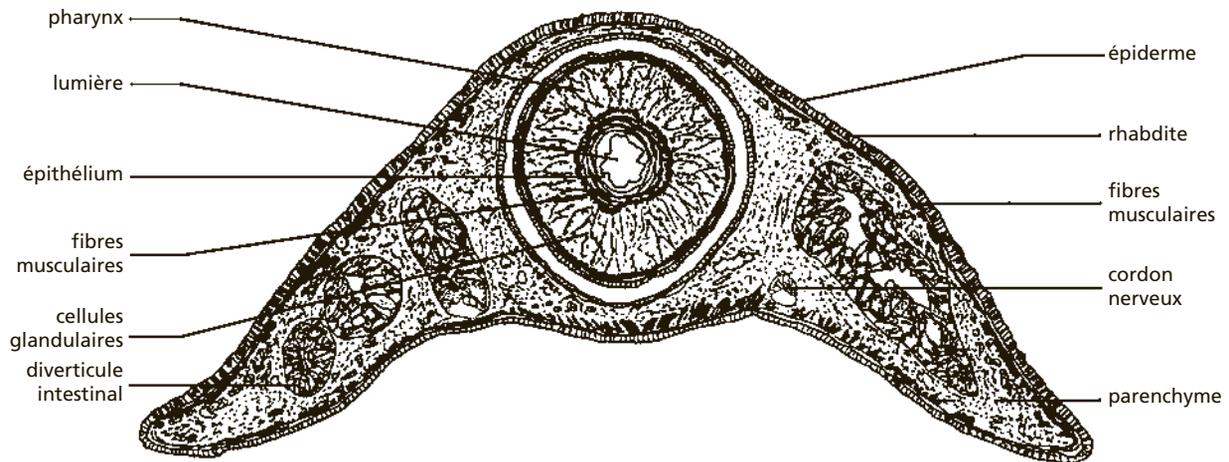
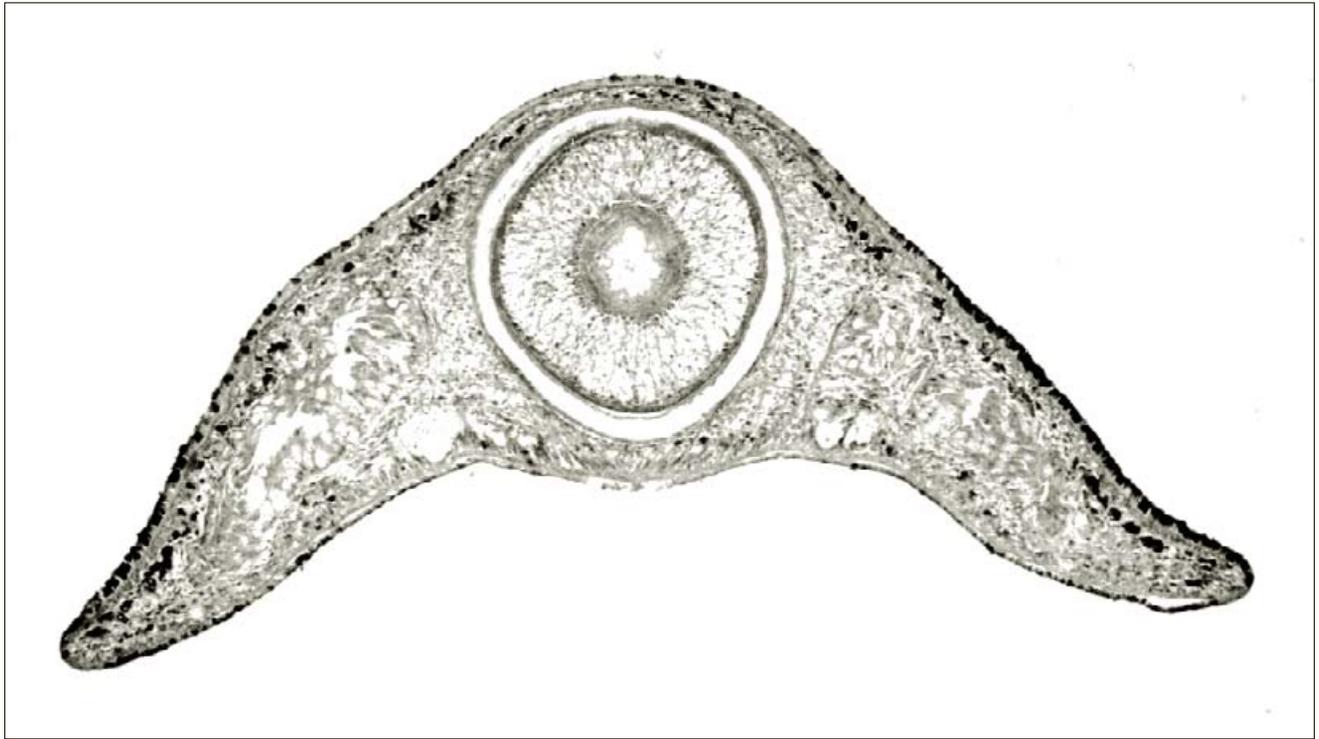
L'embranchement des **Plathelminthes** est formé d'organismes vermiformes libres vivant en milieu marin (*Convoluta roscoffensis*) ou en eau douce (nombreuses Planaires comme *Dugesia*, *Polycelis*) et plus rarement en milieu terrestre (habitat humide, *Rhynchodemus*). De nombreuses espèces sont par ailleurs parasites (*Grande Douve*, *Taenia*, *Echinococcus*).

L'étude d'une Planaire (figure 3.24) nous permettra de dégager leurs caractères principaux.



3.24. Planaire (montage *in toto*), x 15.

Le corps vermiforme est aplati dorso-ventralement, d'où le terme de Plathelminthe (« ver plat »). Il est recouvert de cils mais ne porte pas d'appendices. Il présente une bouche antérieure ou ventrale, seul orifice du tube digestif. Une région antérieure, caractérisée par la présence d'organes sensoriels et de ganglions cérébroïdes (une céphalisation est ébauchée), et une région postérieure ou caudale peuvent être définies, de même qu'une face ventrale et une face dorsale. L'animal montre en outre une symétrie bilatérale.



3.25. Planaire (coupe transversale), x 81.

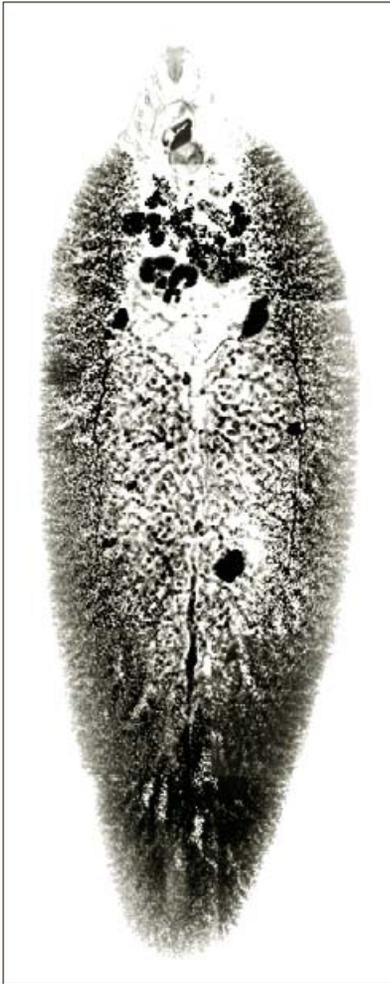
Un épiderme simple constitué de cellules ciliées, de cellules glandulaires, de cellules sensorielles et de cellules à rhabdites, protège le corps. Il surmonte trois couches de fibres musculaires. Les divers organes sont entourés d'un parenchyme ou mésenchyme composé de cellules étoilées anastomosées. Elles délimitent des lacunes dans lesquelles circule un liquide interstitiel. Quelques cellules amiboïdes y sont également présentes. La disposition de ces diverses structures confère à l'animal un squelette de type hydrostatique. L'appareil digestif est constitué d'un pharynx débouchant directement dans un intestin comportant plusieurs branches. L'appareil reproducteur est composé d'organes mâles (testicules, canaux déférents, vésicules séminales, pénis) et femelles (ovaires, oviductes, utérus, glandes vitellogènes) en relation avec un atrium génital. L'appareil excréteur est représenté par des protonéphridies s'ouvrant dans deux canaux latéraux en relation avec l'extérieur par des néphridiopores. Le système nerveux est formé de ganglions cérébroïdes et de cordons longitudinaux ventraux, complété par des organes sensoriels (statocystes, ocelles). La localisation ventrale du système nerveux fait de ces animaux des hyponeuriens.

Les Planaires sont donc des animaux possédant des **organes**, composant des **appareils** et des **systèmes**, (figures 3.24, 3.25) elles sont cependant dépourvues d'appareils respiratoire et circulatoire.

Ces organismes sont hermaphrodites mais, dans le cadre de leur reproduction sexuée, la fécondation est croisée. Les spermatozoïdes sont échangés lors de l'accouplement et après fécondation, les œufs sont émis dans le milieu, associés à quelques cellules vitellines, au sein de cocons. Le développement embryonnaire voit la mise en place des trois feuilletts caractéristiques des organismes **triploblastiques**, en association avec la **symétrie bilatérale**. Le feuillet mésodermique est impliqué dans la mise en place de diverses structures, mais il est surtout à l'origine du parenchyme comblant les espaces entre les organes. À aucun moment, il ne se creuse de cavités, d'où la qualification d'acœlomates traditionnellement réservée à ces organismes. Par ailleurs, il ne se forme pas d'anus chez ces animaux qui peuvent être considérés comme des Protostomiens.

Outre la reproduction asexuée, certaines Planaires sont également capables de multiplication asexuée et corrélativement, elles conservent un important pouvoir de régénération.

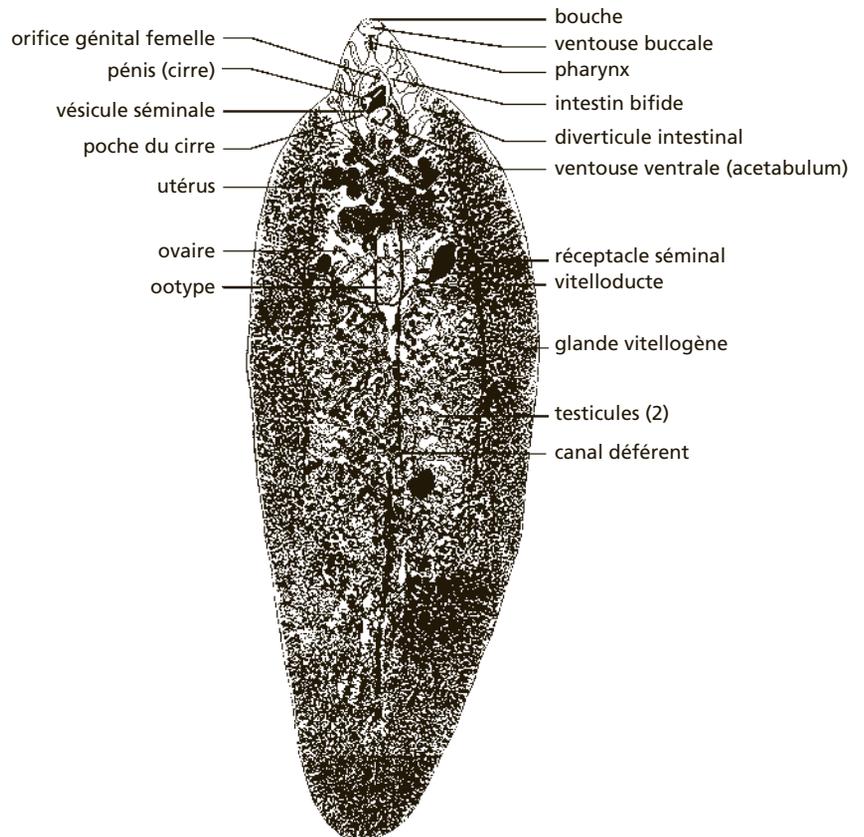
L'embranchement des Plathelminthes est composé de trois classes principales : les Turbellariés, formes libres, correspondant aux Planaires, les Trématodes (figures 3.26, 3.27, 3.28, 3.29, 3.30, 3.31) et les Cestodes (figures 3.32, 3.33, 3.34, 3.35, 3.36, 3.37), formes parasites. Envisageons leurs caractères spécifiques.

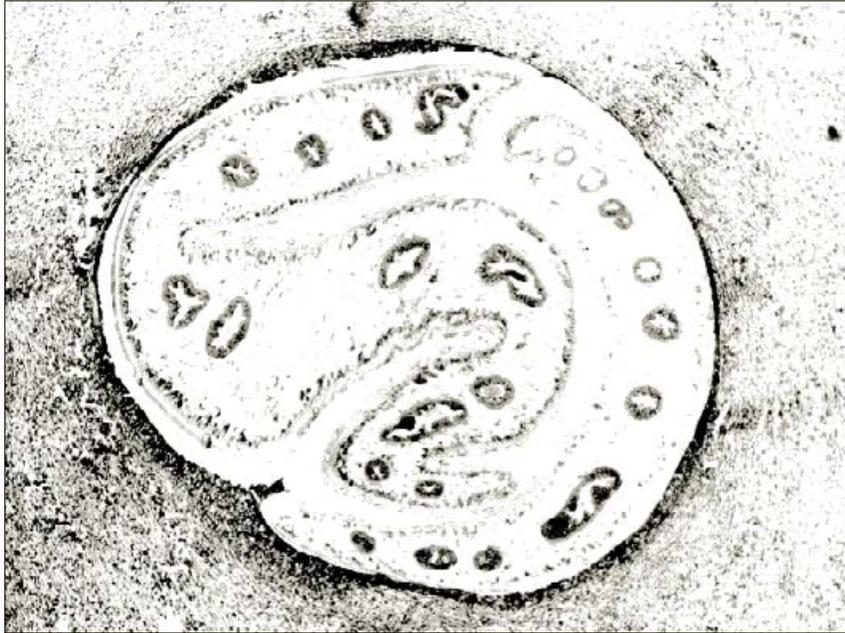


3.26. Grande Douve

(montage *in toto*), x 4,5.

Trématode parasite des Vertébrés, l'animal, de forme foliacée, possède une ventouse buccale et une ventouse ventrale non perforée (acetabulum) assurant sa fixation aux tissus de l'hôte. Il ne porte pas de cil. Son appareil digestif, son appareil excréteur, son appareil génital ainsi que son système nerveux sont bâtis sur le même plan que ceux des Planaires.

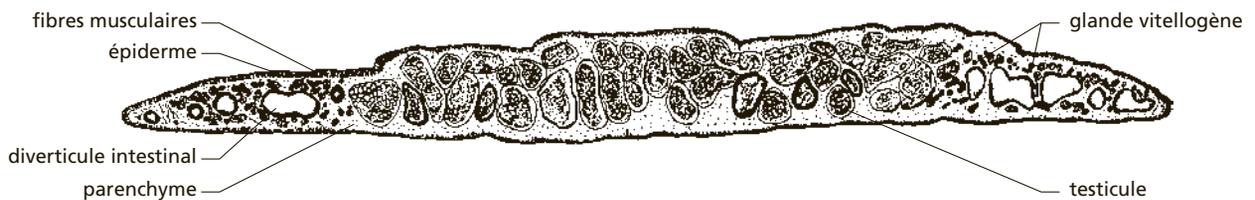
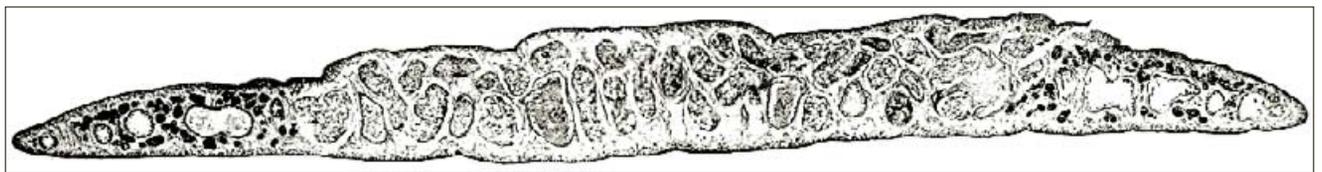
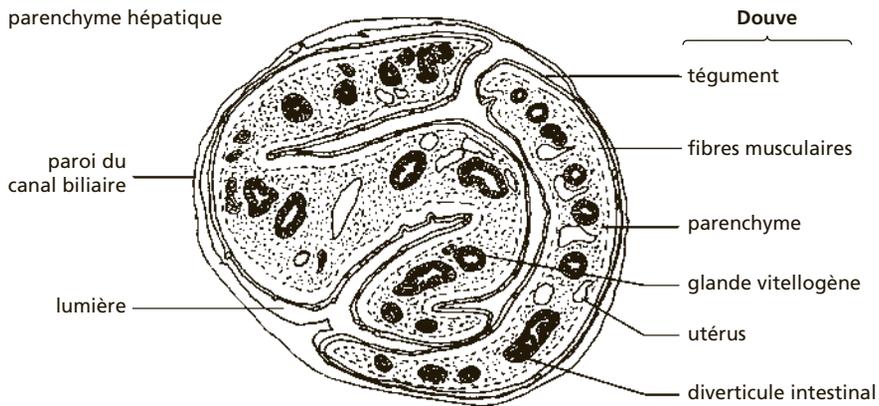




◀ 3.27. Grande Douve

(coupe d'un adulte *in situ*), x 51.

La Grande Douve adulte vit dans les voies biliaires du Mouton ou de l'Homme.



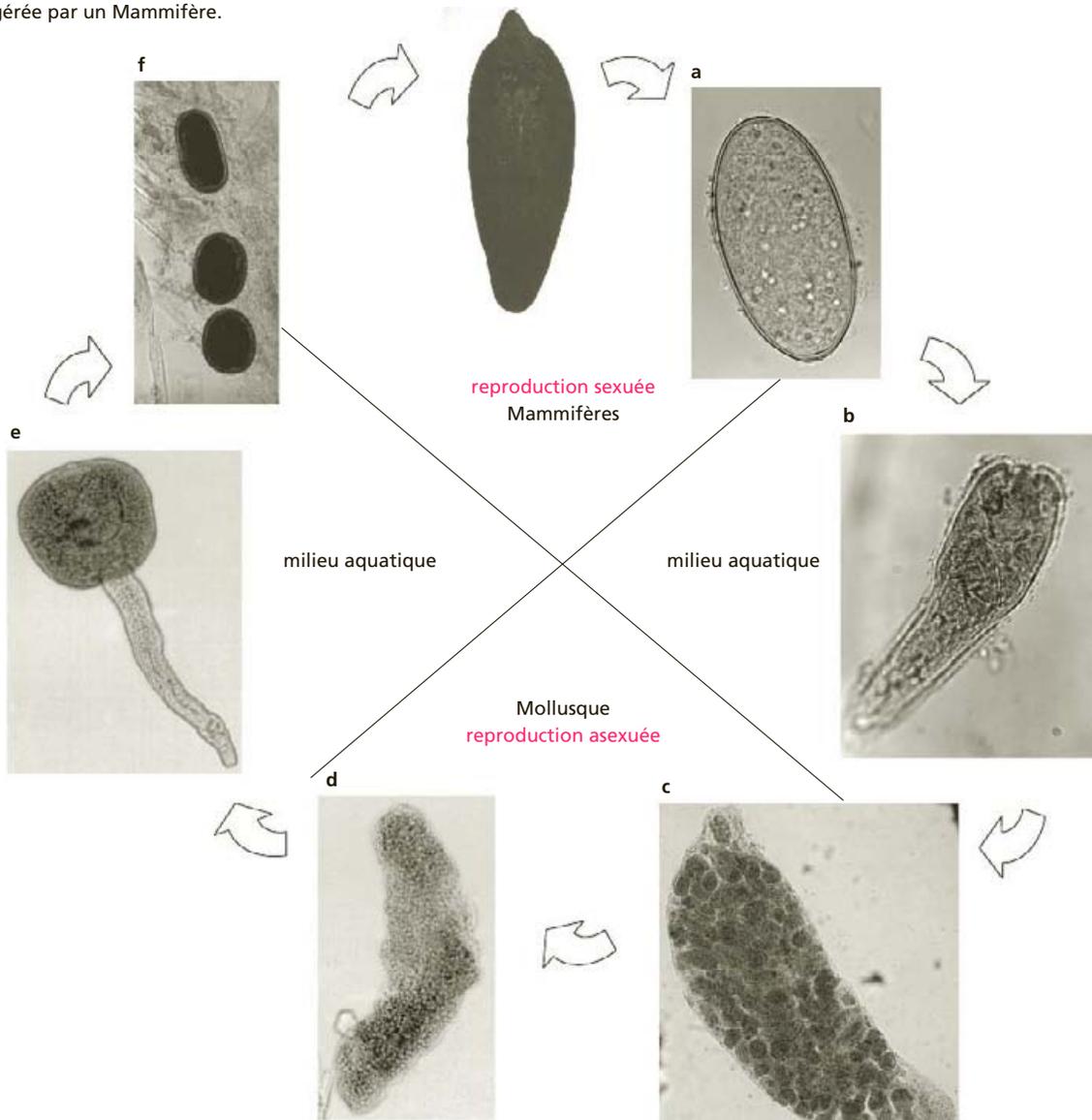
3.28. Grande Douve (coupe transversale), x 14.

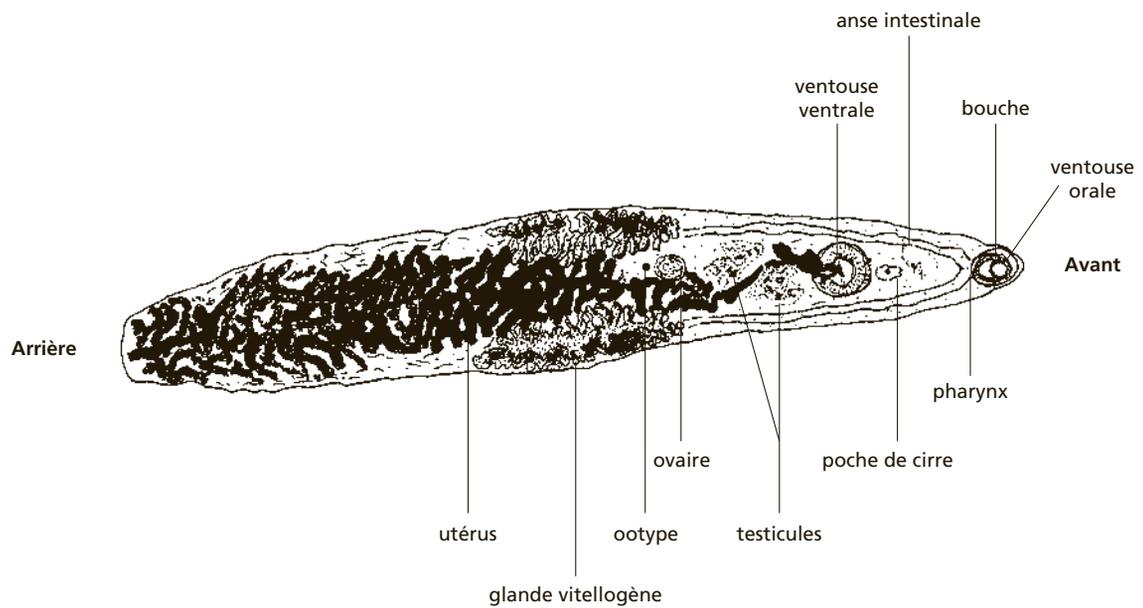
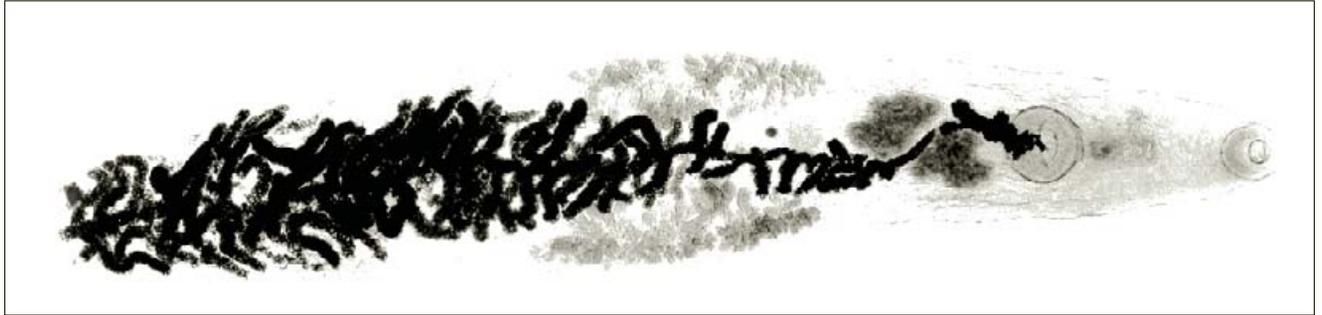
La présence d'un parenchyme d'origine mésodermique entourant les organes atteste de l'appartenance de la Grande Douve aux Triploblastiques et justifie le qualificatif d'acelomate employé pour la décrire.

3.29. Cycle de développement de la Grande Douve

a. Œuf issu de la fécondation (x 590) ; b. Larve miracidium (x 430) ciliée, fruit du développement embryonnaire, libérée en milieu aquatique et susceptible d'infester un Mollusque d'eau douce ; c. Larve sporocyste (x 46) dépourvue de structures locomotrices et sensorielles, capable de donner naissance par reproduction asexuée à une troisième forme larvaire ; d. Larve rédïe (x 122) migrant vers l'hépatopancréas du Mollusque, pouvant former des rédïes de seconde génération et à terme un quatrième type larvaire ; e. Larve cercaire (x 165) semblable à la *Grande Douve* adulte, munie d'une queue musculieuse, quittant le Mollusque et s'enkystant sur des végétaux aquatiques (f. x 40) avant d'être ingérée par un Mammifère.

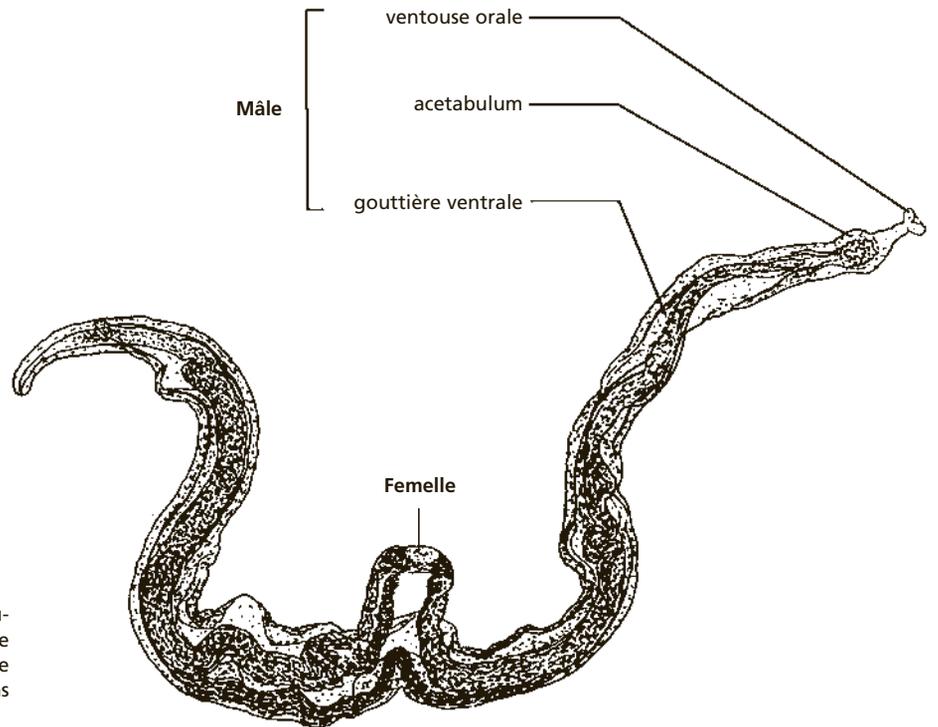
Le cycle de développement de la *Grande Douve* est complexe : il implique des phases de vie parasitaire intéressant plusieurs hôtes et alternant avec des phases de vie libre. Il est réalisé grâce au développement de diverses formes larvaires adaptées à chaque mode de vie et à une importante reproduction asexuée larvaire. Les Trématodes présentent, par comparaison avec les Turbellariés libres, des adaptations au mode de vie parasitaire. Elles correspondent à l'apparition d'organes de fixation, la réduction des structures locomotrices et sensorielles, et également au développement important de la reproduction (émission d'un grand nombre d'œufs, multiplication des formes intermédiaires, reproduction asexuée). Celles-ci sont également adoptées par d'autres Trématodes.





3.30. Petite Douve (montage *in toto*), x 26.

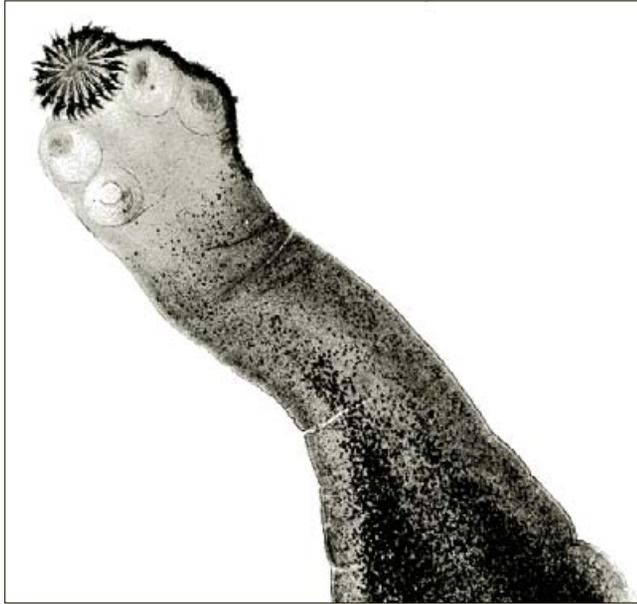
Trématode parasite des canaux biliaires du *Mouton*, présentant une organisation voisine de celle de la *Grande Douve*.



3.31. Schistosomes

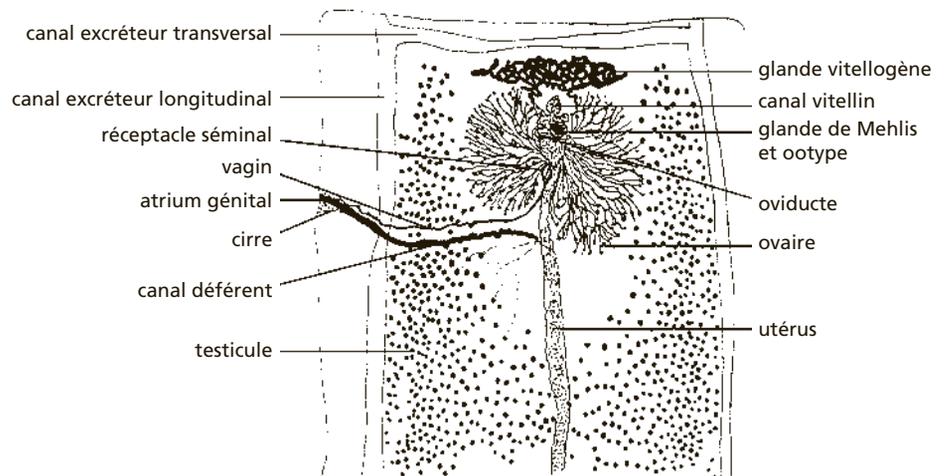
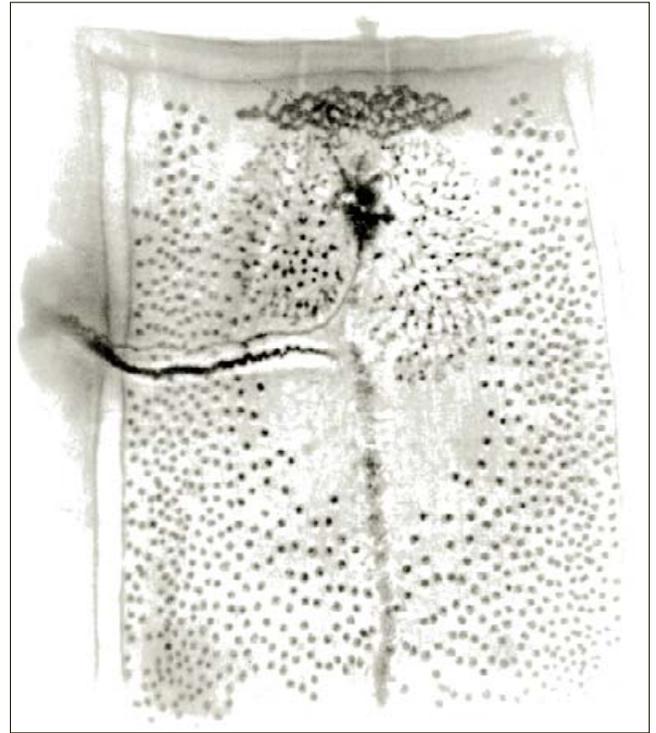
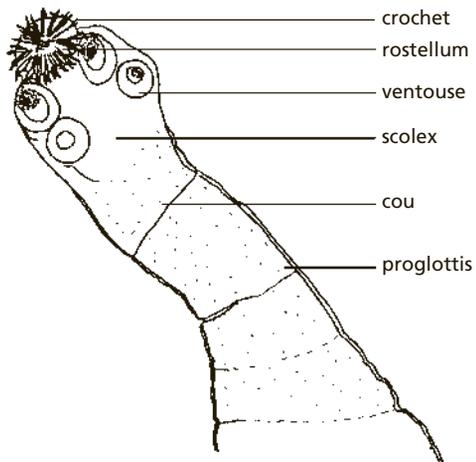
(montage *in toto*), x 48.

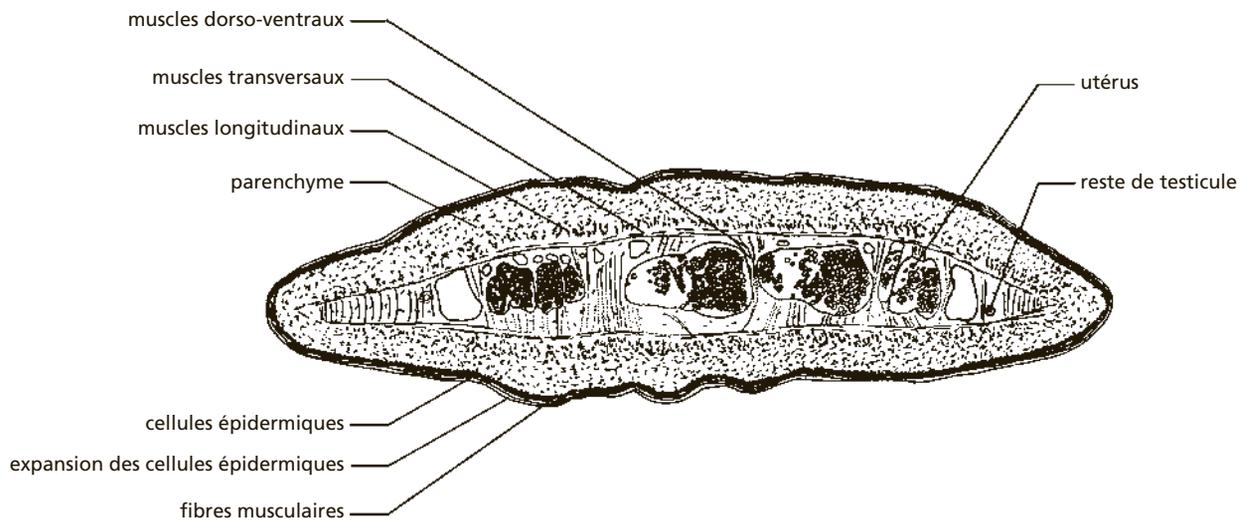
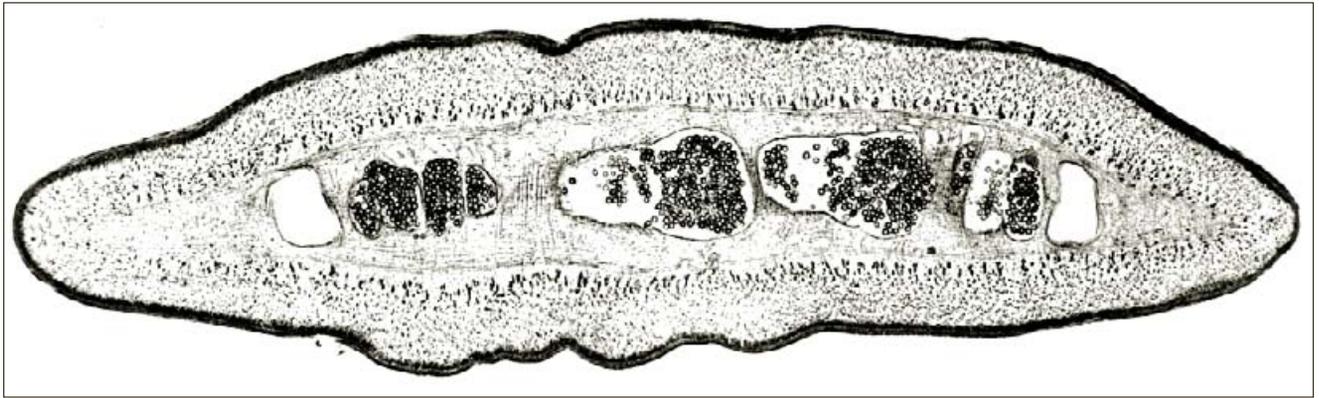
Trématodes parasites de l'appareil circulatoire des Mammifères, responsables de la bilharziose. Les sexes sont séparés : le mâle présente une gouttière ventrale dans laquelle la femelle, plus petite, est logée.



◀ 3.32. *Taenia* : région antérieure (montage *in toto*), x 24.

Cestode dont la région antérieure, le scolex, porte l'ensemble des organes de fixation (ventouses, crochets) ainsi qu'une masse ganglionnaire nerveuse. Un court cou, le collet, lui fait suite et à ce niveau bourgeonnent les segments, les proglottis.



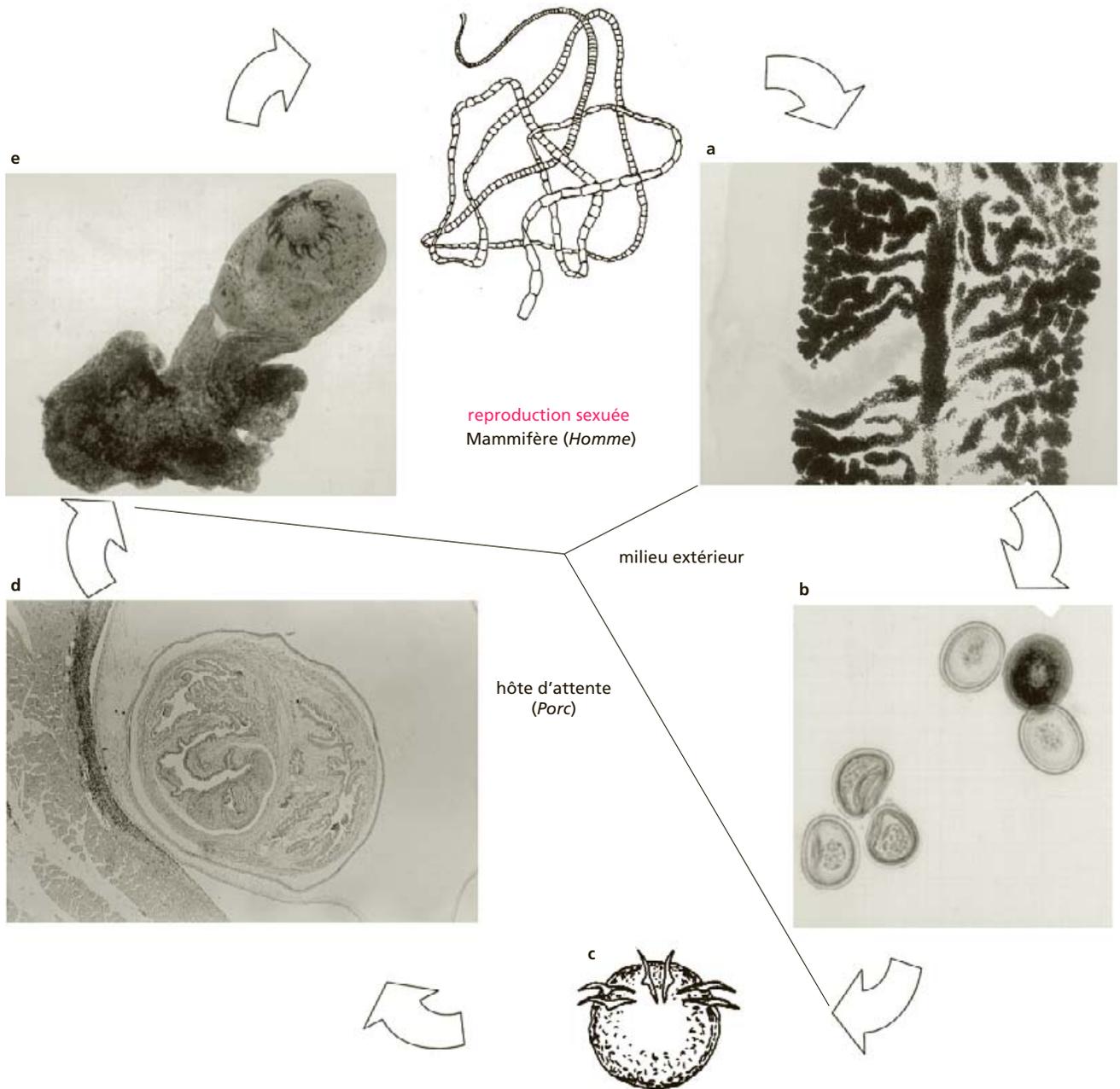


3.34. *Taenia* : proglottis (coupe transversale), x 26.

Le tégument présente une structure syncytiale et développe des microvillosités permettant d'augmenter sa surface de contact avec le contenu intestinal de l'hôte. Il délimite le corps qui ne comprend pas de cavité générale : les organes (essentiellement à vocation reproductrice) sont entourés par un abondant parenchyme d'origine mésodermique.

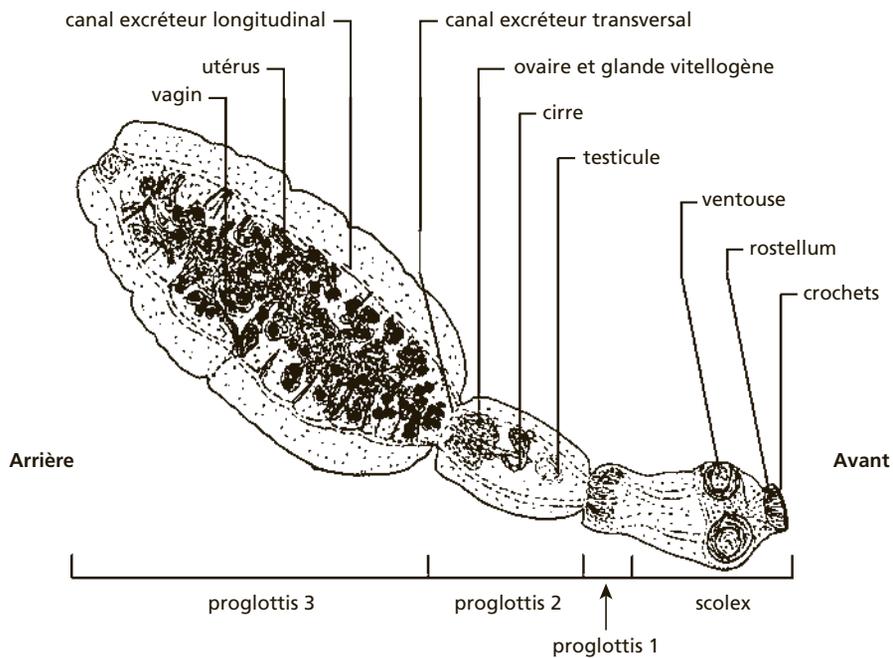
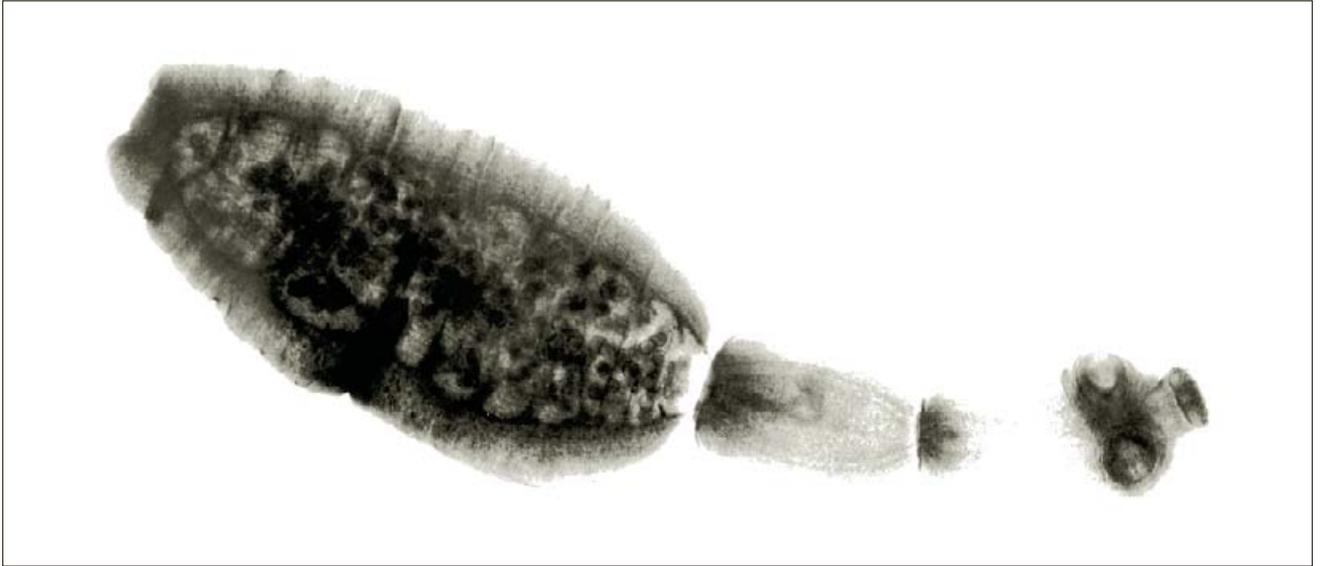
◀ 3.33. *Taenia* : proglottis mature (montage *in toto*), x 20.

