

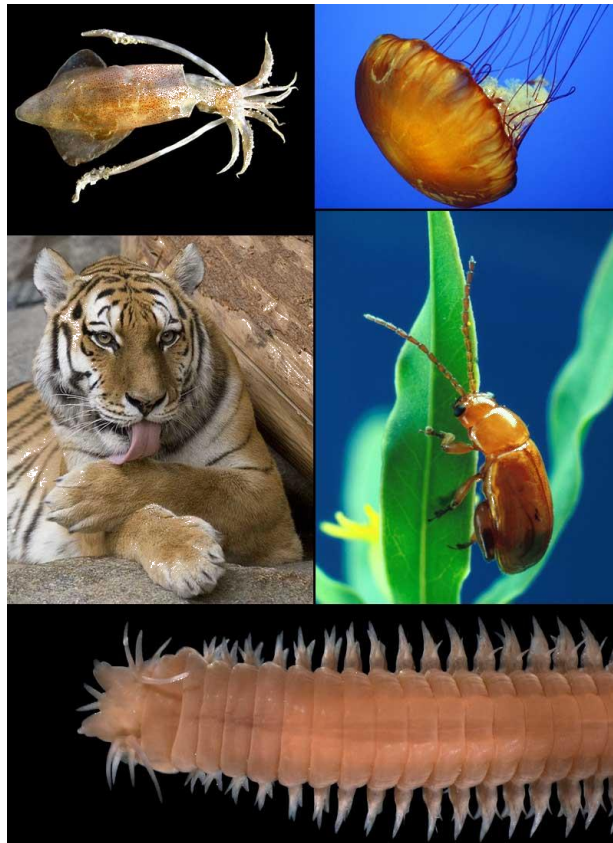
**FILIERES SVI**  
**Semestre 2**

**Module 8 « BIOLOGIE DES ORGANISMES  
ANIMAUX »**

**ou**

**BIOLOGIE ANIMALE**

**1<sup>ère</sup> partie : PROTOZOAIRES ET INVERTEBRES**



**Pr. L. LEFRERE**

# Introduction : PRESENTATION DU REGNE ANIMAL

Les animaux font partie des millions d'êtres vivants qui cohabitent à la surface de la terre où ils naissent, croissent, se reproduisent et meurent selon leurs cycles biologiques. Les différents êtres vivants se distinguent les uns des autres par leurs niveaux d'organisation et leurs modes de nutrition et montrent une diversité impressionnante. Aussi afin de faciliter leur étude, les scientifiques répartissent l'ensemble de ces êtres vivants en grandes catégories ou **règnes** qui présentent un certain nombre de caractéristiques communes. Les règnes sont ensuite décomposés en catégories de plus en plus restreintes. La branche de la biologie qui identifie et classifie les êtres vivants se nomme **taxinomie** ou **systématique**.

La classification scientifique actuelle divise le monde vivant en cinq règnes :

- Le règne des Procaryotes ou Monères : êtres vivants unicellulaires sans membrane nucléaire ni plastides, ni mitochondries. Ex : bactéries et archéobactéries
- Le règne des Protistes : eucaryotes unicellulaires qui regroupent les protophytes (à caractère végétal) et les **protozoaires** (à caractère animal)
- Le règne des Mycètes (champignons) : eucaryotes uni- ou multicellulaires
- Le règne des Végétaux : eucaryotes pluricellulaires, possédant une paroi cellulosique et vivant fixés
- Le règne des **Animaux** : eucaryotes pluricellulaires, mobiles ou ayant une certaine motilité, ne possédant pas de paroi cellulosique.

Le monde animal comprend 2 subdivisions : **les invertébrés** qui représentent 97 % de l'ensemble et les **vertébrés**, représentant les 3% restants.

## I. LE REGNE ANIMAL

### 1- Définition

Les animaux sont des organismes pluricellulaires ou **métazoaires** ; ils sont **eucaryotes**, **hétérotrophes**, c'est-à-dire qu'ils tirent leur énergie de composés organiques. De plus, les animaux sont **mobiles** ou présentent des mouvements, à l'aide de cils ou de flagelles, lorsqu'ils sont fixés. Ces mouvements sont coordonnés par le **système nerveux**, structure caractéristique de ces organismes, du moins chez les plus évolués.

### 2- Classification sommaire du règne animal

Par définition, les animaux sont des organismes pluricellulaires, constitués par un nombre variable de cellules. Ces cellules subissent, au cours du développement de l'animal, un ensemble de transformations, appelé **différenciation** ; elles deviennent alors des **cellules spécialisées** qui effectuent des fonctions déterminées dans l'organisme : contraction, soutien, sensibilité, digestion, etc. Selon leur spécialisation, elles se regroupent en **tissus** qui forment ensuite les **organes** puis les **appareils** ou **systèmes**.

L'organisation interne des animaux est le résultat de leur développement à partir du stade « œuf » unicellulaire, jusqu'au stade d'un organisme final, pluricellulaire . Selon que cette organisation est plus ou moins complexe, on distingue :

☞ Les animaux les plus simples à **organisation cellulaire**, c'est-à-dire qu'ils sont constitués d'une masse de cellules différenciées et spécialisées mais ne formant pas de tissus. Ce sont des **parazoaires**, parmi lesquels on classe les spongiaires (ou éponges) qui n'ont aucun système de symétrie.

Les groupes animaux suivants, plus évolués, ont leurs cellules qui s'organisent en tissus ; ce sont des **eumétazoaires**, avec :

☞ Les animaux à organisation **cellules-tissus** représentés par les cnidaires (hydres, anémone, méduse...). Ils possèdent une symétrie radiaire.

☞ Les animaux où les **tissus forment des organes** et chez lesquels on retrouve un tube digestif, des organes reproducteurs,... On y trouve les plathelminthes (douve, ténia) et les némathelminthes (Ascaris). A partir de ce niveau d'évolution, les animaux possèdent une symétrie bilatérale.

☞ Les animaux à **organes- appareils** qui représentent la majeure partie des embranchements. Ils possèdent différents systèmes : respiratoire, digestif, circulatoire, nerveux, etc. Les Annélides en sont un des exemples les plus simples, les insectes et les Vertébrés en sont les plus évolués.

## II. LES REGLES DE LA TAXINOMIE

La taxinomie est la science qui a pour objet de classer les êtres vivants dans des ensembles plus ou moins grands, appelés taxons, en se basant sur leurs ressemblances et les caractères qu'ils partagent et de leur donner un nom.

Les bases de l'actuelle classification du monde vivant ont été établies par le naturaliste suédois Karl von Linné (1708-1778).

### 1- L'espèce

L'espèce est l'unité zoologique ; c'est le groupe le plus petit dans la classification. L'espèce est l'« **ensemble des individus qui se ressemblent héréditairement, occupent un espace géographique défini, sont interféconds et leurs descendants sont également féconds** ».

### 2- Hiérarchie systématique : les grandes subdivisions (taxons) de la classification

Chaque règne d'êtres vivants est divisé en **phyla** (pluriel de phylum) ou **embranchements**.

Un embranchement est caractérisé par une organisation particulière et un ensemble de propriétés biologiques qui le distinguent de tous les autres. Dans le règne des animaux, on a pu définir une trentaine d'embranchements, selon leurs caractères anatomiques qui résultent le plus souvent de leur développement embryologique (voir TD) : les embranchements indiquent des étapes de l'évolution du règne ; au cours de ces étapes, la vie s'est diversifiée en des formes qui correspondent aux catégories systématiques (taxons) inférieures.

Ainsi, un **embranchement** comprend plusieurs **classes**. Les classes, à leur tour, se subdivisent en **ordres**, à l'intérieur desquels on détermine les **familles** et enfin les **genres** puis les **espèces**.

Il existe des catégories intermédiaires destinées à multiplier les étages de cette hiérarchie ; soit par fragmentation (sous-...) soit par regroupement (super-...) de la catégorie principale ; Ex : super- classe, sous- classe, super- famille...

### **3- Nomenclature binomiale**

Tout être vivant est désigné par deux noms latins, le **genre** et l'**espèce**, suivis du nom de l'auteur qui, le premier, a décrit l'espèce et de l'année de description. Cette désignation est appelée nomenclature binomiale ; elle a été mise au point par le naturaliste suédois Linné au 18<sup>ème</sup> siècle.

Exemple : la mouche domestique = Musca domestica ; l'Homme= Homo sapiens sapiens

<b>Embranchement</b>	<b>Nombre d'espèces connues</b>	<b>Exemples</b>
<b>Vertébrés</b>	<b>45.000</b>	<b>Mammifères, Poissons</b>
<b>Echinodermes</b>	<b>6.000</b>	<b>Oursin, Etoile de mer</b>
<b>Arthropodes</b>	<b>1.000.000</b>	<b>Insectes, Crevette, Araignée</b>
<b>Mollusques</b>	<b>100.000</b>	<b>Escargot, moule, pieuvre</b>
<b>Annélides</b>	<b>15.000</b>	<b>Lombric, Sangsue, Néréis</b>
<b>Némathelminthes</b>	<b>90.000 à 120.000</b>	<b>Ascaris, Oxyure</b>
<b>Plathelminthes</b>	<b>15.000 à 20.000</b>	<b>Douve, Taenia</b>
<b>Cnidaires</b>	<b>9.000</b>	<b>Hydre, méduse Obelia</b>
<b>Spongiaires</b>	<b>5.000</b>	<b>Sycon, Hippospongia</b>

**- Importance en espèces de différents embranchements du règne animal -**

# Partie I. LES PROTOZOAIRES

## I. DEFINITION GENERALE

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires, formés d'une cellule eucaryote et hétérotrophe. C'est une cellule **totipotente** : elle assure seule toutes les fonctions vitales grâce à ses organites.

Les protozoaires sont tous de petite taille (de 1 à 500  $\mu\text{m}$ ) et peuvent être libres, parasites ou symbiotes. On les trouve dans les milieux aquatiques ou humides.

## II. STRUCTURE ET ORGANISATION (Fig. 1)

1- La **membrane plasmique**, peut être renforcée par une membrane squelettique de composition variée : chitine, carbonate de calcium, silice...

- le **cytoplasme** comporte un ectoplasme visqueux (plasmagel) périphérique et pauvre en organites et, un endoplasme plus fluide (= plasmasol) plus central qui contient le noyau et la plupart des constituants cytoplasmiques.

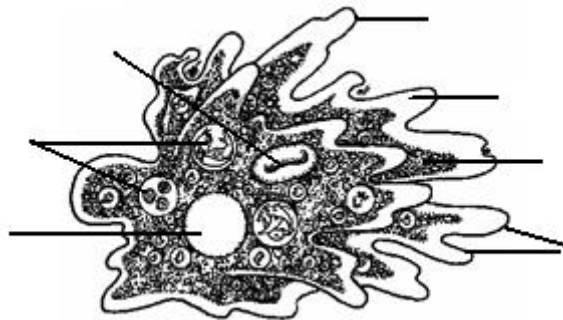


Fig. 1. Structure d'une amibe

2- le **noyau** est généralement unique et limité par une membrane nucléaire nette. Certains protozoaires renferment plusieurs noyaux ; ils constituent des plasmodes (Fig. 2).

Les ciliés possèdent deux sortes de noyaux (Fig. 3) : un noyau végétatif, le macronucléus, qui contrôle le fonctionnement de la cellule et, un noyau reproducteur, le micronucléus, qui intervient dans la reproduction sexuée, la conjugaison.

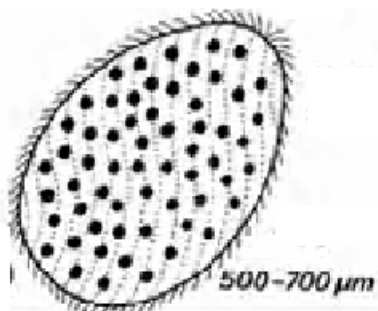


Fig. 2. Opaline

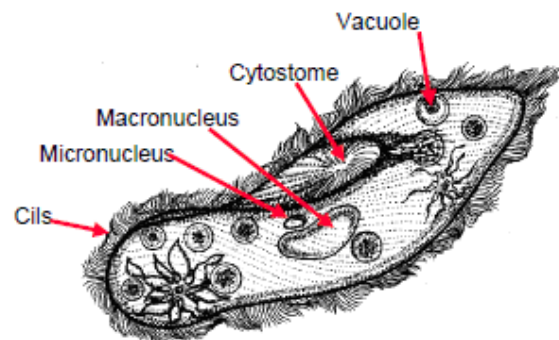


Fig. 3. Paramécie

- **centrosome**, appareil de Golgi, réticulum endoplasmique et ribosomes, des inclusions inertes (lipides, glucides) qui forment des matières de réserves.

### 3- les vacuoles digestives ou gastrioles.

La nutrition des protozoaires se fait de manière très variée :

- Chez certains groupes, en particulier les parasites, les substances nutritives dissoutes diffusent à travers la membrane ; ils sont dits osmotrophes.
- D'autres groupes sont dits phagotrophes, la nutrition se fait par phagocytose et formation des vacuoles digestives autour des proies (algues unicellulaires ; petits protozoaires, ou même de petits métazoaires) (Fig. 4-5). Les proies, ou tout autre aliment ingéré, sont ensuite digérés grâce à des enzymes lysosomiaux.

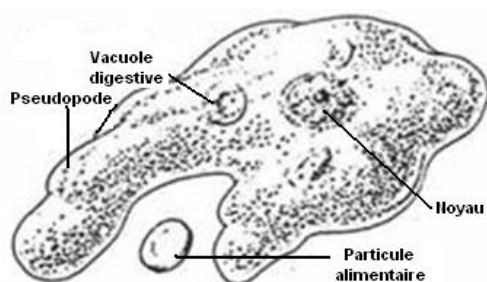


Fig. 4. Phagocytose chez une amibe

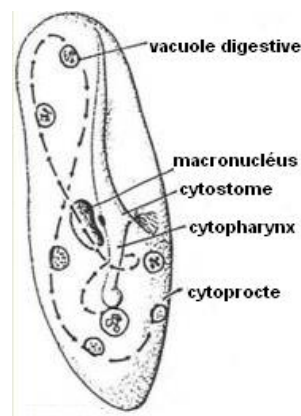


Fig. 5. Trajet des VD chez une paramécie

4- les vacuoles pulsatiles ou contractiles (Fig. 6): sont des cavités entourées de membrane et en relation avec le réticulum endoplasmique par un système de canaux. Elles permettent de rejeter l'excédent d'eau de la cellule et ainsi, de contrôler sa pression osmotique.

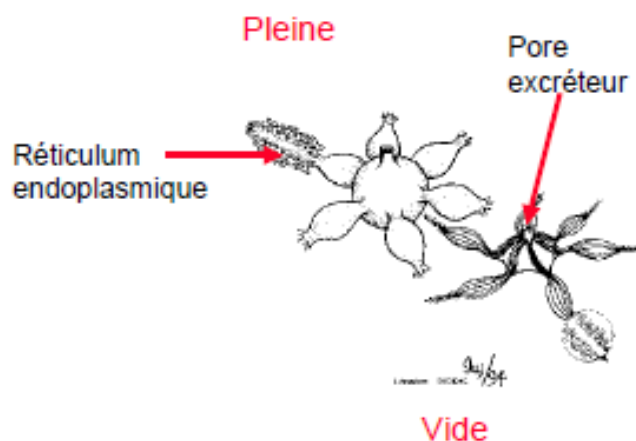


Fig. 6. Vacuole contractile

5- le cytosquelette est très développé. Il est constitué par des microfilaments et des microtubules qui sont à l'origine de la formation des organites de locomotion : pseudopodes, axopodes, cils et flagelles (Fig. 7).

Les pseudopodes sont des prolongements cytoplasmiques temporaires qui se forment en n'importe quel point de la surface cellulaire. Ils servent à se déplacer et à phagocyter les proies. Ce genre de déplacement est appelé mouvement amiboïde (Ex. l'amibe).

Les cils et flagelles présentent fondamentalement la même structure. Les axopodes ont une structure de flagelle rigide.

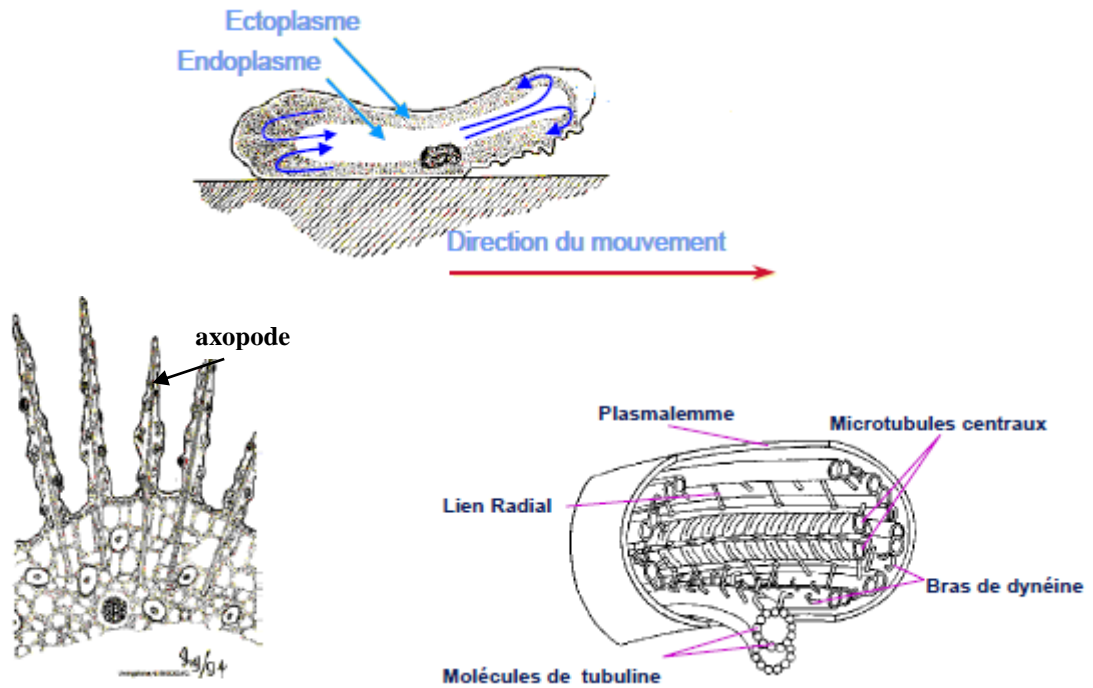


Fig. 7. Pseudopode, axopode, cil/flagelle

### III. REPRODUCTION

Les protozoaires se reproduisent essentiellement par voie asexuée, la reproduction sexuée est connue chez certains groupes.

**1. La multiplication asexuée** s'effectue par des mitoses et peut se dérouler selon différentes modalités :

\* La **division binaire** ou **bipartition** au cours de laquelle l'individu se sépare en deux individus identiques et de même taille (Fig. 8).



Fig. 8. Bipartition chez Trypanosoma

\* La **division multiple** ou **schizogonie** : le noyau se divise plusieurs divisions puis le cytoplasme se découpe pour former des éléments uninucléés appelés schizozoïtes (Fig. 9). La schizogonie est particulièrement fréquente chez les formes parasites.

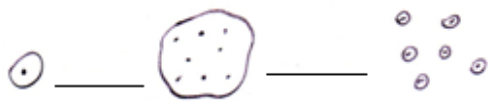


Fig. 9. Schizogonie

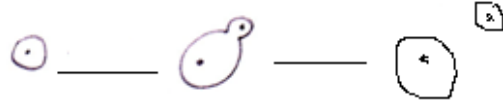


Fig. 10. Bourgeonnement

NB : La sporogonie est une schizogonie qui se fait dans une cellule œuf ou zygote.

\* Le **bourgeonnement** où il y a division simple ou multiple du noyau, suivie de la division inégale du cytoplasme (Fig. 10).

## 2. La reproduction sexuée

Est caractérisée par :

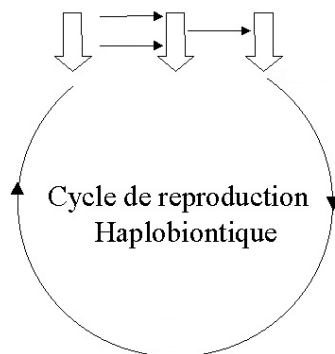
- la formation des gamètes, cellules haploïdes mâles et femelles, au cours de la **méiose**,
- l'union des gamètes complémentaires, mâles et femelles, au cours de la **fécondation**.

La fécondation aboutit à la formation d'une cellule diploïde, *zygote* ou *œuf*, point de départ d'un nouvel individu, ou plus exactement d'un nouveau cycle de développement.

Selon la position relative de la fécondation et de la méiose au cours du cycle de développement, on distingue trois types de cycles :

### 1- Le cycle haplobiontique ou haplophasique

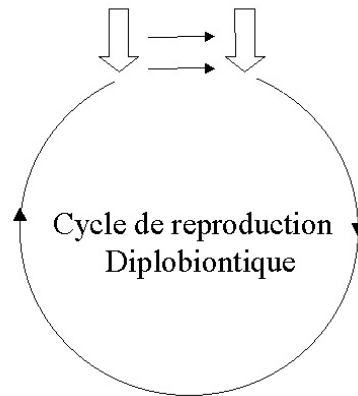
La **phase haploïde est longue**. Seul le zygote est à l'état diploïde. La **réduction chromosomique est immédiate**.





## 2- Le cycle diplobiontique ou diplophasique

Les **individus sont diploïdes**. La méiose intervient lors de la gamétogenèse ou pendant la rencontre des individus chez les ciliés.



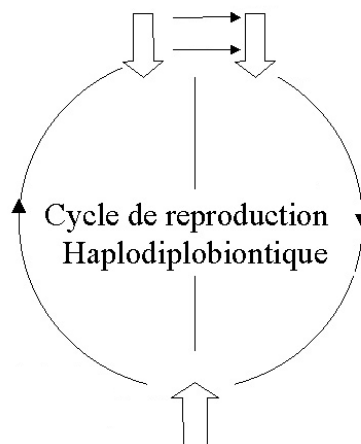
## 3- Le cycle haplodiplobiontique ou haplodiplophasique

Exclusivement chez les foraminifères.

Il y a alternance des phases haploïde et diploïde qui sont équivalentes en durée. La méiose a lieu à la fin de la vie de l'organisme diploïde □ L'alternance de phase est une **alternance de génération**.

Exemple d'Elphidium crispum (foraminifère).

La génération diploïde présente un individu microsphérique alors que la génération haploïde montre un individu macrosphérique.



NB : C'est un cycle caractéristique des foraminifères.

### 3. L'enkystement

C'est un phénomène par lequel les protozoaires résistent à des conditions difficiles du milieu (dessiccation, appauvrissement en éléments nutritifs, surcharge en substances de déchet, variations de température, de pH,...) : ils mènent alors une vie ralentie en s'entourant d'une coque protectrice pour former des **kystes**. Ces kystes sont très résistants ; ils permettent aussi la propagation des espèces, en particulier, chez les formes parasites.

