

■ Les Annélides

FICHE RÉCAPITULATIVE

- Métazoaires, triploblastiques, coelomates
- Symétrie bilatérale
- Protostomiens
- Métamérisés
- Corps en 3 parties: tête, soma, telson
- Tube digestif complet formé de régions spécialisées
- Système circulatoire fermé
- Système d'excrétion différencié (méta-néphridies)
- Système nerveux formé d'un ganglion antérieur supra-oesophagien et d'une chaîne nerveuse ganglionnaire ventrale
- Système reproducteur pouvant se combiner au bourgeonnement
- Marins, dulçaquicoles, ou terrestres
- Libres ou ectoparasites

1. Présentation du groupe

Les Annélides sont constitués d'une série de segments provenant d'un développement embryonnaire bien précis (voir la partie « Développement des protostomiens »). Nous y avons vu apparaître la métamérisation caractéristique des Annélides et comment elle détermine la structure globale de l'animal.

Nous verrons concrètement comment cette structure métamérisée fonctionne chez un Annélide adulte. Nous illustrerons ceci lors des séances de travaux pratiques avec l'étude d'un animal d'un intérêt écologique primordial : le Ver de Terre.

Enfin, la diversité de l'Embranchement sera évoquée. Nous y observerons des adaptations progressives à des modes de vies différents à travers l'étude de quelques exemples.

2. Exemple-type : VER DE TERRE, *Lumbricus terrestris*

Le Ver de Terre (*Lumbricus terrestris*) permettra d'approcher concrètement la structure et la physiologie des Annélides. Il servira aussi de modèle d'**Annélide Oligochète**.

2.1. EXAMEN EXTERNE

L'examen externe du ver de terre sera illustré lors des **travaux pratiques** lors d'une séance de dissection de l'individu que vous aurez récolté.

FACE VENTRALE

FACE DORSALE

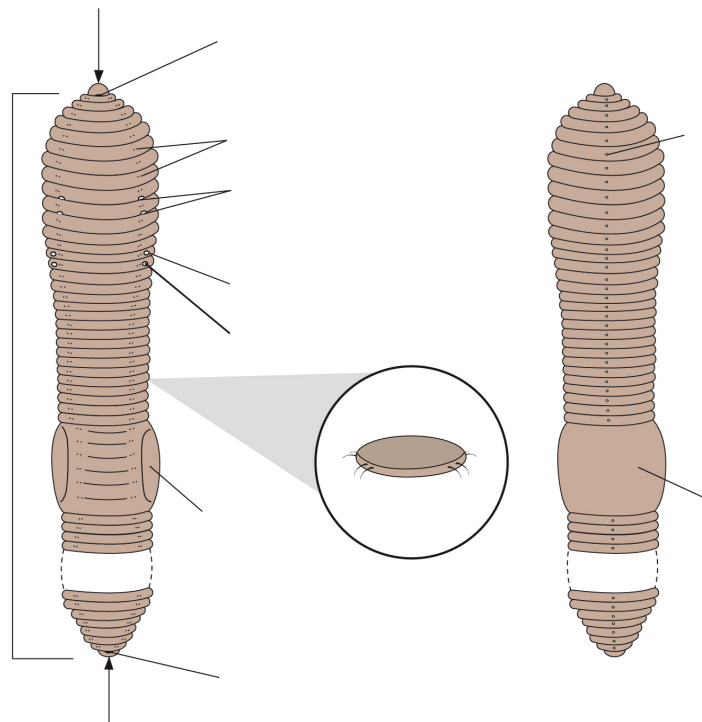


Figure AN 2.5. : Examen externe d'un annélide

La **segmentation** du Ver de Terre est très apparente :

- **Soma** : plus d'une centaine de segments ou métamères,
- **Acron** antérieur,
- **Telson** postérieur.

Les orifices du tube digestif :

- **Bouche** : derrière l'acron.
- **Anus** : entre le dernier métamère du soma et le telson.

Soies : 4 paires par métamère.

Clitellum : renflement dorsal des métamères 33 à 38, au moment de la reproduction.

Orifices du système reproducteur :

- spermathèques : en arrière des métamères 9 et 10.
- mâles : sur métamère 15.
- femelles : sur métamère 14.

Un **pore dorsal** par métamère, pour l'évacuation rapide de liquide coelomique.

Deux **orifices excréteurs** par métamère en position ventro-latérale.

2.2. EXAMEN INTERNE

L'examen interne du ver de terre sera vu à travers une dissection lors des **travaux pratiques**. Des coupes transversales (CT) et longitudinales (CL) viendront ensuite compléter vos observations.

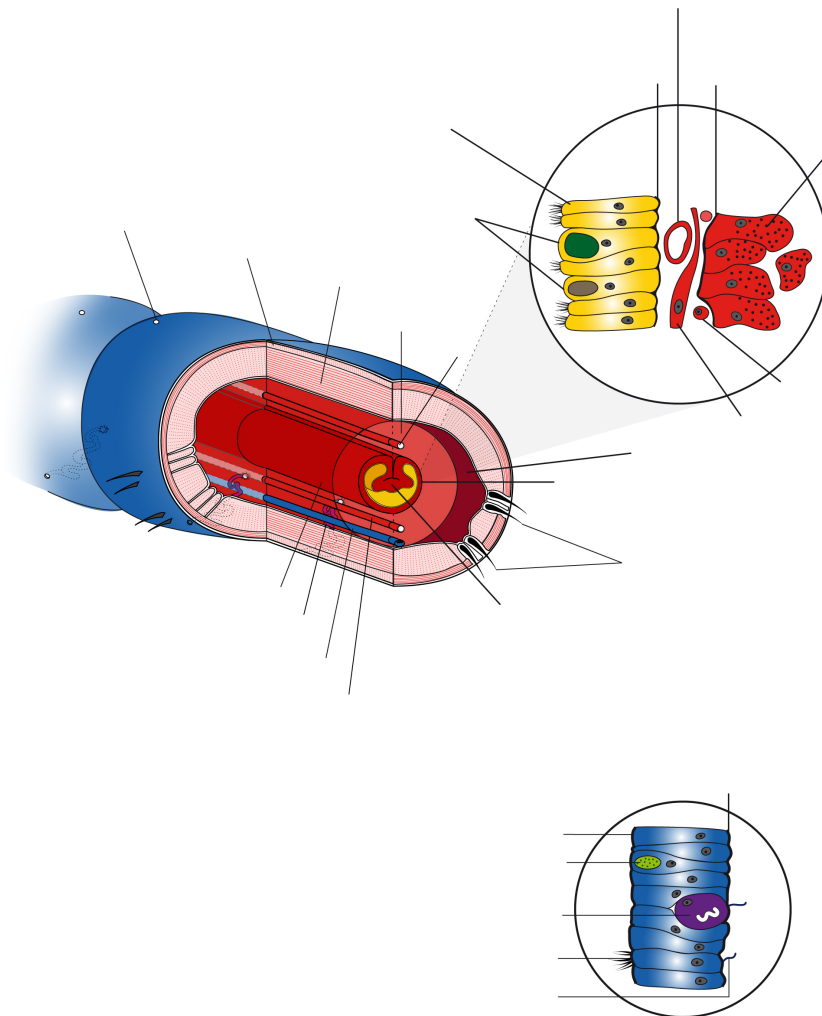


Figure AN 2.7.: Examen interne d'un annélide

2.2.1. TÉGUMENT ET ÉPIDERME

- Cuticule protectrice sécrétée par les cellules épidermiques
- Cellules muqueuses
- Cellules sensorielles : tact, chémoréception, photoréception (malgré les pigments de protection, les rayons UV sont nocifs pour le Lombric)
- Clitellum : multiplication locale des cellules muqueuses

Le mucus aide le ver à glisser dans les galeries; il en renforce aussi les parois.

