

■ Les Mollusques

FICHE RÉCAPITULATIVE

- Métazoaires triploblastiques coelomates
- Cavité corporelle de type hémocoele, avec une réduction importante du coelome
- À symétrie bilatérale primaire, pouvant tendre secondairement vers l'asymétrie
- Métamérie inexistante ou réduite
- Adulte présentant 3 zones superposées : un pied ventral musculeux, une masse viscérale dorsale, un manteau sécrétant une coquille (interne ou externe) ou des spicules calcaires
- Système digestif complet avec régions spécialisées, présence d'une paire de cordons nerveux ventraux, système circulatoire ouvert (sauf les céphalopodes) avec présence d'un cœur, système excréteur complexe (néphridies)
- Reproduction sexuée (le plus souvent hermaphrodisme et fertilisation croisée)
- Larve trochophore + larve véligère
- Clivage spiral holoblastique
- Terrestres, marins ou dulçaquicoles

5 Classes principales :

- POLYPLACOPHORES
- GASTÉROPODES
- LAMELLIBRANCHES
- SCAPHOPODES
- CÉPHALOPODES
- MONOPLACOPHORES

1. Présentation du groupe

La diversité des Mollusques est étonnante; ils se sont adaptés aux habitats les plus variés. A première vue, il est bien difficile de leur trouver à tous des caractères communs. Pourtant, une comparaison attentive permet de tracer le schéma d'un «ancêtre hypothétique». C'est par là que nous commencerons.

Nous choisirons ensuite un exemple concret dans les Classes principales : Gastéropodes, Lamelli-branches, Céphalopodes et Scaphopodes. L'examen de leur structure (examen externe et systèmes digestif, locomoteur, respiratoire) vous mènera à critiquer le modèle ancestral proposé.

Enfin, nous poserons la question de l'origine et de l'évolution du groupe des Mollusques.

2. Exemples-types

2.1. LE MOLLUSQUE ANCESTRAL HYPOTHÉTIQUE

2.1.1. Examen externe

Malgré leur apparente diversité, les Mollusques sont tous construits sur le même plan de base, que l'on peut évoquer avec un Mollusque ancestral hypothétique.

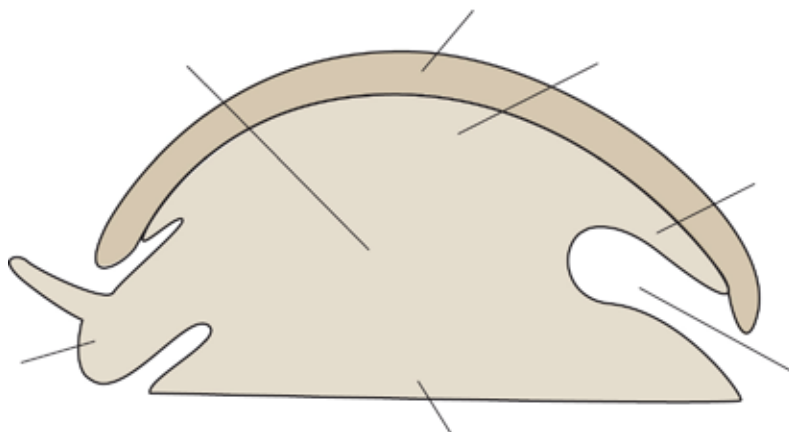


Fig.Mo2.1 Structure externe d'un Mollusque ancestral hypothétique, en coupe longitudinale.

Ce Mollusque montre 3 régions : la tête, le pied et la masse viscérale.
Le tout est recouvert par le manteau, qui sécrète la coquille.
La cavité palléale est l'espace libre entre le corps et le manteau.

Ces éléments se retrouvent chez tous les Mollusques. L'ancêtre montre une symétrie bilatérale. La coquille de cet ancêtre hypothétique serait juste un peu plus qu'une simple cuticule.



Fig. Mo. 2.2 Nutrition et fonctionnement de la radula du Mollusque ancestral.

Ce Mollusque primitif est un petit herbivore marin, qui se nourrit d'algues et possède un appareil digestif ressemblant à celui que l'on trouve chez les espèces végétariennes actuelles. La bouche donne dans une cavité buccale. La partie postérieure de cette cavité est évaginée pour former une sorte de sac contenant un organe typique aux Mollusques : la radula. La radula est une sorte de langue munie de dents chitineuses. Les muscles associés à la radula lui font faire des mouvements de râpe. Des muscles rétracteurs et protracteurs associés à la radula et au tissu cartilagineux qui la porte, permettaient de projeter la radula et de la mouvoir contre les aliments, à la manière d'une râpe. Ceci permet par exemple de brouter les algues sur les rochers.

2.1.2. Examen externe

2.1.2.3. SYSTÈME DIGESTIF

COUPE LONGITUDINALE

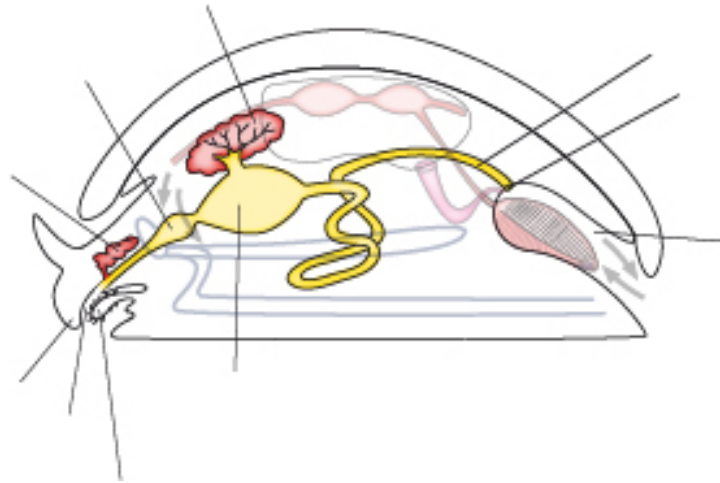


Fig. Mo.2.3. Système digestif du Mollusque ancestral

Des glandes salivaires s'ouvrent dans la cavité buccale.

La nourriture passe de la cavité buccale dans un œsophage tubuleux, qui se jette dans un estomac. Une paire de glandes digestives est associée à l'estomac. Dans ces glandes, la digestion est intracellulaire. Chez de nombreuses espèces actuelles, s'opère également une digestion extracellulaire par des enzymes déversées dans la cavité stomacale, mais ce perfectionnement n'existait probablement pas chez l'ancêtre.

L'intestin fait suite à l'estomac et l'anus s'ouvre postérieurement dans la cavité palléale.

2.1.2.4. ET 2.1.2.5. SYSTÈMES CIRCULATOIRE ET RESPIRATOIRE

COUPE LONGITUDINALE

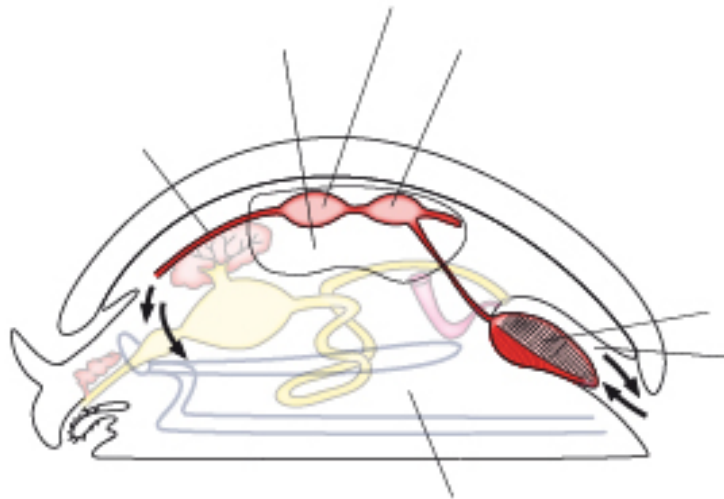


Fig.Mo.2.4. Systèmes circulatoire et respiratoire du Mollusque ancestral

Une cavité coelomique est localisée dans la région dorsale de l'animal. Ce coelome entoure le cœur ainsi qu'une portion de l'intestin; c'est donc un coelome péricardique et périsvical. Le cœur consiste en une paire d'oreillettes postérieures et un ventricule simple antérieur. Les oreillettes drainent le sang venant des branchies; ce sang oxygéné passe ensuite dans le ventricule musculueux, qui le propulse dans une aorte. L'aorte se disperse en vaisseaux sanguins plus petits, qui s'ouvrent dans des lacunes; le sang baigne directement les cellules : il s'agit d'un système circulatoire ouvert.

Le sang contient un pigment respiratoire appelé hémocyanine. Ce pigment ressemble à l'hémoglobine, mais contient du cuivre au lieu du fer, et a une couleur bleue.

Les branchies du Mollusque ancestral sont formées de lames s'attachant de part et d'autre d'un axe central. Elles sont richement vascularisées, innervées et mobiles (muscles). Elles baignent dans la cavité palléale, et sont disposées symétriquement de chaque côté du corps. Les osphradies localisées à la partie supérieure des branchies, sont des organes des sens particuliers, sensibles à la qualité de l'eau entrant dans la cavité palléale.

2.1.2.6. SYSTÈME EXCRÉTEUR

COUPE LONGITUDINALE

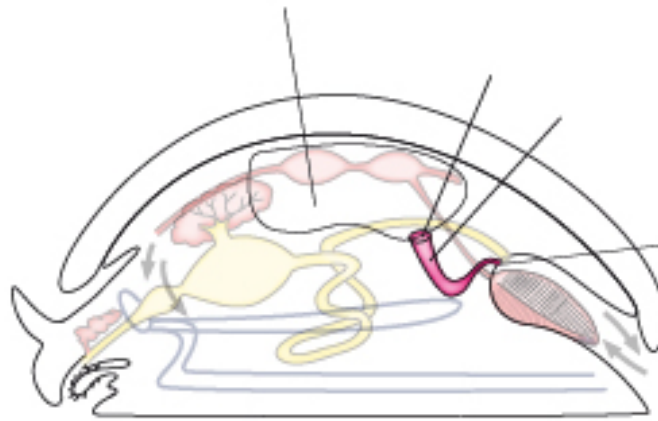


Fig. Mo.2.5. Système excréteur du Mollusque ancestral

Les organes excréteurs du Mollusque ancestral consistaient probablement en une paire de reins appelés néphridies.

VUE DORSALE

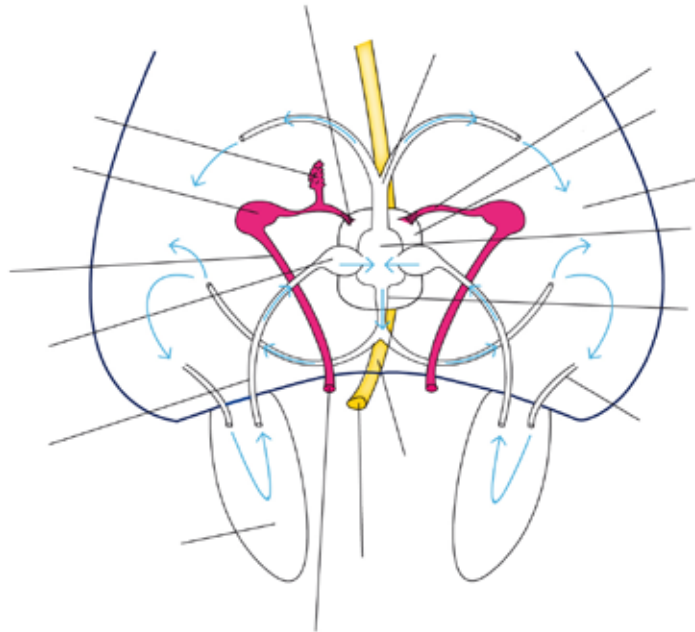


Fig. Mo.2.6. Système excréteur du Mollusque ancestral

Les organes excréteurs consistent en une paire de néphridies. Elles s'ouvrent dans le coelome par deux néphrostomes; à l'autre bout, les néphridies s'ouvrent à l'extérieur, dans la cavité palléale, par les néphridiopores.

Le coelome péricardique reçoit des déchets de 2 sources :

- le cœur libère un filtrat sanguin: en effet, le sang est «filtré» à travers la paroi de cet organe.
- certaines cellules glandulaires péricardiques élaborent d'autres détrit.

2.1.2.7. SYSTÈME NERVEUX

COUPE LONGITUDINALE

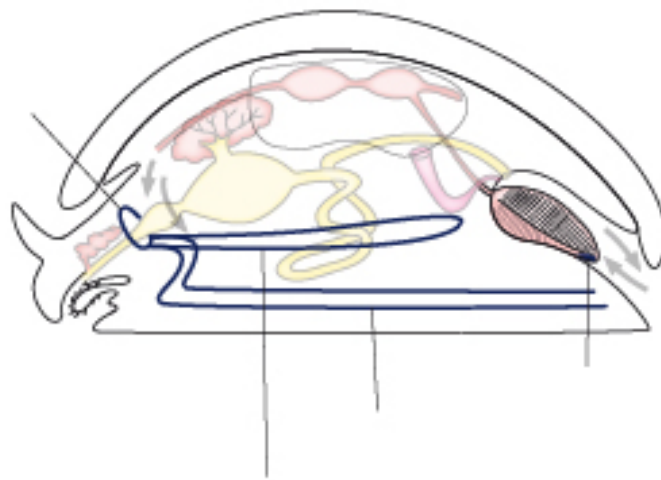


Fig. Mo2.7. Système nerveux du Mollusque ancestral

Le système nerveux du Mollusque primitif se compose d'un collier nerveux entourant l'œsophage; deux paires de cordons nerveux s'en échappent et se dirigent vers l'arrière du corps.

La paire ventrale innerve les muscles du pied: ce sont les cordons pédieux. La paire dorsale innerve le manteau et les organes viscéraux: ce sont les cordons viscéraux.

Plusieurs espèces vivant actuellement possèdent des yeux, ainsi que des statocystes, organes de l'équilibre.

2.1.2.8. SYSTÈME REPRODUCTEUR

Une paire de gonades se localise sous la paroi coelomique antérieure. A maturité, les œufs ou les spermatozoïdes sont déversés dans les cavités coelomiques, et menés vers l'extérieur par des conduits.

La fécondation est externe.