Le corps long et rubané, le strobile, est constitué d'une succession de proglottis. Chacun contient deux éléments excréteurs réunis par un canal transverse (appareil de type protonéphridien) ainsi que des cordons nerveux reliés à la masse ganglionnaire antérieure. L'appareil génital est très développé ; il comporte des structures mâles et femelles, les premières atteignant leur maturité avant les secondes. L'animal est dépourvu d'appareil digestif, en effet, vivant dans la lumière du tube digestif de son hôte, il absorbe ses nutriments par voie trans-tégumentaire.



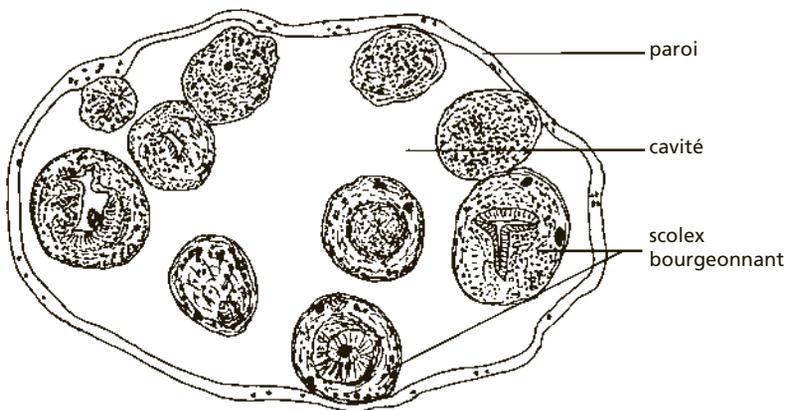
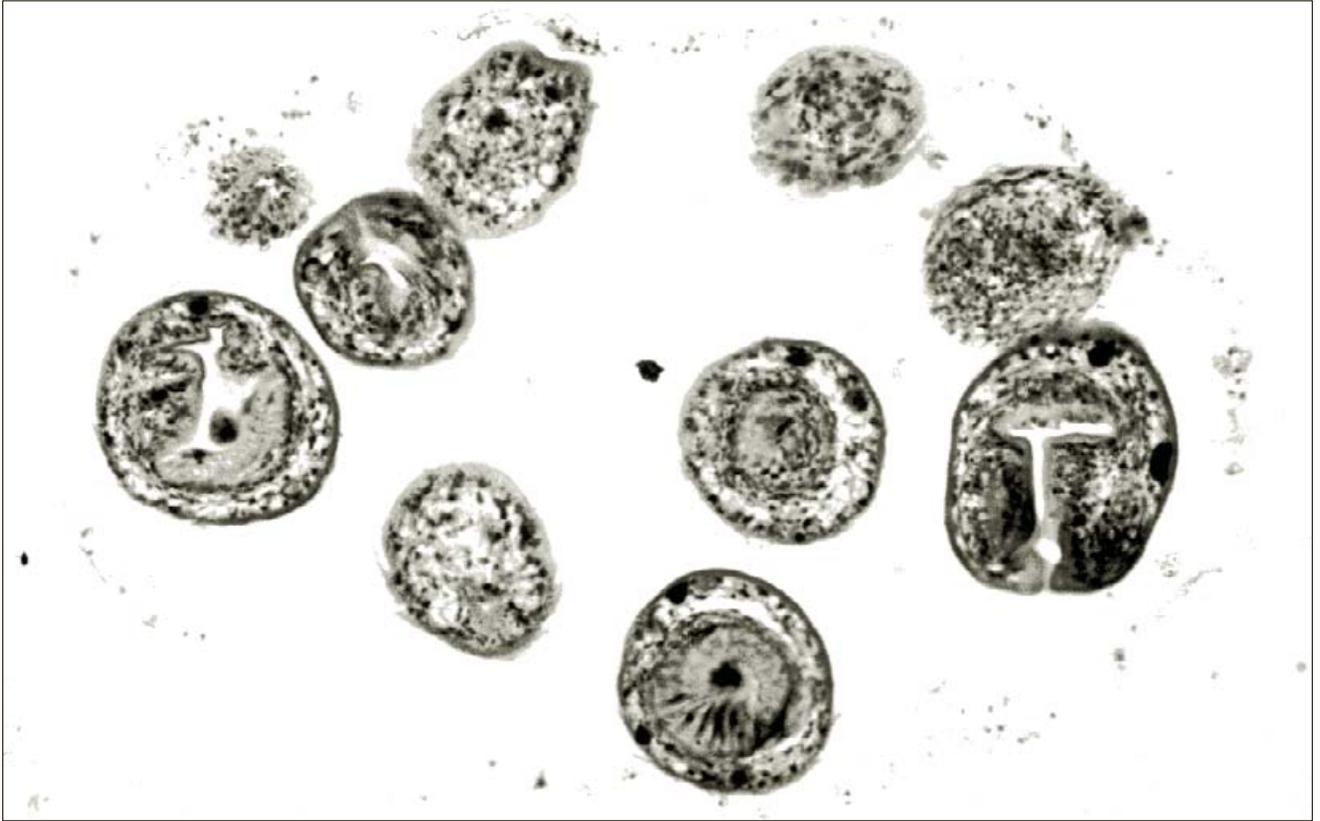
3.35. Cycle de développement du *Taenia*

- Les gamètes femelles sont fécondés par les gamètes mâles d'un proglottis antérieur. Les proglottis femelles remplis d'œufs embryonnés, les cucurbitains (x 12), sont alors rejetés dans le milieu extérieur par l'orifice anal de l'hôte ;
- Ingérés par un hôte intermédiaire, ils libèrent les œufs (x 275) qui à l'éclosion délivrent des embryons hexacanthés (c) ;
- Ceux-ci perforent la paroi intestinale, migrent dans les muscles et y forment des cysticerques (x 32) ;
- La consommation de viande contaminée et insuffisamment cuite peut conduire à l'infestation de l'Homme : le cysticerque se dévagine dans l'intestin (x 27), le scolex se fixe à la muqueuse intestinale et reconstitue un nouvel animal par bourgeonnement.



3.36. *Echinococcus granulosus* (montage in toto), x 60.
Cestode parasite du *Chien*.

Les Cestodes, de la même manière que les Trématodes, développent des adaptations au parasitisme. Celles-ci sont toutefois plus poussées, puisque la régression de l'appareil digestif est, dans leur cas, totale.



3.37. Cénure

(coupe transversale), x 300.

Le cycle de développement des Cestodes peut comporter une phase de reproduction asexuée à l'état larvaire : le développement des œufs donne naissance à un cénure, vésicule au sein de laquelle bourgeonnent des scolex.

Les **Plathelminthes** sont donc des représentants des **Métazoaires triploblastiques**. Leur mésoderme n'est pas creusé de cavités aussi sont ils dits acœlomates. Cependant, à la lumière des données de phylogénie moléculaire, il apparaît que l'**absence de cœlome** est le fruit d'un processus de **régression**. Ces animaux sont bien des **Cœlomates protostomiens hyponeuriens**, appartenant à l'ensemble des **Lophotrochozoaires** (Eutrochozoaires) avec lesquels ils partagent divers caractères (segmentation de type spiral, larve de Müller proche de la larve trochophore pour certaines espèces).

Les Triploblastiques cœlomates protostomiens comportent un second grand groupe d'organismes, celui des Cuticulates Ecdysozoaires.

Les Ecdysozoaires

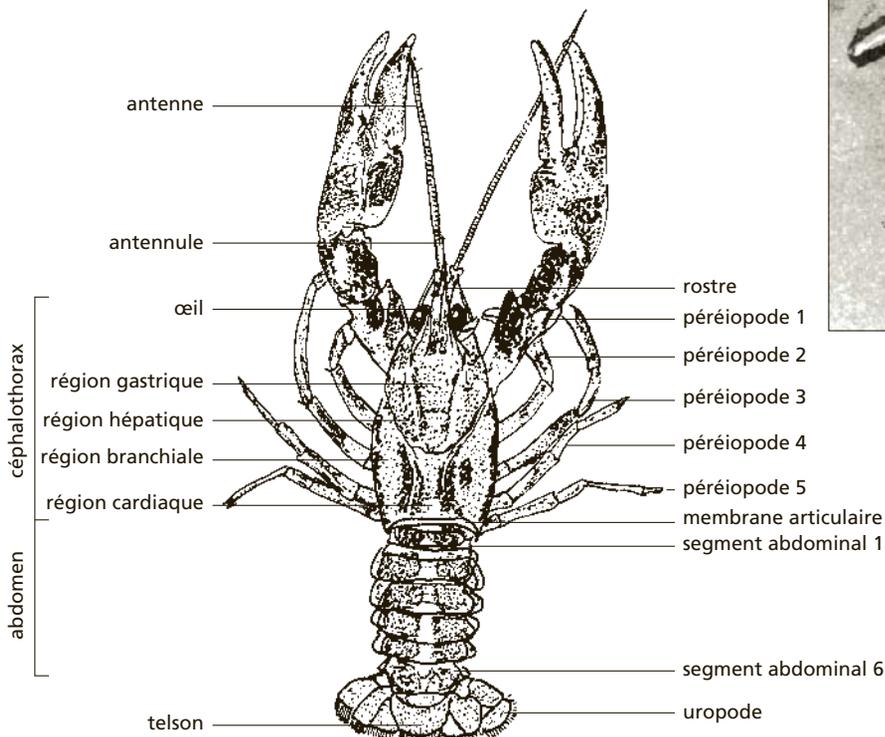
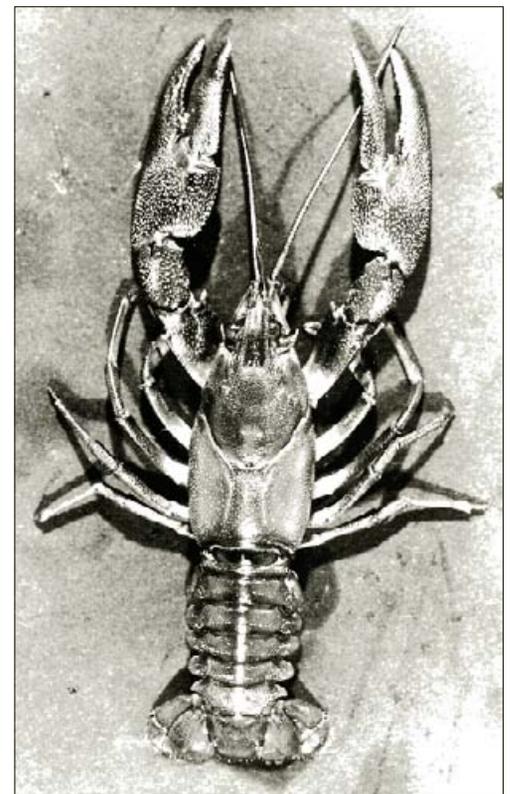
Les Arthropodes

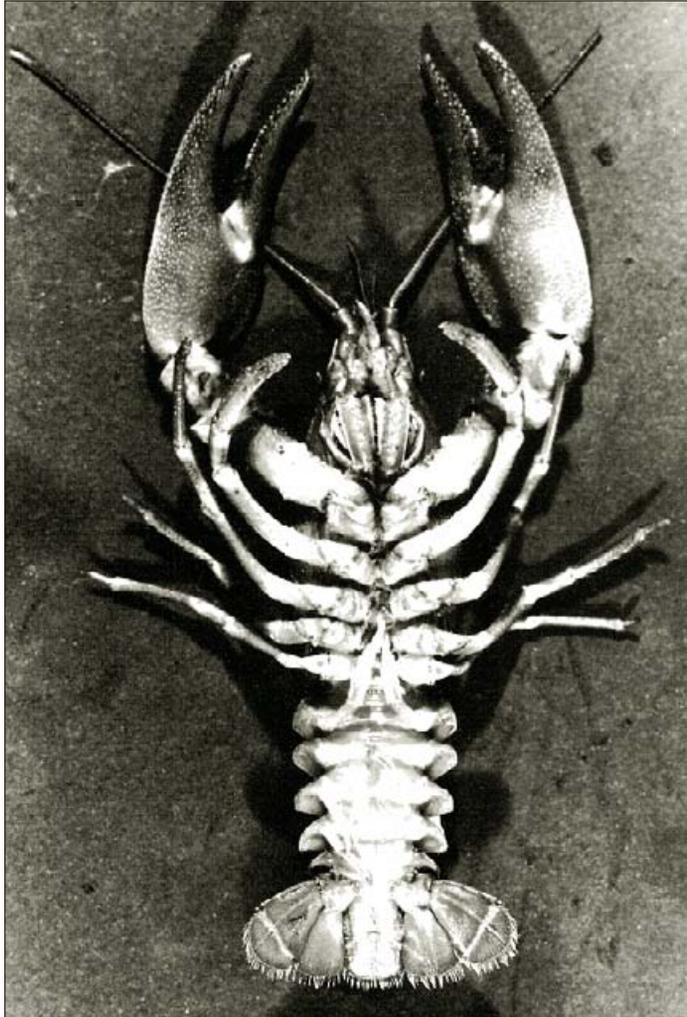
L'embranchement des **Arthropodes** est composé de nombreux animaux aux milieux et modes de vie très variés. Ils sont rencontrés dans les domaines marin (*Crabe, Crevette*), d'eau douce (*Ecrevisse, Dytique*) et terrestre (*Criquet, Mille-Pattes, Araignée*) où ils mènent une vie libre ou fixée (*Balane*). Il existe également des espèces parasites (*Sacculine*).

Les exemples de l'*Ecrevisse* (figures 3.38, 3.39, livret couleur, page III), du *Criquet* (figure 3.49, livret couleur, page IV) et de l'*Araignée* (figure 3.60) nous permettront de décrire leurs particularités.

3.38. Ecrevisse (vue externe, face dorsale), x 0,8.

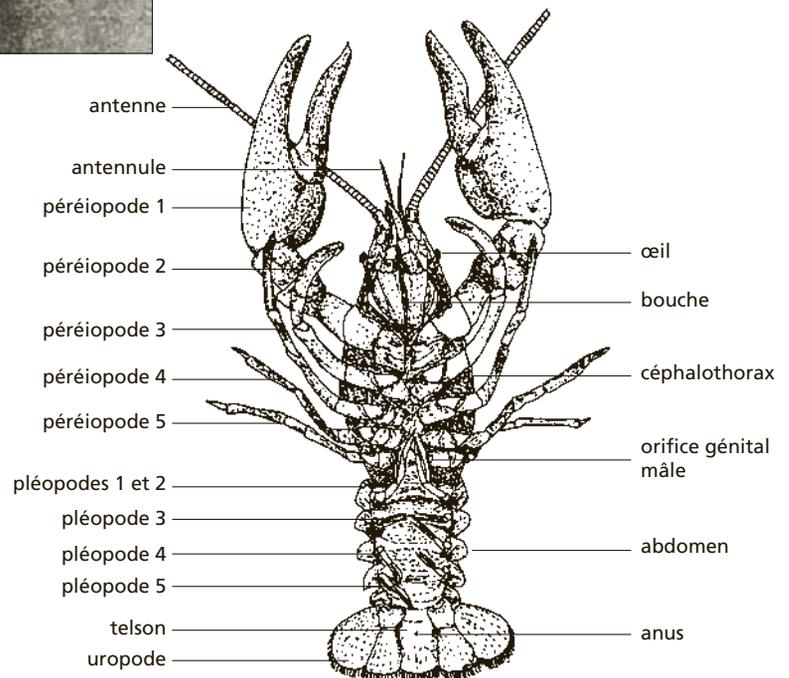
Une cuticule rigide et calcifiée, véritable squelette externe, recouvre le corps de l'animal et ses appendices, les mouvements étant rendus possibles grâce à des membranes articulaires. Cette particularité est à l'origine du nom de l'embranchement (Arthropodes signifiant littéralement « à pieds articulés »). Dans la région antérieure, la cuticule est d'un seul tenant, elle définit un céphalothorax ; au niveau de l'abdomen, elle est formée de six parties articulées entre elles, qui reflètent une disposition métamérique.





3.39. Ecrevisse (vue externe, face ventrale), x 1.

Le corps est divisé en trois parties : la tête (céphalon), le thorax (péréion) et l'abdomen (pléon). Il est terminé par un acron antérieur et un telson postérieur, portant l'anus. La bouche, les organes sensoriels (yeux pédonculés, antennes, antennules) et les appendices impliqués dans la prise de nourriture (mandibules, maxillules, maxilles) sont localisés au niveau de la tête. D'autres appendices masticateurs (pattes-mâchoires 1, 2 et 3) ainsi que les cinq paires de pattes locomotrices sont portés par le péréion, et cinq paires de pléopodes sont situées sur le pléon. L'*Ecrevisse* est gonochorique ; les orifices génitaux des femelles sont situés à la base de la troisième paire de pattes thoraciques et leur première paire de pattes abdominales est atrophiée alors que les orifices génitaux des mâles sont localisés à la base de la cinquième paire de pattes thoraciques et que leurs deux premières paires de pattes abdominales sont plus développées que les autres.



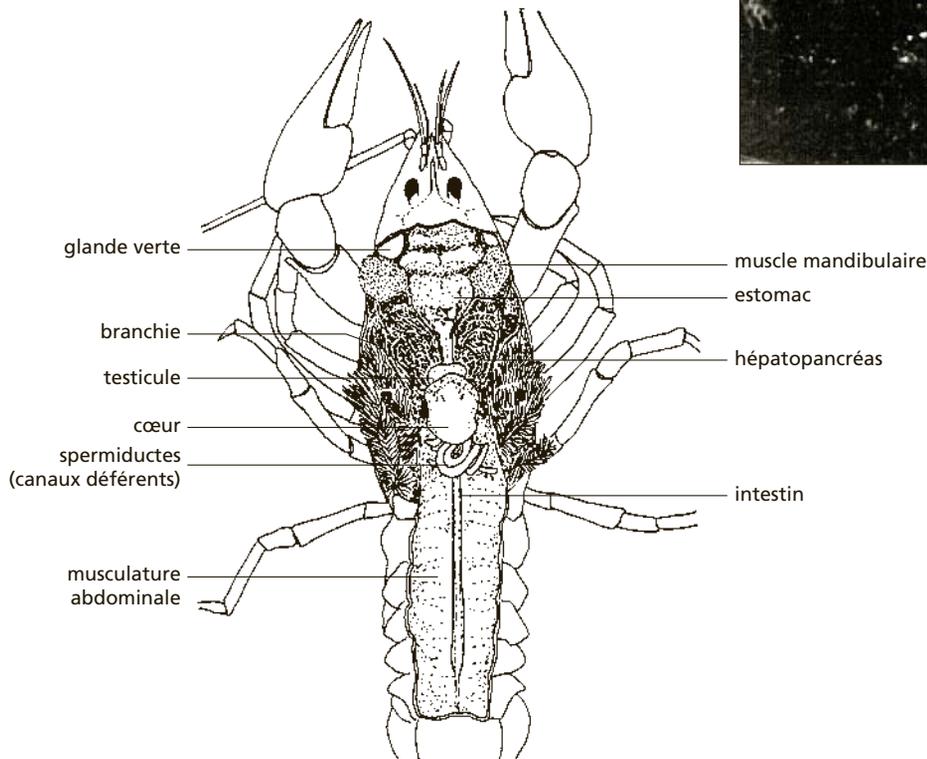
3.40. Ecrevisse : dissection (vue dorsale), x 1,1
(livret couleur page III).

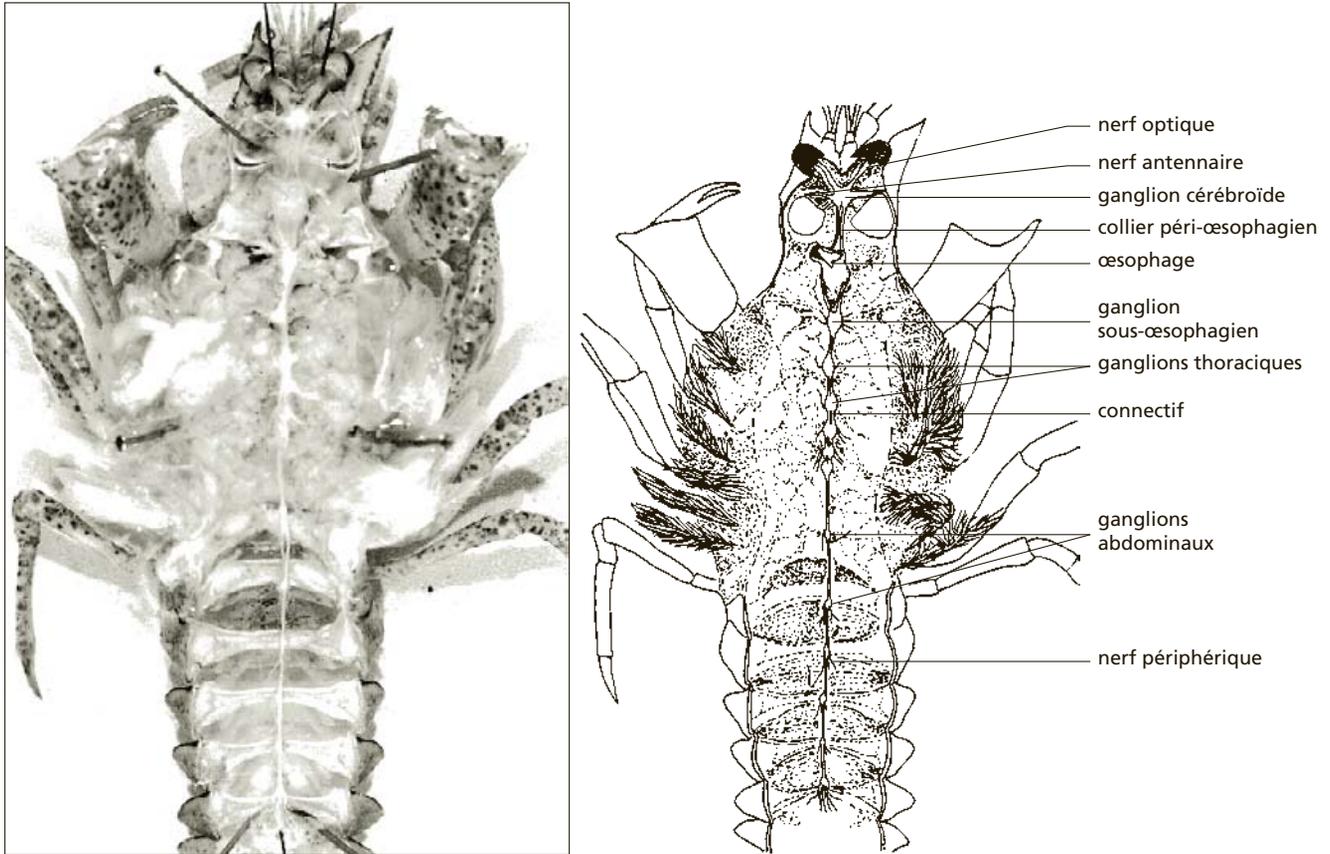
L'appareil circulatoire, ouvert, de type lacunaire, est composé d'un cœur dorsal d'où partent diverses artères (dorsales, latérales et ventrales) se capillarisant et débouchant dans des sinus, lacunes à parois plus ou moins individualisées. Le liquide circulant, l'hémolymphe, baigne les organes, gagne les branchies avant de revenir au cœur dans lequel il entre grâce à des orifices, les ostioles.

L'appareil respiratoire est constitué par des branchies localisées dans des chambres branchiales thoraciques latérales.

L'appareil digestif est formé d'un court œsophage, suivi d'un estomac contenant un moulinet gastrique (ensemble complexe de pièces dures à vocation broyeuse) et muni d'un cæcum dorsal. Après avoir reçu deux canaux émanant de l'hépatopancréas, structure digestive à multiples digitations, il se jette dans l'intestin rectiligne qui aboutit à l'anus.

L'appareil génital est représenté par une gonade trilobée d'où partent deux canaux évacuateurs (oviductes droits chez la femelle, canaux déférents contournés chez le mâle) débouchant sur les orifices génitaux. L'excrétion est réalisée notamment par les glandes vertes, localisées à la base des antennes et formées d'un tube pelotonné associé à une petite vessie transparente.





3.41. *Ecrevisse* : système nerveux (vue dorsale), x 1,3.

[Don de Monsieur Néguesque, Université de Metz.]

Dans la région antérieure, le système nerveux comprend deux ganglions cérébroïdes situés sur le tube digestif, reliés par un collier péri-œsophagien à deux ganglions sous-œsophagiens. Leur fait suite une chaîne nerveuse ventrale composée de deux ganglions par segment (soit cinq paires pour le thorax et six paires pour l'abdomen), associés par l'intermédiaire de connectifs. Cette disposition permet de qualifier l'*Ecrevisse* d'animal hyponeurien.

L'*Ecrevisse* possède donc un plan d'organisation de **Métazoaire triploblastique coelomate** bien que les cavités coelomiques disparaissent au cours de son développement (figures 3.40, 3.41, 3.42). Quelques vestiges sont encore identifiables, telles les glandes vertes excrétrices. Elle présente une **symétrie bilatérale** et son corps est subdivisé en segments, les métamères (acron et telson n'en sont pas).

Toutefois, à la différence des Annelides, la métamérie de l'*Ecrevisse* est profondément altérée : des régions, qualifiées de **tagmes** (tête, péréion, pléon), se différencient, et acquièrent une spécialisation fonctionnelle. Cette **métamérie hétéronome** est en particulier due au processus de céphalisation qui implique la fusion des métamères céphaliques, le déplacement de la bouche vers l'arrière et la condensation du système nerveux antérieur (cérebralisation). Pour les autres régions, la disposition des appendices et l'organisation du système nerveux conservent un caractère métamérisé alors qu'il disparaît pour les organes excréteurs et une partie de la musculature.

3.42. Ecrevisse : péréion

(coupe transversale), x 7 (voir aussi la coupe transversale de céphalothorax de *Crabe*, livret couleur, page III).

La cuticule, constituée de plusieurs couches successives, surmonte un épiderme unistratifié, l'ensemble formant la paroi du corps. Elle délimite une cavité interne, l'hémocœle, dans laquelle baignent les différents organes. Celle-ci est remplie d'hémolymphe et n'est pas homologue de la cavité cœlomique des Annélides : au cours du développement, les vésicules cœlomiques se désagrègent et fusionnent avec les lacunes et sinus hémolympatiques, donnant ainsi naissance à l'hémocœle.

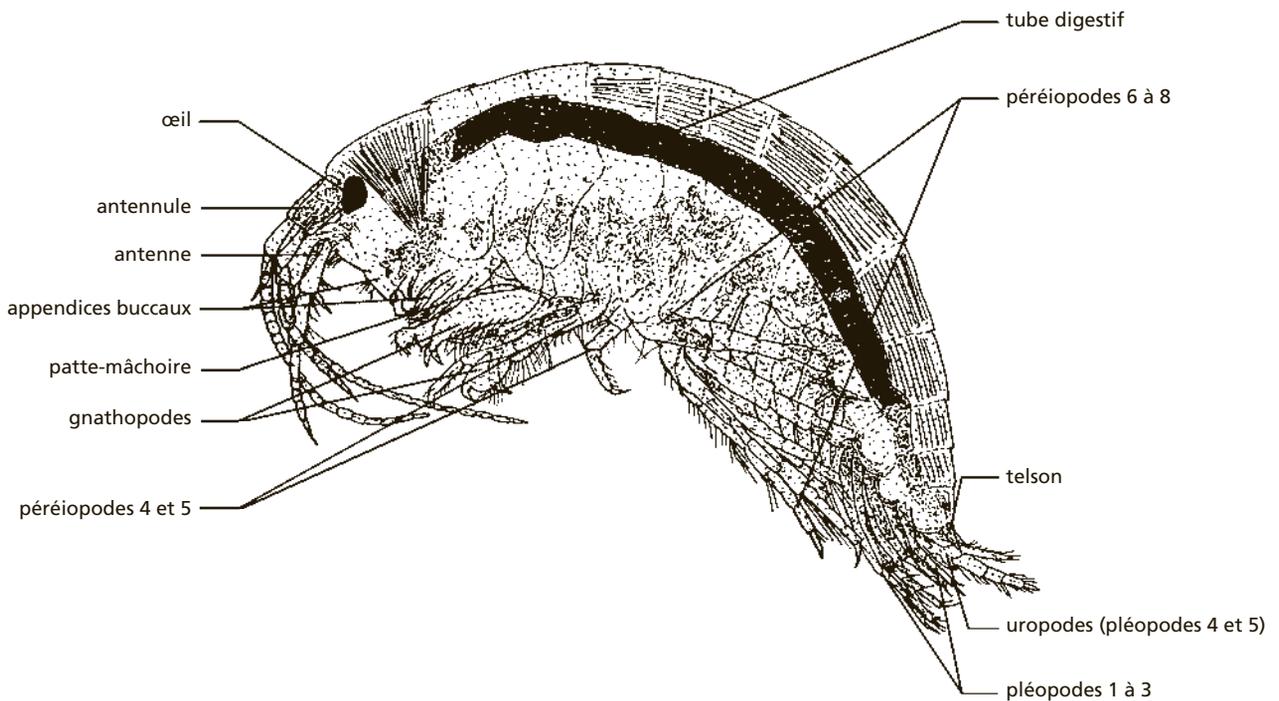
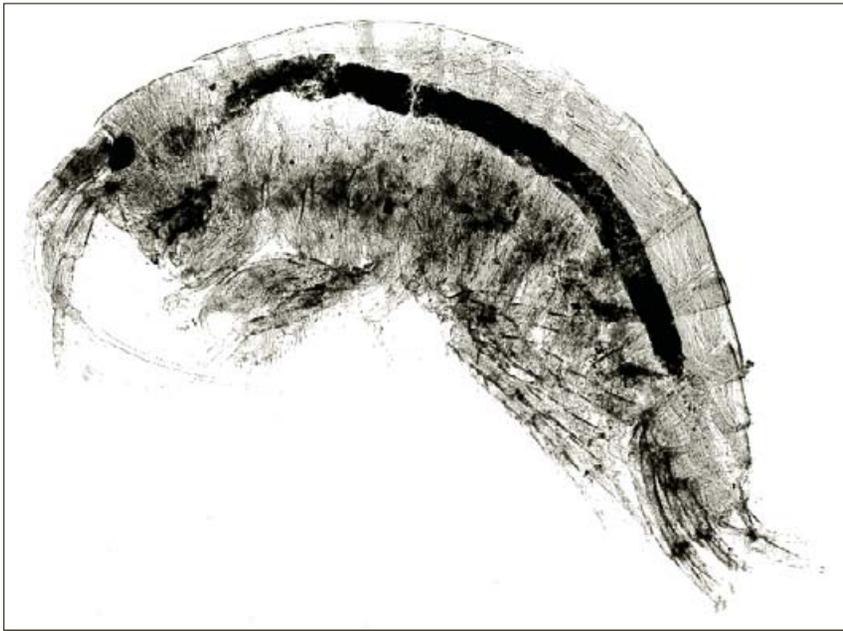


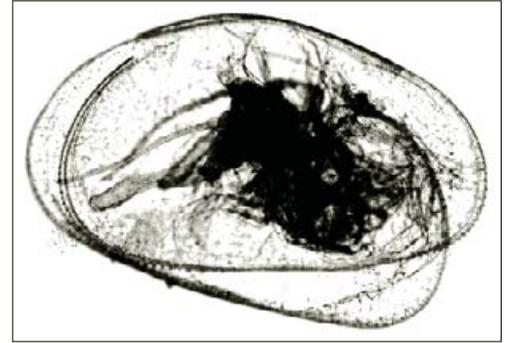
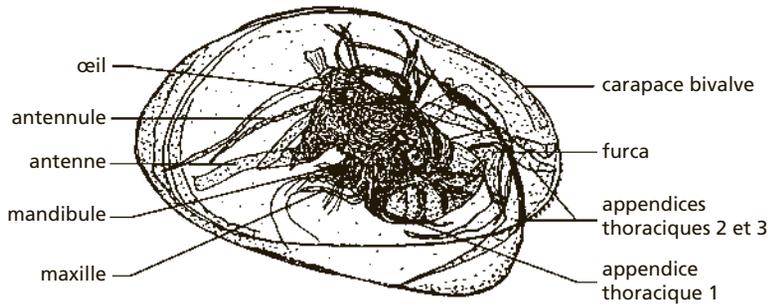
De par la présence de mandibules et d'antennes, l'*Ecrevisse* est classée au sein du sous-embranchement des Mandibulates ou Antennates. Animal aquatique à respiration branchiale, elle possède deux paires d'antennes, une paire de mandibules, des organes excréteurs d'origine cœlomique, une cuticule minéralisée, ce qui signe son appartenance à la classe des Crustacés. Au sein de cette classe, une grande diversité de formes est observée (figures 3.43, 3.44, 3.45, 3.46).

3.43. Gammare

(montage *in toto*, x 15.

Crustacé Malacostracé Amphipode à corps comprimé latéralement, possédant des péréiopodes préhensiles (2 à 5) et nageurs (6 à 8).





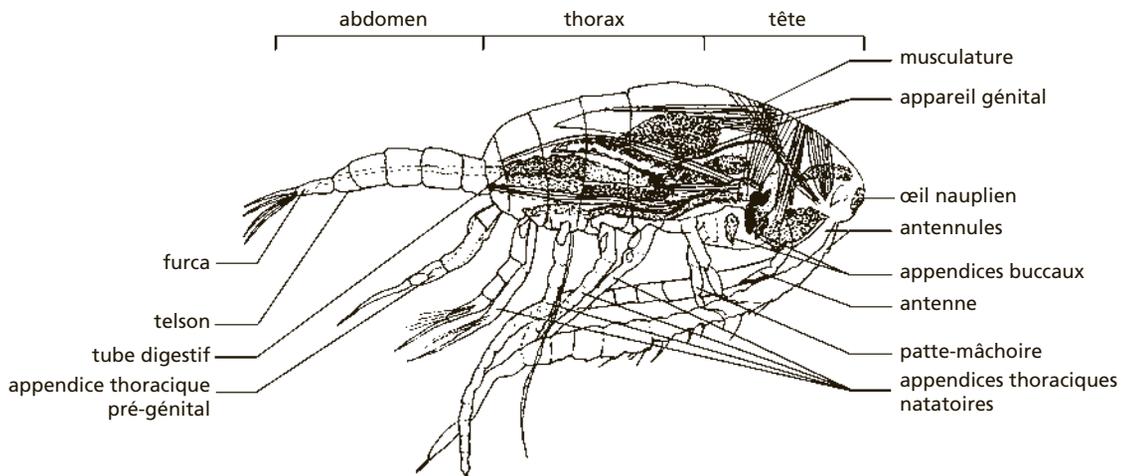
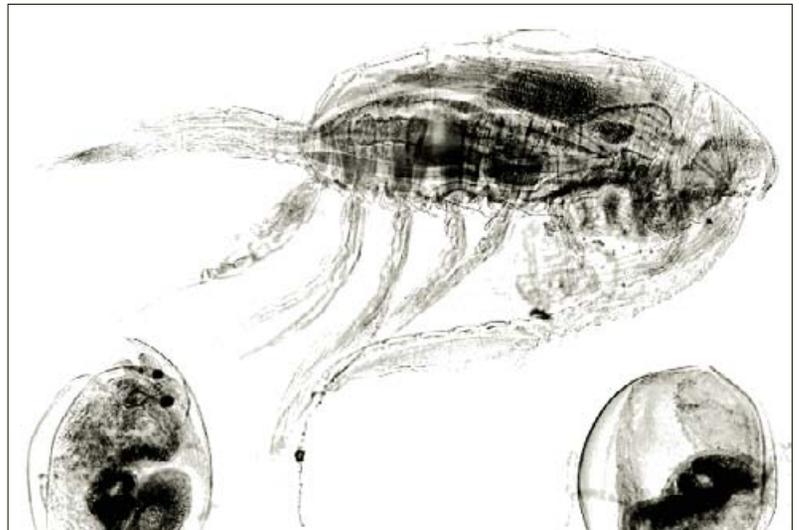
3.44. Ostracode (montage *in toto*), x 45.

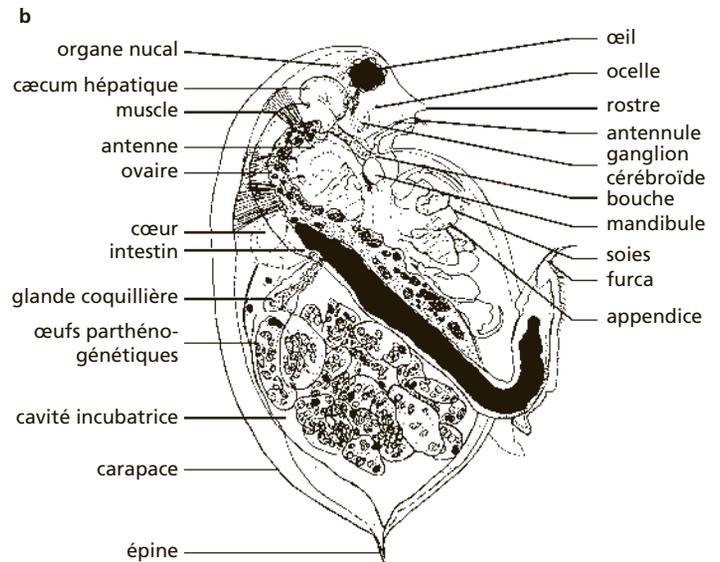
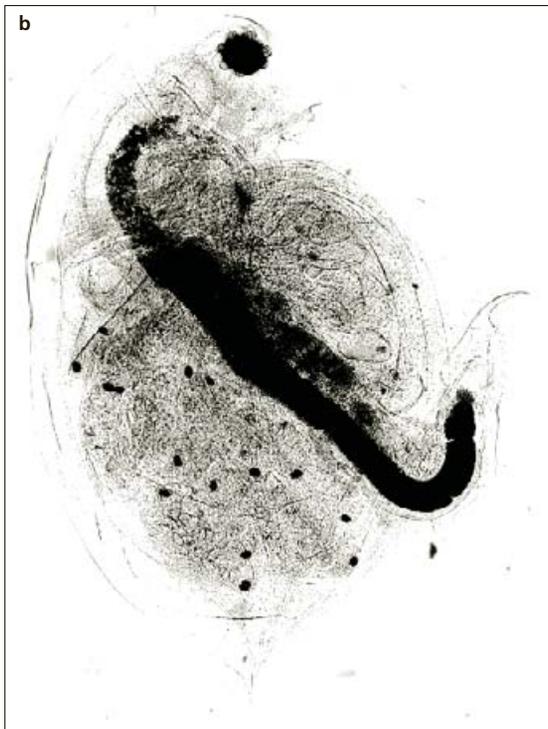
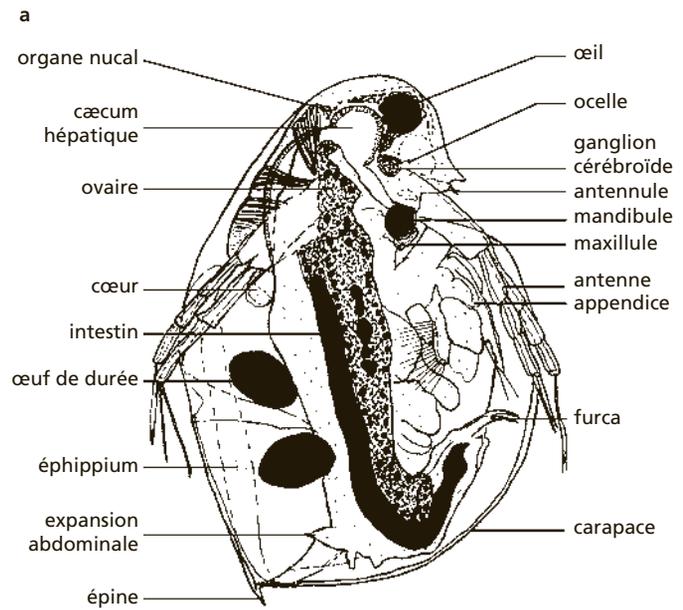
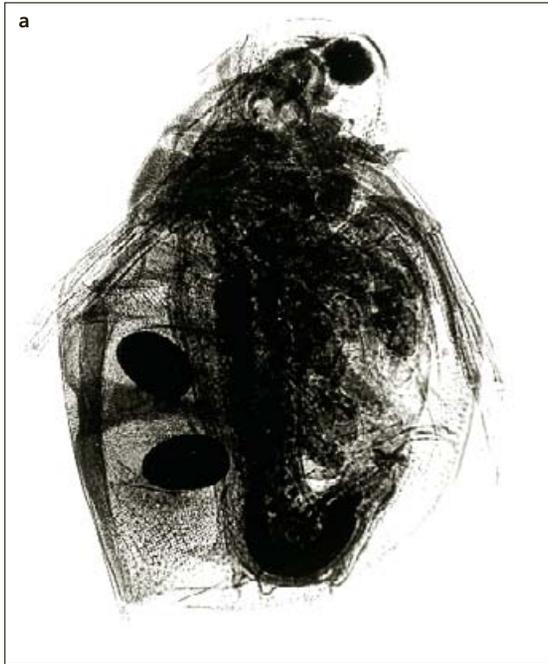
Crustacé présentant une carapace bivalve, sans segmentation nette du corps.

3.45. Copépode

(montage *in toto*), x 35.

Crustacé possédant un œil nauplien, six métamères thoraciques et quatre métamères abdominaux. Les femelles portent des sacs ovigères.