EXERCICE

Définir phototactisme négatif :

Définir chimiotactisme positif :

Musculature

Dérivée de la somatopleure mésodermique, et située sous l'épiderme, elle comprend une assise circulaire externe, une longitudinale interne et les petits muscles des soies. La musculature longitudinale est divisée en quatre champs musculaires, un dorsal, un ventral, et deux latéraux.

Le système digestif est entouré d'une splanchnopleure. Au cours du développement, la splanchnopleure donne la musculature péri-intestinale.

2.2.2. SYSTÈME LOCOMOTEUR

Le liquide coelomique contenu dans les cavités coelomiques fonctionne comme un **squelette hydrostatique**, sur lequel agissent les muscles pour modifier la forme du corps. Des vagues de contraction-relâchement des musculatures circulaires et longitudinales se propagent le long du ver et le font avancer.

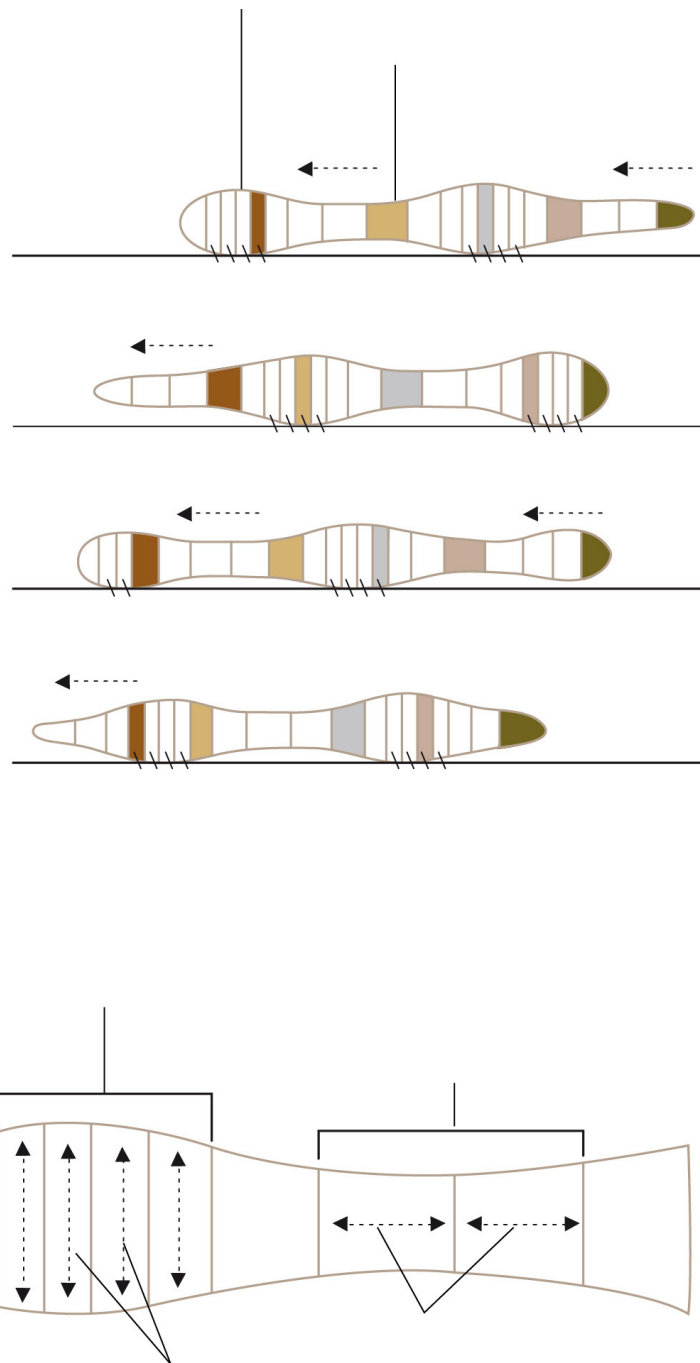


Figure AN.2.10. : Locomotion du ver de terre

Donc, l'élargissement ou l'allongement se succèdent entre métamères (Figure AN.2.11). Grâce à ce squelette hydrostatique, une très forte puissance est disponible et cela permet au ver de terre de creuser dans le sol par l'extrémité antérieure.

