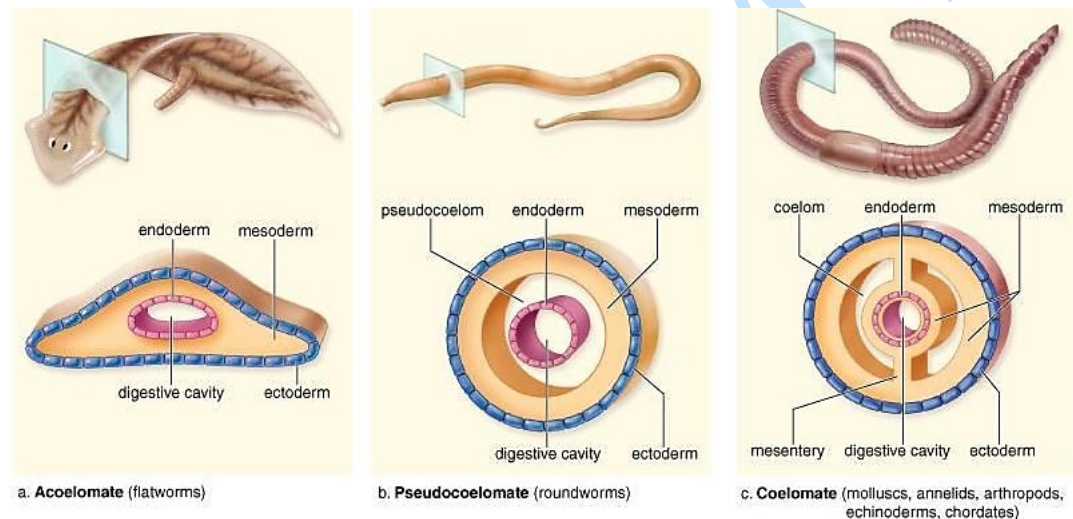


## Sous-règne II : Les Métazoaires Triploblastiques «Tridermiques»

Chez les espèces **Triploblastiques** (à trois feuillet primitifs), un **troisième feuillet** apparaît, le **mésoderme**, ce qui les différencie des **diploblastiques** (à **deux feuillet**). Le **mésoderme** se place **entre l'ectoderme** (qui produira les structures de revêtement et une partie du tissu nerveux) et **l'endoderme** (tissu digestif).

Selon les espèces, les mouvements cellulaires et l'apparition du **mésoderme** peuvent être à **l'origine** ou pas d'une **cavité interne** appelée **cœlome** qui **donnera** naissance à un grand nombre de **tissus internes** (tissu **musculaire**, système **génital**, **excréteur**, **circulatoire**...). Cela permet de **classer** les Animaux **triploblastiques** en : **Cœlomates**, **Acœlomates**, **Pseudocœlomates** ; illustrés dans la figure suivante.



**Figure.** Triploblastiques : Acœlomates, pseudocœlomates et cœlomates

### 1- Acœlomates

Les Animaux triploblastiques qui ont un **corps compact, sans cavité** entre le tube digestif et l'enveloppe interne, sont les « **Acœlomates** » (du grec *a*, « sans » et *koilos* « creux »). Ils n'ont qu'**une seule cavité** : la cavité **digestive**. Les acœlomates possèdent un **mésoderme** formant un **parenchyme** qui vient **remplir tous** les **espaces**. Cette organisation se retrouve chez certains Protostomiens tels les **Vers Plats** (Plathelminthes, Némertes).

### 2- Cœlomates

Contrairement aux acœlomates, les **autres Animaux** triploblastiques ayant une **cavité corporelle** ou **cœlome** sont dits « **Cœlomates** ». La cavité cœlomique est un **espace interne rempli de liquide** qui se trouve **entre la cavité (tube) digestif** et **l'enveloppe corporelle, complètement bordée** par le **mésoderme**. Ce mésoderme se forme de **deux parties soudées** dans le plan médian par un **mésentère** :

- splanchnopleure : tournée vers **l'intérieur**, du côté endodermique.

- somatopleure : tournée vers l'**extérieur**, du côté ectodermique.

Cette cavité corporelle se retrouve chez La **majorité** des **triploblastiques** (**Annélides, Mollusques, Échinodermes, Chordés**). Elle ne **se développe** pas toujours de la même manière, elle diffère **selon l'Animal**. Le **cœlome** procure de nombreux **avantages** aux Animaux qui en sont pourvus.

- Sur le plan **mécanique**, il amplifie l'**efficacité** des **muscles** pariétaux
- Le liquide qu'il contient **facilite la circulation**, est essentiel à l'**homéostasie** (thermique, ionique...) et à l'**élimination** des **déchets**.
- Il permet la **mise en place d'organes**, leur **croissance** et leurs **mouvements indépendamment** du corps de l'Animal (**cœur, tube digestif** par exemple).
- Il assure la **communication** de certains **organes** ou de conduits avec le **milieu extérieur**.

### 3- Pseudocœlomates

Si la **cavité** n'est **pas complètement entourée** de tissus du **mésoderme**, l'Animal est dit « **Pseudocœlomate** ». Les pseudocœlomates possèdent des **organes** situés **dans la cavité viscérale** ou primaire **baignant** dans du liquide, bordée par le **mésoderme** que du **côté externe** et par l'**endoderme** du **côté interne**. Cette organisation se retrouve chez les **Rotifères**, les **Nématodes** et les **Nématomorphes**.

### Acœlomates :

#### Embranchement des Plathelminthes

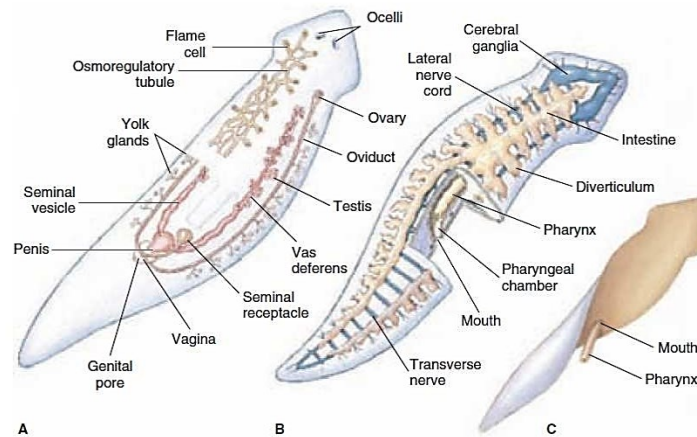


Figure. Quelques Vers Plats

Ou « **Vers Plats** ». Il existe près de 14000 espèces de **Plathelminthes** qui vivent en eau douce, en eau salée ou en terrain humide. Bien que certaines espèces, comme les Douves et les Ténia **parasitent** certains **animaux**, un grand nombre **d'espèces** vivent à l'état **libre**. Leur **corps** est généralement **aplatis**, d'où vient leur nom. **Certaines** espèces sont **microscopiques**, tandis que les **Ténia** peuvent mesurer jusqu'à **20 m**.

Les **Vers Plats** sont **triploblastiques**, leur **mésoderme** permet la formation **d'organes** plus **complexes**, de **systèmes d'organes** et de vrais **muscles**. La structure des Vers Plats est donc plus complexe que celle des Cnidaires et des Cténares. Cependant, le **tube digestif** d'un Ver Plat est une

**cavité gastrovasculaire** munie d'une **seule ouverture**, comme chez les Cnidaires (les **Ténia** ne possèdent **pas de tube digestif** ; ils **absorbent** les nutriments **par la couche externe** de leur corps).



**Figure.** Organisation générale d'un Ver Plat : (A) Appareil reproducteur, (B) Appareils nerveux et digestif



**Figure.** A gauche une Douve (Classe des Trématodes) ; à droite un Ténia (Classe des Cestodes)

## Pseudocœlomates :

### 1- Embranchement des Némathelminthes



**Figure.** Vers ronds

« **Nématodes** » ou encore « **Vers Ronds** » (du grec *nematos*, « fil ») sont trouvés dans plupart des **habitats aquatiques**, dans les sols humides, dans les tissus humides des Végétaux et des Animaux. Ils ont un mode de vie **libre** ou **parasite** d'animaux ou de plantes, parfois parasites seulement à un moment du cycle de développement. La taille des Nématodes varie de moins de 1 mm à plus de 1 m.

Les Némathelminthes **partagent** plusieurs **caractéristiques** avec les **Vers Plats** : **triploblastes**, **l'absence d'appendices**, la **céphalisation**, la colonisation **d'habitats variés**,

l'absence de système respiratoire et circulatoire. Cependant, il possède plusieurs traits uniques et importants : un pseudocelome, une cavité complexe, un système digestif complet non ramifié et des cellules de rénette.

Le corps cylindrique des Nématelminthes n'est pas segmenté. Il a une extrémité postérieure en pointe effilée (anus) et extrémité antérieure ronde (tête). Les Vers Ronds sont revêtus d'un exosquelette résistant appelé cuticule. Au cours de leur développement, s'extirpent régulièrement de leur vieille cuticule et en secrètent une autre plus grande.