EXERCICE

Trouvez des arguments qui permettraient de soutenir l'hypothèse d'une parenté entre les Mollusques et les Annélides.

2.2. EXEMPLE-TYPE DE LA CLASSE DES GASTÉROPODES : LA LIMACE ARION RUFUS

2.2.1. Examen externe



Fig. Mo. 2.8. Moules, patelles, escargot, sépiole, et Limaces... quelques représentants des Mollusques de nos régions.

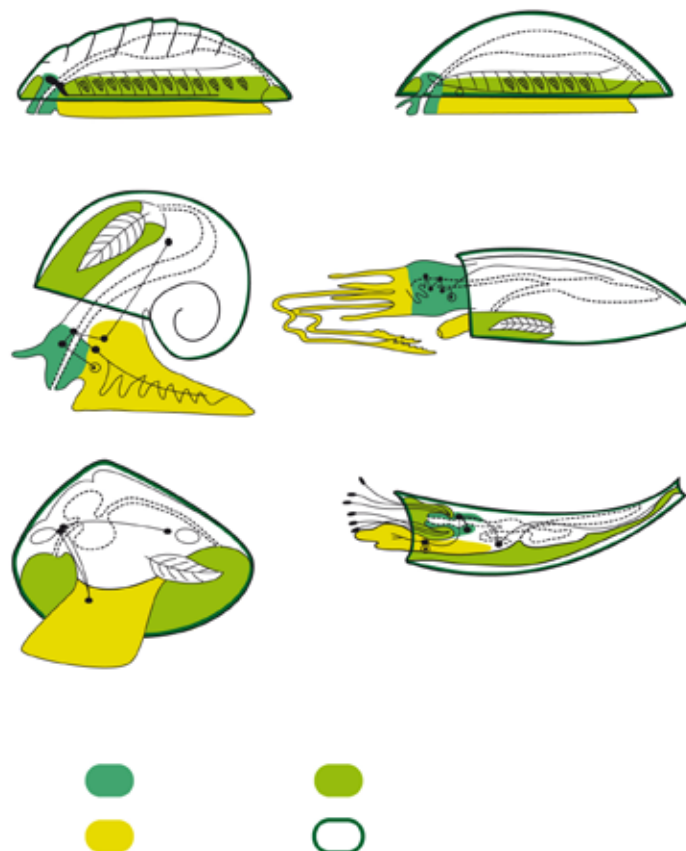


Fig.Mo 2.9. Les différents groupes de Mollusques.

Ce schéma illustre clairement la distinction entre différents groupes de Mollusques que nous allons voir. Nous commencerons par les Gastéropodes.

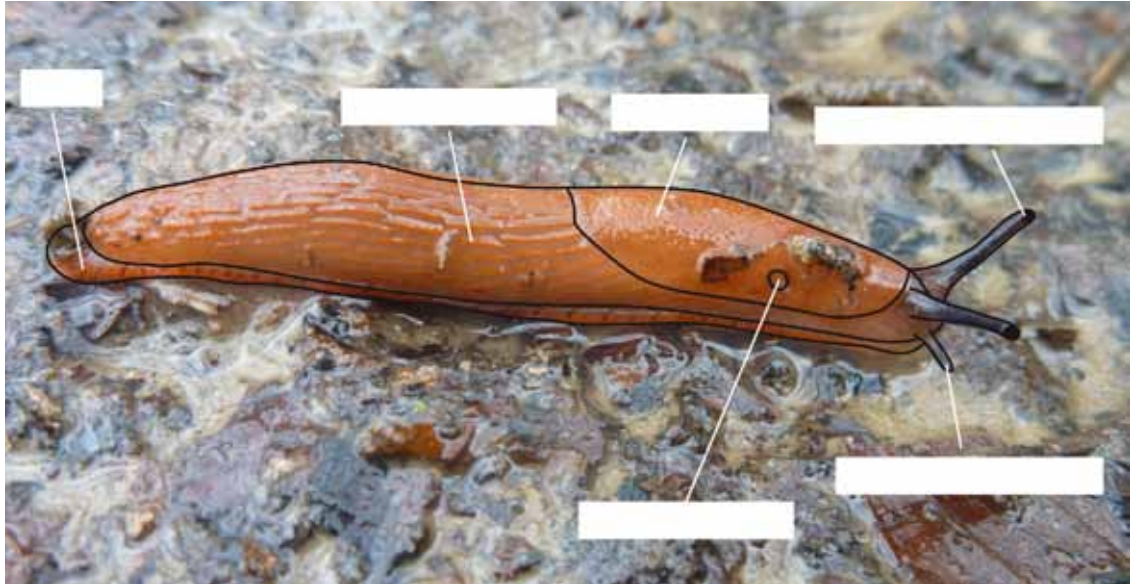


Fig.Mo.2.10. Caractéristiques externes de la Limace

La Limace vit dans les bois, les champs, les prés, les jardins; elle a un régime végétarien varié.

Mesurant jusqu'à 15 cm, la Limace est de couleur orange pâle, rouge, brune ou noire. Elle est dépourvue de coquille externe.

La tête porte :

- 1 paire de grands tentacules rétractiles au sommet desquels sont situés les yeux,
- 1 paire de petits tentacules à fonction vraisemblablement olfactive,
- la bouche ventrale antérieure.

La masse viscérale :

- en forme de manchon allongé,
- est partiellement recouverte par le manteau à sa partie dorsale antérieure. Le manteau délimite une poche : la cavité palléale. Elle communique avec l'extérieur par le pneumostome. La cavité palléale fonctionne comme un poumon.
- Un orifice génital s'ouvre à droite de l'animal, en arrière du grand tentacule.

Le pied :

- constitue la face ventrale de l'animal.
- musclé et cilié,
- Pour se mouvoir, *Arion* contracte ses muscles par ondes successives, d'arrière en avant.
- Des cellules glandulaires lubrifient le pied avec du mucus.

2.2.2. Examen interne

2.2.2.3. SYSTÈME DIGESTIF

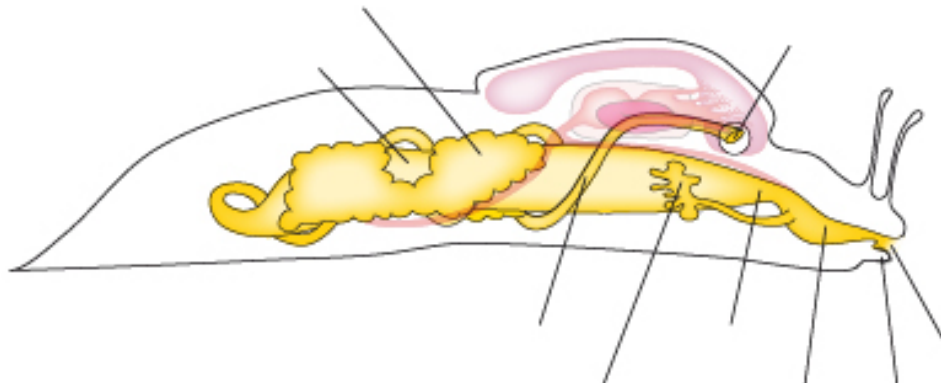


Fig.Mo.2.11 : Système digestif de la Limace

Le système digestif de la Limace est composé de :

- la bouche garnie d'une mâchoire et d'une radula,
- le pharynx,
- l'œsophage court muni de deux glandes salivaires,
- l'estomac flanqué d'une glande digestive,
- l'intestin, formant plusieurs spires autour de l'estomac, et se terminant à
- l'anus, localisé près du pneumostome.

La nourriture râpée par la mâchoire et la radula arrive dans l'œsophage. Des enzymes sécrétées par les glandes salivaires y entament la digestion des glucides. Ensuite, dans l'estomac, les aliments subissent un broyage mécanique sous l'action de la musculature. Ce broyage provoque une désintégration poussée des fragments végétaux. Toujours dans l'estomac, grâce à des enzymes sécrétées par la glande digestive, les aliments subissent un début de digestion extracellulaire.

Les petites particules alimentaires sont emportées vers la glande digestive, où elles sont phagocytées. C'est dans cette glande que se poursuit la digestion intracellulaire et l'absorption des substances déjà digérées. Les nutriments sont véhiculés par le sang dans tout le corps. Les matériaux non-assimilables restant dans la cavité de la glande digestive et dans l'estomac sont agglutinés et passent dans l'intestin, qui en absorbe l'eau et quelques sels minéraux avant de les évacuer par l'anus.

La disposition particulière du tube digestif provient d'un mouvement d'extension dorsale avec flexion suivi de torsion au cours du développement.

2.2.2.4. SYSTÈME RESPIRATOIRE

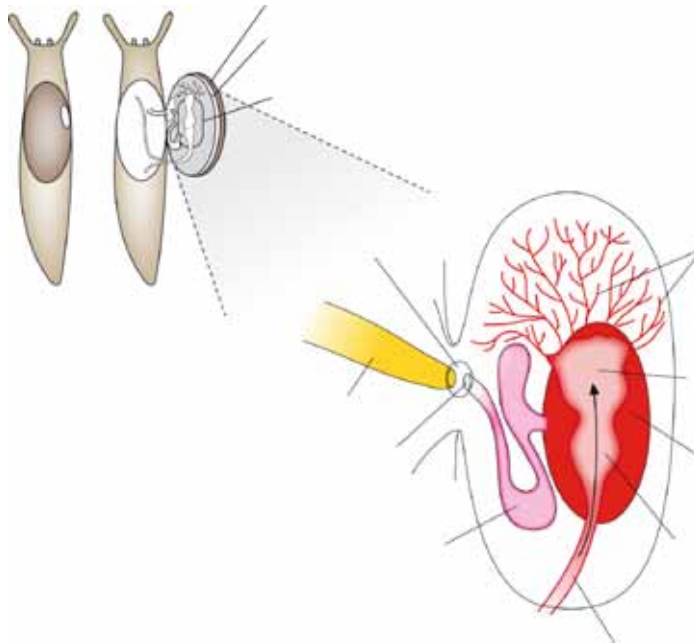


Fig.Mo.2.12: Systèmes respiratoire et circulatoire de la Limace

Ce système est adapté à la vie aérienne. Lorsqu'on découpe le manteau en suivant son pourtour, on remarque que l'on peut le soulever comme un couvercle. Ce manteau délimite une poche, la cavité palléale, qui communique avec l'extérieur par un orifice, le pneumostome. Le toit de cette cavité palléale est parcouru d'un réseau vasculaire sanguin qui rejoint le cœur. La paroi des capillaires sanguins est extrêmement fine.

Or, l'air qui pénètre par le pneumostome dans la cavité palléale est constamment renouvelé; ceci permet les échanges respiratoires avec le réseau vasculaire. Cette cavité palléale est donc l'équivalent d'un poumon.

Le pneumostome s'ouvre ou se ferme selon les besoins. De plus, quand l'atmosphère est sèche, il se contracte de manière à éviter une trop forte perte d'eau à partir du réseau vasculaire. En atmosphère humide par contre, il reste béant.

Le tégument du corps participe aussi aux échanges respiratoires.

2.2.2.5. SYSTÈME CIRCULATOIRE

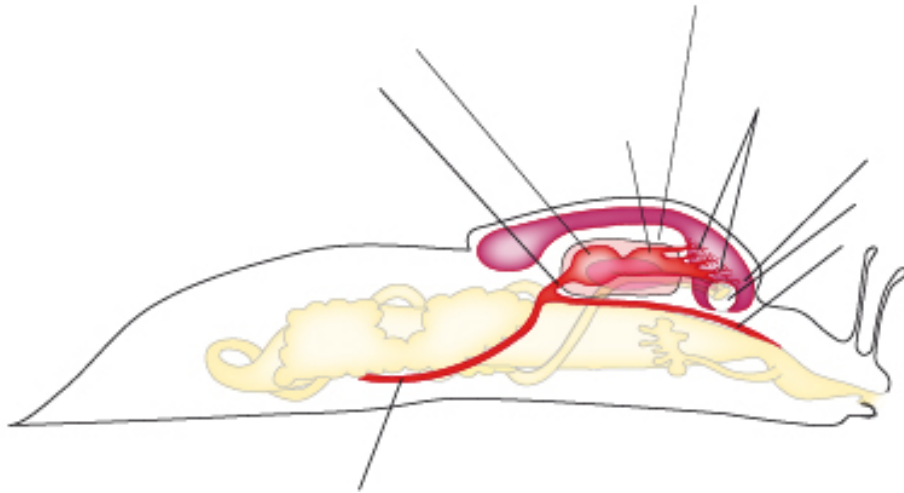


Fig.Mo.2.13.: Système circulatoire de la Limace

Ce système est ouvert, comme celui attribué au Mollusque hypothétique; il comporte un cœur (à une oreillette et un ventricule) logé dans un péricarde, d'origine coelomique, et un réseau de vaisseaux débouchant dans des lacunes sanguines.

Le cœur est situé au plafond de la cavité palléale. Il se compose d'une seule oreillette et d'un seul ventricule. Il est contenu dans un sac péricardique, qui représente un reste de cavité coelomique. Chez *Arion*, l'oreillette est située en avant du ventricule.

L'oreillette reçoit le sang provenant du toit de la cavité palléale, où se situe le poumon. Ce sang oxygéné passe de l'oreillette dans le ventricule, d'où il est propulsé dans l'aorte unique. L'aorte traverse le plancher de la cavité palléale et se divise en 2 troncs : un antérieur, pour la région antérieure de l'animal, et un postérieur, pour les viscères. Ces vaisseaux se ramifient puis se perdent dans des lacunes. Le sang est ramené au cœur par un drainage veineux. C'est un système circulatoire ouvert.

2.2.2.6. SYSTÈME EXCRÉTEUR

Il est composé d'une grosse néphridie modifiée (appelée «rein»), accolée au plafond de la cavité palléale, s'ouvrant, d'une part, dans le péricarde, et débouchant, d'autre part, dans l'intestin à proximité de l'anus.