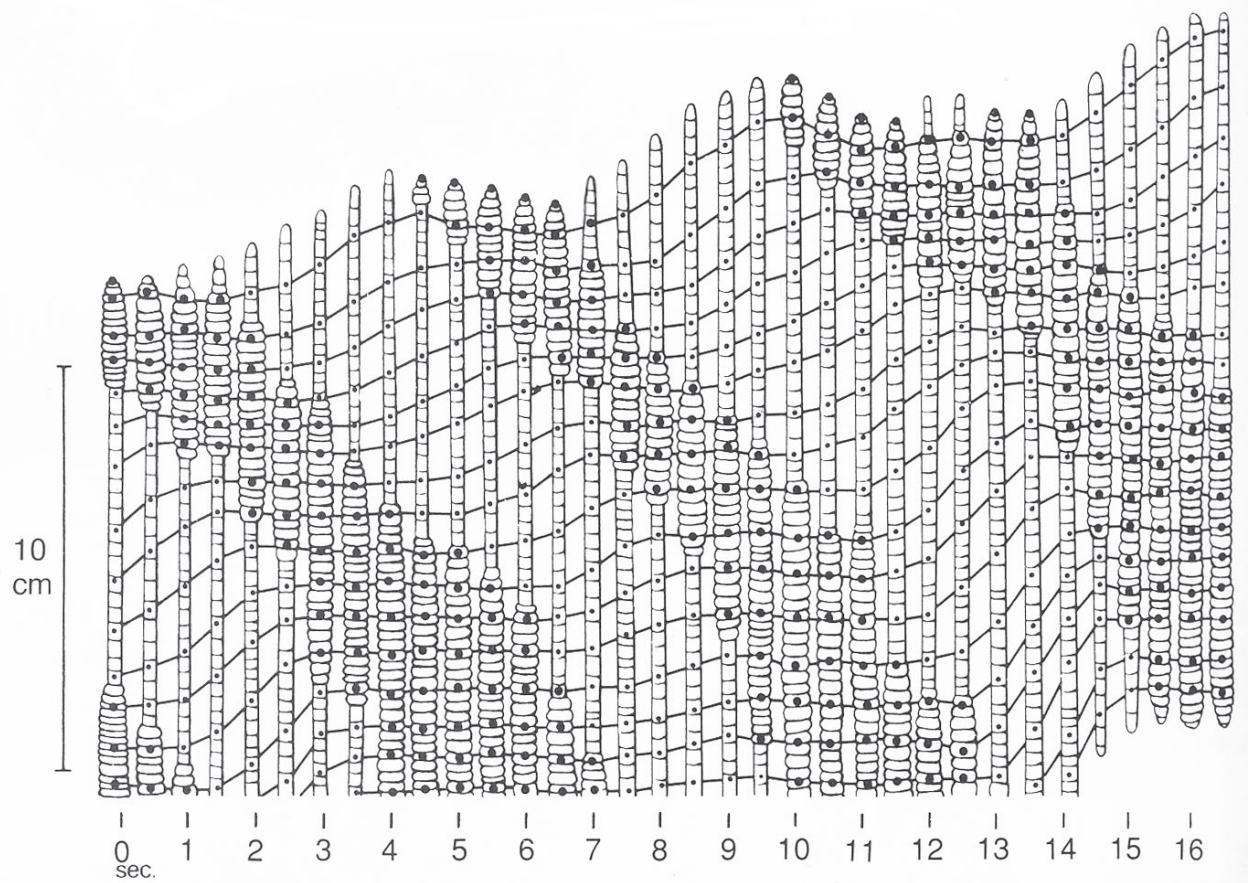


Figure AN 2.11.: Déplacement du lombric

La cavité coelomique est remplie d'un liquide. Parfois, on observe sur les CT les dissépi-
ments ou le pore coelomique situé à la face dorsale.

2.2.3. SYSTÈME DIGESTIF

VUE DORSALE

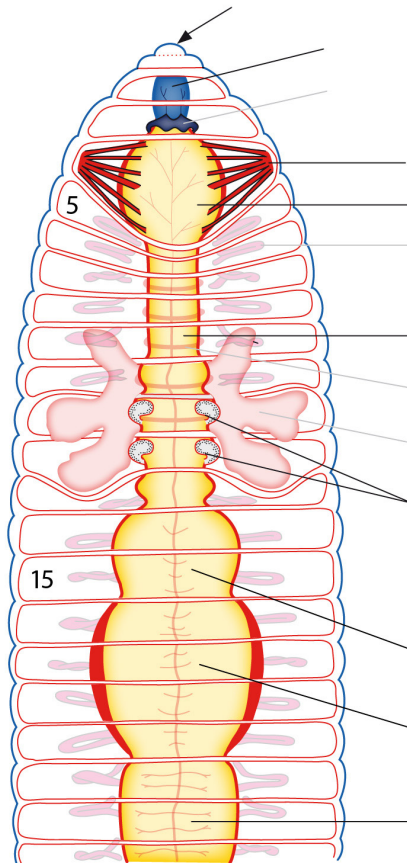


Figure AN 2.12.bis: Tube digestif du lombric : partie antérieure

Le système digestif est le seul système non métamérisé chez le ver de terre.

Régions du tube digestif :

Bouche : tapissée d'ectoderme

Pharynx : tapissé d'endoderme comme la suite du tube digestif, possède une paroi musculaire épaisse, force l'ingestion de la terre, des débris végétaux, etc.

Oesophage : conduit au jabot.

Jabot : sert à l'accumulation temporaire des matières ingérées.

- Gésier :** musclé, broie les aliments
possède une paroi musculaire épaisse
- Intestin :** lieu d'absorption des nutriments, se termine en anus
- Glandes salivaires :** sécrétion enzymatique digestive déversée dans le pharynx.
- Glandes calcifères :** régulation ionique par précipitation de carbonates qu'elles déversent dans l'oesophage (sous cette forme, le calcium ne sera pas réabsorbé dans le tube digestif).

EXERCICE

Comment se fait-il que la cavité buccale soit tapissée d'ectoderme? Au vu de la structure cellulaire propre à l'ectoderme, y voyez-vous un avantage ?

Paroi de l'intestin

- **Typhlosolis** : repli destiné à augmenter la surface absorbante.
- Cellules absorbantes ciliées et cellules glandulaires (enzymes, mucus) forment l'épithélium intestinal reposant sur une lame basale nette.
- Capillaires sanguins.
- Muscles circulaires internes et muscles longitudinaux externes.
- **Cellules chloragogènes** (= splanchnopleure modifiée) : elles sont responsables
 - d'une part importante du métabolisme des glucides et des protéides (fonctions du foie chez les Vertébrés);
 - de la formation de l'urée et autres produits d'excrétion; chargées, elles tombent dans la cavité coelomique et sont excrétées par les métanéphridies.

Les nutriments absorbés diffusent en partie vers la cavité coelomique, mais l'essentiel est prélevé dans le tissu conjonctif situé sous la lame basale de l'épithélium intestinal, riche en vaisseaux capillaires qui véhiculent les nutriments dans le système circulatoire.

2.2.4. SYSTÈME RESPIRATOIRE

Echanges respiratoires (O_2 , CO_2)

Diffusion à travers les téguments, avec l'aide de réseaux capillaires sous l'ectoderme. Fixation de l' O_2 sur l'hémoglobine en solution dans le sang.