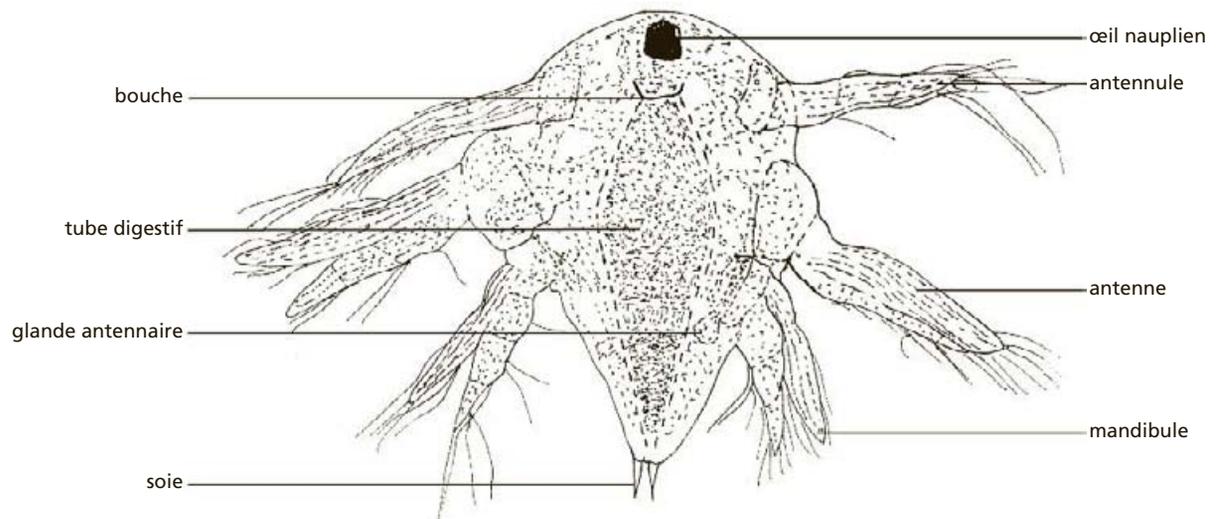
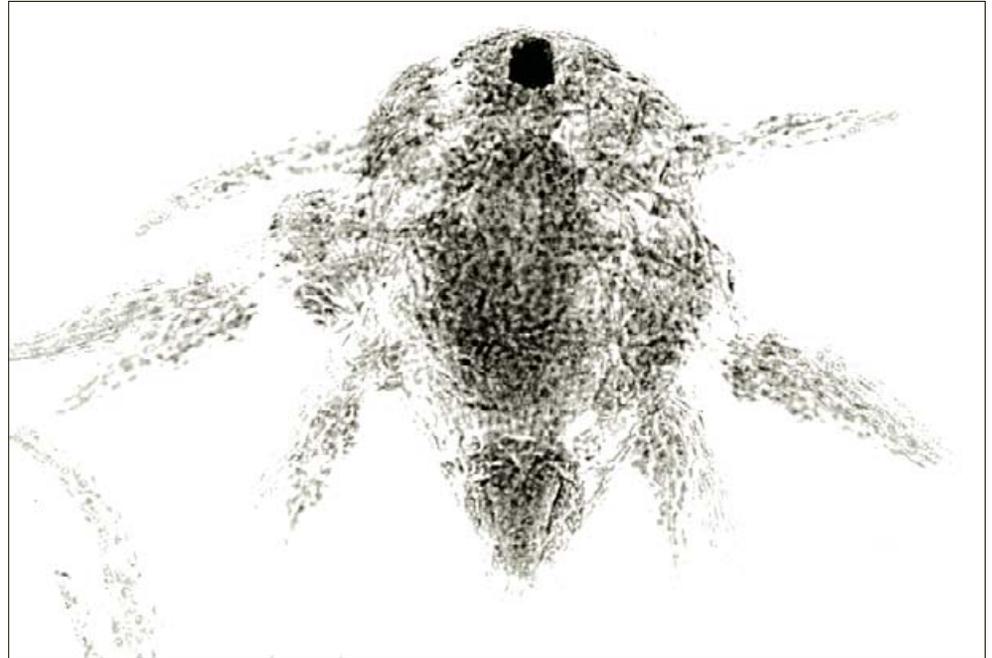


3.46. *Daphnie* (montage *in toto*)

a. Femelle avec œufs de durée, x 40 ; b. Femelle avec œufs parthénogénétiques, x 30.

Crustacé Branchiopode à appendices foliacés, présentant une carapace bivalve et des antennes locomotrices.

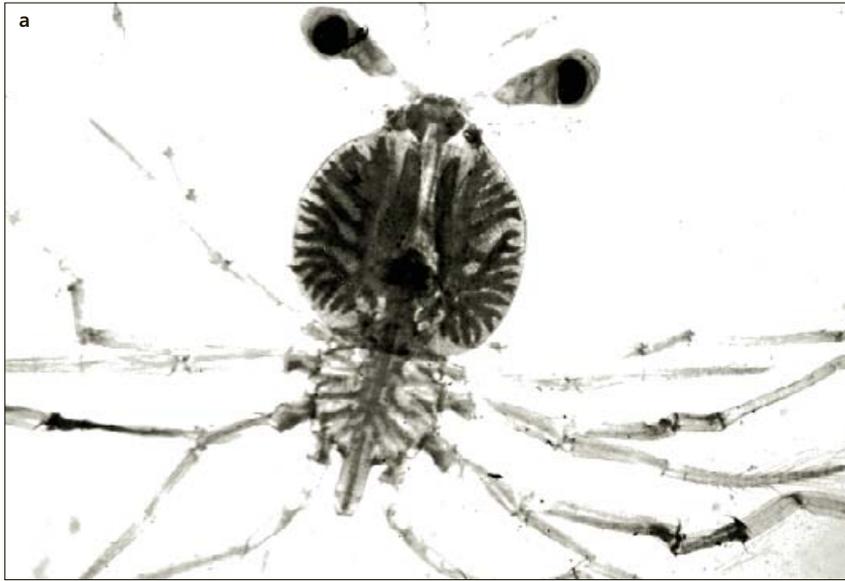
Les Crustacés se reproduisent par voie sexuée. Les sexes sont souvent séparés, comme chez l'*Ecrevisse*, mais il existe des espèces hermaphrodites comme les *Balanes*. L'œuf issu de la fécondation donne généralement naissance à une larve caractéristique du groupe, la larve nauplius (figure 3.47).



3.47. Crustacés : larve nauplius (montage *in toto*), x 257.

Planctonique et nageuse, elle possède un corps ovoïde, non segmenté, portant de longues soies caudales et trois paires d'appendices à fonction locomotrice et masticatrice (antennules uniramées, antennes et mandibules biramées). Un œil nauplien impair et dorsal est également présent. La croissance est réalisée grâce à des mues, au cours desquelles l'animal perd sa cuticule rigide et en reforme une autre.

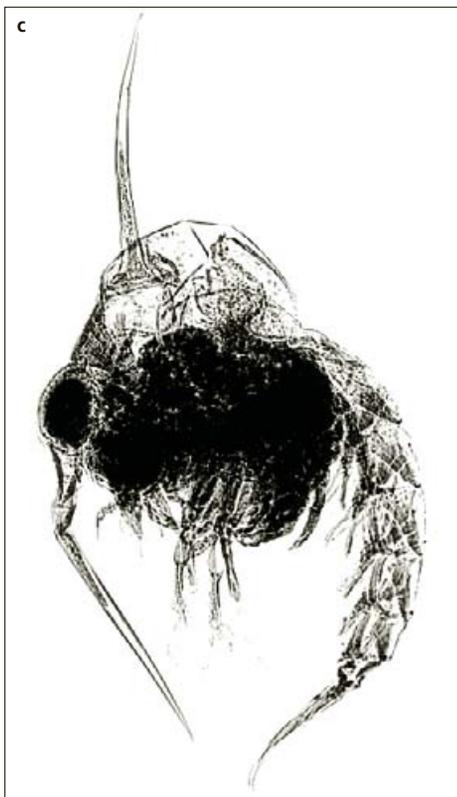
Le développement post-embryonnaire est constitué par une succession de formes larvaires, variables selon l'espèce (figure 3.48). Il est parfois condensé comme chez l'*Ecrevisse*, l'œuf libère alors un individu juvénile très semblable à l'adulte.



3.48. Crustacés : divers types de larves

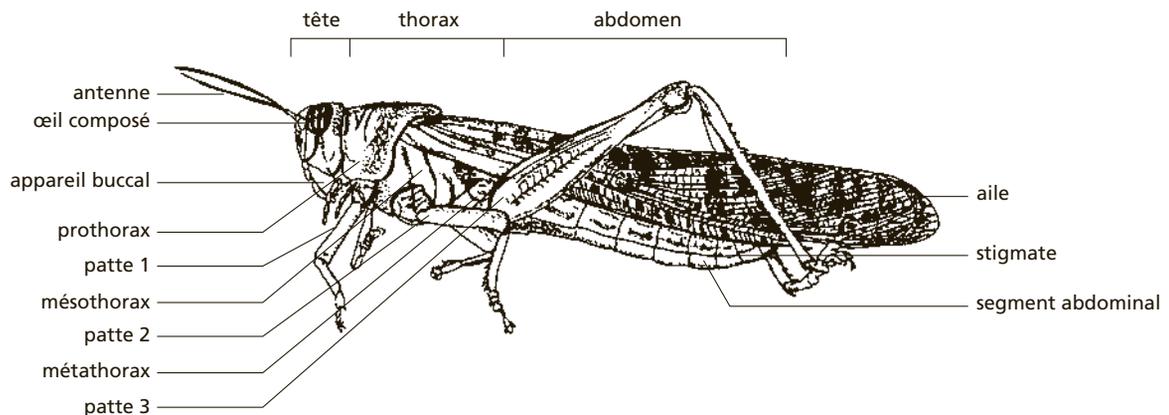
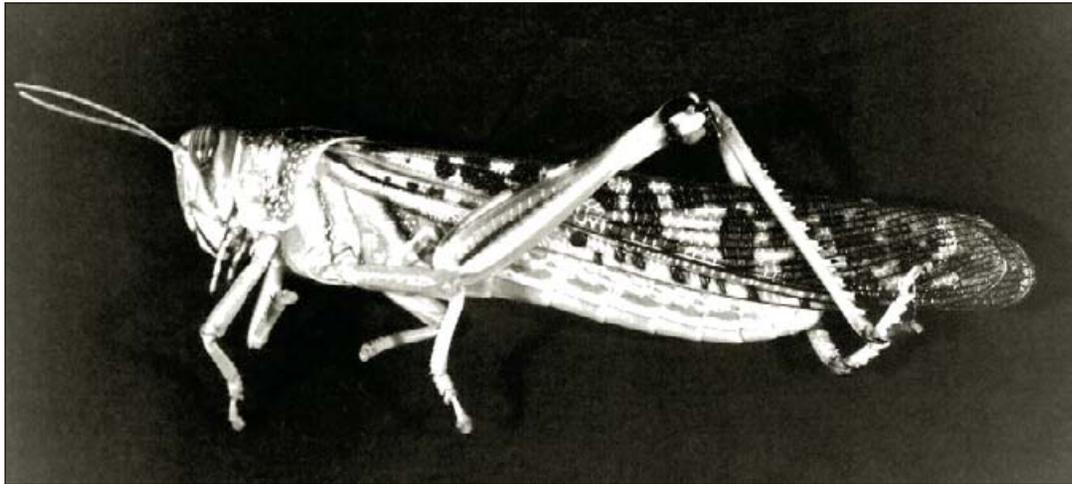
(montages *in toto*)

- a. Phyllosome de *Langouste*, x 16 ;
- b. Zoé, x 35 ;
- c. Zoé de *Crabe*, x 36 ;
- d. Mégalope de *Crabe*, x 28.



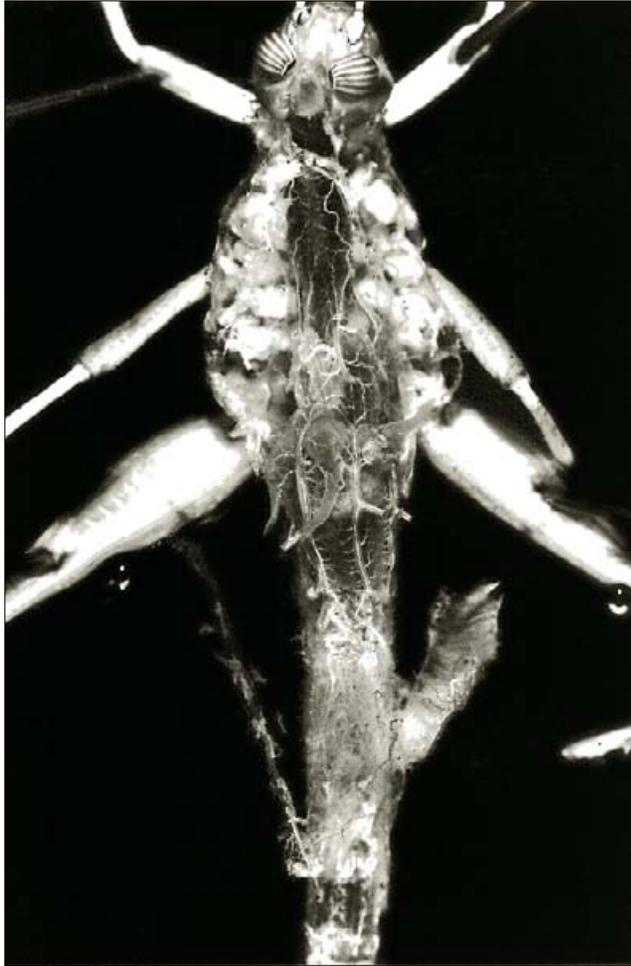
Remarquons par ailleurs que certains Crustacés, comme les *Daphnies*, sont capables de se reproduire alternativement par parthénogenèse et par reproduction sexuée, en relation avec les conditions du milieu.

À la différence des Crustacés, les Hexapodes (correspondant pour l'essentiel aux Insectes), autres Arthropodes, ont essentiellement colonisé le milieu terrestre. Le *Criquet* et le *Grillon* en sont de bons exemples (figures 3.49, 3.50, 3.51, 3.52, 3.53).



3.49. Criquet (vue externe latérale), x 3.

Le corps est divisé en trois parties : la tête (portant les organes sensoriels, la bouche et les pièces buccales), le thorax (caractérisé par la présence de trois paires de pattes et de deux paires d'ailes) et l'abdomen. Il est entièrement recouvert d'une cuticule, la mobilité étant possible grâce à des membranes articulaires. Une segmentation externe est observable : le thorax est formé de trois métamères et l'abdomen en compte onze. La femelle et le mâle peuvent être aisément distingués grâce à leur extrémité abdominale : la femelle porte un ovipositeur constitué de trois paires de valves articulées alors que le mâle présente une plaque sous-génitale.



3.50. Cricquet : dissection (vue dorsale), x 3,5
(livret couleur, page IV).

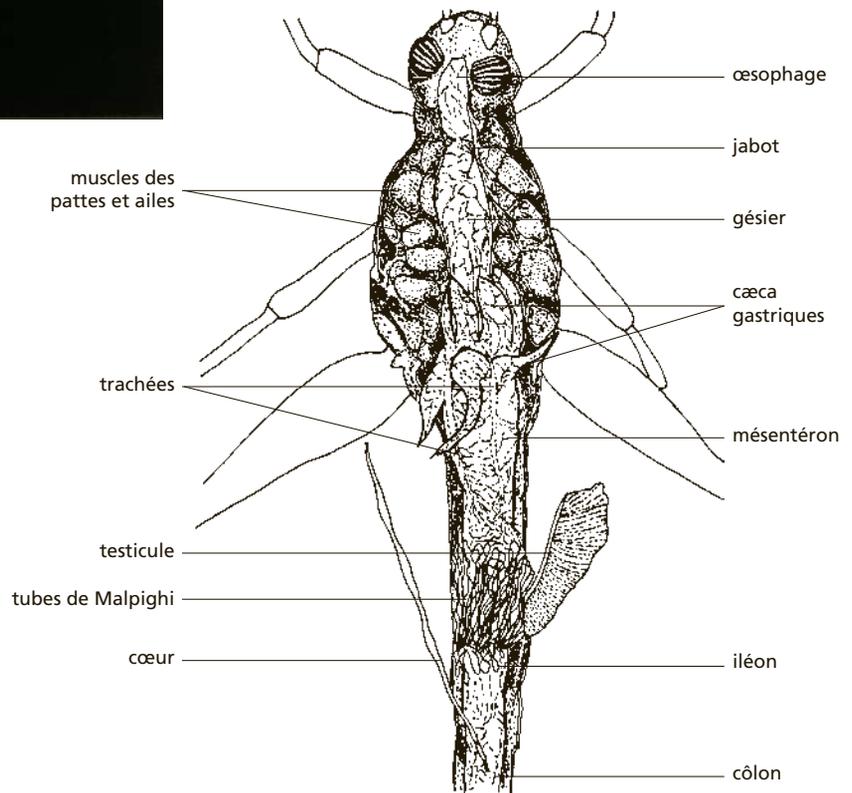
L'appareil circulatoire, dorsal et ouvert, comporte un cœur abdominal, qui expulse l'hémolymphe dans des vaisseaux irriguant les organes. L'hémolymphe circule ensuite librement dans la cavité générale, l'hémocœle, puis regagne le cœur dans lequel elle pénètre grâce aux ostioles.

L'appareil respiratoire correspond à un réseau complexe de trachées, tubes tapissés intérieurement d'une fine cuticule et maintenus béants grâce à des épaissements spiralés de celle-ci. Elles s'ouvrent sur le milieu extérieur au niveau des stigmates et se ramifient dans l'organisme. S'y ajoutent de volumineux sacs aériens.

L'appareil digestif se compose d'un pharynx, d'un œsophage, d'un jabot musculueux, d'un gésier (formant le stomodeum) suivis d'un mésentéron dans lequel s'ouvrent six cæca gastriques. Il est terminé par un iléon, un côlon et un rectum (constituant le proctodeum) aboutissant à l'anus. Des glandes salivaires thoraciques le complètent.

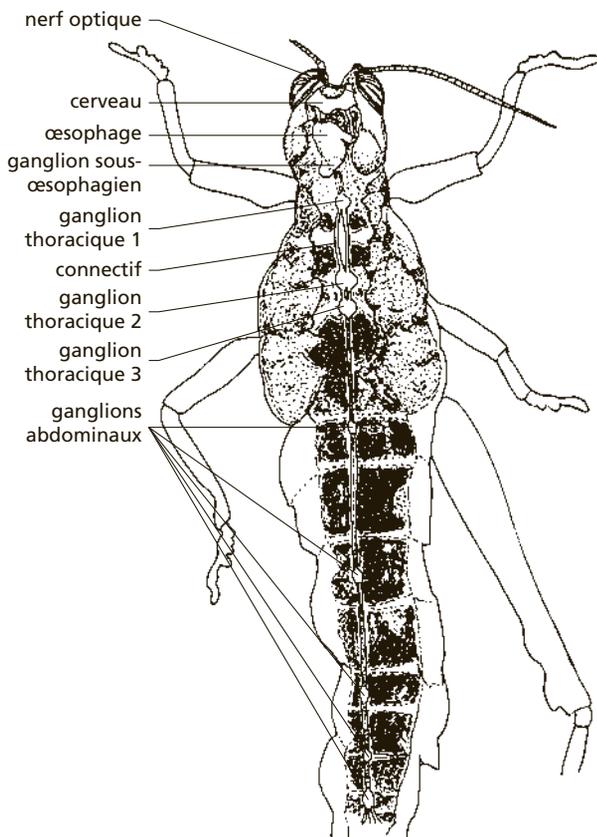
L'excrétion est réalisée par de multiples tubes de Malpighi, formations borgnes baignant dans la cavité générale et débouchant à la jonction entre mésentéron et iléon.

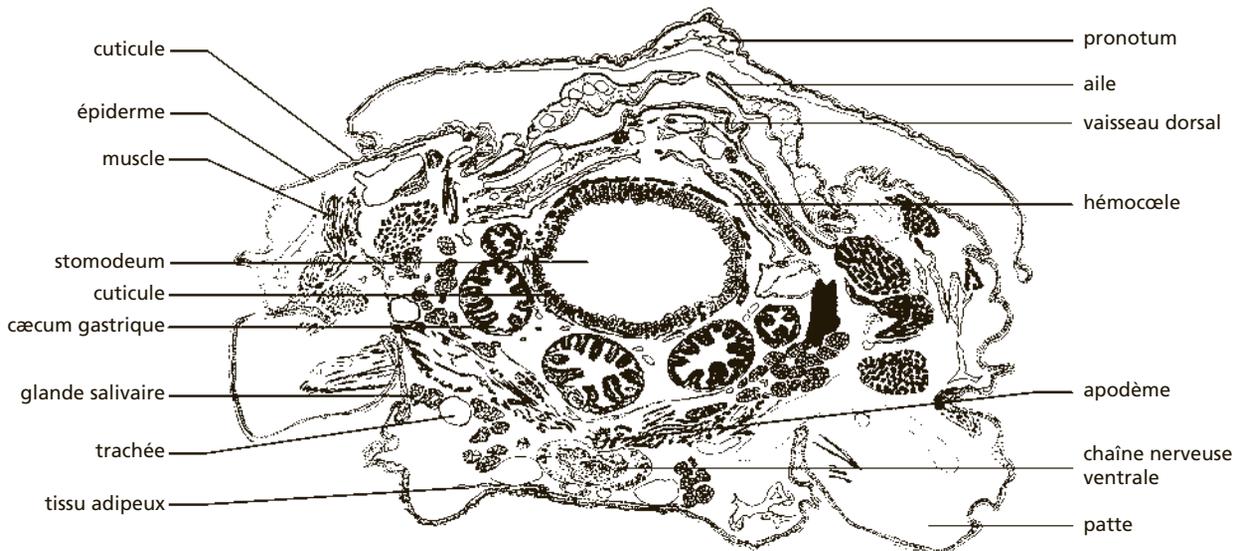
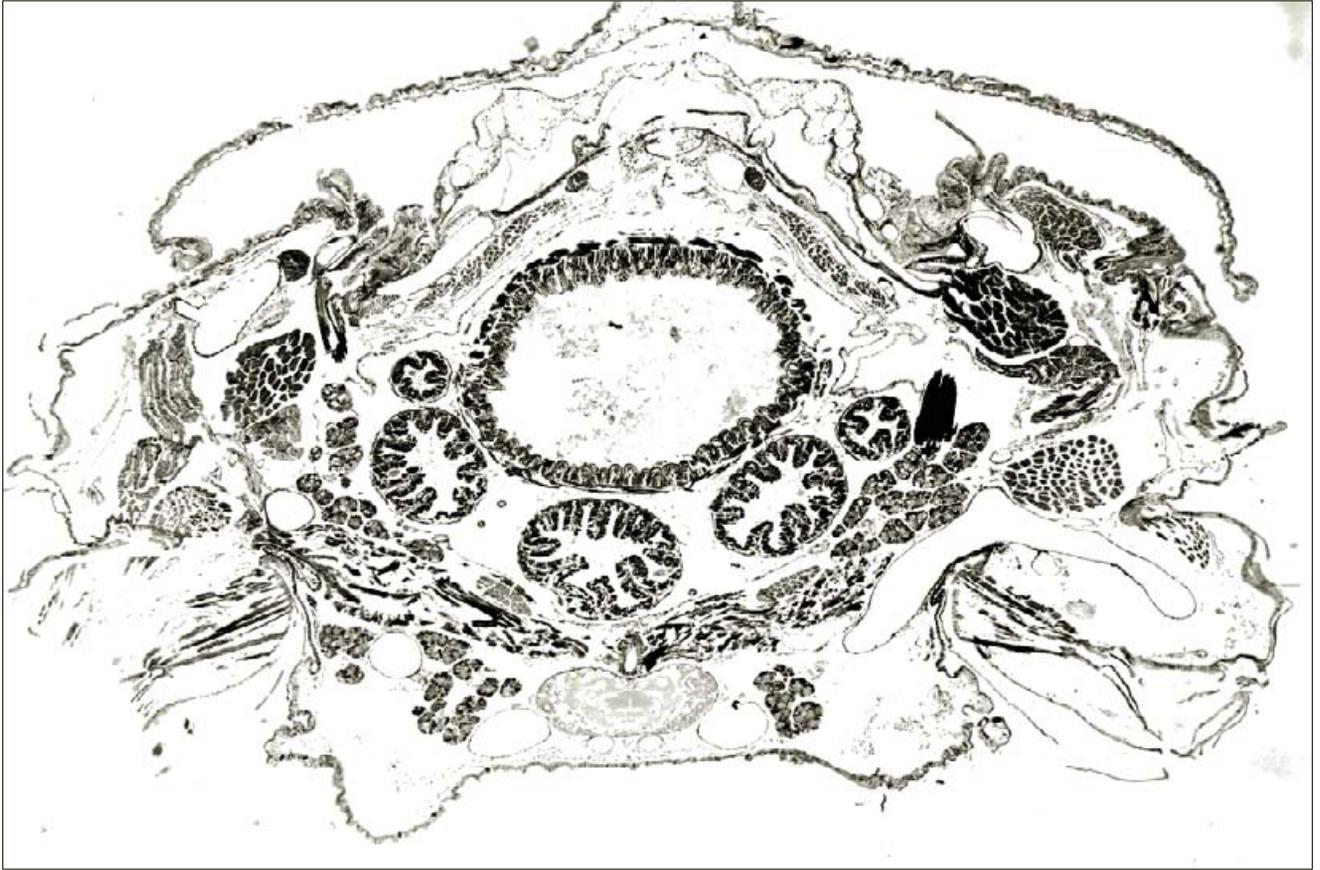
L'appareil génital est représenté, chez le mâle, par deux testicules associés en une masse unique, munie de deux canaux déférents. Ceux-ci débouchent dans un canal éjaculateur, de même que les glandes accessoires (dont les vésicules séminales). Lui fait suite un sac éjaculateur dont l'extrémité est occupée par un organe d'intromission complexe. Chez la femelle, il est formé de deux ovaires volumineux et de deux oviductes se réunissant en un vagin ventral ouvert sur la chambre génitale, auxquels s'ajoutent des glandes accessoires et une spermathèque.



3.51. Criquet : système nerveux (vue dorsale), x 4.

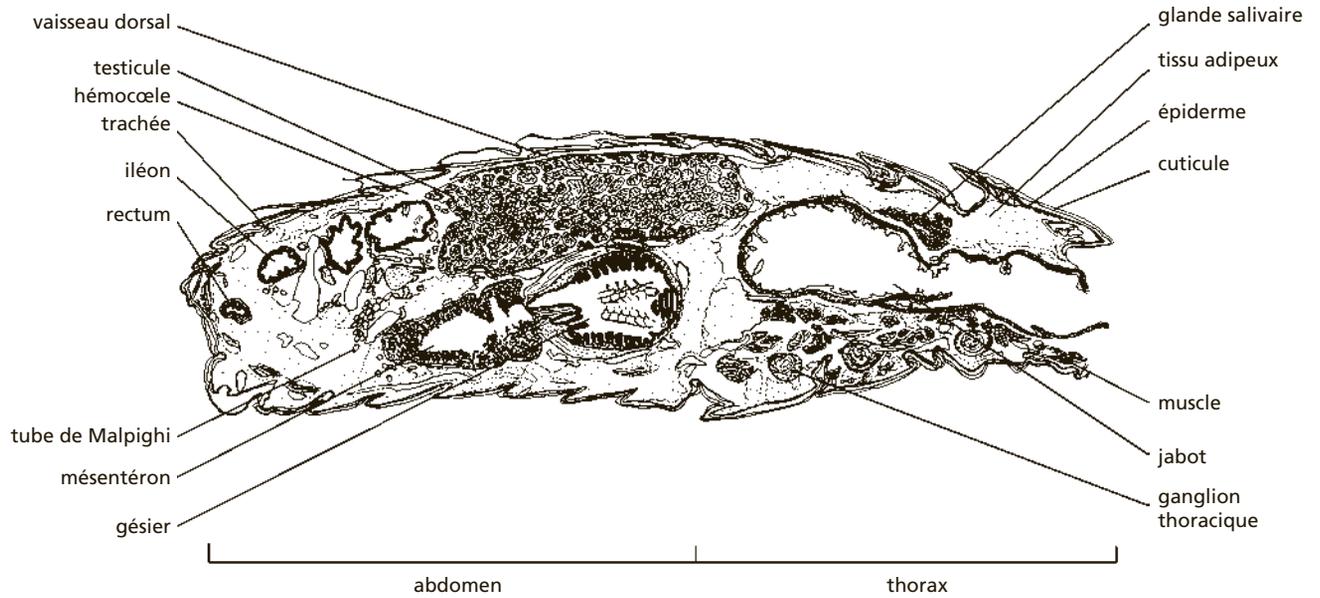
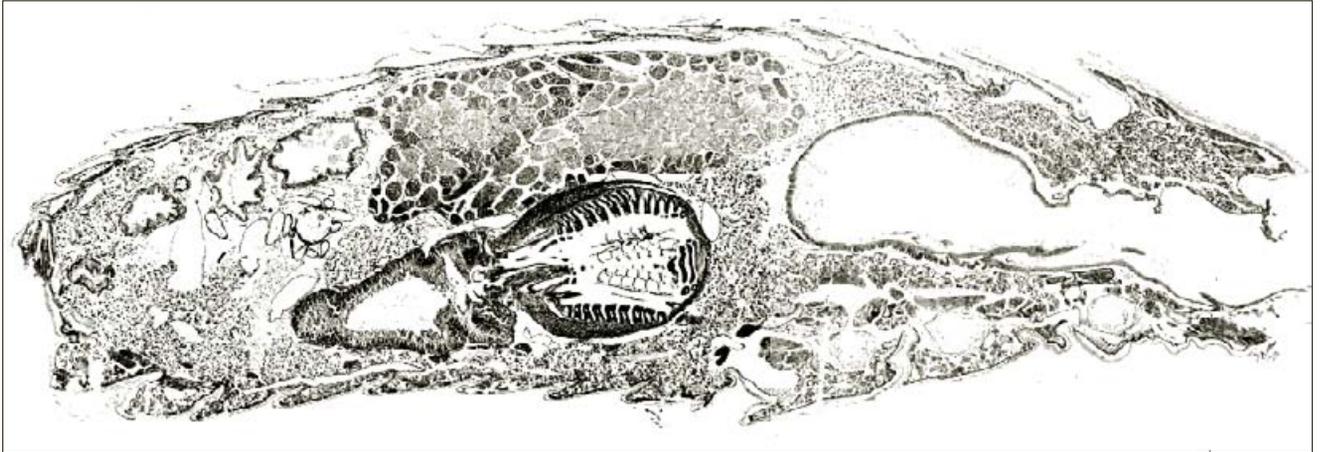
Dans la région antérieure, il est représenté par un cerveau subdivisé en trois parties (protocérébron, deutocérébron et tritocérébron). Ses prolongements postérieurs sont reliés à un ganglion sous-œsophagien par l'intermédiaire d'un collier péri-œsophagien. Il se poursuit par une chaîne nerveuse ventrale dont la disposition métamérique est altérée du fait de la fusion de certains ganglions. Elle compte ainsi trois ganglions thoraciques et cinq ganglions abdominaux. Cette organisation est caractéristique de l'état hyponeurien.





3.52. Criquet : thorax (coupe transversale), x 24.

La paroi du corps est formée d'une cuticule présentant plusieurs couches et recouvrant un épiderme simple, qui en réalise la sécrétion. Les organes baignent dans une vaste cavité générale correspondant à l'hémocœle.



3.53. *Grillon* (coupe longitudinale), x 12.

La portion antérieure du tube digestif (pharynx, œsophage, jabot et gésier) formant le stomodeum ainsi que sa portion postérieure, le proctodeum, sont tapissées de cuticule. Ces deux ensembles ont la même origine embryologique que l'épiderme (ectodermique).

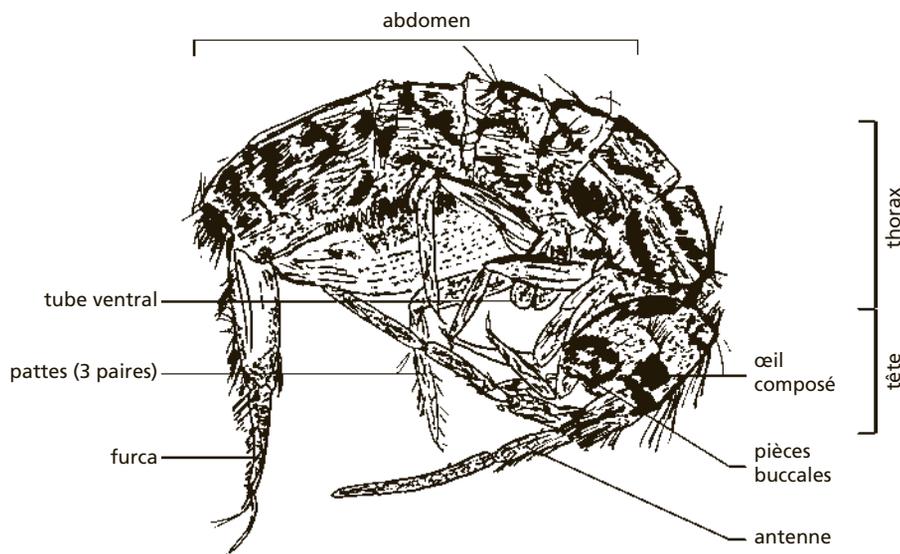
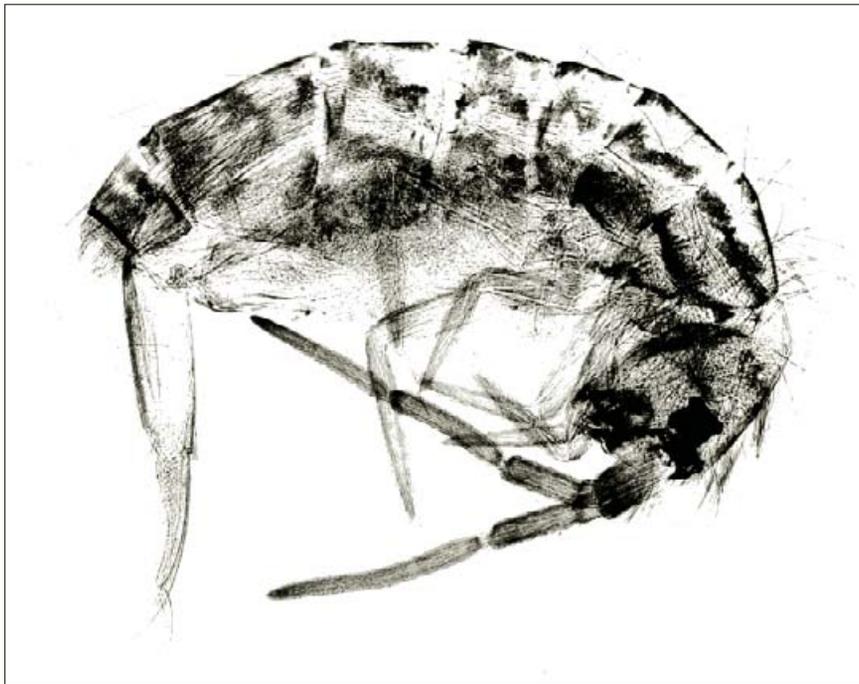
Le *Criquet* et le *Grillon*, comme l'*Ecrevisse*, possèdent donc un plan d'organisation de Métazoaire triploblastique coelomate. Ils présentent typiquement une symétrie bilatérale et une métamérie hétéronome, en relation avec la différenciation de tagmes (tête, thorax, abdomen) et la céphalisation.

La présence de mandibules et d'antennes les place, aux côtés des Crustacés, dans le sous-embanchement des Mandibulates ou Antennates. Toutefois, il s'agit d'animaux terrestres, à respiration trachéenne, possédant une seule paire d'antennes, une paire de mandibules et trois paires d'appendices locomoteurs thoraciques, ce qui les définit comme membres du groupe des Hexapodes. La disposition de leurs pièces buccales permet de les classer au sein de la classe des Insectes. Ici encore, une grande diversité de formes est observée (*figures 3.54, 3.55, 3.56*).

3.54. Collembole

(montage *in toto*), x 48.

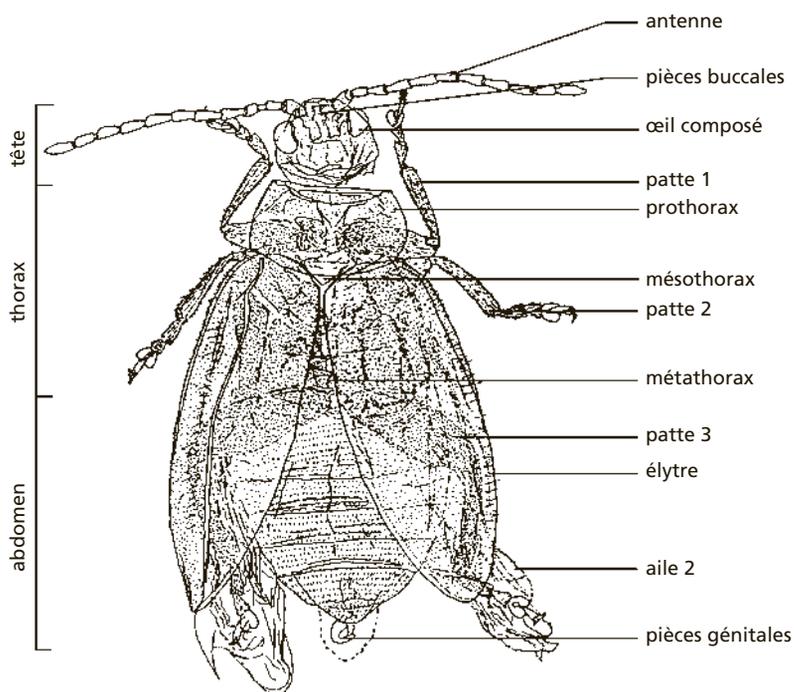
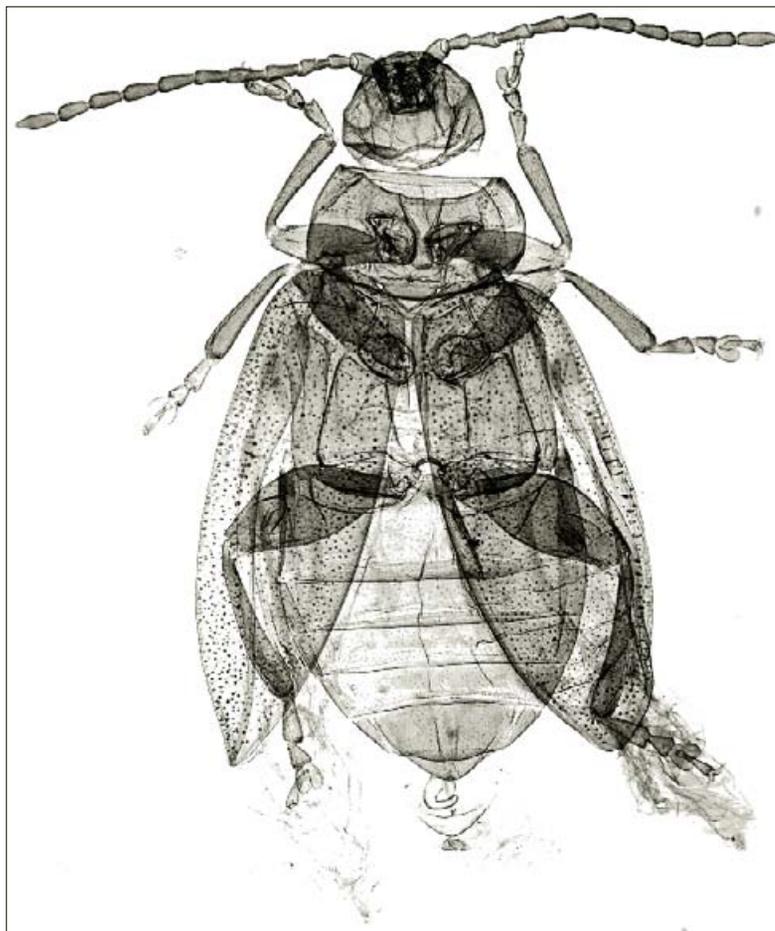
Hexapode caractérisé par l'absence d'ailes. Il présente une furca terminale dont la détente permet le saut.



3.55. Altise

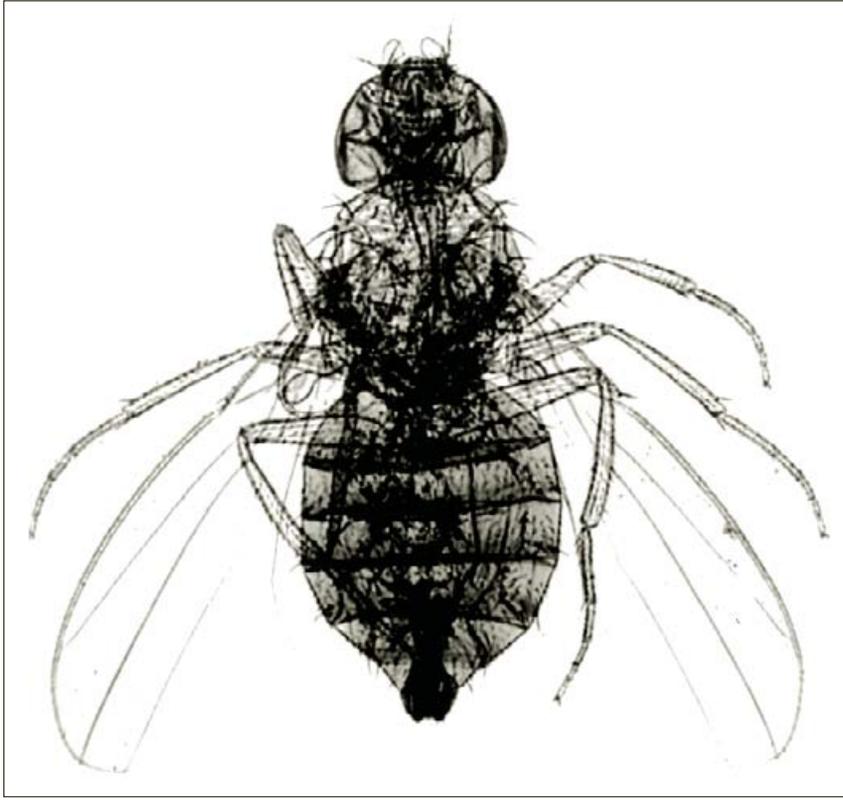
(montage *in toto*), x 16.

Insecte Coléoptère caractérisé par la transformation de la première paire d'ailes en élytres coriaces.



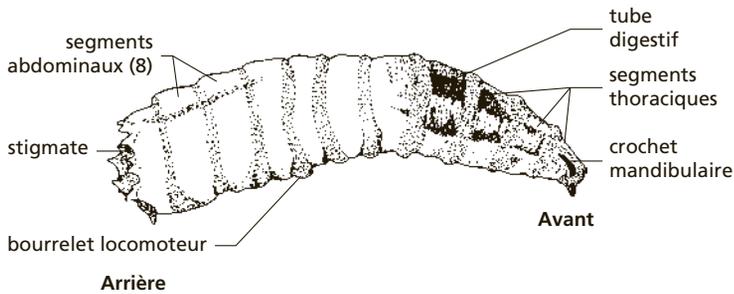
3.56. *Drosophile*(montage *in toto*), x 27.

Insecte Diptère caractérisé par la présence d'une seule paire d'ailes, la seconde étant transformée en une paire de balanciers.



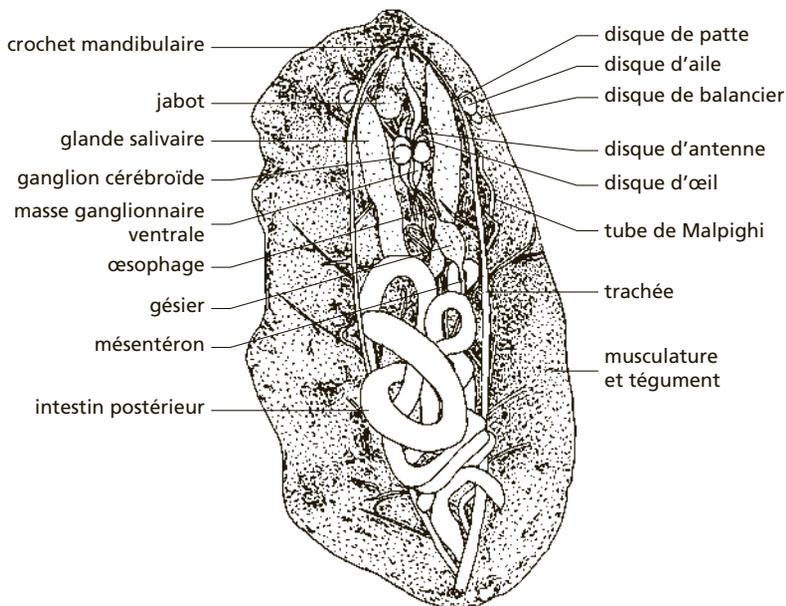
La reproduction des Hexapodes est le plus souvent de type sexuée. Il existe de nombreux cas de parthénogenèse (*Pucerons* par exemple) ainsi que quelques exemples de reproduction asexuée.