2.2.2.7. SYSTÈME NERVEUX

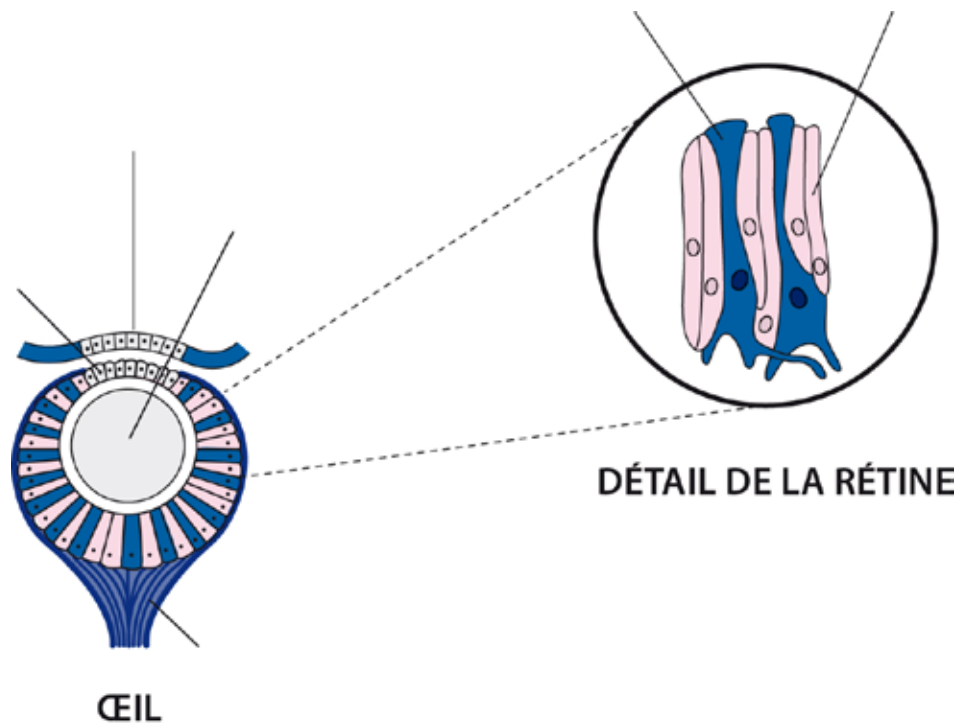


Fig.Mo.2.14. Organes des sens de la Limace

Il est composé de ganglions antérieurs reliés à une paire de cordons nerveux ventraux.

Les organes des sens sont principalement concentrés dans la partie antérieure du corps:
Les yeux situés au sommet des grands tentacules comportent :

- 2 cornées transparentes,
- 1 rétine : cellules photoréceptrices et cellules pigmentées.
- 1 cristallin.

Ces yeux permettent à la Limace de percevoir la lumière, le mouvement, et probablement de former une image élémentaire.

La Limace possède 2 statocystes, organes de l'équilibre accolés au cerveau.
Le statocyste est une vésicule creuse remplie d'un liquide dans lequel flottent de petits granules calcaires. Ces granules viennent heurter les cellules ciliées de la vésicule, qui transmettent les impulsions reçues aux nerfs.
L'*Arion* est ainsi avertie de la position dans laquelle elle se trouve.

2.3.2.8. SYSTÈME REPRODUCTEUR

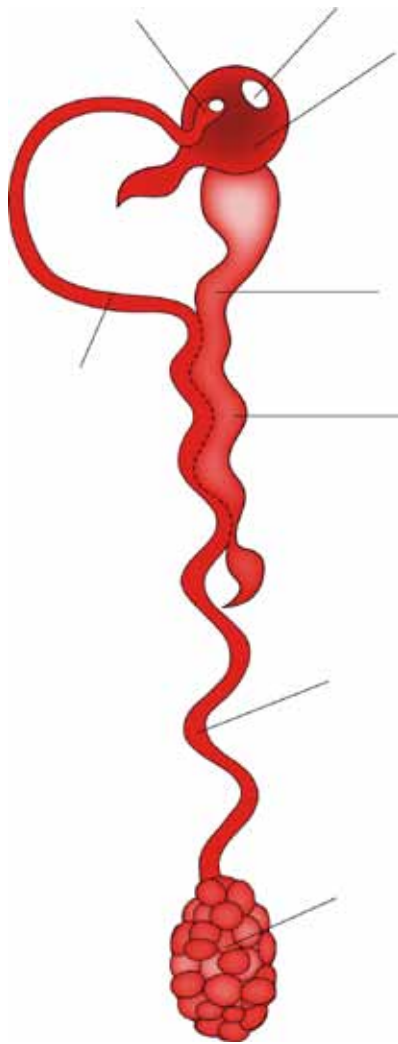


Fig.Mo.2.15. Système reproducteur de la Limace

Arion est hermaphrodite. Un ovotestis est logé dans la partie postérieure. Le canal hermaprodite en sort, se poursuit par l'ovospermiducte, constitué de 2 gouttières, qui se séparent ensuite en spermiducte et oviducte. Il y a fécondation croisée, mais les cas d'auto-fécondation ne sont pas rares.

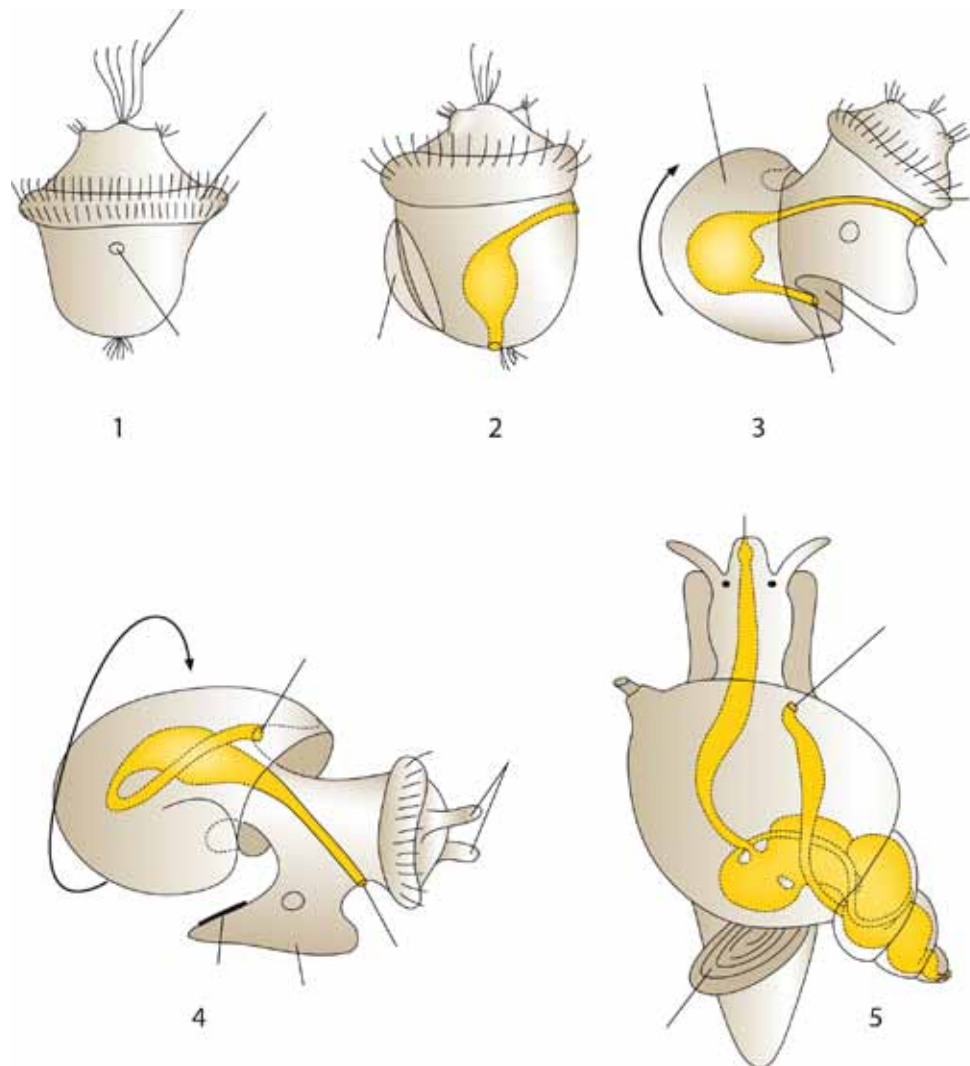


Fig.Mo.2.16. Evolution de la torsion de la masse viscérale chez les gastéropodes. Larve trochophore (1 et 2) puis larve veligère (3 et 4) et adulte (5).

Chez les Gastéropodes primitifs, on retrouve la larve trochophore, très semblable à celle que nous avons étudiée chez les Annélides. Cette larve possède une couronne ciliée équatoriale et une touffe apicale de cils. Quelques différences cependant: une glande coquillère se développe sur la surface dorsale et est divisée en sections transverses. Le pied se développe de l'autre côté et une paire d'yeux apparaît juste au-dessous de la couronne ciliée.

Chez les Gastéropodes marins, la larve la plus caractéristique est la larve Veligère: elle ressemble encore à une trochophore, mais présente un développement plus complexe. Elle possède typiquement un organe appelé «voile»: deux larges lobes déployés, ciliés. En fait, ce voile n'est qu'une extension de la couronne ciliée de la trochophore. Comme vous le voyez, cette larve possède une coquille, un pied et un opercule.

EXERCICE

Relevez des similitudes et des différences de structure entre le Mollusque ancestral et *Arion rufus*.

2.3. EXEMPLE-TYPE DE LA CLASSE DES LAMELLIBRANCHES : LA MOULE D'EAU DOUCE *ANODONTA*

2.3.1. Examen externe

Note : Cette étude sera facilitée par l'examen du Modèle démontable: allez le voir chaque fois que vous rencontrez des difficultés de compréhension de l'agencement des structures. A la fin de l'étude, allez observer les coupes microscopiques de *Unio*, un Lamellibranche voisin (cf Manuel de T.P.)

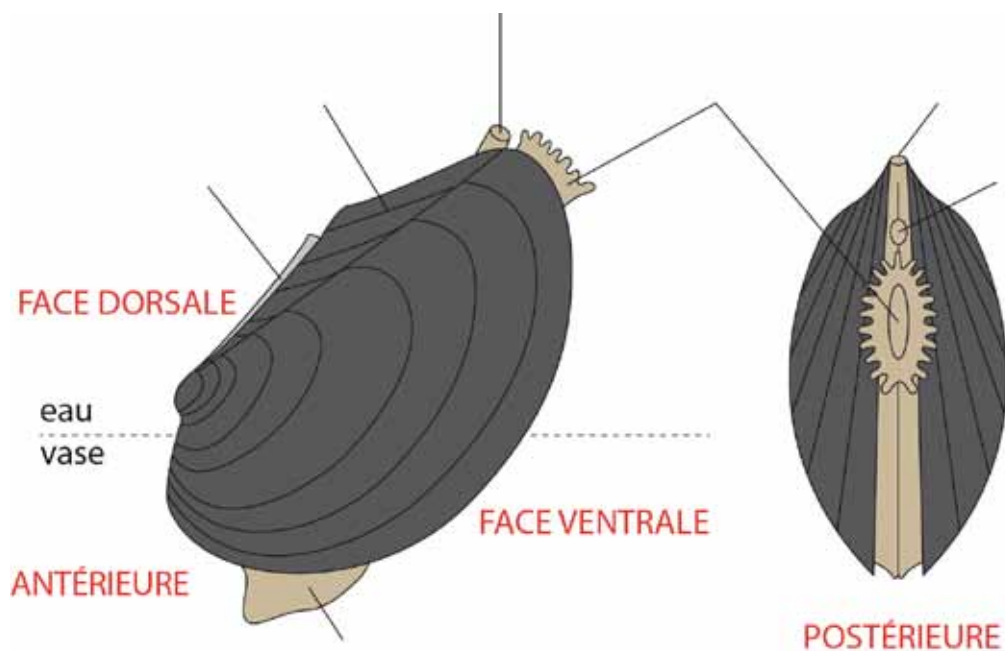


Fig.Mo.2.17. Examen externe de l'*Anodonte*

La coquille

La coquille bivalve, est calcaire et colorée extérieurement en brun par la conchioline.
Les 2 valves symétriques sont articulées sur une charnière dorsale, constituée d'un ligament élastique.
L'arc d'ouverture des 2 valves représente la face ventrale.

Les siphons

Ce sont des formations extensibles du manteau qui sortent entre les bords postérieurs de la coquille; ils sont dirigés vers le haut et affleurent à la surface de la vase. Le siphon exhalant est plus dorsal que le siphon inhalant. Ces siphons assurent la circulation de l'eau dans la cavité palléale.

Le corps

Il est comprimé latéralement entre les 2 valves. On y reconnaît :

- le manteau, divisé en 2 grands lobes épousant exactement la forme de la coquille, et limitant la cavité palléale;
- la masse viscérale contenant les organes, enveloppée par les 2 lobes du manteau;
- le pied fouisseur en forme de hache, prolongeant la masse viscérale: il peut sortir entre les 2 lobes du manteau et faire saillie entre les 2 valves.
- la tête de l'animal n'est représentée que par les palpes labiaux entourant la bouche. Il n'y a pas de radula.

Pour enlever une valve de la coquille, il faut sectionner plusieurs muscles :

- les 2 gros muscles adducteurs des valves (antérieur et postérieur) maintiennent la coquille close et servent d'antagonistes au ligament dorsal, qui tend à ouvrir les valves. Ces muscles adducteurs sont disposés transversalement d'une valve à l'autre.
- des petits muscles rétracteurs et le muscle protracteur permettent les mouvements du pied.