Le retour des conditions favorables dans le milieu permet l'ouverture, ou *germination*, du kyste et le protozoaire reprend une vie active.

## IV. CLASSIFICATION

La classification des protozoaires est basée sur la nature de l'appareil locomoteur et sur les caractéristiques des cycles de développement. On les subdivise en 5 embranchements :

### 1. Embranchement des rhizoflagellés

Possèdent des flagelles et/ou des pseudopodes

**1. 1. Les flagellés** : ont un ou plusieurs flagelles locomoteurs et préhensiles (capture des proies). Ils sont soit libres (*Codonosiga*, Fig. 13), parasites (*Trypanosoma*, Fig. 11) ou symbiotes (*Trichonympha*, Fig. 12).

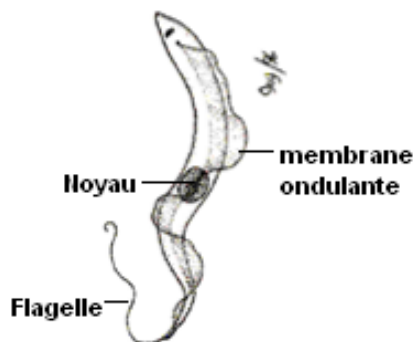


Fig. 11. *Trypanosoma gambiense*

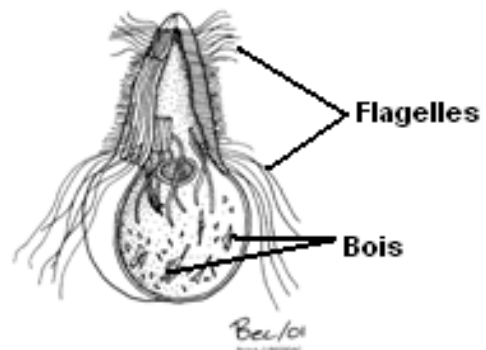


Fig. 12. *Trichonympha*

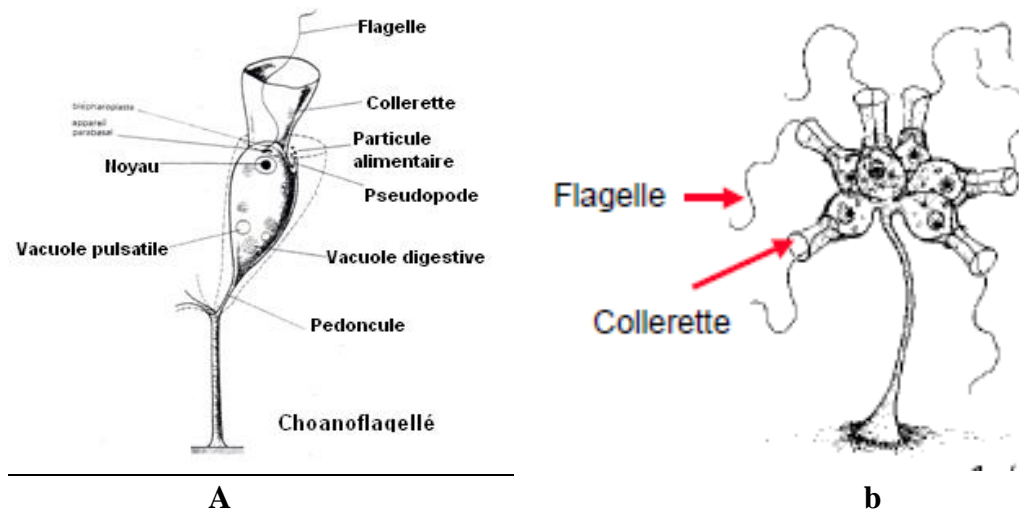


Fig. 13. *Codonosiga* : structure (a) et colonie (b)

**1.2. Les rhizopodes** possèdent des pseudopodes locomoteurs et préhensiles. Ils sont de différentes formes :

- Lobés, sous forme de doigts de gant. Ex : l'amibe (libre), *Entamoeba histolytica* (parasite).
- Fins et anastomosés. Ex : les foraminifères, protozoaires libres et marins dont le corps cellulaire est recouvert d'un test ou coque calcaire de forme variée (Fig. 14- 15).

Les foraminifères sont également caractérisés par un **cycle haplodiplobiontique** (Fig.16).

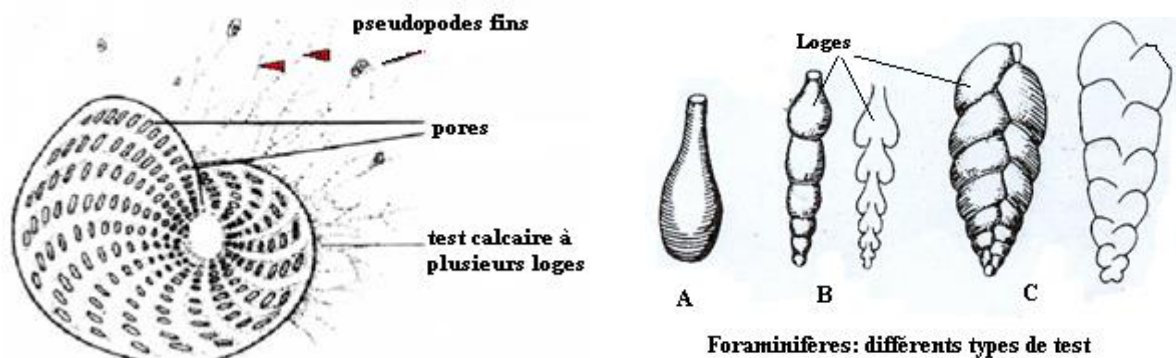
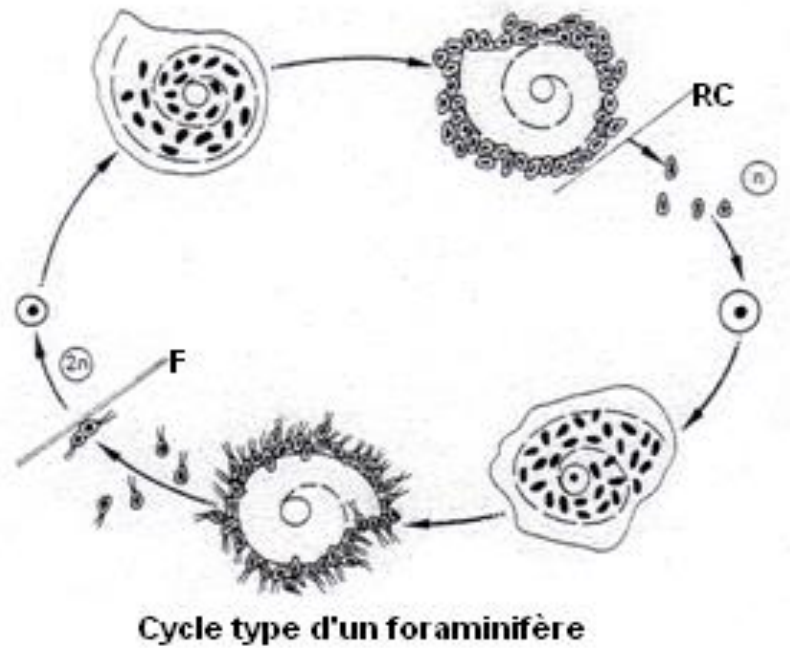


Fig. 14-15 : Foraminifères : structure et tests



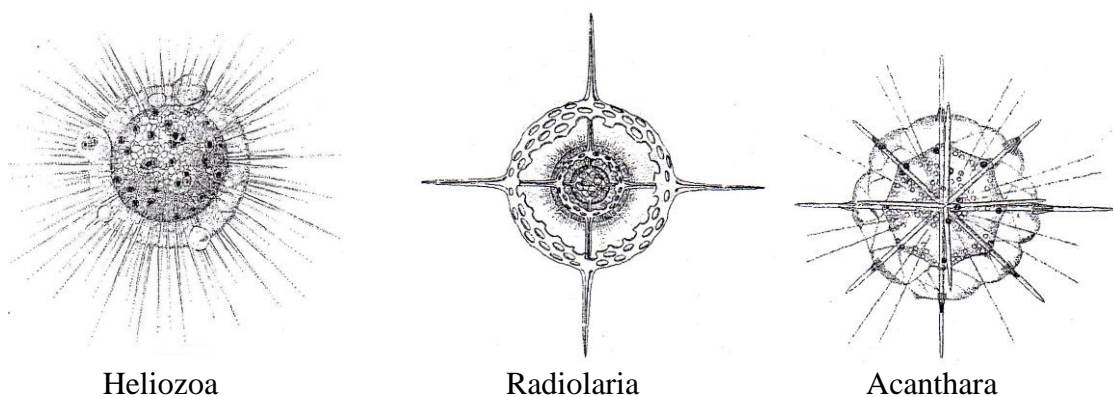
## 2. Embranchement des sporozoaires

Ce sont des parasites, monoxènes ou hétéroxènes, d'invertébrés et de vertébrés ; ils n'ont pas d'organites locomoteurs et leur cycle de développement est **haplobiontique**.

Ex. - Plasmodium falciparum, responsable du paludisme chez l'Homme.

## 3. Embranchement des actinopodes

Ce sont des protozoaires libres et planctoniques. Ils forment des pseudopodes fins et possèdent un squelette formé de spicules calcaires ou siliceux (Fig. 17).



**Fig. 17. Des actinopodes**

## 4. Embranchement des Ciliés

Ce sont des protozoaires de grande taille, avec des cils locomoteurs et préhensiles. Ils ont deux noyaux : le macronucléus, gros noyau à rôle végétatif qui contrôle le fonctionnement

de la cellule, et le micronucléus, petit noyau à rôle reproducteur qui, seul, intervient dans la reproduction sexuée ou **conjugaison**. La plupart des ciliés sont libres et vivent dans l'eau douce.

Les cils peuvent être simples (ex ; chez la paramécie) ou ils forment des structures plus complexes : cirres (Euplotes), frange adorale et membranelles (Vorticelle) (Fig. 18).

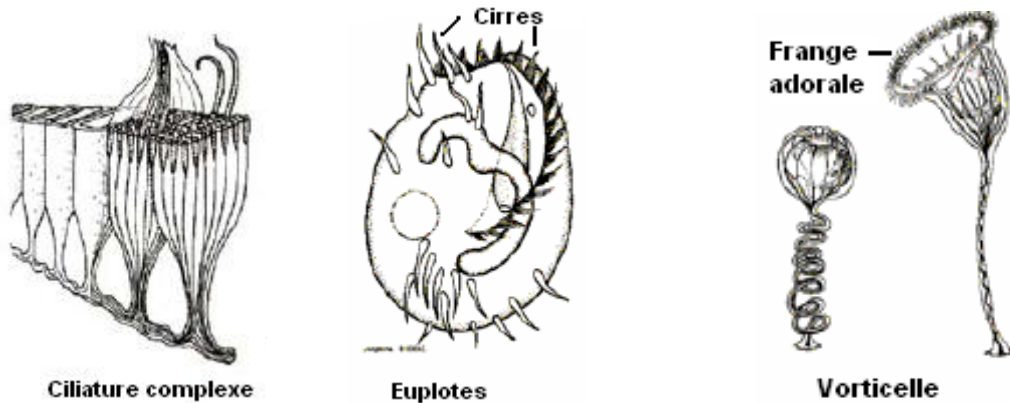


Fig. 18 ; Les ciliés

## **V. ECOLOGIE et MODES DE VIE**

Les protozoaires mènent différents modes de vie et jouent un rôle écologique très important.

### **1. Les protozoaires libres**

Le plus grand nombre des protozoaires libres sont marins et constituent une grande composante du plancton; certains groupes sont dulcicoles. Ils se nourrissent d'algues unicellulaires; de protozoaires, ou même de petits métazoaires.

Beaucoup de protozoaires permettent la conversion de substances complexes comme la cellulose et la propagation des spores de végétaux par transport ou rejet de spores non digérés.

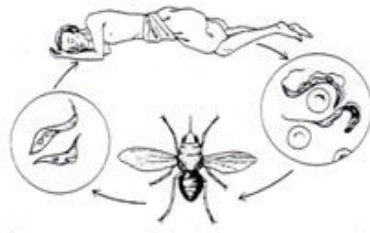
**2. Les protozoaires symbiotes** vivent dans le tube digestif d'animaux phytophages où ils digèrent, grâce à leurs cellulases et amylases, les glucides complexes ingérés par ceux-ci.

- \* *Termites (insectes xylophages) ↔ Flagellés (Trichonympha)*
- \* *Ruminants et Equidés ↔ Flagellés et Ciliés.*

### **3. Les protozoaires parasites**

Un certain nombre de protozoaires sont des parasites types qui causent de nombreux problèmes aux organismes qu'ils infectent. Les exemples classiques de parasitoses humaines sont :

- \* *La maladie du sommeil*, provoquée par Trypanosoma gambiense, flagellé hétéroxène à 2 hôtes: la mouche tsé-tsé (hôte intermédiaire) et l'Homme (hôte définitif). La maladie affecte également le bétail et cause des dégâts dans l'élevage.



Cycle de Trypanosoma

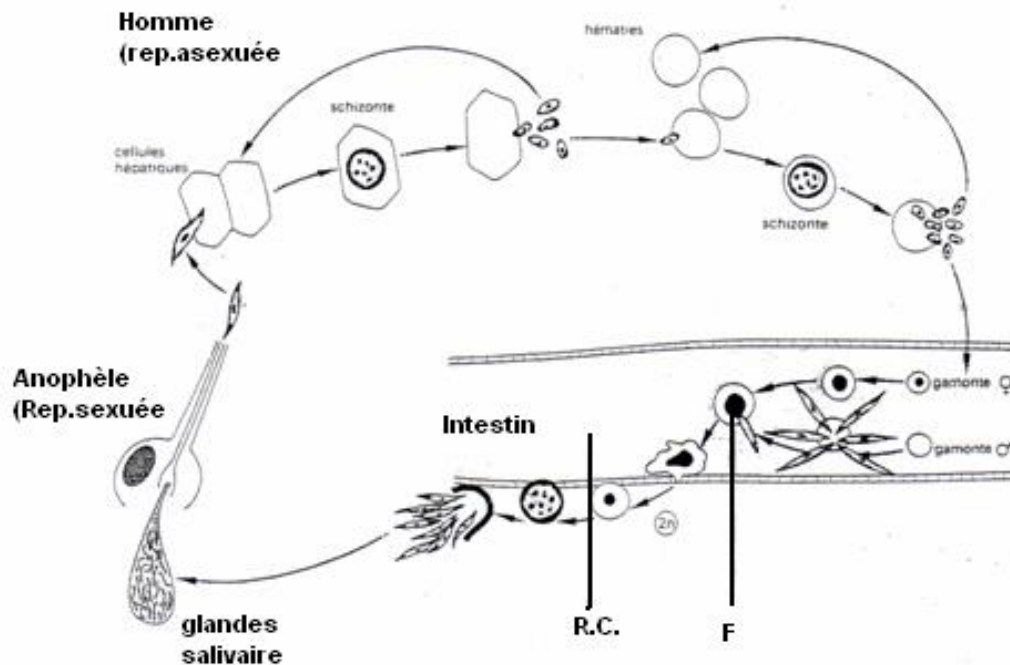


Fig. 19. Trypanosoma : cycle et structure

\* *L'amibiase ou dysenterie amibienne* causée par Entamoeba histolytica, parasite monoxène ; l'Homme se contamine en avalant des aliments contenant des kystes d'entamoeba.

\* *Le Paludisme*. C'est l'une des maladies les plus répandues dans le monde, notamment en Afrique tropicale, et affecte des millions d'êtres humains. Elle est provoquée par Plasmodium falciparum, parasite hétéroxène : l'anophèle et l'Homme (Fig. 20).

Plasmodium parasite les cellules du foie mais surtout les globules rouges de l'Homme où il se reproduit activement par schizogonie. La libération des schizontes se fait par l'éclatement simultané d'un grand nombre d'hématies parasitées, ce qui provoque des accès de fièvre, caractéristiques du paludisme.



Cycle de Plasmodium

Figure 20

Conclusion : *La cellule de protozoaire est totipotente, elle assure toutes les fonctions vitales, à l'inverse des cellules des métazoaires qui sont généralement plus ou moins différenciées et donc spécialisées dans une fonction bien déterminée.*

*Le protozoaire est, par conséquent, un être autonome, comparable à un organisme pluricellulaire et non pas à l'une de ses cellules.*

## **Partie II : LES METAZOAIRES**

**Animaux**

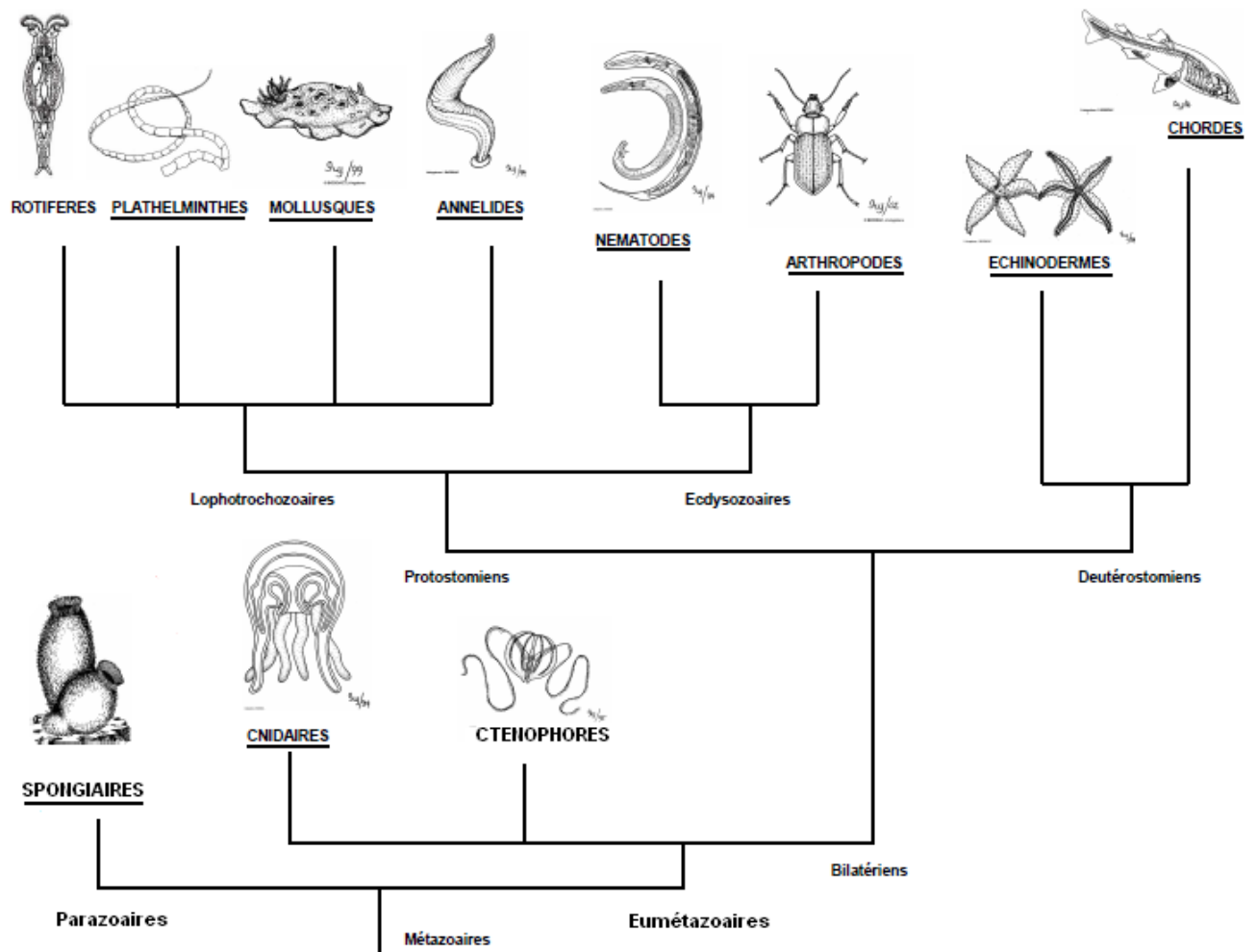
**Pluricellulaires**

**Hétérotrophes**

**Diploïdes, cellules reproductrices haploïdes**

**Mobiles (au moins au stade larvaire)**

**Cellules nerveuses = neurones**



## Arbre phylogénétique simplifié des principaux embranchements de métazoaires

**NB** : Seuls les embranchements soulignés seront traités dans ce cours.

### Embranchement des SPONGIAIRES

#### I. CARACTERES GENERAUX

Les spongiaires, ou éponges, sont des animaux aquatiques, presque tous marins. Ils sont *sessiles*, vivant fixés sur des substrats durs des zones superficielles (1 m), jusqu'aux abysses (- 8000 m) (Fig. 21). Leurs formes sont très variées et adaptées à leurs lieux de vie : étalées dans les zones agitées, elles sont dressées dans les zones calmes (Fig. ; 22).



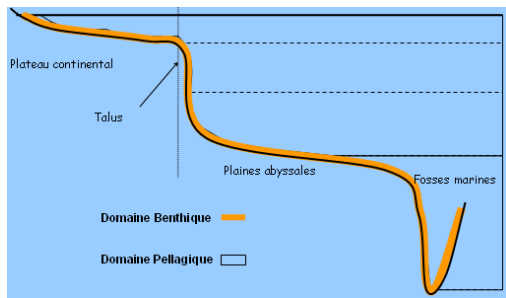


Fig. 21. « Découpage océanique »

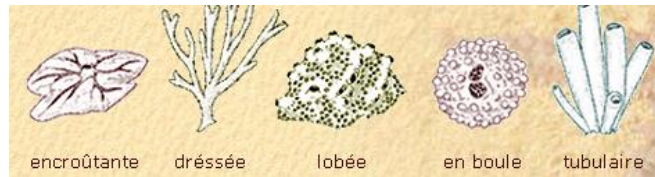


Fig. 22. Différentes formes d'éponges

Ce sont les métazoaires les plus simples et sont constitués de cellules qui, bien que spécialisées, ne forment pas de tissus : les spongiaires sont des **parazoaires**.

Leur corps est sous forme d'un vase qui ne présente aucun élément de symétrie (= asymétriques). Sa paroi est percée de nombreux orifices, les *pores inhalants*, et est traversée par des canaux par lesquels l'eau pénètre à l'intérieur du corps occupé par une cavité, la *cavité gastrale* ou *atrium*; l'eau ressort ensuite par un orifice apical unique, l'*oscule* (Fig. 23).