Les Nématodes possèdent un tube digestif complet, mais pas de système cardiovasculaire. Ils ne possèdent que des muscles longitudinaux. Le tube digestif droit forme l'axe du corps cylindrique. Pour la première fois, dans l'histoire des Animaux, il apparaît un tube digestif à deux orifices distincts, différencié en un œsophage, un intestin et un rectum. La progression des aliments dans le tube digestif reste partiellement dépendante des contractions de la paroi du corps.

Le liquide qui circule dans le pseudocelome des Nématodes apporte des nutriments à toutes les cellules du corps et y flottent les organes génitaux mâles ou femelles.

De point de vue cytologique, les Nématodes présentent deux traits singuliers tout à fait exceptionnels dans l'ensemble du règne Animal :

- Absence totale de cellules ciliées ou flagellées même les spermatozoïdes se déplacent à l'aide de mouvements amiboïdes.
- Le nombre constant, et particulier à chaque espèce, des cellules de chaque organe. La croissance de l'animal se fait par augmentation de la taille des cellules.

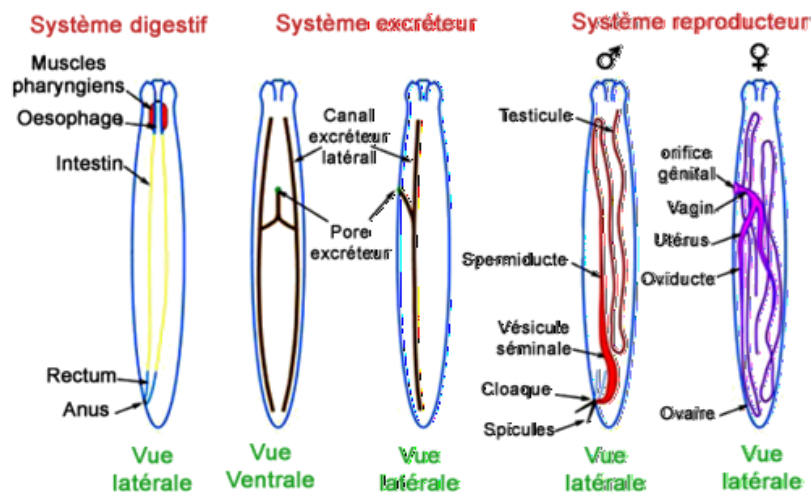


Figure. Anatomie d'un Ver Rond

Les Vers Ronds se reproduisent généralement par voie sexuée. Les sexes sont séparés dans la plupart des espèces, et la femelle est habituellement plus grande que le mâle. La fécondation s'effectue à l'intérieur de l'animal. Une femelle peut pondre plus de 100000 œufs fécondés par jours. Les zygotes de la majorité des espèces peuvent survivre dans des conditions difficiles.

## 2- Embranchement des Rotifères

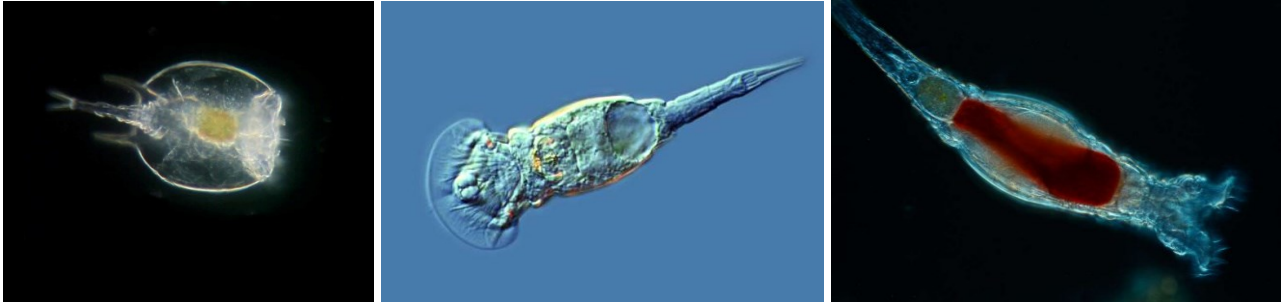


Figure. Quelques Rotifères

On dénombre près de 1800 espèces de Rotifères. Ces derniers sont de **minuscules Animaux** d'eau douce principalement, bien que certains vivent dans la mer ou dans les sols humides. Ils mesurent entre **0.05 mm et 2.0 mm** et sont donc **plus petit** que **certaines Protozoaires**. Malgré leur taille, ils **présentent** une **organisation multicellulaire véritable** ainsi que d'autres **systèmes spécialisés**. Contrairement aux Cnidaires et aux Vers plats qui possèdent une cavité gastrovasculaire, les **Rotifères** sont munis d'un **système digestif complet**, comprenant une **bouche** et un **anus**. Les **organes internes** se trouvent à l'**intérieur** du **pseudocœlome**. Le **liquide** du **pseudocœlome** sert de milieu de **diffusion des nutriments** et des **déchets** tannant lieu de système circulatoire, car les **mouvements** de l'organisme **répartissent** le **liquide** à l'intérieur de la cavité.

Le terme **Rotifère** (du latin *rota*, « roue »), fait référence à la **couronne** de **cils** qui **entoure** la **bouche** et qui y fait **entrer l'eau** dans un mouvement de **tourbillon**. A l'intérieur de la bouche, dans le **Pharynx**, se trouve un **appareil masticateur** constitué de **sept pièces dures** et **mobiles** servant à **broyer** la nourriture, des **microorganismes** en suspension dans l'eau **essentiellement**.

Les Rotifères ont un mode de **reproduction** plutôt **étrange**. Certaines **espèces** ne comptent que des **femelles** qui **donnent naissance** à d'autres **femelles** à partir d'**œufs non fécondés**. Ce type de reproduction s'appelle « **parthénogénèse** ». **D'autres** espèces produisent **deux types d'œufs** qui se développent par parthénogénèse : le **premier** type donne des **femelles**, tandis que le **second** produit des **mâles dégénérés** incapables de se nourrir. Cependant, ces mâles **produisent** des **spermatozoïdes** qui **fécondent** les **ovules** des femelles.

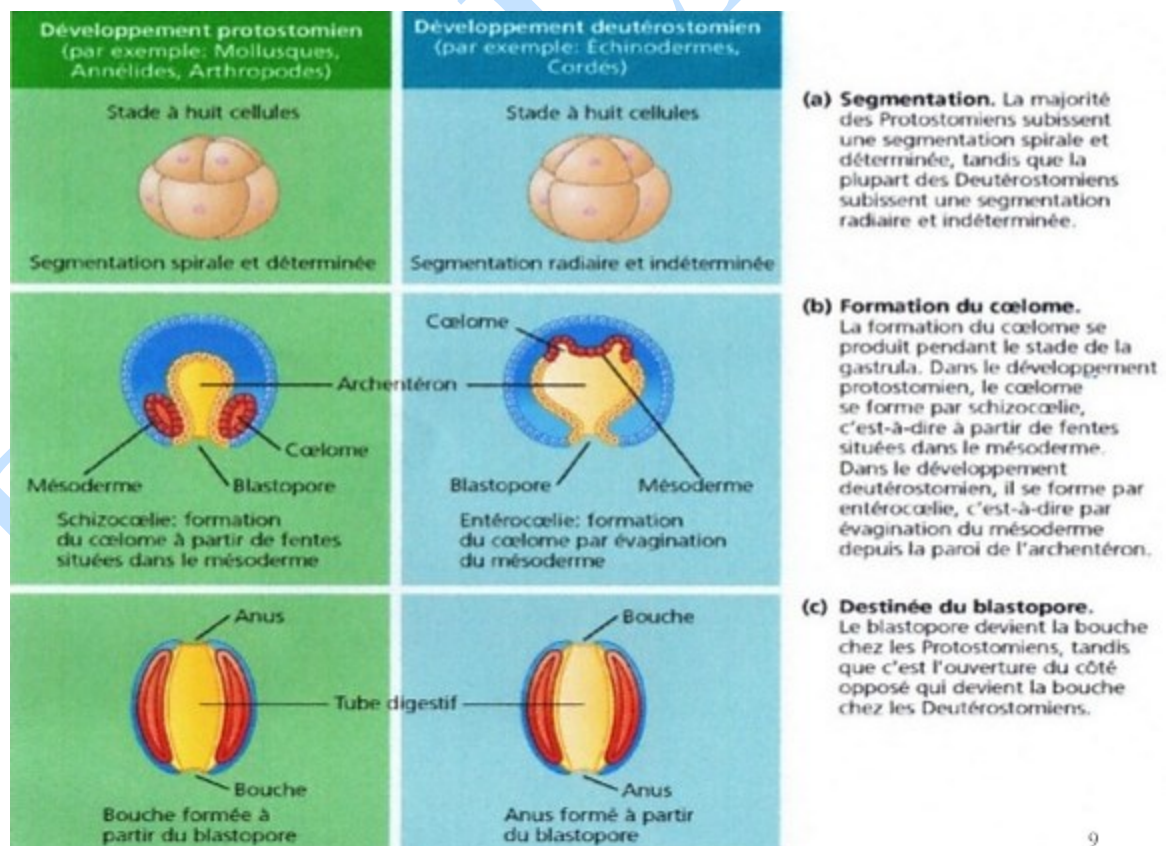
## Cœlomates :

### *Protostomiens/Deutérostomiens ?*

Les « *Protostomia* » et les « *Deuterostomia* » forment deux grands **Super-embranchements** du Règne Animal regroupant **différents Organismes Cœlomates**. La caractérisation des deux clades est basée sur des **critères embryologiques**.