2.2.5. SYSTÈME CIRCULATOIRE

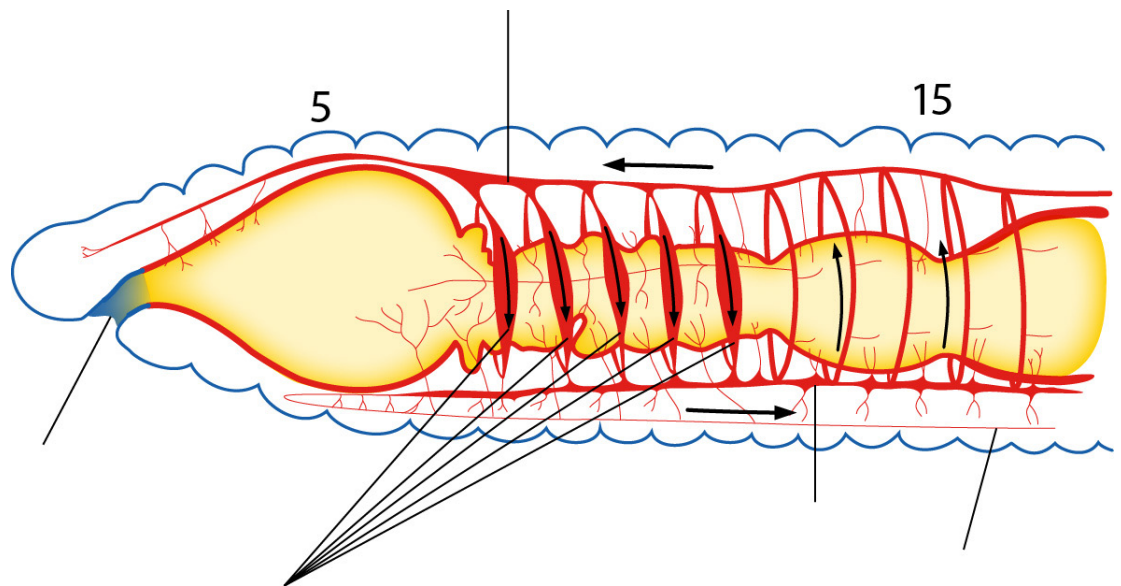


Figure AN 2.13.: Système circulatoire d'un annélide

Système clos : vaisseaux longitudinaux dorsal (au dessus du tube digestif) et ventral (suspendu au tube digestif par un mésentère), connectés l'un à l'autre par des vaisseaux circulaires, au niveau de chaque dissépiment. Des branches se dispersent en capillaires dans les téguments, l'intestin et les autres organes, puis le sang est ramené aux vaisseaux principaux.

La propulsion du sang est assurée par les contractions de la musculature du vaisseau dorsal, aidées par 5 paires de cœurs accessoires disposés sur les vaisseaux circulaires entourant l'œsophage.

EXERCICE

Chez les Mammifères, l'hémoglobine est contenue dans des cellules : les globules rouges. Chez le Lombric, elle est en solution dans le sang. Quels sont les avantages et les inconvénients de ces deux modalités ?

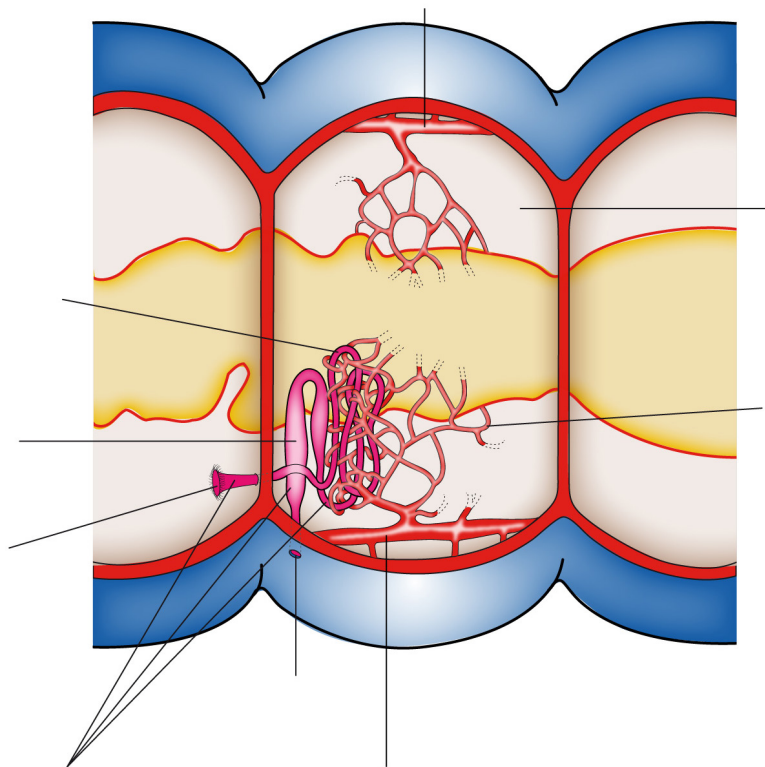
2.2.6. SYSTÈME EXCRÉTEUR

Figure AN 2.14.: Système excréteur d'un annélide

- Une paire de néphridies par métamère.
- Néphrostome cilié : capte le liquide coelomique du métamère précédent et des cellules chloragogènes bourrées de détrit.
- Tube néphridien (ou tubule collecteur): en relation avec des capillaires sanguins; rejets complémentaires et réabsorptions.
- Vessie : stockage temporaire.
- Néphridiopore : évacuation.

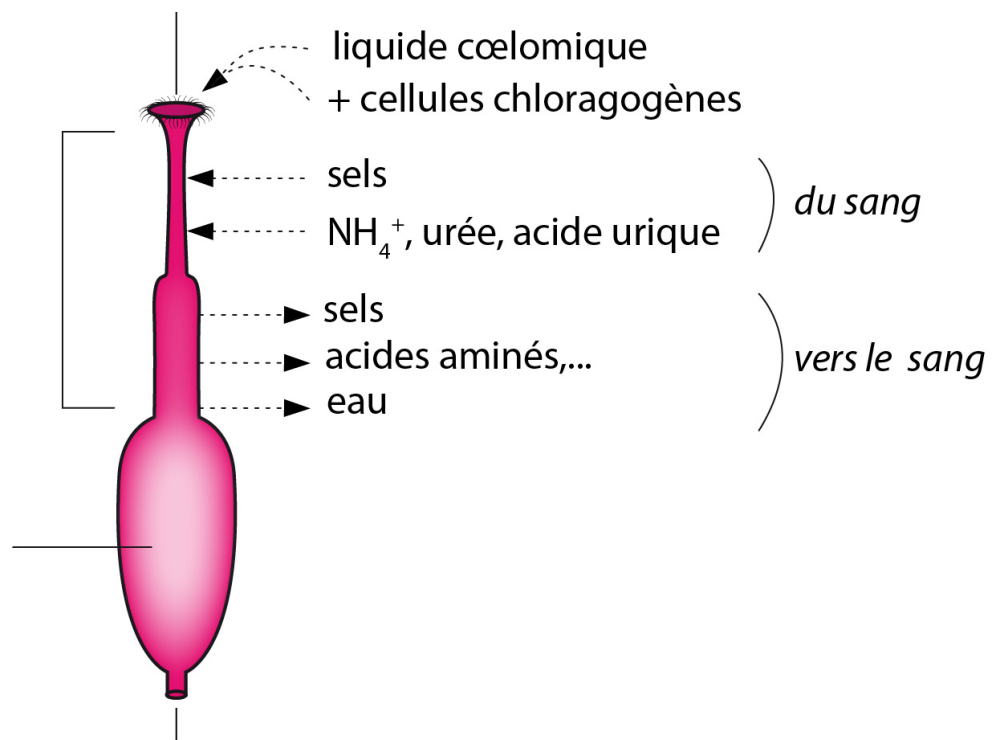
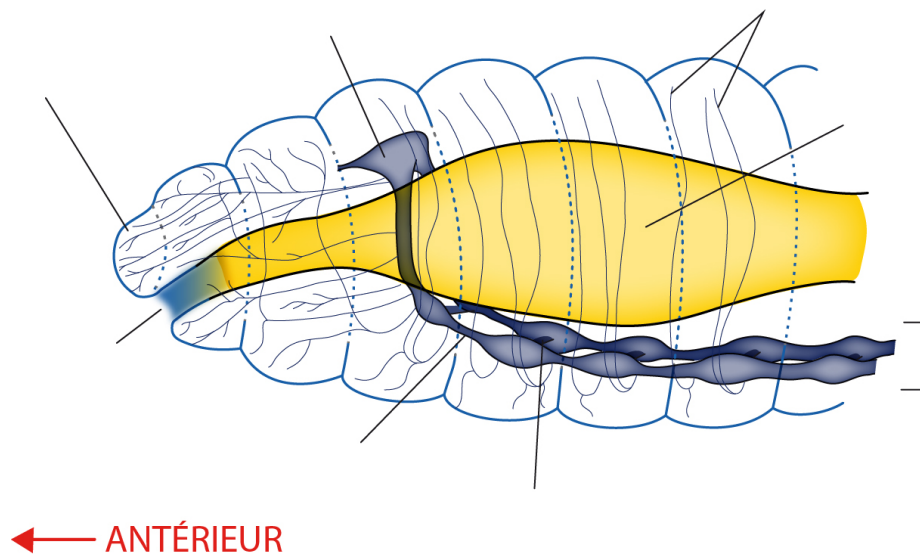