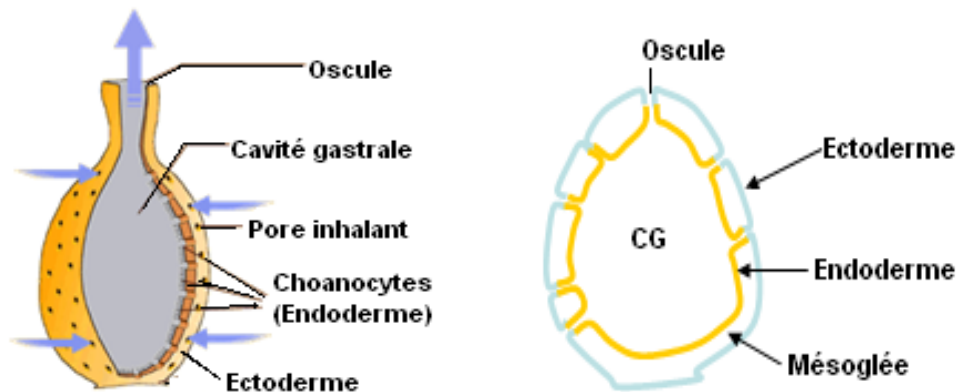
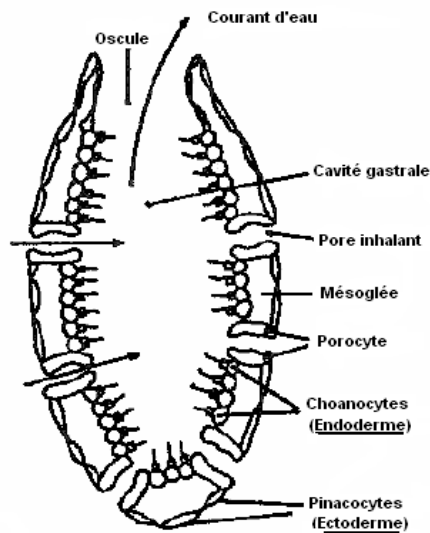


Fig. 23. Schémas d'une éponge en coupe

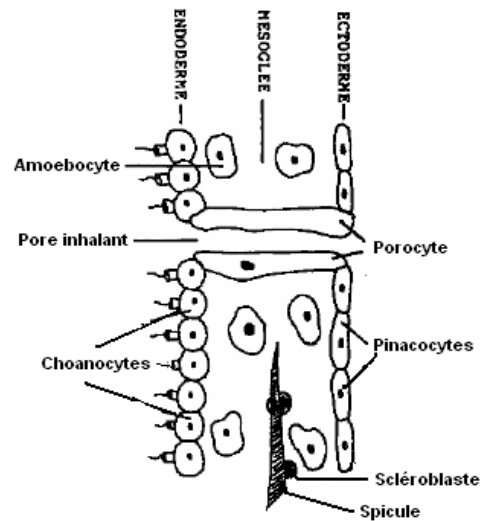
Cette paroi est constituée de deux couches cellulaires : ce sont des *animaux diploblastiques* (Fig. 24) :

✓ L'*ectoderme*, externe, est formé de cellules aplaties, les *pinacocytes*, qui recouvrent le corps.

✓ L'*endoderme*, interne, est constitué de **choanocytes**, cellules à flagelle et à collerette (formée de microvillosités) (Figs. 24- 25), caractéristiques de l'embranchement. Les flagelles créent, à travers toute l'éponge, un courant d'eau qui apporte l'oxygène et la nourriture (bactéries et algues unicellulaires principalement). Les particules alimentaires sont ensuite phagocytées à la base de la collerette dans des vacuoles digestives. Les spongiaires sont des **filtreurs actifs, microphages, à digestion intracellulaire**.



Eponge: type le plus simple



Paroi de spongiaire

Fig. 24. Structure d'une éponge



Fig. 24. Choanocyte

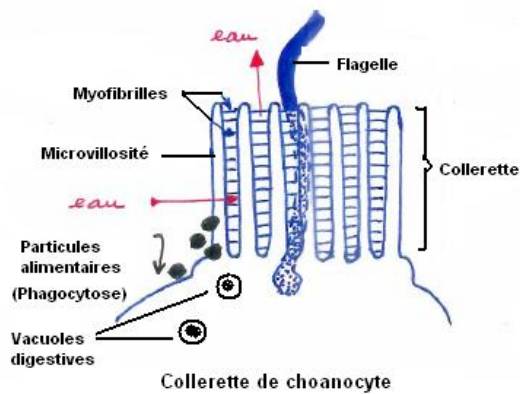


Fig. 25. Ultrastructure de la collerette

Les deux couches cellulaires sont séparées par une couche gélatineuse, la *mésoglée* ou *parenchyme* qui renferme divers types de cellules, en particulier :

- les *sclérobastes* qui produisent les spicules : ce sont des éléments squelettiques, calcaires ou siliceux, dont la forme et la taille diffèrent d'une espèce à l'autre (Fig. 26).
- les amoebocytes : cellules non différenciées et mobiles, qui peuvent se transformer en différents types de cellules (phagocytes, cellules germinales, ...) en cas de besoin.

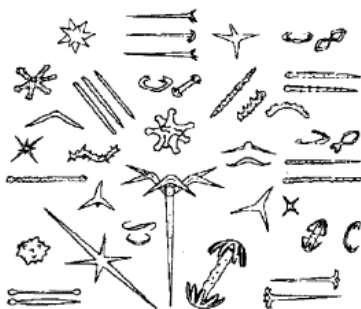
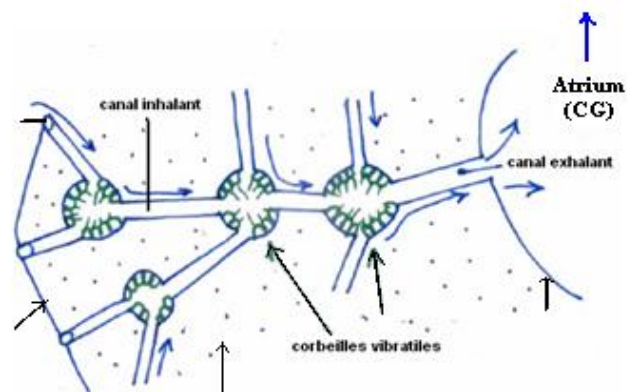
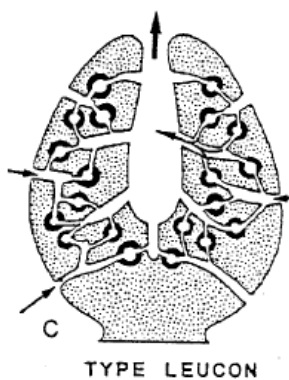
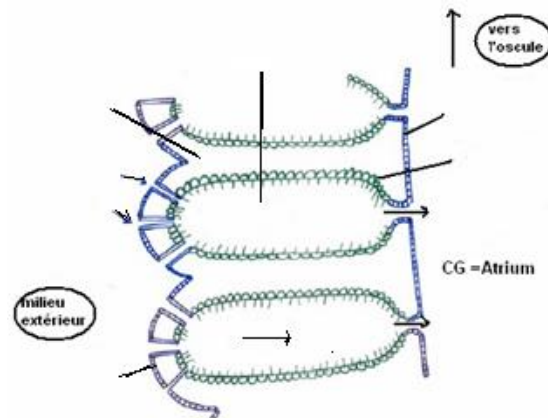
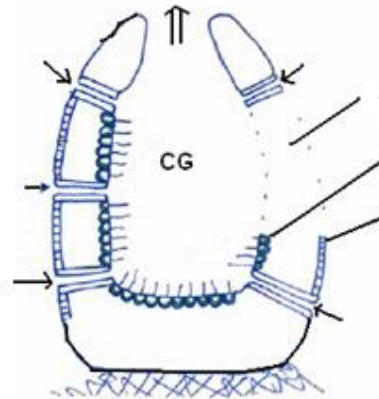
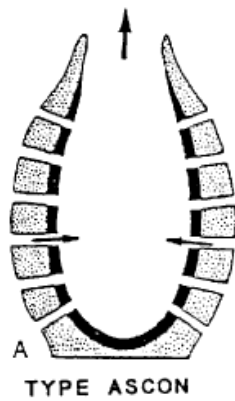


Fig. 26. Différentes formes de spicules de spongiaires

## II. ORGANISATION GENERALE

L'organisation interne des éponges peut être simple ou complexe selon la disposition des choanocytes ; On distingue trois types de structure :



### III. CLASSIFICATION

Les spongiaires se divisent en trois classes selon la composition chimique et la structure de leur squelette :

**Les éponges calcaires** (ou calcisponges) ; ont un squelette composé de spicules calcaires, de formes très variées.

**Les hexactinellides** (ou éponges de verre): leurs spicules sont siliceux et sont formés de trois axes et six pointes (triaxones hexactines). Ex. Euplectella.

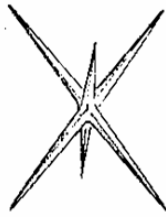


Fig ; 27. Spicule hexactine



Euplectella

**Les démosponges** : possèdent un squelette formé de spicules siliceux et/ou de fibres de spongine, protéine souple et résistante.

Ex. Hippospongia et Euspongia (éponges de toilette).

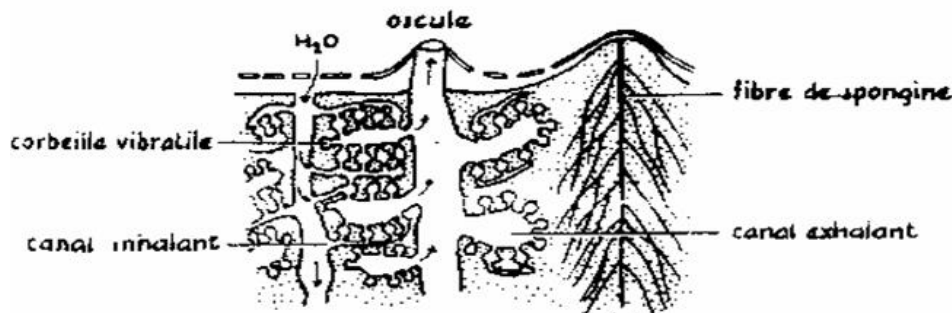


Fig. 28. Coupe de Demosponge

### IV. REPRODUCTION

Les éponges se reproduisent par voie asexuée et par voie sexuée ; de plus, elles possèdent un grand pouvoir de régénération.

**a- La multiplication asexuée** s'effectue par bourgeonnement:

- bourgeonnement externe : des fragments d'éponges, ou bourgeons, se forment à partir de l'éponge- mère ; ils se détachent ensuite pour se fixer plus loin ou restent attachés pour former une colonie.

Ex. Tethya, Reniera implexa.

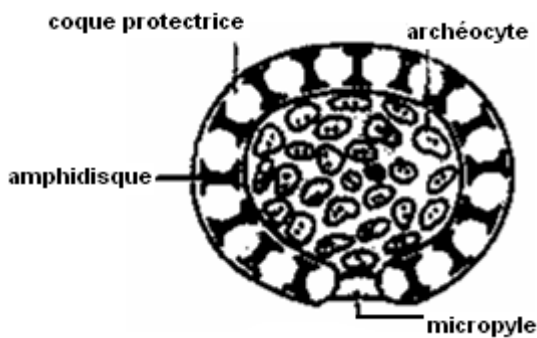


**Tethya en bourgeonnement**

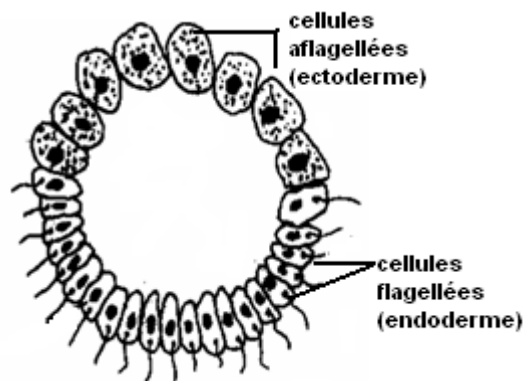


**Reniera, colonie d'éponges**

- bourgeonnement interne : dans ce cas, il y a formation, dans la mésoglée, de formes de résistance, les *gemmules* (Fig. 29), à partir de cellules indifférenciées. A la mauvaise saison, l'éponge meurt, les gemmules sont libérées et résistent jusqu'au printemps ; elles s'ouvrent alors et se différencient ensuite pour former une nouvelle éponge.



**Fig. 29. Gemmule**



**Fig. 30. Amphiblastula**

### **b- La reproduction sexuée**

Les éponges sont en grande majorité hermaphrodites. Cependant certaines espèces sont de sexes séparés (gonochoriques).

Les gamètes sont produits dans la mésoglée à partir des amoebocytes. Après la fécondation le zygote se développe en une larve ciliée, l'amphiblastula (Fig. 30), qui quitte l'éponge pour aller se fixer sur un substrat et se développer en une nouvelle éponge.

### **c- La régénération**

C'est la capacité à constituer un individu entier à partir d'un simple fragment du corps de l'animal. Les spongiaires possèdent un grand pouvoir de régénération, qui est industriellement utilisé dans la production des éponges de toilette (Spongculture).

## **V. ECOLOGIE**

- Les éponges filtrent de grandes quantités d'eau et contribuent à réduire la turbidité de l'eau : la quantité d'eau filtrée par 10 cm × 1 cm d'éponge est de 22 litre/jour)
- L'abondance des éponges est souvent limitée par la disponibilité de silice et de calcium (pour la formation des spicules). Certaines éponges peuvent décomposer les roches ou coquilles calcaires et, par ce fait, jouent un rôle important dans le cycle biogéochimique du calcium dans les océans ; mais elles contribuent aussi à détruire des populations d'huîtres et de palourdes.
- Les éponges servent d'abris pour de multiples animaux et sont mangées par certains poissons.

## Embranchement des CNIDAIRES

L'embranchement des cnidaires comprend les groupes des hydres, des méduses et des coraux ; Ils vivent presque exclusivement dans le milieu marin. Ce sont les plus primitifs des **eumétazoaires** : à la différence des spongiaires, ils sont formés de tissus véritables.

### I. DEFINITION

Les cnidaires sont des métazoaires diploblastiques à symétrie radiaire. Le corps a la forme d'un sac avec une cavité gastrale, ou *cavité gastrovasculaire* ; elle s'ouvre à l'extérieur par un seul orifice, la bouche ou *l'orifice bucco-anal*, entouré de *tentacules*, qui sont des prolongements de la paroi du corps.

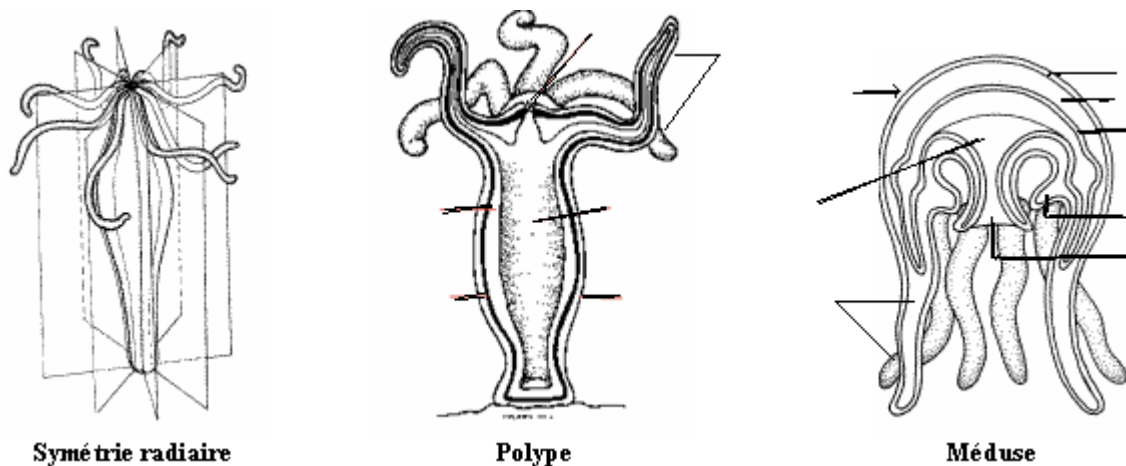


Figure 1. Structure de cnidaire

Le cycle de développement des cnidaires présente, en général, une alternance d'une phase polype (animal fixé, asexué) et d'une phase méduse (animal libre et pélagique, sexué) (Fig.1) : la forme polype donne naissance, par bourgeonnement, à des méduses mâles ou femelles. Les gamètes sont rejetés dans l'eau où se fait la fécondation (fécondation externe). Le zygote se développe en une larve diploblastique ciliée et nageuse, la larve planula (Fig. 3) ; la planula se fixe ensuite pour donner le polype. Les polypes peuvent être isolés les uns des autres ou groupés en colonies.

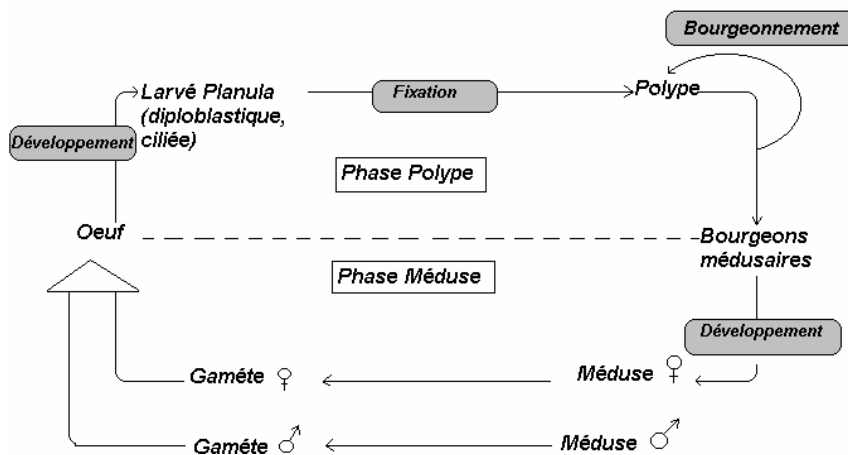


Figure 2. Cycle général de développement des cnidaires

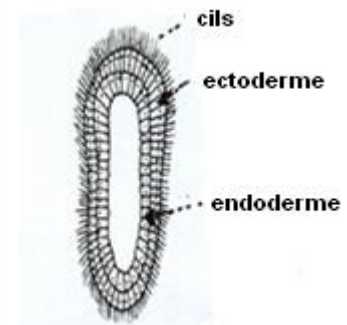


Figure 3. Larve planula

## II. STRUCTURE GENERALE

La paroi du corps est constituée de deux couches cellulaires séparées par la mésogée (Fig. 4): les cnidaires sont diploblastiques.

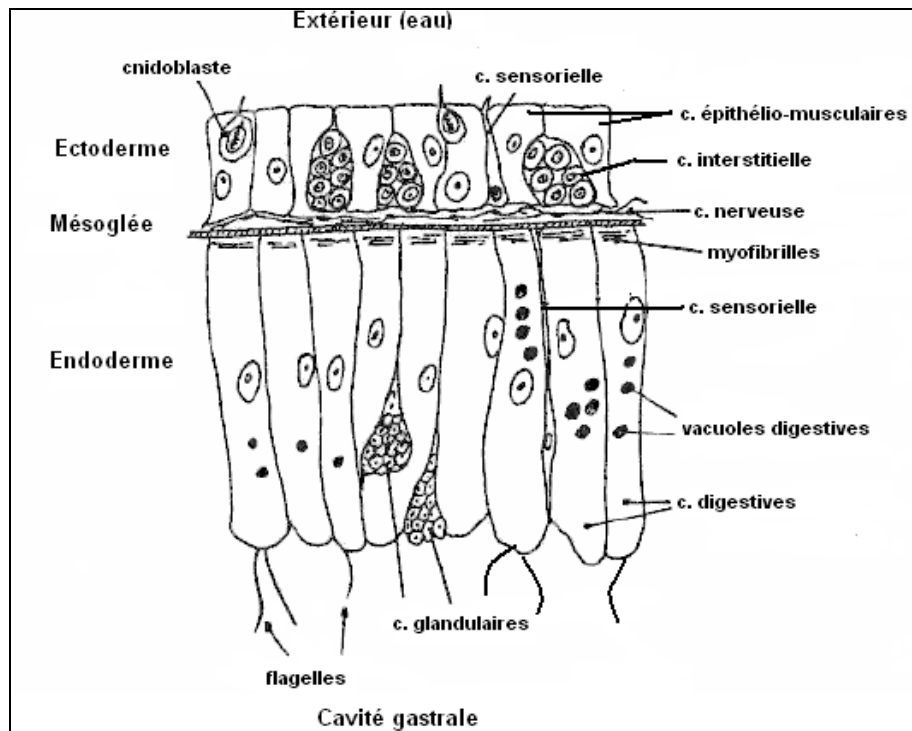
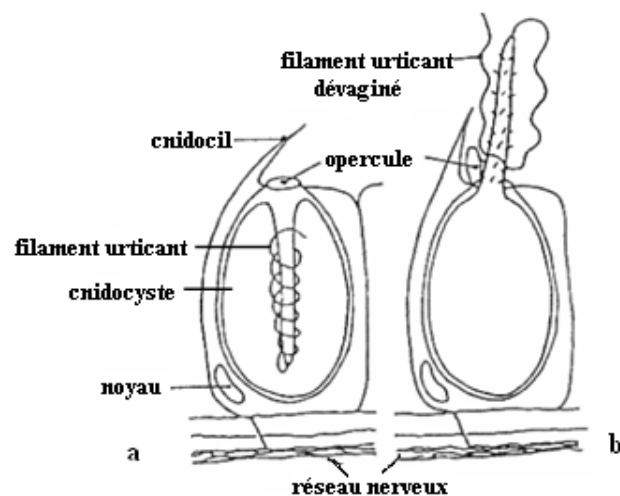


Figure 4. Structure de la paroi d'un cnidaire, l'hydre

- L'**ectoderme** renferme des cellules caractéristiques de l'embranchement, les **cnidoblastes** (= **cellules urticantes** = **nématoblastes**) (Fig. 5) qui paralysent ou tuent proies et prédateurs grâce aux produits toxiques qu'elles contiennent.



Cnidoblaste au repos (a) et dévaginé (b)

Figure 5



- L'**endoderme** comporte des **cellules glandulaires** qui secrètent des enzymes protéolytiques dans la cavité gastrale et qui fragmentent les proies (*digestion extracellulaire*) et des **cellules digestives** flagellées, à activité phagocytaire (*digestion intracellulaire*).

Les deux feuillets renferment aussi:

- des cellules interstitielles (= cellules basales), cellules indifférenciées pouvant se transformer en divers types de cellules; en particulier, elles remplacent les cnidoblastes éclatés qui ne fonctionnent qu'une seule fois.

- des cellules sensorielles en relation avec le réseau nerveux dans la mésoglée.

Leur stimulation déclenche des réponses chez l'animal.

- La mésoglée renferme des cellules nerveuses, ou neurones, constituant un système nerveux très primitif. Ces neurones relient les cellules sensorielles aux diverses autres cellules (les polypes se rétractent quand on les touche alors que chez les éponges aucune réaction n'est visible). ^

### **III. CLASSIFICATION**

L'embranchement des cnidaires est subdivisé en trois classes selon le type de cycle de développement et le mode de formation des méduses.

