



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة جيلالي بونعاما خميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et science de la Terre



Polycopié de Cours

## Zoologie

Département : Sciences agronomiques

Cycle : L2 Sciences agronomiques

Présenté par :

Dr. TIRCHI Nadia

Année Universitaire

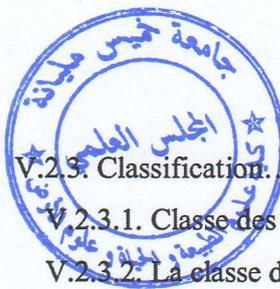
2021-2022

# Table des matières

<b>Chapitre I : Présentation du règne animal.....</b>	<b>1</b>
I.1. Généralités sur le règne animal.....	1
I.1.1. Définition de la Zoologie.....	1
I.1.2. Principales caractéristiques des animaux.....	1
I.2. Bases de la classification.....	2
I.2.1. Systématique.....	2
I.2.2. Taxonomie.....	2
I.2.3. Classification hiérarchique des êtres vivants.....	2
I.2.4. Classification zoologique.....	4
I.2.4.1. Rangs taxonomiques.....	4
I.2.4.2. L'unité zoologique (l'espèce) .....	5
I.2.4.3 Nomenclature zoologique.....	5
I.2.5.4. Suffixes des taxons zoologiques.....	7
I.3. Evolution de la phylogénie.....	7
I.3.1. L'évolution.....	7
I.3.2. Phylogénie et classification phylogénétique.....	8
I.4. Plans d'organisation du règne animal.....	8
I.5. Importance numérique du règne animal.....	11
<b>Chapitre II : Sous règne des Protozoaires.....</b>	<b>13</b>
II.1. Généralités sur les protozoaires.....	13
II.1.1. Définition des Protozoaires.....	13
II.1.2. Distribution des protozoaires et importance écologique.....	13
II.2. Morphologie et structure des protozoaires.....	13
II.3. Classification des protozoaires.....	16
II.3.1. Embranchement des Sarcomastigophora.....	16
II.3.2. Embranchement des Apicomplexa (Sporozoaires).....	18
II.3.3. Embranchement des Ciliophora (ou Ciliés, Ciliophores, ou Infusoires) .....	18
II.4. Biologie des protozoaires .....	19
II.5. Eléments d'écologie.....	23
<b>Chapitre III : Métazoaires diploblastiques.....</b>	<b>25</b>
III.1. Embranchement des Spongiaires .....	25



III.1.1. Les caractéristiques générales.....	25
III.1.2. Organisation morphologique.....	25
III.2. Embranchement des Cnidaires.....	28
III.2.1. Caractéristiques générales.....	28
III.2.2. Classification.....	31
III.3. Embranchement des Cténaires.....	36
III.3.1. Caractéristiques générales .....	36
III.3.2. Biologie et comportement.....	38
III.3.3. Classification.....	39
<b>Chapitre IV : Métazoaires triploblastiques acelomates et pseudocœlomates.....</b>	<b>40</b>
IV.1. Caractères généraux des Triploblastiques.....	40
IV.2. Les Acelomates (Embranchement des Plathelminthes) .....	41
IV.2.1. Caractères généraux .....	41
IV.2.2. Classification.....	41
IV.2.2.1. Classe des Turbellariés (ou Planaires).....	42
IV.2.2.2. Classe des Trématodes.....	44
IV.2.2.3. Classe des Monogènes (Polystomiens).....	46
IV.2.2.4. Classe des Cestodes .....	48
IV.3. Pseudocœlomates.....	50
IV.3.1 Caractères généraux des Pseudocœlomates.....	50
IV.3.2. Embranchement des Nématodes.....	51
IV.3.2.1. Morphologie .....	51
IV.3.2.2. Anatomie interne.....	52
IV.3.2.3. Les grands groupes de nématodes.....	55
<b>Chapitre V : Triploblastiques Coelomates protostomiens.....</b>	<b>57</b>
V.1. Embranchement des annélides.....	57
V.1.1. Caractères généraux.....	57
V.1.2. Classification.....	57
V.1.2.1. Classe des Polychètes .....	57
V.1.2.2. Classe des Clitellates.....	58
V.1.2.3. Classe des Pogonophores.....	61
V.2. Embranchement des Mollusques.....	61
V.2.1. Caractères généraux.....	61
V.2.2. Anatomie interne.....	62



V.2.3. Classification.....	63
V.2.3.1. Classe des Gastéropodes .....	63
V.2.3.2. La classe des Céphalopodes.....	65
V.2.3.3. La classe des Lamellibranches ou Bivalves.....	66
V.3. Embranchement des Arthropodes.....	66
V.3.1. Caractères généraux.....	66
V.3.2. Morphologie externe.....	67
V.3.2.1. Symétrie et métamérisation .....	67
V.3.2.2. Le tégument .....	68
V.3.2.3. Les appendices.....	69
V.3.3. Anatomie interne.....	70
V.3.4. Classification.....	72
V.3.4.1. Sous embranchement des Trilobitomorphes.....	72
V.3.4.2. Sous embranchement des Chélicérates .....	73
V.3.4.3. Sous embranchement des Mandibulates ou antennates.....	75
V.3.5. Le Développement Embryonnaire des Arthropodes. ....	79
<b>Chapitre VI : Les Métazoaires Triploblastiques Coelomates Deutérostomiens.....</b>	<b>82</b>
VI.1. Embranchement des Échinodermes.....	82
VI.1.1. Caractéristiques générales des Échinodermes .....	82
VI.1.2. Exemple d'échinodermes : l'étoile de mer, <i>Asterias</i> .....	84
VI.1.3. Systématique .....	86
VI.2. Embranchement des Cordés.....	87
VI.2.1. Caractères généraux .....	87
VI.2.2. Systématique.....	87
VI.2.2.1. Sous embranchement des Urocordés.....	88
VI.2.2.2. Sous embranchement des Céphalocordés ou acraniens.....	88
VI.2.2.3. Sous embranchement des vertébrés.....	89
VI.2.2.3.1. Caractères généraux.....	89
VI.2.2.3.2. Classification.....	90

References bibliographiques

102

# Avant-propos

Ce polycopié de cours est destiné aux étudiants du cycle L2 sciences agronomiques (tronc commun). Il peut également être un support pédagogique pour les étudiants des autres cycles : licences et masters de la filière des sciences agronomique. Son objectif principal est d'être utilisé comme support de cours permettant à l'étudiant un bon apprentissage. En outre, il peut servir au large public s'intéressant à cette discipline.

Ce document intitulé « Zoologie » a pour objectifs de permettre à l'étudiant de connaître les limites entre les animaux et les autres êtres vivants, connaître l'évolution du système de classification des êtres vivants, de définir la Zoologie et les disciplines auxquelles elle fait appel, de découvrir la chronologie d'apparition des animaux en partant des plus simples aux plus complexes et d'avoir des notions de systématique. A la fin de ce cours, nous espérons que les étudiants acquièrent des connaissances sur les différents groupes d'animaux : systématique, morphologie, anatomie, reproduction et écologie ainsi que sur les contraintes qu'ils rencontrent dans leurs milieux et leurs adaptations.