Chez les **Protostomes** (du grec *protos*, « premier » et *stóma*, « bouche »), lors de **l'embryogénèse**, après la **phase de gastrulation**, le **blastopore** deviendra la **bouche**, l'**anus** nécessitant le percement d'un **pore secondairement à la mise en place des tissus**. Ce clade regroupe les Lophophoriens, les Annélides, les Mollusques, les Arthropodes et plusieurs autres Embranchements.

Tandis que chez les **Deutérostomes** (du grec, *deuteros*, « second » et *stóma*, « bouche »), la **bouche** se forme **en second** lors de **l'embryogénèse**. En effet, après la phase de gastrulation, le **blastopore** deviendra **l'anus**, la **bouche** nécessitant le percement d'un **pore secondairement à la mise en place des tissus**. Ce clade comprend les Echinodermes, les Cordés, les Vertébrés et quelques autres Embranchements.



**Figure.** Comparaison entre les Protostomiens et les Deutérostomiens

## Cœlomates Protostomiens :

### 1- Embranchement des Lophophoriens



**Figure.** Les Lophophoriens : de gauche à droite : un Bryozoaires, des Phoronidiens et un Brachiopodes

Les données moléculaires indiquent clairement que les **Lophophoriens** font partie des **Protostomiens**. Les **Bryozoaires**, les **Phoronidiens** et les **Brachiopodes** sont groupés sous l'appellation « Lophophoriens » car ils possèdent tous une **structure** nommée « **lophophore** ». Cette structure est un **repli de l'enveloppe corporelle**, en forme **d'anneau** ou de **fer à cheval**, qui porte des **tentacules ciliés** entourant la **bouche** de l'animal. **L'anus** se trouve à **l'extérieur** de la **couronne** de tentacules. Les **cils** de ces Animaux filtreurs créent un **mouvement** qui **entraîne l'eau** vers la **bouche**. Les **tentacules** contribuent alors à **retenir** les particules de **nourriture**. Cependant, d'autres caractéristiques, comme le forme en **U** du **tube digestif** et **l'absence** d'une **tête** distincte, constituent des **adaptations** à un mode de **vie sessile**.

Contrairement aux **Vers Plats**, qui sont **dépourvus** de **cavité corporelle**, et aux **Rotifères**, qui possèdent un **pseudocœlome**, Les **Lophophoriens** sont pourvu d'un **vrai cœlome entièrement tapissé de mésoderme**.

Les **Bryozoaires** (du grec *bruon*, « mousse » et *zôon*, « animal ») sont des animaux qui vivent en **colonies** et **ressemblent** à des **mousses**. Chez la plupart des espèces, la colonie est **enfermée** dans un **exosquelette** dur dont les **pores** permettent aux animaux de **faire sortir** leur **lophophore**. La majeure partie vit dans la mer où ils constituent l'un des groupes des **Animaux sessiles** les plus répandus. Plusieurs espèces sont d'importants **constructeurs de récifs de corail**. Le corps est constitué d'un **tube digestif** en forme de **V**. **L'estomac**, assez grand, est attaché par un **funicule** souvent peu visible à la paroi du cystide. **L'anus** est situé **dorsalement**, à l'extérieur de la couronne tentaculaire. Les Bryozoaires sont **hermaphrodites** et vivipares. **L'œuf fécondé** se **développe** dans une **poche** et **l'embryon** est **expulsé** à l'extérieur. La **larve** dont la vie est limitée à quelques heures, est **munie** de nombreux **cils vibratiles** qui lui permettent de gagner un endroit où elle puisse **se fixer** et **se développer**.

Les ***Phoronidiens*** sont des Animaux **marins** du corps **vermiforme** qui **habitent** dans des **tubes** et dont la taille varie entre 1 mm et 50 cm. **Certains** d'entre eux vivent **ensevelis** sous le **sable** dans un tube de chitine. Ils **sortent** leur **lophophore** par l'**ouverture** du tube et le ramènent dans le tube lorsqu'ils se sentent menacés.

Les ***Brachiopodes*** sont des Animaux **marins** qui **ressemblent** un peu aux **Bivalves** (voir les chapitres suivants), sauf que la position des valves diffère : chez les **Brachiopodes**, une **valve** est **dorsale** et l'autre est **ventrale**, tandis que chez les **Bivalves** les **deux** valves sont **latérales**. Les Brachiopodes **s'attachent** à leur **substrat** par un **pédoncule**. Ils **entrouvrent** leur **coquille** pour **faire circuler l'eau** entre les deux valves et dans le **lophophore**. On a recueilli 30000 **espèces fossiles** datant du Paléozoïque et du Mésozoïque, mais seules 330 espèces connues existent encore de nos jours. Le genre *Lingula*, qui a peu changé en 400 millions d'années, témoigne ce lointain passé.

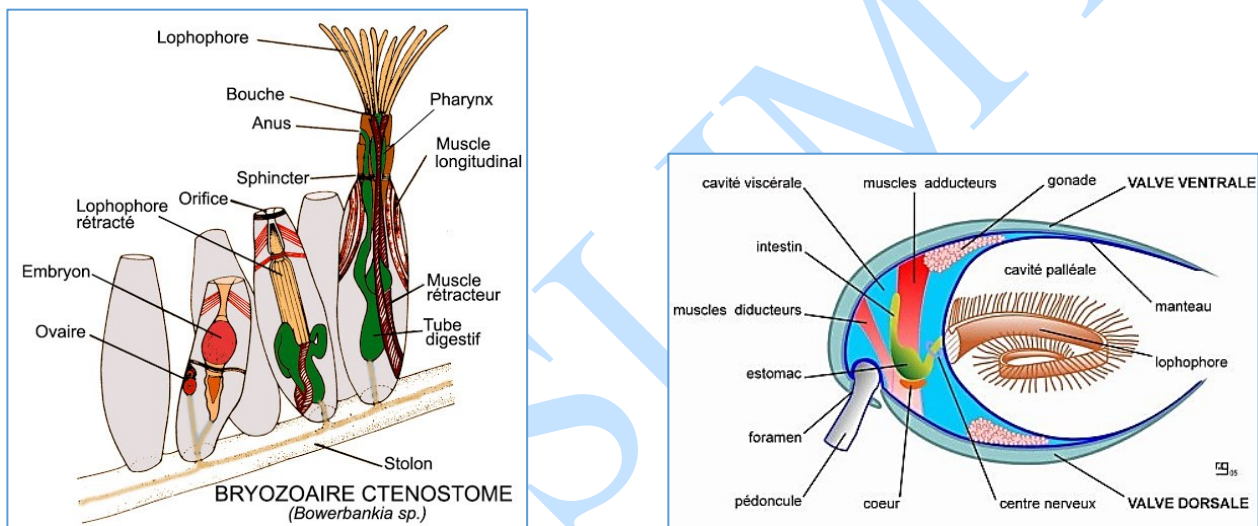


Figure. Anatomie d'un Bryozoaire (à gauche) et d'un Brachiopodes (à droite)

## 2- Embranchement des Annélides



Figure. Annélides, de gauche à droite : Lombric, Néréide, Ver arbre de Noël et Sangsue médicinale

Les **Annélides** sont des **Vers annelés** qui se caractérise par leur **corps segmenté** (« Annélides » vient du latin *anellus* qui signifie « petit anneau »). Cet Embranchement compte près de 15000 espèces dont la **taille** varie de moins de **1 mm** à **3 m**, le plus grand Annélide étant le Lombric Géant de l'Australie (*Megascolides australis*). Les Annélides vivent dans la mer, en eau douce et dans les sols humides.



Deux innovations sont apparues chez les membres de l'embranchement des **Annélides** : le **coelome** et la **segmentation**. Le coelome, outre qu'il sert de **squelette hydraulique** et qu'il permet différents **mouvements**, il fournit l'**espace nécessaire** aux **réserves** et au **développement d'organes** complexes. Il sert aussi d'**amortisseur** aux **structures internes** et fournit l'espace nécessaire pour que les **muscles des organes internes**, comme ceux de l'intestin, puissent fonctionner sans subir la pression sur les muscles constituant l'enveloppe de l'animal.

La segmentation quant à elle, prépare le terrain à la **spécialisation des parties** du corps : les groupes de **segments** se sont peu à peu **modifiés** pour remplir des **fonctions différentes**. Les Annélides ont un corps **segmenté** tant à l'**intérieur** qu'à l'**extérieur**. Certaines structures internes se répètent à chaque anneau. A l'extérieur, chaque **anneau** possède des **paires de soies** permettant au ver de **ramper** et de **s'ancrer** pendant qu'il creuse le sol. Les Vers de terre et les autres Annélides rampent et creusent grâce à des **muscles longitudinaux** et des muscles **circulaires**, qu'ils coordonnent. Ces muscles accomplissent leur travail en appuyant sur le liquide incompressible du coelome qui sert de squelette hydraulique.