#### **1- Classe des hydrozoaires**

Cnidaires de petite taille, à cavité gastrique simple. Leur cycle (Fig. 7) présente souvent une alternance de générations ; cependant, l'une des 2 formes peut être absente:

- la forme polype est souvent coloniale avec différents types de polypes (Fig. 6): nourriciers (gastérozoïdes), reproducteurs (gonozoïdes), ... les polypes reproducteurs forment, par bourgeonnement, les méduses.

- Les méduses (Fig. 7) sont petites, transparentes et pélagiques; Elles possèdent une frange ou velum, dont les contractions permettent des déplacements verticaux de l'animal. La méduse possède des organes sensoriels qui sont des statocystes, organes d'équilibration et, des ocelles, organes photorécepteurs.

Exemples : - Hydra viridissima (hydre d'eau douce) - Obelia geniculata (Fig. 6)

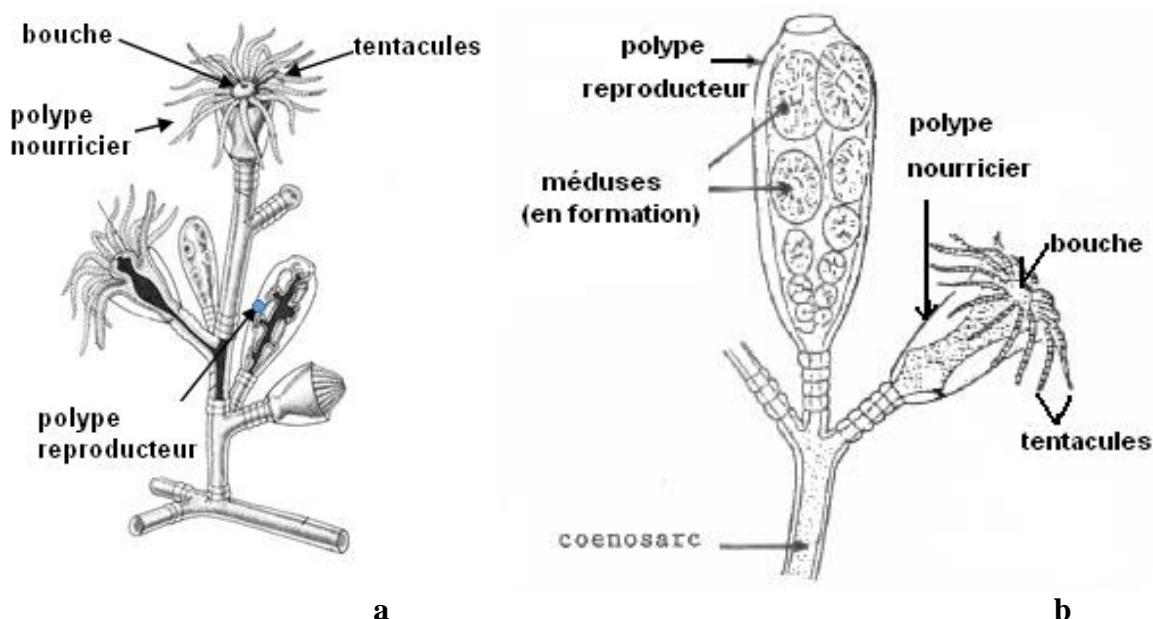


Figure 6. Obelia geniculata : a) colonie de polypes ; b) détail

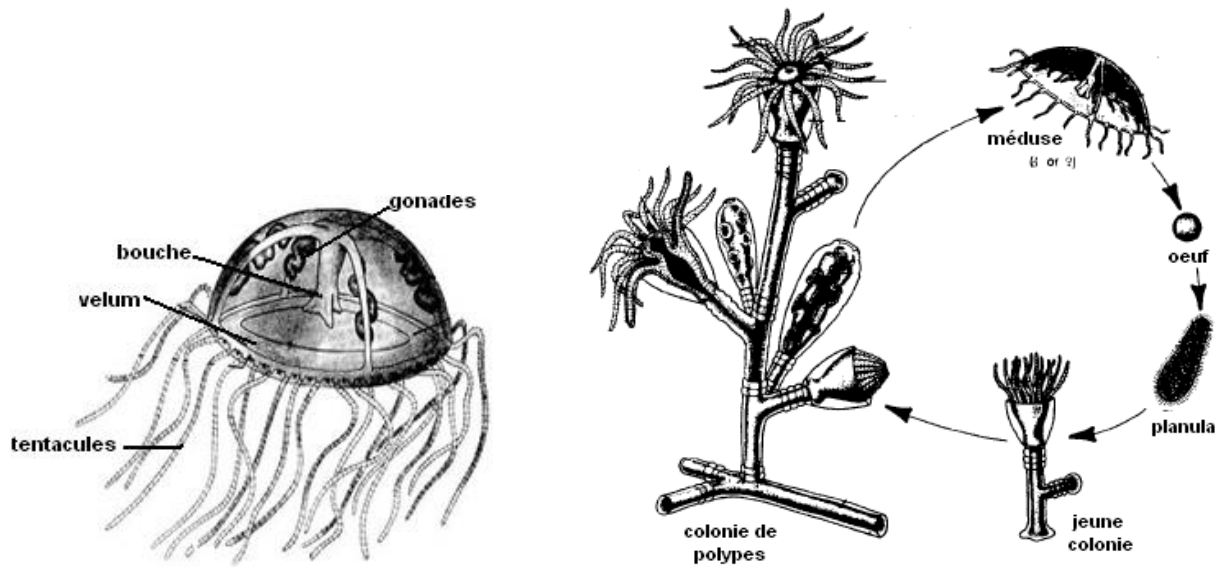


Figure 7 : Obelia geniculata : a) méduse, b) cycle de vie

## 2- Classe des scyphozoaires

Les scyphozoaires sont des méduses de grande taille (40 cm) qui ne possèdent pas de velum (= méduses acalèphes). Elles se forment à partir de polypes de petite taille, les scyphistomes, au cours d'une multiplication asexuée, la strobilation : divisions transversales du polype.

Exemple : Aurelia aurita

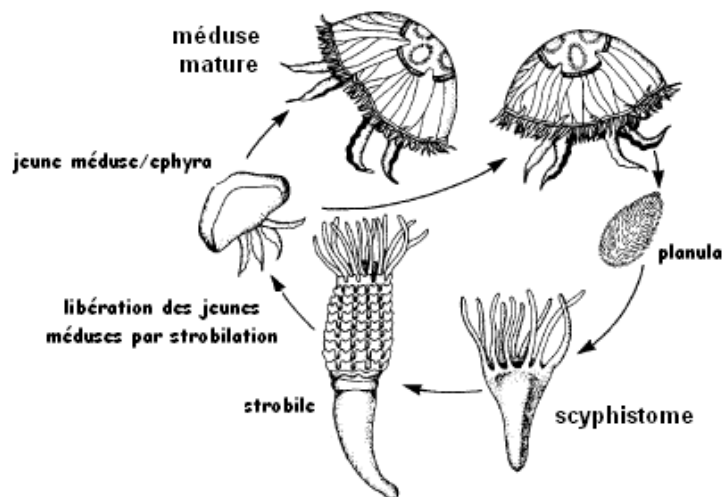


Figure 8 : Cycle de Aurelia aurita

## 3- Classe des anthozoaires

✓ Cnidaire qui n'existent que sous la forme polype (pas de forme méduse)

- ✓ la bouche est portée par un tube, le pharynx, qui pénètre dans la cavité gastrale.
- ✓ la cavité gastrale est divisée par des cloisons endodermiques régulièrement disposées, les septums. Selon le nombre des cloisons, on distingue :

- les **octocoralliaires** (Fig. 9). Chaque polype possède 8 loges séparées par 8 cloisons, et auxquelles correspondent 8 tentacules pinnés.

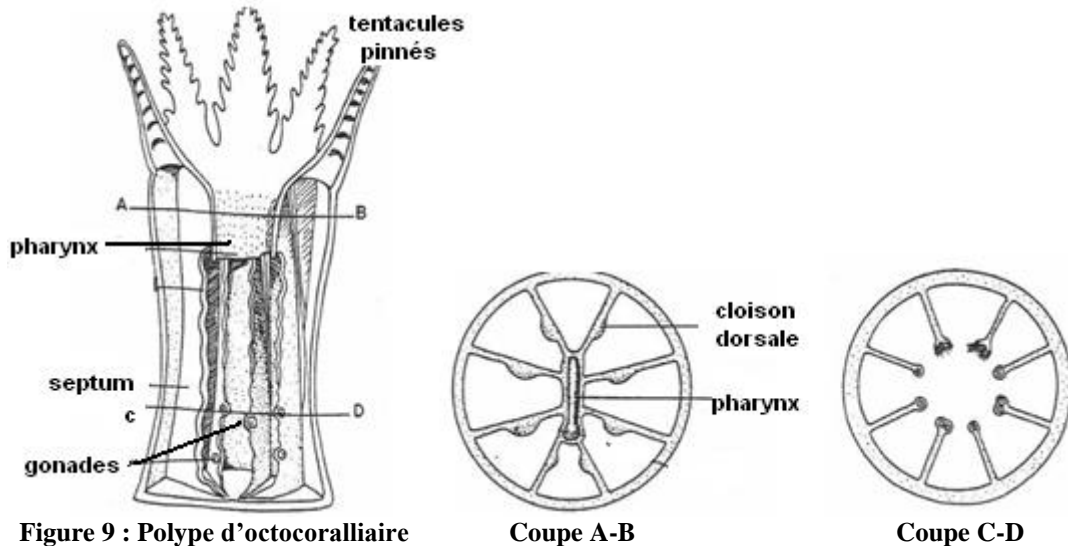
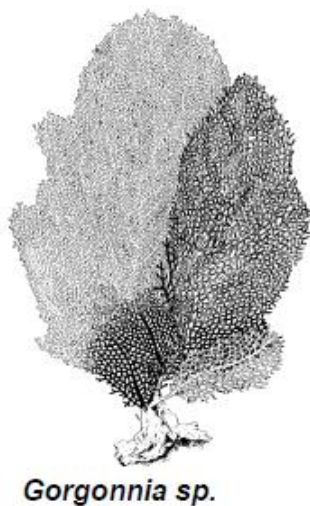


Figure 9 : Polype d'octocoralliaire

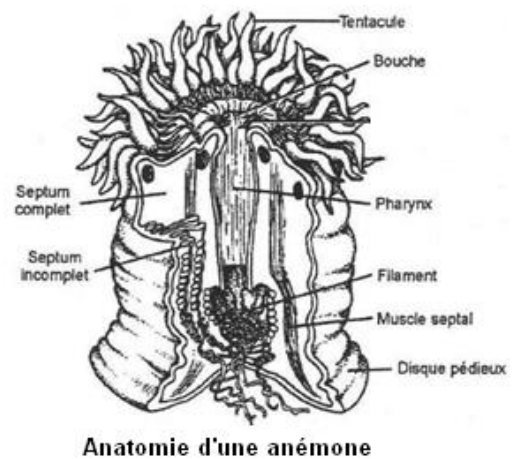
Coupe A-B

Coupe C-D

Exemples : les gorgones, Vertillum.



**Vertillum**



Anatomie d'une anémone

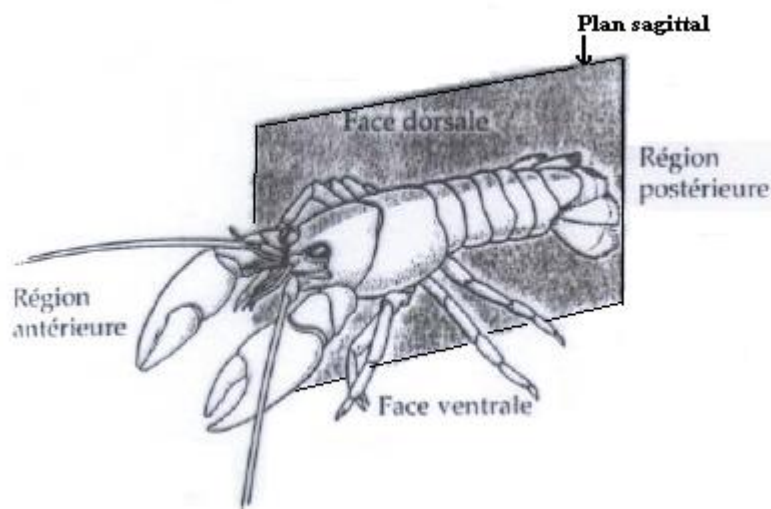
- **Les hexacoralliaires** sont solitaires ou coloniaux. La cavité gastrale est subdivisée en 6×n loges par 6×n septums, qui se forment successivement au cours de la croissance de l'animal. A chaque cycle de loges correspond une couronne de tentacules non pinnés.

Exemple : Les anémones de mer, les madréporaires.

## INTRODUCTION SUR L'ETAT TRIPLOBLASTIQUE

Les métazoaires marquent une étape ultime de l'évolution à la suite de l'apparition d'un troisième feuillet, le mésoderme, qui s'intercale entre l'ectoderme et l'endoderme. Sa présence permet de définir les **animaux triploblastiques**, chez lesquels l'organisation devient de plus en plus complexe par rapport aux animaux diploblastiques (spongiaires et cnidaires).

Les métazoaires triploblastiques acquièrent une symétrie bilatérale qui est en rapport avec leur mobilité; leurs corps comportent ainsi une *région céphalique* dominante ou *tête* (dans le sens du déplacement) qui porte les organes sensoriels, et une *région postérieure* ou *queue* qui porte généralement l'anus. On peut également reconnaître un côté droit et un côté gauche identiques ainsi qu'une face ventrale et une face dorsale, qui sont généralement différentes. Néanmoins, selon que le mésoderme se creuse ou non de cavité, le coelome, les métazoaires triploblastiques sont subdivisés en deux lignées évolutives distinctes : les acoelomates et les coelomates: chez les premiers, le mésoderme reste compact et forme du tissu conjonctif appelé parenchyme qui remplit tout le corps ; chez les seconds, plus évolués, le mésoderme se creuse d'une cavité, le coelome et constitue de nouveaux organes.



**Symétrie bilatérale**

# Embranchement des PLATHELMINTHES

## I. DEFINITION ET ORGANISATION

Les Plathelminthes sont des métazoaires triploblastiques à symétrie bilatérale ; Ils sont acoelomates (**Fig. 1 et 3**) : les cellules mésodermiques forment un tissu conjonctif, le parenchyme, qui remplit l'intérieur du corps (entre la paroi externe et le tube digestif) ; elles forment aussi des fibres musculaires qui, en se contractant, permettent à l'animal de se plier dans tous les sens et de s'étendre avec une grande souplesse.

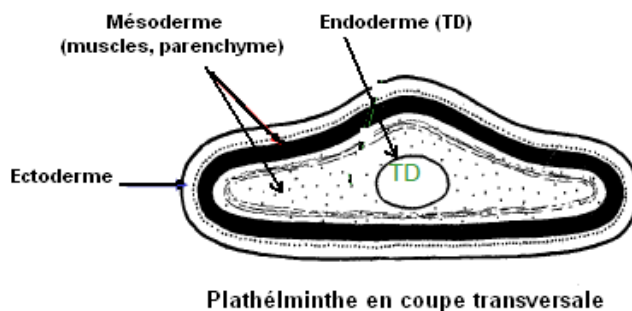


Figure 1

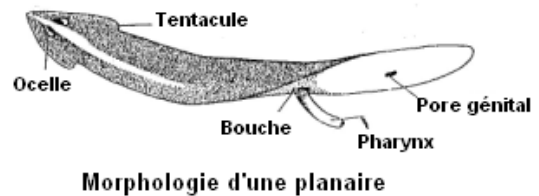


Figure 2

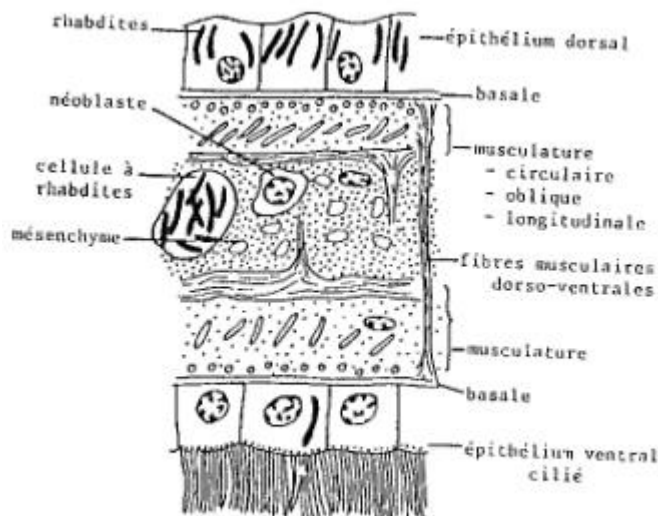
D'autres caractères définissent les plathelminthes:

► Le corps est aplati dorsoventralement ; on les appelle aussi les **vers plats** (**Fig.1 et 2**)

► Le **tube digestif** (**Fig. 4**) est incomplet car il ne présente qu'une seule ouverture, la bouche, qui sert aussi bien à l'ingestion de la nourriture qu'à l'élimination des déchets alimentaires.

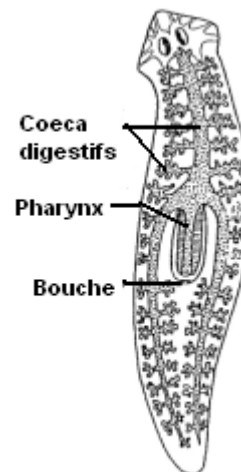
- L'intestin est ramifié en coecas digestifs dont la paroi est formée de cellules phagocytaires. La disposition des coecas permet une bonne distribution des substances nutritives dans tout le corps, ce qui compense *l'absence de l'appareil circulatoire*.

Le tube digestif peut être absent (classe des cestodes) et la nutrition se fait alors par osmose.



Coupe longitudinale dans l'épaisseur du corps d'une planaire

Figure 3



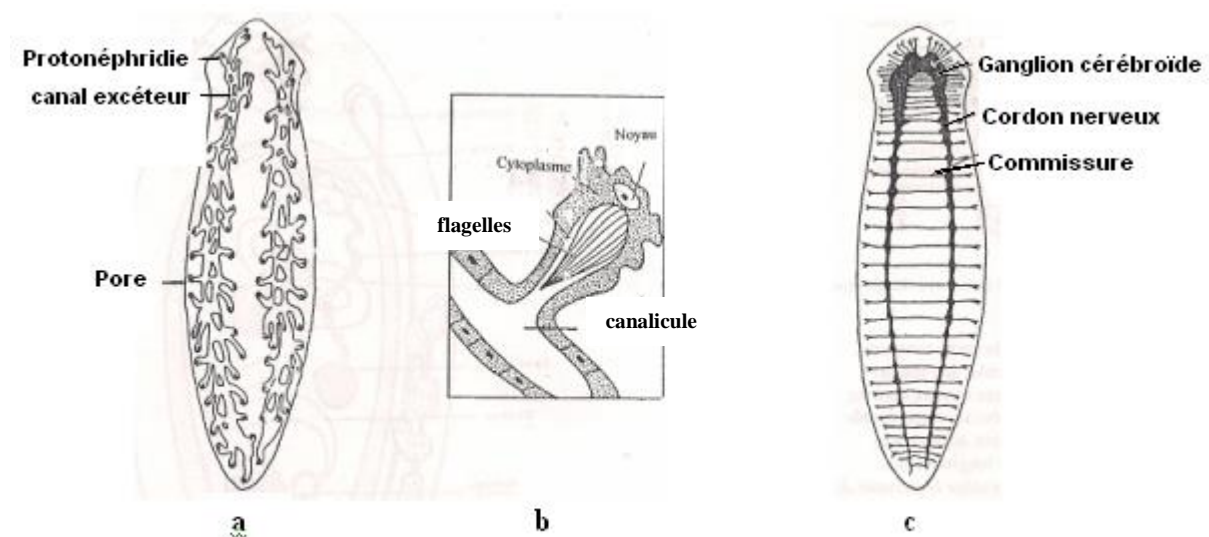
Tube digestif  
Figure 4



► Il n'y a pas d'appareil respiratoire: les échanges gazeux se font par diffusion à travers la paroi.

► L'**appareil excréteur** est formé par des *protonéphridies* ou *cellules-flammes* (Fig. 5 a-b). Ce sont des cellules avec des *flagelles* qui battent dans un canalicule et mettent en circulation le liquide prélevé du parenchyme à travers la paroi de ce canalicule ; ce liquide est constitué d'eau et de déchets métaboliques. L'ensemble des canalicules se jette dans deux canaux excréteurs longitudinaux qui collectent le liquide et le rejettent ensuite à l'extérieur par un ou plusieurs *pores excréteurs*.

► Le **système nerveux** présente un début de *condensation* (concentrations des neurones en ganglions) et de *céphalisation* (concentration dans la région antérieure). Il est composé de deux *ganglions cérébroïdes*, antérieurs et dorsaux, de *cordons nerveux* qui se prolongent le long du corps et qui sont reliés par des *commissures* (Fig. 5c).



Planaire : a) appareil excréteur ; b) protonéphridie ; c) système nerveux

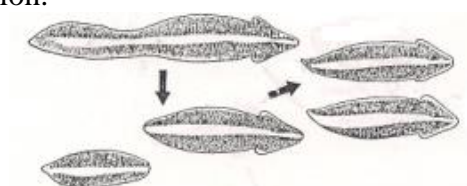
Figure 5

► • Les plathelminthes sont **hermaphrodites protandres** :.....

La fécondation est interne et croisée : elle se fait après accouplement entre deux partenaires sexuels qui échangent leurs spermés. Les œufs fécondés sont entourés de cellules vitellines et pondus dans des cocons où ils commencent leur développement.

Le développement de l'œuf peut être *direct* ou *indirect* (présence de stades larvaires).

• Certains groupes de plathelminthes ont un grand pouvoir de régénération et se reproduisent par voie asexuée ; celle-ci se fait par des divisions transversales appelées *scissiparité*, suivies de régénération.