Afin de faciliter la compréhension aux étudiants, de nombreux schémas, complètent ce présent document. Ce document comporte six chapitres :

- le premier consiste en une présentation du règne animal.
- le second traite le sous règne des Protozoaires.
- le troisième est consacré à l'étude des Métazoaires diploblastiques.
- le quatrième aborde les Métazoaires triploblastiques acéelomates et pseudocoelomates.
- le cinquième concerne les Métazoaires triploblastiques coelomates protostomiens.
- Enfin, dans le sixième chapitre sont présentés les Métazoaires triploblastiques coelomates deutérostomiens.

En parcourant ce document, je vous souhaite un bon apprentissage tout en restant à l'écoute de vos remarques et préoccupations qui pourront servir à l'amélioration de ce support de cours.

# Chapitre I

## Présentation du règne animal

### I.1. Généralités sur le règne animal

#### I.1.1. Définition de la Zoologie

**Zôon** du Grec ζῷον = animal

**Logos** λόγος = discours

La Zoologie est une science qui étudie le monde animal : la diversité, la structure, le comportement, la reproduction, le développement, l'origine, la répartition et les rapports des animaux avec leur environnement.

C'est une science qui fait appel à plusieurs disciplines : l'Anatomie, l'histologie, la physiologie, l'embryologie, la paléontologie, l'écologie et la génétique.

#### I.1.2. Principales caractéristiques des animaux

- Les animaux sont des êtres vivants composés d'une (Protozoaires) ou de plusieurs cellules (Métazoaires) de type eucaryote
- Les animaux présentent une diversité et un polymorphisme infini.
- Leur taille varie de quelques microns à quelques dizaines de mètres
- Occupent tous les milieux y compris ceux présentant des conditions extrêmes. Ils vivent dans trois principaux milieux : milieu marin, eau douce, milieu terrestre.
- La diversité des animaux impose une classification hiérarchique.
- La chronologie d'apparition des animaux montre que les premiers animaux montraient une structure simple qui est devenue de plus en plus complexe au fil du temps (avec l'évolution).
- En dépit des différences existantes entre les animaux, ils ont plusieurs choses en commun
  - Ils proviennent vraisemblablement d'un même ancêtre
  - On fondamentalement les mêmes besoins.
  - Font face aux mêmes contraintes de milieu.

## **1.2. Bases de la classification**

La classification est l'utilisation des règles de la taxonomie et de la nomenclature pour répartir les êtres en catégorie selon leurs affinités et leurs différences. Il s'agit de classement des êtres vivants en groupes plus ou moins importants, en utilisant des critères judicieusement choisis.

Un critère est un caractère que possèdent les êtres vivants et qui peut être utilisé pour les classer.

**Exemple** : Le critère utilisé pour classer les animaux dans le groupe des vertébrés est la présence d'une colonne vertébrale.

Les disciplines le plus directement spécialisées dans les problèmes de classification sont la taxinomie (taxonomie) et la systématique

### **I.2.1. Systématique**

La systématique cherche à établir une description des espèces et les organiser les unes par rapport aux autres au sein d'une classification en s'intéressant aux relations évolutives entre les espèces.

### **I.2.2. Taxonomie**

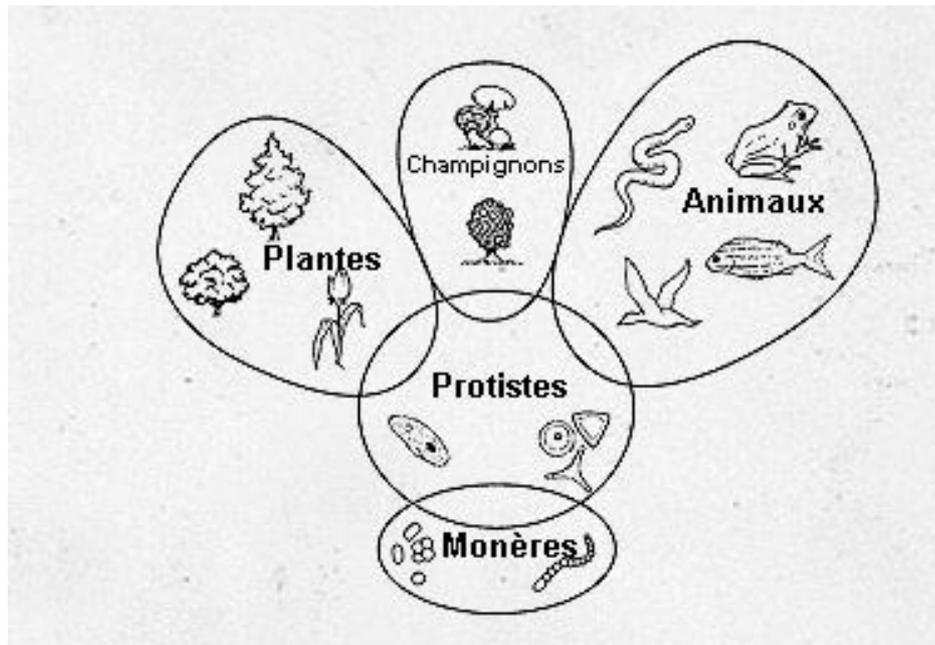
La Taxionomie, du grec taxis (unité) et onoma (nom), est l'activité qui aboutit à nommer les groupes d'êtres vivants que l'on appelle souvent des taxons. Donc, la taxinomie s'occupe de l'attribution des noms (la nomenclature) et de la construction de systèmes hiérarchiques.

### **1.2.3. Classification hiérarchique des êtres vivants**

Le système de classification actuelle est basé sur le critère de l'anatomie des êtres vivants et de leur développement en incluant les fonctions internes.

Les êtres vivants sont divisés en cinq grands règnes (Fig. 1) :

- les monères (bactéries)
- les protistes (micro-organismes)
- les mycètes (champignons)
- les végétaux
- les animaux.



**Figure 1** : Système de classification à cinq règnes.

Chaque règne se divise en embranchements, l'embranchement se divise en classes, la classes en ordres, l'ordre en familles, la famille en genres et le genre en espèces. Chacun de ces niveaux taxonomiques porte le nom de taxon.

La classification classique propose une hiérarchie codifiée en sept rangs (taxonx) principaux et cinq rangs secondaires, présentée, dans l'ordre décroissant, de la façon suivante :

**Règne** → **Embranchement, Division ou Phylum** → **Classe** → **Ordre** → **Famille** → Tribu → **Genre** → Section → Série → **espèce** → Variété → Forme

**RECOFGE** est le sigle mnémotechnique des principaux taxons : **Règne, Embranchement, Classe, Ordre Famille, Genre, Espèce**

Les **taxons secondaires** sont: Tribu, Section, Série, Variété et Forme

Des **rangs supplémentaires** (dits « intercalaires ») sont également admis en ajoutant les préfixes « sous », « infra », « micro » ou « super » aux rangs principaux ou secondaires (superordre, sous-genre, infraclasse, etc.).