2.3.2. Examen interne

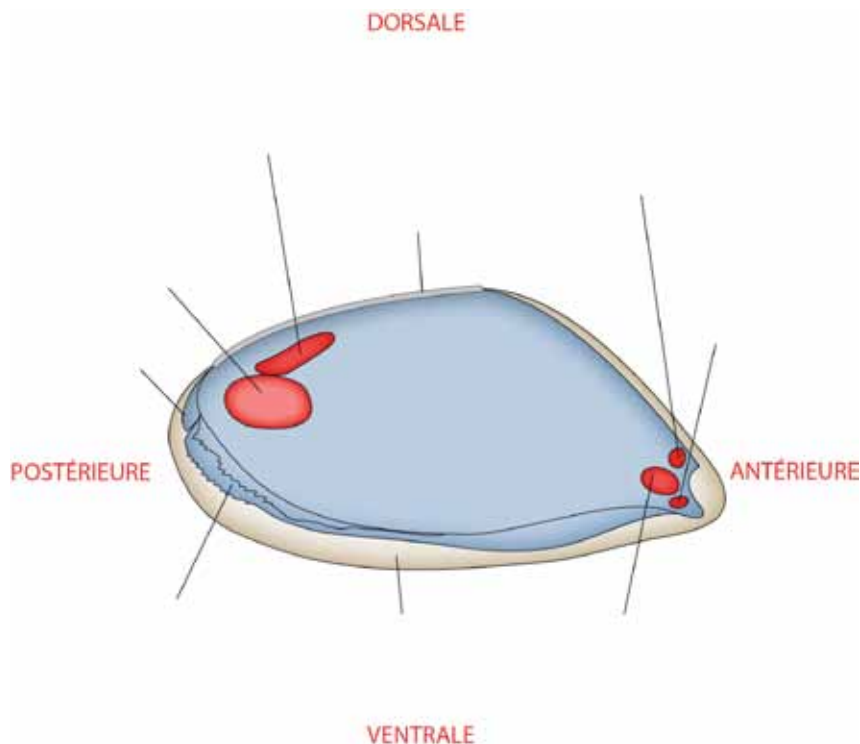


Fig.Mo.2.18. Examen interne de la moule l'Anodonte

Si l'on détache la valve droite de la coquille, on voit en bleu, les lobes du manteau.

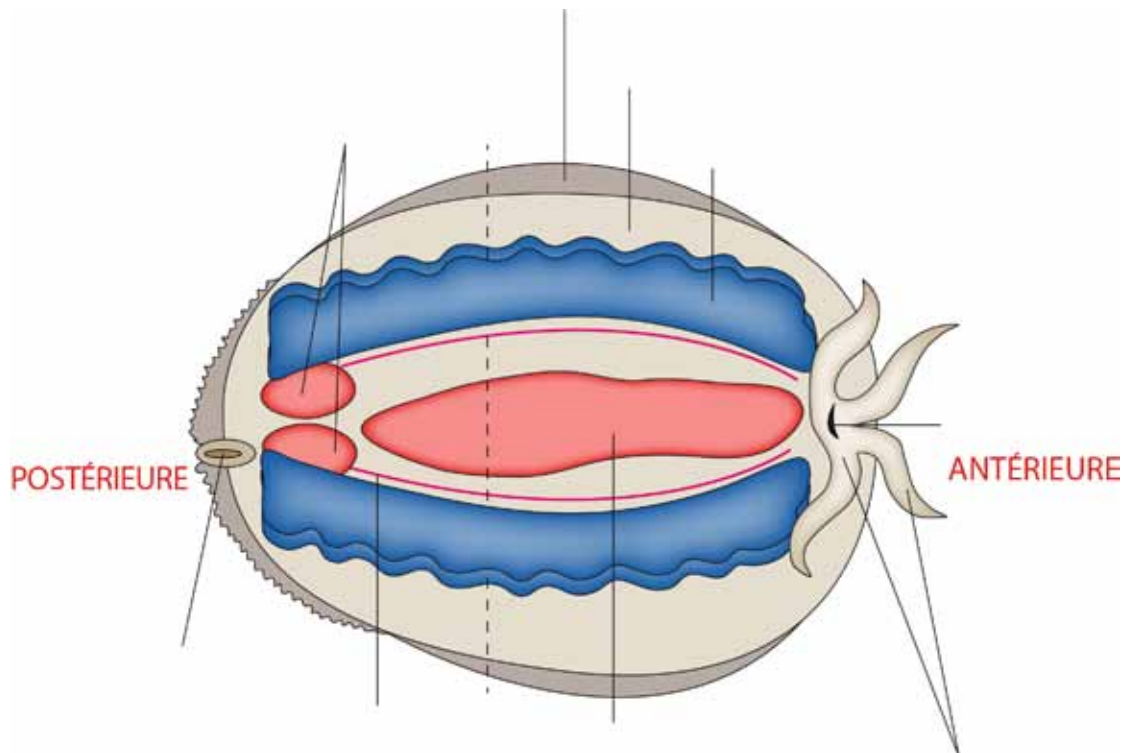


Fig.Mo 2.19. Examen interne de la moule l'Anondante

Si l'on écarte les lobes du manteau, on aperçoit les branchies qui recouvrent le nucleus viscéral, dont on voit le pied en rouge. A la partie antérieure, la bouche est entourée de quatre palpes labiaux. On comprend maintenant pourquoi cette partie de l'animal est appelée antérieure. Cependant, contrairement à la Limace, la moule ne possède pas de tête distincte. A la partie postérieure, nous retrouvons les deux siphons



Fig.Mo.2.20. Moule ouverte montrant les organes internes

EXERCICE

Cette photo représente une moule *Mytilus* ouverte comme vous le verrez lors de la dissection. Sur la photo, repérez les éléments que nous venons de décrire et orientez l'animal. Les schémas, c'est clair! La réalité est parfois moins évidente, mais c'est à elle que nous avons à faire, tout au long de notre vie professionnelle. Alors, observez, resituez les structures, et orientez l'animal.

2.3.2.1. TÉGUMENT

Tous les téguments comportent des épithéliums formés d'une seule couche de cellules, la plupart sont ciliées ou sécrétrices. Le tégument du manteau est particulier du fait qu'il est responsable de la formation de la coquille.

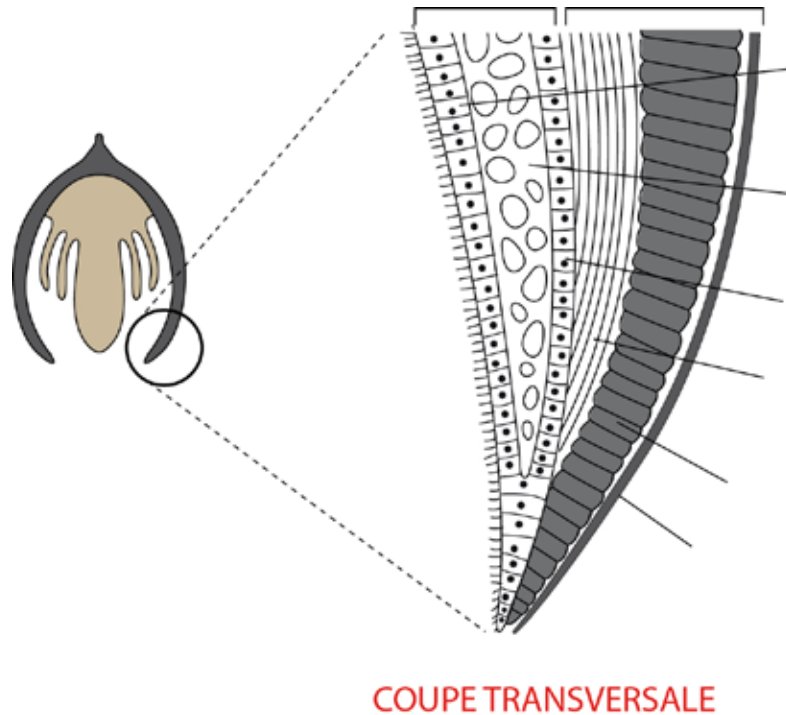


Fig.Mo.2.21. : Coupe transversale du manteau et de la coquille de l'Anodonte

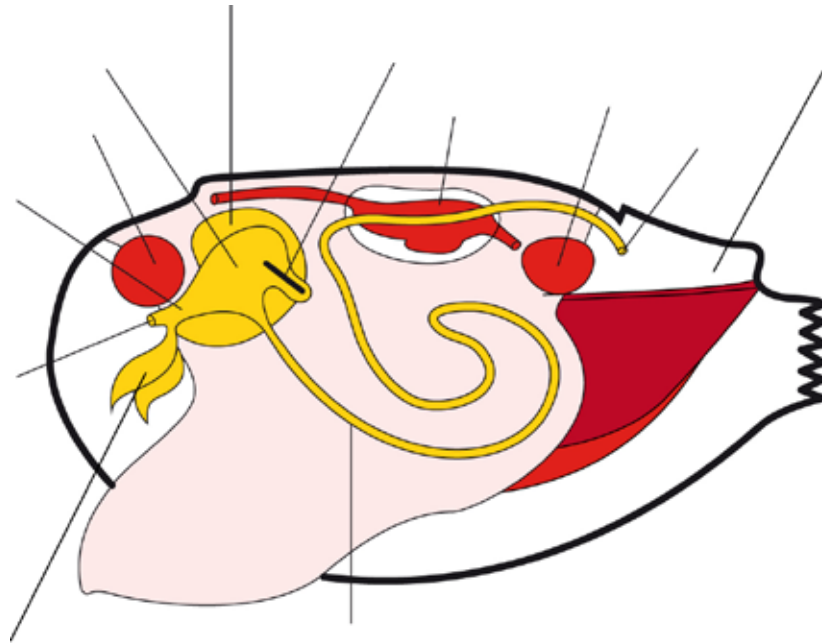
Le manteau est limité par deux épithéliums, entre lesquels est inséré du tissu conjonctif.

- L'épithélium dirigé vers la cavité palléale est cilié.
- L'épithélium dirigé vers la coquille comporte de nombreuses cellules glandulaires: certaines sécrètent la coquille, d'autres assurent l'adhésion du manteau.

La coquille est composée :

- de la couche de nacre finement lamellaire, sécrétée par toute la surface du manteau;
- de la couche prismatique de cristaux de sels calcaires,
- du «périostacum», fine couche organique riche en conchioline; ces deux dernières couches sont sécrétées par les bords épaissis du manteau

2.3.2 .3. SYSTÈME DIGESTIF



VUE LATÉRALE

Fig. Mo.2.22. : Système digestif d'une Anodonte.

Les palpes labiaux, plissés et ciliés, collectent les particules alimentaires, les trient et les conduisent au système digestif qui comporte :

- la bouche, sans radula ni mâchoires,
- l'œsophage court,
- l'estomac muni d'un diverticule dans lequel s'insère une tige cristallinienne; cette tige est animée d'un mouvement de rotation et sert au malaxage des aliments. De plus, elle se dissout lentement par son extrémité libre appendue dans l'estomac, en libérant des enzymes qui servent à la digestion.
- La paroi de l'estomac est criblée d'orifices donnant accès aux diverticules de la glande digestive. Les particules alimentaires malaxées et partiellement décomposées dans l'estomac quittent celui-ci par ces orifices et sont acheminées dans les conduits ciliés, ramifiés, en cul-de-sac. C'est dans ces diverticules que les particules sont phagocytées et que s'opère donc la digestion intracellulaire.

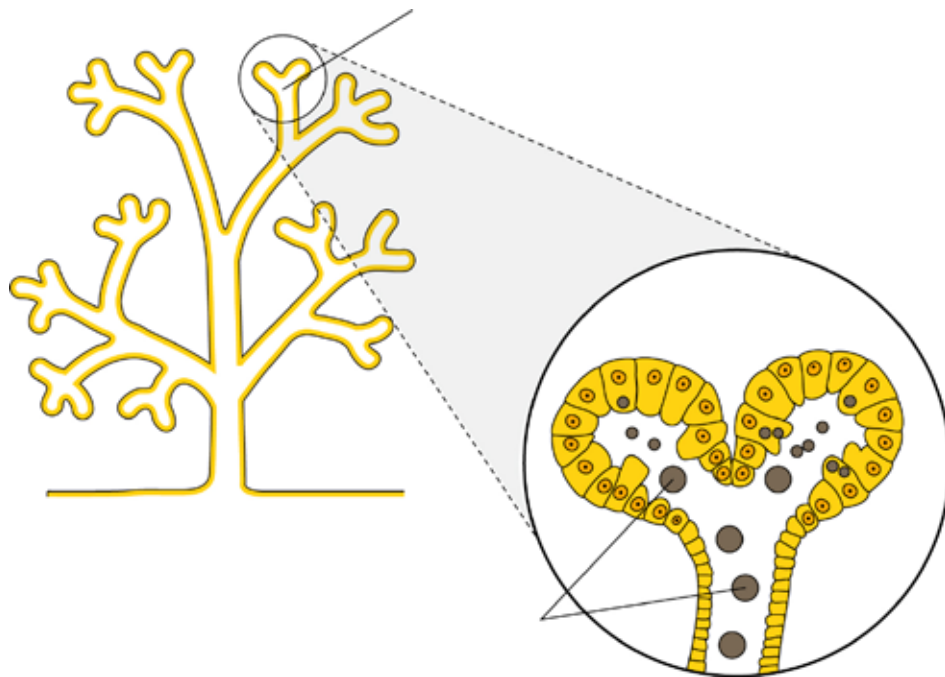


Fig.Mo.2.23. Système digestif d'une Anodonte (diverticules)

- Un long intestin fait suite à l'estomac. Il dessine quelques circonvolutions avant de longer la face dorsale de l'animal, de traverser le cœur et de se terminer à l'anus, qui s'ouvre dans la cavité cloacale.

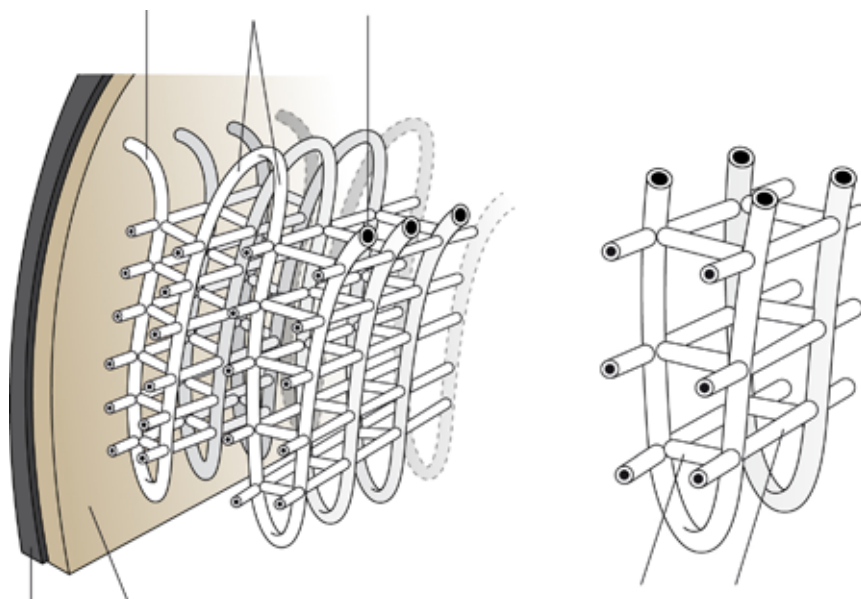


Fig.Mo.2.24. Branchies de l'Anodonte

2.3.2.4. ET 2.3.2.5. LES SYSTÈMES RESPIRATOIRE ET CIRCULATOIRE

Deux paires de branchies sont accrochées dans l'angle formé par le manteau et la masse viscérale.