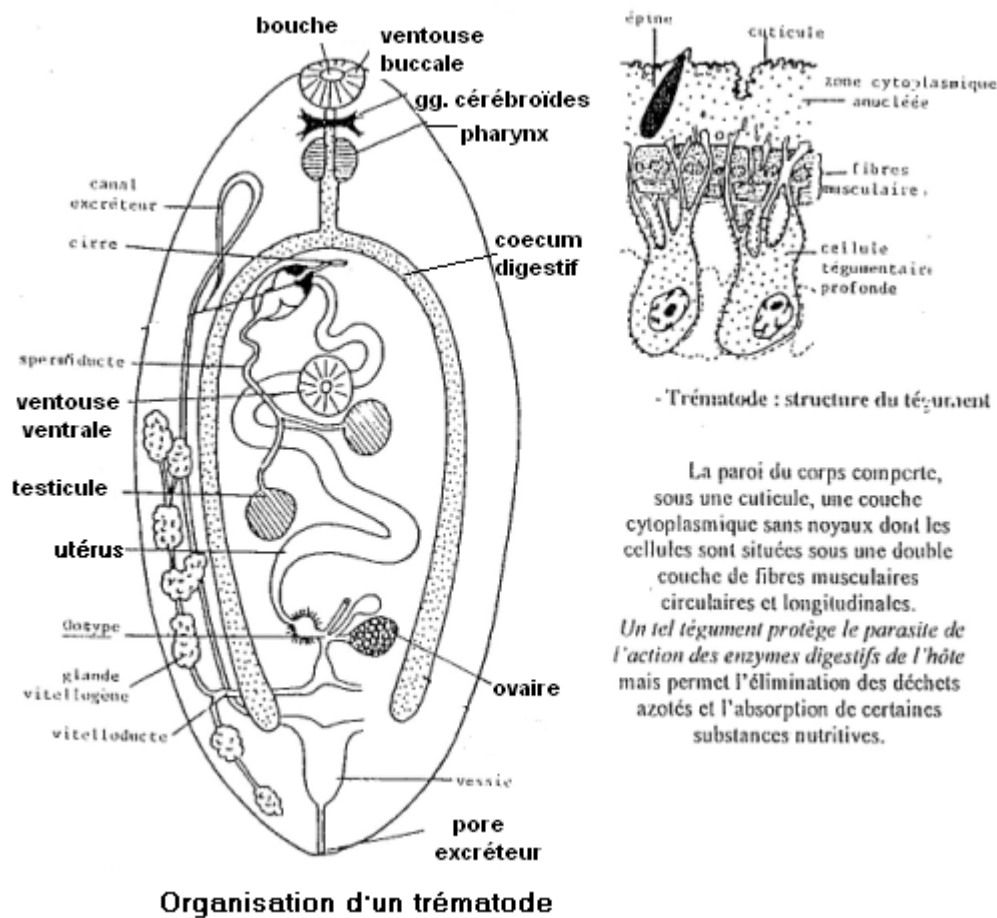
Scissiparité chez la planaire et développement des parties en individus normaux

## II. CLASSIFICATION

L'embranchement des plathelminthes est divisé en trois classes :

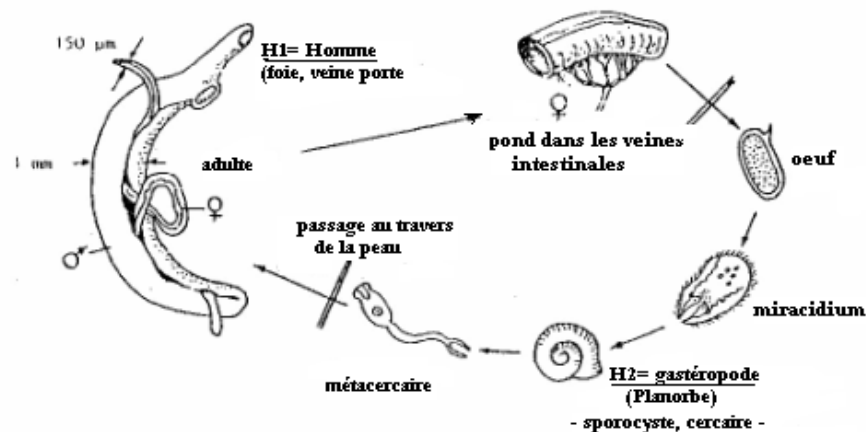
- **Classe des turbellariés** (Fig. 2 et 3) surtout marins. Le groupe le plus connu est celui des planaires. Ils sont libres et possèdent donc un épiderme cilié (nage et déplacement) et des organes de sens bien développés : yeux simples ou ocelles (photorécepteurs), tentacules (chémorécepteurs)...

- **Classe des trématodes** (Fig. 6) : parasites *hétéroxènes* de vertébrés, à cycles très complexes. Leur corps est recouvert d'une cuticule protectrice et présente des organes de fixation très variés, en particulier des ventouses.



Exemples types: - ***Fasciola hepatica*** et ***Dicrocoelium dendriticum***, (respectivement grande et petite douve du foie), parasites à l'état adulte du mouton et éventuellement de l'Homme.

- Le genre ***Schistosoma*** (Fig. 7) dont les espèces provoquent les bilharzioses, qui se manifestent par l'hypertrophie du foie et de la rate, des troubles urinaires, le ballonnement de l'abdomen, l'atrophie musculaire des bras et des jambes...



Cycle de Schistosoma mansoni (bilharziose intestinale)

Les sexes sont séparés : La femelle est de petite taille et vit dans un sillon de la face ventrale du mâle ; tous deux se localisent dans les ramifications de la veine porte hépatique de l'Homme. La ponte des œufs se fait dans les veines intestinales ; les œufs à éperon traversent alors la paroi de l'intestin et sont rejetés à l'extérieur. Le développement se poursuit dans les tissus d'un gastropode par une multiplication des formes larvaires ; les dernières formes larvaires, les métacercaires, quittent le gastropode et pénètrent activement au travers de la peau de l'hôte primaire.

Figure 7

- **Classe des cestodes** : parasites de l'intestin de l'Homme et de quelques autres vertébrés. Le corps recouvert d'une cuticule est sous forme d'un ruban long de plusieurs mètres ; il est formé d'une série de segments ou proglottis, comportant chacun un appareil génital hermaphrodite. La reproduction et le cycle de vie sont très complexes. La nutrition est osmotrophe (pas de bouche ni tube digestif).

Les cestodes sont typiquement représentés par le groupe des ténias :

- *Taenia saginata* : H1= Homme, H2= Bœuf

- *Taenia solium* (Fig. 8 et 9) : H1= Homme, H2= Porc

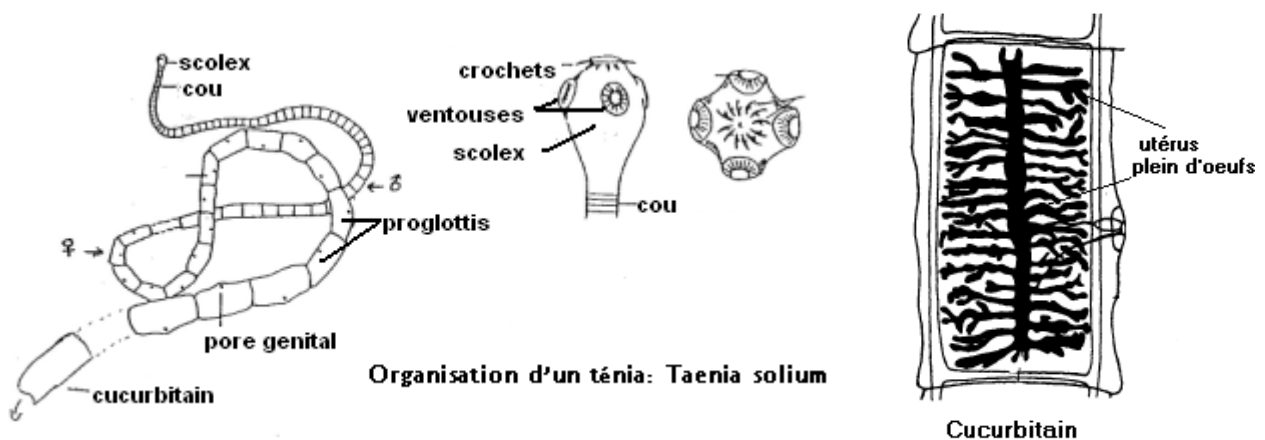
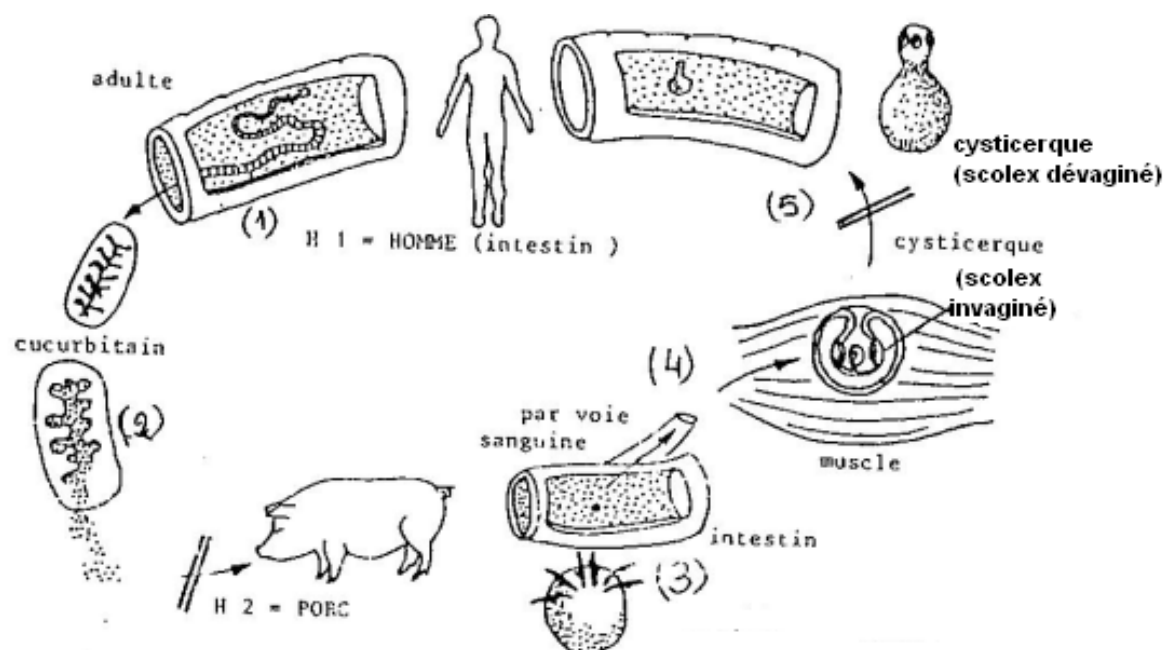


Figure 8





**Cycle de *Taenia solium* (ténia du porc)**

Le parasite adulte vit dans l'intestin de l'Homme (1), accroché aux cellules intestinales par son scolex muni de 4 ventouses et de crochets.  $\approx 10$  cucurbitains remplis d'œufs (2) sont libérés chaque jour et peuvent être ingérés par le Porc (ou le Bœuf dans le cas de *T. saginata*). (3) Les œufs éclosent dans l'intestin de l'hôte intermédiaire et libèrent des oncosphères qui traversent la paroi intestinale et, par le sang, gagnent les muscles (4). Là, ils se transforment en larves cysticerques : vésicules dont la membrane interne forme un scolex invaginé ; la viande ainsi contaminée est dite *ladre* (4). (5) L'Homme s'infeste en consommant de la viande ladre mal cuite. Le cycle reprend alors : le cysticerque se dévagine, le scolex se fixe sur la paroi intestinale et le collet forme progressivement un nouveau strobile.

**Figure 9**

# Embranchement des NEMATHELMINTHES

## I. DEFINITION

Les némathelminthes sont des métazoaires triploblastiques à symétrie bilatérale. Ils sont accélomates mais ils possèdent une cavité interne très développée, la *cavité périviscérale*, qui n'est pas entièrement entourée de mésoderme ; il s'agit d'un pseudocœlome qui correspond à un reste du blastocœle embryonnaire : les némathelminthes sont dits **pseudocœlomates**.

Le corps est de forme *cylindrique* à section circulaire (→ Vers ronds) (**Fig. 1**); il est revêtu d'une *cuticule épaisse*.

L'embranchement comporte deux classes, la plus importante est la classe des **nématodes** (ex. le genre *Ascaris*).

## II. ORGANISATION GENERALE

A partir de l'étude de l'ascaris, on peut relever les caractéristiques anatomiques des Nématodes:

► L'épiderme (**Fig. 2a**) est recouvert d'une *cuticule* épaisse dont la présence ne permet pas la croissance continue de l'animal. Cette croissance est entrecoupée par des **mues** au cours desquelles l'animal détruit l'ancienne cuticule, augmente de taille puis forme une nouvelle cuticule. Il atteint sa taille adulte définitive au cours de la dernière mue.

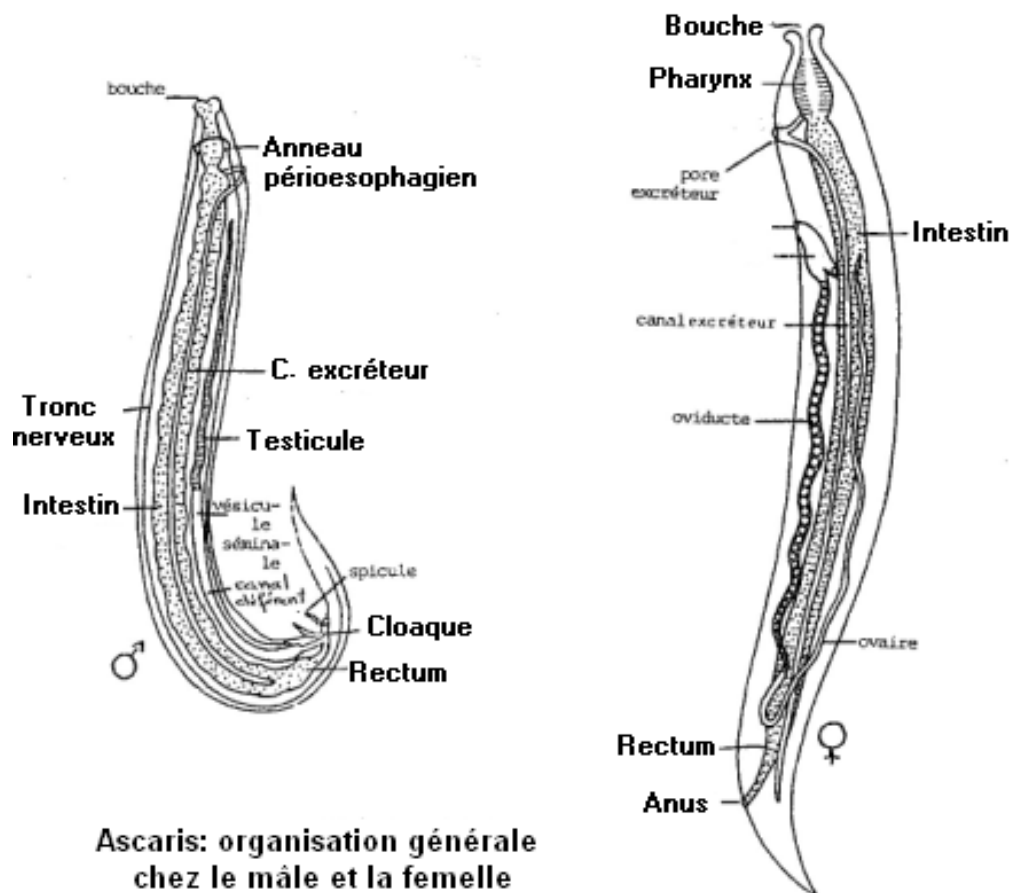
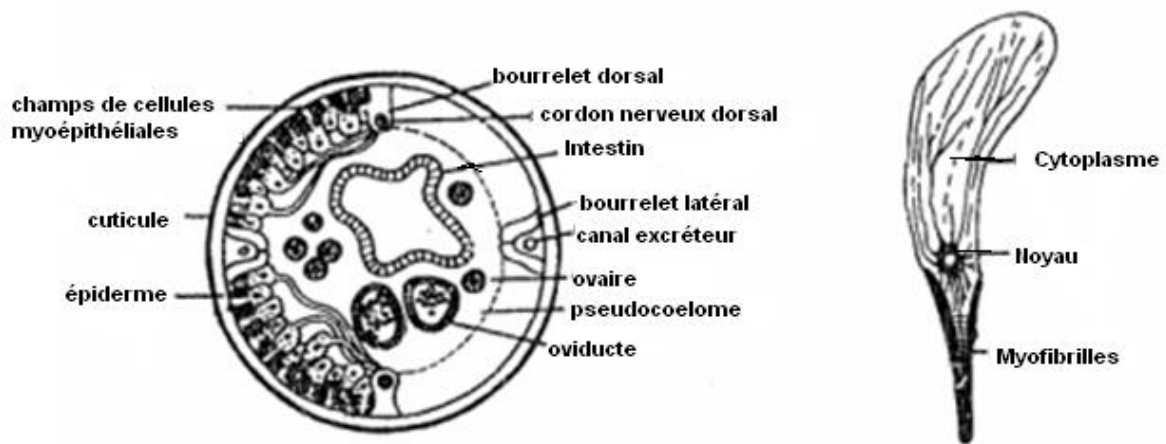


Figure 1



Ascaris: a- coupe transversale; b- cellule myoépithéliale

Figure 2

► Les muscles sont représentés par des **cellules myoépithéliales** (Fig. 2b) qui contiennent des éléments contractiles, les myofibrilles, qui sont orientées parallèlement à l'axe du corps : leurs contractions ne permettent que des mouvements d'enroulement dans le plan sagittal.

► Le tube digestif (**Fig. 1**) est *complet*, avec bouche et anus. Il est rectiligne et comporte un pharynx, l'intestin et le rectum.

► Le système nerveux (**Fig. 1**) comprend un *anneau périoesophagien* d'où partent des *troncs nerveux* longitudinaux dont les plus importants sont les cordons nerveux dorsal et ventral.

Les organes de sens sont peu développés ; ils sont représentés par des *soies sensorielles* et des *organes chémorécepteurs*.

### III. REPRODUCTION

Les nématodes sont gonochoriques et présentent un dimorphisme sexuel assez prononcé :

- la femelle (20 cm) est de taille plus grande que le mâle (15 cm)
- la position de l'orifice génital est différente dans les deux sexes : il est antérieur chez la femelle et chez le mâle, il se confond avec l'orifice du cloaque (**Fig. 1**).

La reproduction est **uniquement sexuée** ; la fécondation est interne et les œufs sont pondus dans une *coque protectrice* où ils commencent leur développement embryonnaire.

### IV. DEVELOPPEMENT

- Dès les premières étapes de la segmentation, il y a une détermination précoce des blastomères et une séparation de la lignée germinale et de la lignée somatique. De plus, les divisions cellulaires s'arrêtent très tôt : la croissance des némathelminthes est ainsi due à une hypertrophie de leurs cellules plutôt qu'à l'augmentation du nombre de celles-ci.

- A l'éclosion de l'œuf, sort une larve qui va subir un développement dit *développement postembryonnaire* ; il comporte un certain nombre (en général 4) de stades larvaires séparés par des mues, avant d'atteindre le stade adulte. Le 3<sup>ème</sup> stade larvaire est très important car il reste le plus souvent enkysté et assure une forme de résistance aux conditions défavorables du milieu chez les formes libres, et chez les formes parasites, il représente la forme infestante.

## IV. ECOLOGIE

Les nématodes comptent un nombre très important d'espèces avec une éthologie et une écologie très diversifiées.

**1)- Les nématodes libres** colonisent des habitats très variés: eau de mer, eau douce, sols, déserts, neiges, matières organiques... Toutes ces espèces sont de petite taille (quelques mm) et ont un régime carnivore, herbivore ou détritivore.

**2)- Les nématodes parasites** se rencontrent dans de nombreux groupes animaux (zooparasites) et végétaux (phytoparasites).

- Les *nématodes phytoparasites* sont, avec les insectes, les champignons et les virus parmi les destructeurs les plus redoutables des plantes cultivées par l'homme. Leurs actions destructrices se caractérisent par un dépérissement des plantes, une interruption de la croissance, la formation de galles spécifiques et la suppression des fruits et des graines.

- Les *nématodes zooparasites* ont pour hôtes des invertébrés et des vertébrés, en particulier l'Homme. Selon l'espèce, le parasite envahit les tissus, le tube digestif, le coelome, le sang...

Des dizaines d'espèces peuvent parasiter l'Homme et sont responsables de graves maladies entraînant fréquemment l'incapacité de travail et même la mort. On retiendra, pour exemples, quelques espèces bien connues :

1) Enterobius vermicularis, c'est l'oxyure qui parasite l'intestin de l'Homme, (surtout celui des enfants, 20%). La présence du parasite se traduit par une congestion du gros intestin, des troubles nerveux et quelques accès de fièvre ; elle serait à l'origine de la majorité des cas d'appendicite.

2) Les ascarides. Ce sont des vers généralement de grande taille qui vivent dans le gros intestin des mammifères. L'Homme héberge Ascaris lumbricoïdes et la contamination se fait en absorbant des aliments sales contenant des œufs mûrs.

# Embranchement des ANNELIDES

## I. DEFINITION ET CARACTERES GENERAUX

Les annélides, ou vers annelés, sont des métazoaires triploblastiques **coelomates**. Le coelome est rempli de liquide qui joue le rôle d'un squelette hydrostatique.

Le corps, à symétrie bilatérale, est *segmenté* ou *métamérisé* c. à d. formé d'une suite d'anneaux (= segments ou métamères) dans lesquels se répètent les différents organes ou partie d'organes.

Le corps des annélides est fondamentalement constitué de trois régions (**Fig. 1a**):

- la **tête** avec un *prostomium* qui porte les organes sensoriels et un *péristomium*, portant la bouche ventrale
- le **tronc** ou **soma** formé de nombreux segments plus ou moins semblables
- le **pygidium** ou **telson** porte l'anus.

Cette morphologie subit des transformations adaptatives chez les différentes classes et espèces d'annélides.