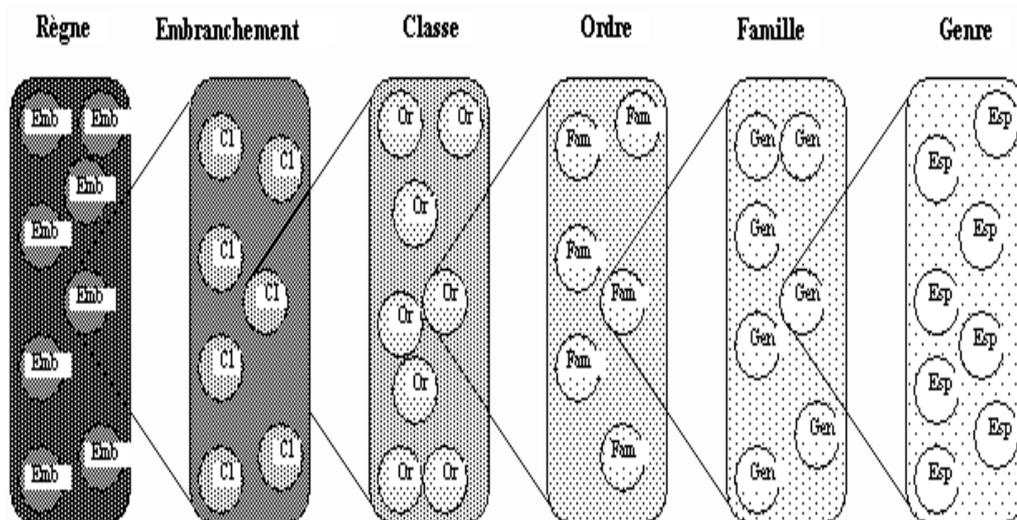
### 1.2.4. Classification zoologique

Le règne animal comprend une multitude d'êtres vivants très diversifié sur le plan morphologique ainsi que sur le plan constitution (anatomie interne, histologie, biochimie...).

#### 1.2.4.1. Rangs taxonomiques

Les animaux sont regroupés selon des caractéristiques qui les unissent, par exemple : Pieds articulés pour les Arthropodes, présence d'une colonne vertébrale pour les Vertébrés.

Le règne est divisé en embranchements, chaque embranchement est divisé en classes, les classes en ordres, les ordres en familles, les familles en genres et les genres en espèces (Fig. 2).



**Figure 2** : Les taxons de la classification zoologique

- **Le règne** : il y'a cinq règnes dans le monde vivant. Le règne animal est considéré parmi les plus diversifié des différents règnes présents sur la planète.
- **L'embranchement** : le règne animal est divisé en plus de 30 embranchements.
- **La classe** : le troisième niveau de la classification est la classe, c'est une catégorie de la classification du monde vivant plus large que l'ordre. Par exemple, l'embranchement des Chordés contient les classes des oiseaux, mammifères et les amphibiens...
- **L'ordre** est un ensemble de familles, par exemple, les humains appartiennent à la famille Hominidae, dans l'ordre Primates.

- **La famille** : On appelle famille un ensemble de genres. Exemple : l'ordre des carnivores contient les familles des Felidae, Ursidae, Canidae, Phocidae, Viverridae, Herpestidae, Hyaenidae, etc
- **Le genre** est un ensemble d'espèces qui ont de nombreux traits en commun, mais ne sont pas interfécondes.
- **L'espèce** : La classification présente une hiérarchie stricte et se compose comme une sorte de pyramide, dont la base est l'espèce. L'espèce est l'unité de base de la classification du vivant.

Pour certains groupes animaux qui nécessitent des séparations plus nombreuses, on a recours à des taxons intermédiaires, comme la tribu (entre la famille et le genre).

#### 1.2.4.2. L'unité zoologique (l'espèce)

L'espèce est un ensemble d'individus apparentés, de même morphologie héréditaire, de mêmes caractères physiologiques, d'un genre de vie commun et occupant une aire géographique définissable.

Une espèce groupe des individus très étroitement apparentés, pouvant se reproduire entre eux et avoir une descendance fertile (on dit qu'ils sont interféconds).

Donc, l'espèce est définie par trois couples de critères

- Similitude morphologique et physiologique
- Interfécondité et stérilité extérieure
- Répartition géographique et distribution liées à des variations géographiques et saisonnières

#### 1.2.4.3 Nomenclature zoologique

La nomenclature zoologique désigne l'ensemble des règles permettant de nommer les taxons des animaux.

##### ➤ Noms scientifiques

La dixième édition du Systema Naturae de Carl Von Linné, parue en 1758, sert de point de départ à la nomenclature zoologique. Donc c'est Linné (naturaliste suédois) qui a établi les règles de base de la nomenclature binomiale encore utilisée de nos jours.

Au-dessus du rang de l'espèce, un nom scientifique n'est composé que d'un mot (uninomen) et commence toujours par une majuscule.

Le nom scientifique d'une espèce s'écrit toujours en italique (si le texte est tapé) ou souligné (si le texte est manuscrit).

Il est composé du genre et de l'épithète (aussi appelé espèce).

**Exemple : *Apis mellifera* qui est le nom scientifique de l'abeille.**

Genre et espèce peuvent être suivis par un 3<sup>ème</sup> nom latin = sous espèce

Les noms des espèces sont suivis du nom de l'auteur qui l'a décrit et de la date de la première description.

**Exemple : *Lasioglossum leucozonium cedri* Ebmer, 1976**

Une espèce peut être désignée de deux façons :

- par son nom scientifique suivant la nomenclature binominale

Exemple : *Musca domestica*

- par son nom commun (vernaculaire= vulgaire) (en français)

Exemple : **mouche domestique**

**Exemple de classification :**

Règne : Animal (*Animalia*)

Embranchement : Vertébrés (*Vertebra*)

Classe : Mammifères (*Mammalia*)

Ordre : Carnivores (*Carnivora*)

Famille : Canidés (*Canidae*)

Genre : *Canis*

Espèce : *Canis familiaris* (LINNAEUS, 1758). "Chien domestique"

**Remarque :** Si le genre est connu mais l'espèce est inconnue on inscrit le genre suivi du sp. (sp = spécimen) pour une espèce non identifiée.

**Exemple : *Corallium* sp.**

Le nom scientifique est en latin parce que c'est une langue morte, qui ne change pas, contrairement aux langues modernes, qui sont en perpétuelle évolution.

#### I.2.5.4. Suffixes des taxons zoologiques

Des suffixes (terminaisons) sont mis en place à partir du taxon de la super-famille (tableau suivant) :

**Tableau 1 : Suffixes des taxons zoologiques**

Rang hiérarchique	Suffixe latinisé
Super-famille	-oidea
Famille	-idae
Sous-famille	-inae
Tribu	-ini
Sous tribu	-ina
Genre	-us, -a, -um, -is, -is, -os, -ina, -ium, -ides, -ella, -ula, -aster, -cola, -ensis, -oides, -opsis

### I.3. Evolution de la phylogénie

#### I.3.1. L'évolution

En biologie, l'évolution est la transformation du monde vivant au cours du temps, qui se manifeste par des changements phénotypiques des organismes à travers les générations

L'étude de l'évolution est très liée à la science des classifications (la Systématique). Avant que l'évolution ne soit perçue, la biodiversité était classée selon des critères qui ne reflétaient pas forcément le degré de parenté des organismes. A partir de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, on comprend que la classification tant recherchée est celle qui « raconte » l'évolution. Cette évolution est le processus de transformation des êtres vivants au cours du temps, processus qui est continu. Etudier l'évolution consiste à créer des boîtes pour voir plus clair dans ce processus et de créer une classification qui reflète l'évolution ; elles utilisent les mêmes objets : espèces, genres, familles, ... ce qu'on nomme de façon indistincte taxons.