### Classification

Les Annélides sont regroupés en 3 classes selon l'**abondance**, la **rareté** ou l'**absence** de **soies** :

- les Polychètes (beaucoup de soies) : la plupart sont marins. Chaque anneau d'un polychète (des mots grec *polus*, « plusieurs » et *khaité*, « soie ») possède **une paire** de structure de locomotion ressemblant à des rames ou à des crêtes et appelé « **parapode** » (mot qui signifie « presque un pied »).

Chaque **parapode** comporte **plusieurs soies** de chitine. Chez un grand nombre de Polychètes, ces parapodes sont très **vascularisés** et **servent de branchie** assurant l'**échange** des gaz **respiratoire** avec l'eau (exemple : la néréide). Les Sabelles (exemple : le Ver arbre de Noël), polychète vivant dans un tube, utilisent leur tentacule plumeux pour effectuer l'échange des gaz respiratoires et pour capter les particules de nourriture en suspension dans l'eau de mer.

- les Oligochètes (peu de soies) : comprend des Ver de terre (exemple le Lombric) et une variété d'espèces aquatiques. Ils sont **dépourvus de parapodes** et portent **quelques soies** qui servent à la **locomotion**.

Le Ver de terre **ingère** de la terre, dont il **extraît** les **nutriments** au fur et à mesure qu'elle passe dans son tube digestif. Les **matières indigestes**, mélangées au mucus sécrété par le tube digestif, **sortent** par l'**anus** sous forme de **déjections**.

- les Achètes (sans soies) ou Hirudinées : **dépourvus de soies** et d'appendices. La majorité des Hirudinées ou Sangsues vivent en eau douce, mais il existe des espèces qui vivent dans la végétation terrestre humide.

Plusieurs d'entre elles se nourrissent de petits invertébrés, tandis que d'autres **parasitent temporairement** les Animaux, dont l'Humain, et se nourrissent de leur sang. L'extrémité antérieure du corps est pourvue d'une **ventouse** formant un **organe de succion**, entourant la **bouche**. Une autre **ventouse ventrale**, servant à la **fixation**, est située à l'extrémité postérieure du corps où s'ouvre dorsalement l'anus. Les Sangsues **sécrètent** des **enzymes** qui **digèrent** et perforent la **peau**. L'hôte ne se rend habituellement compte de rien, car les Sangsues sécrètent en même temps un **anesthésique**. Après incision, les Sangsues sécrètent l'hirudine, un **anticoagulant**, qui empêche la coagulation de sang.

### Organisation générale des Annélides

La présence d'anneaux domine dans cette organisation. L'anatomie en anneau consiste en quelque sorte en une succession d'organes se répétant dans chaque anneau : on dit que le corps est « métamérisé » et chaque anneau est un « métamère ».

### Etude d'un exemple-type : Ver de terre

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.

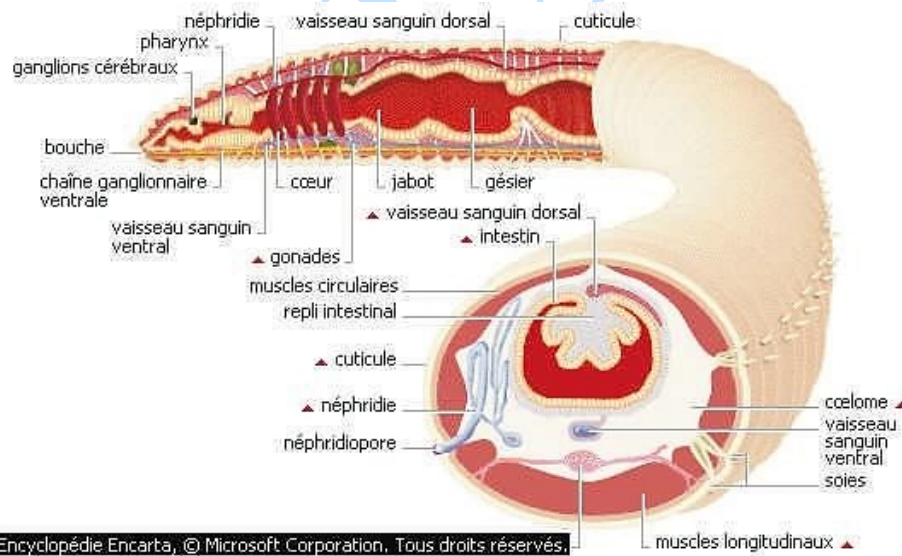


Figure. Anatomie du Ver de terre

Le **cœlome** du *Lombric* est **segmenté** par des **cloisons** (septa) intersegmentaires que traversent toutefois le tube digestif, les nerfs et les vaisseaux sanguins longitudinaux. Le **système digestif** comprend plusieurs parties : le **pharynx**, l'**œsophage**, le **jabot**, le **gésier** et l'**intestin**. Le **système cardiovasculaire** clos est complexe. Il se compose d'un réseau de **vaisseaux** dans lequel **circule l'hémoglobine transporteur d'oxygène**. Dans chaque segment, les vaisseaux dorsal et ventral sont reliés par une paire de vaisseaux latéraux. Les minuscules **vaisseaux** qui abondent à la **surface** de la peau font office d'**organes respiratoires**.

Chaque anneau d'un Ver de terre contient une paire d'**organes tubulaires excréteurs**. Les **néphrostomes filtrent les déchets** des liquides coelomiques. Ils sont **reliés à des métanéphridies** qui se terminent par des pores déversant les déchets métaboliques à l'**extérieur**. Devant le pharynx se trouve une paire de **ganglions cérébraux ressemblant à un cerveau**. De là partent des nerfs qui contournent le pharynx et s'unissent à un ganglion sous-pharyngien. Deux cordons nerveux jumelés partent de ce ganglion et longent la face ventrale du Lombric jusqu'à l'extrémité postérieure.

Les Vers de terre sont des **hermaphrodites** qui pratiquent la **fécondation croisée**. Deux vers s'accouplent et **échangent leurs spermés**, puis ils se séparent. Le **sperme reçu est emmagasiné** temporairement, le temps un manchon de mucus est sécrété autour de chaque ver. Le manchon de **mucus ramasse les ovules** et les **spermés gardés en réserve**. Puis il se **détache** de la tête du ver et **s'enfouit dans le sol**, où l'**embryon se développera**. Certains Vers de terre se **reproduisent** aussi de façon **asexuée**, par **fragmentation** et **régénération**

### 3- Embranchement des Mollusques

L'Embranchement des **Mollusques** compte plus de 150000 espèces connus. Bien que certains Mollusques vivent en **eau douce** et que d'autres vivent sur le **terre ferme**, la plupart se trouvent dans la **mer**. Les Mollusques ont un **corps mou** (du latin *molluscus*, « écorce molle »), mais la **plupart** sont **protégés** par une **coquille** de calcaire. Cependant, au cours de l'évolution, **certaines** Mollusques **ont perdu** une **partie** ou la **totalité** de leurs **coquilles**.

#### Anatomie

Malgré leur apparente diversité, les Mollusques possèdent tous la **même structure**. Leur **corps** se compose de **trois parties** principales : un  **pied musculueux** servant habituellement aux **mouvements**, une **masse viscérale** contenant la plupart des **organes internes** et un **manteau** constitué une épaisse tunique de **tissu recouvrant** la masse viscérale et pouvant sécréter une coquille.

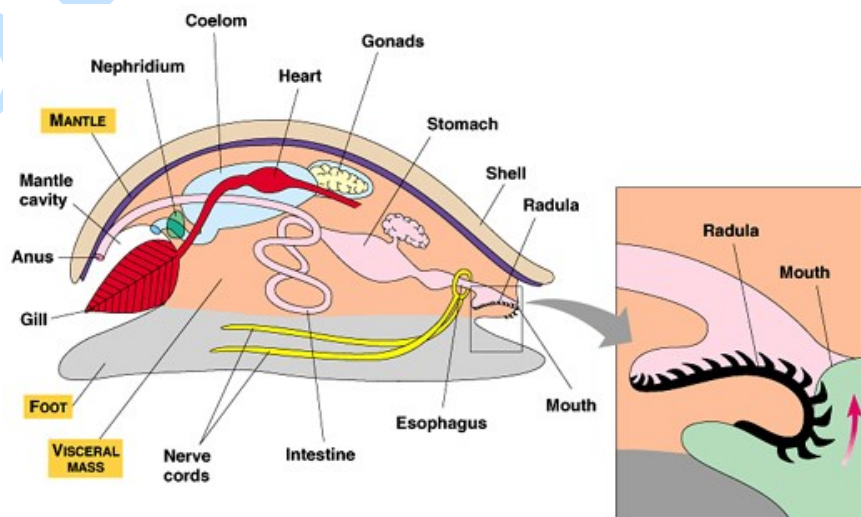


Figure. Plan d'organisation corporelle typique des Mollusques

Le long **tube digestif** est **enroulé** dans la masse viscérale. La plupart des Mollusques ont un **système cardiovasculaire ouvert** comprenant, en position dorsale, un **cœur** qui pompe le liquide (**hémolymphe**) circulant des artères vers des sinus (espaces corporels) ; les sinus se remplissent de l'hémolymphe qui baigne les organes.