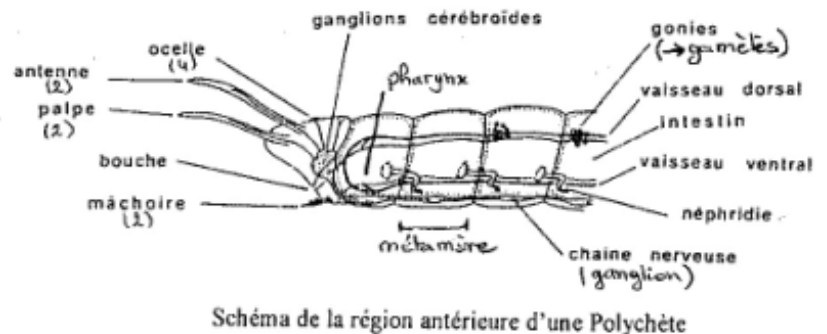
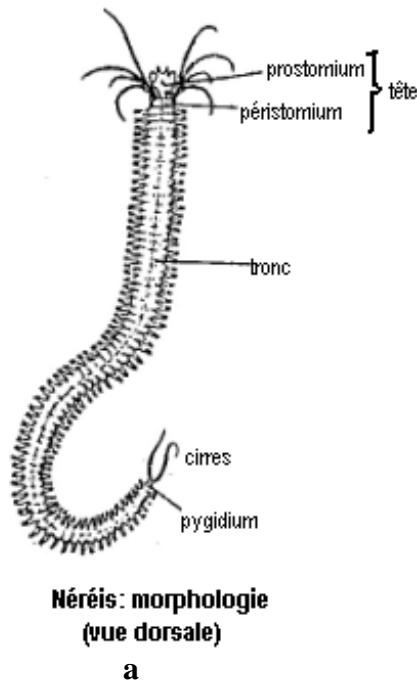
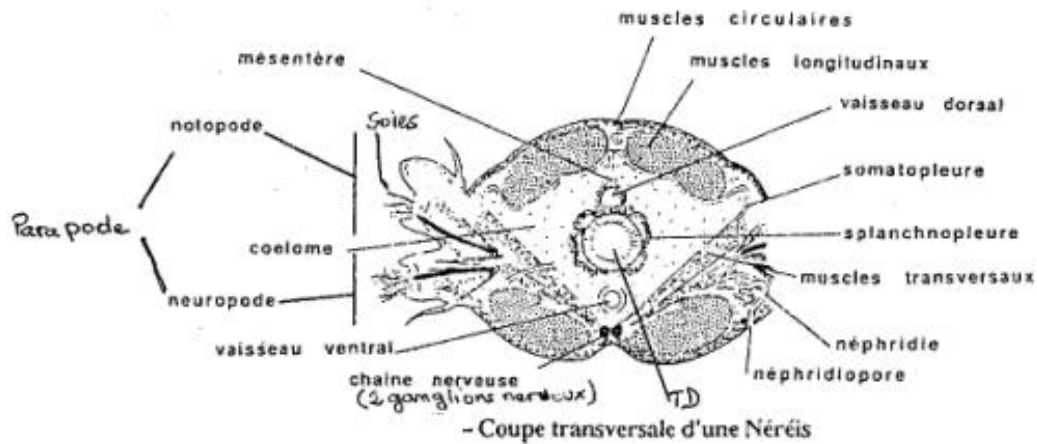


Figure 1

## B. ANATOMIE

**1.** La paroi du corps (**Fig. 2**) est composée d'un épiderme qui est un épithélium unistratifié recouvert d'une mince cuticule, de muscles circulaires externes et longitudinaux internes ;

*La contraction des muscles et les mouvements du liquide coelomique permettent des mouvements lents d'ondulation.*



**Figure 2**

## **2. Le système nerveux (Fig. 1b) comprend :**

- ✓ Deux *ganglions cérébroïdes*, antérieurs et dorsaux (céphalisation) reliés par un anneau (collier) périoesophagien à
- ✓ Une *chaîne nerveuse* ventrale, sous le tube digestif  $\Rightarrow$  les annélides sont des **hyponeuriens** ; cette chaîne comporte deux ganglions nerveux dans chaque métamère réunis entre eux par des commissures. Les différentes paires de ganglions sont reliés entre eux par des connectifs nerveux.

Les organes sensoriels sont bien développés chez les annélides mobiles (ex. Nereis) et sont localisés dans la région antérieure (tête) : il y a des ocelles (yeux simples), des organes gustatifs et olfactifs (chémorecepteurs) et des organes tactiles. Chez les groupes sédentaires ou parasites, les organes de sens sont peu différenciés et sont représentés par des papilles sensorielles réparties sur le corps.

## **3. Le tube digestif est complet ; il est subdivisé en régions spécialisées :**

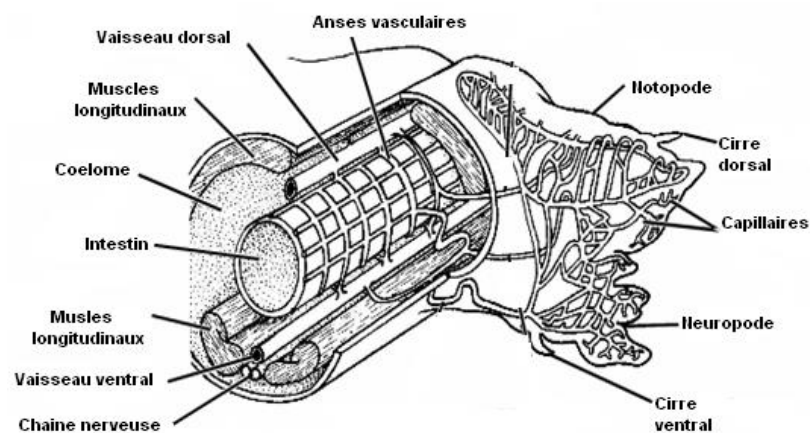
- un pharynx musculeux (suction),
- un œsophage (conduction des aliments)
- l'intestin (digestion et assimilation)
- le rectum qui s'ouvre à l'extérieur par l'anus.

D'autres structures peuvent exister selon le régime alimentaire : pharynx développé en une trompe dévaginable chez les espèces prédatrices comme *Nereis*, jabot (réservoir d'aliments) et gésier (estomac mécanique) chez le lombric ; cæcums stomacaux (réservoir et digestion) chez la sangsue ...

**4. L'appareil excréteur** est formé de **néphridies** (ou métanéphridie): il y a deux néphridies par métamère. Chaque néphridie est constituée d'un néphrostome suivi d'un canal qui s'élargit pour former la vessie s'ouvrant à l'extérieur par un pore excréteur. Les néphridies filtrent constamment le fluide coelomique, et les déchets sont ensuite rejetés à l'extérieur par les pores excréteurs.

**6. L'appareil circulatoire** est clos (= vasculaire): le sang circule dans deux vaisseaux sanguins principaux, un *vaisseau dorsal*, contractile, et un *vaisseau ventral* non contractile ; ils sont reliés, dans chaque métamère, par des vaisseaux transversaux, les *anses vasculaires*, qui se ramifient en *capillaires* au niveau des différents organes.

Le sang contient des globules blancs et des pigments respiratoires dissous qui augmentent l'efficacité du transport de l'oxygène.



**Figure 3 : Système circulatoire et échanges respiratoires (Polychètes)**

**5. La respiration** se fait au travers de la paroi qui est très vascularisée : c'est une respiration cutanée. Chez certaines espèces aquatiques (polychètes), certaines régions des parapodes forment de véritables branchies.

**7. La reproduction** est principalement sexuée : les annélides sont gonochoriques (Polychètes) ou hermaphrodites (Oligochètes et Achètes).

Il y a des cas de multiplication asexuée par scissiparité suivie de régénération.

## IV. CLASSIFICATION ET ECOLOGIE

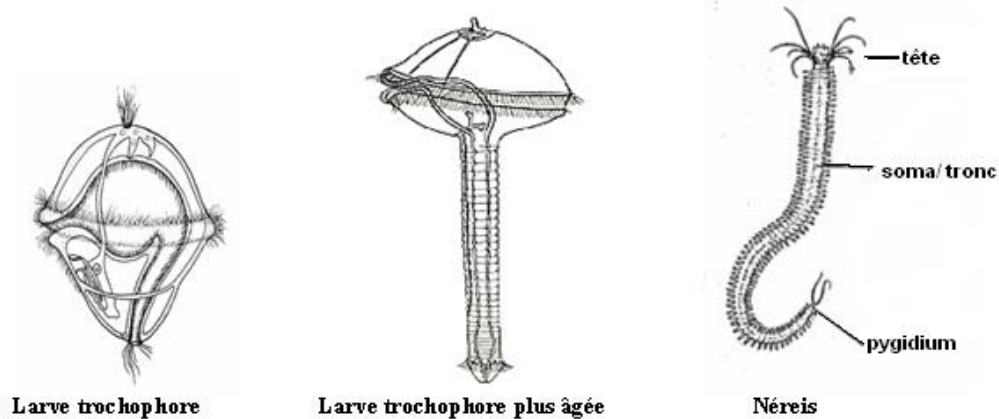
Les Annélides sont subdivisés en trois classes, selon le nombre de leurs soies locomotrices.

### **A- Les polychètes**, vers marins, benthiques.

- ils ont de nombreuses soies portées par des appendices non articulés, les *parapodes* ; il y a 2 parapodes par métamère.

- Les sexes sont séparés et la fécondation est externe. Le développement des œufs est indirect et comporte une larve ciliée, la *trochopore* (**Fig. 4**).

Ex. Nereis diversicolor,



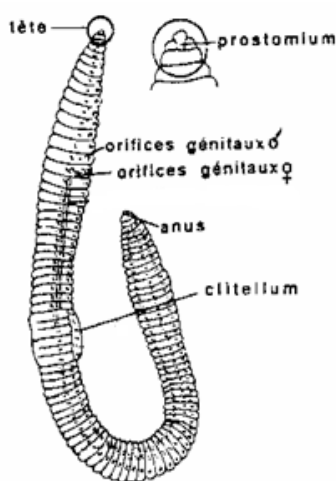
**Figure 4 : Stades de développement d'une polychète, *Nereis***

#### **B- Les oligochètes, vers terrestres ou d'eau douce.**

- ✓ Les soies locomotrices sont peu nombreuses, fixées directement sur la paroi du corps (pas de parapodes)
- ✓ La tête est très réduite et ne porte pas d'organes sensoriels.
- ✓ Hermaphrodites avec accouplement et fécondation réciproque très complexes. Les œufs subissent un développement direct (pas de larve trochophore).

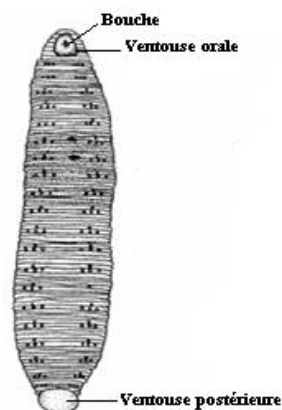
Ex. Lumbricus terrestris (**Fig. 5**) : vit dans le sol où il se déplace en rampant.

Les lombrics se nourrissent de déchets organiques contenus dans la terre qu'ils avalent ; ils participent à l'aération et au renouvellement du limon qu'ils rendent favorables à la végétation.



**Morphologie générale du lombric avec un grossissement de la tête**

**Figure 5**



**Morphologie de *Hirudo medicinalis* (vue ventrale)**

**Figure 6**



### **C. Les achètes ou hirudinés**

- Annélides marines, d'eaux douces ou terrestres.
- pas de parapodes ni de soies
- nombre limité (33) de métamères constituant le corps
- absence de tête distincte.
- prédateurs ou ectoparasites avec des ventouses pour s'attacher aux proies dont ils sucent le sang. Ex. Hirudo medicinalis = la sangsue (**Fig. 6**), parasite des mammifères.

# Embranchement des MOLLUSQUES

L'embranchement des mollusques compte plus de 80 000 espèces qui ont colonisé tous les milieux. Ils présentent des formes et des modes de vie très variés, comme l'huître, la moule, l'escargot ou encore la pieuvre.

Ce sont des métazoaires triploblastiques coelomates protostomiens hyponeuriens à symétrie bilatérale, qui est altérée dans la classe des gastéropodes. Contrairement aux autres métazoaires coelomates (Annélides, Arthropodes et Vertébrés), le corps des mollusques n'est pas métamérisé et le coelome est réduit : au stade adulte, il n'est représenté que par deux cavités : la *cavité péricardique* entourant le cœur et la *cavité génitale* entourant les gonades et formant les conduits génitaux.

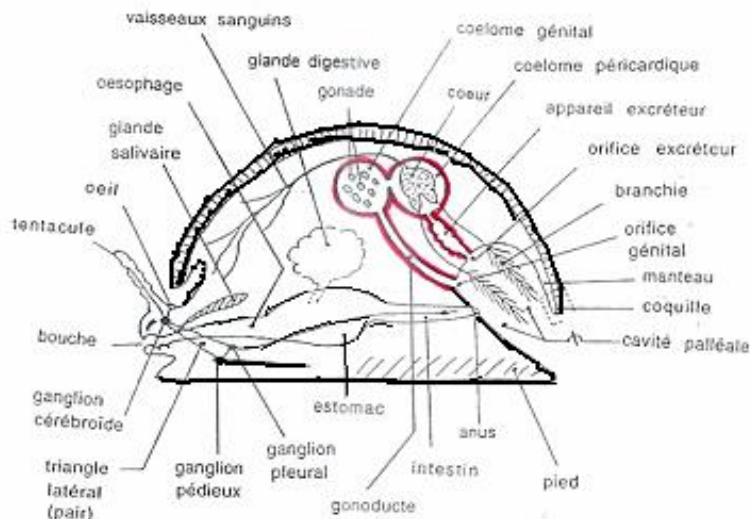
## I. ORGANISATION GÉNÉRALE

Malgré la grande diversité de leurs formes, les mollusques possèdent des caractéristiques communes qui se rapportent au *mollusque type* ou *ancestral* :

1- leur corps (**Fig. 1a**) est mou et non segmenté ; Il comporte fondamentalement 3 régions :

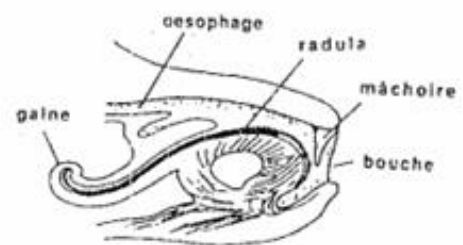
- La tête, portant la bouche et les organes sensoriels principaux
- Le pied, ventral, à rôle locomoteur
- La masse viscérale, dorsale, qui contient les principaux organes internes.

Ces trois régions subissent des transformations dans les différentes classes.



Organisation générale du mollusque type

a



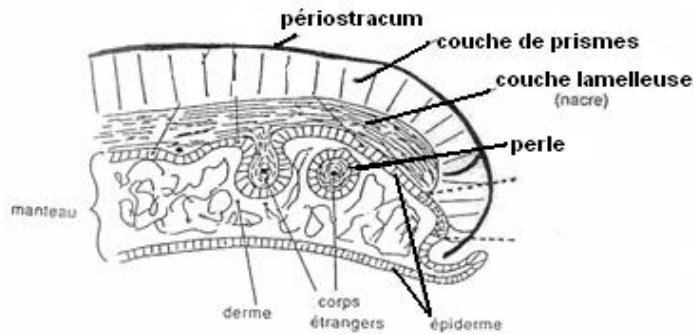
Coupe sagittale de la tête d'un escargot

b

Figure 1

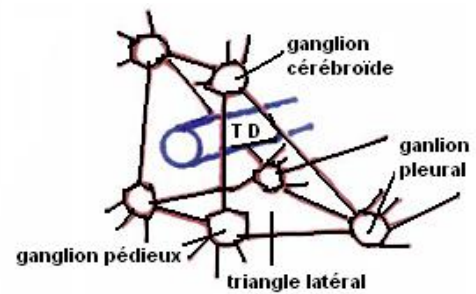
La masse viscérale est recouverte par le *manteau*, repli de la paroi dorsale, qui délimite autour d'elle une cavité, la *cavité palléale*, particulièrement spacieuse dans la région postérieure de l'animal : c'est là que sont situés les branchies et où s'ouvrent l'anus, les orifices génitaux et les pores excréteurs.

Le manteau sécrète une *coquille* (**Fig. 2**) composée principalement de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) ; elle est constituée de trois couches dont la plus interne est parfois appelée « couche à nacre » chez les espèces à perles, comme les huîtres perlières.



Coquille de mollusque

Figure 2



Système nerveux (partie antérieure)

Figure 3

**2- Le système nerveux (Fig. 3)** est composé de 3 paires de ganglions, cérébroïdes, pédieux et pleuraux (ou palléaux), réunis par des commissures et des connectifs. A partir des ganglions pleuraux partent des cordons nerveux qui portent des ganglions viscéraux et intestinaux.

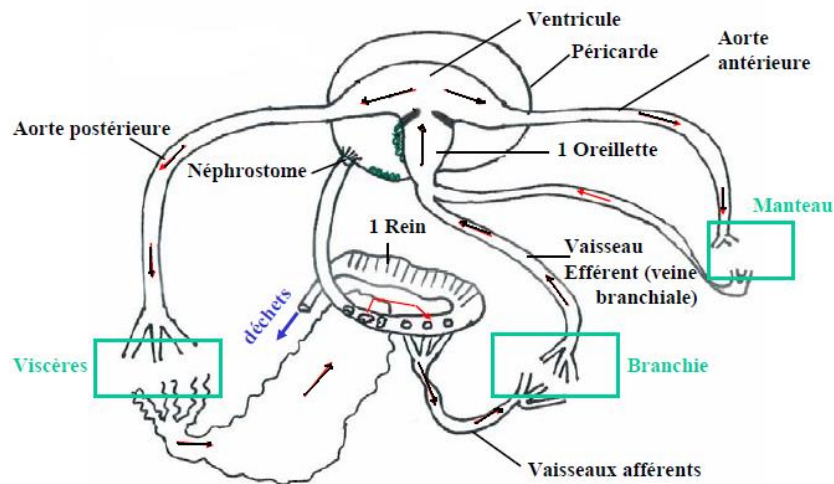
**3- L'appareil digestif (Fig. 1a)** est constitué d'un *tube digestif complet* et de *glandes digestives* (glandes salivaires et hépatopancréas). La cavité buccale renferme, sauf chez les lamellibranches, 2 *mâchoires* et une **radula**, sorte de langue dentée utilisée pour la mastication des aliments.

**4- Le système circulatoire (Fig. 4)** est en partie clos (cœur et vaisseaux), en partie ouvert (lacunes). Chez les mollusques très évolués (céphalopodes), il devient complètement clos par la présence de capillaires.

Le sang renferme un pigment respiratoire dissous, l'hémocyanine (à base de cuivre).

**5- Le système respiratoire** est formé de 2 ou 4 branchies ; chez les espèces terrestres, la respiration est assurée par un poumon.

**6- Les mollusques** sont hermaphrodites ou gonochoriques. Le développement de l'œuf est direct ou indirect ; dans ce dernier cas, il comporte une larve : la *larve véligère*.



Appareils circulatoire et excréteur

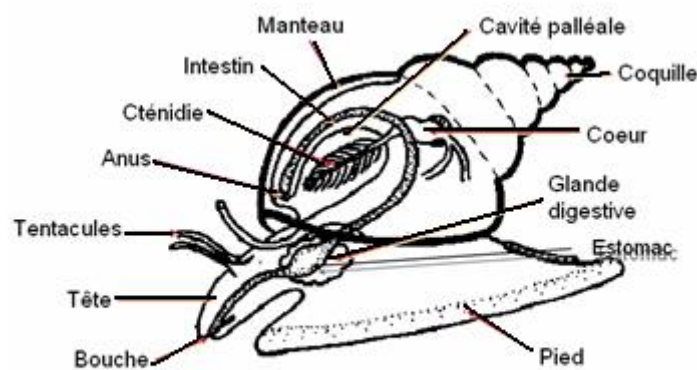
Figure 4

## II. CLASSIFICATION

L'embranchement des mollusques compte sept classes, mais 99% des espèces actuelles appartiennent à trois classes principales : les **Gastéropodes**, les **Lamellibranches** et les **Céphalopodes**. La grande diversité des formes de ces groupes est le résultat de modifications au niveau du manteau et par suite de la coquille, de la masse viscérale et du pied.

### A. Classe des Gastéropodes

Elle comporte 75% des espèces actuelles des mollusques ; ils sont marins, dulçaquicoles ou terrestres. Les trois régions du corps sont bien individualisées avec des modifications adaptatives :



Organisation d'un gastéropode

Figure 5

- La tête porte les organes sensoriels, ocelles et tentacules, et la bouche contient la radula.
- Le pied, très musculueux, constitue une sole de reptation.

- La masse viscérale est enroulée en hélice ; elle est protégée par une coquille univalve souvent spiralée et qui peut être absente chez certaines espèces comme la limace.

La cavité palléale s'ouvre vers l'avant de telle manière que l'anus se retrouve au voisinage de la bouche.

Exemple : Helix aspersa = l'escargot

## **B. Classe des Lamellibranches**

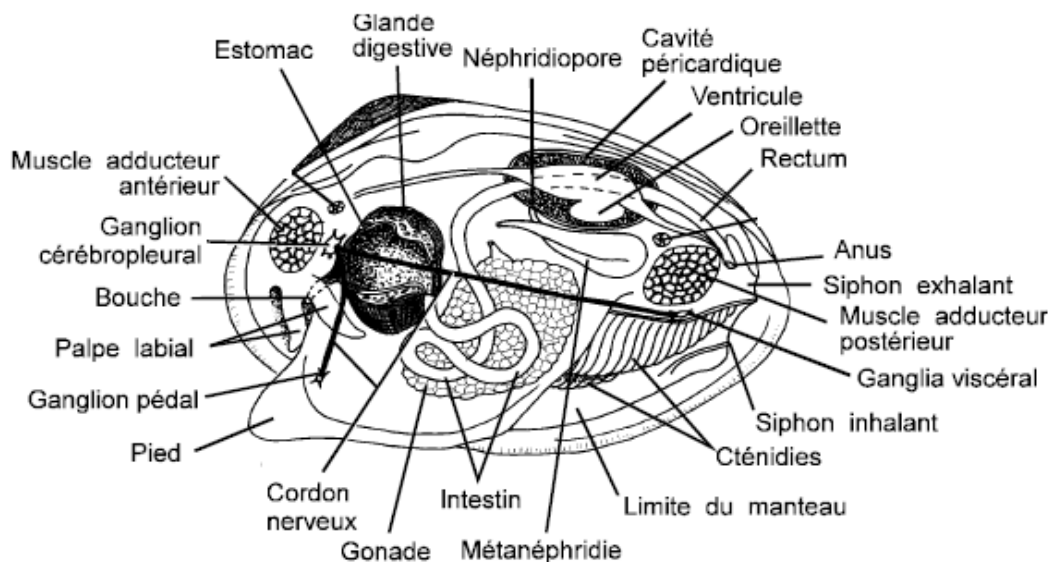
Ce sont des mollusques aquatiques, fixés ou fouisseurs, et microphages. Ils possèdent une symétrie bilatérale mais sont comprimés latéralement. Ils portent différents noms, en rapport avec les modifications adaptatives qu'ils ont subi (**Fig. 6**):

- Acéphales : La tête est absente ; la région antérieure est réduite à la bouche : il n'y a pas de radula ; la nutrition se fait par filtration de l'eau par l'intermédiaire des branchies et des palpes ciliés qui entourent la bouche.

- Pélecypodes : le pied est réduit, en forme de hache. Il forme souvent un *byssus*, ensemble de filaments collants qui servent à attacher l'animal au substrat.

- Bivalves : la coquille est formée de deux valves qui s'articulent dorsalement par une charnière (alternance de dents et de fossettes); un ou deux muscles adducteurs assurent la fermeture active de la coquille ; un ligament élastique dorsal permet son écartement passif.

- Lamellibranches : les branchies sont très développées et lamelleuses ; elles sont constituées de filaments portant des cils vibratiles dont les battements provoquent un courant d'eau, qui renouvelle les gaz dissous et apporte les particules alimentaires vers la bouche.