### I.3.2. Phylogénie et classification phylogénétique

La phylogénétique, considérée comme un synonyme de la phylogénie, met en exergue les liens de parenté entre les organismes, de leur généalogie, ou qui est relatif au cours de l'évolution d'un groupe. C'est donc la branche de la génétique qui étudie les modifications génétiques des espèces au cours de l'évolution.

La classification actuelle dite « phylogénétique » : Actuellement, sur la base de l'analyse des séquences génétiques codant pour la petite sous-unité des ARN ribosomiques 16S présente chez tous les êtres vivants procaryotes et la petite sous-unité des ARN ribosomiques 18S présente chez tous les êtres vivants eucaryotes, le monde vivant est subdivisé en 3 grands domaines : Bacteria, Archeae et Eucarya. La classification phylogénétique postule que toutes les espèces proviennent d'un ancêtre commun hypothétique. Elle suppose que l'on regroupe les êtres vivants en fonction de leur lien de parenté (phylogénie = qui est proche de qui)

### I.4. Plans d'organisation du règne animal

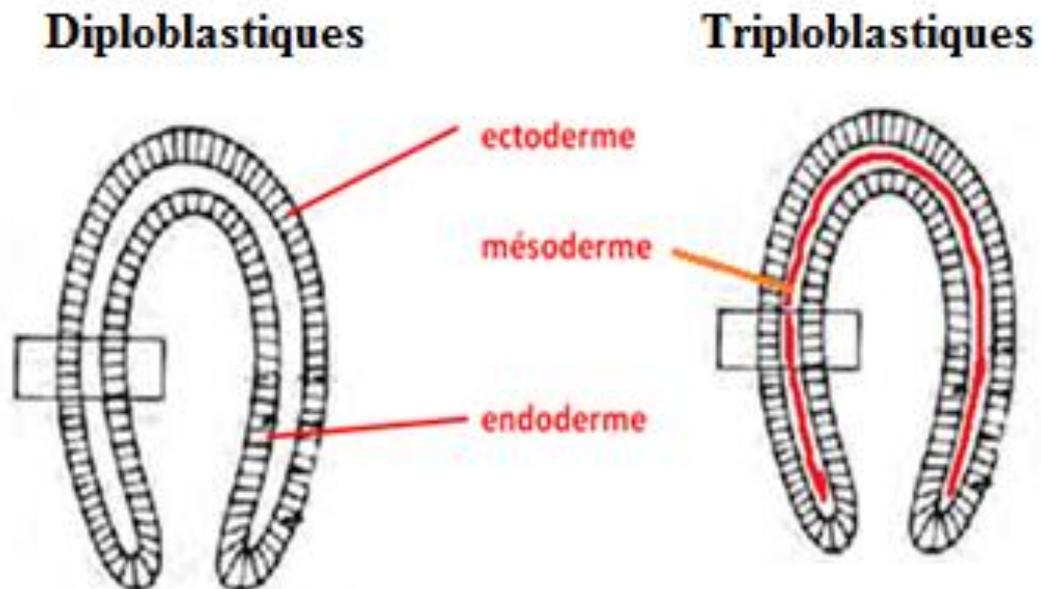
Pour définir le plan d'organisation d'un animal, différents critères doivent être utilisés :

- **Présence ou absence de tissus** : Deux sous-règnes se distinguent par ce critère.
  - **Les Protozoaires** : qui sont des unicellulaires ne possédant pas de tissus.
  - **Les Métazoaires** : qui sont des organismes pluricellulaires, leurs cellules sont disposées en feuillets. Les cellules s'associent en tissus et vont constituer des organes aux différentes fonctions
- **Nombre de feuillets embryonnaires** :

Diploblastiques/ Triploblastiques

- **Diploblastiques** : Arrêt de développement embryonnaire au stade gastrula, ils sont constitués de 2 feuillets : Ectoderme et endoderme
- **Triploblastiques** : continuation de développement après la gastrulation et acquisition d'un 3<sup>ème</sup> feuillet aux cours de l'embryogenèse : le mésoderme.

La figure 3 présente la structure de la paroi chez les Diploblastiques et chez les Triploblastiques.



**Figure 3** : Structure de la paroi chez les Diploblastiques et les Triploblastiques.

- **Présence et nature des cavités corporelles**

Selon la destinée du feuillet mésodermique, les triploblastiques sont divisés en trois groupes (Fig. 4) :

- **Coelomates**

Présence de cœlome (Cœlome : du grec Koilos = cavité)

Si le mésoderme donne un tissu creux favorisant l'apparition de vésicules cœlomiques, on se trouve chez les cœlomates.