Des organes excréteurs appelés **néphridies débarrassent** l'hémolymphe des déchets métaboliques. Les **systèmes nerveux** consistent en un **anneau nerveux** entourant l'œsophage d'où partent des **cordons nerveux**. L'agrandissement de la **région buccale** montre la « **radula** », organe rugueux présent chez de nombreux Mollusques. La radula ressemble à une ceinture de **dents recourbées** vers l'arrière qui sort de la bouche et effectue des mouvements de va-et-vient permettant à l'animal de **gratter** et de **ramener sa nourriture**.

### Reproduction

La **plupart** des Mollusques sont **unisexués** sauf les **Escargots** qui sont **hermaphrodites**. Les **gonades** (les ovaires et les testicules) sont situées dans la **masse viscérale**. Le **cycle reproducteur** d'un grand nombre de Mollusques marins comporte un **stade de larve ciliée** appelée « **trochophore** », caractéristique commune avec certains Annélides marins et certains Lophotrochozoaires.

### Classification

Les Mollusques ont subi plusieurs modifications de leur structure au cours de l'évolution.

#### A- Classe des Polyplacophores



Figure. Quelques espèces de Polyplacophores

Cette classe comprend environ 900 espèces. Les **Polyplacophores** ou **Chitons** sont des Animaux **marins** ovales recouverts d'une **coquille** formée de **huit plaques** dorsales mais le **corps** lui-même n'est **pas segmenté**. On les trouve **accrochés** aux rochers des rivages à marée basse. Ils y se cramponnent grâce à leur  **pied** qui sert de **ventouse** qu'il est difficile de les déloger. Les Chitons utilisent leur **pied** musculueux pour **ramper** lentement à la surface des rochers. A l'aide de leur **radula**, ils **râpent** la surface du **rocher** à la recherche de **morceaux d'Algues**, dont ils se nourrissent

**B- Classe des Gastéropodes**

**Figure.** Gastéropodes : Escargots, Patelle et Limace

C'est la **classe la plus importante** parmi les Gastéropodes, ils comptent plus de 100000 espèces. La **plupart** d'entre eux vivent dans la **mer**, mais **beaucoup** vivent en **eau douce** et d'autres, comme les Escargots et les Limaces, se sont adaptés à la vie sur la **terre ferme**.

Une **coquille** en forme de **spirale** protège la plupart des Gastéropodes et leur sert de refuge en présence de prédateurs. **Certaines** espèces possèdent une **coquille plate**, comme les Patelles, **d'autres** en sont complètement **dépourvues**, comme les Limaces. Chez un grand nombre de Gastéropodes, les **yeux** se trouvent au **bout de tentacules** situés **sur une tête** qui se **distingue** du reste du corps.

Les Gastéropodes avancent grâce au **mouvement ondulatoire** de leur pied allongé. La plupart utilisent leur **radula** pour se **nourrir**. Toutefois, les Gastéropodes **prédateurs** ont une **radula modifiée** qui leur permet de **percer** des trous dans les **coquilles** des autres Mollusques ou de **déchirer** les **tissus** animaux résistants.

**C- Classe des Bivalves**

**Figure :** Bivalves : Palourdes, Huîtres, Moules et Pétoncles

La classe des **Bivalves** ou « Lamellibranches », comprend de nombreuses espèces de Palourdes, d'Huîtres, de Moules et de Pétoncles et compte environ 12000 espèces. La **coquille** des Bivalves se divise en **deux parties reliées** par une **charnière** au milieu du **dos**. Lorsque survient un **danger**, de puissants **muscles** adducteurs **referment** solidement les **deux parties** et protègent le corps mou de l'Animal. Une fois le **danger écarté**, la coquille **s'ouvre**, ce qui permet au Bivalve **d'étirer** son **pied** en forme de hachette pour **creuser** ou **s'ancrer**.

La **plupart** des Bivalves sont des **organismes filtreurs**. Ils **captent** de fines **particules** alimentaires grâce au **mucus** qui tapisse leurs **branchies** et ils utilisent leurs **cils** pour **amener** ces

**particules** vers la **bouche**. Les Bivalves ne possèdent **pas de tête** et ont perdu leur **radula** au cours de l'évolution.

A cause de leur mode de nutrition, les Bivalves mènent une **vie** plutôt **sédentaire**. Les **Moules** sessiles sécrètent des **fil**s solides qui les **attachent** aux rochers, aux quais, aux bateaux et aux coquilles d'autres Animaux. Les **Palourdes**, quant à elles, se **déplacent** dans le sable ou la vase **en creusant** à l'aide de leur **ped** musculueux, Outre qu'ils creusent le sol, les **Pétoncles** se **déplacent** en faisant **claquer** brusquement les **valves** de leur coquille à la manière de **castagnettes**. Les Pétoncles possèdent aussi un **grand nombre d'yeux** situés le **long** des **deux moitiés** de leurs coquilles.

#### D- Classe des Céphalopodes



**Figure.** Céphalopodes : Pieuvre, Seiche, Calmar et Nautilus

De nos jours, on compte environ 730 espèces de Céphalopodes. Les **Céphalopodes** ont évolué dans le but de se **déplacer rapidement**, adaptation qui **concorde** avec leur **régime carnivore**. Le **ped** des Céphalopodes qui a subi des **modifications** au cours de l'évolution, forme un **ensemble** comprenant le **siphon** (entonnoir) exhalant et une partie des **tentacules** et de la **tête** (« Céphalopodes » vient de *cephalo*, « tête » et *podos*, « pied »)

Les Céphalopodes sont les **seuls Mollusques** à posséder un **système cardiovasculaire clos**. Ils possèdent aussi un **système nerveux** bien **développé** comprenant un **cerveau** complexe. Comme ce sont des prédateurs, les **Céphalopodes** ont une plus grande faculté d'apprentissage et un comportement plus **élaboré** que les **Mollusques sédentaires**.

Les Calmars et les Pieuvres (ou Poulpes) possèdent de puissantes **mâchoires** avec lesquelles ils **mordent** leur proie, qu'ils **immobilisent** ensuite avec un **venin**. La **bouche** se trouve au **centre** de plusieurs longs **tentacules**. Un **manteau** recouvre la **masse viscérale**. Mais en générale la **coquille** est **réduite** et **interne** (Calmars), ou complètement **absente** (majorité des Pieuvres). Les **Nautilus** sont les seuls Céphalopodes actuels à posséder une **coquille**.

Le **Calmar** possède une **mâchoire** en forme de bec et des **yeux** bien **développés**. C'est un **carnivore** qui **nage** rapidement et se **déplace** de façon saccadée, habituellement **vers l'arrière**. Pour se faire, il remplit sa **cavité palléale** d'eau, qu'il expulse ensuite avec force à l'avant par un **siphon exhalant**. Il se dirige en se pointant de dernier dans la direction contraire au déplacement.

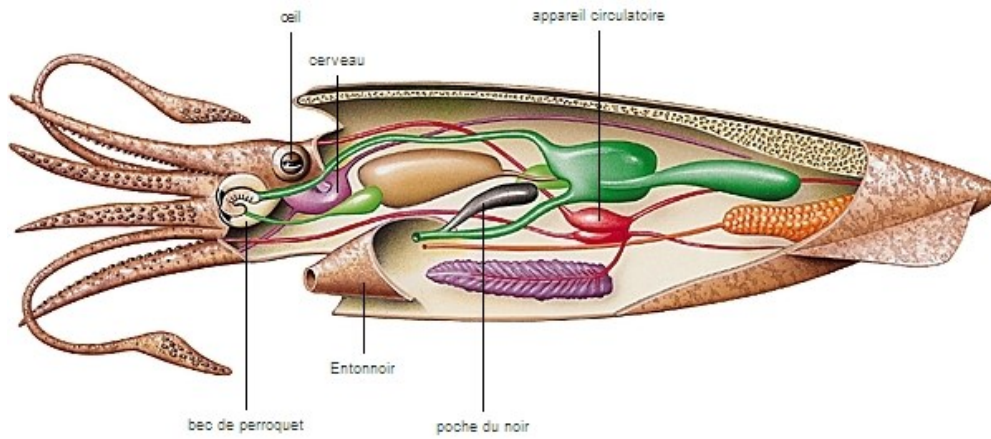


Figure. Anatomie du Calmar

Les **Pieuvres** figurent parmi les **Invertébrés** les plus **intelligents**. Au lieu de nager comme les Calmars, les Pieuvres **restent** au **fond** de la mer, ou elles **rasent** le **sol** rapidement à la recherche de crabes et d'autres proies.

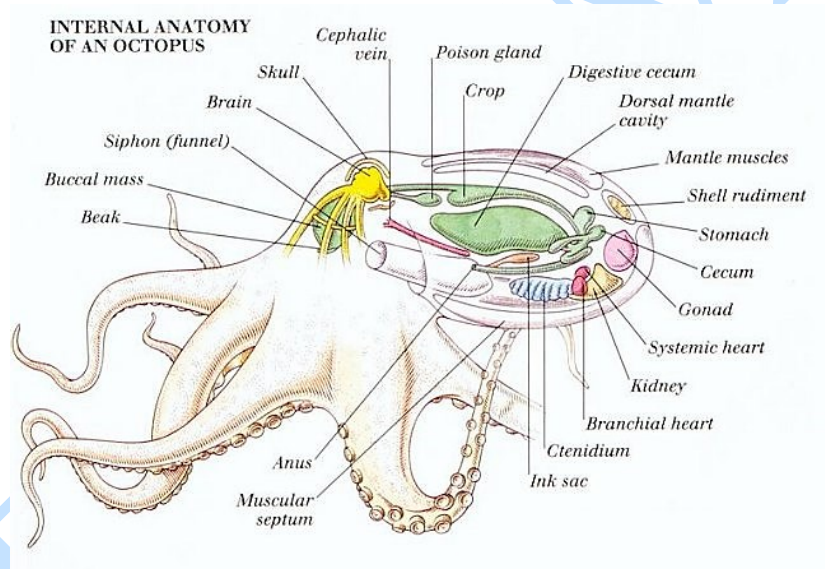


Figure. Anatomie de la Pieuvre

Les Pieuvres et les Calmars possèdent également des **organes sensoriels** évolués.