**Figure 7 : Anatomie d'un lamellibranche (la palourde)**

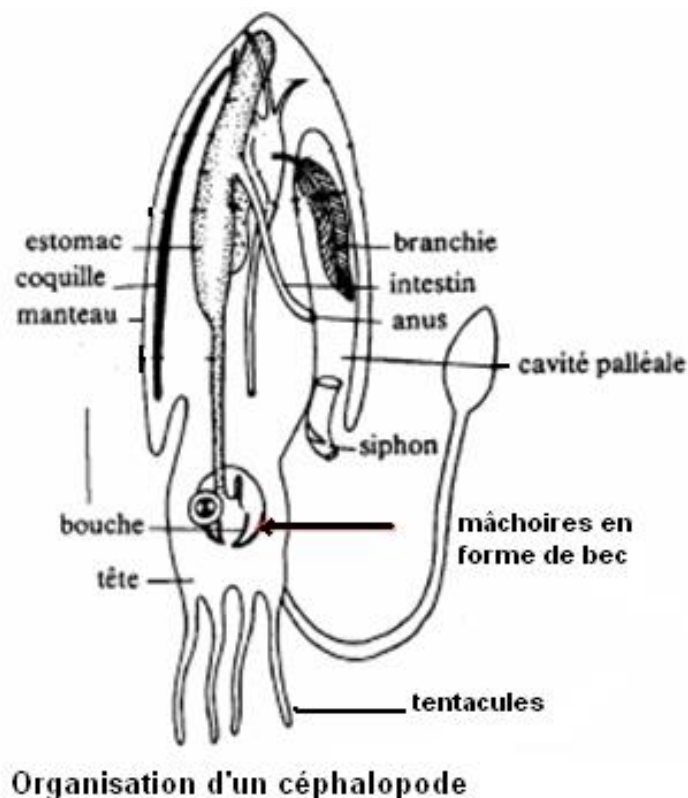
## **C. Classe des Céphalopodes**

Ce sont des mollusques de grande taille, marins et nageurs ; ce sont des prédateurs très actifs qui peuvent détecter et capturer des proies mobiles. Leur architecture reflète leur mode de vie (**Fig. 8**):

- La tête est volumineuse ; elle porte deux yeux très perfectionnés (cornée, iris, cristallin, et rétine). La bouche est armée de deux fortes mâchoires en « bec de perroquet » caractéristique et la cavité buccale renferme une radula.

- Le pied entoure la tête : il constitue, d'une part, des tentacules munis de ventouses (capture et immobilisation des proies) ; d'autre part, il forme un entonnoir qui ferme partiellement la cavité palléale et assure l'expulsion de l'eau qui s'y trouve (rôle dans la locomotion).

- La coquille est mince et interne (plume de la seiche) ; elle est absente chez les espèces très évoluées comme la pieuvre.



**Figure 8**

### **III. ECOLOGIE**

Les rôles écologique et économique des mollusques sont innombrables et très importants. On citera :

- rôle dans l'indication des conditions environnementales, comme les concentrations en résidus de pesticides ou la présence de contaminants toxiques.
- Apport important dans la nourriture humaine.
- Production des perles.
- rôle néfaste en étant des hôtes intermédiaires de divers trématodes (schistosomes, douves du foie,...), parasites de l'Homme et du bétail...

# Embranchement des ARTHROPODES

Les arthropodes représentent 80% des espèces animales connues, dont 90% sont des insectes. Ce sont des métazoaires triploblastiques, coelomates, protostomiens, hyponeuriens, à symétrie bilatérale. Leur caractéristique principale est la présence d'**appendices articulés** et d'un **exosquelette**. Ce dernier est composé d'une cuticule, renfermant principalement de la *chitine* ; il recouvre entièrement le corps et même les portions antérieure et postérieure du tube digestif. Il constitue l'un des facteurs expliquant le succès des arthropodes.

## I. CARACTERISTIQUES

### A. La métamérie/ Tagmation

Les arthropodes, comme les annélides, ont un corps métamérisé, constitué d'une suite de métamères ou segments qui s'insèrent entre deux éléments non métamériques, l'acron (≡ Prostomium) et le telson (≡ pygidium). Cependant, l'organisation métamérique subit, chez les arthropodes, une modification profonde : **la tagmation**. C'est la fusion de certains segments pour former des tagmes, régions qui se spécialisent pour remplir des fonctions particulières. On décrit en général trois tagmes, qui portent des noms différents selon les différents groupes d'arthropodes :

- Chez **les Arachnides**, comme le scorpion : prosome- mésosome- métasome ; les deux derniers fusionnent éventuellement en opisthosome, comme chez l'araignée.

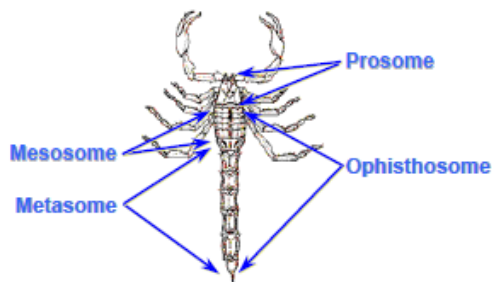


Figure 1 : Scorpion

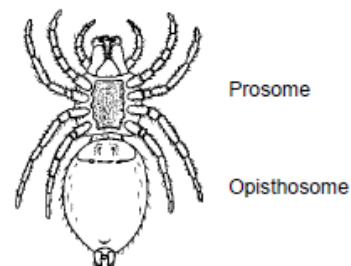


Figure 2 : Araignée

- Chez **les Crustacés**, comme la crevette ou le homard : céphalon (tête)- péréion (thorax)- pléon (abdomen); les deux premiers sont généralement fusionnés en céphalothorax qui est protégé par une carapace.

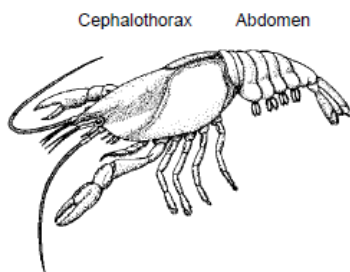


Figure 3 : Crustacé

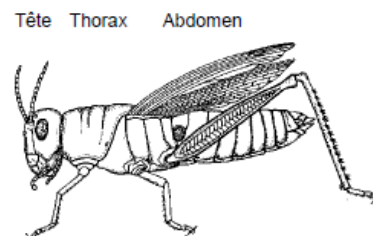


Figure 4 : Insecte

- Chez **les Insectes**, comme le criquet : tête- thorax- abdomen.



La tagmation est principalement caractérisée par le processus de la **céphalisation** : c'est la fusion d'un certain nombre de métamères avec l'acron pour former la tête. Chez les insectes, par exemple, la tête est formée de l'acron auquel s'ajoutent les cinq premiers métamères. Elle est spécialisée pour la perception et la capture de la nourriture. Le thorax est la région locomotrice (3 métamères) et l'abdomen (9 à 11 métamères) contient les organes vitaux et les organes reproducteurs.

## B. Le métamère d'arthropode

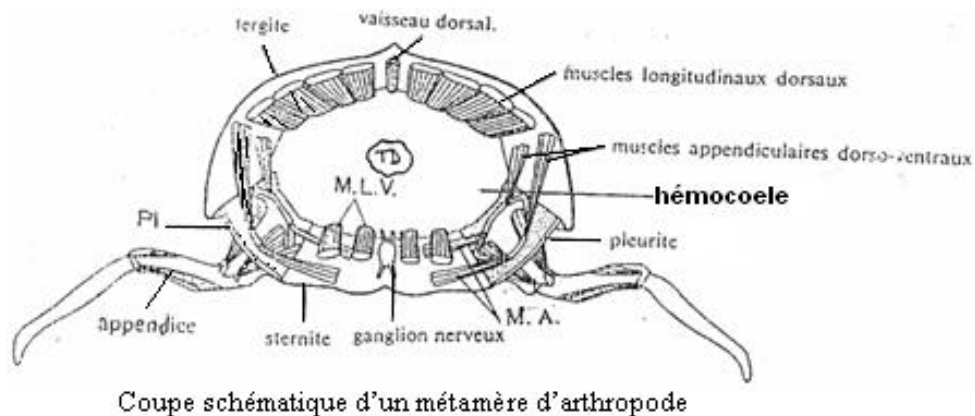


Figure 5

C'est une sorte d'anneau, protégé par des pièces squelettiques rigides, les sclérites : le tergite, dorsal ; le sternite, ventral et les pleurites, latérales. Ces sclérites sont réunies entre elles par des zones souples, les *membranes articulaires*. Intérieurement, le segment est traversé par le tube digestif, au dessus duquel court le vaisseau dorsal, ou aorte, et au dessous duquel se trouve une paire de ganglions nerveux appartenant à la chaîne nerveuse ventrale. La musculature est formée de faisceaux de muscles longitudinaux dorsaux et ventraux (absence des muscles circulaires). La cavité générale, ou *hémocoèle*, est remplie d'un liquide, l'*hémolymphe*, qui circule et baigne tous les organes. Le coelome ne subsiste, chez l'adulte, qu'au niveau des glandes génitales et de certains organes excréteurs.

## C. L'appendice d'arthropode

Chaque métamère porte fondamentalement une paire d'appendices articulés, insérés au niveau des pleurites. Chaque appendice est constitué d'une base, la **protopodite**, formé de trois articles, pouvant porter chacun une expansion interne, l'*endite*, et une expansion externe, l'*épipodite* ; la protopodite est prolongée d'une rame interne, l'*endopodite* et d'une rame externe, l'*exopodite*.

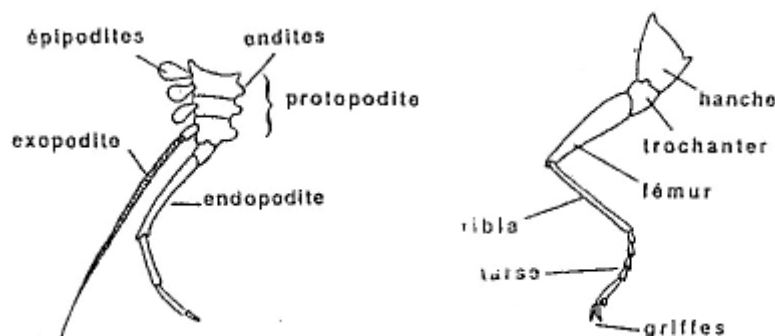


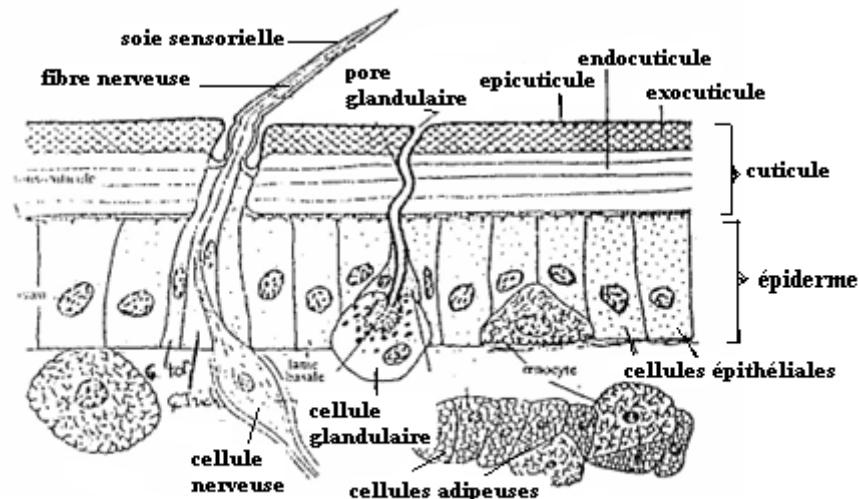
Figure 6 : a- Appendice biramé de crustacés ; b- Appendice uniramé d'insectes



Suite à la tagmation, les appendices des différents tagmes subissent des modifications pour effectuer des fonctions bien déterminées (préhension des aliments, mastication, locomotion, reproduction...) ; il existe aussi des cas où une ou plusieurs paires d'appendices peuvent disparaître : par exemple, chez les insectes, il n'y a que quatre paires d'appendices au niveau de la tête et l'abdomen en est totalement dépourvu.

#### D. Téguments

- L'**épiderme** est un épithélium unistratifié, constitué de cellules qui secrètent la cuticule et des structures annexes : soies sensorielles, écailles, épines,... Certaines cellules épidermiques sont des cellules glandulaires.



Tégument des arthropodes

Figure 7

La cuticule est sécrétée périodiquement par l'épiderme ; elle recouvre toute la surface du corps, mais sa consistance et son épaisseur varient d'une région à l'autre. Elle est formée de deux couches principales qui sont de l'extérieur vers l'intérieur :

- L'*épicuticule*, couche mince formée de protéines et de cires hydrophobes ; son rôle est de rendre la cuticule imperméable. De plus, elle contient des substances antifongiques.

- La *procuticule* subdivisée en :

- *exocuticule*, rigide et colorée ; elle est constituée essentiellement d'une scléroprotéine. L'exocuticule est absente au niveau des membranes articulaires qui réunissent les articles ou les métamères successifs, permettant les mouvements du corps.
- *endocuticule*, épaisse et élastique ; elle est composée de chitine (hydrate de carbone similaire à la cellulose) et de protéines.

L'ensemble des couches cuticulaires est durci au cours d'un processus biochimique complexe, le tannage.

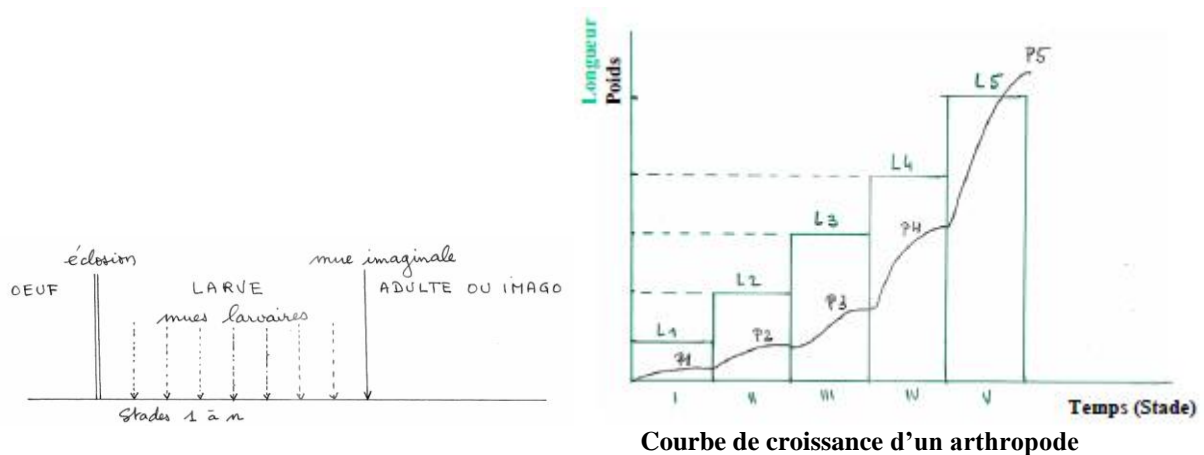
Chez les crustacés et quelques insectes, la cuticule contient aussi s'ajoutent des sels de calcium et de magnésium.

#### D.1. Conséquences de la présence de la cuticule chez les arthropodes

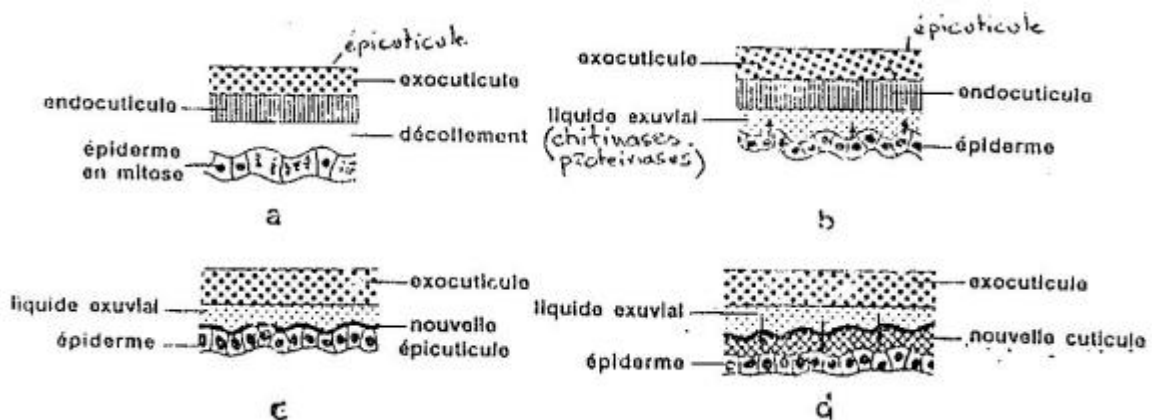
- La cuticule constitue un exosquelette qui fournit des points d'attache solides pour les muscles ; il permet ainsi des mouvements très efficaces.

- La cuticule protège le corps contre diverses agressions mécaniques et chimiques, contre des maladies et contre la dessiccation, particulièrement chez les espèces terrestres.
- Par sa rigidité, la cuticule empêche la croissance continue des arthropodes.

Après leur éclosion, les œufs subissent un développement dit postembryonnaire, qui est discontinu : il comporte plusieurs stades larvaires, séparés par des mues au cours desquelles l'animal se débarrasse de son ancienne cuticule ou *exuvie*, augmente de poids et de taille tout en sécrétant une nouvelle cuticule plus grande. La dernière mue ou *mue imaginale* donne naissance à l'arthropode adulte ou *imago*.



## D. 2. Déroulement de la mue. Elle s'effectue selon des étapes successives



**a)** Crise mitotique et décollement de la cuticule ; **b)** Sécrétion du liquide exuvial ; **c)** Sécrétion de la nouvelle cuticule (épicuticule puis exocuticule = couches préexuviales) et digestion de l'ancienne endocuticule ; **d)** Résorption du liquide exuvial ; Exuviation (l'animal se débarrasse de son ancienne cuticule ou exuvie) ; sécrétion de la nouvelle endocuticule (couche post exuviale).

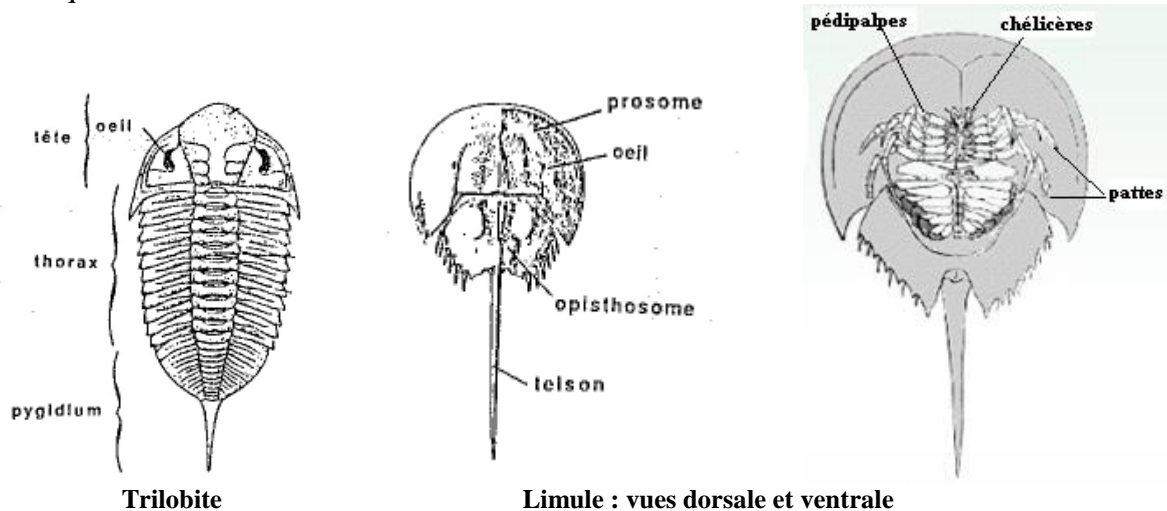
A la fin de la mue, la nouvelle cuticule est mince ; elle doit subir le processus de tannage pour se durcir.

## II. CLASSIFICATION SOMMAIRE

Les subdivisions de rang élevé de l'embranchement des arthropodes sont établies en se basant sur les caractères de la métamérie, l'organisation et la répartition des appendices ainsi que les modalités de la respiration. On distingue trois sous- embranchements :

### A- S/E. DES TRILOBITOMORPHES

Ce sont les arthropodes les plus primitifs, tous fossiles, n'ayant pas dépassé l'ère primaire. Ils étaient aquatiques, à respiration branchiale, avec des appendices biramés et identiques. On les rassemble dans la classe des **Trilobites**.

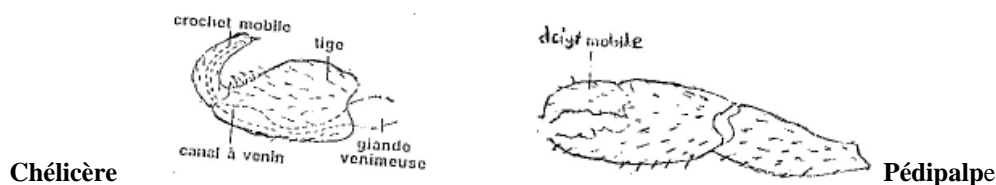


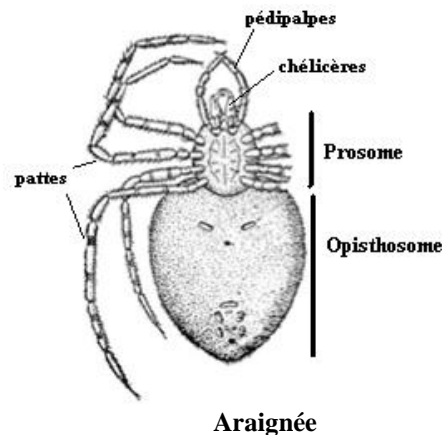
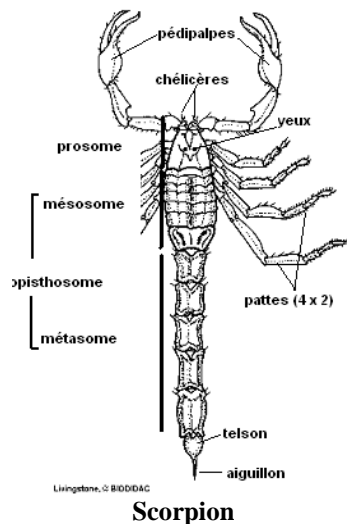
### B- S/E. DES CHELICERATES

Ce sont des arthropodes qui n'ont pas d'antennes mais possèdent, en avant de la bouche, 2 appendices en formes de pinces ou de crochets, les chélicères : ce sont des appendices préhensiles capables de saisir, de tuer mais aussi, chez certaines espèces, de découper les proies. On distingue deux classes :

- **Classe des Mérostomes** : aquatiques, à respiration branchiale. Tous fossiles du primaire, ils ne sont représentés actuellement que par les **Limules** (Australie, Océan Indien).

- **Classe des Arachnides** : terrestres, à respiration aérienne. Ils possèdent 2 chélicères, 2 pédipalpes (tactiles) et quatre paires d'appendices uniramés locomoteurs. Exemple : scorpions, araignées...