L'œuf des Insectes holométaboles, comme la *Mouche*, libère une larve très différente de l'adulte (figures 3.57, 3.58), qui croît grâce à des mues successives avant de se transformer en adulte à la faveur d'une véritable métamorphose. Dans le cas des hétérométaboles, comme le *Criquet*, des individus juvéniles ressemblant à l'adulte en sont issus et poursuivent leur développement par une croissance discontinue, faisant intervenir des mues.



3.57. *Mouche* : asticot (vue externe), x 7.

À l'éclosion, l'œuf libère une larve dépourvue de tête (acéphale) et d'appendices locomoteurs (apode), elle diffère profondément de la *Mouche* adulte. Elle présente toutefois une segmentation thoracique et abdominale.

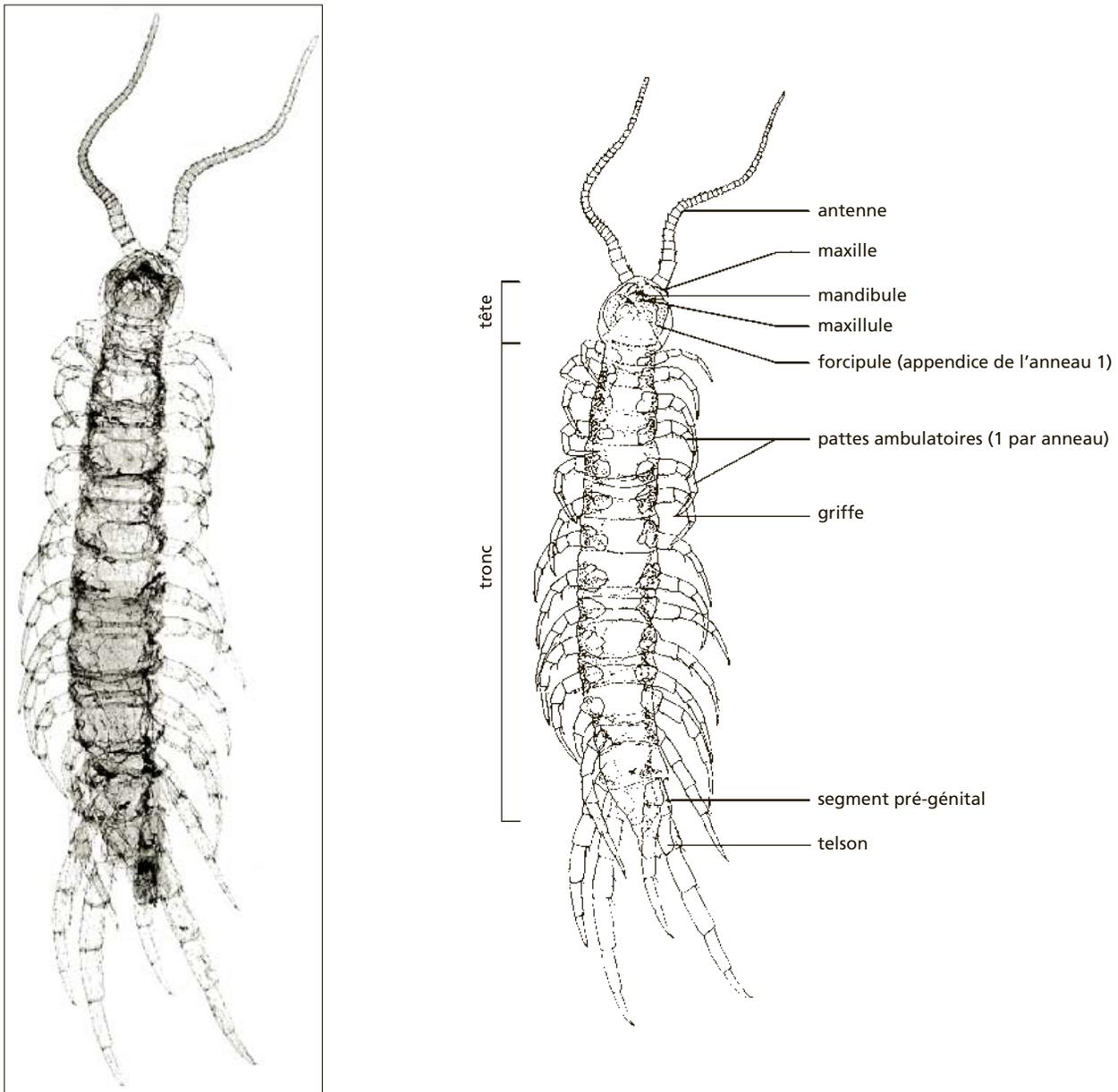


3.58. *Mouche* : dissection de l'asticot (vue dorsale), x 8,5.

Des appareils communs à la larve et à l'adulte (appareil respiratoire, appareil digestif, appareil excréteur, système nerveux) sont observés. La larve possède en outre des disques imaginaux, ensembles de cellules ayant conservé des caractères embryonnaires, à l'origine des structures adultes. Lors de la métamorphose, leur développement donne naissance aux antennes, aux yeux, aux ailes, aux balanciers, aux pattes, aux pièces génitales alors que les autres appareils sont profondément modifiés.

À la différence des Crustacés, les Hexapodes ne possèdent pas de forme larvaire caractéristique, mais divers types de larves sont observés, présentant des adaptations marquées à leurs modes de vie.

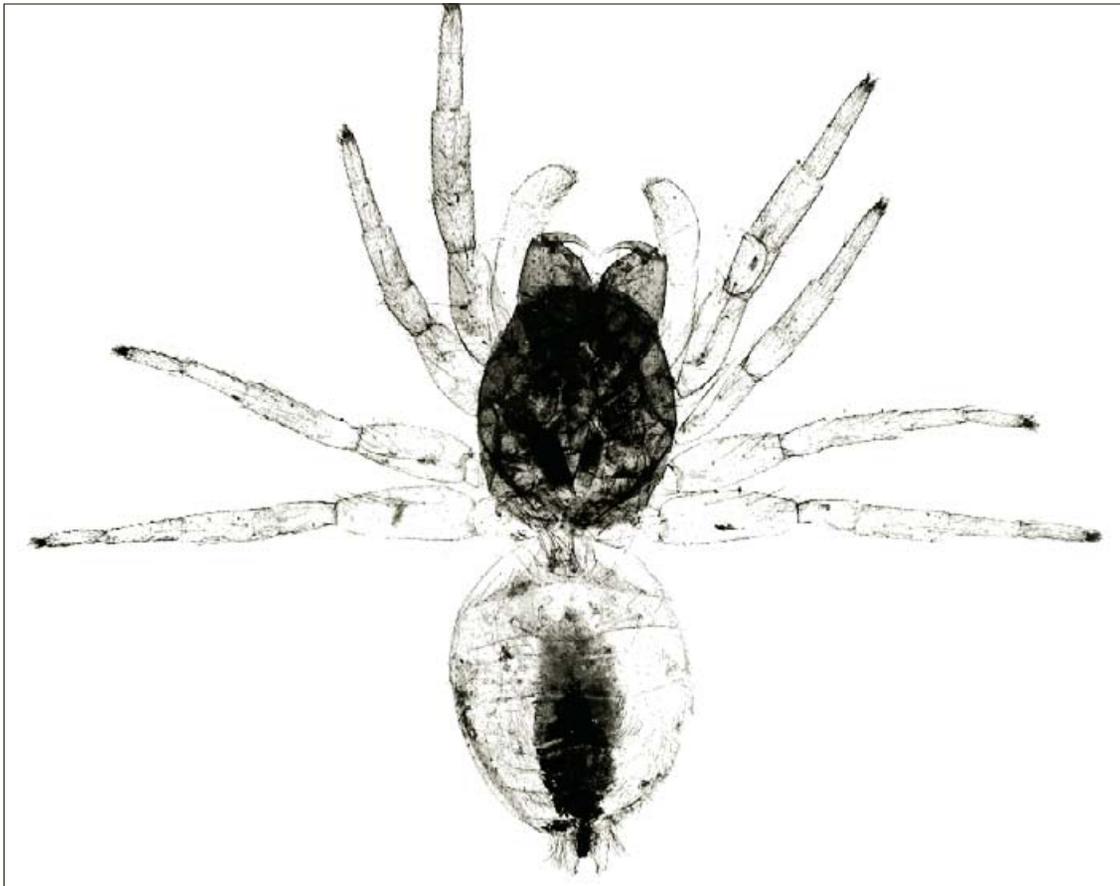
Les Arthropodes sont également représentés par une troisième classe, celle des Myriapodes (*figure 3.59*), animaux également pourvus d'une paire d'antennes et de mandibules (Antennates ou Mandibulates).



3.59. Myriapode : jeune animal (montage *in toto*), x 13.

Animal terrestre à respiration trachéenne, dont le corps comporte une tête ne portant qu'une paire d'antennes et un tronc généralement très long, muni de nombreux appendices locomoteurs.

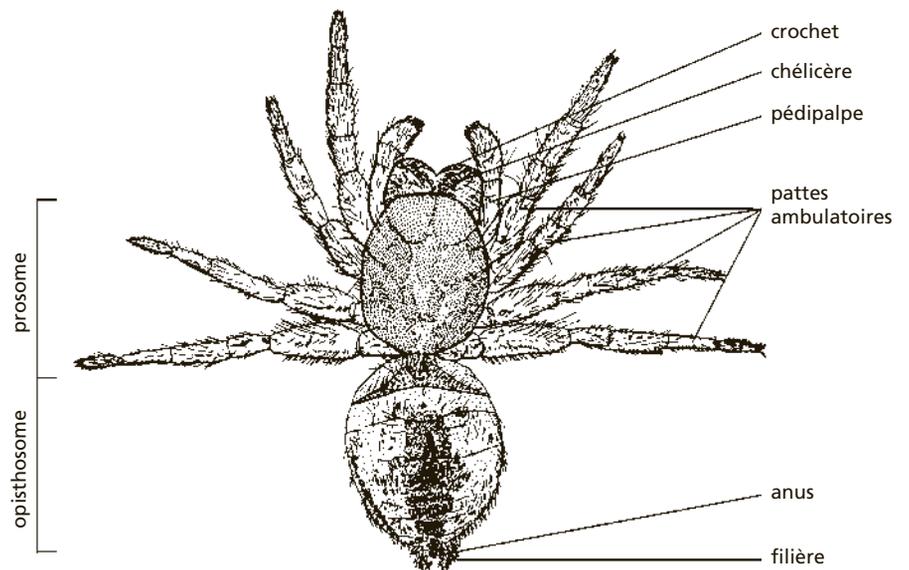
L'*Araignée*, pour sa part, est un représentant des Arthropodes dépourvus d'antennes et de mandibules mais possédant des chélicères (figures 3.60, 3.61, 3.62).

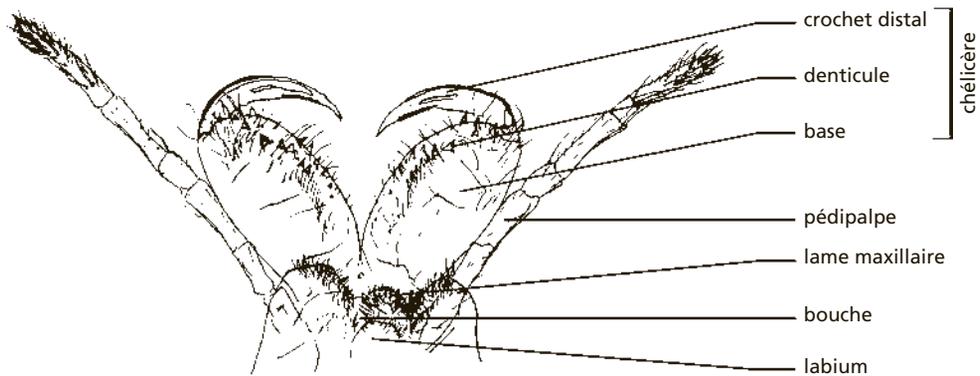


3.60. Araignée

(montage in toto), x 17.

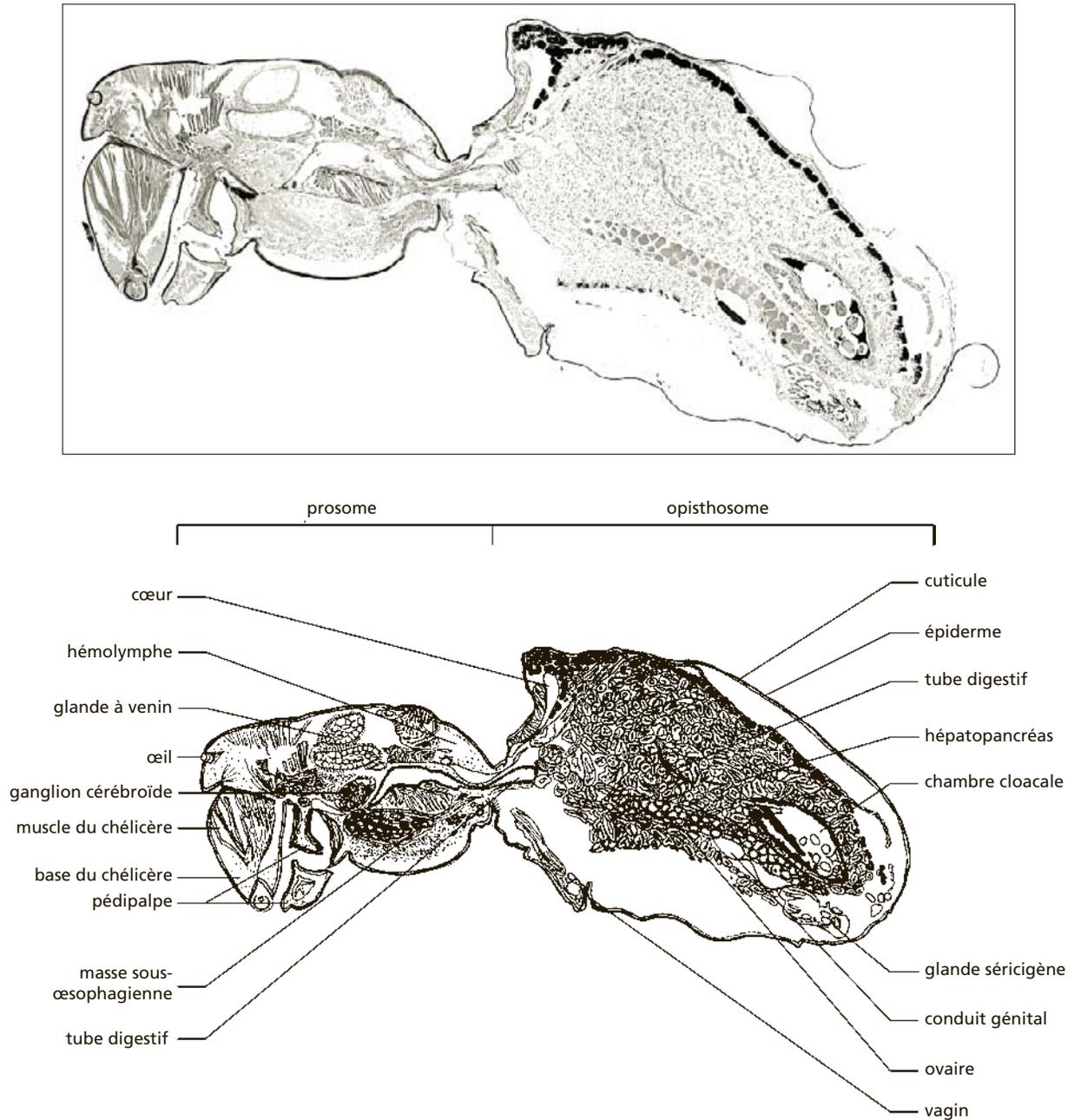
Le corps, recouvert d'une cuticule, est subdivisé en deux régions : un prosome et un opisthosome, ce dernier résultant de la fusion d'un mésosome et d'un métasome. Le prosome porte des organes sensoriels (yeux simples, longues soies) et sur sa face ventrale une paire de chélicères ainsi qu'une paire de pédipalpes tactiles. Les quatre paires de pattes locomotrices y sont également insérées. Il est relié par un fin pédicule à l'opisthosome sur lequel sont situés, ventralement, les orifices génitaux, respiratoires ainsi que les filières (organes séricigènes) et l'anus, en position distale. Femelles et mâles peuvent être distingués grâce à leurs pédipalpes : ceux-ci sont modifiés en un organe copulateur chez le mâle.





3.61. Araignée : région antérieure (montage *in toto*), x 30.

L'animal ne possède ni mandibule ni antenne mais, en avant de la bouche et ventralement, une paire de chélicères (appendices préhensiles).



3.62. Araignée (coupe longitudinale), x 17.

L'appareil circulatoire, ouvert, comprend un cœur dorsal propulsant l'hémolymphe dans deux artères aortes, antérieure et postérieure. Après avoir baigné les organes, celle-ci est recueillie dans de vastes sinus ventraux et retourne au cœur grâce à des veines pulmonaires. L'appareil respiratoire correspond à des poumons (phyllotrachées) situés dans l'opisthosome et des trachées, ouverts sur l'extérieur par l'intermédiaire de stigmates. L'appareil digestif est constitué d'un stomodeum (pharynx, œsophage, jabot aspirateur), d'un mésentéron (intestin, cæca, hépatopancréas, chambre cloacale) s'étendant dans la moitié postérieure du prosome et la plus grande partie de l'opisthosome et d'un court proctodeum terminal. Des glandes salivaires complètent ce dispositif. L'appareil excréteur comporte un nombre limité de tubes de Malpighi ramifiés, aboutissant à la jonction mésentéron-proctodeum. Des glandes coxales peuvent également intervenir dans l'excrétion. L'appareil génital est composé, chez la femelle, de deux ovaires ventraux d'où partent deux oviductes convergeant vers l'avant en un utérus qui s'ouvre dans un vagin terminé par l'orifice de ponte. Des réservoirs spermatiques et des glandes annexes sont également présents, en relation avec deux orifices d'accouplement. Chez le mâle, cet appareil est formé de deux testicules tubulaires, drainés par deux canaux déférents contournés qui aboutissent à un orifice ventral unique. Le système nerveux, localisé dans le prosome, est extrêmement condensé. Il comprend un cerveau dépourvu de deutocérébrum et une volumineuse masse ventrale sous-œsophagienne résultant de la fusion des ganglions ventraux.

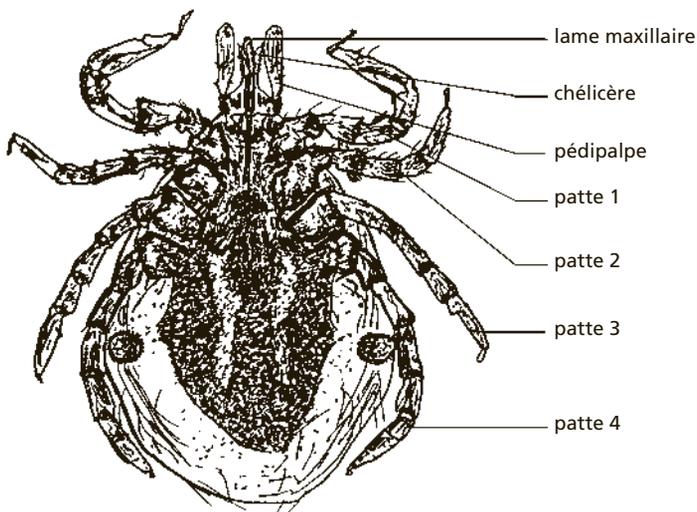
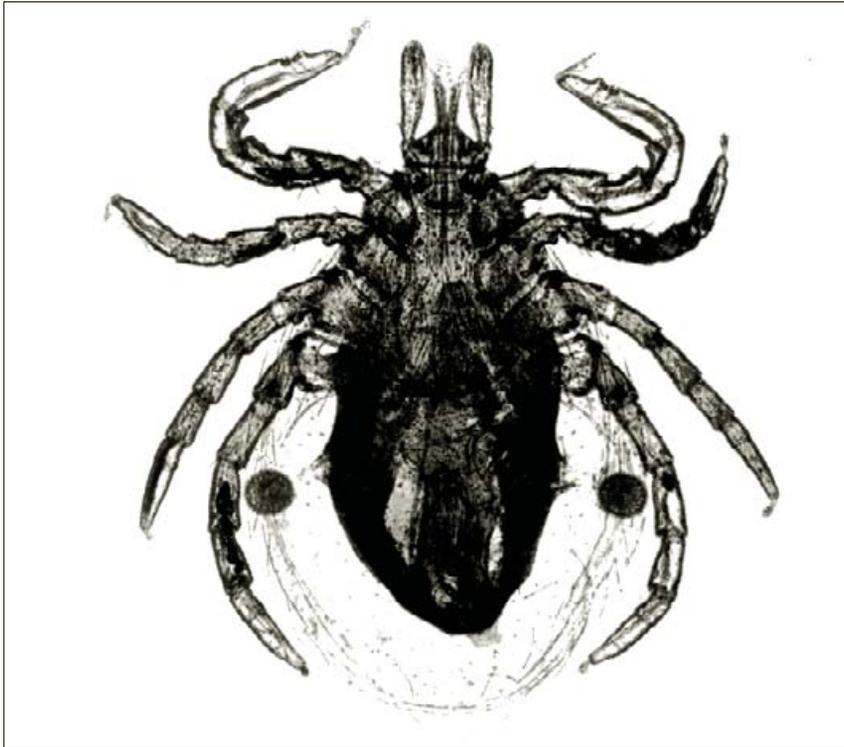
De la même manière que chez l'*Ecrevisse* et le *Criquet*, les caractères de Méta-zoaire triploblastique coelomate sont présents chez l'*Araignée*. À la symétrie bilatérale s'ajoute une métamérie hétéronome, altérée du fait de la tagmatisation.

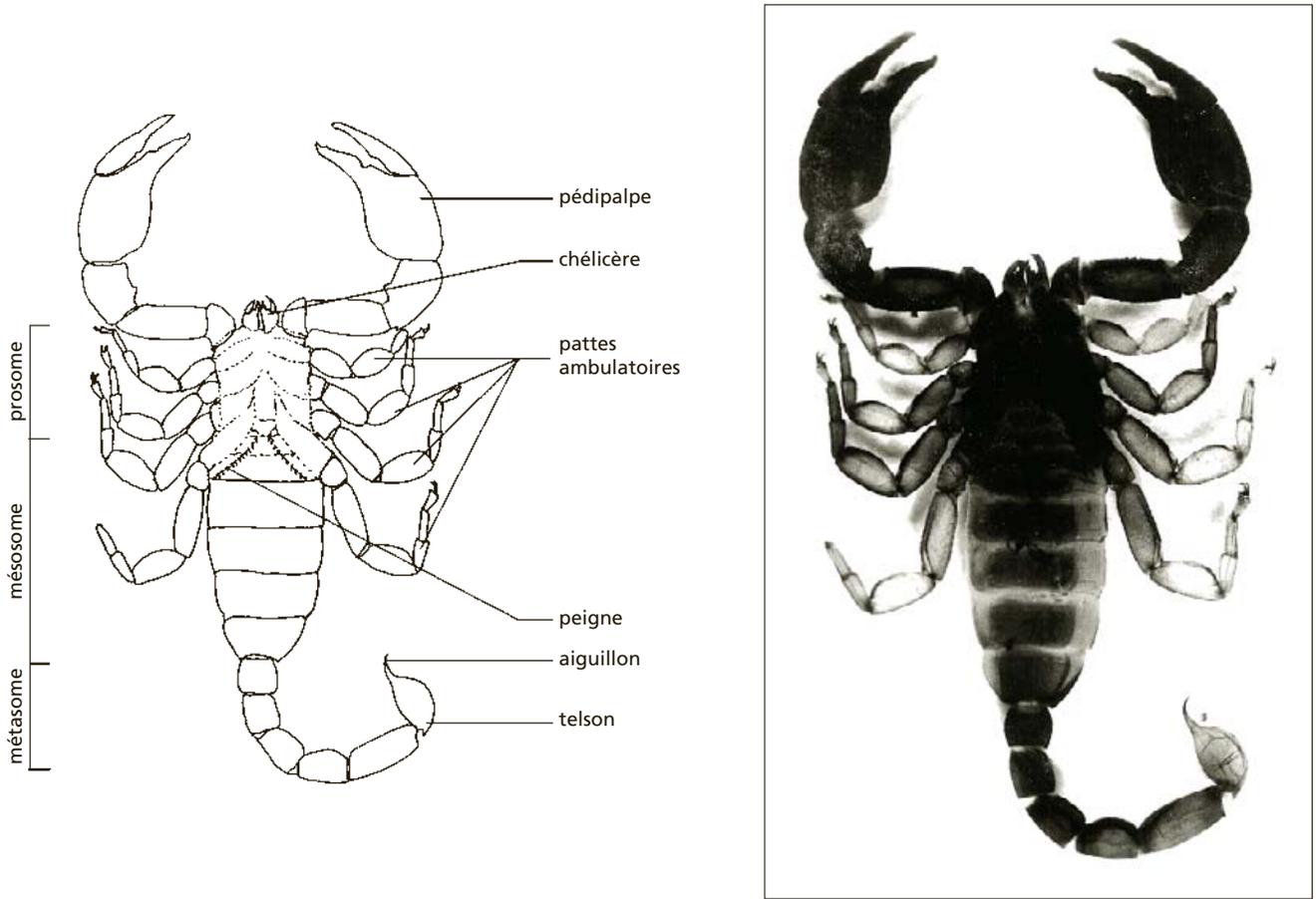
Animal caractérisé par la présence de chélicères et par l'absence de mandibules et d'antennes, l'*Araignée* appartient au sous-embranchement des Chélicériformes et plus particulièrement au groupe des Chélicérates. Elle est un représentant de la classe des Arachnides, au sein de laquelle elle côtoie notamment les Acariens (figure 3.63) et *Scorpions* (figure 3.64). Les Mérostomes constituent une seconde classe de Chélicérates, représentée notamment par la *Limule* (figure 3.65).

3.63. Acarien

(montage *in toto*), x 48.

Arachnide à corps non divisé, muni de chélicères en pinces, crochets ou stylets, et de pédipalpes en pinces, crochets ou en forme d'antennes.





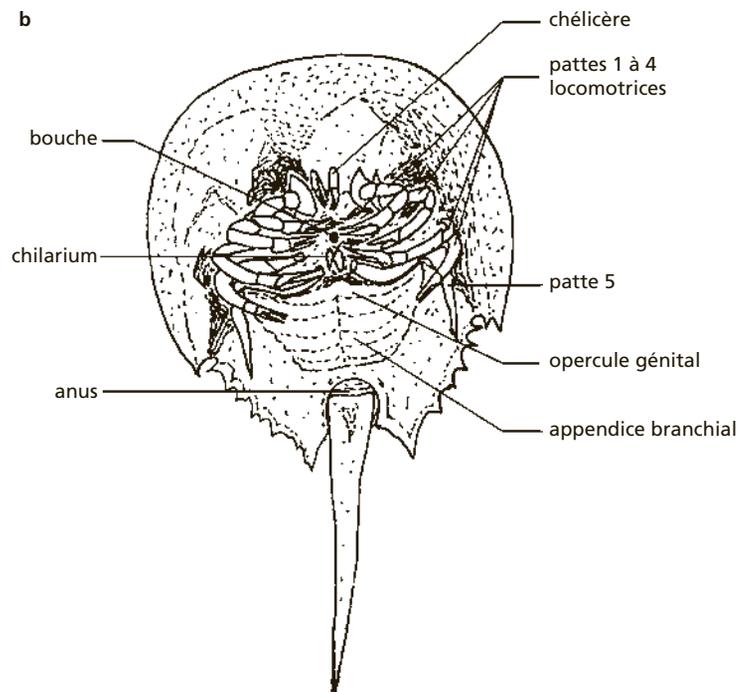
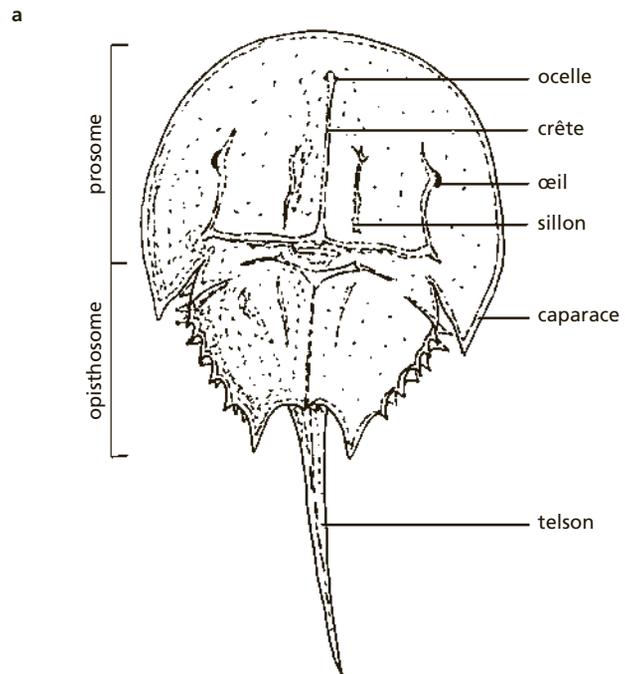
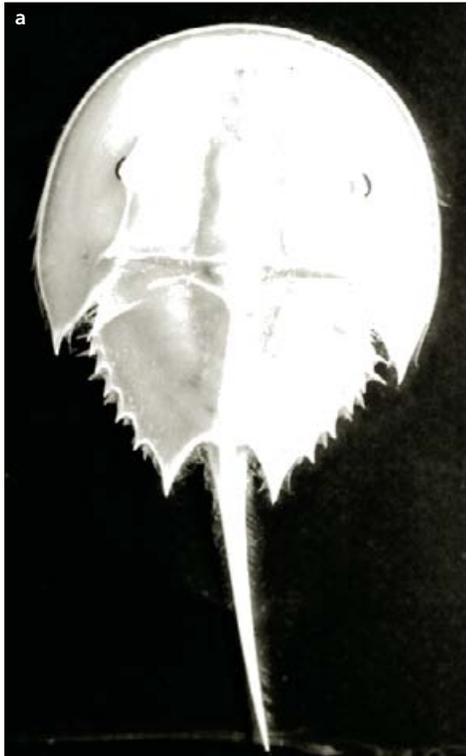
3.64. *Scorpion* (montage *in toto*), x 2,2.

Arachnide dont l'opisthosome est divisé en mésosome et métasome, ce dernier étant recourbé et terminé par un fort telson différencié en aiguillon.

Les **Arthropodes** forment donc un embranchement de **Métazoaires triploblastiques cœlomates** présentant une **métamérie très altérée**. La dissociation des cavités cœlomiques au cours de leur développement contribue à la mise en place d'une vaste cavité générale, l'**hémocœle**, sur laquelle est ouvert leur appareil circulatoire. Leur système nerveux est composé de ganglions cérébroïdes et d'une chaîne nerveuse ventrale (hyponeuriens) mais il subit une importante condensation (cérébralisation accompagnant la céphalisation).

Lors de leur développement embryonnaire, le blastopore, formé au moment de la gastrulation, ne donne jamais naissance à l'anus, aussi ces animaux sont ils des **protostomiens**.

Par ailleurs, ils possèdent une **cuticule** constituant un véritable **squelette externe**. Sa présence est responsable du caractère discontinu de leur croissance, qui est rendue possible par des mues. De ce fait, les Arthropodes appartiennent au groupe des **Cuticulates** et plus particulièrement aux **Ecdysozoaires**.



3.65. *Limule* (vue externe), x 1,1

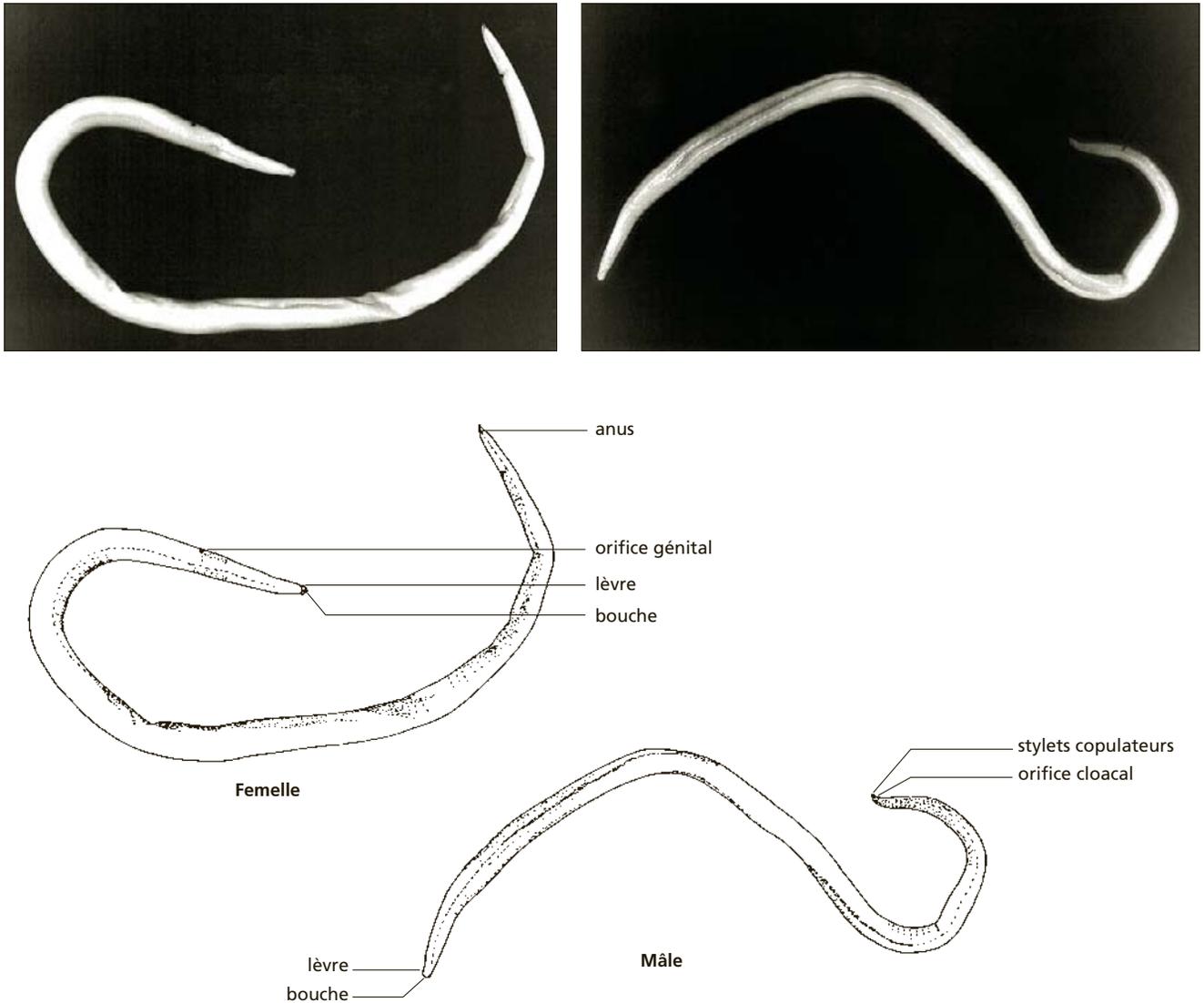
a. vue dorsale ; b. vue ventrale.

Représentant de la classe des Mérostomes, incluse dans le sous-embanchement des Chélicériformes, caractérisé par un mode de vie aquatique, une respiration branchiale et un prosome très développé.

Les Némathelminthes

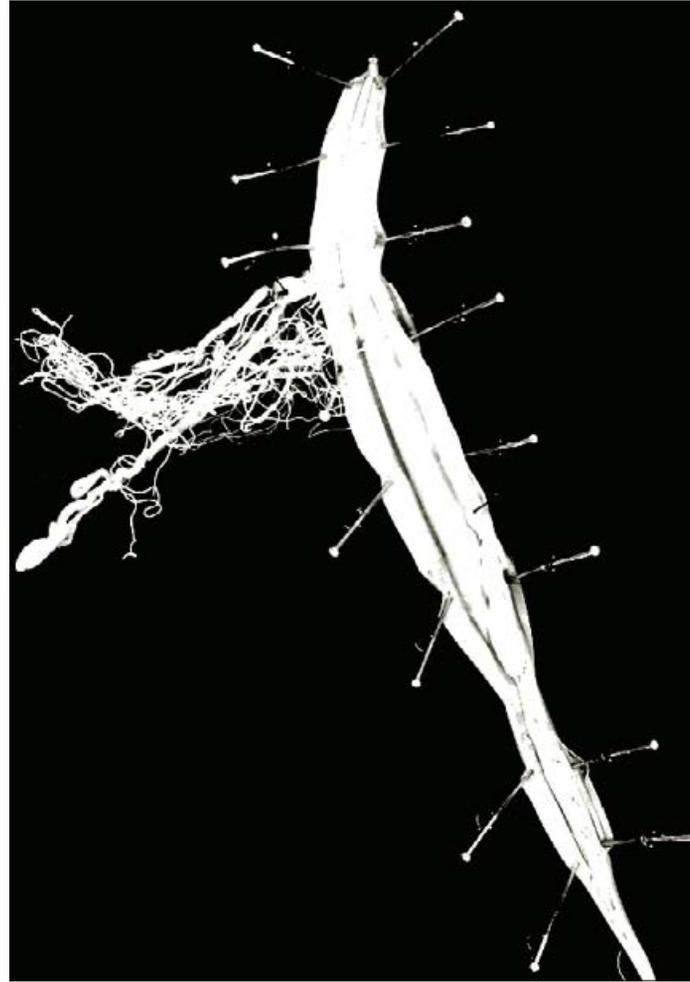
L'embranchement des **Némathelminthes** est composé d'animaux menant une vie libre, en milieu aquatique marin (*Pelagonema*) ou en eau douce, voire dans le sol (*Actinolaimus*). Il comporte également de nombreuses formes parasites dont les hôtes sont soit des animaux (zooparasites, *Ascaris*, *Trichine*, *Oxyure*, *Ankylostome*) soit des végétaux (phytoparasites, *Anguillule du blé*).

Le cas de l'*Ascaris* (parasite du tube digestif des Mammifères, *figure 3.66*) nous servira d'exemple pour l'étude de ce groupe.



3.66. *Ascaris* (vue externe), femelle x 0,6 ; mâle x 0,8.

Le corps est vermiforme, cylindrique (d'où le terme de Némathelminthe, signifiant « ver rond »), protégé par une cuticule, et ne porte pas d'appendice. Il est effilé à ses deux extrémités. L'une, antérieure, porte la bouche entourée de trois lèvres alors que l'autre, postérieure, porte l'anus chez la femelle et un orifice cloacal entouré de deux spicules chez le mâle. Les sexes sont séparés ; la femelle est plus grande que le mâle, et l'extrémité postérieure de ce dernier est recourbée en crosse.



3.67. *Ascaris* : dissection

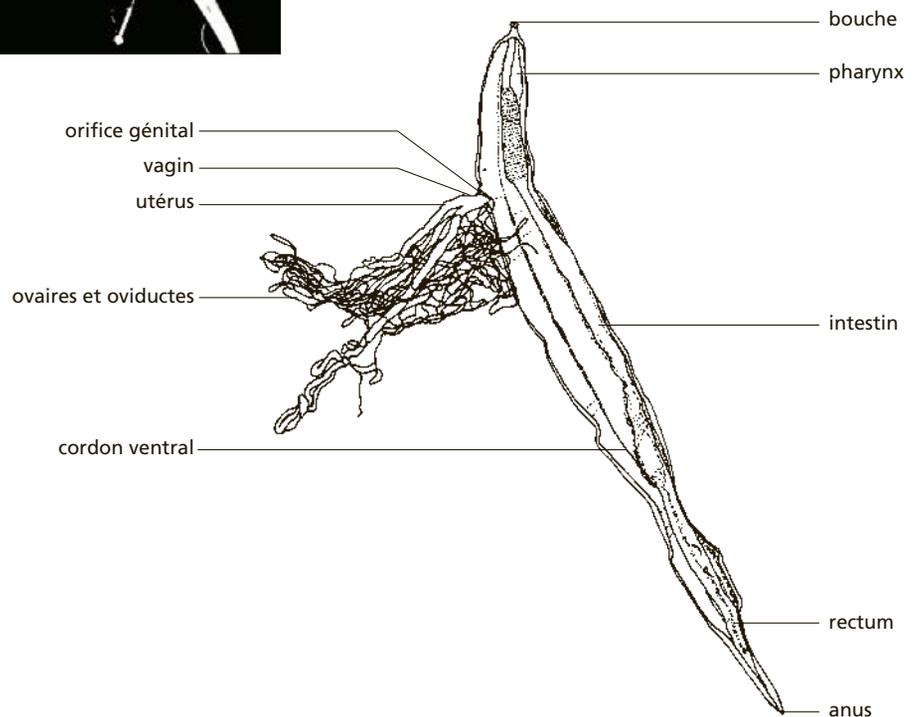
(vue dorsale), x 0,8.

L'appareil digestif est rectiligne, de la bouche à l'anus il est composé successivement de la capsule buccale, du pharynx, de l'intestin et du rectum.

L'appareil reproducteur comporte, chez la femelle, deux ovaires filiformes très longs, deux oviductes suivis de deux utérus qui convergent vers un vagin aboutissant à un orifice génital ventral situé dans une légère constriction au tiers antérieur du corps, et chez le mâle, un testicule filiforme très circonvolué, renflé dans sa portion terminale en une vésicule séminale et ouvert sur l'extérieur au niveau du cloaque.

L'appareil excréteur, peu visible sur la dissection, est constitué de cellules géantes, les rénettes, formant deux fins canaux longitudinaux logés dans des bourrelets pariétaux latéraux et débouchant à l'extérieur par un orifice situé en arrière de la bouche, après s'être réunis. Le système nerveux est formé d'un anneau péri-œsophagien qui émet vers l'avant des nerfs innervant les lèvres et vers l'arrière quatre troncs nerveux (un ventral, un dorsal et deux latéraux).

Cet animal est, par contre, dépourvu d'appareil respiratoire et d'appareil circulatoire différenciés.



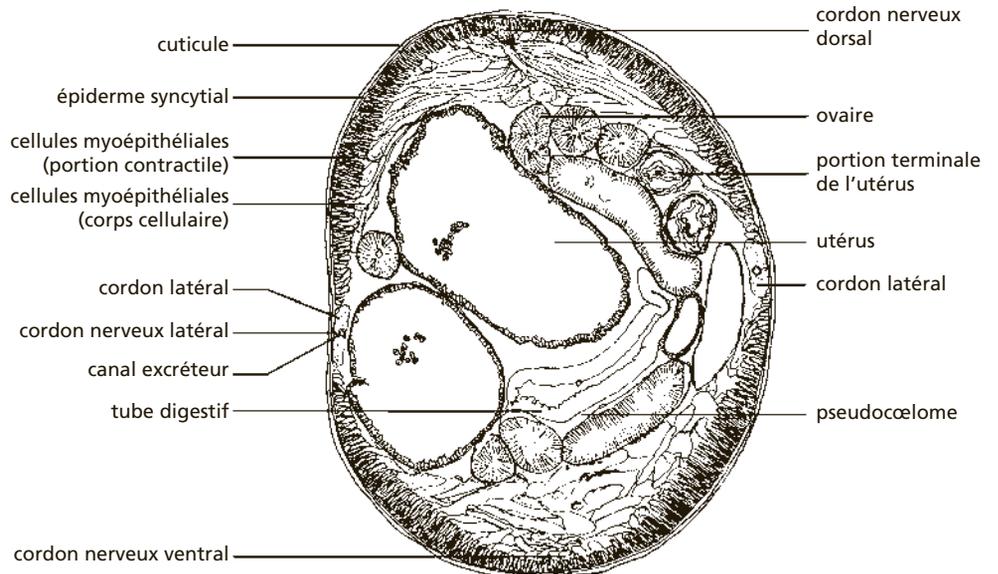
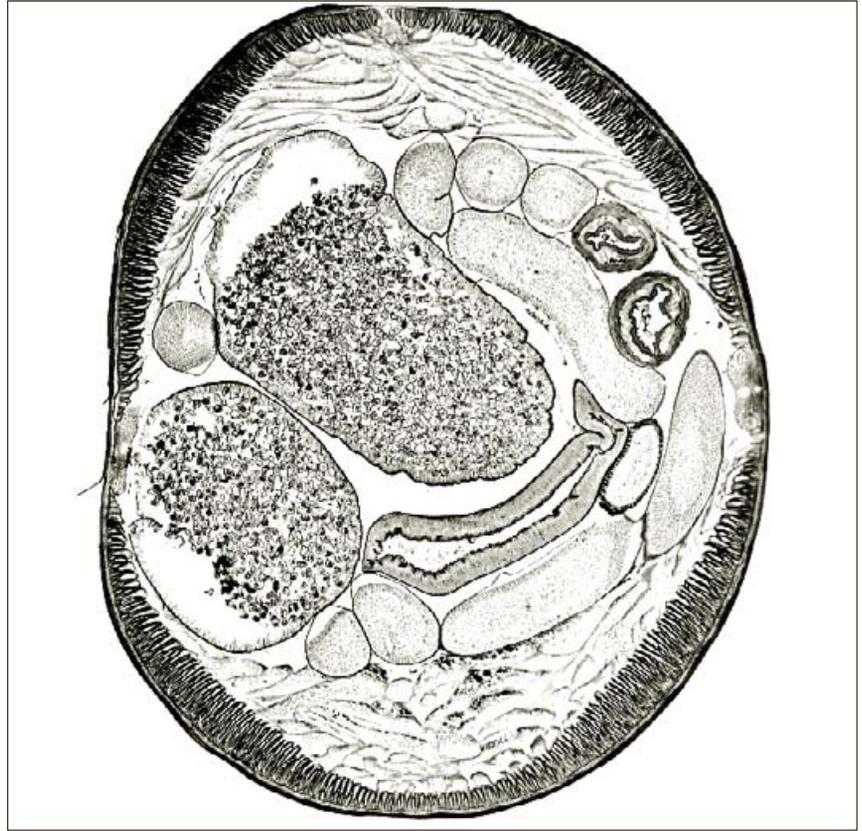
3.68. *Ascaris* femelle

(coupe transversale), x 17.