Chaque branchie se compose d'une série de filaments anastomosés entre eux, formant une grille.

En coupe transversale, une paire de branchies dessine la lettre «W».

Chaque filament est un tube, dans lequel circule le sang, recouvert par l'épithélium externe riche en cellules ciliées. Le battement des cils engendre un courant d'eau à travers cette grille.

Chaque filament branchial part de l'axe médian de la branchie, descend vers le bas de la cavité palléale (filament direct), se réfléchit ensuite et remonte en direction dorsale (filament réfléchi).

Dans la partie antérieure du corps, les branchies sont suspendues latéralement à la masse viscérale. Dans la partie postérieure, les branchies internes sont anastomosées l'une à l'autre. Cette anastomose constitue le plafond branchial, isolant une partie de la cavité palléale, appelée cavité cloacale, qui communique directement avec l'extérieur par le siphon exhalant.

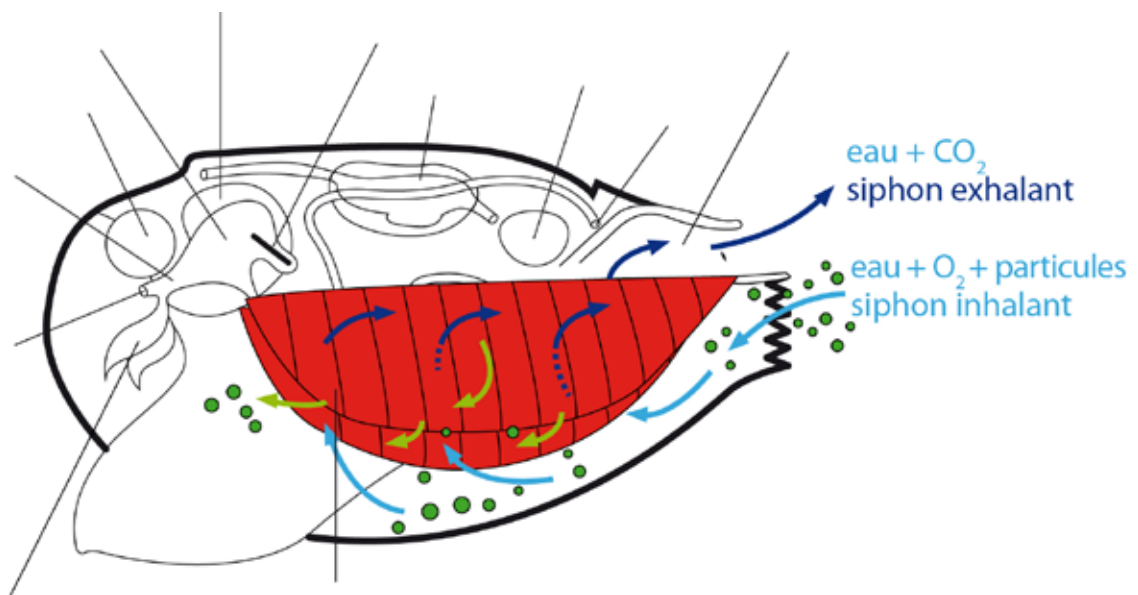


Fig.Mo.2.25. Fonctionnement d'une branchie d'Anodonte

Chargée d'O₂ et de particules diverses, l'eau pénètre dans la cavité palléale par le siphon inhalant.

Grâce aux battements des cils sur les branchies, l'eau passe à travers la grille branchiale. Le sang qui circule dans les filaments se charge d'O₂ et se débarrasse du CO₂.

Entraîné par le courant d'eau vers le plafond branchial et à travers lui, dans la cavité cloacale, le CO₂ est expulsé par le siphon exhalant

Les particules alimentaires sont également entraînées vers la grille branchiale où elles sont triées, captées par les cils et entraînées vers les palpes labiaux, à la partie antérieure du corps.

2.3.2.6 ET 2.3.2.8. LES SYSTÈMES EXCRÉTEUR ET REPRODUCTEUR

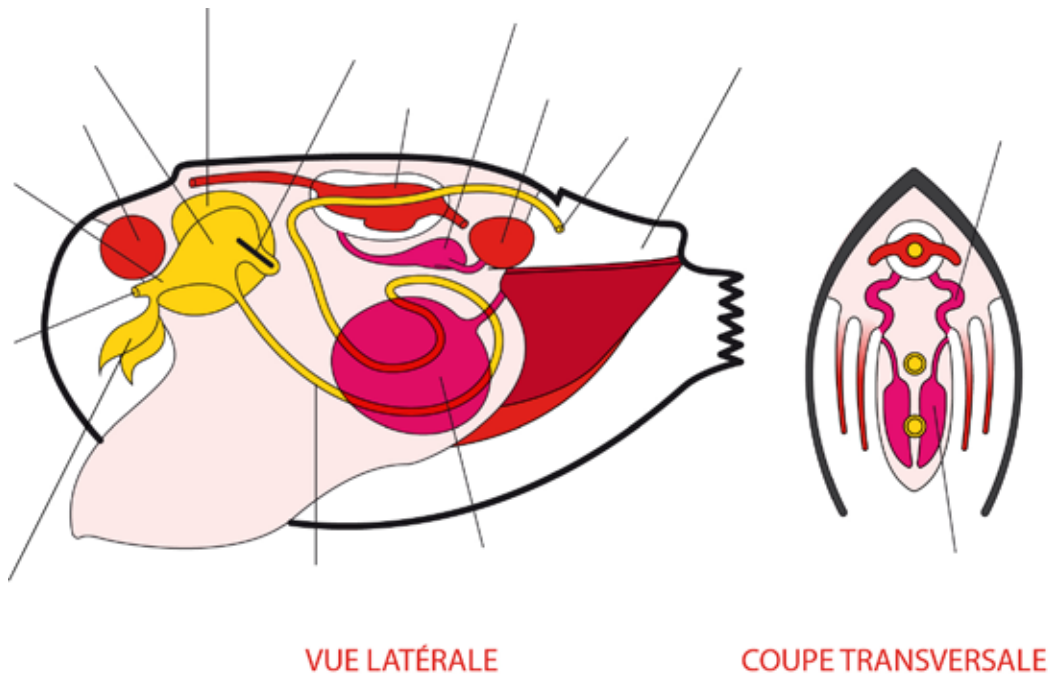


Fig.Mo.2.26. Systèmes reproducteur et excréteur d'*Anodonta*

- Dioïque, à fécondation externe. Les femelles libèrent dans l'eau une substance ovarienne qui provoque l'émission du sperme chez les mâles voisins. Les spermatozoïdes sont évacués par le siphon exhalant des mâles et rentrent dans la cavité palléale des femelles par leur siphon inhalant. Les spermatozoïdes y fécondent les oeufs, qui se logeront dans les cavités des branchies, où ils se développent avec une oxygénation idéale.
- Larves trocophores se transformant en larves véligères parasites, les glochidies.

2.4. EXEMPLE-TYPE DE LA CLASSE DES CÉPHALOPODES : LA SEICHE *SEPIA OFFICINALIS*

2.4.1. Examen externe



Fig.Mo.2.27. La seiche *Sepia officinalis*

La Seiche nage à faible eau, le long des côtes. Ce carnivore peut atteindre une longueur d'une quarantaine de cm, tentacules non compris.

2.4.2. Examen interne

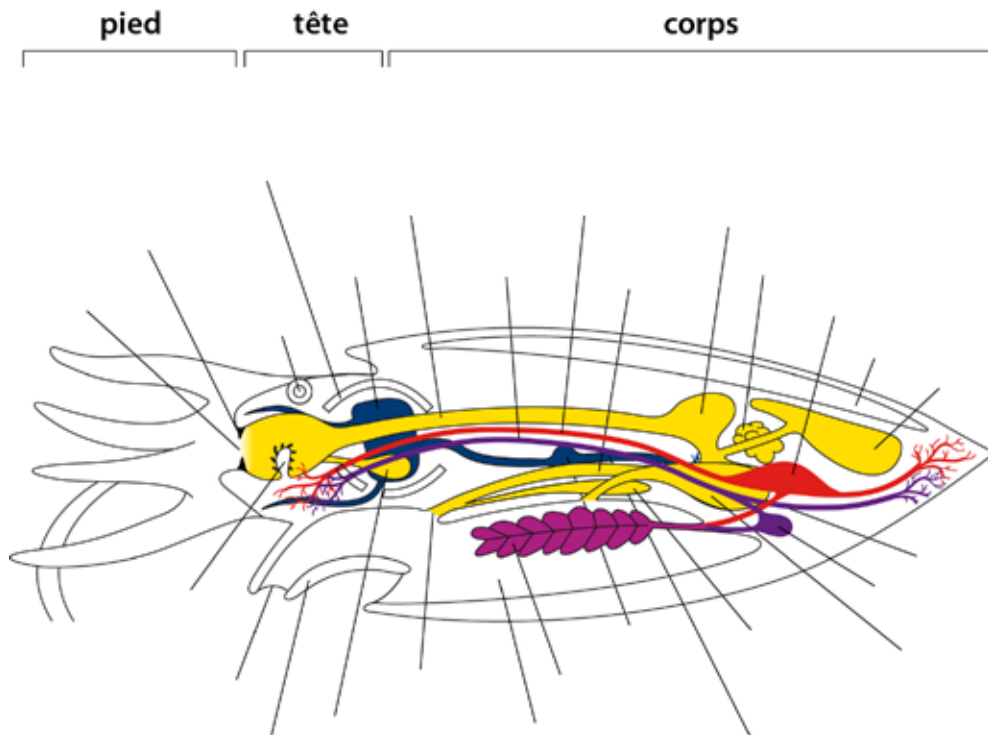


Fig.Mo.2.28. Examen interne de la seiche

Le corps de la Seiche présente 3 régions :

- la tête, globuleuse, qui porte 2 gros yeux sur les côtés, et la bouche,
- le pied, représenté par 8 bras courts (10 cm) et 2 longs (20 cm), entourant la bouche, et munis de ventouses. Sur les longs bras, les ventouses ne garnissent que l'extrémité renflée.
- la masse viscérale aplatie et recouverte par le manteau, bordé d'une nageoire ondulante.

La face dorsale offre une résistance dure, car la Seiche est armée d'une coquille calcaire interne («os de seiche»).

La coquille est sécrétée par le manteau. Primitivement externe, elle est ensuite enfermée dans une invagination close du manteau. Elle s'étend sur toute la longueur de la face dorsale de l'animal.

La coquille est formée de minces lamelles calcaires soutenues par des piliers. Cette architecture ménage des espaces remplis de gaz; la coquille sert de flotteur.

A première vue, le corps apparaît comme un fourreau ouvert, en avant, d'où sort la tête. Ce fourreau est le manteau. A la face dorsale, le manteau est séparé de la tête par un sillon peu profond, et à la face ventrale, par une large fente : la fente palléale.

Un siphon, différenciation locale du manteau, est attaché à la face ventrale de la tête et s'engage dans la cavité palléale. C'est un cône charnu percé d'un canal, qui donne accès à la cavité. Les parois latérales et ventrales du siphon sont libres. Cependant, la paroi ventrale porte 2 encoches : les boutonnières, dans lesquelles s'accrochent 2 protubérances du manteau : les boutons.

Dans la cavité palléale, on aperçoit, dans le prolongement de la tête, le reste de la masse viscérale. On distingue 2 branchies latérales et un cône central portant l'anus, 2 pores urinaires et l'orifice génital sur le côté gauche du corps.

2.4.2.2. SYSTÈME LOCOMOTEUR

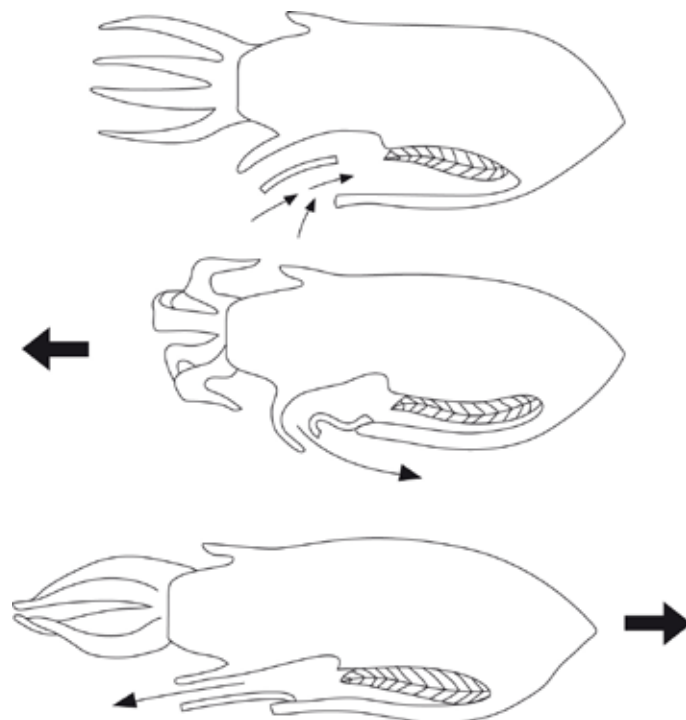


Fig.Mo.2.29. Mécanisme de propulsion de la seiche

La Seiche peut ramper en s'accrochant au support par ses tentacules, ou nager calmement en plein eau grâce aux ondulations de sa nageoire.