Figure AN 2.15.: Schéma d'une néphridie d'un annélide

N.B.: certaines espèces, mieux adaptées à la vie terrestre que le lombric, ont dérivé leurs néphridiopores, qui s'ouvrent dans l'intestin. Ces espèces profitent ainsi des capacités de réabsorption de l'épithélium intestinal, plus performant.

2.2.7. SYSTÈME NERVEUX

VUE LONGITUDINALE



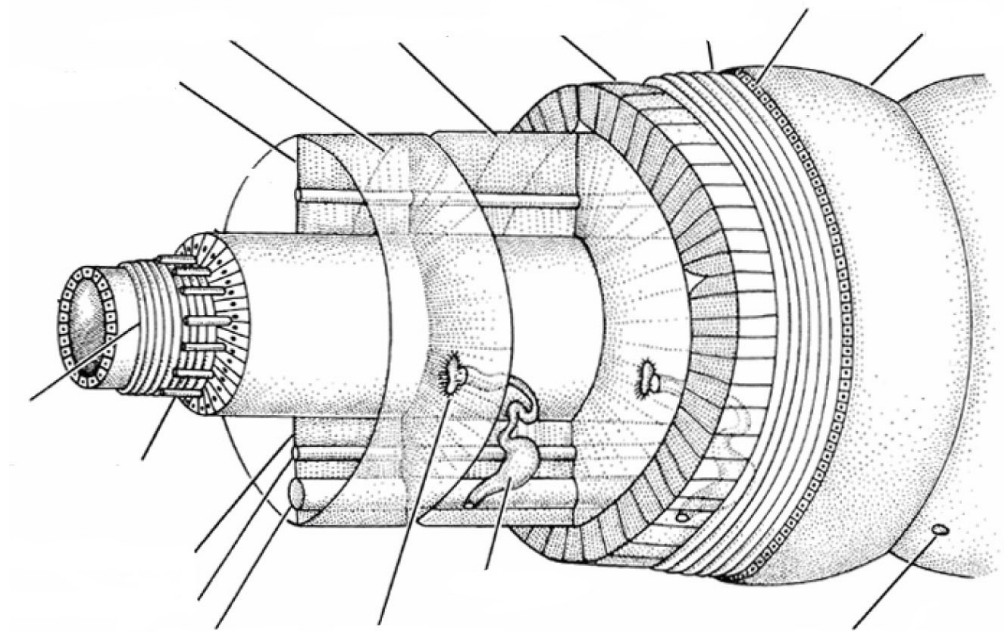
← ANTÉRIEUR

Figure AN 2.16.: Système nerveux d'un annélide

- cerveau antérieur, au-dessus de la cavité buccale, relié à une ...
- double chaîne ganglionnaire nerveuse ventrale (visible sur les coupes microscopiques), fusionnée sur la ligne médiane. Sur la coupe transversale vous observerez que les corps cellulaires des neurones occupent une position périphérique et les axones forment le feutrage central. La région dorsale médiane est toutefois occupée par les sections de trois axones géants. Ces axones géants longitudinaux assurent la transmission rapide d'influx nerveux à la musculature. A la face ventrale, on reconnaît une section dans un vaisseau sanguin, le vaisseau sous-nervien, qui assure l'irrigation de la chaîne nerveuse.

EXERCICE

Voici un schéma qui illustre en détail les différents systèmes vus jusqu'ici. Ajoutez-y les légendes.



2.2.8. SYSTÈME REPRODUCTEUR (lecture seulement et TP)

Le Lombric est hermaphrodite. Son **système génital** est complexe :

Spermathèques : 2 paires, en arrière des métamères 9 et 10. Ce sont des poches où seront entreposés les spermatozoïdes du partenaire.

Testicules : 2 paires, sur les dissépiments antérieurs des métamères 10 et 11. Ils produisent des spermatogonies et les libèrent dans le coelome.

Vésicules séminales : 3 paires dans les métamères 10 et 11. Les spermatogonies y poursuivent la spermatogenèse et les spermatozoïdes sont déversés dans le coelome.

Spermiductes : 4 néphridies modifiées. Elles recueillent les spermatozoïdes et les véhiculent jusqu'aux 2 orifices génitaux mâles, sur le métamère 15.

Ovaires : 1 paire sur la cloison antérieure du métamère 13. Ils produisent les ovogonies et les déversent dans le coelome.

Ovisacs : 1 paire sur la cloison postérieure du métamère 13. L'ovogenèse s'y poursuit et les oeufs sont libérés dans le coelome.

Oviductes : 2 néphridies modifiées. Elles recueillent les oeufs et les véhiculent jusqu'aux 2 orifices génitaux femelles, sur le métamère 14.

Régénération

La capacité de régénération du Lombric est étonnante, mais un ver coupé en deux ne donnera pas deux individus complets.

Accouplement

Les Lombrics s'accouplent tête-bêche, ventre-à-ventre, et s'accrochent par leurs soies génitales. Leur union est renforcée par un double manchon muqueux sécrété par les clitellums. Les spermatozoïdes gagnent les spermathèques du partenaire.