Le corps est protégé par une épaisse cuticule formée de plusieurs strates. Elle surmonte un épiderme simple développant quatre crêtes longitudinales. Les crêtes dorsale et ventrale abritent des troncs nerveux alors que les crêtes latérales contiennent les canaux excréteurs. La musculature sous-jacente est formée de cellules myoépithéliales comportant une région basale contractile et un volumineux corps cellulaire apical.

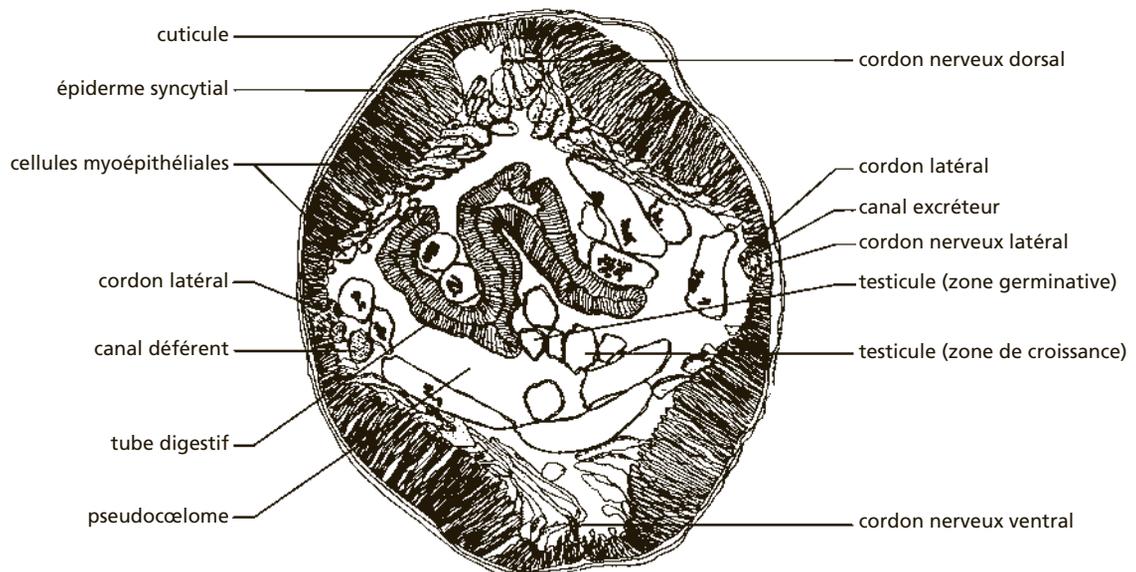
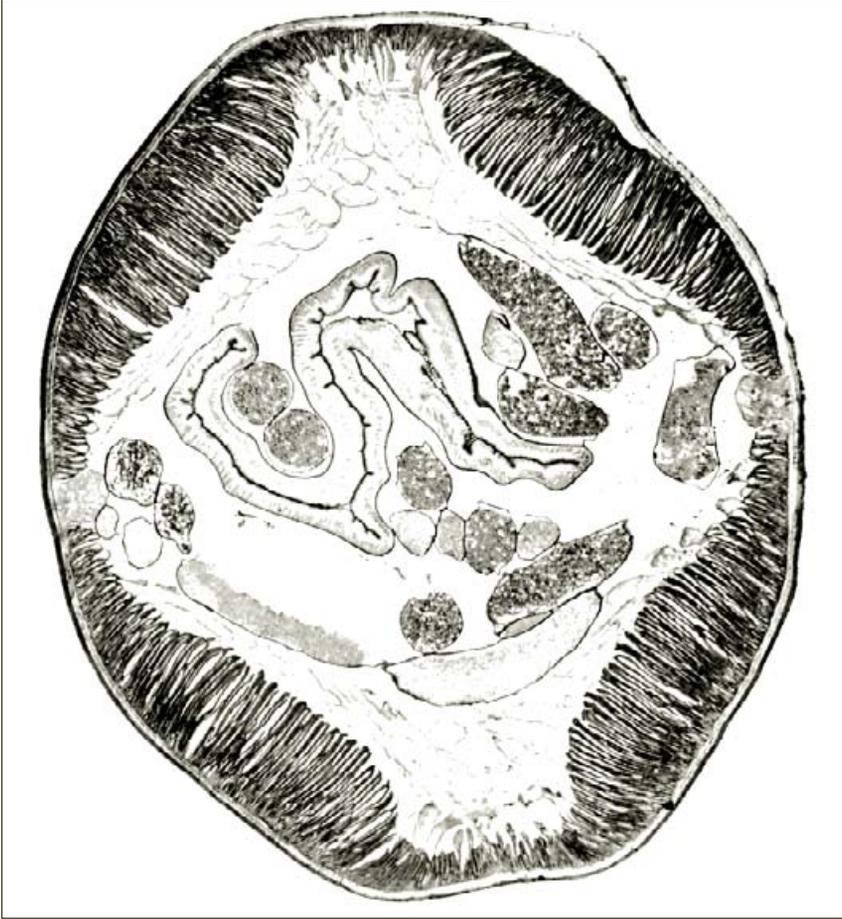
L'appareil digestif et l'appareil reproducteur baignent dans une vaste cavité périviscérale remplie de liquide, qui peut contenir quelques cellules mésenchymateuses organisées en réseau et quelques cellules amiboïdes.

La disposition générale et les propriétés du tégument, des cellules myoépithéliales et de la cavité périviscérale confèrent à l'*Ascaris* un squelette de type hydrostatique.



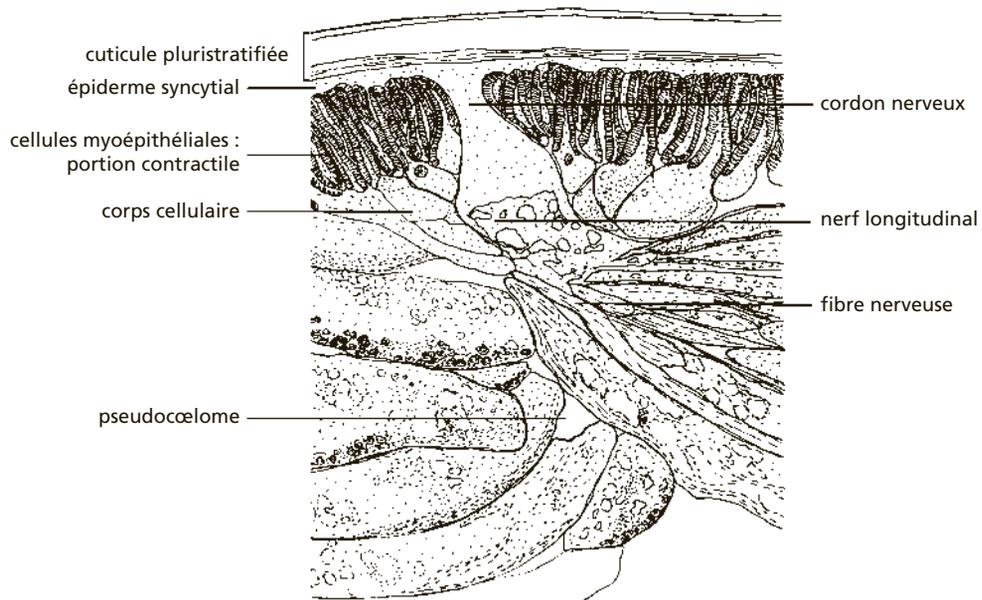
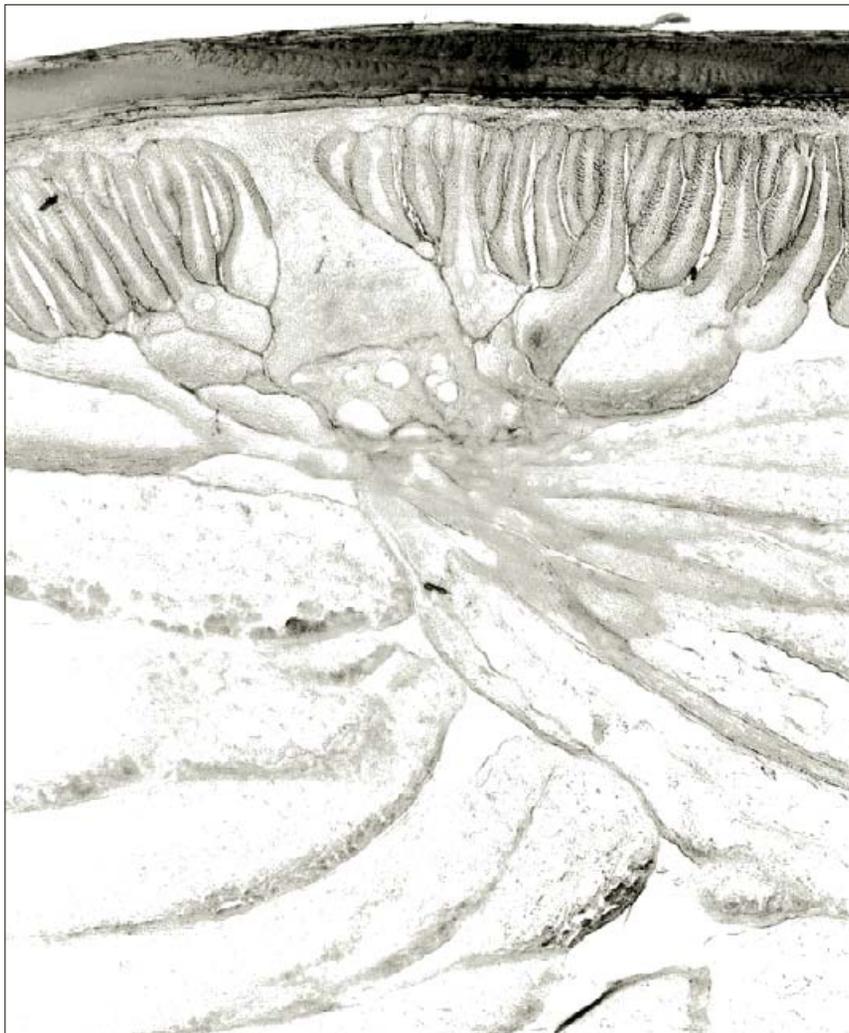
3.69. *Ascaris* mâle

(coupe transversale), x 28.



3.70. *Ascaris* : paroi du corps

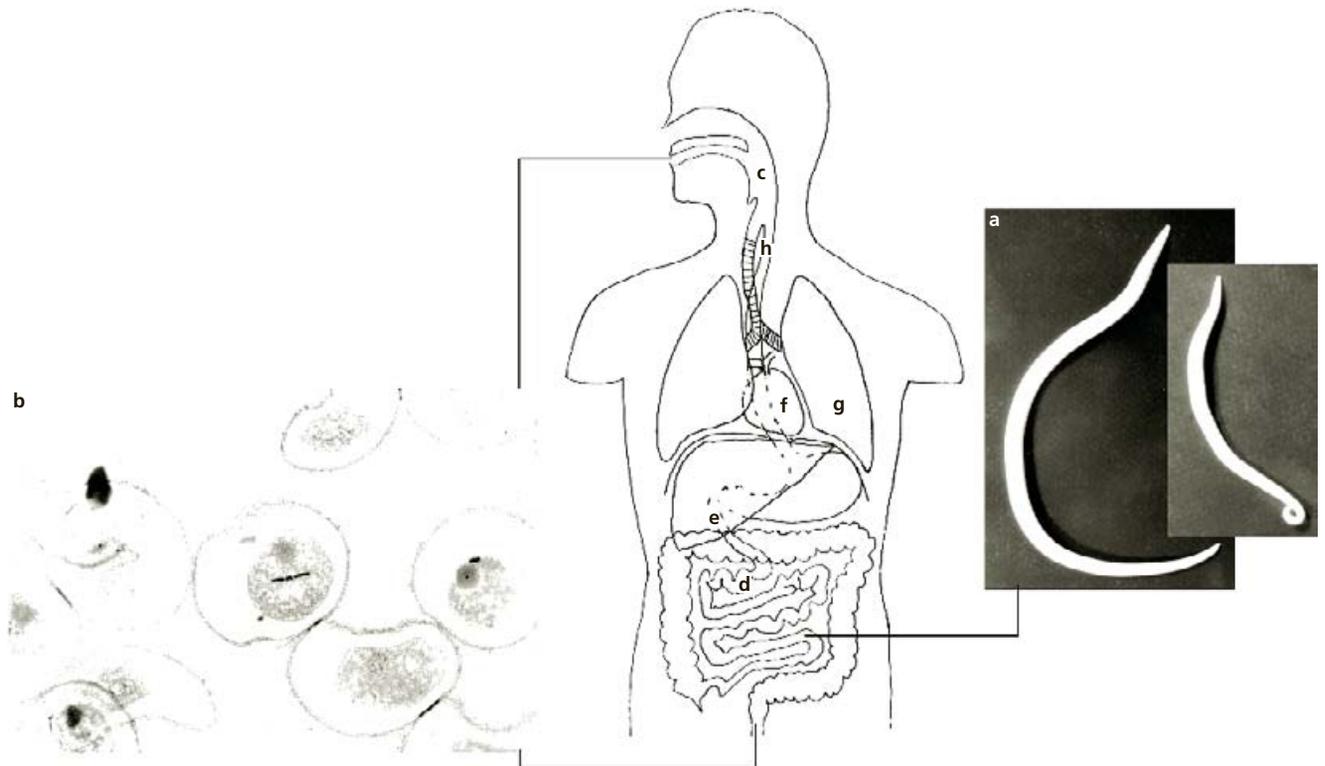
(coupe transversale), x 125.



L'*Ascaris* est donc un animal possédant des organes différenciés formant des appareils ou des systèmes spécialisés (figures 3.67, 3.68, 3.69). Ceux-ci sont mis en place à partir de trois feuilletts embryonnaires (le mésoderme donne notamment naissance aux cellules myoépithéliales) et leur organisation dans l'espace définit une **symétrie bilatérale**. L'*Ascaris* et plus généralement les Nématelminthes sont des **Métazoaires triploblastiques**.

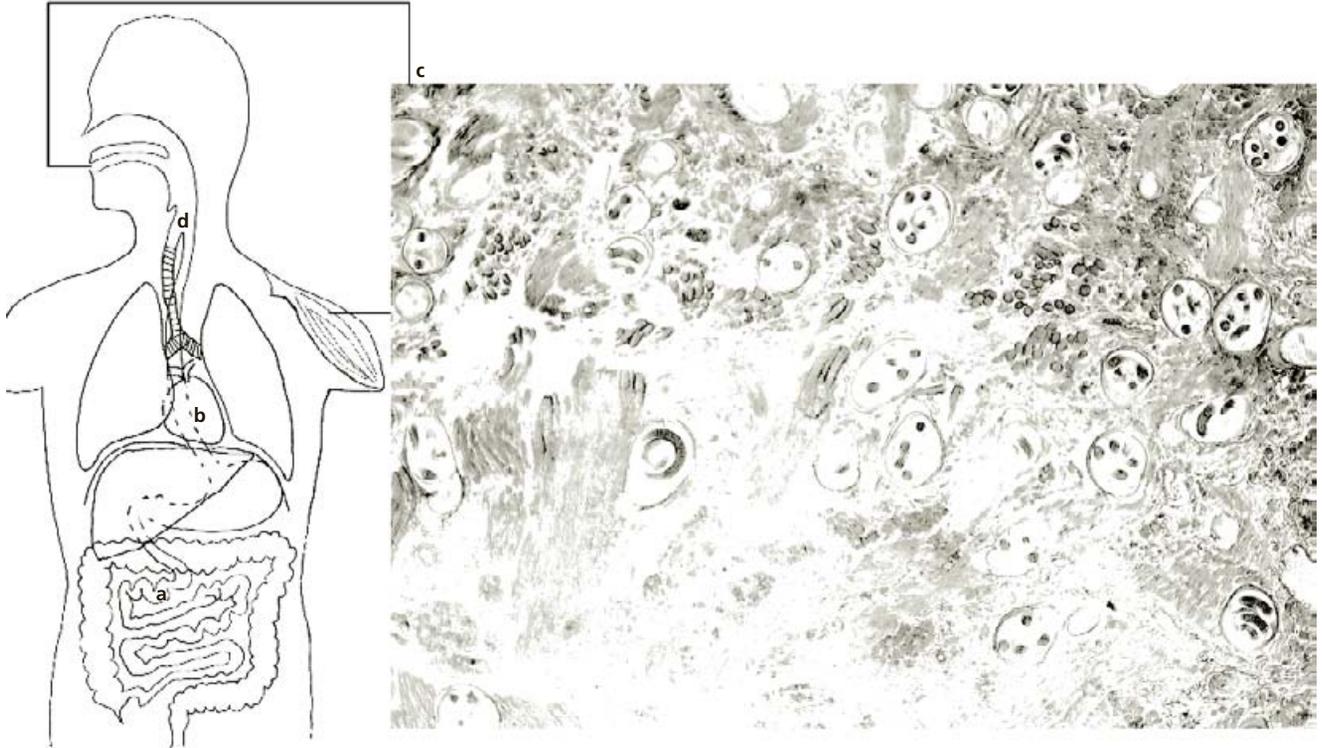
Les appareils digestif et reproducteur baignent dans le liquide de la cavité périsvécérale (figures 3.68, 3.69, 3.70). Cette cavité n'est pas creusée au sein du mésoderme, comme dans le cas des embranchements étudiés plus haut, mais dérive d'une cavité embryonnaire, le blastocœle. C'est pourquoi ces animaux sont qualifiés de pseudocœlomates.

La reproduction de l'*Ascaris*, comme celle des autres Nématelminthes, est réalisée exclusivement par voie sexuée (figures 3.71, 3.72). La reproduction asexuée est absente de même que la régénération.



3.71. Cycle de développement de l'*Ascaris*

- Les adultes vivent dans l'intestin de l'hôte. Lors de l'accouplement, le mâle déverse ses spermatozoïdes dans les conduits génitaux de la femelle grâce à ses spicules copulateurs ;
- Après la fécondation interne, les œufs entourés d'une épaisse enveloppe (x 220) sont émis dans le tube digestif de l'hôte. Ils sont rejetés dans le milieu avec les fèces ;
- Un nouvel hôte est infesté en absorbant des œufs embryonnés, qui éclosent dans son intestin (d) ;
- Les larves libérées traversent la paroi intestinale, migrent vers les poumons (f, g), les bronches, la trachée puis l'œsophage (h). Elles gagnent l'intestin dans lequel elles terminent leur développement. Du fait de la présence d'une cuticule, celui-ci fait intervenir quatre mues, qui permettent la croissance de l'animal.



3.72. Cycle de développement de la *Trichine*

- a. La *Trichine* adulte est parasite du tube digestif des Mammifères (*Porc, Sanglier*) et possède un cycle pouvant comporter plusieurs hôtes ;
- b. La femelle donne naissance à des larves qui migrent dans la circulation lymphatique et gagnent la cavité cardiaque droite ;
- c. De là, elles passent par les poumons puis la cavité cardiaque gauche avant d'atteindre les muscles dans lesquels elles s'enkystent (x 40) ;
- d. La consommation de viande mal cuite est à l'origine de l'infestation, chez l'Homme.

Les **Nématelminthes** constituent donc des **Métazoaires triploblastiques** pourvus d'**organes** et d'**appareils spécialisés**, ainsi que d'une **cavité corporelle** dérivée du blastocœle. Leur organisation demeure cependant assez simple puisqu'ils ne possèdent ni appareil circulatoire, ni appareil respiratoire.

Au cours du développement embryonnaire des Nématelminthes, le blastopore marque l'emplacement de la bouche, ce sont des **protostomiens**. De la même manière que les Arthropodes, en relation avec la présence d'une cuticule externe, ces animaux ont une croissance discontinue impliquant des mues, ils appartiennent au groupe des **Cuticulates Ecdysozoaires**.

L'apparition d'un troisième feuillet au cours du développement embryonnaire définit les animaux **triploblastiques**, caractérisés par ailleurs par la possession d'un plan de **symétrie bilatérale**.

Tous sont des **Cœlomates**, bien que certains aient secondairement perdu leurs cavités cœlomiques (acœlomates comme les Plathelminthes, pseudocœlomates comme les Nématelminthes).

Selon le devenir du premier orifice du tube digestif formé au cours du développement, le blastopore, les Protostomiens sont distingués des Deutérostomiens, objets du chapitre suivant.

Les **Protostomiens** eux-mêmes sont subdivisés en **Lophotrochozoaires**, caractérisés par l'existence d'une larve de type trochophore (Annélides, Mollusques, Plathelminthes) ou la possession d'un lophophore (Bryozoaires), et en **Cuticulates Ecdysozoaires** présentant une cuticule externe et une croissance par mues (Arthropodes, Nématelminthes).

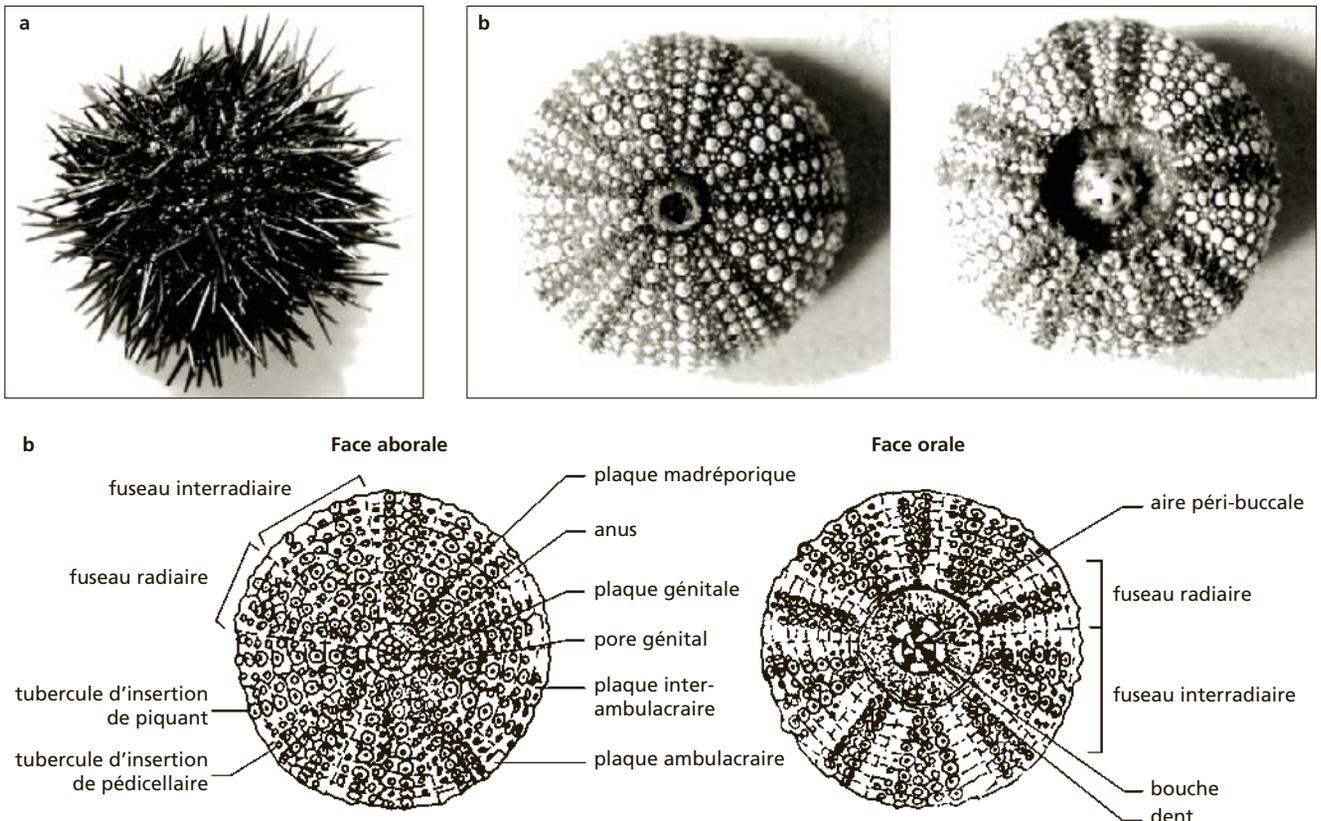
4

Le développement du mésoderme : les Triploblastiques cœlomates deutérostomiens

Les Échinodermes

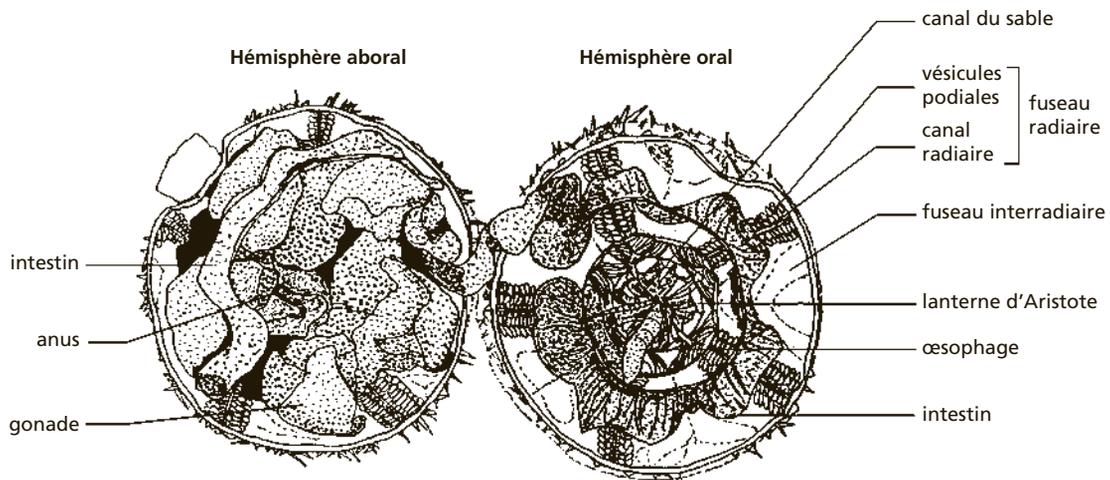
L'embranchement des **Échinodermes** comporte des organismes marins, menant une vie libre (*Oursin*, *Étoile de mer*, *Holothurie*, *Ophiure*) ou fixée (Crinoïdes).

Les exemples de l'*Oursin* (figure 4.1) et de l'*Étoile de mer* (figure 4.3) nous permettront d'examiner leur organisation.



4.1. Oursin (vue externe), a. Morphologie, x 0,9 ; b. Test dépourvu de piquants, x 1.

Le corps est subsphérique, aplati sur deux faces au niveau desquelles s'ouvrent la bouche (face orale) et l'anus (face aborale). Il est recouvert de piquants et porte également des pieds ambulacraires (ou podia), tentacules locomoteurs terminés par une ventouse, ainsi que des pédicellaires préhensiles munis de mors. Il est soutenu par un test calcaire, hérissé de tubercules permettant l'insertion des piquants et des pédicellaires. Ce test est formé de dix fuseaux composés chacun de deux rangées de plaques. Les fuseaux percés de pores ambulacraires (fuseaux radiaires ou radius) alternent avec les fuseaux non perforés (fuseaux interradiaires ou interradius). Les régions orale et aborale présentent de petites plaques, dont certaines sont percées de pores (pores génitaux des cinq plaques génitales aborales, plaque madréporique). Cette morphologie confère à l'*Oursin* une symétrie rayonnée de type pentaradiée.



4.2. Oursin : dissection, x 1,3.

L'appareil digestif débute par la bouche entourée d'un dispositif complexe de cinq mâchoires (lanterne d'Aristote). Elle s'ouvre dans un œsophage axial, rectiligne, auquel font suite un estomac et un intestin contournés. Il se termine par un rectum rectiligne débouchant sur l'extérieur par l'anus.

L'appareil respiratoire est représenté par cinq paires de branchies péri-orales, en position interradaire.

L'appareil génital est constitué de cinq gonades situées dans l'hémisphère aboral en position interradaire, ouvertes par des pores localisés sur les plaques génitales. Les sexes sont séparés et à maturité, la coloration des produits génitaux permet de déterminer le sexe de l'animal (gonades femelles jaune foncé, gonades mâles rosâtres).

Le système nerveux est peu visible, intimement associé à l'épiderme, et ne comporte pas de concentration ganglionnaire. Il est caractéristique des Epithélioneuriens. Il est formé d'un anneau œsophagien duquel partent des nerfs radiaires et des nerfs marginaux. Sous celui-ci, un ensemble de nerfs profonds émet des ramifications vers les pieds ambulacraires et le tégument. Enfin, un anneau aboral est présent, d'où partent les nerfs génitaux, interradiaires.

L'*Oursin* possède un système hydro-vasculaire complexe, constitué de trois appareils dérivés du cœlome, possédant le plus souvent des parois ciliées.

L'appareil aquifère, ou ambulacraire (hydrocœle), est formé d'un anneau aquifère oral qui émet cinq canaux radiaires longeant les radius et débouchant sur les plaques radiaires. De chaque canal émanent des branches reliées aux ambulacres. L'anneau aquifère est raccordé à la plaque madréporique par le canal du sable et est associé à des vésicules de Poli à paroi musculeuse.

L'appareil péri-hémal ou sinusaire est représenté par un sinus axial entourant le canal du sable, un anneau aboral d'où partent des canaux interradiaires se dilatant en sinus génitaux, et un anneau oral émettant cinq sinus radiaires qui longent les canaux ambulacraires. Au niveau des pieds ambulacraires, ces sinus forment de petits sinus marginaux.

L'appareil hémal ou lacunaire ne possède pas de paroi propre. Il se compose de lacunes entourées par l'appareil péri-hémal. Il comprend ainsi un anneau lacunaire oral, cinq lacunes radiaires, un anneau lacunaire aboral uni à des lacunes génitales et un système de lacunes péri-intestinales. Une glande brune, accolée au canal du sable, complète ce dispositif. Cet appareil hémal correspond à l'appareil circulatoire de l'*Oursin*.

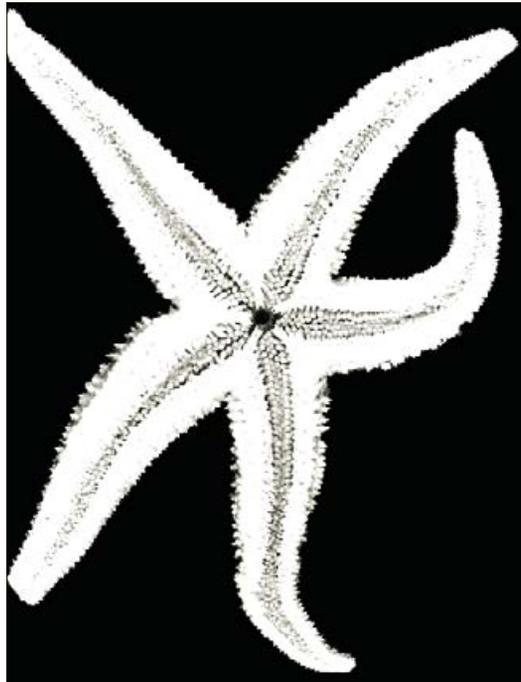
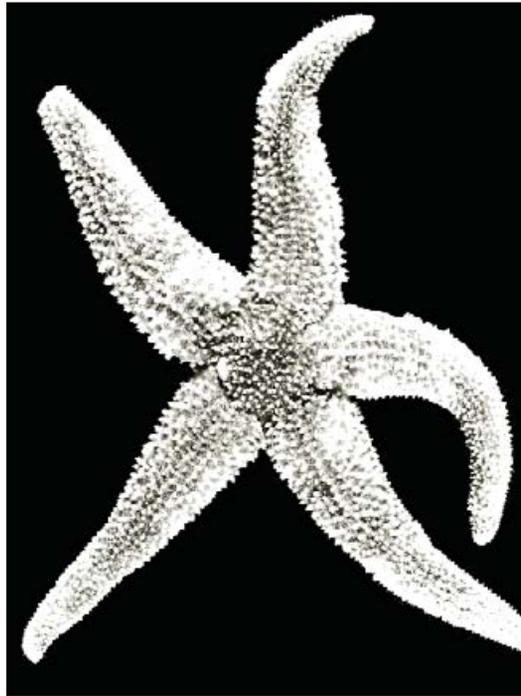
L'ensemble des organes baigne par ailleurs dans une cavité d'origine cœlomique.

L'animal ne possède pas d'appareil excréteur différencié. La fonction d'élimination des déchets est réalisée au niveau du tégument et implique les cœlomocytes, cellules circulantes. La glande brune pourrait également intervenir.

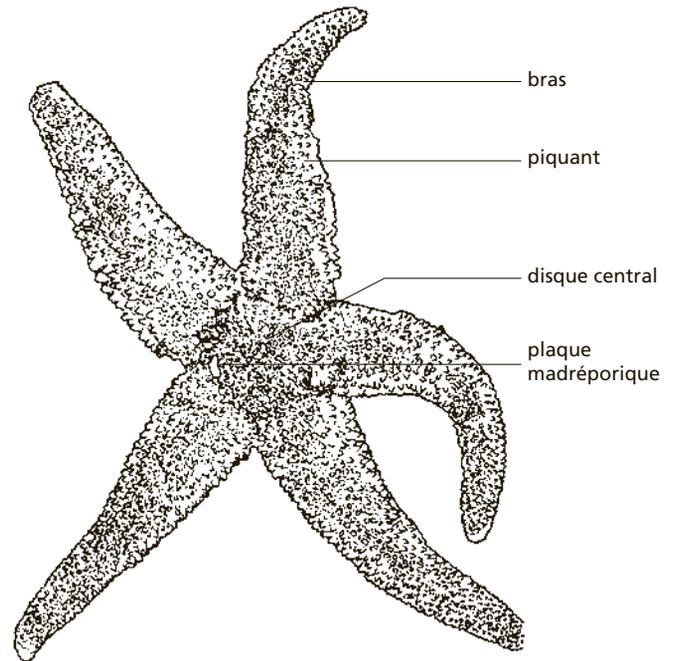
L'*Oursin* est donc caractérisé par une symétrie **pentaradiée**, la présence d'un **endosquelette** (le test est en effet recouvert par l'épiderme), la possession d'un **système hydro-vasculaire** complexe et d'un **système nerveux** étroitement **associé à l'épiderme**. Ces éléments sont représentatifs du plan d'organisation des Échinodermes, animaux **Métazoaires triploblastiques cœlomates épithélioneuriens** présentant de multiples structures dérivées du cœlome (cavité générale, appareil ambulacraire, appareil péri-hémal, appareil hémal).

La forme globuleuse de l'animal, la soudure des pièces squelettiques en un test sont des caractères spécifiques de la classe des Échinides à laquelle appartient l'*Oursin* (figures 4.1, 4.2).

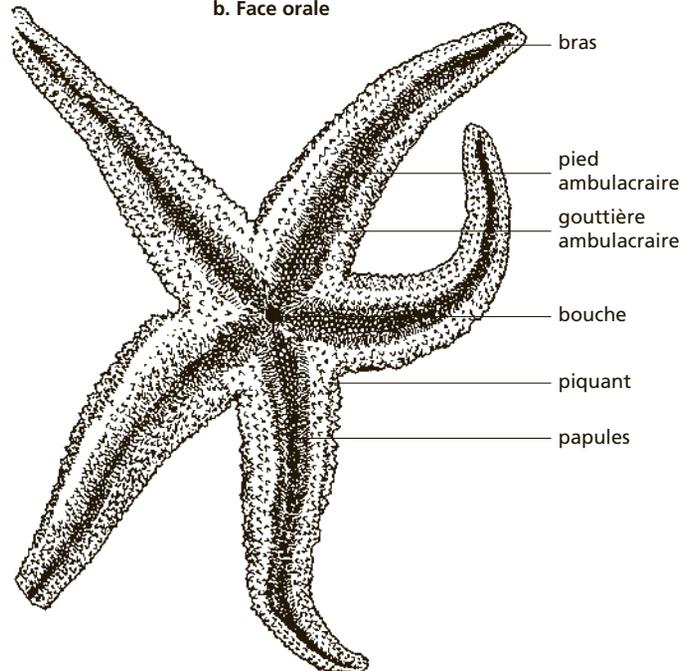
L'*Étoile de mer* (figures 4.3, 4.4, 4.5) est un second exemple d'Échinoderme.



a. Face aborale



b. Face orale



4.3. Étoile de mer (vue externe), a. Face aborale, x 0,9 ; b. Face orale, x 0,9.

Le corps est organisé autour d'une région centrale sur laquelle sont insérés cinq bras. Deux faces sont distinguées : la face orale portant la bouche (disque central) à partir de laquelle rayonnent cinq gouttières ambulacraires et la face aborale où s'ouvre l'anus et qui comprend la plaque madréporique (disque central). Par comparaison avec l'*Oursin*, les bras correspondent aux radius. Ils présentent, le long des gouttières ambulacraires, des pieds ambulacraires (podia) ; ils portent également de petits piquants et des pédicellaires. À la symétrie pentaradiée se superpose une symétrie bilatérale passant par la plaque madréporique.

4.4. Étoile de mer : dissection

(vue aborale), x 0,9.

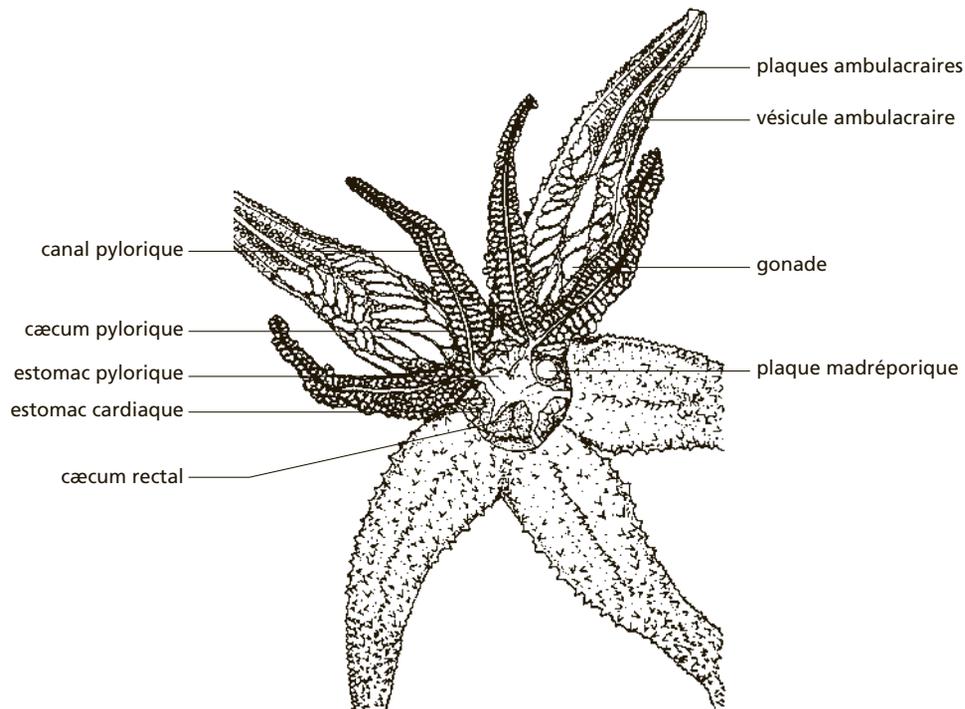
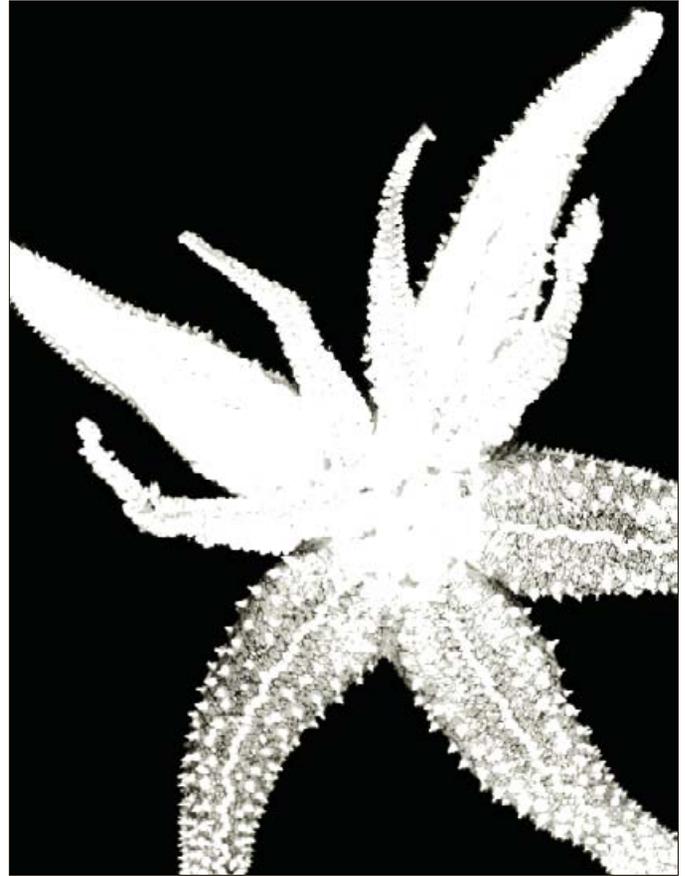
L'appareil digestif débute par la bouche s'ouvrant sur un court œsophage suivi par un estomac subdivisé en estomac cardiaque et estomac pylorique, ce dernier communiquant avec cinq cæca pyloriques bifides (chaque bras est muni d'un cæcum). Après un court rectum, relié à deux petits cæca rectaux, l'appareil digestif débouche sur l'extérieur par l'anus.