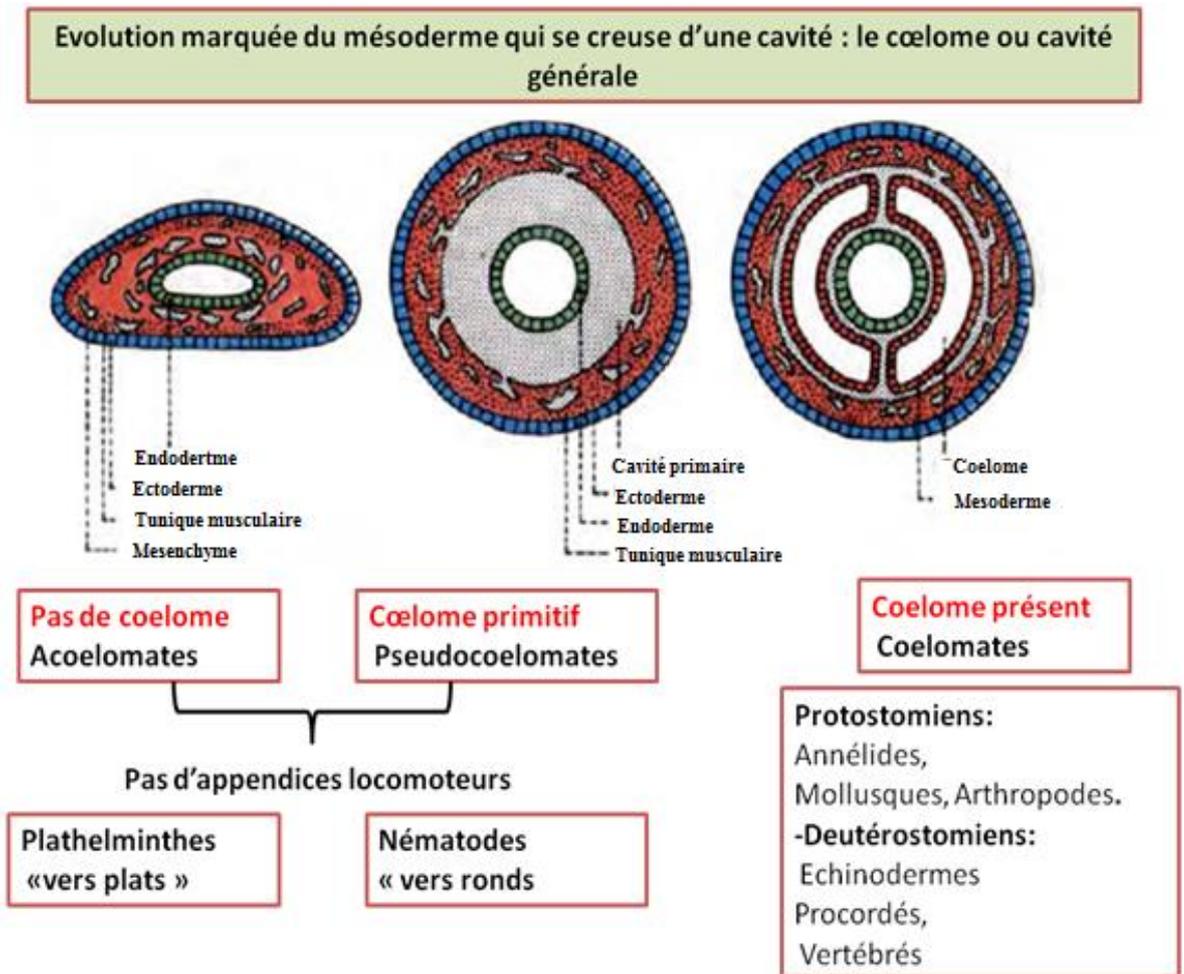
- **Les pseudo-cœlomates**

Les pseudo-cœlomates ont leurs organes situés dans une cavité corporelle qui est appelée cavité viscérale ou primaire. Toutefois, le mésoderme ne participe que partiellement à la délimitation de cette cavité (du côté externe uniquement).

- **Les acœlomates**

Absence de Cœlome

Si le mésoderme donne un tissu épais soit le parenchyme, on se trouve chez les acœlomates.



**Figure 4 :** Forme de la cavité chez les différents embranchements d'animaux triploblastiques.

- **Devenir du blastopore embryonnaire**

- **Protostomiens**=le blastopore embryonnaire va donner la bouche tandis que l'anus est formé par un orifice secondaire.

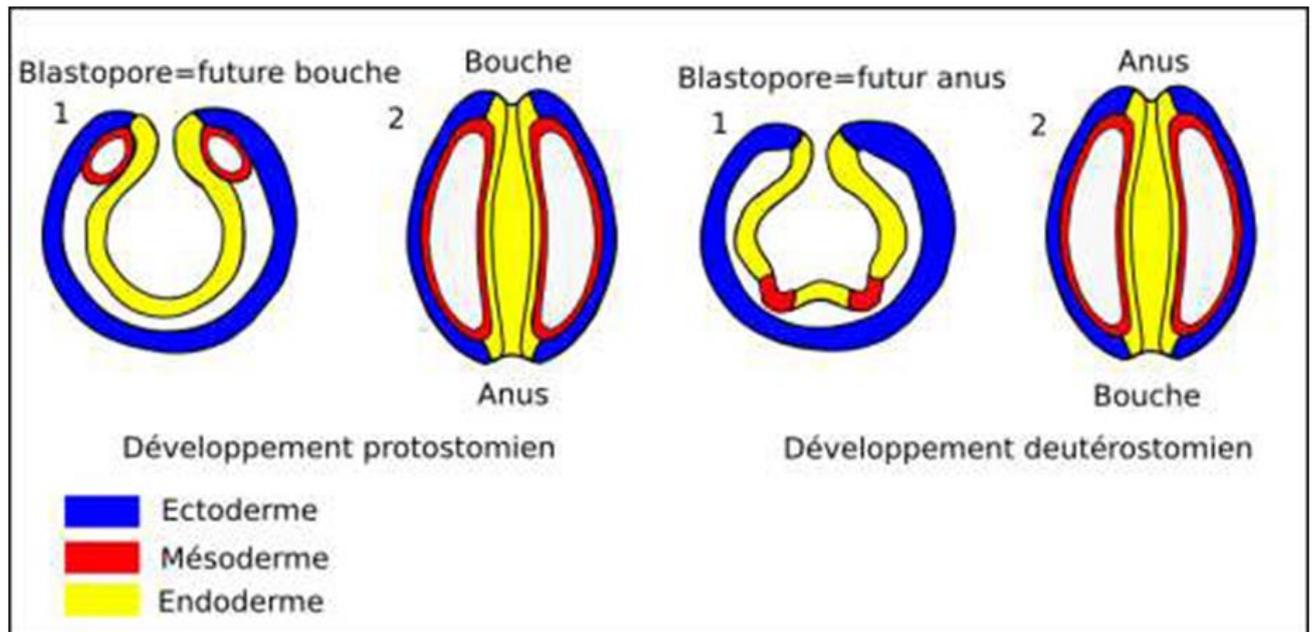
La bouche de ces organismes apparaît donc en premier, d'où le nom de *proto-*, en premier, *-stome*, bouche.

Les embranchements des arthropodes, annélides, mollusques sont protostomiens.

- **Deutérostomiens** : Le blastopore embryonnaire donne l'anus et la bouche se forme dans un deuxième temps (par un orifice secondaire).

La bouche de ces organismes apparaît donc en deuxième, d'où le nom de *deutéro-*, en deuxième, *-stome*, bouche.

La figure 5 présente la différence entre le développement des protostomiens et celui des deutérostomiens.



**Figure 5 :** Développement des protostomiens et des deutérostomiens.

- **Disposition du système nerveux**

- **Hyponeuriens :** Le système nerveux est ventral
- **Épineuriens :** Le système nerveux est dorsal.
- **Épithélioneuriens :** Le système nerveux, en position dorsale, est diffus et situé sous l'épiderme, dont il est souvent mal séparé. Ex : Échinodermes sont des animaux deutérostomiens épithélioneuriens.

**Remarque :** Les Protostomiens sont Hyponeuriens et les Deutérostomiens=Épineuriens

### 1.5. Importance numérique du règne animal

On compte : 1.500.000 espèces animales connues / 2,5 millions vivants actuellement.

Les Arthropodes constituent l'embranchement le plus abondant dans le règne animal et le plus diversifié dont la classe des insectes constitue près de 80 % des espèces animales. Ils sont suivis par les mollusques qui compte plus de 130 000 espèces puis des nématodes et des chordés (Tableau 2).