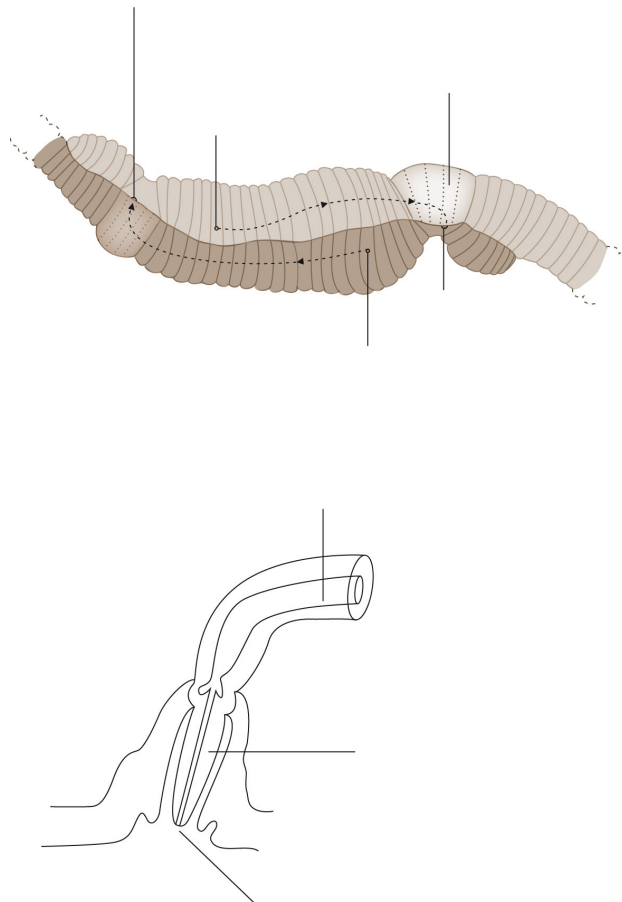


Figure AN 2.19.: Accouplement de lombric

Fécondation et ponte

Quelques jours après l'accouplement, le clitellum secrète un anneau résistant, que le Lombric fait glisser vers l'avant. Au passage, les oeufs sont déposés (métamère 13), puis des spermatozoïdes des spermathèques (métamères 9 et 10). Le cocon avec les oeufs fécondés est évacué à l'avant du ver.

Un oeuf s'y développe aux dépens de ses frères. Un jeune Lombric tout formé sort du cocon au bout de 3 mois.

Plusieurs cocons sont successivement émis.

EXERCICE

Citez les avantages du coelome et de la métamérisation.

3. Diversité du groupe

Trois groupes principaux :

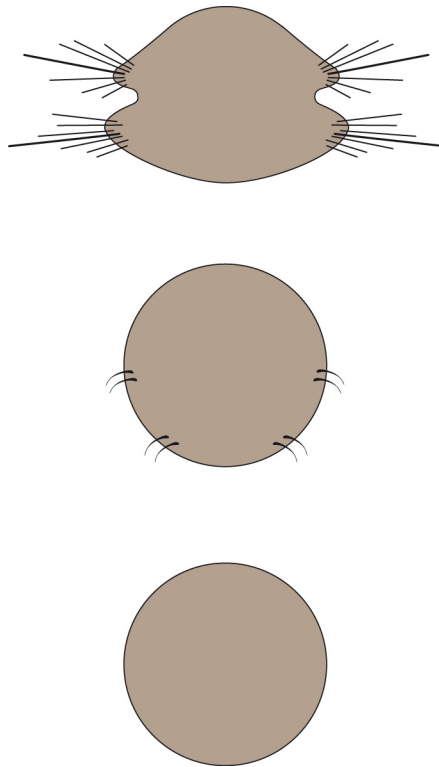


Figure AN 3.1.: Les 3 groupes principaux d'annélides

EXERCICE

Citez les autapomorphies des annélides.

Polychètes

Pourvus de parapodes munis de soies nombreuses. Leur tête est individualisée.

L'étude des Polychètes se fera grâce à l'étude de Nereis diversicolor lors des travaux pratiques. Vous pourrez observer un individu entier et des coupes.

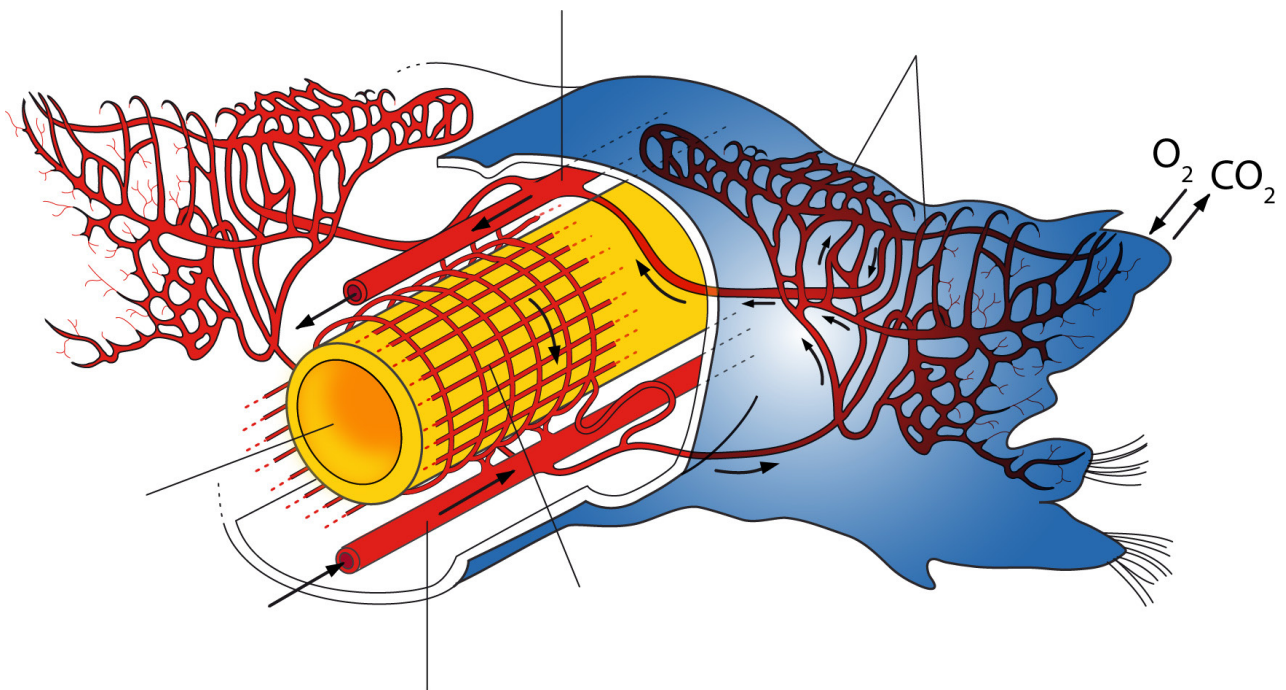


Figure AN 3.5.: Parapode de Nereis

Parapode de *Nereis diversicolor*

Dans un milieu aquatique, les muscles des parapodes permettent tant la nage que la reptation; acicules et soies peuvent prendre appui sur le sol.