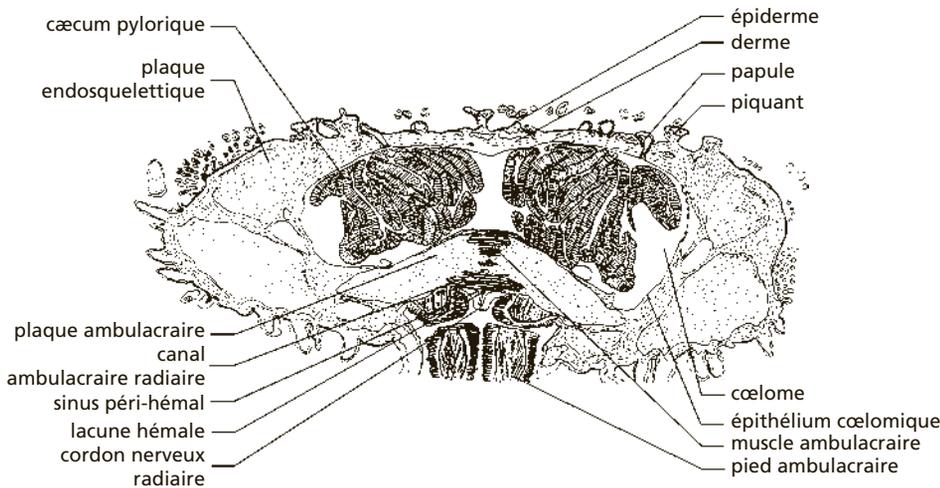
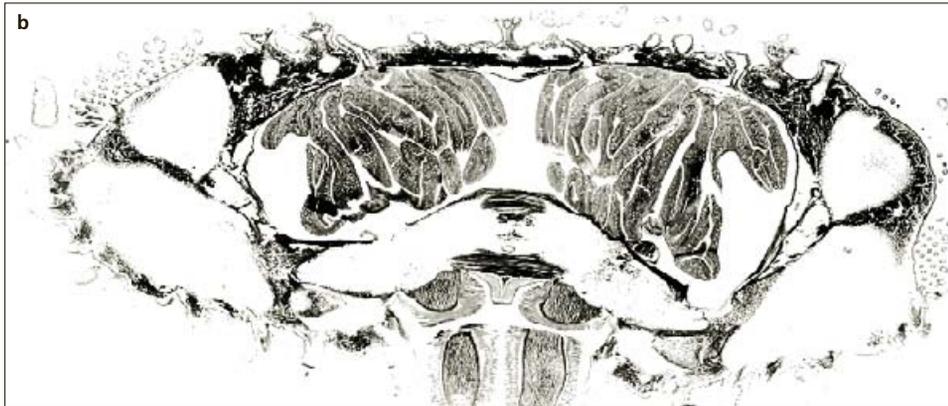
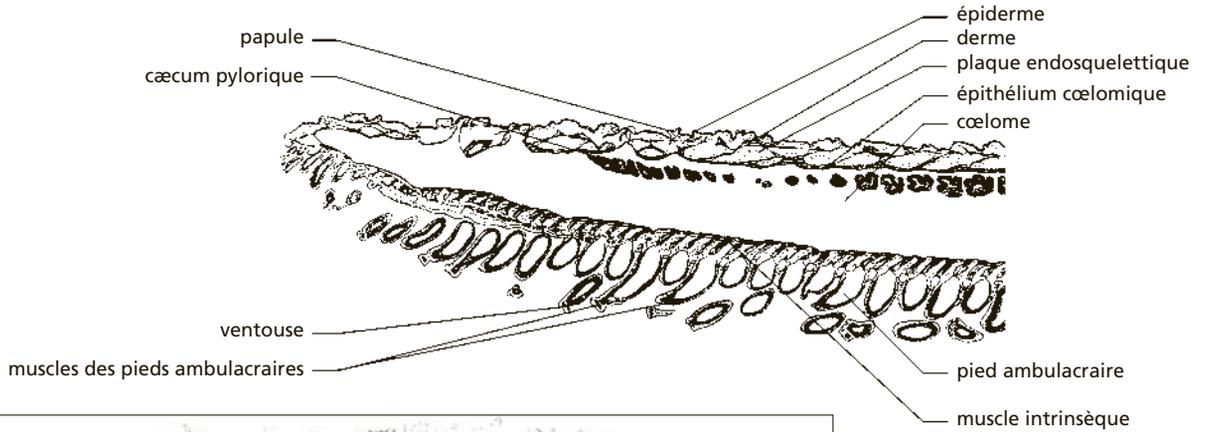
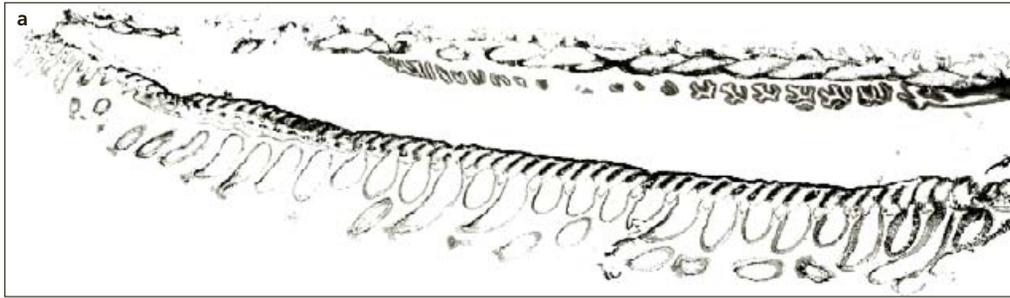
L'appareil respiratoire est représenté par des papules, expansions tégumentaires ; les pieds ambulacraires contribuent également aux échanges respiratoires.

Il n'existe pas d'appareil excréteur différencié.

L'appareil génital se compose de cinq gonades bilobées situées en position interradiaire (chaque bras renferme deux lobes gonadiques). Elles s'ouvrent par cinq pores génitaux situés entre les bras. Une vaste cavité cœlomique contient les organes. Le dispositif hydro-vasculaire est semblable à celui de l'*Oursin*.

Le système nerveux comporte un système oral superficiel (anneau oral, cinq nerfs radiaires, nerfs marginaux), un système oral profond et un système aboral (anneau péri-anal, cinq nerfs radiaires).





4.5. Étoile de mer : bras

a. Coupe longitudinale, x 9 ;

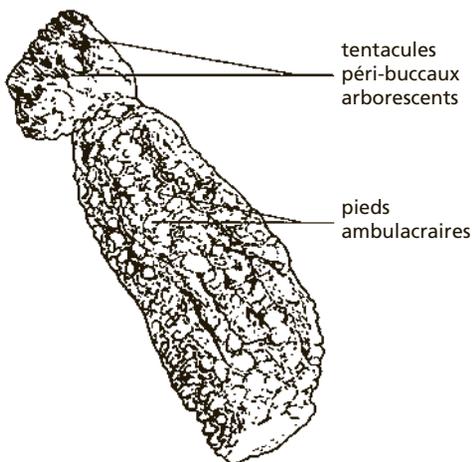
b. Coupe transversale, x 18.

Le tégument apparaît sous forme d'un épiderme simple, cilié, comportant quelques cellules muqueuses et neurosensorielles. Il surmonte un derme épais dans lequel des éléments nerveux sont visibles, ce qui est caractéristique d'un animal épithélioneurien. Y sont également enchâssées les plaques de l'endosquelette, nombreuses et non soudées. Cet ensemble délimite la cavité générale, cœlomique, dans laquelle baignent les organes.

Le plan d'organisation de l'*Étoile de mer* est très proche de celui de l'*Oursin*. Il est caractéristique des **Échinodermes** (symétrie pentaradiée, endosquelette, système nerveux associé au tégument, appareil hydro-vasculaire complexe).

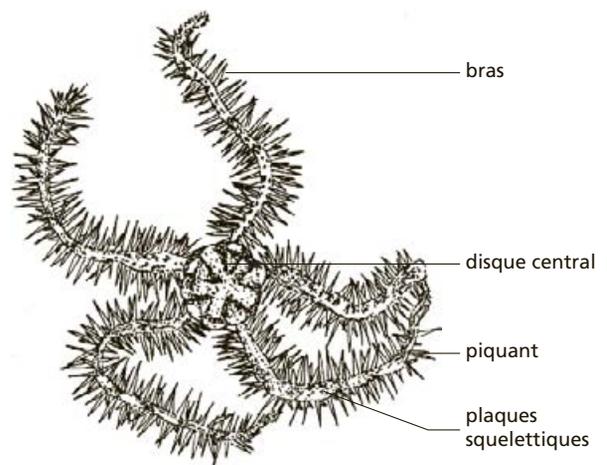
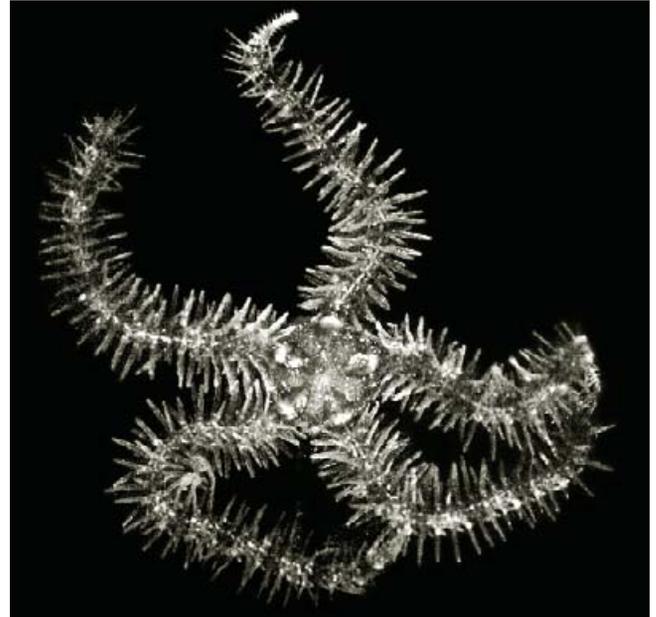
La présence de bras bien individualisés rattachés à un disque central et de gouttières ambulacraires marque l'appartenance de l'*Étoile de mer* à la classe des Astérides.

L'embranchement des Échinodermes présente une certaine diversité (figures 4.6 et 4.7).



4.6. Holothuride (vue externe), x 1,3.

Échinoderme, présentant une symétrie bilatérale. Son corps mou et allongé est dépourvu de bras mais les pieds ambulacraires péri-buccaux sont transformés en tentacules. Le squelette est réduit, la plaque madréporique interne. L'animal possède un arbre respiratoire (« poumon »).

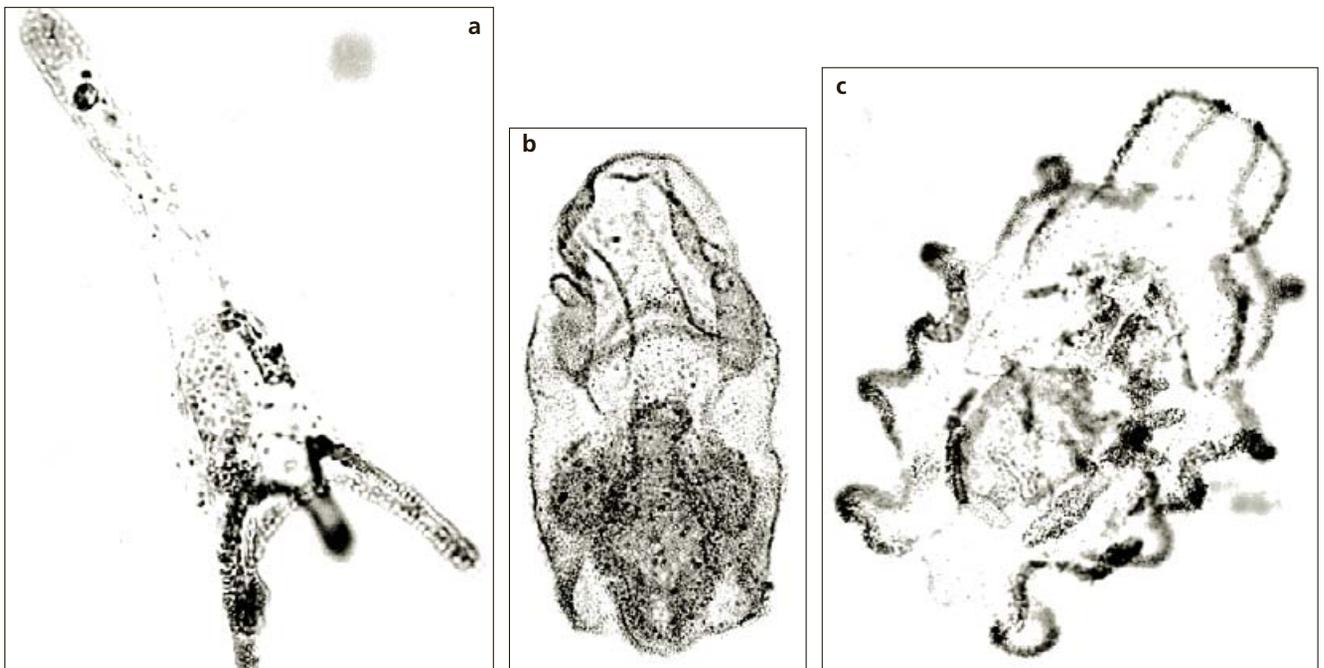


4.7. Ophiuride (vue externe), x 1.

Échinoderme à disque central bien individualisé et associé à cinq bras. La plaque madréporique est localisée en face orale.

La reproduction des Échinodermes est essentiellement sexuée. Les sexes sont le plus souvent séparés. Les gamètes sont émis dans l'eau de mer. Après fécondation, les cellules de l'œuf se divisent puis s'organisent dans l'espace. Au moment de la gastrulation, un blastopore se forme. Il est à l'origine de l'anus et non de la bouche. En conséquence, les Échinodermes sont qualifiés de **deutérostomiens**. Le cœlome se met en place par invagination des parois du tube digestif, c'est-à-dire par entérocoélie, ce qui distingue ces animaux des Annélides.

À l'issue du développement embryonnaire, une larve dipleurula, caractéristique de l'embranchement est formée. Elle présente un tube digestif et une couronne ciliée, ainsi qu'une symétrie bilatérale très nette. Elle se transforme en larve plus complexe, variable selon la classe considérée (figure 4.8).



4.8. Échinodermes : formes larvaires

(montages *in toto*)

a. *Echinopluteus* (Échinides), x 283 ;

b. *Bipinnaria* (Astérides), x 110 ;

c. *Auricularia* (Holothurides), x 74.

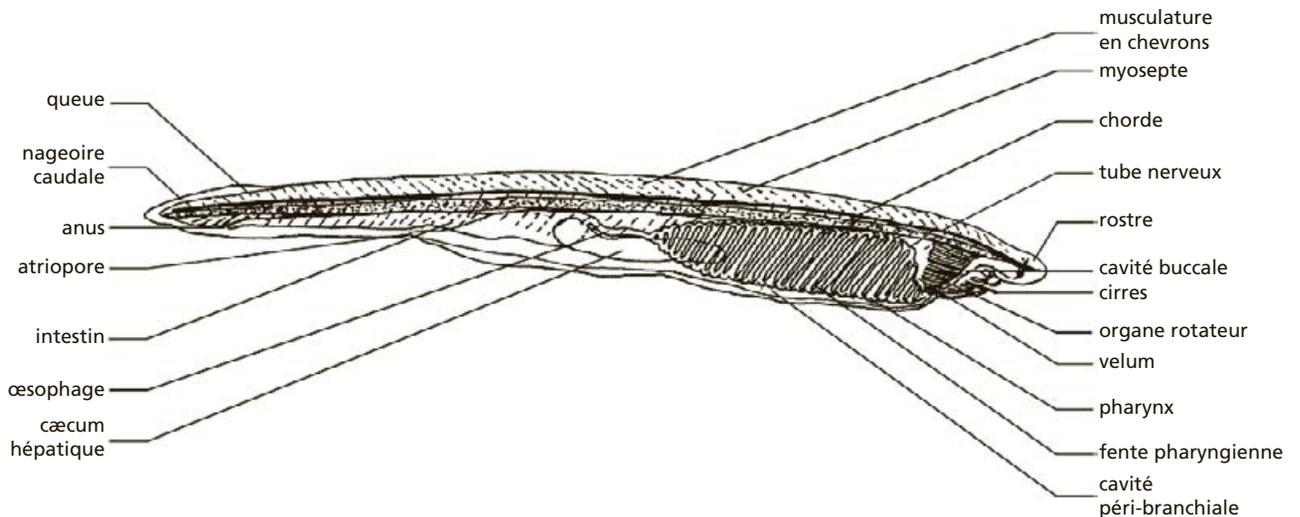
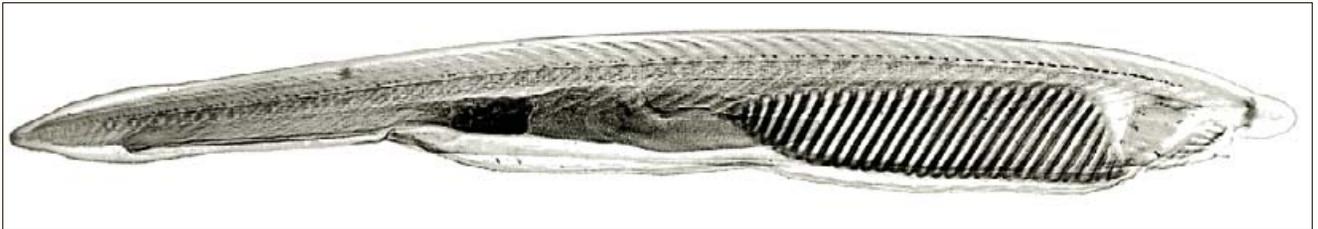
Le développement se poursuit par une métamorphose donnant naissance à la forme adulte. Chez les Échinides, Astérides et Ophiurides, la formation des structures adultes implique principalement la partie gauche de la larve, et s'accompagne d'une perte de la symétrie bilatérale. Chez les Holothurides, les transformations sont plus progressives.

Les **Échinodermes** constituent donc un embranchement de **Métazoaires triploblastiques cœlomates deutérostomiens** et **épithélioneuriens** ne présentant pas de métamérie. Leur symétrie pentaradiée est tout à fait originale.

Les Chordés : Céphalochordés

L'embranchement des **Chordés** regroupe trois sous-embranchements majeurs : les **Céphalochordés**, les **Urochordés** et les **Vertébrés**.

Le premier est constitué d'animaux marins menant une vie libre sur le fond. L'*Amphioxus* (figure 4.9) nous servira d'exemple pour déterminer leurs caractères principaux.



4.9. *Amphioxus* : jeune animal (montage *in toto*), x 17.

Le corps est allongé, aplati latéralement et effilé à ses deux extrémités. À l'avant s'ouvre la bouche entourée d'une couronne de cirres et surmontée d'un rostre à partir duquel un repli tégumentaire, la carène, se développe. Deux autres orifices sont visibles : un atriopore ou pore abdominal et un anus sub-terminal. La cavité buccale s'ouvre sur un volumineux pharynx percé de fentes parallèles. Celui-ci est entouré d'une cavité péri-branchiale débouchant sur l'extérieur au niveau de l'atriopore. Le pharynx est suivi d'un intestin en relation avec un volumineux cæcum hépatique. Dorsalement, le tube digestif est surmonté d'une baguette, la chorde, qui court du rostre à l'extrémité caudale. Au-dessus est situé le système nerveux. Des lignes en chevrons matérialisent, sur toute la longueur du corps, des masses musculaires métamérisées, séparées par des cloisons conjonctives (myoseptes). À maturité, l'appareil génital forme des gonades ventrales, métamérisées, et localisées en avant de l'atriopore.

**4.10. Amphioxus femelle :
région pharyngienne et génitale**

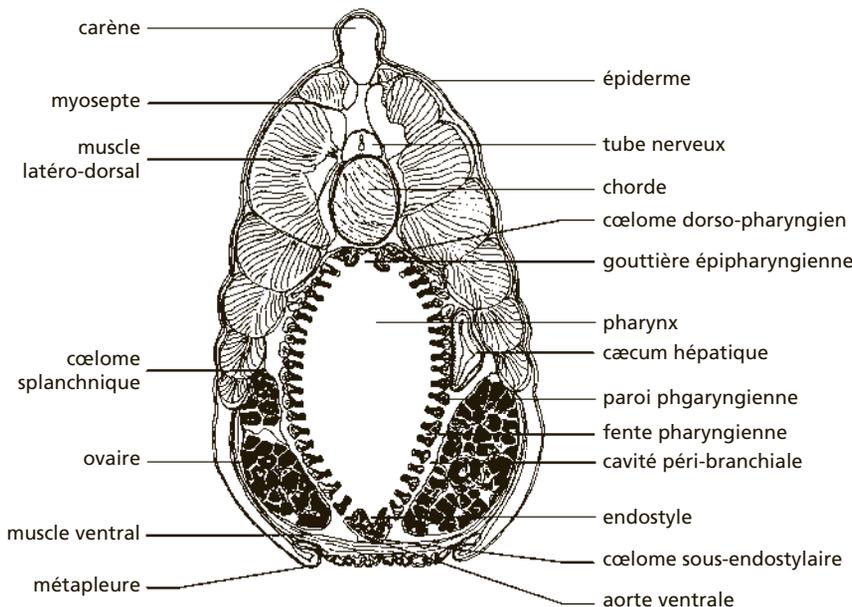
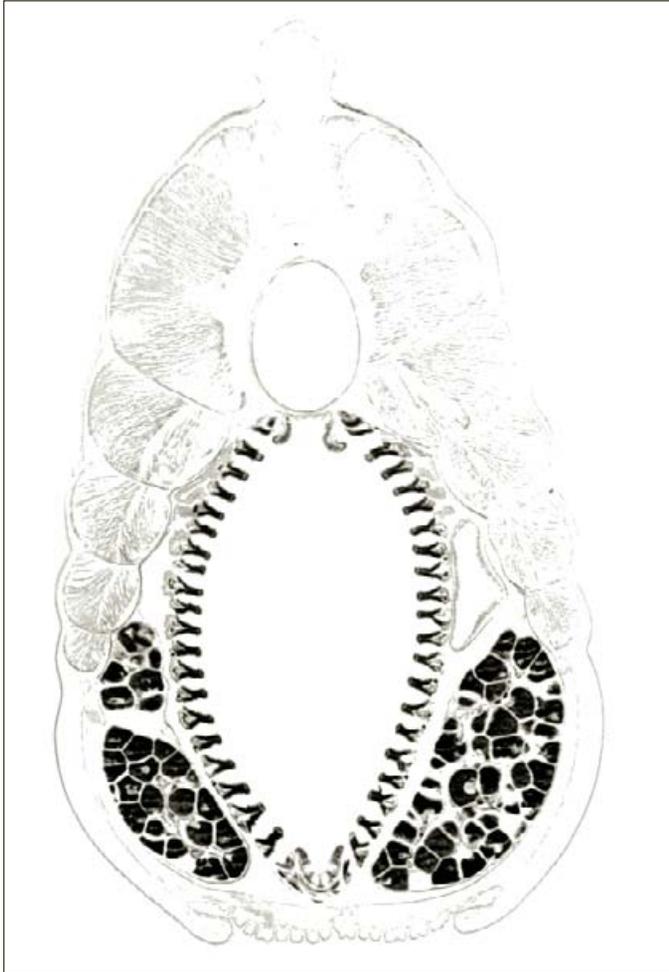
(coupe transversale), x 16.

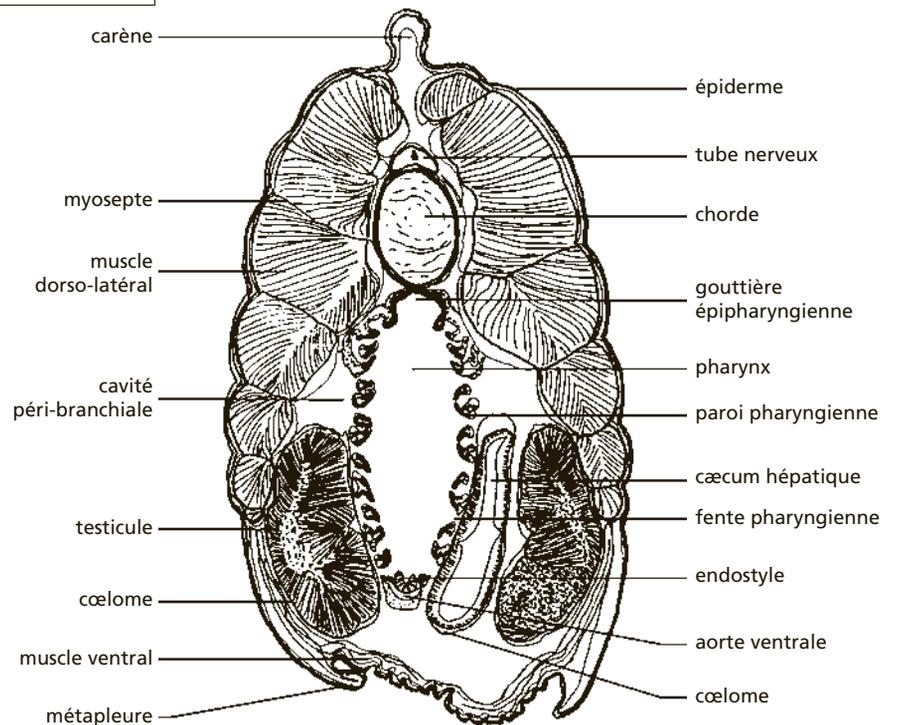
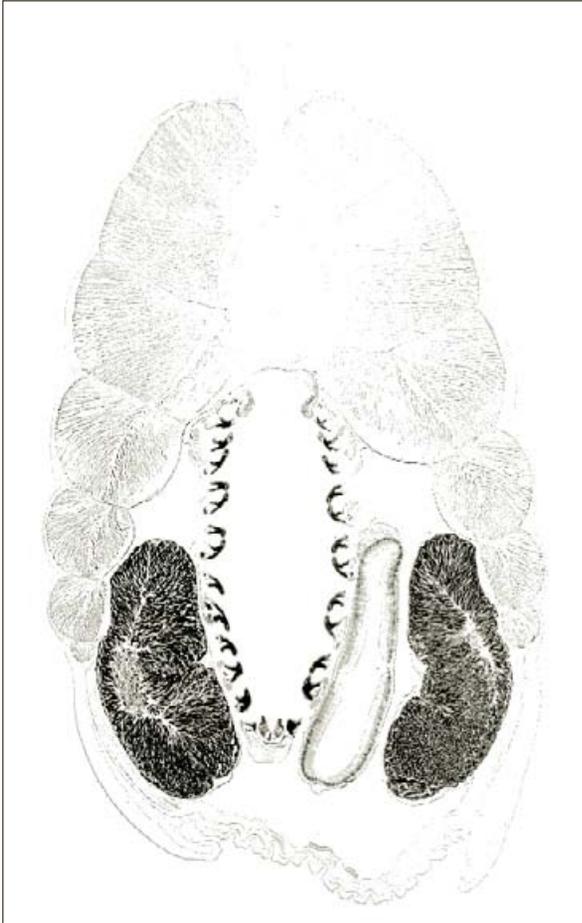
Le corps est recouvert d'un épiderme unistratifié, caractéristique des invertébrés. Dorsalement, il est déformé par la carène, soutenue par des éléments rigides. La musculature est représentée par deux bandes latéro-dorsales et un muscle ventral.

Dorsalement, le système nerveux se présente sous forme d'un tube médian, renflé à l'avant en une vésicule frontale. Il est parcouru par un canal, le canal de l'épendyme. Des nerfs segmentaires en partent, innervant le tégument, les viscères ainsi que les muscles.

Sous ce tube nerveux court l'axe squelettique du corps, correspondant à la chorde. Elle est formée de cellules aplaties empilées les unes sur les autres, dérivant du mésoderme embryonnaire, et est emballée de tissu conjonctif.

Le pharynx est percé de multiples fentes branchiales qui le mettent en communication avec la cavité péri-branchiale. Son plafond est constitué par une gouttière ciliée, la gouttière épipharyngienne. Son plancher est représenté par un endostyle, gouttière où alternent cellules ciliées et cellules muqueuses, associé des plaques de soutien, une artère endostyloire et un diverticule cœlomique. Cette structure assure à la fois l'alimentation et la respiration de l'animal. L'excrétion est réalisée grâce à des néphridies à solénoctes associées aux cloisons pharyngiennes.

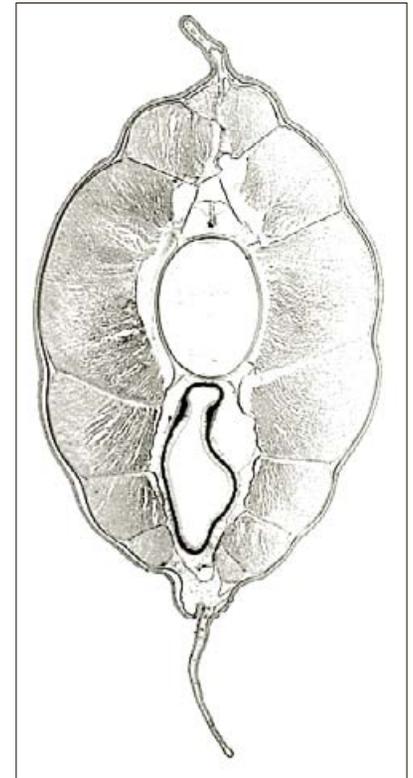
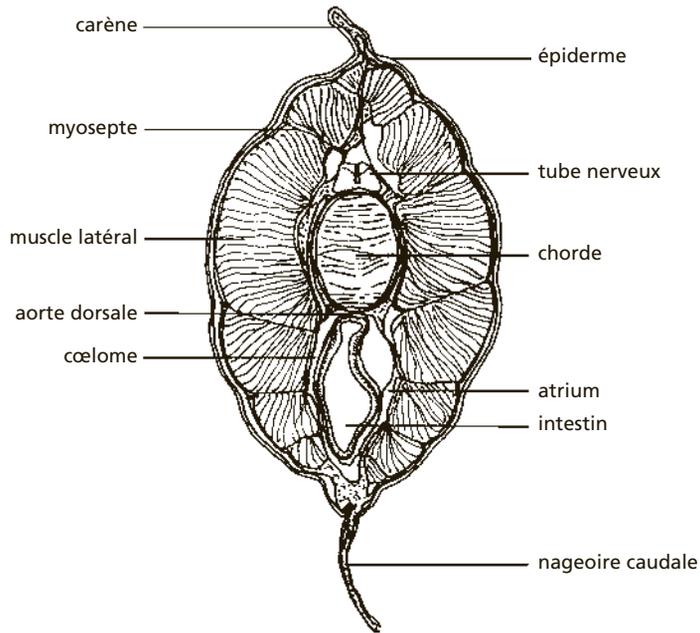




**4.11. Amphioxus mâle :
région pharyngienne et génitale**

(coupe transversale), x 24.

L'appareil génital est constitué de vingt-six paires de gonades ventrales, dépourvues de canaux évacuateurs. À maturité, les produits génitaux sont libérés dans la cavité péri-branchiale et évacués par l'atriopore. L'animal est gonochorique, mais aucun caractère sexuel secondaire ne permet de distinguer les femelles des mâles.



4.12. *Amphioxus* : région intestinale

(coupe transversale), x 43.

Un intestin fait suite au pharynx, émettant sur sa droite un volumineux diverticule hépatique.

L'animal possède un appareil circulatoire clos dans lequel la propulsion du liquide circulant est assurée par des renflements contractiles des vaisseaux. Deux racines aortiques dorsales drainent le sang hématosé et convergent en une aorte dorsale prolongée par une aorte caudale. Le sang irriguant les organes est collecté par deux veines cardinales s'unissant en un canal de Cuvier. Il débouche dans un sinus veineux ventral, d'où part une artère endostylaire répartissant le sang dans les arcs aortiques.

L'organisation de l'*Amphioxus* est caractéristique de l'embranchement des **Chordés** (figures 4.9, 4.10, 4.11, 4.12) : il possède une **chorde** dorsale constituant un axe squelettique, un **tube nerveux dorsal** par rapport au tube digestif et à la corde (**épineurien**) ainsi qu'un **pharynx percé de fentes (pharyngotrémie)**. Il possède en outre un appareil circulatoire clos.

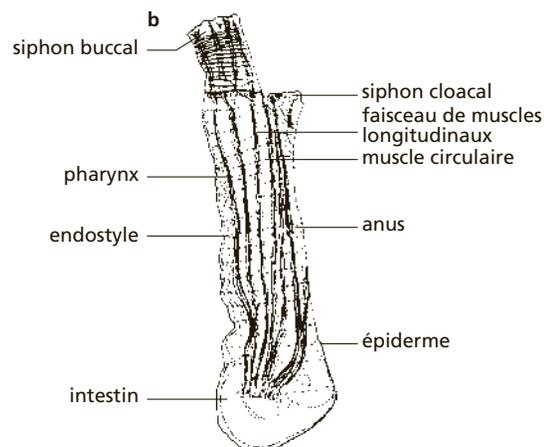
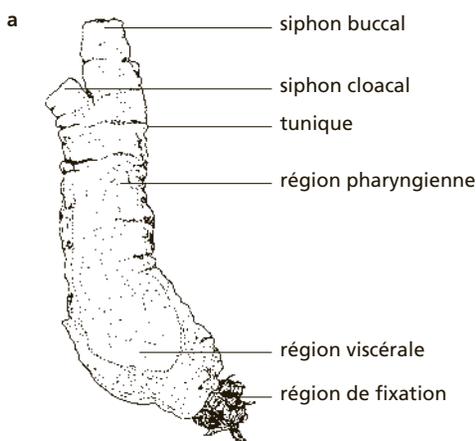
La **métamérie** est conservée pour les muscles pariétaux et les organes génitaux, mais il ne présente pas une véritable symétrie bilatérale, en effet un décalage est observé entre les organes pairs métamérisés de droite et de gauche. Ces éléments sont à mettre en relation avec son appartenance au sous-embranchement des Céphalochordés.

Il s'agit d'un animal **Métazoaire triploblastique cœlomate**. Le **cœlome** est représenté chez l'adulte par une cavité entourant l'intestin latéralement et ventralement, se poursuivant vers l'avant sous forme de deux cavités latéro-dorsales appliquées contre le pharynx (cœlome épi-branchial) et d'une cavité associée à l'endostyle (cœlome sous-endostylaire). Le cœlome épi-branchial et le cœlome sous-endostylaire communiquent par l'intermédiaire de canaux localisés dans les cloisons pharyngiennes. Ces structures apparaissent au cours du développement par un processus d'entérocoelie. Enfin, le blastopore formé lors de la gastrulation marque l'emplacement de l'anus, signant son appartenance au groupe des **Deutérostomiens**.

Les Chordés : Urochordés

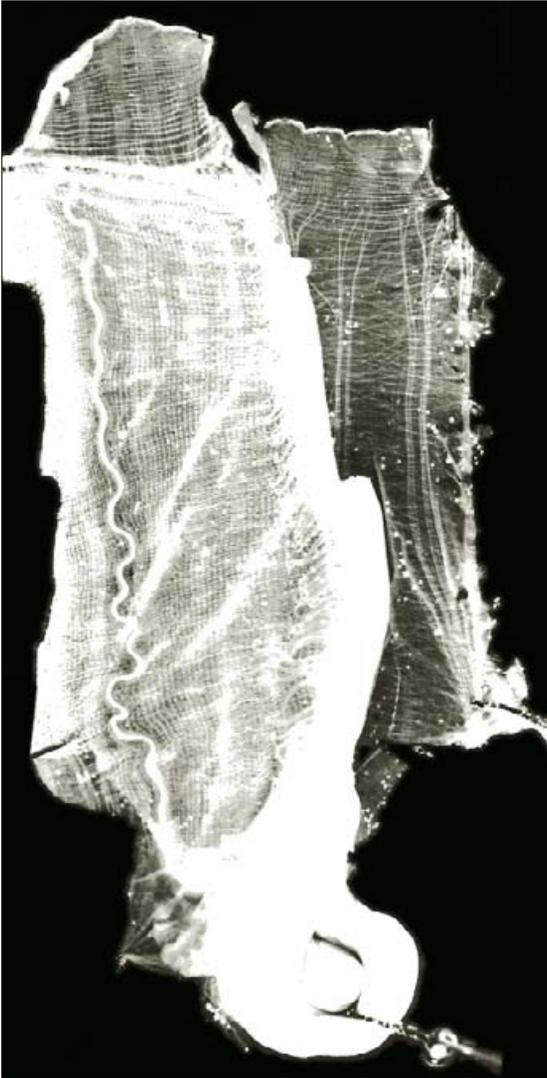
Les Urochordés regroupent un ensemble d'animaux marins, menant une vie libre au sein du plancton ((Thaliacés et Appendiculaires) ou une vie fixée (Ascidies).

L'exemple de la *Cione* (figures 4.13, livret couleur, page IV, et 4.14) nous permettra d'examiner leurs caractéristiques.



4.13. *Cione* (vue externe) ; a. Animal dans sa tunique, x 1 ; b. Animal extrait de sa tunique, x 1.

Le corps se présente sous forme d'un sac allongé, mou, fixé sur son substrat par des crampons (rhizoïdes). Au pôle opposé, il développe un siphon buccal axial, définissant l'extrémité antérieure, et un siphon cloacal en position dorsale. Il est enveloppé dans une tunique translucide de nature cellulosique, ce qui justifie le nom de Tuniciers donné aux Urochordés. Débarrassé de sa tunique, l'animal apparaît recouvert d'un épiderme très fin, simple, à travers lequel des bandes musculaires circulaires et longitudinales sont observables. Par transparence, le ganglion nerveux est visible entre les deux siphons, ainsi que le pharynx, le tube digestif, l'ovaire et les conduits génitaux.



4.14. *Cione* : dissection, x 1,9 (livret couleur, page IV).

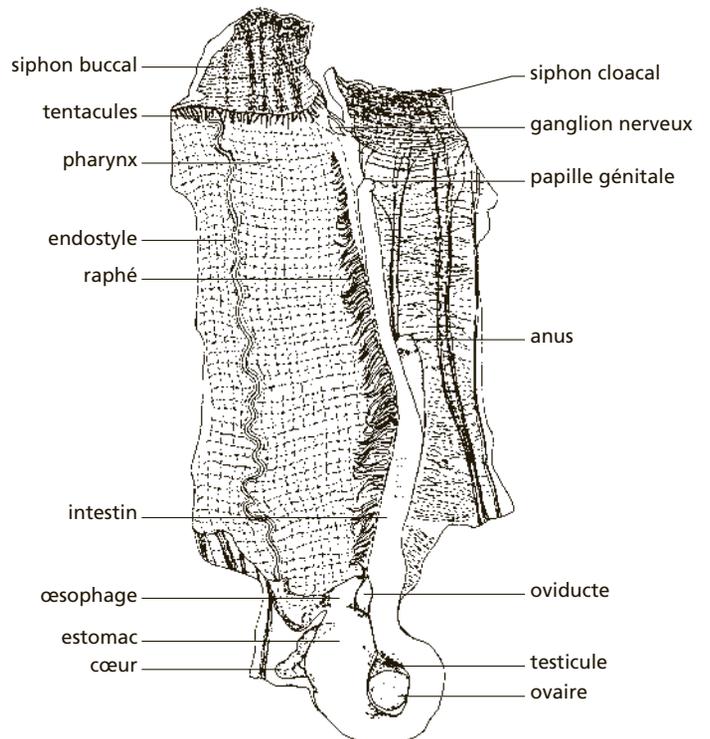
L'appareil digestif débute par le siphon buccal, divisé en plusieurs lobes entre lesquels de ocelles sont observés. Il débouche sur un vaste pharynx surmonté d'une couronne de tentacules et présentant un raphé dorsal, languette ciliée, ainsi qu'un endostyle médio-ventral, gouttière ciliée. Ce pharynx est percé de nombreuses fentes branchiales qui mettent en relation la cavité branchiale (pharyngienne) avec une cavité péri-branchiale. Cette dernière communique avec l'extérieur par l'intermédiaire du siphon cloacal. Le pharynx s'ouvre sur un œsophage auquel font suite un estomac puis un intestin. Le tube digestif se termine par un rectum aboutissant à l'anus localisé au niveau du siphon cloacal.

L'appareil circulatoire, ouvert, comporte un cœur en forme de U logé dans un péricarde et placé dans la région viscérale. Il est associé à des sinus sanguins dépourvus de parois propres.

L'animal ne possède pas d'appareil excréteur différencié.

L'appareil génital de cet animal hermaphrodite est en revanche bien développé. L'ovaire est situé dans l'anse intestinale, l'oviducte lui fait suite, longe le rectum et s'ouvre sur une papille génitale au-dessus de l'anus. Le testicule forme quant à lui une glande ramifiée logée dans le tissu conjonctif emballant l'estomac. Le spermiducte, très fin, court le long de l'oviducte et aboutit à la papille génitale sous forme de petits tubes.

Le système nerveux est réduit à un ganglion ellipsoïdal localisé entre les deux siphons, à l'origine de nerfs, associé à une glande hyponeurale.

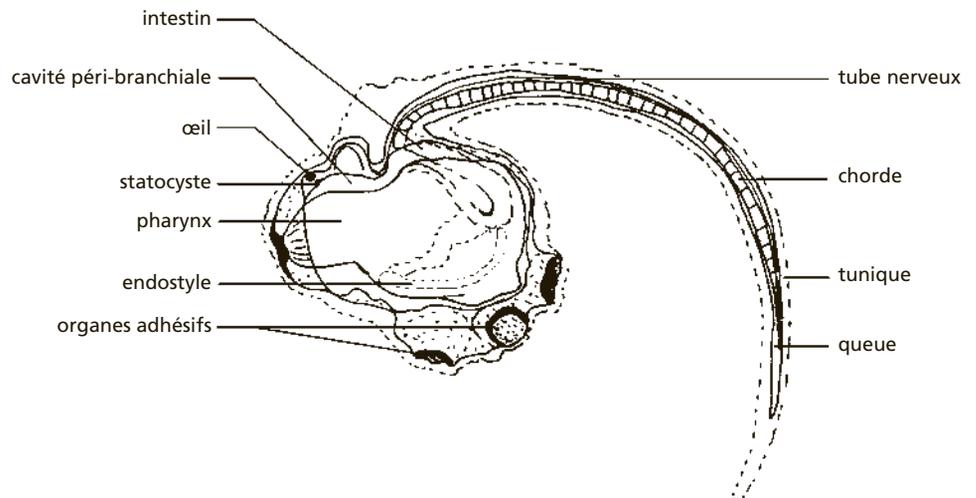
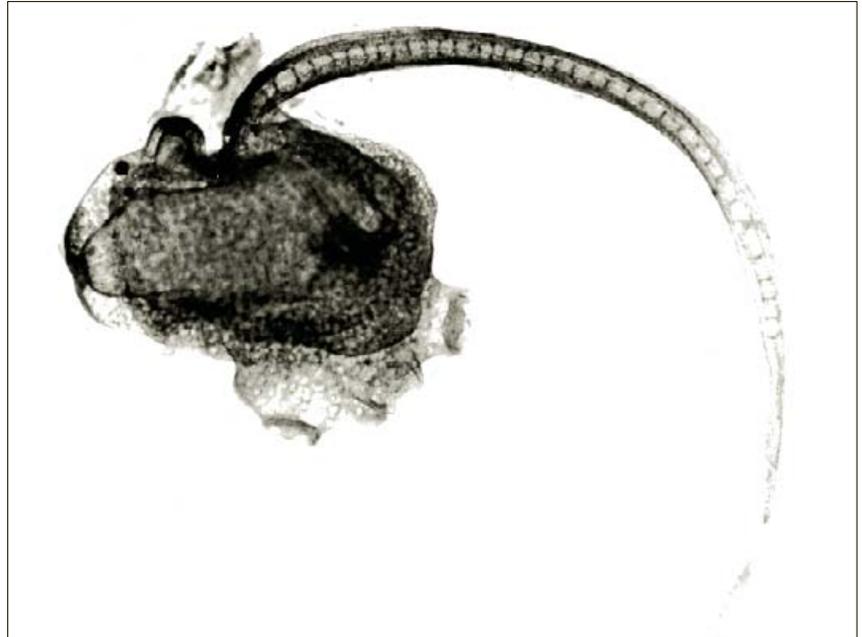


La reproduction sexuée de la *Cione* implique la libération des gamètes dans l'eau de mer où se déroule la fécondation. Au terme du développement embryonnaire, une larve, le têtard, est libérée (figure 4.15).

4.15. *Ascidie* : têtard

(montage *in toto*), x 240.

Son corps enveloppé d'une tunique est formé de deux régions, le tronc (thorax) et la queue locomotrice. Le tronc, renflé, comporte essentiellement un pharynx d'origine endodermique, auquel s'associent deux replis ectodermiques latéraux à l'origine de la cavité péri-branchiale. Il présente également des cellules mésenchymateuses et une vésicule cérébrale. Celle-ci est reliée au tube nerveux qui parcourt la queue en position dorsale. Il surmonte une chorde, qui reste limitée à la queue (d'où le nom d'Urochordés attribué au sous-embranchement). De part et d'autre de cette structure, des masses musculaires assurant le déplacement de l'animal. Cette larve, après quelques jours de vie libre, tombe sur le fond et se métamorphose en un animal fixé (régression de la queue, développement du pharynx).



L'organisation du têtard est caractéristique : chorde dorsale, surmontée par un tube nerveux (épineurien), pharynx percé de fentes (pharyngotémie). Elle est perdue au moment de la métamorphose, en relation avec le mode de vie fixé que présente l'animal adulte. La *Cione*, ainsi que les autres Urochordés, appartient bien à l'embranchement des **Chordés, Métazoaires triploblastiques cœlomates deutérostomiens et épineuriens**. Le cœlome est toutefois très réduit dans ce groupe (il est limité à la cavité péricardique) et la métamérie est profondément altérée.