**Tableau 2.** Nombre d'espèces vivantes dans les principaux embranchements du monde animal

<b>Phylum</b>	<b>Nombre d'espèces connues</b>
Arthropodes	> 1500000
Mollusques	> 130000
Nématodes	> 90000
Chordés	> 47200
Apicomplexes	>20000
Plathelminthes	>20000
Annélides	>15000
Cnidaires	>10000
Porifères	>9000
Ciliés	>8000
Echinodermes	>6000
Sarcomastigophores	>4500

# Chapitre II : Protozoaires

## II.1. Généralités sur les protozoaires

### II.1.1. Définition des Protozoaires

Du grec *protos* = premier ; *zoôn* = animal

Les protozoaires sont des animaux unicellulaires (une seule cellule à la fois cellule et organisme). Ce sont les animaux les plus simples. Les organites constituant de ces cellules assurent toutes les fonctions vitales de ces êtres primitifs (respiration, alimentation, excrétion, reproduction...).

Ils doivent se procurer les substances vitales dans l'environnement (Hétérotrophes).

Les protozoaires sont placés dans le règne des protistes

### II.1.2. Distribution des protozoaires et importance écologique

Malgré la simplicité de leur organisation, la structure protozoaire est réussie car la vie protozoaire est présente sous tous les climats et dans tous les habitats. On peut les trouver

- A l'état libre (en milieu aqueux ou humide).
- Comme parasites (maladie).
- Comme symbiotes.

## II.2. Morphologie et structure des protozoaires

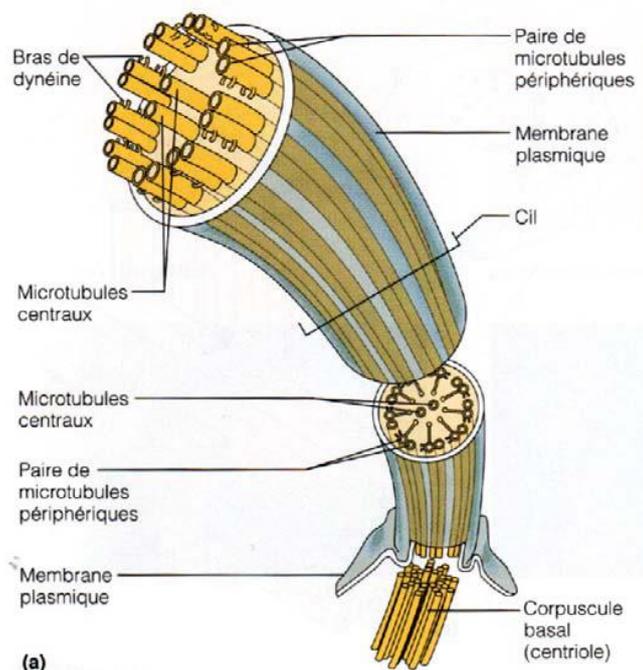
### A\ Taille.

Les protozoaires ont une taille comprise entre 1 et 600  $\mu\text{m}$ . Les plus petits sont les sporozoaires. Les plus grands sont les amibes qui peuvent atteindre jusqu'à 5mm.

### B\ Structure.

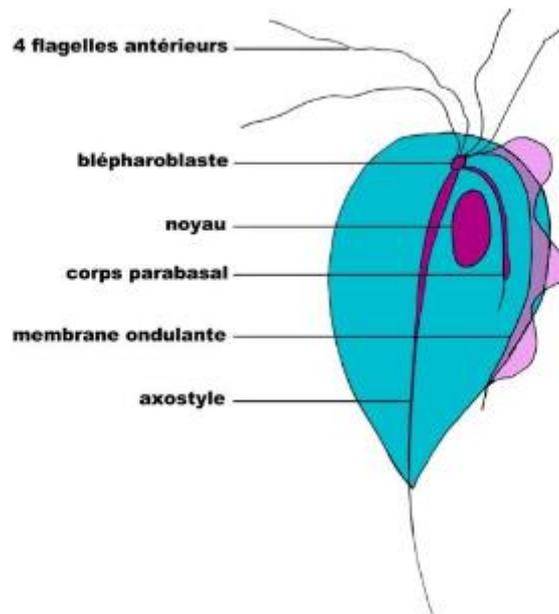
Les protozoaires possèdent tous les constituants classiques de la cellule eucaryote (organites spécifiques), à savoir une membrane de nature lipoprotéique délimitant un cytoplasme dans lequel baignent les organites cellulaires (Appareil de Golgi ; Réticulum Endoplasmique ; Centriole ; Mitochondries ou Chondriome ; Noyau ; inclusions cytoplasmiques où sont stockés les produits du métabolisme ; ...etc.). Cependant, comme elle doit remplir toutes les fonctions nécessaires à la vie, la cellule protozoaire est naturellement plus complexe qu'une cellule animale typique. Elle comporte en plus des organelles spécifiques (vacuoles pulsatiles, vacuoles digestives, cytosquelette, appendices locomoteurs) qui remplissent diverses fonctions, normalement réalisées par des tissus et des organes chez les animaux plus complexes.

- **Membrane lipoprotéique mince (plasmalemme) :** elle a un rôle de protection contre les agressions et la déshydratation. Lorsque cette dernière est bien développée, on peut trouver une membrane cellulosique, calcaire, siliceuse. En général, on parle de test, de coque, de lorica, de loge...
- Le **cytoplasme :** il est formé de l'hyaloplasme qui comporte deux zones : une zone périphérique ou ectoplasme, rigide et visqueuse et une zone plus interne ou endoplasme, plus fluide.
- **L'appareil de Golgi** (synthèse de membrane).
- Le **noyau :** Chez les protozoaires, le noyau est souvent plurinucléé mais seulement pendant un état transitoire. On trouve toutefois des protozoaires avec constamment deux noyaux : les Ciliés (exemple : paramécies) qui possèdent un micronucléus contrôle la reproduction sexuée et un macronucléus : dirige les fonctions trophiques quotidiennes (nutrition, respiration...) et la multiplication asexuée.
- **Les cils et flagelles :** Ils ont la même structure chez les protozoaires et les métazoaires (spermatozoïdes). Les cils sont courts et nombreux (5 à 15 $\mu$ m) ; les flagelles sont plus rares et longs (150 à 200 $\mu$ m). Les flagelles et les cils ont la même structure interne. Ils sont formés de **9 paires de microtubules** formant un cercle autour d'une paire centrale (structure 9+2) (Fig.6). En rapport avec la double fonction ciliaire (locomotion et alimentation), on peut distinguer des cils somatiques (Ils servent à la locomotion) et des cils buccaux (ils entraînent les aliments vers la bouche).



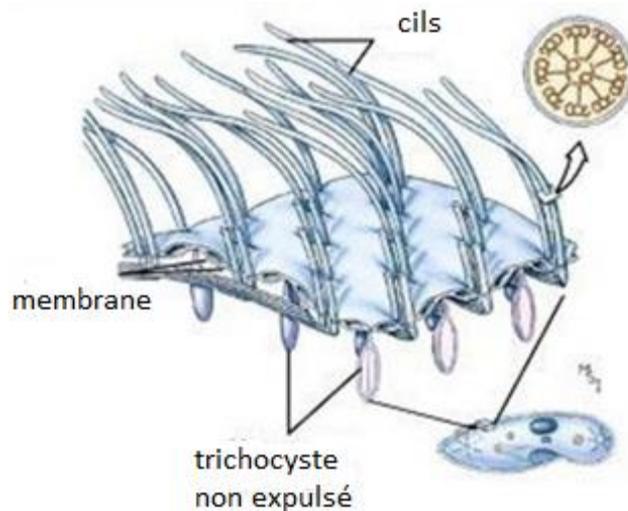
**Figure 6 :** Structure des cils et des flagelles.