#### 4- Embranchement des Arthropodes

On croit que la population mondiale d'Arthropodes s'élève environ à un milliard de milliards ( $10^{18}$ ) d'individus. On a décrit jusqu'à ce jour près d'un **million d'espèces** d'**Arthropodes**, la **plupart** étant des **Insectes**. En fait, les **deux tiers** des **organismes connus** appartiennent aux **Arthropodes**, dont on rencontre les membres dans **presque tous les habitats** de la biosphère. Les Arthropodes sont les plus diversifiés, les plus répandus et les plus nombreux des Animaux

## Caractéristiques générales des Arthropodes

Les **Arthropodes** sont des **cœlomates Protostomiens Segmentés** qui se protègent au moyen d'un **exosquelette** et se meuvent grâce à des **appendices articulés**. C'est grâce à leur segmentation, à leur squelette rigide et à leurs appendices articulés que les Arthropodes sont si **diversifiés** et si **abondants**. Le terme *Arthropoda* signifie « pied articulé ».

Chez les Arthropodes, des groupes de **segments** et leurs **appendices** se sont **spécialisés**. Cette flexibilité a donné lieu à une structure corporelle efficace permettant la **répartition** des **tâches** entre les différentes **régions** du corps. Ainsi, les divers **appendices** servent à la **marche**, à la **quête** de nourriture, à la **perception** sensorielle, à la **copulation** et à la **défense**.

### - Anatomie externe

Le corps des **Arthropodes** est complètement **recouvert** d'une **cuticule** ou **exosquelette** (squelette externe) composé de **couches** de **protéines** et de **chitine**. La cuticule peut être **solide** et **épaisse** comme une armure à **certaines endroits sensibles** du corps ou **flexible** et **mince** comme du papier, à **d'autres endroits** comme les **articulations**. L'exosquelette **protège** l'Animal et fournit des points **d'attache** aux **muscles** qui permettent de **bouger** les **appendices**. La **croissance** des Arthropodes **exige** qu'ils se **débarrassent** de leur **exosquelette** et en **sécrétant** un **nouveau**, plus grand. Ce **phénomène** porte le nom de « **mue** ».

Les Arthropodes **captent** les **stimuli** émis par leur environnement **grâce** à des **organes sensoriels** développés, entre autres les **yeux**, les **récepteurs olfactifs** et les **antennes** pour toucher et sentir. De plus, la **céphalisation** est importante, les organes sensoriels se trouvant à l'extrémité antérieure de l'Animal.

### - Anatomie interne

Les Arthropodes possèdent un **système cardiovasculaire ouvert** dans lequel un **cœur propulse** un liquide appelé « **hémolymphe** » (le terme *sang* ne s'emploie que pour désigner un liquide contenu dans un **système cardiovasculaire clos**). L'**hémolymphe** **quitte** le **cœur** par de petites **artères** qui l'amènent **jusqu'à** des espaces, appelés « **sinus** », qui **entourent** les **tissus** et les **organes**. Elle **retourne** ensuite dans le cœur par des **pores** habituellement munis de valves. L'**ensemble** des **sinus** s'appelle « **hémocœle** » et ne fait pas partie du cœlome. Chez la **plupart** des **Arthropodes**, le **cœlome** de l'embryon **régresse** graduellement **au profit** de l'**hémocœle**, qui devient la **cavité corporelle principale** de l'Animal **adulte**.

Les Arthropodes possèdent une grande variété **d'organes spécialisés** dans les **échanges gazeux**. Ces organes permettent la **diffusion** des **gaz respiratoires**, **malgré** la présence de l'**exosquelette**. La



**majorité** des Insectes possèdent un **système de trachées**, c'est-à-dire des **conduites** qui **amènent** l'air à l'**intérieur**, grâce aux **pores** que contient la cuticule.

### Classification des Arthropodes

La systématique moléculaire s'ajoute à l'étude des fossiles et à l'anatomie comparée pour classer les Arthropodes. Ces derniers ont divergé tôt dans leur histoire en **quatre grandes lignées** : les **Trilobites** (Animaux disparus), les **Chélicérates** (Limules, Scorpions, Tiques, Araignées, Euryptérides disparus), Les **Uniramiens** (Centipèdes, Millipèdes, Insectes) et les **Crustacés** (Crabes, Homards, Crevettes, Balanes, etc.). Les Chélicérates, les Insectes, les Millipèdes et les Centipèdes sont arrivés sur la terre ferme après les Végétaux, à la fin du Silurien et au début du Dévonien.

**Tableau.** Principales classes d'Arthropodes

<i>Classe et Exemples</i>	<i>Caractéristiques Principales</i>
Arachnides (Araignées, Scorpions, Tiques, Mites)	Tronc constitué d'une ou deux parties. Six paires d'appendices (chélicères, pédipalpes et quatre paires de pattes locomotrices). Surtout terrestres
Diplopodes (Millipèdes)	Tête distincte des autres parties du corps, munie d'antenne et d'un appareil buccal masticateur. Corps segmenté avec deux paires de pattes locomotrices par segment. Terrestres, herbivores
Chilopodes (Centipèdes)	Tête distincte des autres parties du corps et possédant deux grandes antennes ainsi que trois paires de pièces buccales. Les appendices du premier segment sont des crochets à venin (les forcipules). Une paire de pattes locomotrices par segment. Terrestres, carnivores
Insectes (Coléoptères, Papillons, Fourmis)	Corps divisé en trois parties : tête, thorax et abdomen. Présence d'antennes. Pièces buccales conçues pour mâcher, sucer et lécher. Généralement, deux paires d'ailes et trois paires de pattes. Surtout terrestres
Crustacés (Crabes, Homards, Crevettes, Ecrevisses)	Corps divisé en deux ou trois parties. Présence d'antennes. Pièces buccales conçues pour la mastication. Plus de trois paires de pattes. Principalement marins

### Clade 1 : Les Trilobites



**Figure.** Trilobites fossilisés

Les **Trilobites** figurent parmi les **premiers Arthropodes**. Ils ont habité les **mers peu profondes** pendant toute l'ère Paléozoïque, mais en disparaissant à la fin de cette ère, il y a environ 250 millions d'années. Ils présentaient une **segmentation** et leurs **appendices** se **ressemblaient** beaucoup d'un **segment à l'autre**. Au cours de l'évolution les **segments** ont **fusionné** et sont devenus **moins nombreux** et les **appendices** se sont **spécialisés** dans diverses fonctions.

**Clade 2 : Les Chélicérates**

**Figure.** Chélicérates : Limules, Scorpions, les Araignées, les Tique et les Mites.

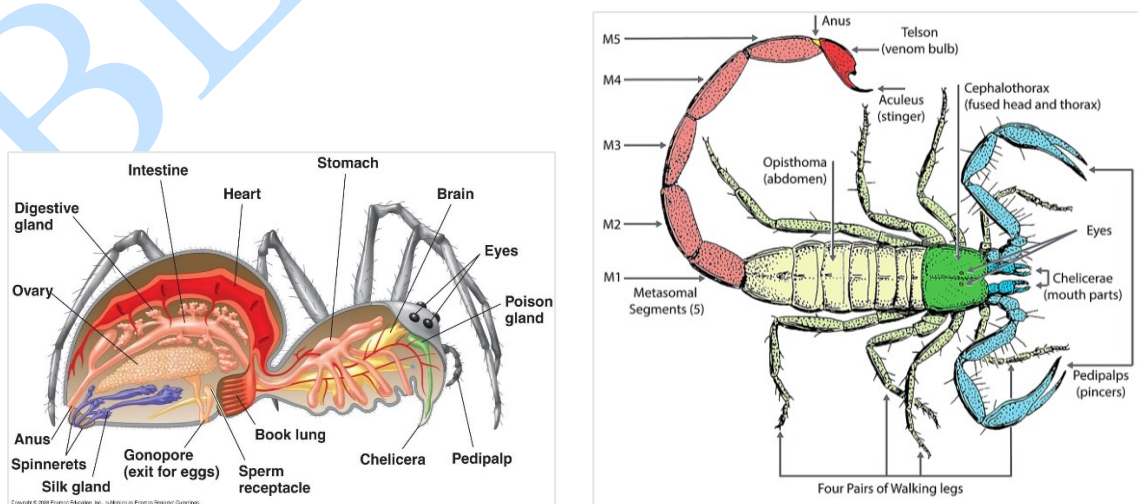
**Ecologie**

La majeure partie des Chélicérates qui vivent sur la terre ferme sont classés parmi les Arachnides, auxquels appartiennent les Scorpions, les Araignées, les Tique et les Mites. La plupart des Chélicérates sont marines ont disparu. Quatre espèces marines, notamment la Limule, ont survécu jusqu'aujourd'hui. Presque toutes les Tiques sont des parasites qui se nourrissent du sang des Reptiles, des Oiseaux et de Mammifères. Elles vivent à la surface du corps de ses Animaux. Les Mites parasites vivent à l'intérieur ou à l'extérieur d'une grande variété de Vertébrés et d'Invertébrés, dont certains autres Arthropodes.