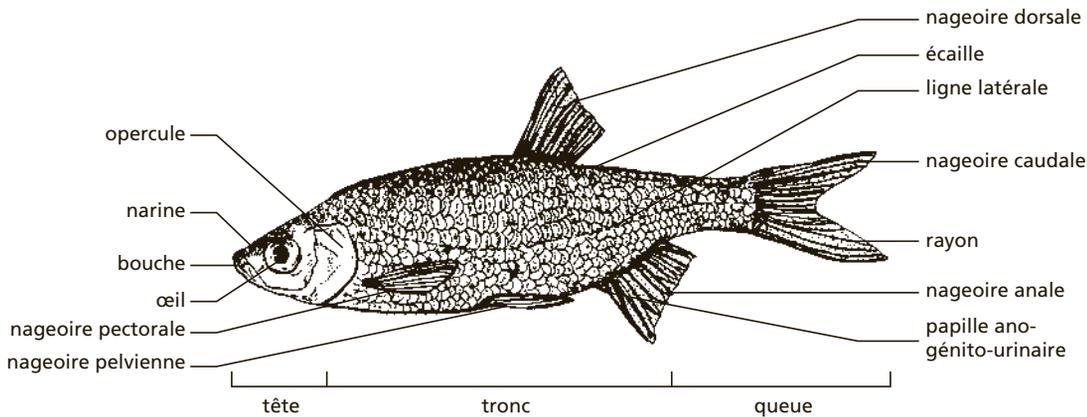
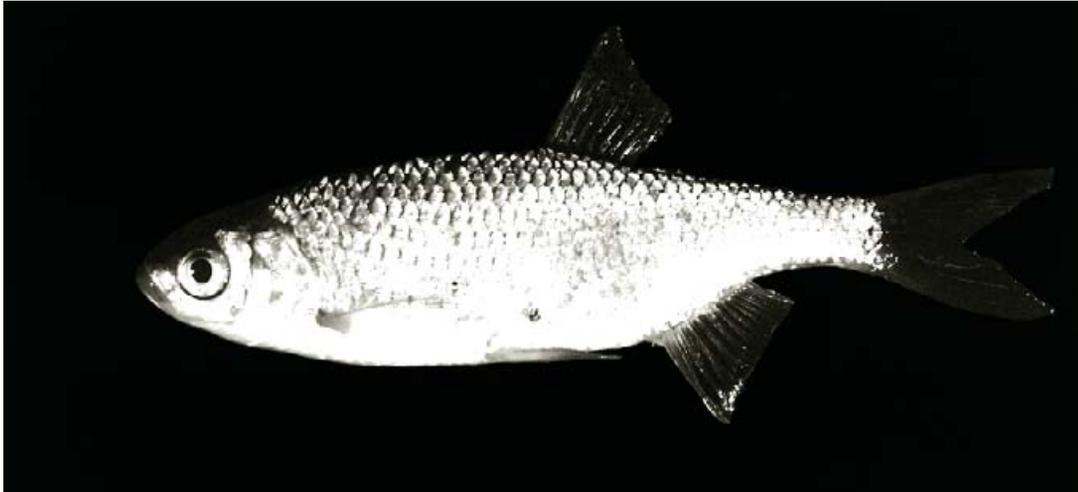
Les Chordés : Vertébrés

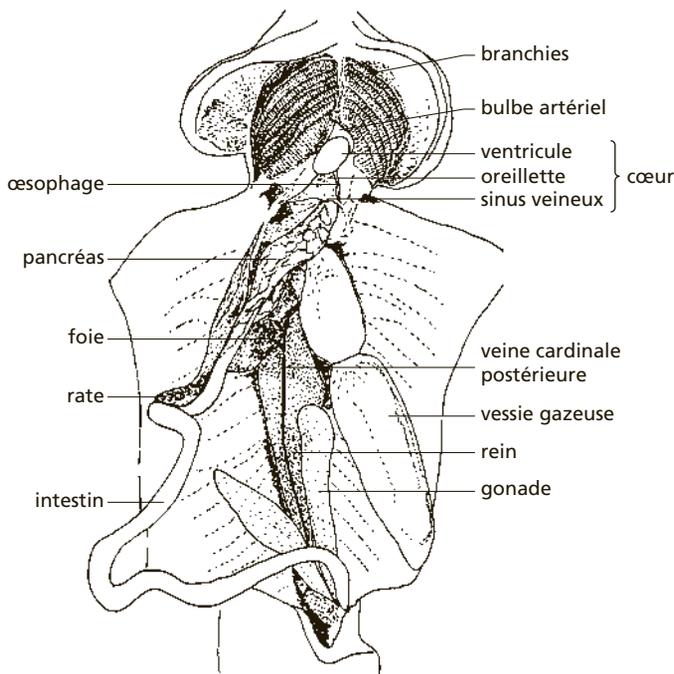
Les **Vertébrés** sont représentés par des animaux menant le plus souvent une vie libre, en milieu marin (*Roussette, Thon, Baleine*), en eau douce (*Gardon, Grenouille*) ou en milieu terrestre (*Vipère, Souris, Poule*).

Le *Gardon* (figure 4.16, livret couleur, pages V et VI), la *Grenouille* (figure 4.21, livret couleur, page VII) et la *Souris* (figure 4.28, livret couleur, page VIII) nous serviront d'exemples pour dégager leurs caractères essentiels.

4.16. *Gardon* (vue externe), x 1,2.

Le corps, allongé, est aplati latéralement et divisé en trois parties. La tête porte la bouche, les yeux, les narines et est limitée en arrière par l'opercule. Le tronc est marqué par la présence des nageoires paires (pectorales et pelviennes) et impaires (dorsale et anale). Une papille ano-génito-urinaire matérialise les orifices anal, génital et urinaire en avant de la nageoire anale. Il se prolonge par une queue munie d'une nageoire caudale. Les nageoires sont soutenues par des rayons ramifiés. Le corps est recouvert d'écailles dont certains sont percées et associées à des récepteurs sensoriels ; elles constituent la ligne latérale, organe sensible aux mouvements et variations de pression de l'eau environnante.





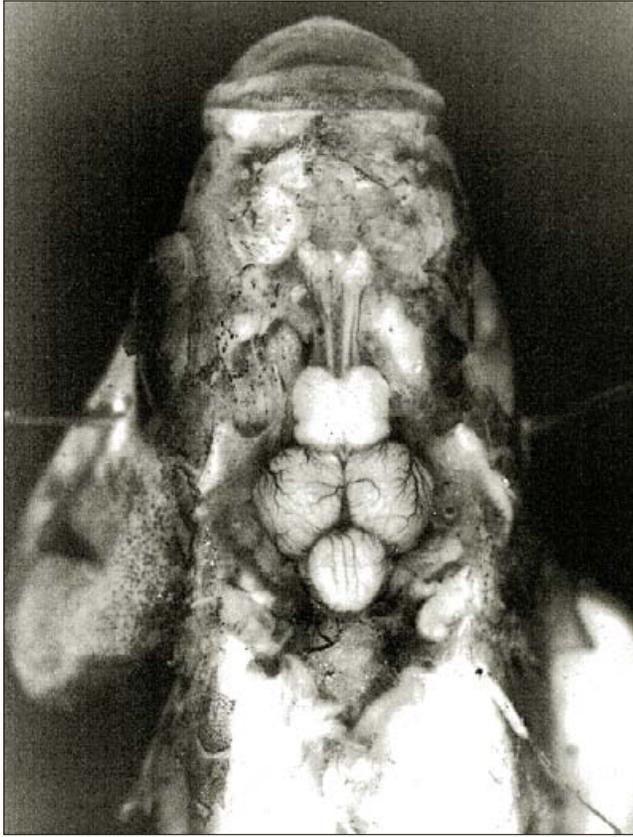
4.17. Gardon : dissection (vue ventrale), x 2 (livret couleur, page V).

L'appareil respiratoire est constitué de quatre paires de branchies antérieures, protégées par l'opercule. L'appareil circulatoire y est étroitement associé. Clos, il se compose d'un cœur ventral, formé d'un sinus veineux, d'une oreillette et d'un ventricule, entouré d'un péricarde. À l'avant, il est prolongé par un bulbe artériel d'où émane une artère qui se subdivise en artères branchiales afférentes. Le sang qui y circule est hématosé au niveau des branchies puis est repris par des artères branchiales efférentes avant d'irriguer les organes via une aorte dorsale. Il retourne ensuite au sinus veineux par l'intermédiaire des diverses veines.

L'appareil digestif, ventral, débute par la bouche qui s'ouvre sur un court œsophage. Il débouche dans un intestin terminé par l'anus. Il comporte également un foie plurilobé, associé à une vésicule biliaire, ainsi qu'un pancréas diffus étroitement accolé à l'intestin.

Une vessie gazeuse, ou vessie natatoire, est présente. Elle est reliée à l'œsophage par un canal pneumatique.

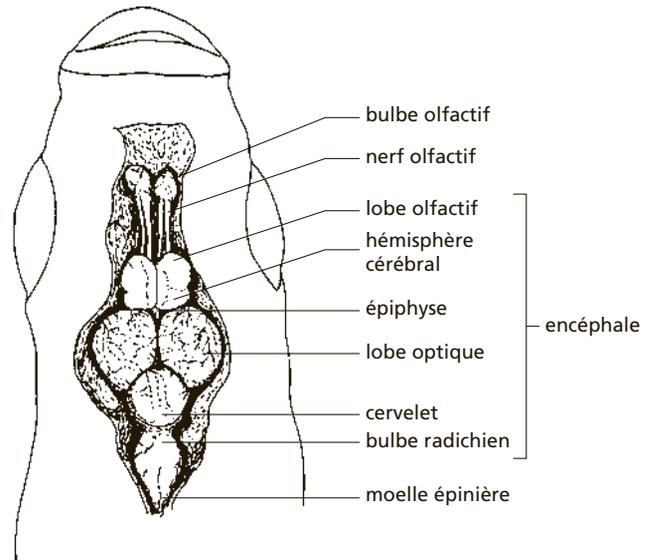
L'appareil excréteur est formé de deux reins accolés à la paroi dorsale du corps. Ils sont drainés par deux uretères s'abouchant à une petite vessie ouverte par un pore urinaire. L'appareil génital est constitué de deux gonades.



4.18. Gardon : dissection du système nerveux

(vue dorsale), x 6 (livret couleur, page VI).

Le système nerveux central est localisé en position dorsale. À l'avant, dans la tête, il différencie un encéphale constitué d'une région antérieure formée de deux lobes olfactifs reliés aux bulbes olfactifs, de deux hémisphères cérébraux et d'une l'épiphyse, d'une région moyenne représentée par deux lobes optiques, et d'une région postérieure composée d'un cervelet et d'un bulbe rachidien. La moelle épinière lui fait suite. De chacune de ces régions partent des nerfs (nerfs crâniens et nerfs rachidiens) innervant les organes et conservant pour certains une disposition métamérique.



Le plan d'organisation du *Gardon*, comme celui de la *Perche*, est caractéristique des **Vertébrés** (figures 4.16, 4.17, 4.18, 4.19) : le corps est subdivisé en une **tête**, un **tronc** et une **queue**, il porte des **appendices locomoteurs pairs**. Il présente une symétrie bilatérale nette. Le **système nerveux** est **dorsal** par rapport au tube digestif (**épineurien**) et la moelle épinière court au sein des **vertèbres**, qui constituent le **squelette axial** de l'organisme (colonne vertébrale). Cet **endosquelette** comporte de plus un crâne antérieur, un squelette appendiculaire et un squelette zonal (ceintures).

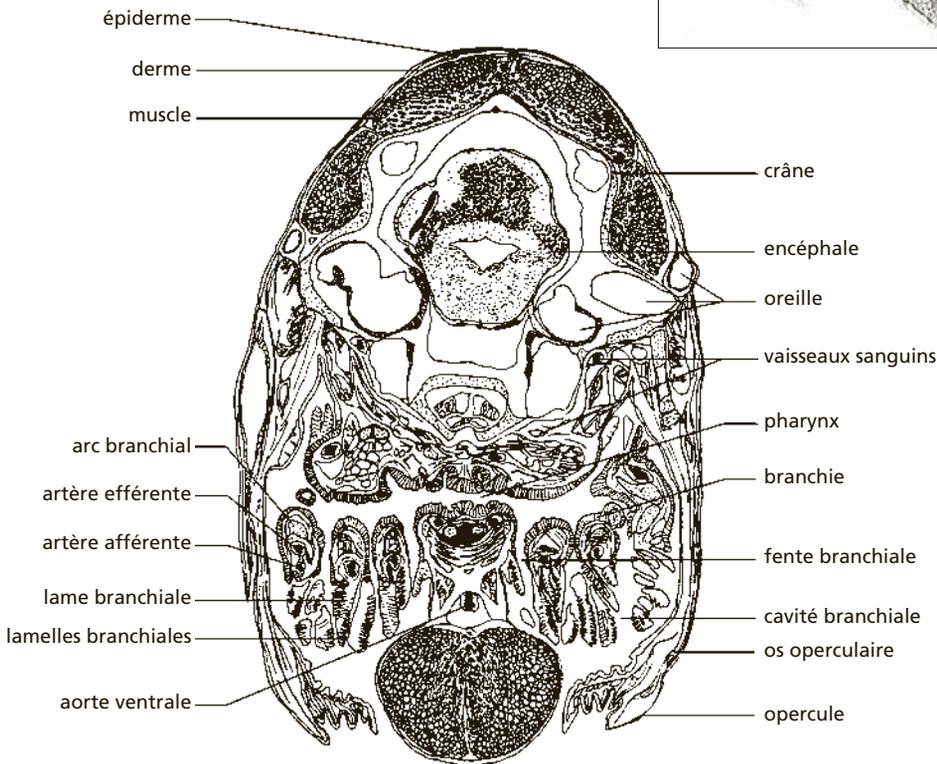
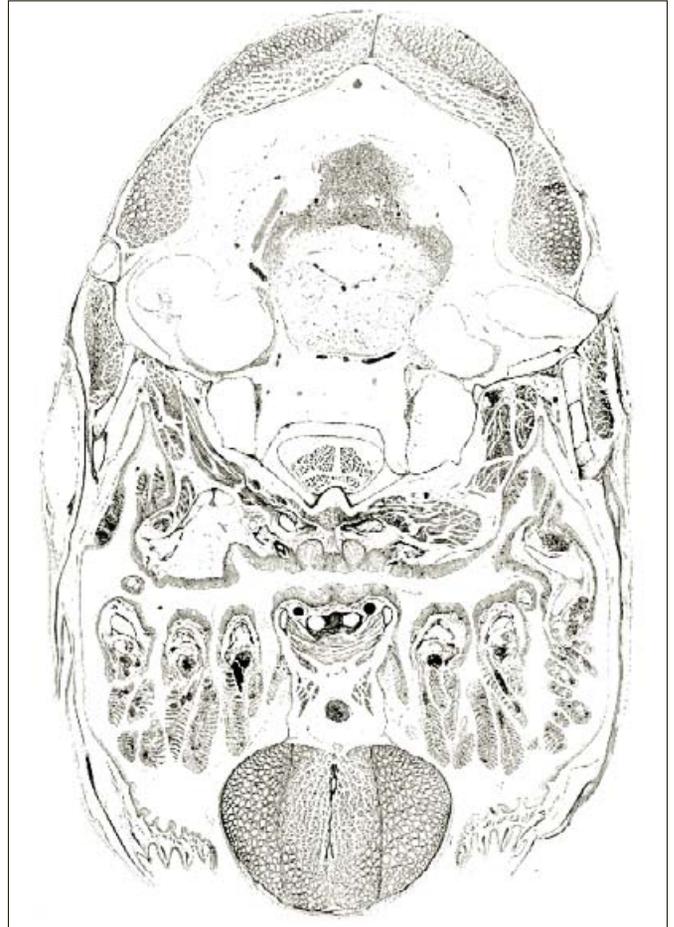
Quelques structures demeurent métamérisées : les vertèbres, les nerfs crâniens, la musculature du tronc.

La présence des nageoires, des écailles, le mode de vie aquatique et la respiration branchiale sont des éléments qui permettent de placer le *Gardon* et la *Perche* au sein des poissons Téléostéens.

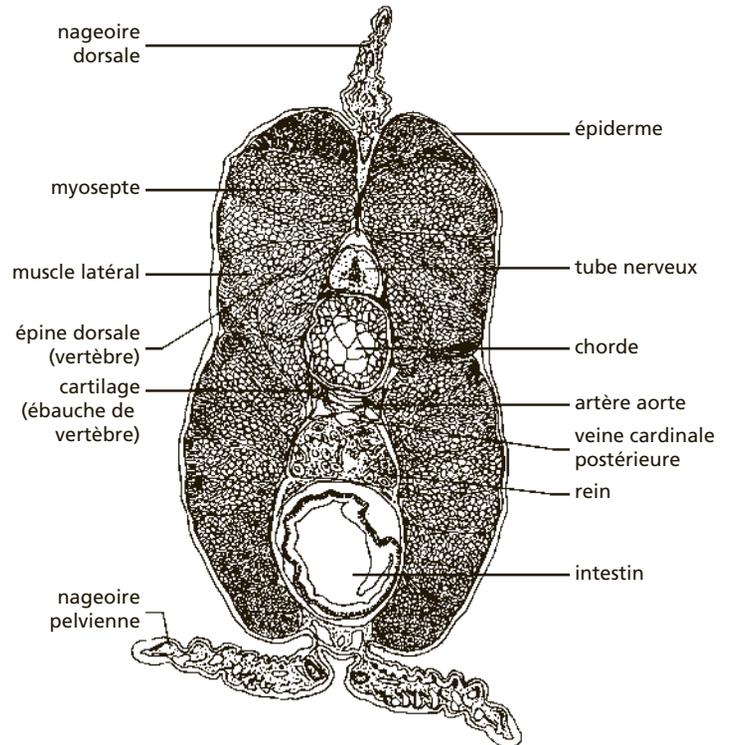
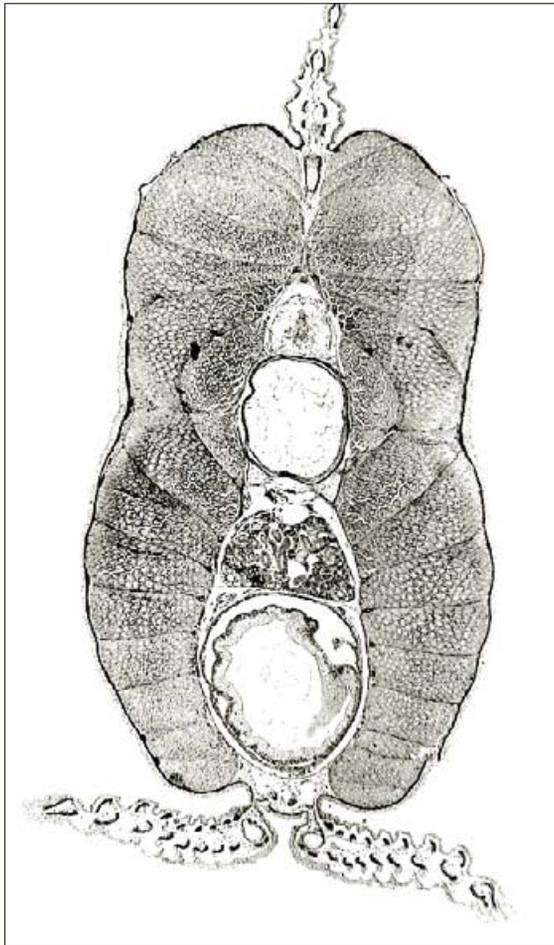
4.19. Perche : tête

(coupe transversale), x 20 (voir aussi la coupe transversale de tête de *Vairon*, livret couleur, page VI).

Le corps est recouvert d'un épiderme pluristratifié, caractéristique des Vertébrés, et surmontant un derme conjonctif. Le système nerveux dorsal est protégé par le crâne. Il surmonte le pharynx percé de fentes et ouvert sur la cavité branchiale.



La reproduction des poissons Téléostéens est réalisée par voie sexuée. Les gamètes sont le plus souvent émis dans l'eau et au cours du développement embryonnaire, le blastopore donne naissance à l'anus. Ces animaux sont des **Deutérostomiens**. L'éclosion libère généralement un juvénile, l'alevin (*figure 4.20*).



4.20. Alevin de *Truite* : région rénale

(coupe transversale), x 40 (voir aussi la coupe longitudinale d'alevin de *Truite*, livret couleur, page V).

Sous l'épiderme pluristratifié et le derme, la musculature métamérisée est visible. Le tube nerveux dorsal surmonte un axe squelettique correspondant à la chorde. Lors de la croissance, celle-ci subit une ossification et forme le corps des vertèbres. Les reins, constitués de néphrons, sont localisés sous la chorde et l'intestin est en position ventrale.

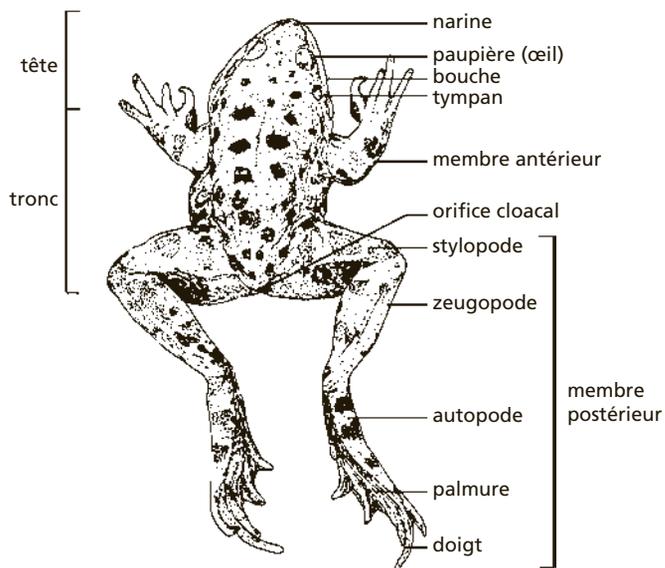
La présence de la chorde chez le juvénile atteste de l'appartenance des poissons Téléostéens à l'embranchement des **Chordés**, **Métazoaires triploblastiques cœlomates**. Le cœlome est toutefois réduit.

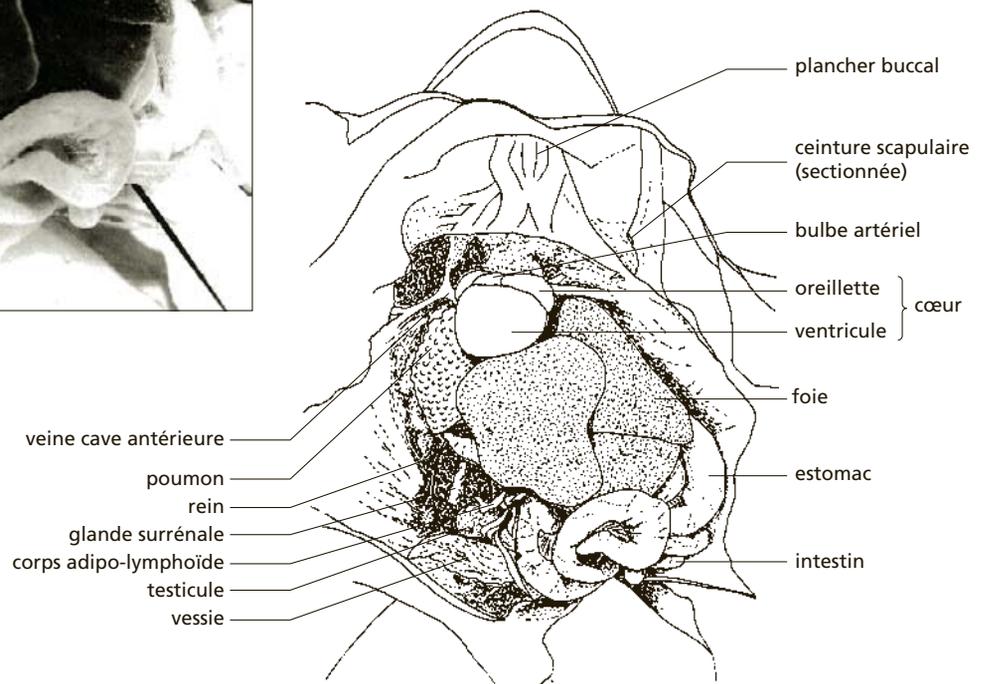
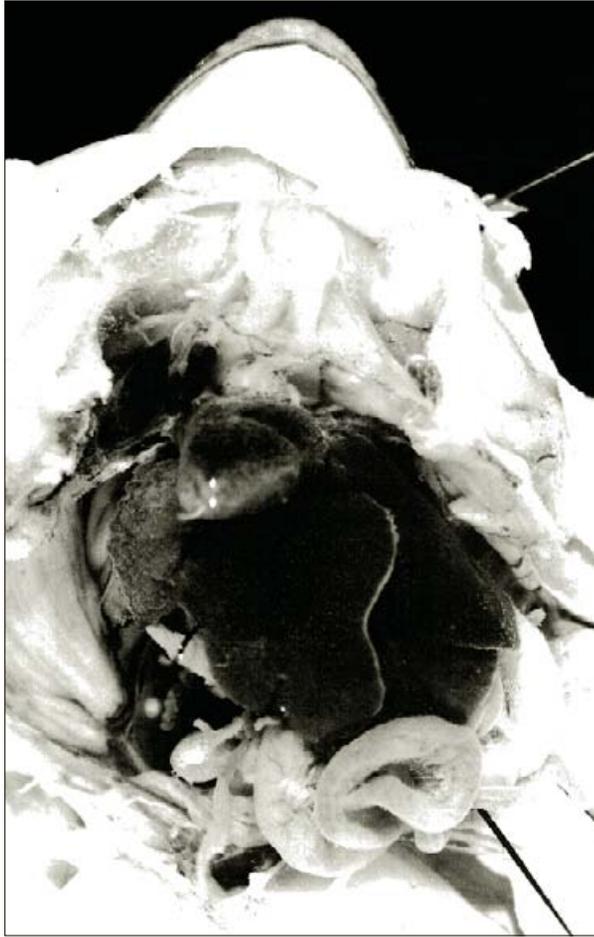
La Grenouille (figures 4.21, 4.22, 4.23, 4.24) constitue un second exemple de Vertébré.

4.21. Grenouille

(vue externe), x 0,9.

Le corps est divisé en une tête portant la bouche, les yeux munis de paupières, les narines, les tympans, et un tronc présentant de deux paires de pattes, antérieures et postérieures. La présence de ces appendices est caractéristique des Vertébrés tétrapodes. La queue est vestigiale. L'animal présente une symétrie bilatérale nette.





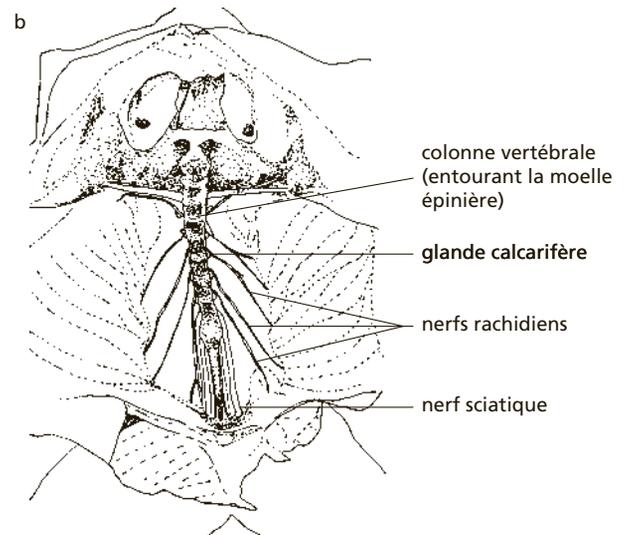
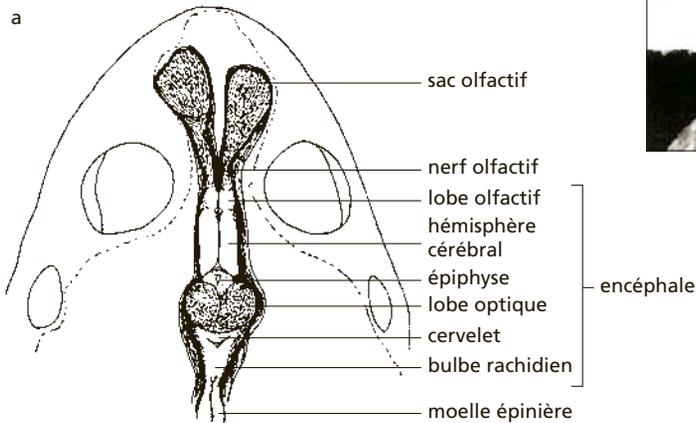
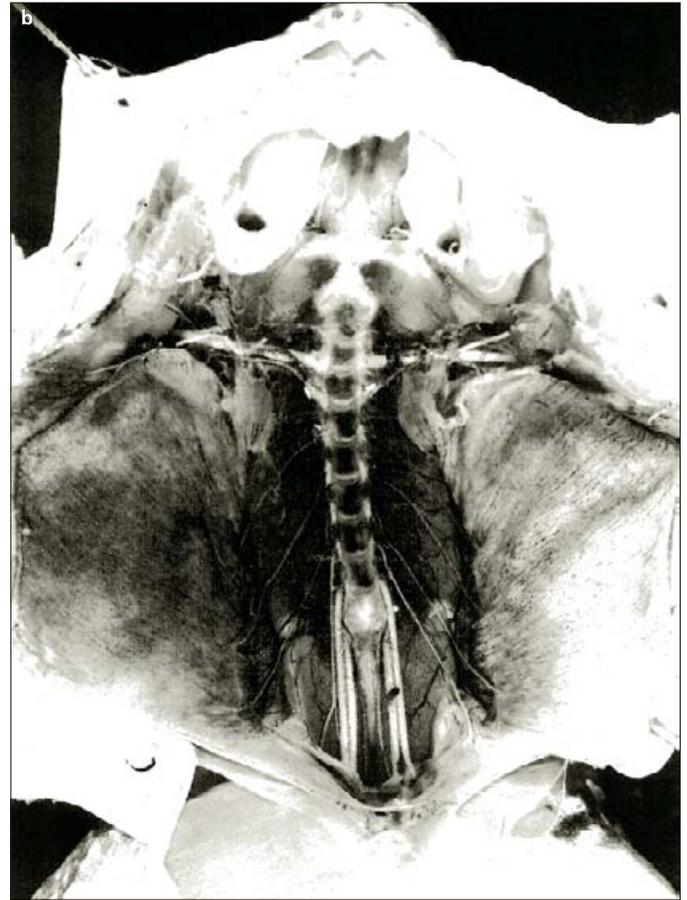
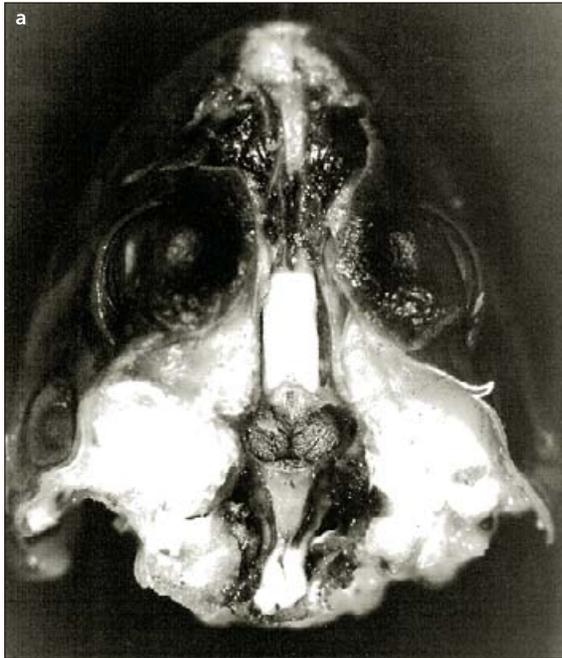
4.22. Grenouille : dissection (vue ventrale), x 2 (livret couleur page VII).

L'appareil respiratoire est représenté par deux poumons lisses, localisés dans la région antérieure et communiquant avec la cavité buccale. L'appareil circulatoire est formé d'un cœur ventral, constitué d'un sinus veineux, de deux oreillettes et d'un seul ventricule prolongé par un bulbe cardiaque, et enveloppé dans un péricarde. Le sang expulsé par le ventricule s'engage soit dans la circulation pulmonaire avant de retourner à l'oreillette gauche, soit dans la circulation systémique avant de rejoindre l'oreillette droite via le sinus veineux.

L'appareil digestif, ventral, comporte de la bouche à l'anus, l'œsophage débouchant dans l'estomac, puis l'intestin terminé par le rectum. S'y associent un foie plurilobé muni d'une vésicule biliaire et un pancréas.

L'appareil excréteur est représenté par deux reins dorsaux drainés par deux uretères ouverts sur le cloaque. À ce niveau se développe une vessie membraneuse.

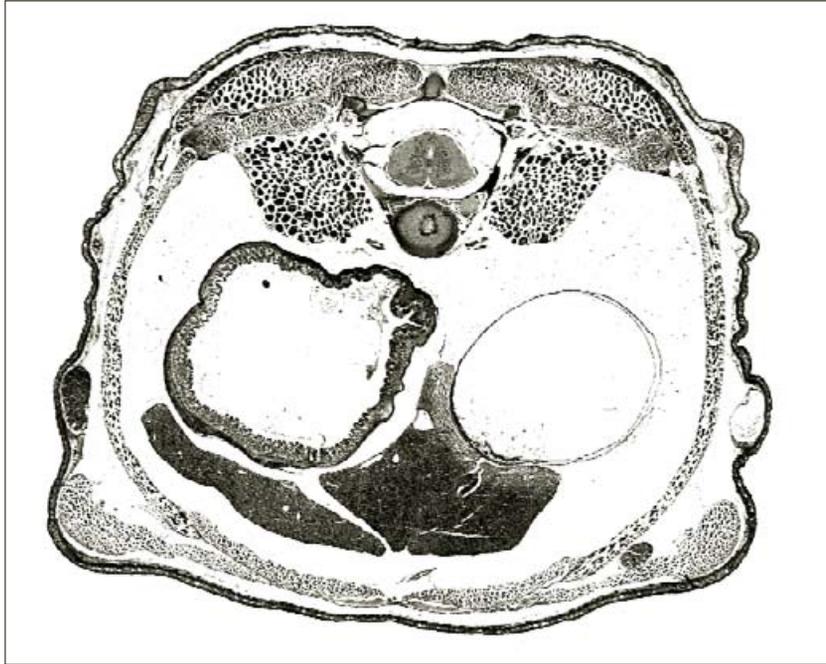
Deux gonades composent l'appareil génital (ovaires chez la femelle, testicules chez le mâle). Les gamètes sont pris en charge par des conduits (oviductes puis utérus chez la femelle, spermiductes se confondant avec une partie des uretères chez le mâle) débouchant dans le cloaque.



4.23. Grenouille : dissection du système nerveux

a. Encéphale (vue dorsale), x 3 ; b. Moelle épinière et système sympathique (vue ventrale), x 1,8.

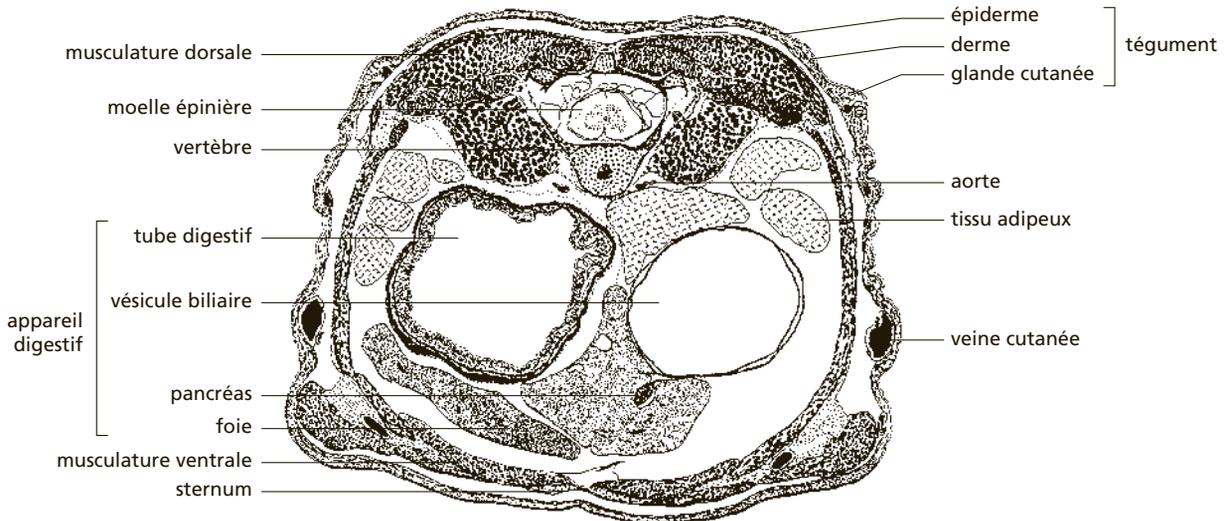
La localisation du système nerveux est dorsale. L'encéphale, antérieur, comprend d'avant en arrière deux lobes olfactifs, deux hémisphères cérébraux, une épiphyse, deux lobes optiques, un cervelet et un bulbe rachidien. La moelle épinière lui fait suite, logée dans les vertèbres et donnant naissance aux nerfs rachidiens. Elle est flanquée de deux chaînes grisâtres, constituant le système sympathique, et de glandes blanchâtres qualifiées de calcarifères.



4.24. Grenouille : région antérieure

(coupe transversale), x 10
(livret couleur, page VII).

Le tégument est constitué d'un épiderme pluristratifié légèrement kératinisé, différenciant des glandes séreuses et muqueuses enfoncées dans le derme sous-jacent. Dorsalement court le tube nerveux, entouré des vertèbres constituant la colonne vertébrale, et surmontant le tube digestif ventral. En position moyenne, les aortes issues du ventricule cardiaque acheminent le sang vers les organes de la région postérieure.



De même que les poissons Téléostéens, la *Grenouille* présente des caractères de Vertébrés (figures 4.21, 4.22, 4.23, 4.24) : corps à symétrie bilatérale, divisé en trois parties (la queue est vestigiale), muni d'appendices locomoteurs pairs. En l'occurrence, il s'agit de pattes constituées de trois régions (autopode, zeugopode et stylopode) et qualifiées de membres chiridiens, caractéristiques des Tétrapodes. Le système nerveux est dorsal ; le squelette est interne et comprend une colonne vertébrale.

À la différence du *Gardon*, cet animal possède une peau nue, maintenue humide grâce à la sécrétion de mucus, et peut mener une vie aérienne. Il appartient à la classe des Amphibiens.

La reproduction des Amphibiens, réalisée par voie sexuée, implique une fécondation externe en milieu aquatique. Chez ces animaux deutérostomiens, l'éclosion libère une larve aquatique, le têtard (figures 4.25, 4.26, 4.27).

4.25. Têtard d'Amphibien : dissection

(vue ventrale), x 7.

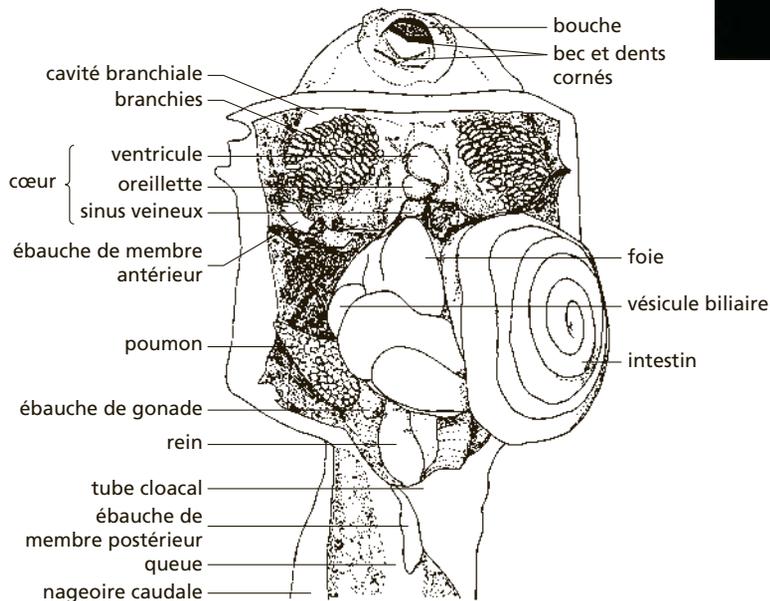
Le corps est de forme globulaire et ne porte pas de membres mais une queue munie d'une nageoire. La région antérieure est caractérisée par la présence des yeux et de la bouche, entourée d'un bec et de dents cornés.

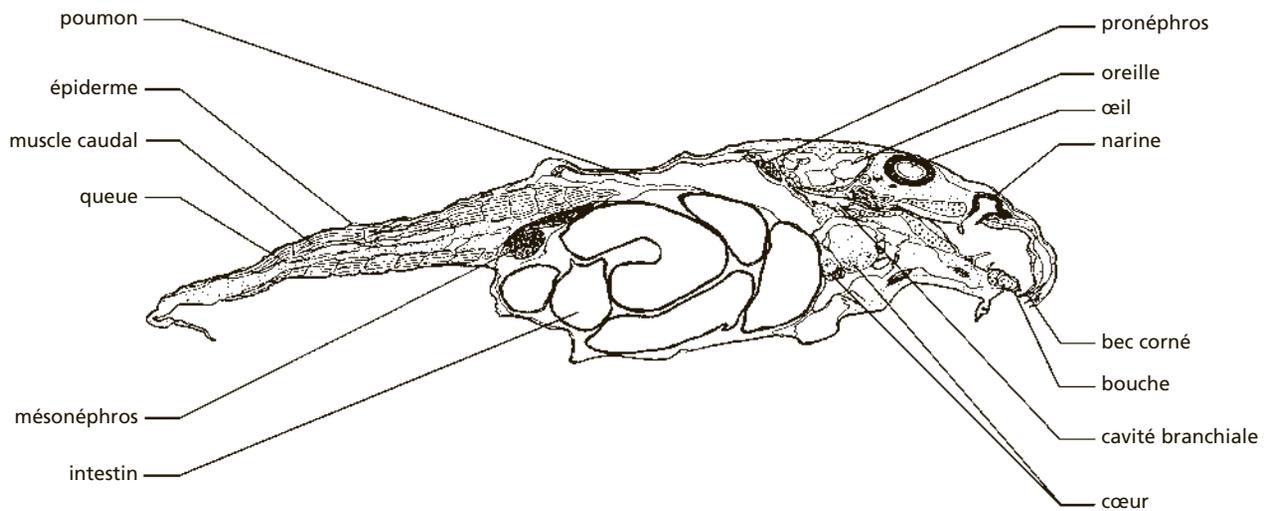
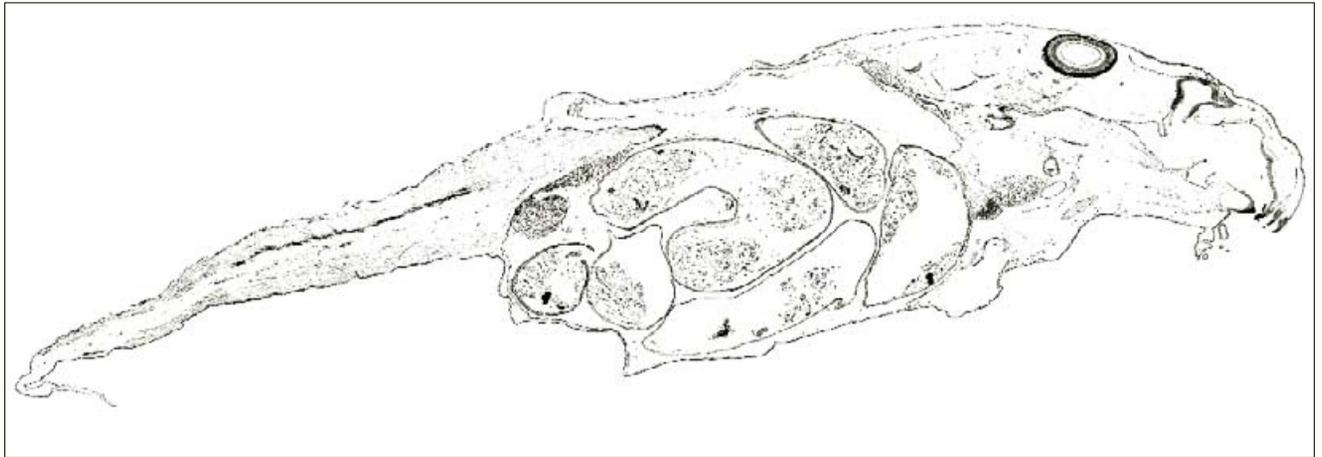
L'appareil respiratoire est constitué de branchies logées dans une cavité délimitée par un repli cutané et ouverte sur l'extérieur par un spiracle. Des ébauches de poumons peuvent également être observées.