- **Le cytosquelette :** Il est très développé et constitué par des microfilaments ou des microtubules. Les microfilaments sont constitués d'actine (protéine) et jouent un rôle dans les mouvements (contractions) de la cellule. Parfois, la cellule renferme, le long de son plus grand axe, une structure rigide, « l'axostyle » ou baguette qui est un faisceau de microtubules (par exemple le genre *Trichomonas*) (Fig.7).



**Figure 7 :** Schéma d'un *Trichomonas* (voir l'axostyle).

- **Les trichocystes :** On les trouve chez les ciliés, à la périphérie du cytoplasme. Ce sont des dispositifs de défense et d'attaque. Ce sont des petits dards gorgés de toxine. Ils jaillissent à l'extrémité d'un petit filament pour tuer ou paralyser les proies (Fig. 8).



**Figure 8 :** Schéma représentant la structure des cils et trichocystes de la paramécie.

- **Les vacuoles contractiles ou pulsatiles** : Elles assurent la régulation de la pression osmotique. Elles évacuent également les produits de déchets du métabolisme

### II.3. Classification des protozoaires

La classification des protozoaires est basée sur le type d'appareil locomoteur. On distingue les embranchements suivants :

- Embranchement des Sarcomastigophora (Sarcomastigophores).
- Embranchement des Apicomplexa (Sporozoaires)
- Embranchement des Ciliphora (ou Ciliés, Ciliophores, ou Infusoires).

#### II.3.1. Embranchement des Sarcomastigophora

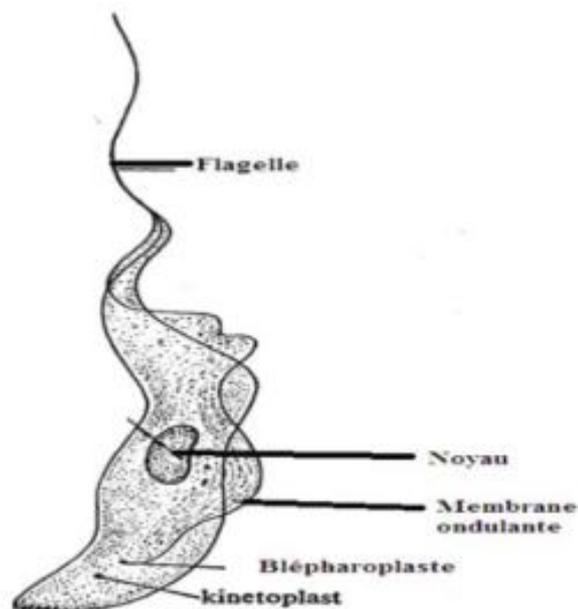
##### A/Sous embranchement des Mastigophora (Les Flagellés)

Ils réalisent leurs déplacements grâce à des flagelles (Fig.9).

Au cours du cycle, il n'y a pas de spores.

Ils n'ont pas d'appareil locomoteur.

Ils sont généralement transmis par un vecteur (moustique).



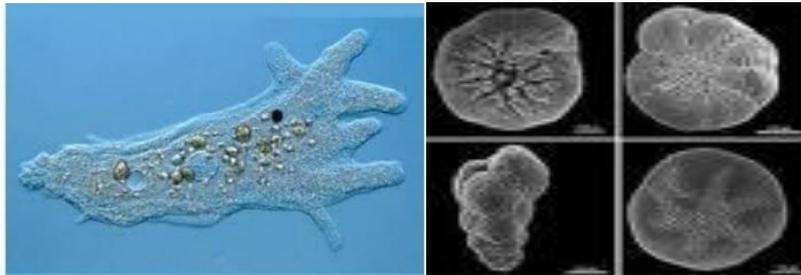
**Figure 9** : Morphologie d'un protozoaire flagellé.

- **Exemple 1** : *Trypanosoma gambiense* agent de la maladie du sommeil chez l'homme, transmis à l'homme par la piqûre de la mouche tsé-tsé (*Glossina palpalis*).

- **Exemple 2 : *Leishmania aethiopica*** : transmis par un petit moustique. Ses « réservoirs à virus » sont les chiens et les rongeurs. Quand l'Homme est piqué, le flagellé pullule au point d'inoculation. Il y a altération cutanée (le bouton d'orient) qui laisse des traces indélébiles. On trouve ce parasite en Afrique du Nord et au Moyen-Orient.

### B/ Sous embranchement des Rhizopoda (Rhizopodes)

Ils sont dépourvus de cils ou de flagelles. Ils se déplacent grâce à des pseudopodes qui servent aussi à la capture des proies (Fig. 10).



**Figure 10** : Morphologie de quelques Rhizopodes.

- **Exemple 1**

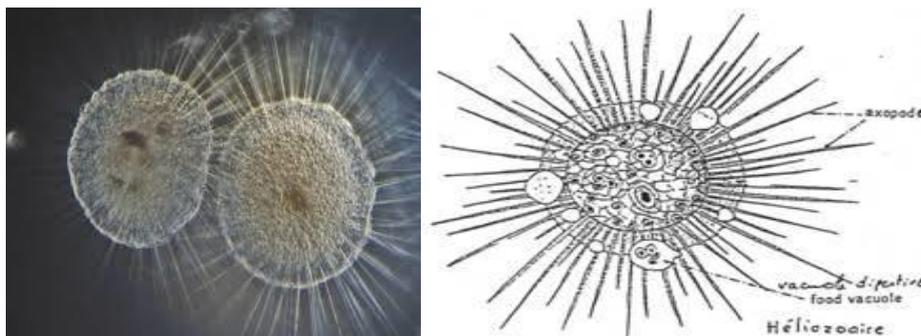
*Entamoeba histolytica* : espèce parasite, c'est une amibe nue qui parasite l'intestin humain. Elle vit dans le gros intestin de l'homme et provoquant la dysenterie amibienne.

- **Exemple 2 :**

*Entamoeba coli* : espèce symbiotique, vit dans le gros intestin de l'homme n'est pas pathogène. Elle se nourrit de débris, de parasites, bactéries, levures et Flagellés.

### C/Les Actinopodes.

Ils ont des pseudopodes à disposition rayonnante, *soutenus par des filaments rigides* (axopodes). Leur forme est généralement sphérique (Fig. 11).

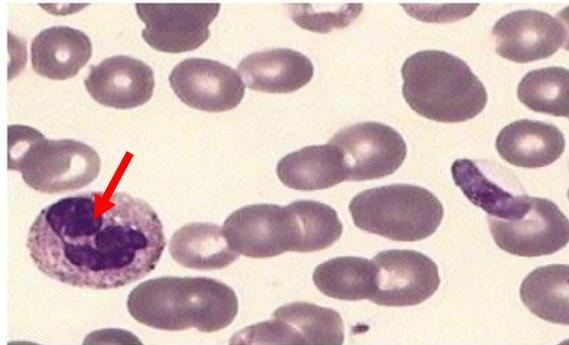


**Figure 11** : Exemple d'Actinopodes.

### II.3.2. Embranchement des Apicomplexa (Sporozoaires)

Ils émettent des spores flagellées pendant leur cycle reproducteur. Ils n'ont pas d'appareil locomoteur. Ce sont des parasites obligatoires, intracellulaires. Ils sont généralement transmis par un vecteur (moustique).