**Anatomie**

Les Chélicérates (du grec *khêlê*, « pince » et *keras*, « corne ») possèdent des « chélicères », les appendices en forme de pince qui permettent à l'animal de s'alimenter. Le corps d'un Chélicérate se compose d'un céphalothorax antérieur et d'un abdomen postérieur. Les appendices sont plus spécialisés. Les appendices antérieurs sont devenus les chélicères. Les Chélicérates n'ont pas d'antennes et la plupart d'entre eux possèdent des yeux simples (pourvus d'une seule lentille).

Les Arachnides (Classe parmi les Chélicérates) possèdent un céphalothorax pourvu de six paires d'appendices : une paire de chélicères ; une paire de « pédipalpes » servant à la perception sensorielle et à la préhension de la nourriture ; et quatre paires de pattes locomotrices.



**Figure.** Anatomies de l'Araignée et du Scorpion

**Clade 3 : Les Uniramiens**

**A- Classes des Diplopedes et des Chilopodes**















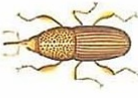


**Figure.** Millipèdes vs. Centipèdes

Les **Millipèdes** (Classe des Diplopedes) **ressemblent à des Vers**. Ils possèdent un **grand nombre de pattes locomotrices** (deux paires par segment). Ils se nourrissent de **matières végétales en décomposition**. Ils comptent probablement parmi les premiers Animaux terrestres : ils vivaient sur les Mousses et les premières Vasculaires.

Les **Centipèdes** (Classe des Chilopodes) sont des **carnivores terrestres**. Certains se nourrissent d’Insectes tels que les Cafards et d’autres petits Invertébrés. Leur **tête** porte une paire d’**antennes** et trois paires de **pièces buccales**. **Chaque segment** possède **une paire de pattes locomotrices**. Les Centipèdes utilisent des **crochets à venin** (forcipules) situés sur le **premier segment** du tronc, juste derrière la tête pour **paralyser** leur proie et pour **se défendre**.

**B- Classe des Insectes**

				
PAPILLON	ABEILLE	COCCINELLE	GENDARME	LIBELLULE
				
MOUCHE	GUEPE	BOURDON	CETOINE	LUCANE
				
MOUSTIQUE	FRELON	DORYPHORE	PUNAISE	CHARANCON

**Figure :** Quelques Insectes

## Ecologie

La **classe** des **Insectes** présente une **diversité** d'espèces plus **grande** que celle de toutes les autres **Classes combinées**. Les insectes vivent dans presque **tous les habitats terrestres**, en eau douce ou dans les airs. Mais ils sont **rares** dans les **mers**, où les Arthropodes les plus nombreux sont les Crustacés. La Classe des Insectes se divise en **vingt-six Ordres** dont quelques-uns sont décrits au tableau suivant.

## Anatomie externe

Le **vol** est sans contredit un **facteur** important du **succès** des Insectes. L'animal qui vole peut **échapper** à ses prédateurs, **s'accoupler** et trouver la **nourriture** et un nouvel habitat plus **rapidement** que celui qui rampe. Les **ailes** des Insectes ne sont **pas des appendices** modifiés, mais des **excroissances** (prolongements) de la **cuticule**. Chez de nombreux Insectes, une ou deux paires **d'ailes** sont **reliées** à la partie dorsale du **thorax**.

Le **corps** des Insectes se compose de **trois parties** : La **tête**, le **thorax** et l'**abdomen**. La **segmentation** est apparente sur le thorax et l'abdomen, mais les segments de la tête ont fusionné. Une paire d'**antennes** et d'**yeux composés** ornent la **tête**. **Plusieurs paires d'appendices** forment la **bouche**. Ces appendices se sont **spécialisés** pour permettre, par exemples, aux Sauterelles de **mastiquer** et à certains autres Insectes de **lécher**, de **percer** et de **sucer**. Enfin, **trois paires** de **pattes** sont fixées au **thorax**.

## Anatomie interne

L'**intérieur** du corps d'un Insecte contient plusieurs **organes complexes**. Le **système digestif** possède des compartiments jouant chacun un rôle précis dans la **digestion** et l'**absorption** des aliments. Comme les autres Arthropodes, les Insectes possèdent un **système cardiovasculaire ouvert**, où le **cœur pompe l'hémolymphe** dans les sinus de l'**hémocœle**. Les **déchets métaboliques** sont **éliminés** de l'hémolymphe par des **organes excréteurs** uniques en leur genre « **les tubes de Malpighi** », dont le contenu se **déverse** dans le **tube digestif**.

Les **échanges gazeux** sont assurés par un **système trachéen** composé de **tubes ramifiés** tapissés de **chitine**. Ces tubes s'infiltrant dans tout le corps et **amènent** directement l'**oxygène** aux **cellules**.

Le **système nerveux** des Insectes consiste en une **paire** de **cordons nerveux ventraux entrecoupés** à chaque segment d'une **paire** de **ganglions nerveux**. Les deux **cordons** se **rejoignent** dans la **partie ventrale** de la **tête**. Là, les **ganglions** de plusieurs segments **antérieurs fusionnent** et **forment un cerveau** à **proximité** des **antennes**, des **yeux** et des autres **organes des sens** concentrés sur la **tête**.

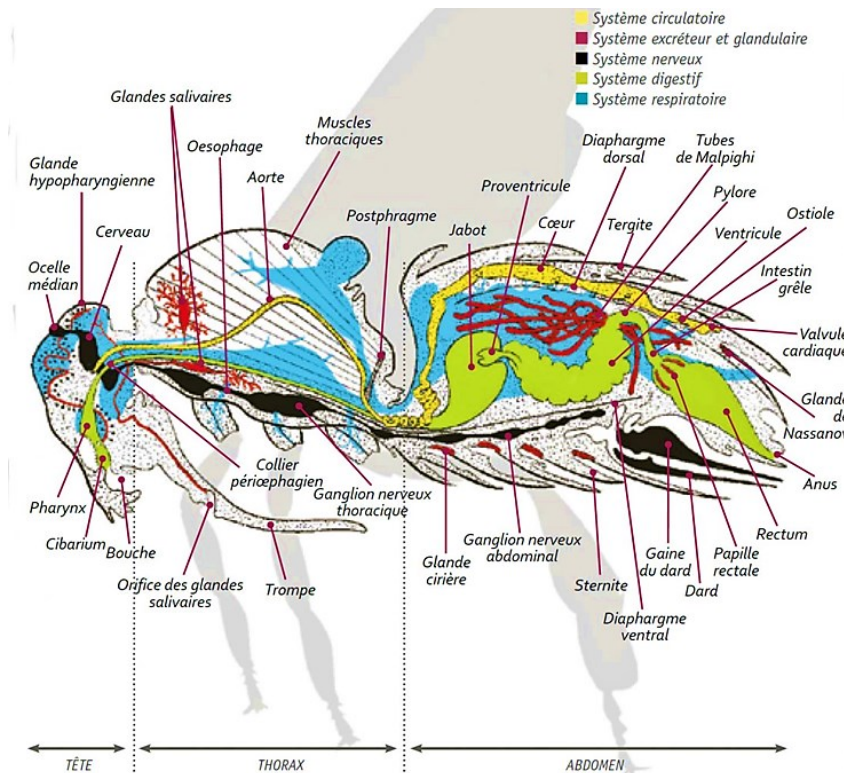


Figure. Anatomie interne d'une Abeille ouvrière

**Métamorphose**

Un grand nombre d'**Insectes** se **métamorphosent** au cours de leur **développement**. Les **Sauterelles** et certains individus appartenant à d'autres Ordres subissent des **métamorphoses incomplètes**. Le corps de l'**insecte juvénile**, bien que plus petit et proportionné différemment, **ressemble** à celui d'un **adulte**. Une **succession** de **mue** amène le **jeune** à **ressembler** de plus en plus à l'**adulte**, à mesure qu'il se rapproche de sa **taille définitive**. Les **autres Insectes** subissent des **métamorphoses complètes**. Ils passent par un **stade larvaire**, que l'on appelle « **asticot** » ou « **chenille** », au cours duquel le corps de l'**insecte juvénile** **diffère complètement** de celui de l'**adulte**. Le rôle principal de la **larve** est de **manger** et **croître**.