Mais elle peut aussi se servir du siphon pour se propulser rapidement :

- Quand l'animal relâche la partie ventrale de son manteau, l'eau rentre par la fente palléale et remplit la cavité.
- Une contraction brusque du manteau augmente la pression de l'eau dans la cavité palléale, force le pourtour inférieur du siphon à boucher la fente palléale. L'eau ne peut plus sortir que par le siphon. La force de l'eau expulsée propulse l'animal

2.4.2.3. SYSTÈME DIGESTIF

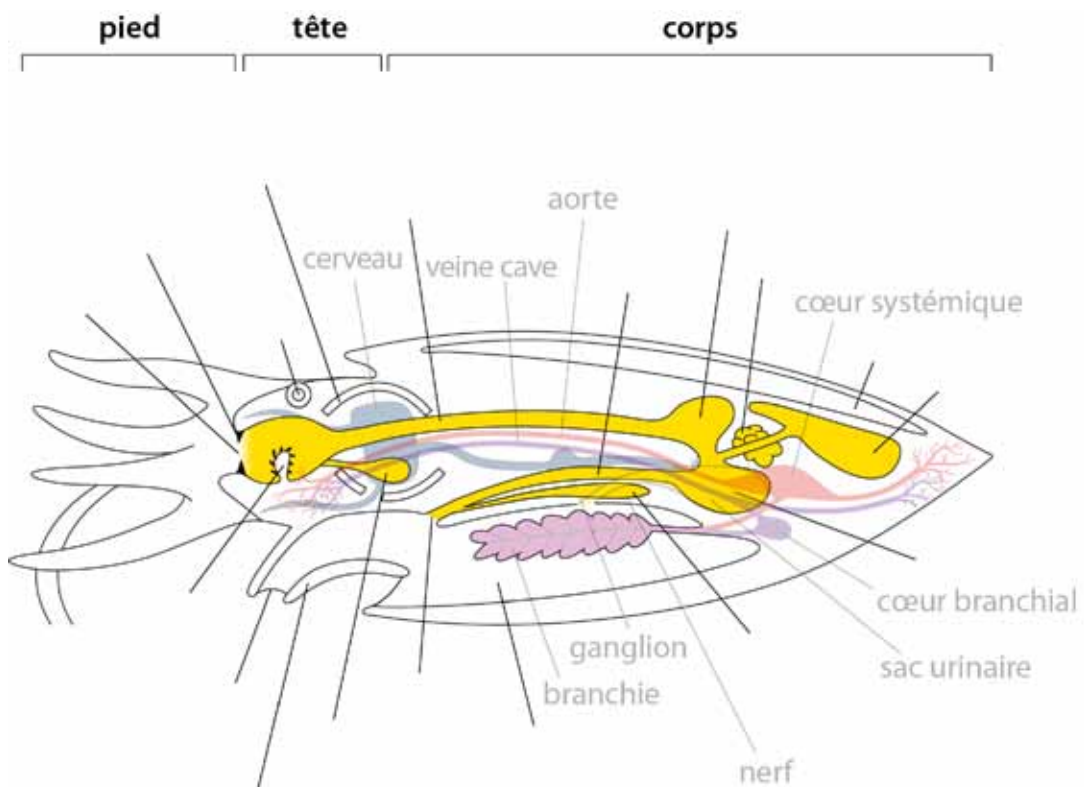


Fig.Mo.2.30. Système digestif de la seiche

- La cavité buccale contient 2 fortes mâchoires cornées, en bec de perroquet et une racula puissante.
- 2 glandes salivaires y déversent leur sécrétion.
- Le tube digestif comporte :
 - l'œsophage,
 - l'estomac à 2 poches : une poche musculeuse broyeuse et un caecum,
 - l'intestin flexueux se terminant par le rectum et l'anus.

Deux glandes digestives y sont annexées: le «foie» et le «pancréas».

La glande digestive appelée «foie» a 3 fonctions :

1. la sécrétion d'enzymes digestives;
2. l'accumulation de substances de réserve amenées par le système circulatoire. Ces réserves sont libérées massivement lorsque la Seiche a besoin d'une grande quantité d'énergie en un temps très court (adaptation à un mode de vie actif).
3. l'excrétion de déchets azotés : ammoniaque, urée, acide urique. Ces déchets métaboliques des tissus sont véhiculés par le sang d'où ils seront extraits par les sacs urinaires.

La glande digestive appelée «pancréas» entoure les conduits du foie et secrète des enzymes.

La digestion extracellulaire commence déjà dans la cavité buccale. Elle se poursuit dans l'estomac et s'achève dans le caecum. Puis se fait l'absorption.

Une annexe au rectum : la poche du noir. Cette glande produit des grains de mélanine tenus en suspension dans un liquide. C'est l'encre qui est éjectée de l'animal lorsqu'il cherche à échapper à un prédateur.

2.4.2.4 ET 2.4.2.5. SYSTÈMES RESPIRATOIRE ET CIRCULATOIRE

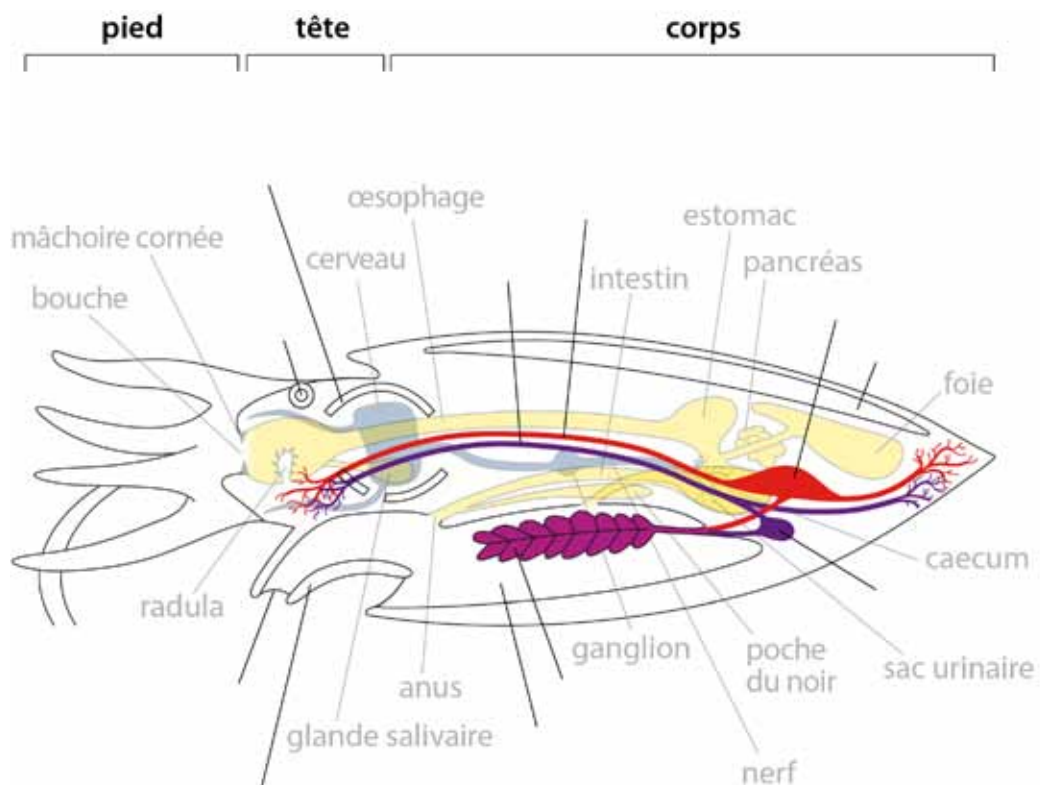


Fig.Mo.2.31. Systèmes respiratoire et circulatoire de la seiche

Le système circulatoire est fermé.

Le sang circule dans des vaisseaux bordés d'un endothélium, et ne se déverse plus dans des espaces lacunaires. Ce système fermé assure une pression sanguine plus importante, et par conséquent, une circulation plus rapide, nécessaire chez un animal actif.

Après avoir irrigué les différents organes du corps, le sang revient au cœur par la veine cave, qui traverse le sac urinaire. Là, le sang se débarrasse de ses déchets. C'est une particularité du système excréteur des Céphalopodes.

Le système respiratoire comprend 2 branchies, organes flexibles et composés de filaments creux dans lesquels circule le sang. Elles baignent dans l'eau toujours renouvelée de la cavité palléale. Le sang y fixe l'O₂ sur l'hémocyanine et s'y débarrasse du CO₂.

2.4.2.7. SYSTÈME NERVEUX

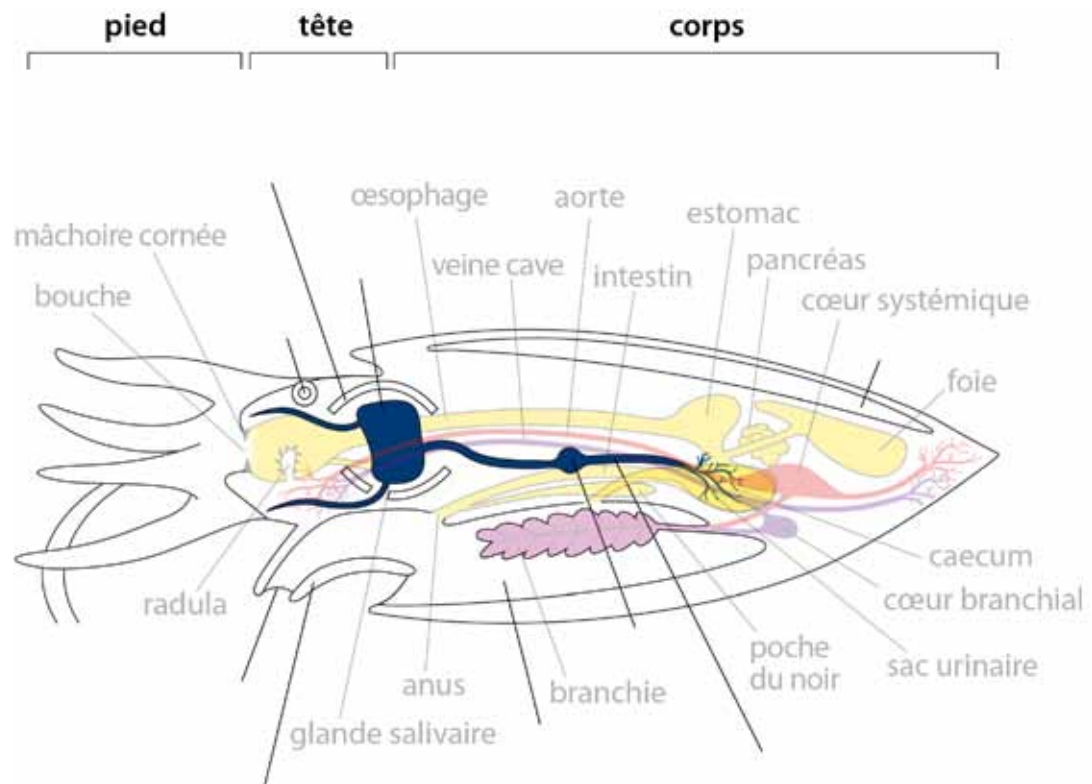


Fig.Mo.2.32. Système nerveux de la seiche

Le système nerveux et les organes des sens sont nettement plus performants que ceux des autres Mollusques.

Les récepteurs olfactifs, gustatifs et du tact ne sont pas groupés en organes, mais dispersés, avec tendance à se rassembler à la partie antérieure du corps.

Cerveau : grosse masse de ganglions nerveux concentrés autour de l'œsophage, protégée par un «crâne» de pseudo-cartilage.

Ganglions individualisés sur le trajet des nerfs.
2 statocystes logés dans le «crâne» pseudocartilagineux pour l'équilibre.
Chémorécepteurs dans la bouche.
Nombreux récepteurs sensoriels divers dans l'épiderme.

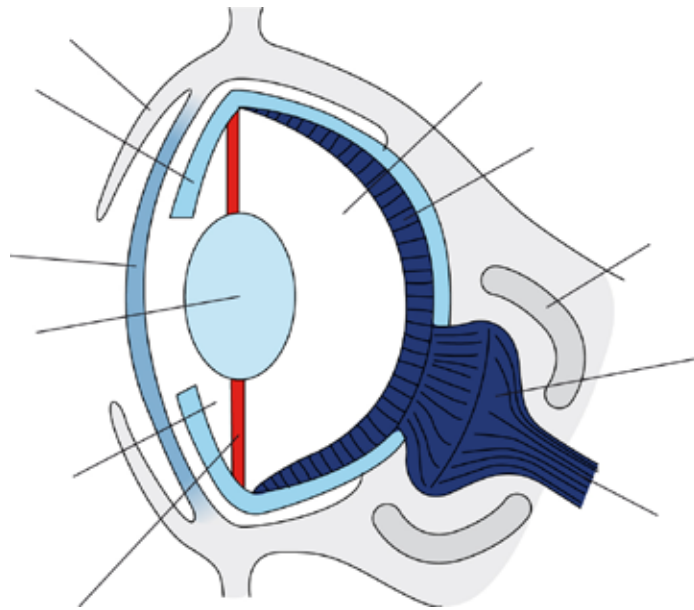


Fig.Mo.2.33. Œil de seiche

La vision est le sens le plus développé. Deux yeux sphériques comprennent :

- 1 paupière circulaire,
- 1 cornée transparente,
- 1 iris (diaphragme),
- 1 cristallin, maintenu par des supports musculaires, qui divise l'œil en deux chambres :
 - la chambre antérieure,
 - la chambre postérieure tapissée par
 - la rétine.

Les axones provenant de la rétine convergent vers le ganglion optique, protégé par du pseudocartilage.

L'œil de Seiche détecte les couleurs.