Les parapodes offrent aussi un accroissement de la surface tégumentaire, sous laquelle peuvent s'étaler des capillaires sanguins. Ils constituent le principal site d'échanges respiratoires avec le milieu aquatique, pauvre en oxygène.

Tête de *Nereis*

VUE LATÉRALE

pharynx rétracté

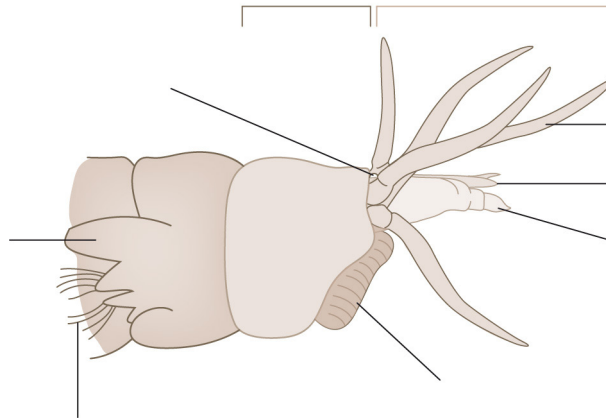


Figure AN 3.8.b: Vue latérale de la tête de *Nereis*

La tête comporte un prostomium volumineux et le périostomie formé des deux premiers métagomiers fusionnés. Indiquez ces parties sur la figure AN.3.8.b.

VUE DORSALE

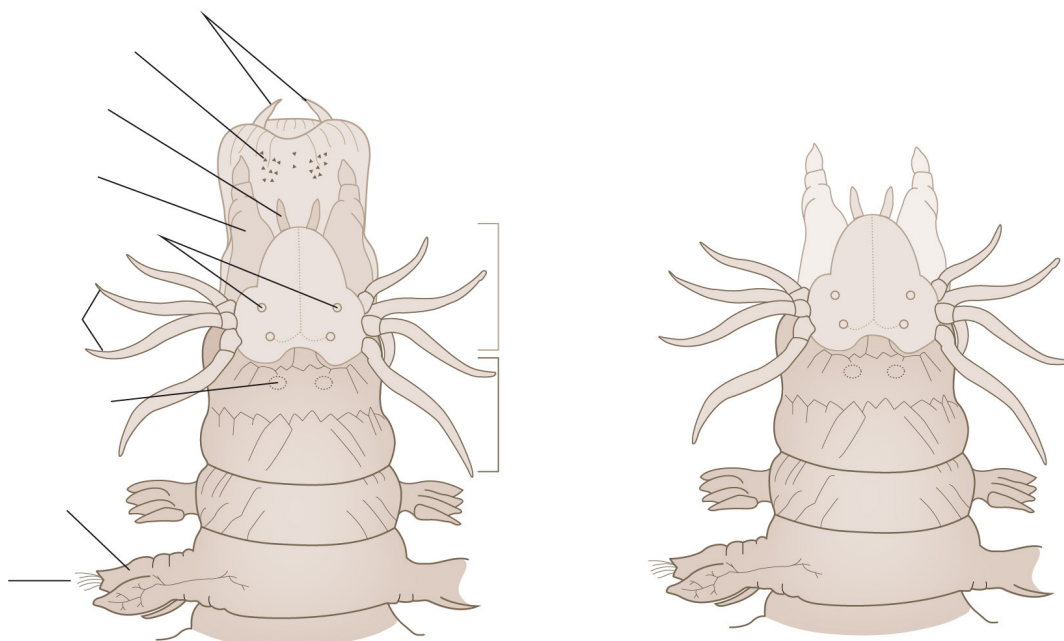


Figure AN 3.8.a: Vue latérale de la tête de *Nereis*

Le prostomium ou acron porte :

- une paire de tentacules médians dirigés vers l'avant,
- une paire de palpes biarticulés, gustatifs et tactiles, latéraux,
- deux paires d'yeux dorsaux

Le péristomium porte :

- une paire d'organes nucaux, olfactifs, dorsaux postérieurs.
- quatre paires de longs cirres tentaculaires latéraux, vestiges de deux paires de parapodes,
- la bouche ventrale munie d'un pharynx dévaginable. Ce pharynx est muni de petits denticules et de mâchoires cornées. Nereis s'en sert pour se défendre ou pour saisir ses proies.

Détail : l'œil

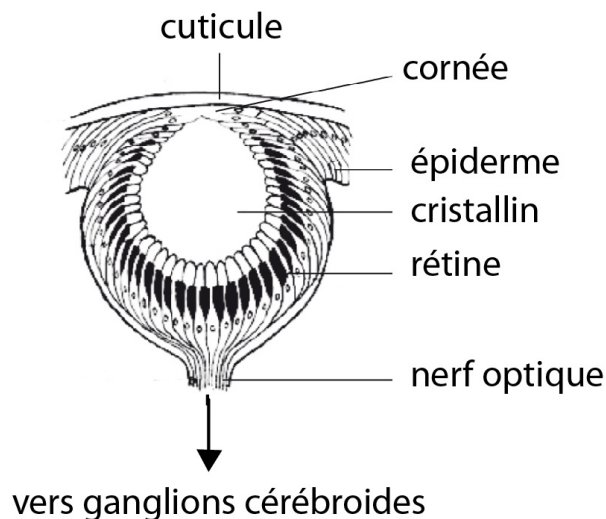


Figure AN 3.9. : Détail d'un œil de *Nereis*

- Cornée : épithélium tégumentaire transparent, recouvert de sa cuticule.
- Rétine : cellules photoréceptrices, cellules pigmentaires et cellules de soutien.
- Nerf optique : formé par les prolongements axonaux des cellules photoréceptrices.
- Cristallin : milieu transparent qui concentre les rayons lumineux sur la rétine.

L'œil de *Nereis* lui permet une perception rudimentaire des formes.

D'autres Polychètes

Parmi les Polychètes, *Nereis* constitue un type «généralisé». Bien qu'il soit très évolué, il a un mode de vie qui se rapprocherait de ce que l'on suppose être celui des Annélides ancestraux : des explorateurs de fonds marins peu profonds, sableux et vaseux. Les ancêtres étaient plutôt fousisseurs. Une lignée se spécialisa quelque peu pour exploiter à la fois le sédiment et la surface de celui-ci : les parapodes et une tête bien différenciée avaient alors une valeur adaptative évidente. A partir de ce stock de Polychètes primitifs, une radiation, une diversification des formes permit d'exploiter d'autres habitats, d'autres sources de nourriture. Certains restent libres de se déplacer en nageant, en rampant sur le fond, en passant dans des galeries temporaires. D'autres s'installent préférentiellement dans les sédiments.

De là, cette classification systématique entre POLYCHÈTES ERRANTS et POLYCHÈTES SÉDENTAIRES, une division assez arbitraire, peu nette, mais qui est très généralement utilisée.

EXERCICE

Imaginez des adaptations évolutives des Polychètes errants et des Polychètes sédentaires.