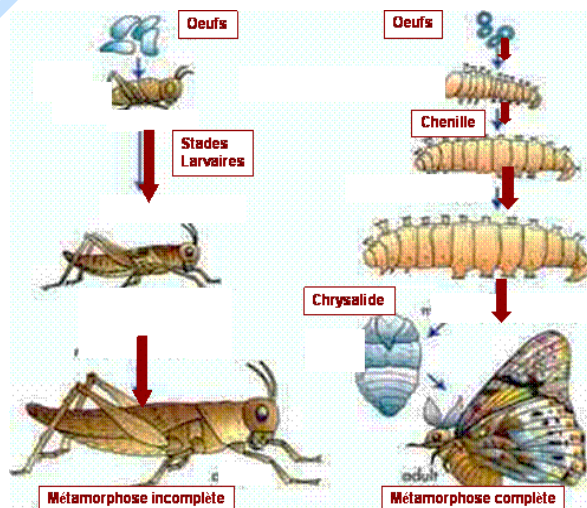














Figure. Métamorphose incomplète vs. Métamorphose complète

**Tableau.** Quelques-uns des principaux Ordres d'Insectes

<i>Ordre</i>	<i>Nombre approximatif d'espèce</i>	<i>Caractéristique principales</i>	<i>Exemples</i>	
Anoploures	2400	Ectoparasites sans ailes. Appareil buccal de type suceur. Petits, corps aplati, yeux réduits. Pattes avec crochets pouvant se fixer à la peau. Métamorphose incomplète. Spécifiques à un hôte.	Poux	 Pou de l'Humain
Coléoptères	500000	Deux paires d'ailes : les antérieures épaisses et cornées, les postérieures membraneuses. Exosquelette dur et coriace. Appareil buccal de type broyeur. Métamorphose complète.	Coccinelles, Doryphores, Hannetons	 Cétoine dorée
Dermaptères	1000	Absence d'ailes ou deux paires d'ailes : les antérieures cornées, les postérieures membraneuses. Appareil buccal de type broyeur. Grosses pinces postérieures. Métamorphose incomplète.	Perce-oreilles ou Forficules	 Perce-oreilles
Diptères	120000	Une paire d'ailes ou une paire de balancier. Appareil buccal de type suceur, piqueur ou lécheur. Métamorphose complète.	Mouches, Moustiques	 Taon orange
Hémiptères	55000	Deux paires d'ailes : les antérieures partiellement cornées, les postérieures membraneuses. Exosquelette dur et coriace. Appareil buccal de type piqueur-suceur. Métamorphose incomplète.	Punaises, Notonectes, Patineurs	 Punaise des bois
Hyménoptères	100000	Deux paires d'ailes membraneuses. Appareil buccal de type broyeur- suceur. Femelle pourvue d'un aiguillon postérieur. Métamorphose complète. Un grand nombre d'espèces sociales.	Fourmis, Abeilles, Guêpes	 Fourmi de feu
Isoptères	2000	Deux paires d'ailes égales et membraneuses, absentes durant un certains stade. Appareil buccal de type broyeur. Insectes sociaux. Métamorphose incomplète.	Termites	 Termite ouvrier
Lépidoptères	140000	Deux paires d'ailes recouvertes d'écailles minuscules. Longue trompe recourbée de type suceur-lécheur. Métamorphose complète.	Papillons, Phalènes	 Phalène blanche
Odonates	5000	Deux paires d'ailes membraneuses. Appareil buccal de type broyeur. Métamorphose incomplète.	Demoiselles, Libellules	 Libellule

**Tableau.** Quelques-uns des principaux Ordres d'Insectes (suite).

<i>Ordre</i>	<i>Nombre approximatif d'espèce</i>	<i>Caractéristique principales</i>	<i>Exemples</i>	
Orthoptères	30000	Deux paires d'ailes : les antérieures cornées, les postérieures membraneuses. Appareil buccal de type broyeur chez l'adulte. Métamorphose incomplète.	Grillons, Cafards, Sauterelles, Mantes	 Cafard
Aphaniptères	2000	Dépourvus d'ailes, comprimés latéralement. Adultes se nourrissant du sang d'Oiseaux et de Mammifères. Appareil buccal de type piqueur-suceur. Pattes postérieures sauteuse. Métamorphose complète.	Puces	 Puce
Trichoptères	7000	Deux paires d'ailes velues. Appareil buccal de type broyeur-lécheur. Métamorphose complète. Des larves aquatiques érigent des fourreaux de sable, de gravier ou de bois maintenues ensemble par la soie qu'elles sécrètent	Phryganes	 Phrygane

## Reproduction

La **reproduction** des Insectes est habituellement et a lieu **entre un mâle et une femelle distincts** (les Insectes ne sont **pas hermaphrodites**). Les **adultes** se rencontrent et **reconnaissent** les membres de leur espèce **grâce** à des **couleurs** brillantes (Papillons), des **sons** (Grillons) ou des **odeurs** (Phalènes). La **fécondation** est en générale **interne**. Bon nombre d'Insectes ne s'accouplent qu'une fois dans leur vie. **Après l'accouplement**, la femelle pond des **œufs** à même une source d'aliments dont les **larves** pourront se nourrir dès l'éclosion.

## Clade 4 : Les Crustacés



**Figure.** Crustacés : Crabe, Krill, Homard et Ecrevisse

On y retrouve aujourd'hui environ 40000 espèces de Crustacés. Pendant que les **Arachnides** et les **Insectes** prospéraient sur la **terre**, la plupart des **Crustacés** étaient dans les **mers** et les **étangs**. Quelques espèces sont trouvées dans des **endroits humides**, par exemple sous les bûches et dans les feuilles. Les **Crabes**, les **Homards**, les **Crevettes** et les **Ecrevisses** figurent parmi les Crustacés les **plus connus**. Généralement, les **Crustacés** se meuvent **librement** dans leur milieu, cependant, **certain**s comme les Anatifes et les Balanes sont **sessiles** dont certaines partie de leur cuticule durcie est **fixée** sur un **substrat**.

## Anatomie

Les **Appendices** des Crustacés sont très **spécialisés**. Les **Homards** et les **Ecrevisses** possèdent un ensemble de **dix-neuf paires** d'appendices. Les Crustacés sont les **seuls** Arthropodes à posséder **deux paires d'antennes**. Trois paires ou plus sont des **pièces buccales**. Les **pattes** émergent du **thorax**. De plus, contrairement aux Insectes, les **Crustacés** possèdent des **appendices sur l'abdomen**. Ils peuvent **régénérer** un appendice perdu.

Les **petits** Crustacés effectuent les **échangent gazeux** par diffusion à travers les **régions minces** de leur **cuticule**, tandis que les plus **grands** possèdent des **branchies**.

Le **système cardiovasculaire ouvert** comprend un **cœur** qui pompe l'**hémolymphe** dans des **artères**, vers des **sinus** situés à l'**intérieur des organes**. Les Crustacés excrètent les **déchets azotés** par **diffusion** à travers les **régions minces** de leur cuticule. Une paire de **glandes** maintient l'**équilibre salin** de l'**hémolymphe**.

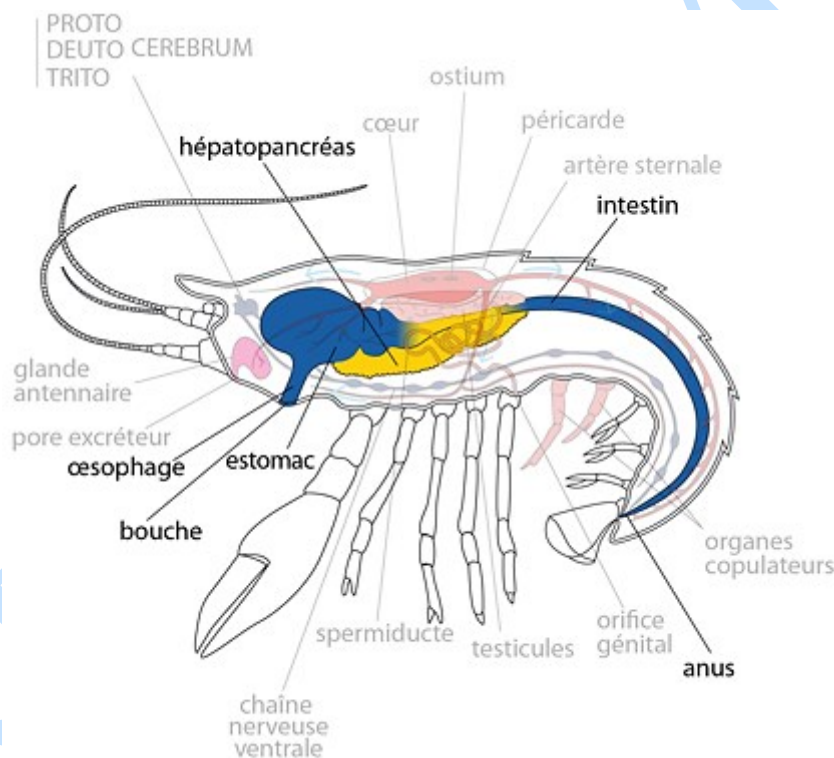


Figure. Anatomie du Homard

## Reproduction

Les **individus** sont **unisexués** chez la plupart des Crustacés. Pendant la copulation, le Homards et l'Ecrevisse **mâles** utilisent une paire **d'appendices spécialisés** (organes copulateurs) pour **transférer** le **sperme** dans le **pore reproducteur** (gonopore) de la **femelle**. La **plupart** des Crustacés aquatiques passent par un **stade larvaire avant** de devenir **adultes**.