L'appareil circulatoire, clos, comporte un cœur composé d'un sinus veineux, de deux oreillettes, d'un ventricule et d'un bulbe cardiaque, ainsi que des vaisseaux artériels se capillarisant au niveau des branchies.

L'appareil digestif est formé d'un œsophage s'ouvrant dans un long intestin spiralé, à mettre en relation avec le régime herbivore de l'animal. Il débouche sur l'extérieur au niveau du cloaque. Un foie, une vésicule biliaire et un volumineux pancréas lui sont associés.

L'appareil excréteur comprend deux reins dorsaux drainés par deux uretères ouverts sur le cloaque. Enfin, des ébauches de gonades sont également présentes.





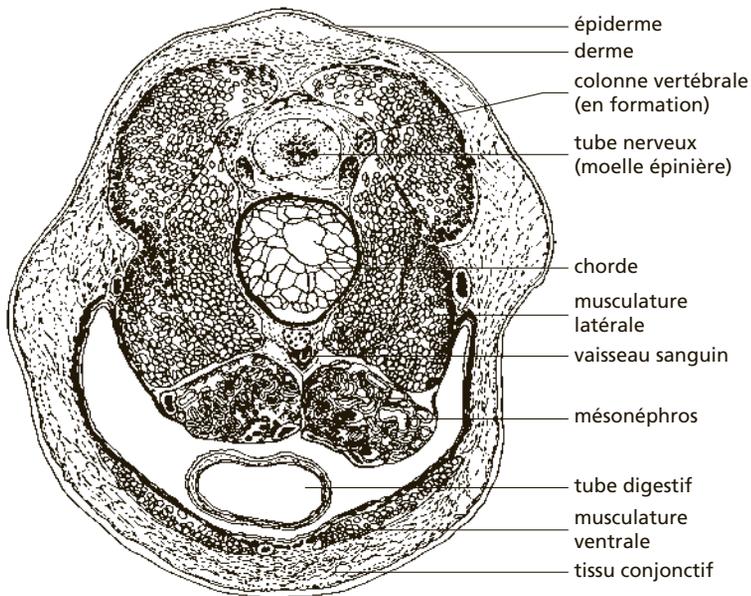
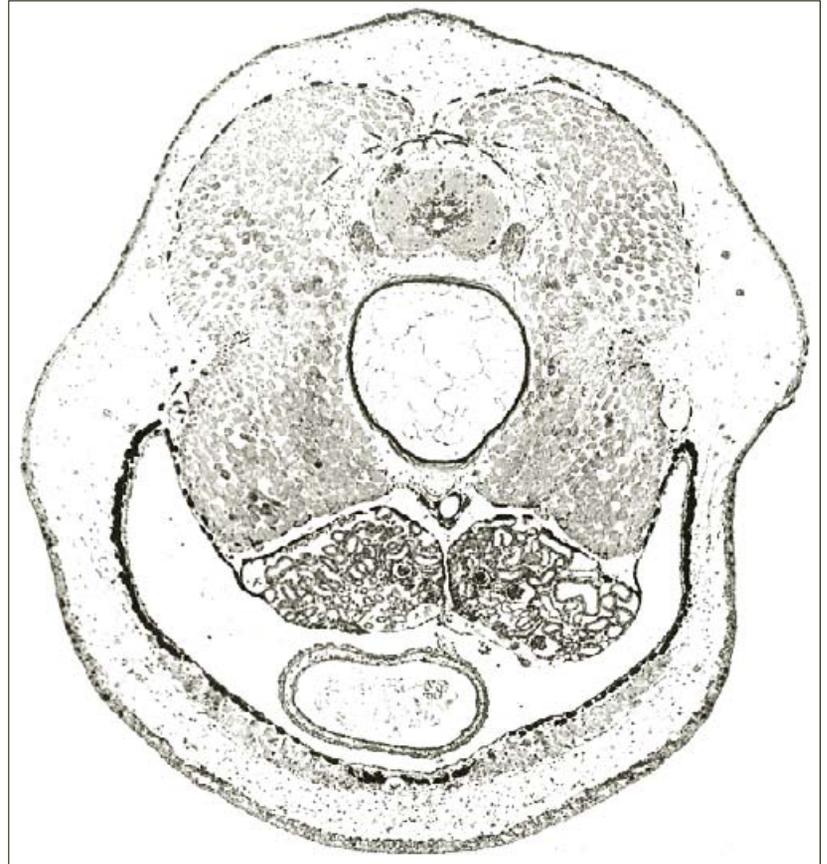
4.26. Têtard d'Amphibien (coupe longitudinale), x 18.

Le corps de l'animal est recouvert d'un épiderme pluristratifié, fin, dépourvu de kératine et ne développant pas de structure glandulaire pluricellulaire dans le derme sous-jacent. La tête porte la bouche, munie d'un bec corné, et les organes sensoriels. La cavité branchiale est visible, de même que le cœur et les ébauches de poumons. L'intestin occupe une grande partie de la cavité abdominale, sa paroi est peu épaisse. Les reins sont en position dorsale, représentés dans la région antérieure par le pronéphros (rein embryonnaire dégénérant par la suite) et dans la région postérieure par le mésonéphros (rein fonctionnel de l'adulte).

4.27. Têtard d'Amphibien

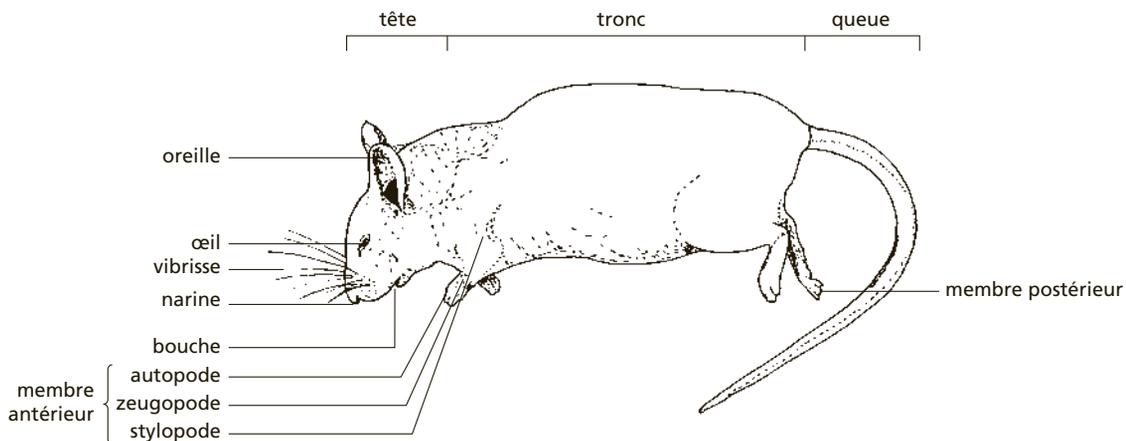
(coupe transversale), x 22.

Dorsalement, le tube nerveux est visible, renflé à l'avant en un encéphale. Il est entouré de la colonne vertébrale en cours de formation. Il surmonte un axe squelettique formé de cellules turgescentes et correspondant à la chorde, localisée au-dessus du tube digestif. Certaines structures observées sont propres à la larve, d'autres sont communes à la larve et à l'adulte. À terme, le têtard subit une métamorphose, ensemble de transformations morpho-anatomiques, physiologiques, cellulaires et moléculaires, qui le transforme en un individu juvénile semblable à l'adulte bien que sexuellement immature.



La larve des Amphibiens possède des caractères spécifiques des Chordés : chorde dorsale, placée au-dessus du tube digestif, fentes branchiales pharyngiennes. Ces animaux, comme les poissons Téléostéens, sont des **Métazoaires triploblastiques cœlomates deutérostomiens épineuriens**.

La *Souris* (figures 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32) est un dernier exemple de Vertébré.



4.28. *Souris*

(vue externe), x 1.

Le corps, marqué par une symétrie bilatérale, est formé de trois parties : la tête portant les organes sensoriels (yeux, oreilles, narines, vibrisses) et la bouche, le tronc séparé de la précédente par un cou et muni de quatre membres chiridiens dressés, la queue. Il est recouvert d'un pelage formé de phanères épidermiques, les poils. Chez la femelle cinq paires de glandes mammaires sont visibles.

4.29. Souris : dissection

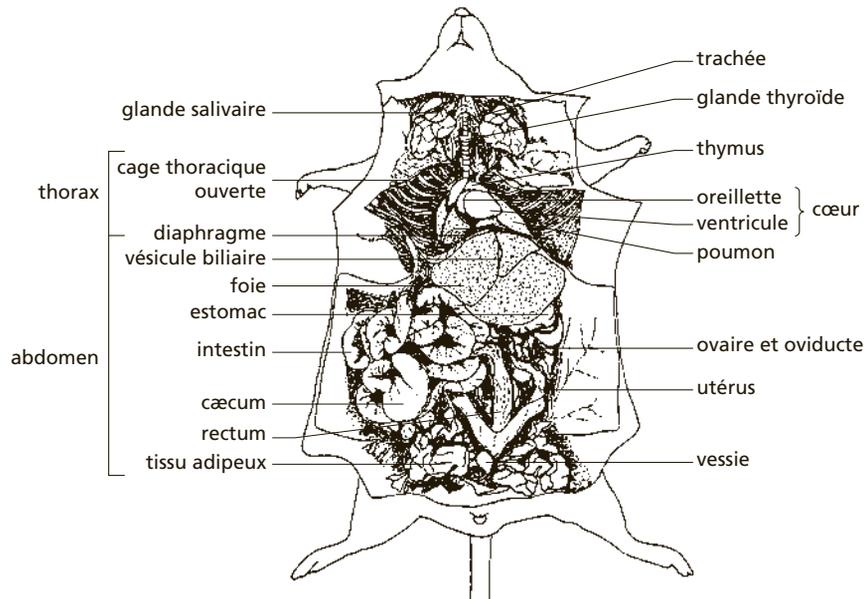
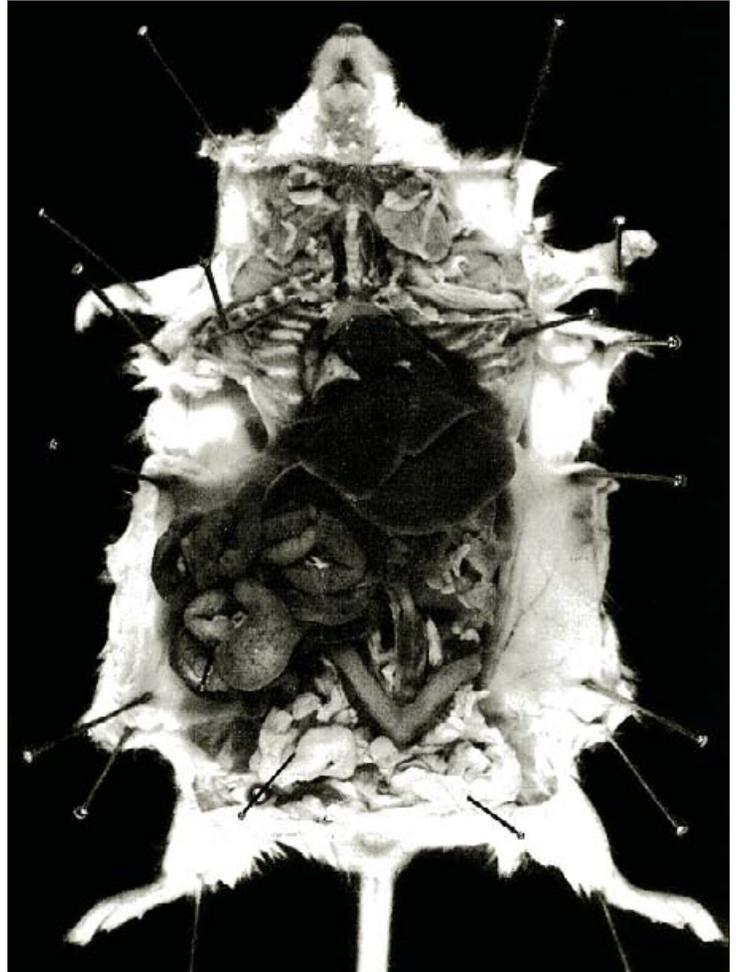
(vue ventrale), x 1 (livret couleur, page VIII).

Le tronc est constitué de deux régions, thoracique et abdominale, délimitées par le diaphragme.

Le thorax, protégé par la cage thoracique (côtes) est occupé par l'appareil respiratoire formé de deux poumons alvéolaires reliés à la trachée par des bronches. Il contient également le cœur constitué de deux oreillettes et deux ventricules, permettant la réalisation d'une double circulation (circulation pulmonaire et circulation systémique).

L'appareil digestif comporte un œsophage thoracique qui traverse le diaphragme pour déboucher dans l'estomac abdominal. Celui-ci est ouvert sur l'intestin grêle suivi du côlon, puis du rectum qui s'abouche à l'anus. Le foie, la vésicule biliaire et le pancréas diffus sont localisés dans la partie antérieure de l'abdomen. L'appareil excréteur, dorsal, est formé de deux reins massifs drainés par deux uretères débouchant sur la vessie. Un canal évacuateur impair, l'urètre, achemine l'urine vers l'orifice urinaire.

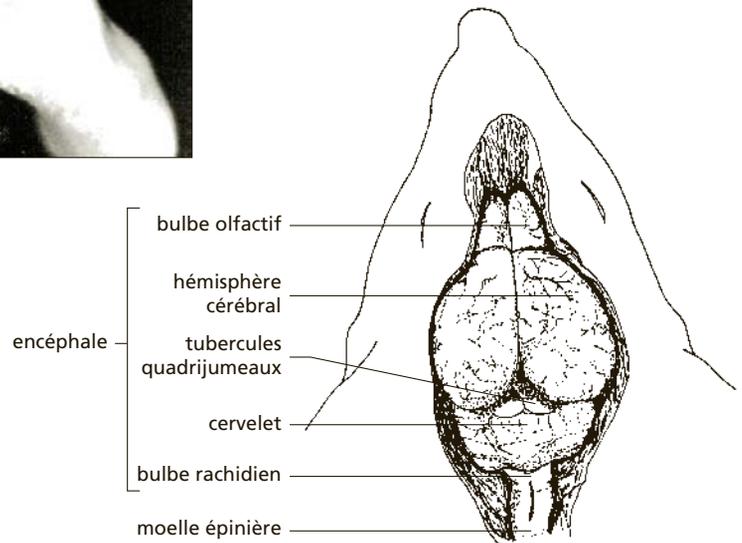
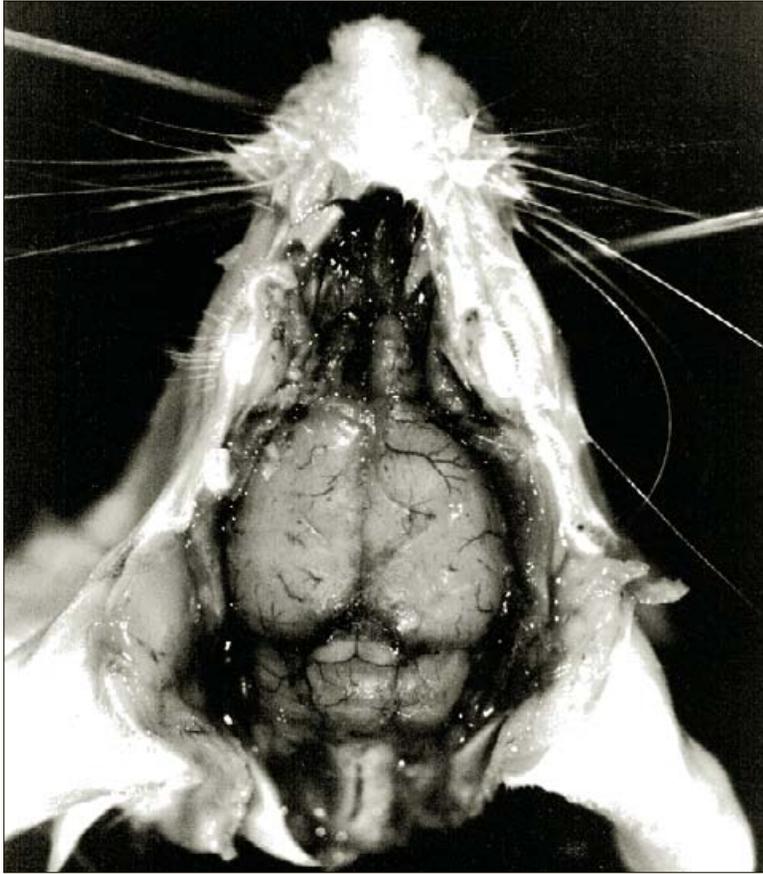
L'appareil génital de la femelle est formé de deux ovaires. Les ovules sont pris en charge par deux oviductes dans lesquels a lieu la fécondation. Les embryons se développent dans l'utérus (viviparité) et à terme, sont libérés lors de la mise bas. Le mâle possède deux testicules drainés par les épидидymes puis les spermiductes. Les sécrétions de glandes annexes (vésicules séminales, glandes coagulantes, prostates) ajoutées aux spermatozoïdes constituent le sperme. Celui-ci chemine dans un uro-spermiducte et est émis dans les voies génitales femelles par l'intermédiaire du pénis, organe copulateur.



4.30. *Souris* : dissection du système nerveux

(vue dorsale), x 3
(livret couleur, page VIII).

En position dorsale, le système nerveux différencie un encéphale antérieur. Celui-ci est constitué de deux bulbes olfactifs, de deux hémisphères cérébraux très développés masquant l'épiphyse et les tubercules quadrijumeaux (lobes optiques), du cervelet et du bulbe rachidien. Il est suivi de la moelle épinière, protégée par les vertèbres.



La *Souris*, comme le *Gardon* et la *Grenouille*, est caractérisée par la présence d'une symétrie bilatérale, une organisation du corps en trois parties, la possession d'une colonne vertébrale, d'un système nerveux dorsal et d'un squelette interne. Elle appartient au sous-embanchement des Vertébrés. Ses quatre pattes marcheuses bâties sur le plan du membre chiridien sont typiques des Tétrapodes (*figures 4.28, 4.29, 4.30, 4.31*).

Les poils et les glandes mammaires sont, quant à eux, des caractéristiques de la classe des Mammifères, qui la distinguent des poissons Téléostéens et des Amphibiens. Il en va de même pour son appareil circulatoire, double, et son appareil respiratoire.

Le développement embryonnaire de la *Souris* (figures 4.31, 4.32) est réalisé au sein de l'organisme maternel, et implique la mise en place d'un placenta, organe d'échanges entre l'embryon et la mère (Mammifère euthérien).

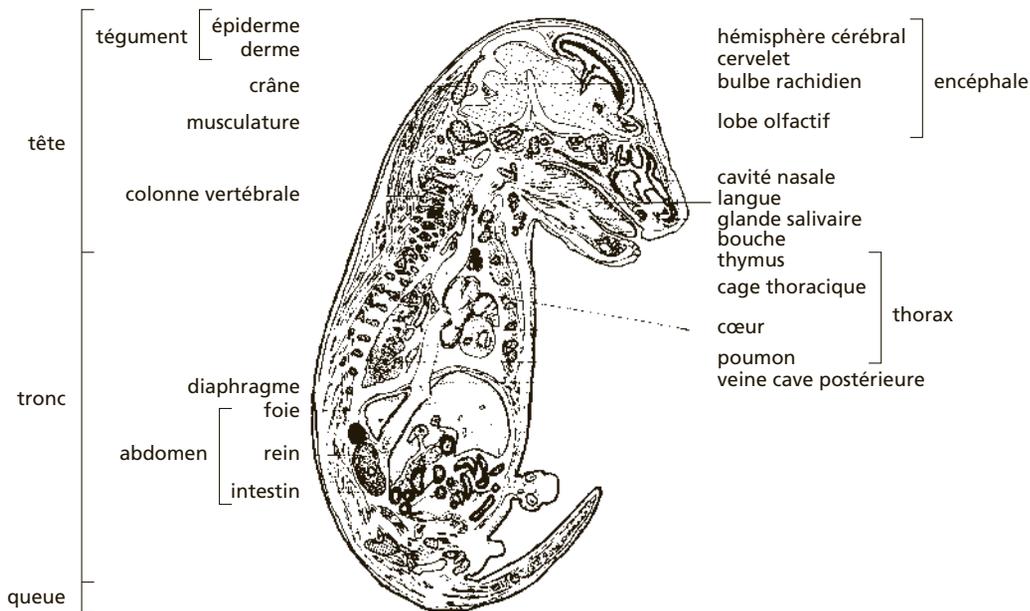
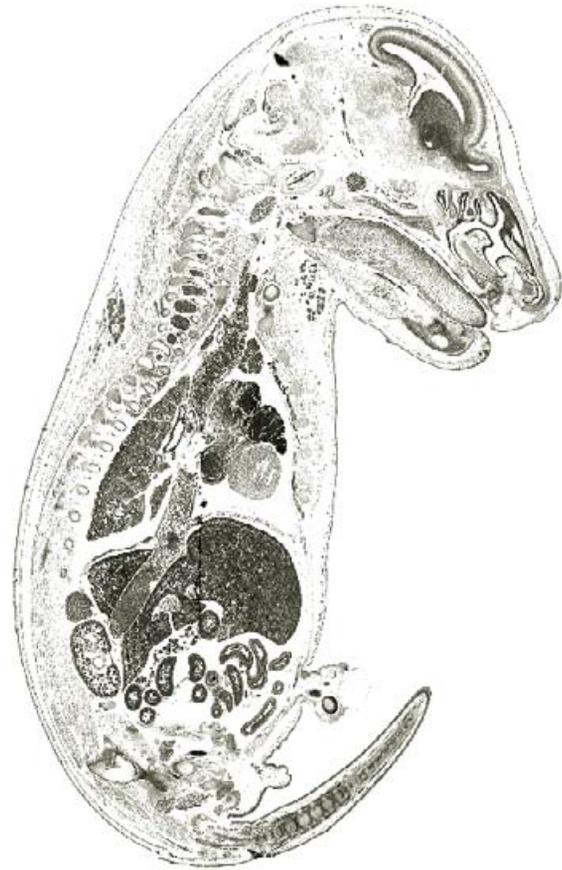
4.31. Souris : embryon au terme du développement

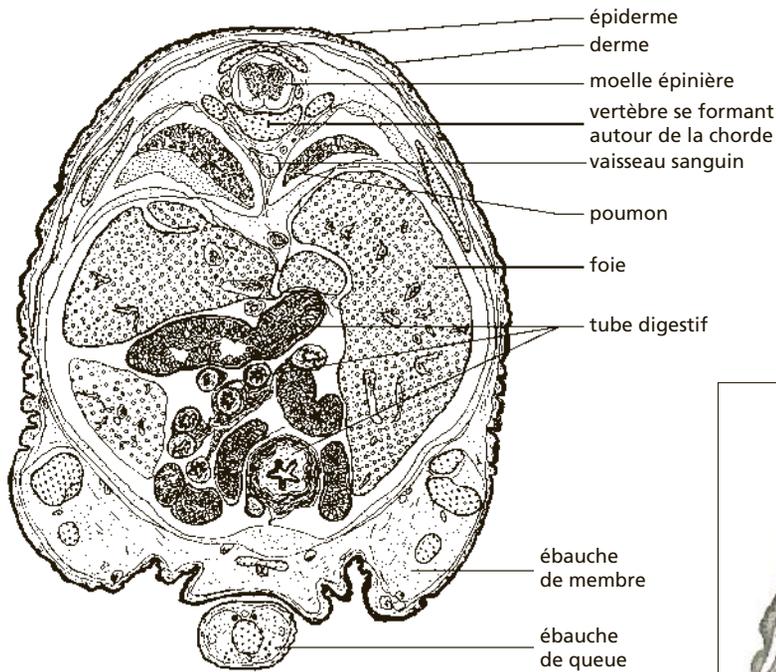
(coupe longitudinale), x 5
(livret couleur, page VIII).

Le corps est recouvert d'un tégument constitué d'un épiderme pluristratifié kératinisé surmontant un derme conjonctif.

Le système nerveux est situé en position dorsale. Il est renflé à l'avant en un encéphale et se poursuit dans le tronc par la moelle épinière. Il est protégé par des structures squelettiques, crâne antérieur et colonne vertébrale postérieure. L'appareil digestif occupe une position ventrale, de même que l'appareil circulatoire avec le cœur.

Le tronc est subdivisé en un thorax antérieur et un abdomen postérieur, la limite entre les deux régions étant matérialisée par le diaphragme. La paroi thoracique est constituée par la cage thoracique formée de côtes, alors que la paroi abdominale est musculaire.

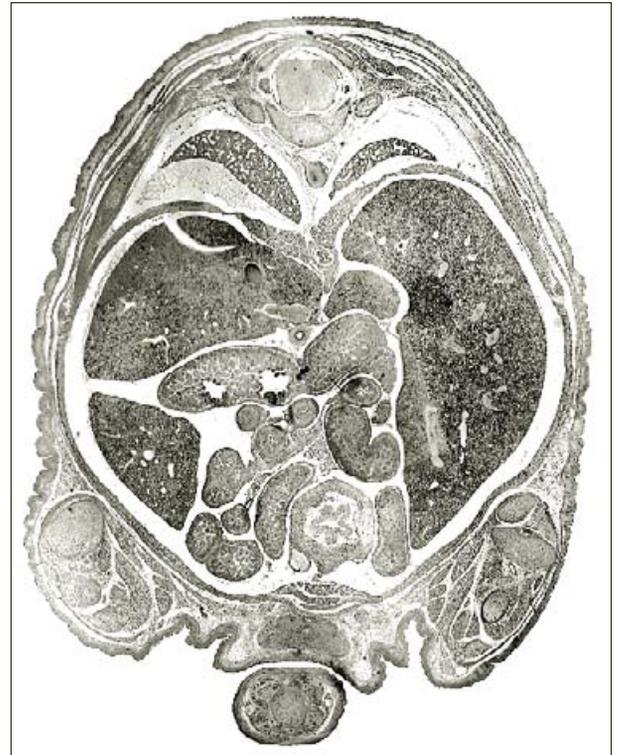




4.32. *Souris* : embryon

(coupe transversale), x 11.

L'embryon est caractérisé par la présence de trois feuilletts embryonnaires (ectoderme, mésoderme, endoderme) à l'origine des divers organes. En particulier, le mésoderme forme une corde dorsale, premier axe squelettique du corps, autour duquel se constituent les vertèbres. Le blastopore qui apparaît lors de la gastrulation ne donne pas naissance à la bouche mais marque l'emplacement de l'anus (Deutérostomien).



Les **Vertébrés**, malgré une relative diversité liée à leurs milieux de vie et leur position systématique, constituent un sous-embranchement homogène de **Chordés**. **Métazoaires triploblastiques cœlomates deutérostomiens épineuriens**, ils possèdent tous un corps subdivisé en trois parties, des appendices locomoteurs pairs, une colonne vertébrale, un endosquelette. Les caractères de Chordés sont souvent masqués chez l'adulte et à rechercher chez l'embryon ou la larve (corde dorsale, fentes branchiales). Le cœlome est réduit à quelques cavités et la métamérie limitée.

Bibliographie

BEAUMONT A., CASSIER P.

Biologie animale, des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens, tome 1. Dunod, Paris, 1998.

Biologie animale, des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens, tome 2. Dunod, Paris, 1985.

Biologie animale, les Cordés, anatomie comparée des Vertébrés. Dunod, Paris, 2000.

CAMPBELL N.A. *Biologie.* De Bœeck Université, Bruxelles, 1995.

CHAPRON C. *Principes de zoologie, structure-fonction et évolution.* Dunod, Paris, 1999.

DE CECATTY M. *La vie de la cellule à l'homme.* Seuil, Paris, 1962.

FREEMAN W.H., BRACEGIRDLE B. *An atlas of invertebrate structure.* Heineman, Londres, 1985.

GINET R., ROUX A.L. *Plans d'organisation du règne animal.* Doin, Paris, 1986.

GRASSE P.P. *Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie.* Masson, Paris, 1953 à 1996.

LEAKE L.D. *Comparative histology, an introduction to the microscopic structure of animals.* Academic Press, Londres, 1975.

LECOINTRE G., LE GUYADER H. *Classification phylogénétique du vivant.* Belin, Paris, 2006.

LYTLE C.F. *General zoology, laboratory guide.* Wm. C. Brown Publishers, Dubuque IA, 1996.

MAISSIAT J., BAEHR J.C., PICAUD J.L. *Biologie animale, invertébrés, tome 1.* Masson, Paris, 1996.

PLATEL R., MEUNIER J.F., RIDET J.M., VIEILLOT H. *Zoologie des Cordés.* Ellipses, Paris, 1991.

RIDET J.M., PLATEL R., MEUNIER J.F. *Zoologie, des Protozoaires aux Echinodermes.* Ellipses, Paris, 1992.

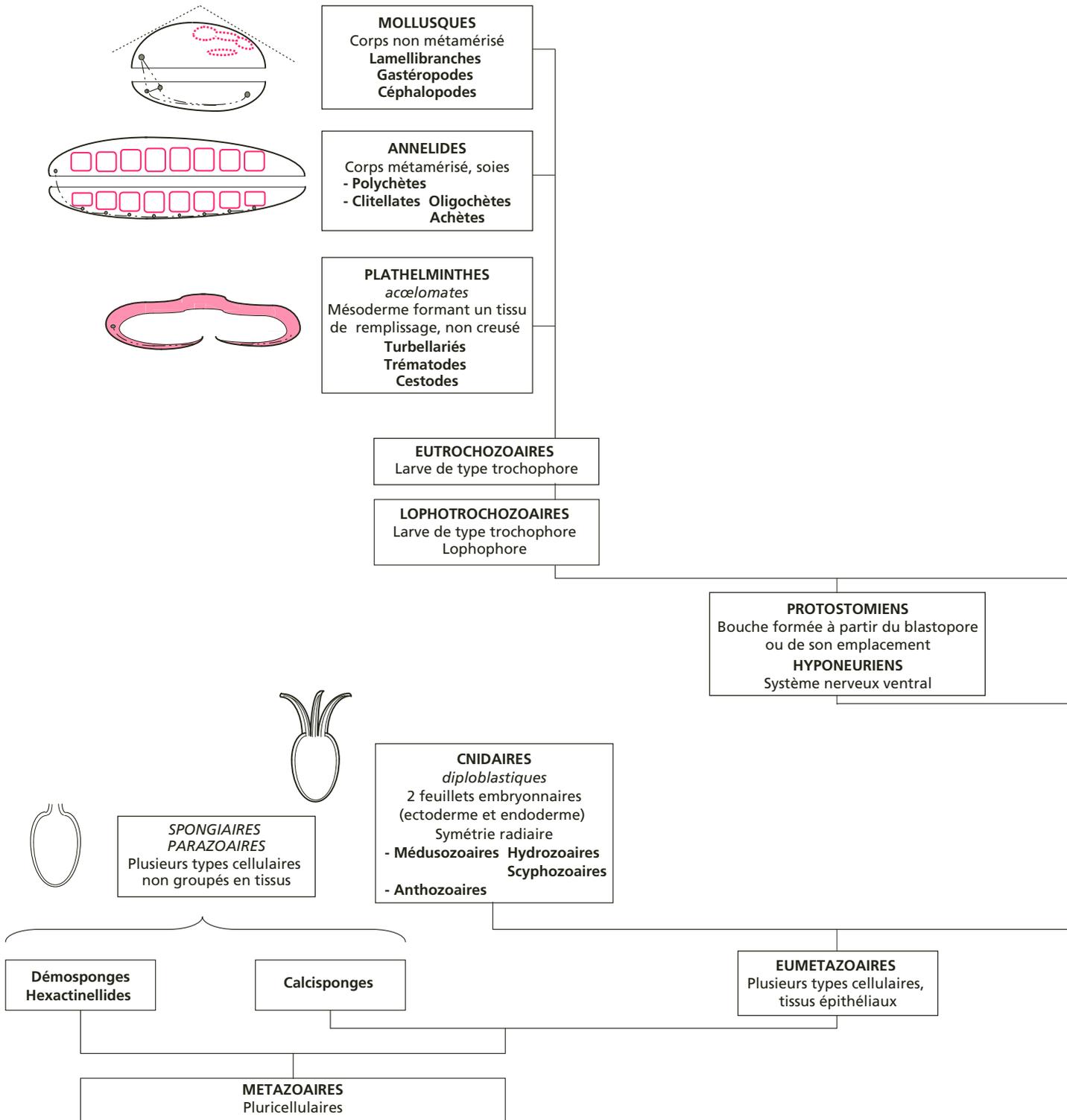
SCHMIDT-NIELSEN K. *Physiologie animale, adaptation et milieu de vie.* Dunod, 1998.

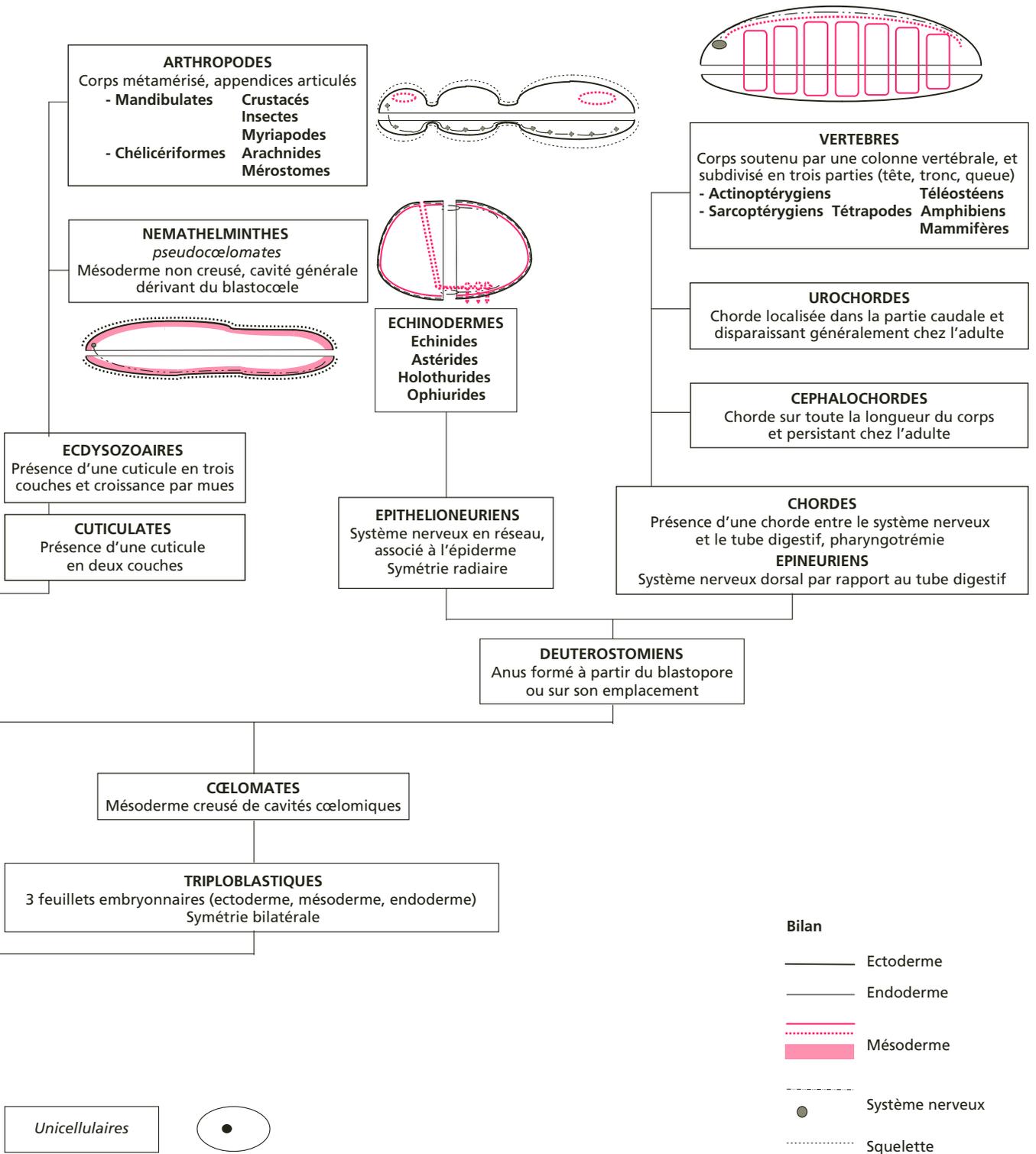
TURQUIER Y.

L'organisme dans son milieu, les fonctions de nutrition, tome 1. Doin, Paris, 1989.

L'organisme dans son milieu, l'organisme en équilibre avec son milieu, tome 2. Doin, Paris, 1994.

VÉRON G. *Organisation et classification du règne animal.* Dunod, Paris, 2000.





Index

A

- Acarien 90
- alevin
 - région rénale 120
 - Truite* V
- Altise* 83
- Amibe* 14
- Amphioxus*
 - femelle 110
 - jeune animal 109
 - mâle 111
 - région intestinale 112
- Anémone de mer* 30
 - région antérieure 30
- Annélides
 - larves 41
- Araignée* 87, 89
 - région antérieure 88
- Ascaris* 93
 - cycle de développement 98
 - dissection 94
 - femelle 95
 - mâle 96
 - paroi du corps 97
- Ascidie*
 - têtard 115
- asticot
 - Mouche* 85
- Aurelia*
 - scyphistome 29

B

- bras
 - Étoile de mer* 106

C

- Calcisponges*
 - spicules 19
- Cénure 66
- céphalothorax
 - Crabe* III
- cils
 - Paramécie* 6
- Cione* 113
 - dissection 114, IV
- Collembole* 82
- conjugaison
 - Paramécie* 9
- Copépode 73

Crabe

- céphalothorax III
- Criquet* 77
 - dissection 78
 - femelle IV
 - système nerveux 79
 - thorax 80
- Crustacés
 - larves 75, 76
- cycle de développement
 - Ascaris* 98
 - Grande Douve* 59
 - Hydrozoaires 29
 - Taenia* 64
 - Trichine* 99

D

- Daphnie* 74
- développement
 - Mollusques 54
- dissection
 - Cione* 114, IV
 - Criquet* 78
 - du système nerveux
 - Escargot* 48
 - Seiche* 53
 - Écrevisse* 69, III
 - Escargot* 47, II
 - Étoile de mer* 105
 - Gardon* 117, V
 - Grenouille* 122
 - Lombric* 32, I
 - Moule* 44, II
 - Oursin* 102
 - Seiche* 51
 - Souris* 129
 - Têtard d' Amphibien 125
- Drosophile* 84

E

- Echinococcus granulosus* 65
- Échinodermes
 - larves 108
- Écrevisse* 67, 68
 - dissection 69, III
 - péréion 71
 - système nerveux 70
- embryon
 - Souris* 131, 132, VIII

- Escargot* 46, 49
 - dissection 47, II
 - du système nerveux 48
- Étoile de mer* 104
 - bras 106
 - dissection 105

F

- femelle
 - Amphioxus* 110
 - Ascaris* 95
 - Criquet* IV
- Foraminifères
 - tests 13

G

- Gammaré* 72
- Gardon* 116
 - dissection 117, V
 - système nerveux 118, VI
- gemmae
 - Spongilla* 19
- Grande Douve* 57, 58
 - cycle de développement 59
- Grenouille* 121
 - dissection 122
 - mâle VII
 - région antérieure 124, VII
 - système nerveux 123
- Grillon* 81

H

- Héliozoaire 12
- Holothuride 107
- Hydre d'eau douce* 21, 22
 - reproduction
 - asexuée 26
 - sexuée 24
 - types cellulaires 23
- Hydrozoaires
 - cycle de développement 29

J

- jeune animal
 - Amphioxus* 109
 - Myriapode 86

L

- larves
 - Annélides 41
 - Crustacés 75, 76
 - Échinodermes 108
- Limule* 92
- Lombric* 31, 34, 36
 - dissection 32, I
 - région antérieure 35, I
 - système nerveux 33

M

- mâle
 - Amphioxus* 111
 - Ascaris* 96
 - Grenouille* VII
 - Souris* VIII
- méduse
 - Obelia* 28
- Mollusques
 - développement 54
- Mouche*
 - asticot 85
- Moule* 42, 45
 - dissection 44, II
- Myriapode
 - jeune animal 86

N

- Nereis* 37, 38
- noyaux
 - Paramécie* 7

O

- Obelia*
 - méduse 28
 - polype 27
- Ophiuride 107
- Ostracode 73
- Oursin* 101
 - dissection 102

P

- Paramécie* 5
 - cils et trichocystes 6
 - conjugaison 9
 - noyaux 7

- Paramécie (suite)*
 reproduction par division
 binaire 9
 vacuoles pulsatiles 8
 paroi du corps
 Ascaris 97
Perche
 tête 119
 péréion
 Écrevisse 71
Petite Douve 60
 Planaire 55, 56
Plasmodium 11
 polype
 Obelia 27
 proglottis
 Taenia 63
- R**
 région antérieure
 Anémone de mer 30
 Araignée 88
 Grenouille 124, VII
 Lombric 35, I
 Taenia 62
 région intestinale
 Amphioxus 112
- région rénale
 alevin 120
 reproduction
 asexuée
 Hydre d'eau douce 26
 par division binaire
 Paramécie 9
 sexuée
 Hydre d'eau douce 24
 Sycon 18
- S**
Sangsue 39, 40
Schistosomes 61
Scorpion 91
 scyphistome
 Aurelia 29
Seiche 50, 52
 dissection 51
 du système nerveux 53
Souris 128
 dissection 129
 embryon 131, 132, VIII
 mâle VIII
 système nerveux 130, VIII
 spicules
 Calcisponges 19
- Spongiaire*
 types d'organisation 20
Spongilla
 gemmule 19
Sycon 15, 16
 reproduction sexuée 18
 types cellulaires 17
 système nerveux
 Criquet 79
 Écrevisse 70
 Escargot 48
 Gardon 118, VI
 Grenouille 123
 Lombric 33
 Seiche 53
 Souris 130, VIII
- T**
Taenia
 cycle de développement 64
 proglottis 63
 région antérieure 62
 tests de Foraminifères 13
 têtard
 Ascidie 115
 d'Amphibien 126, 127
 dissection 125
- tête
 Perche 119
 Vairon VI
 thorax
 Criquet 80
Trichine
 cycle de développement 99
 trichocystes
 Paramécie 6
Truite
 alevin V
Trypanosome 11
 types cellulaires
 Hydre d'eau douce 23
 Sycon 17
 types d'organisation
 Spongiaire 20
- V**
 vacuoles pulsatiles
 Paramécie 8
Vairon
 tête VI
Vorticelle 10



3^e édition

Sandrine Heusser
Henri-Gabriel Dupuy

ATLAS BIOLOGIE ANIMALE

1. Les grands plans d'organisation

Les ouvrages de la série « Atlas » sont abondamment illustrés de photographies en microscopies optique ou électronique et de schémas explicatifs.

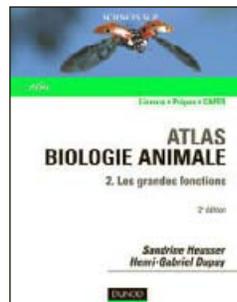
Destinés en priorité aux étudiants en Licences ou préparant des concours (PCEM, classes préparatoires, CAPES...), ces ouvrages de référence sont aussi utiles aux étudiants en Master et aux chercheurs en activité.

Dans cette nouvelle édition de l'atlas de biologie animale (tome 1), les grands plans de l'organisation du monde animal sont présentés à partir d'exemples classiques et illustrés à l'aide de plus de 300 photographies et schémas descriptifs.

Les degrés évolutifs successifs sont étudiés, des eucaryotes unicellulaires aux Mammifères. En fin d'ouvrage, un bilan récapitule les traits distinctifs de chaque forme animale.

Contenu : La cellule organisme. L'acquisition de l'état pluricellulaire. Le développement du mésoderme : les Protostomiens. Le développement du mésoderme : les Deutérostomiens.

Un second volume le complète, décrivant les grandes fonctions dans le monde animal :



SANDRINE HEUSSER
est professeur agrégée
à l'ENS de Lyon.

HENRI-GABRIEL DUPUY
est ingénieur d'études
en biologie animale
à l'ENS de Lyon.