2.5.2.8. SYSTÈME REPRODUCTEUR

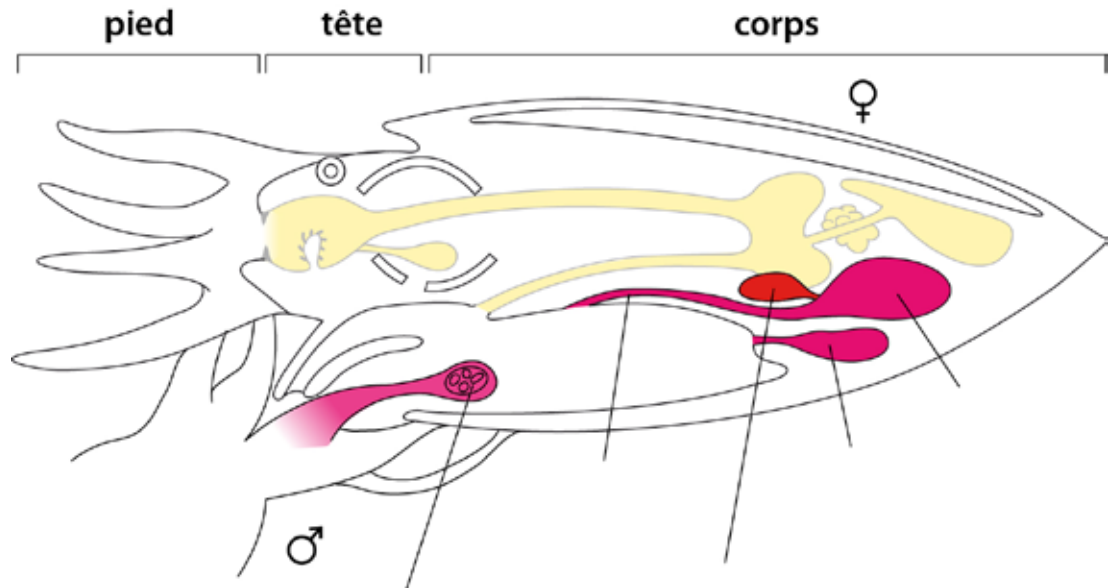


Fig.Mo.2.34. Système reproducteur de la seiche

La seiche est dioïque. Chez le mâle, un des 8 bras se modifie lors de la reproduction et forme une sorte de cuillère pour introduire les spermatophores dans la cavité palléale de la femelle.

Chez la femelle, les oeufs descendent l'oviducte, et sont fécondés dans la cavité palléale, puis entourés individuellement d'une coque protectrice sécrétée par 2 grosses glandes «nidamentaires». Ils sont colorés en noir par l'encre de la poche du noir. La femelle les accroche aux objets immergés en grappes compactes : les «raisins de mer».

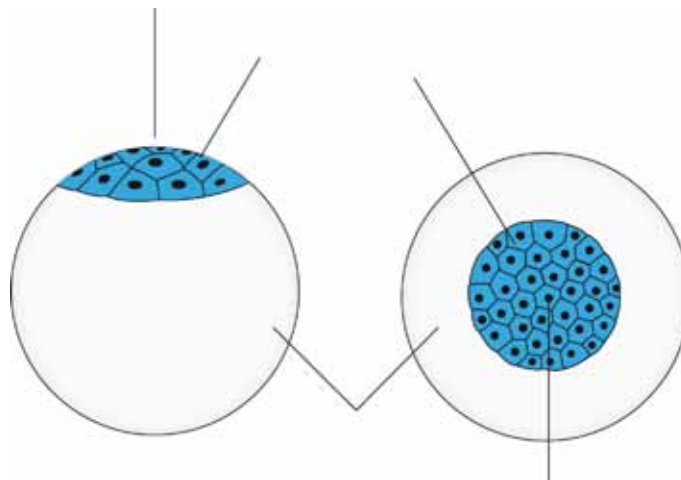


Fig.Mo.2.35. Œufs de seiche (segmentation)

Ces oeufs téloléchithes se segmentent en blastodisque composé d'une seule couche de cellules, au pôle animal. Le développement continue dans la coque, et la jeune Sepia qui en sort a, la même forme que l'adulte.

EXERCICE

Maintenant un exercice de synthèse: à partir des 5 espèces étudiées, pouvez-vous dégager les caractères essentiels qui définissent les Mollusques.

3/4. Origine, diversité et évolution au sein du groupe des Mollusques

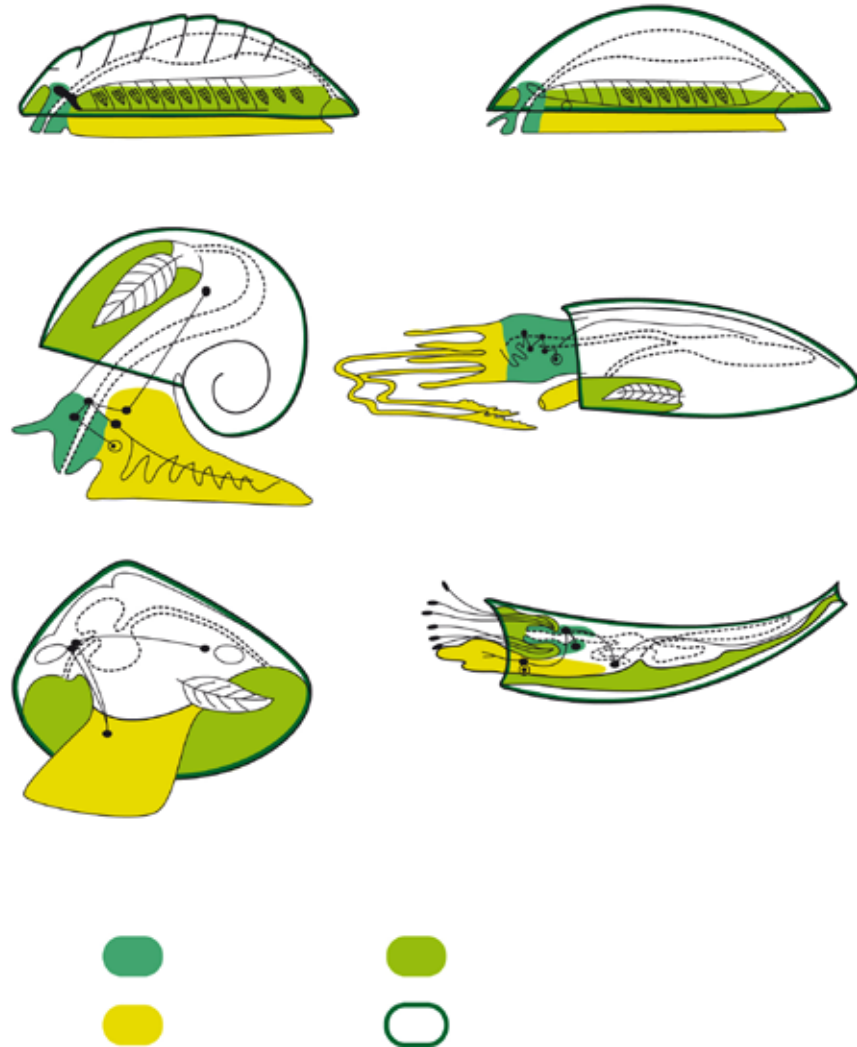


Fig.Mo.2.36. Les différents groupes de Mollusques

La figure ci-dessus reprend, pour chacun des groupes de Mollusques, l'organisation du corps et la position de la tête, du pied, de la cavité palléale et du manteau. La structure des Mollusques adultes s'est étonnamment diversifiée, adaptée à des modes de vie et des habitats différents.

Les biologistes ont posé l'hypothèse de la parenté entre les Mollusques et les Annélides en s'appuyant sur quelques points communs aux deux groupes :

- la segmentation spirale de l'œuf,
- les larves Trochophores fort semblables dans les deux groupes.

Selon les données moléculaires, les Mollusques seraient liés par un ancêtre commun avec les annélides, et de cet ancêtre commun auraient émergé deux groupes: les aculifères et les conchifères.

Si les Annélides ont inventé la métamérisation, les Mollusques n'en montrent que peu de trace (à part *Neopilina*). La modification précoce des axes de développement arrête la prolifération de métamères.

EXERCICE

Dessinez l'arbre phylogénétique proposé à partir des données moléculaires.

Le cas de *Neopilina* (Monoplacophore) : chez ce Mollusque «primitif», comme chez les autres, aucune métamérisation grossière n'est apparente (coquille simple, pied non segmenté). Par contre, à l'examen interne, il montre une répétition de divers organes qui peut faire penser à des vestiges de métamérisation : 2 paires d'oreillettes cardiaques, 2 paires de gonades, 8 paires de muscles rétracteurs du pied, 5 paires de branchies, 6 paires de néphridies. La position systématique de *Neopilina* reste indéterminée

■ TP Mollusques (4 h)

OBJECTIFS :

1. Mise en relation des coupes avec les fonctions des organes, structures et la morphologie des individus complets
2. Identification des critères morphologiques caractérisant l'embranchement
3. Mise en évidence des adaptations morphologiques/anatomiques au milieu de vie

INTRODUCTION :

Les Mollusques, quelques 110.000 espèces recensées, sont des Métaozoaires triploblastiques, protostomiens, coelomates. Ils sont dioïques ou hermaphrodites.

Le développement de l'embryon est caractérisé par la segmentation spirale et des larves de type trochophore ou un développement direct.

Au cours du développement, on observe des modifications de la symétrie – fondamentalement bilatérale – et de l'axe principal : prédominance progressive d'un axe secondaire dorso-ventral sur l'axe primaire antéro-postérieur, ce qui entraîne :

- la formation d'un nombre réduit de coelomes, avec oligométrie ou même monométrie ;
- la différenciation de trois zones superposées : le pied, la masse viscérale et le manteau, qui sécrète une coquille.

1. Dissections de la moule et du buccin avec préparation préalable à l'aide du Powerpoint

Une préparation à la dissection est nécessaire avant son exécution. Vous trouverez les dispositifs dans les documents disponibles sur la plateforme des cours de l'UCL.

1.1. Dissection de la Moule :

Ce Mollusque lamellibranche marin fait l'objet de culture et est commercialisé pendant une grande partie de l'année dans notre région.

a. Examen de la coquille

Le corps de la Moule, *Mytilus edulis*, est contenu dans une **coquille** formée de deux **valves latérales**. La **charnière** qui les réunit définit le bord **dorsal**. L'extrémité arrondie est la partie **postérieure**. La **face externe** est noire ; c'est le **péριοstracum** formé de conchioline. On y observe des **stries de croissance**. La **face interne** des valves est recouverte de **nacre**, la Moule est un CONCHIFERE. Cette nacre est sécrétée par toute la surface externe du manteau. Identifiez les **régions ventrale** et **antérieure** de l'animal.

La face interne porte différentes **empreintes** : la **ligne palléale**, trace du bord du manteau, et des **empreintes musculaires**, les deux principales correspondant aux deux **muscles adducteurs des valves**, l'antérieur, petit, et le postérieur, plus grand.





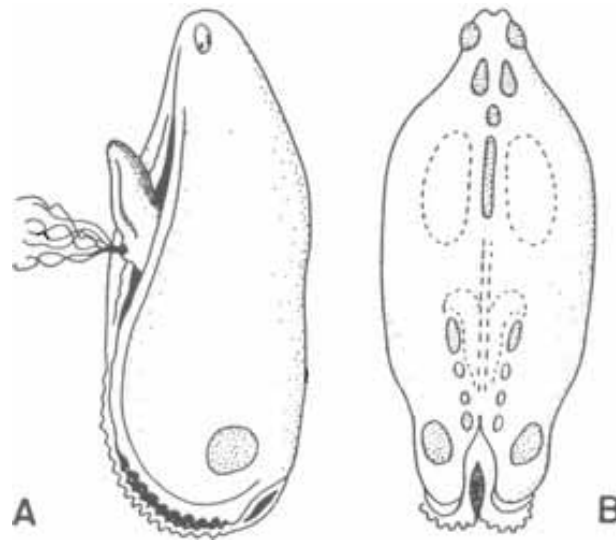
b. Examen de l'animal sans coquille

Le **manteau** est formé de deux **lobes** qui enveloppent complètement le corps. Une soudure isole une ouverture postérieure dorsale, le **siphon exhalant**. Un renforcement frangé borde une ouverture voisine, le **siphon inhalant**, qui est ventral par rapport à l'autre. Au bord dorsal médian, une région plus mince et plus transparente correspond à la **région cardiaque**.

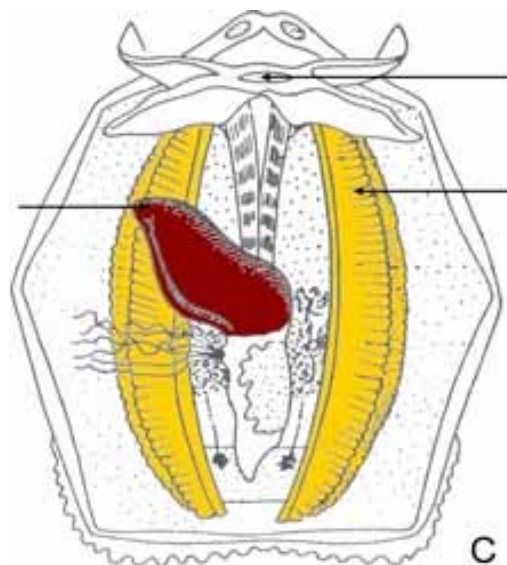
En écartant les lobes du manteau, on ouvre la **cavité palléale**. On y observe, sur le plan médian, le **pied** et la **masse viscérale**, encadrés à droite et à gauche des deux paires de **branchies** filamenteuses. Le **pied** est allongé, souvent brun foncé. La masse viscérale porte, en arrière du point d'attache du pied, une touffe de filaments, le **byssus**, sécrétés par la **glande du byssus**. La partie proéminente qui la suit est la « **bosse de Polichinelle** ».

Dans la région antérieure, deux paires de longs **palpes labiaux** entourent la **bouche**, juste derrière le **muscle adducteur antérieur de la coquille**. A la surface de la masse viscérale, sous les téguments, les deux bandes longitudinales unissant la région antérieure au pied correspondent aux deux **muscles rétracteurs antérieurs du pied**.

Dans le sillon palléal, entre la ligne d'attache des branchies et la masse viscérale, on distingue, par transparence, les **néphridies** pigmentées, vertes ou brun foncé. On observe également deux petites protubérances, les **papilles génitales**.



- Légendez les différents organes/structures observés lors de la dissection. Notez leurs fonctions et origine embryonnaire.



1.2. Dissection du Buccin

Buccinum undatum est un GASTÉROPODE marin.

La **COQUILLE** s'enroule en hélice droite autour de l'axe columellaire : on dit que la coquille est dextre. La surface générale et l'ouverture portent diverses ornementsations, dont des stries de croissance et le canal siphonal. Chez l'adulte, on distingue jusqu'à sept tours de spire de taille croissante. Au sommet de la spire, on distingue la partie la plus ancienne, et à la base, son bord externe ou labre et son bord interne ou columellaire.