## C- S/E. DES ANTENNATES OU MANDIBULATES

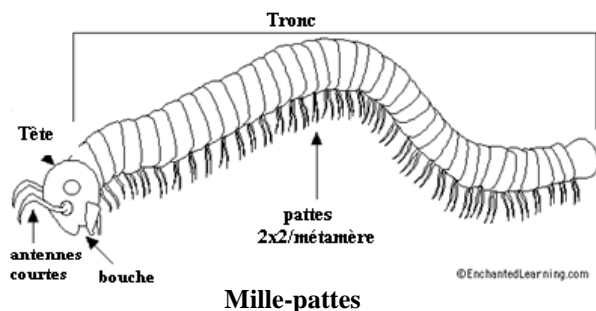
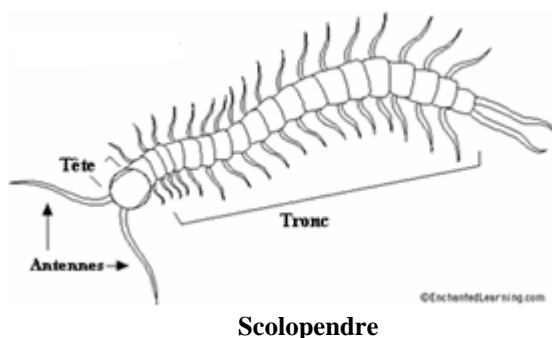
Ce sont des arthropodes qui possèdent une ou deux paires d'antennes (sensoriels) et une paire de mandibules (masticateurs). Ils sont subdivisés en trois classes :

### • Classe des Crustacés :

- aquatiques, à respiration branchiale
- deux paires d'antennes
- corps formé de trois tagmes portant tous des appendices : le céphalon (= tête), le péréion (= thorax) et le pléon (= abdomen) ; céphalon et péréion sont le plus souvent réunis en céphalothorax. Exemple : Crevette, Langoustine, Homard...

### • Classe des Myriapodes :

- terrestres, à respiration trachéenne
- une paire d'antennes
- corps formé d'une tête et d'un tronc très long, avec de nombreuses paires d'appendices locomoteurs. Exemple : Iule ou Mille- pattes, Lithobie...



### • Classe des Insectes :

- respiration trachéenne
- une paire d'antennes
- corps subdivisé en tête- thorax- abdomen
- le thorax porte trois paires d'appendices locomoteurs (Insectes = Hexapodes).

Les Insectes sont subdivisés en deux groupes :

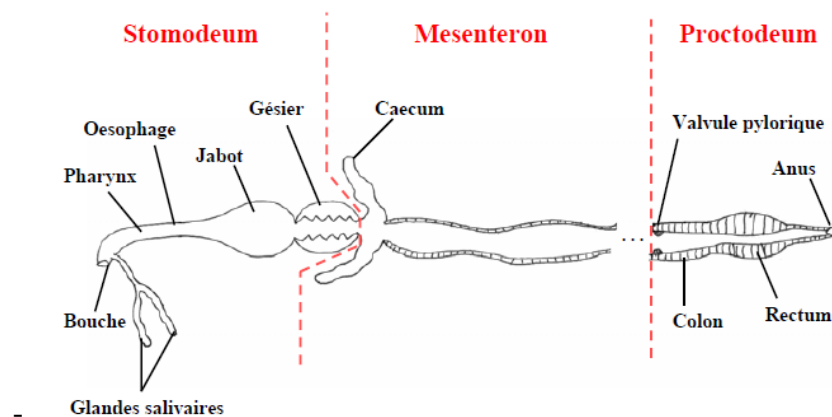
- Les *Insectes aptérygotes*, très primitifs, ne portent pas d'ailes et
- Les *Insectes ptérygotes*, plus évolués, possédant deux paires d'ailes sur le thorax.

### III. ORGANISATION GENERALE ET PHYSIOLOGIE

#### A- Appareil digestif : Alimentation et Digestion

Chez les arthropodes, comme chez tous les coelomates, le tube digestif est constitué de trois parties fondamentales :

- le stomodeum ou intestin antérieur : pharynx, œsophage, estomac..
- le mésentéron, ou intestin moyen : intestin
- le proctodeum, ou intestin postérieur : colon, rectum, qui se termine par l'anus



Tube digestif d'arthropodes

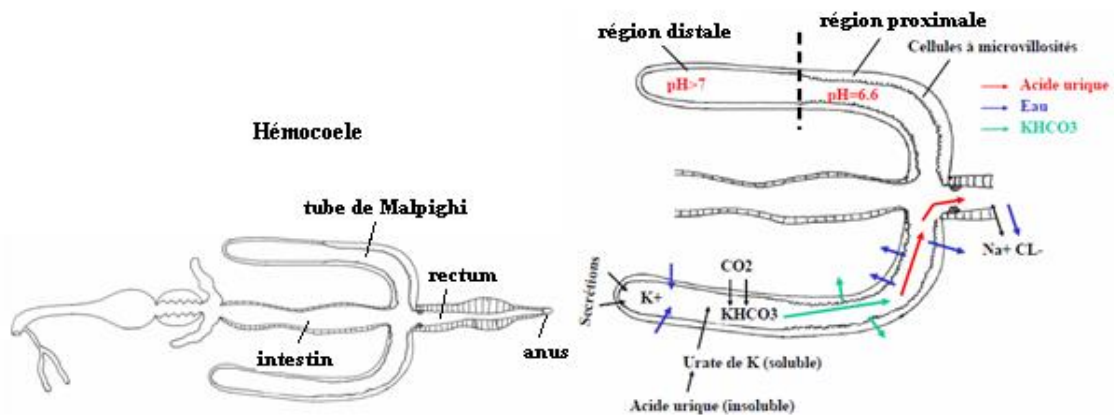
On retrouve tous les modes alimentaires chez les arthropodes, qui sont associés à des adaptations au niveau des appendices entourant la bouche ou *pièces buccales*, et du tube digestif (ex. les chélicérates, en particulier les araignées, sont des prédateurs ; les Crustacés sont typiquement filtreurs ou détritivores ; les insectes peuvent être herbivores, hémaphrophages, suceurs,... ).

#### B. Appareil excréteur : Excrétion et Osmorégulation

Chez les arthropodes, il existe une grande variété d'organes excréteurs, et la forme sous laquelle les déchets azotés sont éliminés est généralement liée à l'environnement où l'animal vit :

► glandes coxales des chélicérates, glandes antennaires et maxillaires des crustacés.

► Chez les insectes, l'excrétion est assurée par les *tubes de Malpighi*. Ce sont des formations tubulaires qui baignent dans l'hémolymphe et débouchent dans la partie terminale du tube digestif ; leur extrémité distale est aveugle. Les tubes de Malpighi assurent la formation d'une urine concentrée suite à la réabsorption d'eau au niveau de leur partie proximale (→ perte minimale d'eau). Les déchets azotés sont rejetés dans l'intestin sous la forme de cristaux d'acide urique.

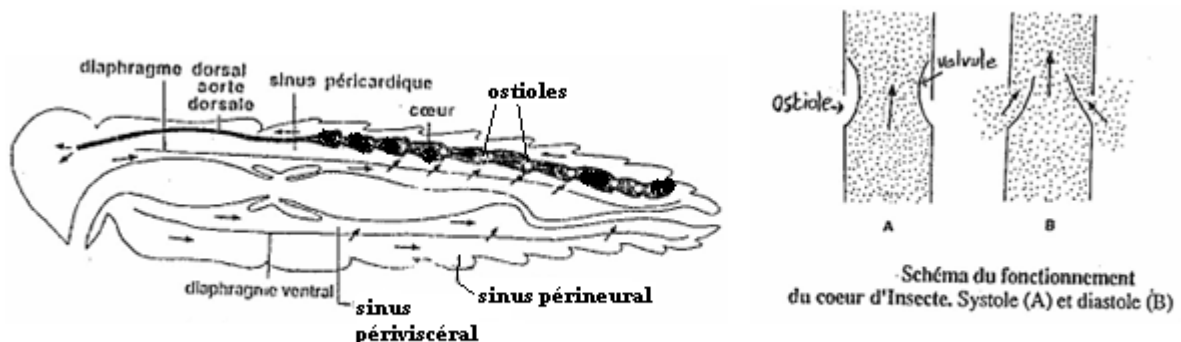


Tubes de Malpighi: situation et fonctionnement

### C. Appareil circulatoire : Circulation

Les arthropodes ont un appareil circulatoire essentiellement ouvert. La partie close de cet appareil est constitué d'un *cœur* dorsal contractile et de l'aorte : le cœur est formé d'une série de ventricules, percés d'orifices, les *ostioles*, munis de systèmes de fermeture, les *valvules* ; l'aorte dorsale s'ouvre au niveau de la tête dans la cavité générale ou hémocoele. Cette cavité est divisée en trois cavités ou *sinus* (péricardique, périviscéral et péryneural), par deux *diaphragmes*, dorsal et ventral, constitués de muscles et de tissus conjonctif.

La circulation de l'hémolymph peut être schématisée de la façon générale suivante : mise en mouvement par les contractions du cœur (ostioles fermés → *Systole*), elle se déverse, à l'avant de l'aorte, dans l'hémocoele où elle irrigue les différents organes et, suivant un courant bien déterminé par le système des sinus, elle est ramenée au cœur où elle pénètre par les ostioles ouverts (→ *diastole*).



Système circulatoire d'un criquet

L'hémolymph peut contenir des pigments respiratoires qui augmentent l'efficacité du transport de l'oxygène et du gaz carbonique vers les organes respiratoires. *Les Insectes n'ont typiquement pas de pigments respiratoires ; leur système trachéen est suffisamment efficace pour qu'ils puissent s'en passer.*

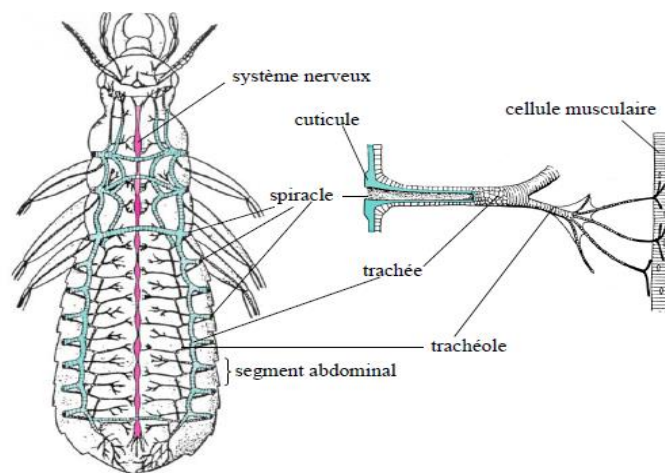
### D. Appareil respiratoire : Respiration

Chez les arthropodes, on distingue deux modes de respiration :

1) la respiration branchiale chez les formes primitivement aquatiques : Trilobites, Mérostromes et Crustacés : les échanges gazeux se font par diffusion au travers de l'épithélium branchial.

2) la respiration aérienne chez les formes terrestres : Arachnides, Myriapodes et Insectes, elle se fait par des poumons ou par des trachées

Les Insectes ont un système respiratoire complexe et extrêmement efficace : le *système trachéen*. Il est constitué d'un réseau de *trachées*, qui sont des invaginations ectodermiques tubulaires munies d'épaississements cuticulaires spiralés qui empêchent leur affaissement. Les grosses trachées primaires s'ouvrent à l'extérieur par des orifices respiratoires ou *stigmates* ou *spiracles*; elles se ramifient à l'intérieur du corps en plusieurs trachées secondaires puis tertiaires pour former des *trachéoles* à paroi perméable et qui, seules, atteignent et entourent les muscles et organes : c'est à leur niveau que se font les échanges gazeux.

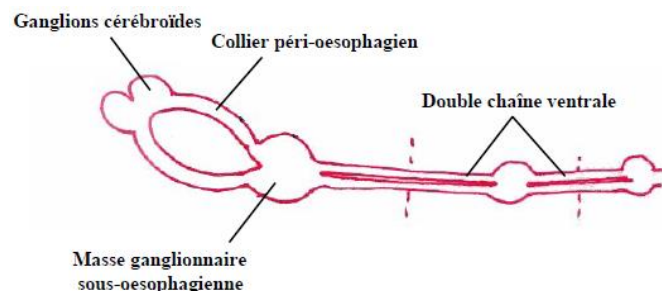


**Système trachéen d'un insecte**

## **E. Système nerveux**

Le système nerveux des arthropodes est très développé et comporte trois composantes : un système nerveux central (SNC), un système nerveux périphérique ou sympathique (SNP) et un système nerveux endocrine (SNE).

1) **Le SNC** est typiquement formé sur le modèle annélidien : cerveau dorsal ou ganglions cérébroïdes- anneau périoesophagien- chaîne nerveuse. Cependant, suite à la tagmation, il subit, chez les formes évoluées, des concentrations et des condensations qui résultent de la fusion des ganglions d'une même paire et de la fusion de plusieurs paires de ganglions successifs.





2) **Le SNP** contrôle les mouvements involontaires des viscères : tube digestif, cœur, aorte, appareil génital...et leurs fonctions.

- 3) **Le SNE** est en relation avec le SNC ; il est composé des glandes dont les produits de sécrétion (hormones) interviennent en particulier dans les phénomènes de la mue et de la métamorphose, ainsi que dans les processus de la reproduction et de la vitellogenèse.

**F. Les organes des sens** sont nombreux et variés :

1) **Le système visuel** comporte trois types d'yeux :

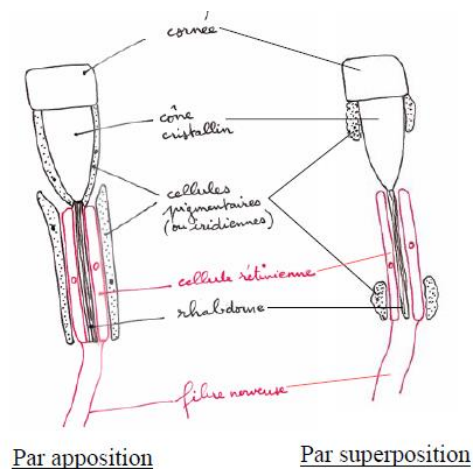
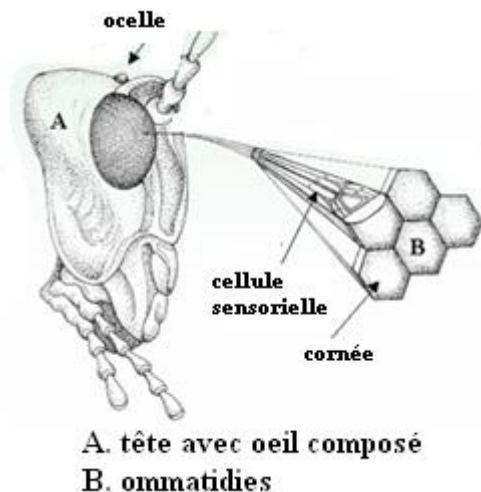
- Les *ocelles* et les *stemmates* sont des organes photosensibles qui ne donnent pas une image des objets mais permettent aux animaux qui les possèdent, de repérer les zones claires et les zones sombres.

- Les *yeux composés* ou *yeux à facettes* ; ils sont formés d'un certain nombre d'unités photosensibles, les *ommatidies*. Chaque ommatidie comprend une cornée, un cristallin, une rétine (= 6 à 8 cellules rétinienne) et des cellules pigmentaires.

Les yeux composés permettent la vision ; ils sont de deux types :

- les *yeux par apposition* qui s'observent chez les animaux diurnes ; ils forment une image nette mais peu lumineuse.
- Les *yeux par superposition* qui donnent d'un objet, une image lumineuse mais floue ; ils sont rencontrés chez les animaux nocturnes.

-



2) Les autres organes sensoriels sont :

- Les *organes chimiorécepteurs* (ou *chémo-récepteurs*), sensibles aux substances chimiques
  - \* en solution ; dans ce cas, on parle de récepteurs gustatifs, particulièrement nombreux sur les pièces buccales,
  - \* en phase gazeuse ; il s'agit des récepteurs olfactifs, plus présents au niveau des antennes.
- Les *organes mécanorécepteurs*, sensibles aux contraintes extérieures comme les courants d'air, contact, choc... Ils sont répartis sur toute la surface du corps mais sont particulièrement abondants sur les antennes et à l'extrémité des pattes.



## G. Reproduction et développement

Les arthropodes sont des animaux généralement gonochoriques et présentent un dimorphisme sexuel, souvent très accentué, comme c'est le cas chez les insectes. On connaît également des exemples d'espèces hermaphrodites.

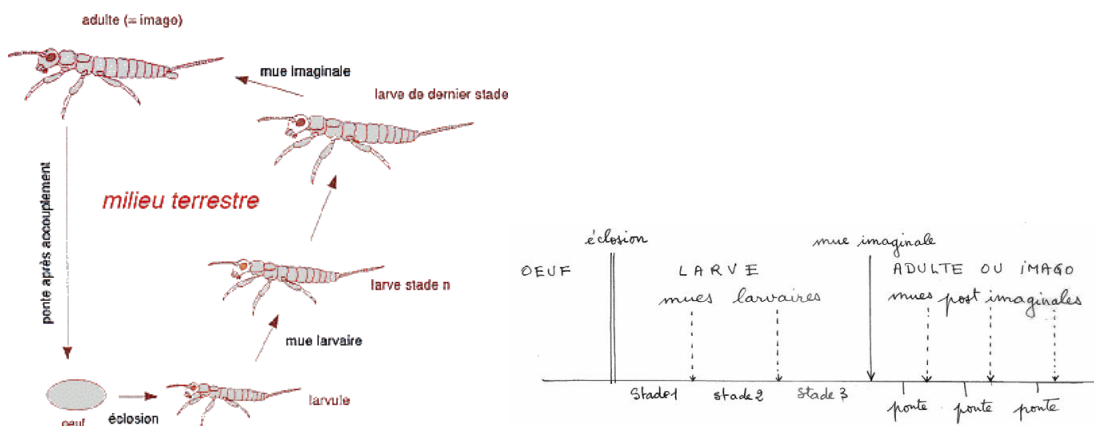
Les appareils génitaux sont plus ou moins complexes et constitués des gonades (testicules et ovaires) en association avec divers organes annexes : canaux évacuateurs des gamètes, réservoirs à spermatozoïdes ou spermathèques, glandes accessoires variées, organes copulateurs...

La fécondation est interne. A l'éclosion de l'œuf sort un petit individu, généralement appelé **larve**, qui est de structure simple, ou plus ou moins complexe selon les groupes d'arthropodes considérés. Elle subit ensuite un développement post-embryonnaire (DPE) qui lui permettra d'atteindre le stade adulte ; le DPE s'effectue selon différentes modalités et est caractérisé par deux phénomènes principaux :

- les *mues* qui permettent la croissance grâce à un remplacement de la cuticule,
- la *métamorphose* qui est un changement radical de forme entre les stades larvaires et le stade adulte. Il s'agit d'un phénomène double où il y a la destruction des organes larvaires préexistants (*histolyse*) et l'élaboration des organes adultes (*histogénèse*). Elle est absente chez certains groupes d'arthropodes, plus ou moins complète chez d'autres (→ développement indirect). En fait, on ne parle de métamorphose que chez certains arachnides, les *acariens*, et chez les insectes ptérygotes.

## H. Développement post embryonnaire chez les insectes

### 1- Développement amétabole : insectes aptérygotes primitifs, ex. les tisanoures

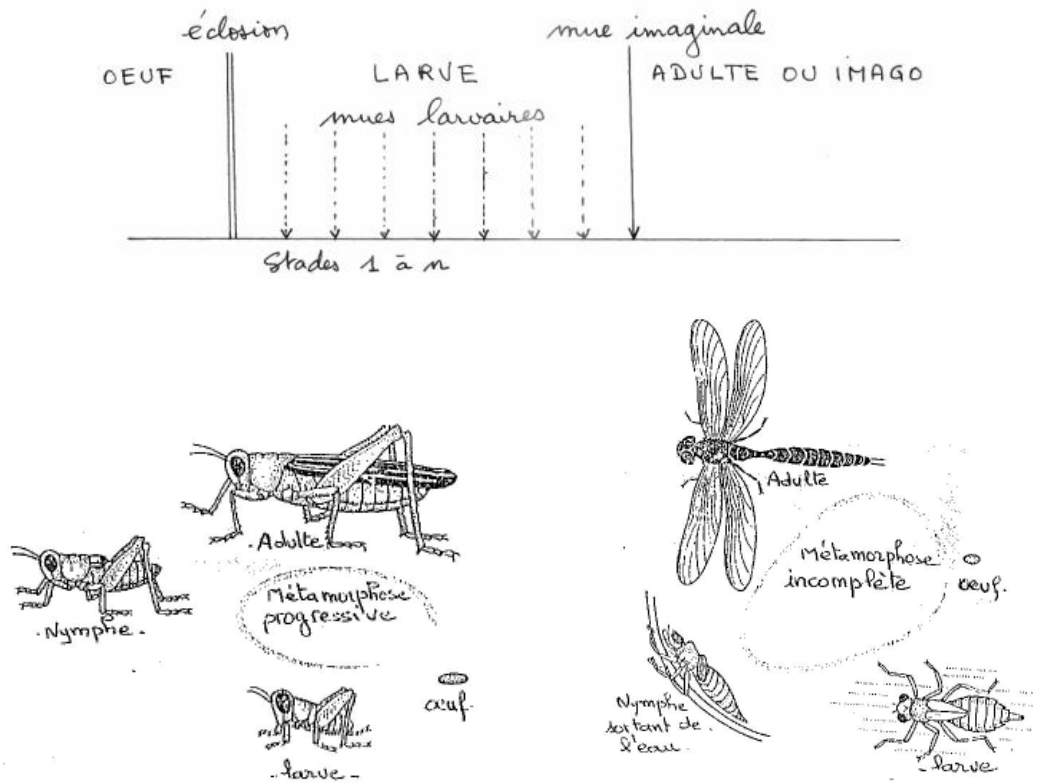


### 2- Développement métabole

Parmi les Insectes présentant des métamorphoses, on peut définir deux types :

- Les **insectes hétérométaboles** ayant un développement post-embryonnaire progressif ou à métamorphose incomplète :
  - Développement paurométabole : les larves possèdent le même régime alimentaire et la même écologie que l'adulte. Ex. le criquet (Orthoptère)

➤ Développement hémimétabole : les larves présentent un mode de vie différent de l'adulte ; souvent, les larves sont aquatiques alors que l'adulte mène une vie aérienne. Ex. La libellule (Odonate)



#### Développements paurométabole (criquet) et hémimétabole (libellule)

- Les **insectes holométaboles** avec une métamorphose complète. Dans ce cas, il y a des différences importantes, aussi bien morphologiques que biologiques, entre les larves et l'adulte. Le développement comporte des stades larvaires, un stade nymphal qui est immobile et pendant lequel s'effectue la métamorphose, et le stade adulte avec les organes génitaux mûrs.

Exemples : la mouche (Diptères), la coccinelle (Coléoptères), la piéride du chou (Lépidoptère).