Exemples :

Polychètes errants :

Polychètes sédentaires :

Nereis, Pterosyllis, Aphrodite;

Spirographis, Serpula, Lanice

Amphitrite, Arenicola

Diversité de la reproduction chez les Polychètes en comparaison avec les autres annélides

	régénération	reproduction		développement
		asexuée	sexuée	
polychètes	++	++	dioïque (quelques ♀♂)	larve trochophore
oligochètes	+	0	♂	dév. direct
achètes	0	0	♂	dév. direct

Figure AN.3.10 : La reproduction chez les Annélides.

Les Polychètes mettent à profit leurs capacités de régénération et de bourgeonnement pour élaborer des modes de reproduction extraordinaires.

L'épitoquie est la maturation des produits génitaux dans la partie postérieure du corps, modifiée en conséquence. L'épitoquie peut se combiner à la scissiparité : le Ver «parent» (la souche) fabrique un ou plusieurs stolons sexués dans sa région postérieure. Les stolons se détachent de la souche et se reproduisent en pleine mer.

Exemple : les Palolos.

Oligochètes

Leurs soies sont peu nombreuses et leur tête peu développée.

On pense que les Oligochètes auraient évolué directement d'un Annélide fousseur ancestral. Les premiers Oligochètes se sont probablement habitués à explorer les sédiments d'eau douce, puis auraient donné deux lignées : l'une resta dans les débris légers des fonds d'eau douce, et l'autre envahit successivement des sédiments de plus en plus secs.

Exemples : ***Lumbricus terrestris*** : terrestre.
Tubifex sp. : Dulçaquicole.

Hirudinées (Achètes)

Dépourvus de soies, mais munis d'une ventouse buccale et d'une ventouse terminale.

Les Achètes ou Sangsues dériveraient d'Oligochètes d'eau douce, qui abandonnèrent le fouissage pour exploiter la surface des fonds aquatiques, nageant pendant la journée, ou se fixant à un support solide par leur ventouse postérieure. Certains sont devenus ectoparasites, en profitant de ce système d'accrochage.

Au contraire de la locomotion péristaltique des vers de terre, les déplacements des Sangsues, par «enjambées», peuvent se réaliser sans différence de pression interne dans les segments successifs : la musculature se comporte comme une unité, les dissépiments ont disparu, et le coelome s'est réduit. La métamérisation est moins évidente; elle se repère sur les organes internes, mais l'annellation externe est secondaire et ne correspond pas à la métamérie. Les Achètes sont surtout dulçaquicoles. Elles ont tenté quelques invasions terrestres, et quelques-unes sont retournées à la mer.

Exemples : certains seront vus aux TP :

Hirudo medicinalis

Helobdella sp.*, *Glossiphonia sp.

4. Origine et évolution des Annélides

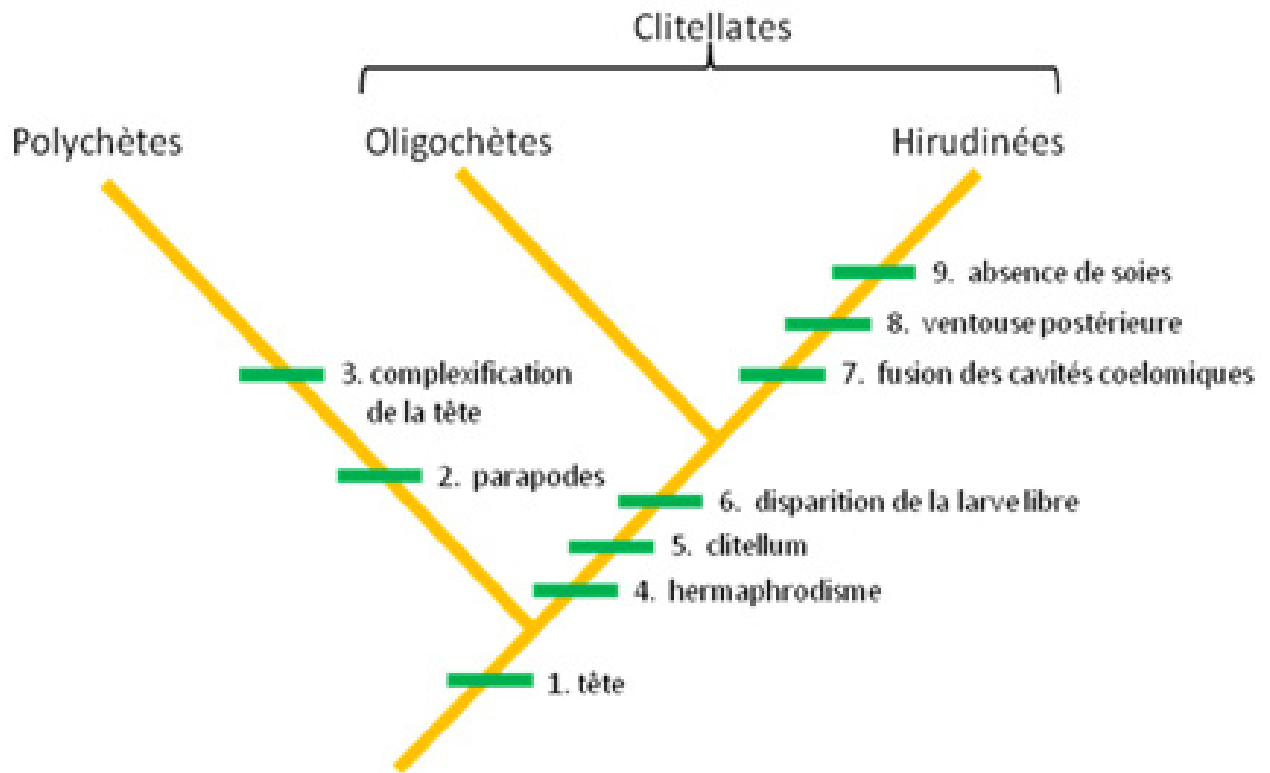


Figure AN 4.1.: Cladogramme de l'évolution des annélides

Ce cladogramme présente les principales étapes de l'évolution des Annélides. L'origine des Annélides aurait été marquée par l'apparition de (1) la tête formée de segments : prostomium et péristomium. Une différenciation de cet ancêtre commun à tous les Annélides a mené à la lignée des Polychètes (Polychaeta) caractérisée par l'apparition de parapodes (2) et la complexification de la tête (3).

Le clade qui mène à la lignée des Clitellates est défini par l'apparition des caractères suivants: (4) l'hermaphrodisme, (5) le clitellum épidermique, (6) la disparition de la larve libre.

Les oligochètes forment le groupe plus ancestral des clitellates, parce que la lignée des hirudinées est caractérisée par l'apparition des synapomorphies supplémentaires suivantes : (7) la fusion des cavités coelomiques et la réduction du nombre de dissépiments, (8) l'apparition d'une ventouse postérieure, (9) la perte des soies sur le corps.