Le **CORPS** de l'animal comporte le pied, surmonté de la masse viscérale, qui se prolonge à l'avant par la tête et forme, à l'arrière, le tortillon. Le **pied** peut s'allonger et se contracter très fort. L'épithélium de la région dorsale postérieure sécrète un **opercule** discoïde, chitineux, imprégné de calcaire ; il montre des stries de croissance très nettes, indiquant son adaptation progressive à l'ouverture de la coquille : il obture celle-ci lorsque l'animal rentre dans sa coquille. La **tête** en extension porte antérieurement une paire de **tentacules** très contractiles mais non invaginables. À la base de chacun d'eux, une petite protubérance latérale porte un **oeil** pigmenté. Une fente médiane verticale, sur le **mufle**, indique la région de la **bouche**. Celle-ci se trouve au bout d'un **proboscis** rétracté dans une invagination tégumentaire. On peut l'observer en opérant une incision longitudinale dorsale de la tête. On prélèvera, par la même occasion, la **radula** qu'il contient, pour l'examiner à la loupe binoculaire : il s'agit d'une radula rachiglosse.

Le reste de la masse viscérale est recouvert par le **manteau**. Celui-ci ménage, dans la région dorsale antérieure, une **cavité palléale**, limitée à l'avant, près de la tête, par un bord épaissi se prolongeant par un **siphon** sur le côté gauche. Ce siphon palléal caractérise les Gastéropodes carnivores. C'est un siphon inhalant.

Le plancher de la cavité palléale porte différentes structures que l'on discerne déjà par transparence. Pour les examiner avec plus de précision, on sectionne le manteau au bord droit de la cavité et on rabat le plan libéré sur la gauche.

Les structures strictement palléales sont :

- l'**osphradium**, un organe sensoriel de teinte brun foncé, situé directement dans le prolongement du siphon
- une **branchie**, correspondant à la branchie droite déportée sur le côté gauche du corps par la torsion du complexe palléo-viscéral qui entraîne, par ailleurs, la régression complète de la branchie gauche
- une **glande muqueuse** allongée entre la branchie et le rectum : sa sécrétion serait protectrice et défensive

Les autres structures facilement observables dans cette cavité palléale sont :

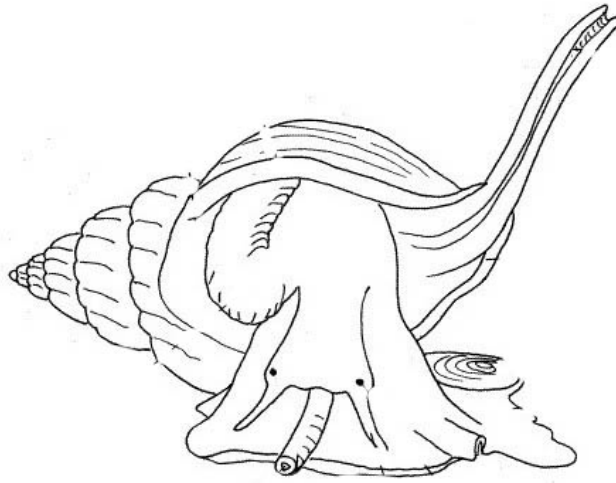
- le **rectum**, dont il vient d'être question, aboutissant à l'anus
- l'**orifice génital**, chez le mâle, se situe à l'extrémité d'un pénis volumineux replié en arrière

Les structures superficielles de la **masse viscérale** s'identifient déjà à travers le manteau. Juste derrière la cavité palléale, on distingue, de gauche à droite :

- le **péricarde**, avec le **cœur** composé d'une oreillette et d'un ventricule,
- le **rein droit**, sac à paroi transparente,
- la masse colorée de la **glande digestive** multilobulaire, et
- le **rectum**

On retrouve la glande digestive dans le tortillon en même temps que le système génital mâle ou femelle (couleur orangée).

Examen externe



Ouverture du manteau :

A vous de schématiser le corps du buccin !

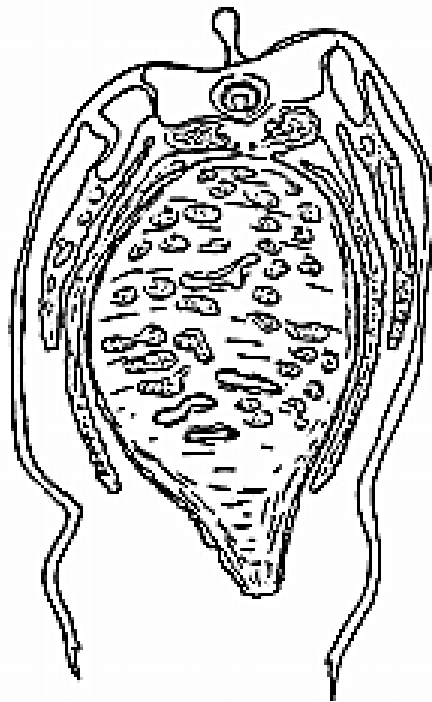
Vous pouvez vous aider des photos du fichier de préparation et le faire chez vous... et donc ne plus avoir qu'à légender et annoter vos observations en salle de TP.

2. Observez les individus suivants et les coupes correspondantes

Pour tous les individus :

- Tracez le niveau de coupe sur le schéma succinct de l'individu entier
- Légendez les éléments cités en gras dans le syllabus de TP, spécifiez leurs fonctions et origine embryonnaire

2.1. Moule, ct (vous avez déjà vu l'individu entier lors de la dissection !)



Dans la coupe transversale de la moule, on observe la **symétrie bilatérale**, qui correspond *grosso modo* à l'axe secondaire de développement ou **axe dorso-ventral**. Le long de cet axe, depuis la face dorsale jusqu'à la face ventrale, on rencontre les structures suivantes :

- le **manteau**
- la paroi de la **cavité péricardique**, contenant le ventricule du **cœur** traversé par le **rectum**. Le **rectum** présente un **typhlosolis** ventral.
- du tissu conjonctif lâche contenant les deux sections des **connectifs nerveux** cérébro-viscéraux et les deux sections des **néphridies**,
- le **nucleus viscéral**, partie ventrale élargie de la masse viscérale, contenant des sections dans le **tube digestif**, les **gonades**, et des **faisceaux musculaires**.

De part et d'autre de ces structures, on reconnaît les sections dans les deux paires de grandes **branchies** lamellaires qui s'étendent dans la **cavité palléale**, cavité limitée par l'extension ventrale des deux **lobes du manteau**.

Le **manteau** est relativement mince et est limité par un épithélium simple.

2.2. Chiton

- Schéma général du Chiton :

Un premier examen externe d'un Chiton permet d'observer un certain nombre des caractéristiques fondamentales des MOLLUSQUES POLYPLACOPHORES.

Le corps, plat et ovale, présente une **symétrie bilatérale** et un **axe antéro-postérieur**.

Sa face ventrale est constituée par un **pied**, formant une sole de reptation, sa face dorsale, légèrement convexe, par le **manteau**, qui sécrète une **coquille** formée de **huit plaques calcaires**.

La **masse viscérale**, peu visible à l'examen externe, est comprise entre ces deux structures.

Un sillon, entre les bords épaissis du manteau et le pied, appelé **sillon palléal**, contient latéralement les **branchies** et, à l'avant, la **tête** sans tentacules, avec un muflle portant la **bouche**.

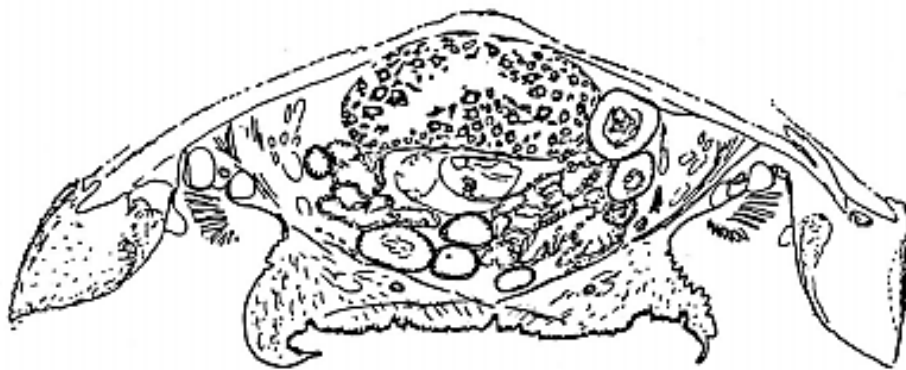
On y trouve également un certain nombre d'orifices, dont le plus grand, **l'anus**, est situé à l'arrière dans le plan de symétrie.

Faites ici un schéma général du Chiton

- Coupe transversale du Chiton :

Observez, légendez et indiquez les fonctions et origines embryonnaires des structures décrites ci-dessous.

Dessinez la plaque calcaire dissoute lors de la préparation.



En face ventrale, on retrouve le **pied**. C'est une masse musculeuse importante dans laquelle on voit deux sections ovales dans les **cordons nerveux pédieux**.

Le **manteau** constitue presque tout le reste de la couverture du corps. Il s'étend sur la face dorsale. Notez que les plaques calcaires ont été dissoutes par les traitements histologiques. Il forme latéralement, à droite et à gauche, les lobes épaissis de la **zone** qui portait des écailles.

Le **sillon palléal** se retrouve à droite et à gauche, opérant la jonction entre pied et manteau. Il contient des coupes de **branchies**, des **vaisseaux** qui les irriguent et des **cordons nerveux palléo-viscéraux**.

La **masse viscérale**, comprise entre le manteau et le pied comporte :

- en position médio-ventrale, des *structures digestives*, il s'agit de plusieurs sections dans le **tube digestif** et la **glande digestive**,
- en positions latérales symétriques, des *structures excrétrices*, il s'agit de sections dans les **néphridies**,
- en position dorsale, une grosse **gonade** impaire. La coupe traverse un ovaire contenant des ovocytes en croissance.

2.3. Sépiole

- Schéma général :

A première vue, le corps de la Seiche ou de la sépiole, se divise en deux régions : une **région céphalique**, tête et tentacules, et une **région abdominale**, plus massive, aplatie dorso-ventralement.

Un examen plus attentif permet d'y retrouver les caractéristiques fondamentales des MOLLUSQUES telles qu'elles se présentent chez les CEPHALOPODES.

La région céphalique comporte un **pied** divisé en appendices préhensiles (tentacules et bras) entourant la bouche. Elle continue par la tête globuleuse, qui constitue la partie antérieure de la **masse viscérale**, le reste de celle-ci étant complètement entouré par le **manteau** et formant ainsi avec lui la région abdominale.

Dans la région céphalique, le **pied** est divisé en appendices péribuccaux : il y a 2 tentacules et 8 bras chez la Seiche. Les bras, courts, trapus, ont leur face interne garnie de ventouses pédonculées. La **tête** est globuleuse et courte. Elle porte deux **yeux** globuleux latéraux. La **bouche** s'ouvre entre les **bras**. Elle est entourée d'une lèvre circulaire et garnie d'un bec corné pas toujours visible sur les individus de nos bords.

La région abdominale est complètement entourée par le **manteau**, qui forme un vaste sac autour de la **masse viscérale bordée** par une **nageoire**. La face dorsale, légèrement bombée, contient une coquille interne, sous-cutanée, le sésion ou « os de Seiche ».

La face ventrale révèle une large fente antérieure transversale, où s'insère un **siphon** rattaché à la partie dorsale, et dont la base postérieure élargie ferme la **fente palléale**, ménagée entre la face ventrale du manteau et la masse viscérale abdominale.

Faites un schéma de l'individu entier de sépiole (ou de seiche) et légendez-le à l'aide des notes.

- Coupe histologique :

La coupe sagittale de *Sepiola atlantica* passe par le plan de **symétrie bilatérale** de l'animal.

Le long de l'axe longitudinal, on retrouve les structures caractéristiques de la Classe : un **pied** divisé en **bras**, puis une **masse viscérale**, qui comprend une **tête** bien développée surmontée par la masse viscérale abdominale. Celle-ci est enveloppée par le **manteau** musculueux qui ménage, à la face ventrale, la **cavité palléale**. Cette dernière est en contact avec le milieu extérieur par la fente palléale qui referme le **siphon**, une annexe du manteau se rattachant au bord postérieur ventral de la tête.

Lorsqu'on a identifié ces structures, on a, par le fait même, orienté la coupe. On passe alors à l'étude plus détaillée de l'anatomie. Si vous n'y arrivez pas, reportez-vous à l'individu entier pour essayer de comprendre la coupe ! Notez dès à présent les différentes parties de l'animal : pied – tête – masse abdominale. Cela vous aidera pour la suite.

Entre les bases des sections des bras se trouve le **bulbe buccal**, avec l'ouverture de la **bouche** entre les bords de la **lèvre**. Il subsiste parfois quelques traces de la **radula**.

Le reste de la tête est représenté par différentes structures que nous ne détaillerons pas, excepté la coupe dans le cerveau, et l'enveloppe cartilagineuse qui le protège. A la face ventrale postérieure de la tête, on trouve la section allongée dans le tube creux du siphon, dont la structure est comparable à celle du reste du manteau.

L'identification des structures de la **masse viscérale** abdominale n'est pas toujours aisée. Les plus facilement reconnaissables sont la glande digestive, la glande du noir et le testicule.

La **glande digestive** (« foie ») se situe juste en arrière du cerveau. Elle présente une structure avec de grandes cellules bourrées de granules de sécrétion ou de particules en voie de digestion. Son extrémité postérieure surplombe la **glande du noir** reconnaissable à l'encre qu'elle contient encore. En arrière de ces deux structures, il y a, en position dorsale, une section triangulaire dans le **testicule**. Le piqueté foncé de son contenu organisé en lobules correspond aux éléments germinaux en voie de différenciation.



Quelles structures voyez-vous sur la coupe, et qui sont invisibles sur l'individu entier que vous avez observé juste avant ?

3. Quels sont les caractères morphologiques et anatomiques communs des individus observés et les différences ? A quoi ces dernières pourraient-elles correspondre ? Développez.

4. Critères caractérisant l'embranchement (caractères dérivés propres) sur base des observations et des données du cours multimédia :