**Exemple :** *Plasmodium falsiparum* (Fig. 12) agent causal du paludisme (malaria).

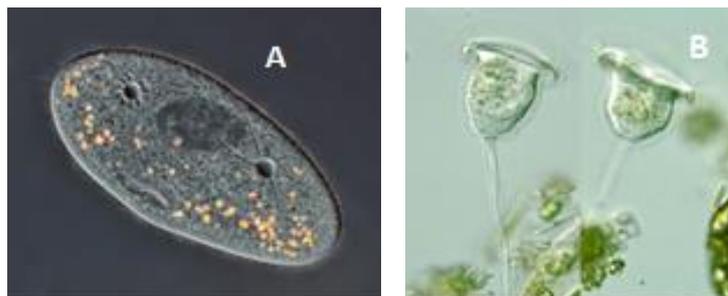


**Figure 12 :** *Plasmodium* dans les globules rouges

### II.3.3. Embranchement des Ciliophora (ou Ciliés, Ciliophores, ou Infusoires)

**Cilio** = Cil/ **Phoros** = qui porte

- Ils présentent des cils vibratiles à la surface de la cellule. Les cils peuvent s'agglutiner et former soit des cirres, organites plus spécialement locomoteurs, soit des membranelles ayant un rôle alimentaire.
- Ce sont des espèces qui vivent dans un milieu riche en matière organique.
- Ils ont deux noyaux macronucléus et micronucléus. Le premier intervient dans le métabolisme le deuxième dans le cycle de reproduction et division sexuée.
- Ils présentent divers modes de vie : libre en milieu aquatique comme la paramécie (Fig. 13a), fixé par un pédoncule, par exemple la vorticelle (Fig.13b) ; symbiote (*Entodinium bursa* chez les ruminants) ; parasites comme *Balantidium coli* (peu nombreux).



**Figure 13 :** Ciliés : paramécie (a) et vorticelle (b).

## II.4. Biologie des protozoaires

### A\ La locomotion.

Le mouvement orienté permet la recherche de nourriture, d'un abri, d'un nouvel habitat, d'un partenaire sexuel. On trouve trois types d'appareils locomoteurs (pseudopodes, cils et flagelles).

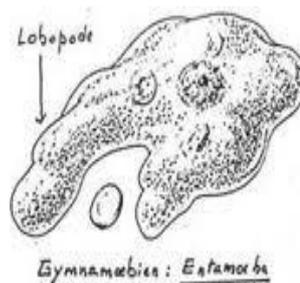
### **B\ Nutrition.**

- **La prise de nourriture**

On trouve quelques saprophytes qui vont directement absorber les composés *au travers de leur paroi* : le système nutritionnel dégénère. Les autres sont des holozoïques. Ils se nourrissent de nourriture solide (par prédation ou filtration).

- **La prédation**

Les protozoaires qui pratiquant la prédation sont très mobiles. Par exemple, une amibe peut attraper une paramécie : plusieurs lobopodes participent à la prédation (Fig. 14). La proie est ingérable en n'importe quel point du corps. Les pseudopodes servent à capturer la proie. Il y a ensuite libération de substance toxique pour immobiliser la proie, puis, mise en place d'une vacuole digestive. Les paramécies ont une « bouche » (le cytostome), située au fond d'un entonnoir cilié (le cytopharynx). L'entonnoir est garni de cils qui, en battant, dirigent les proies vers la bouche. Le cytopharynx a un grand nombre de trichocystes qui paralysent les proies. Ces dernières sont ensuite amenées dans la vacuole digestive.



**Figure 14** : Prédation chez l'amibe

- **Filtration ou « piégeage »**

Ce mode de nutrition est souvent réservé aux organismes sessiles (fixés), par exemple, *Vorticelles* (péritriche) : sa couronne de cils, par des battements, crée des tourbillons qui amènent les particules dans la bouche. Au fond du cytopharynx, il y a formation d'une vésicule digestive.

La nourriture entre dans la cellule par endocytose. Chez les choanoflagellés coloniaux, le flagelle bat et entraîne l'eau vers la collerette.

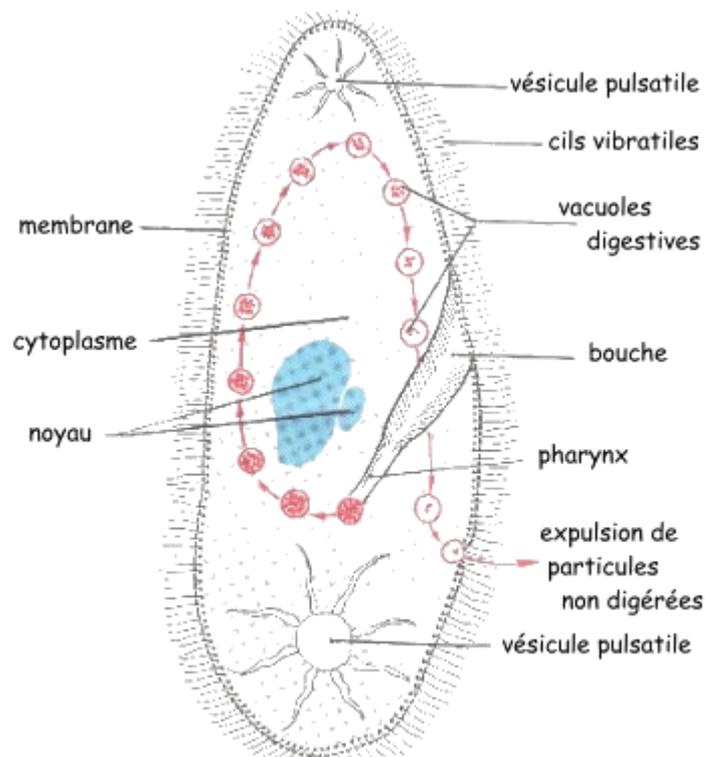
### C/La digestion

La vacuole digestive est l'organite permettant la digestion intracellulaire. Celle-ci dérive du plasmalemme. Les enzymes digèrent les éléments phagocytés. Il ne reste plus que les déchets non assimilables (dans la vacuole).

### ✚ Egestion

La vacuole alimentaire entre en contact avec le plasmalemme et les déchets sont évacués par exocytose. Chez les ciliés, l'exocytose se fait toujours au même point : on parle alors « d'anus » ou de « cytoprocte » (Fig.15).

Chez les amibes, la technique est différente. Les vacuoles usées s'accumulent dans une « queue » (l'uroïde) qu'elles traînent puis qui est abandonnée.



**Figure 15** : Mécanisme de la nutrition, digestion et excrétion chez la paramecie.

## D\ Respiration et circulation

La majorité des protozoaires est aérobie (les anaérobies sont indépendants de l'O<sub>2</sub>).

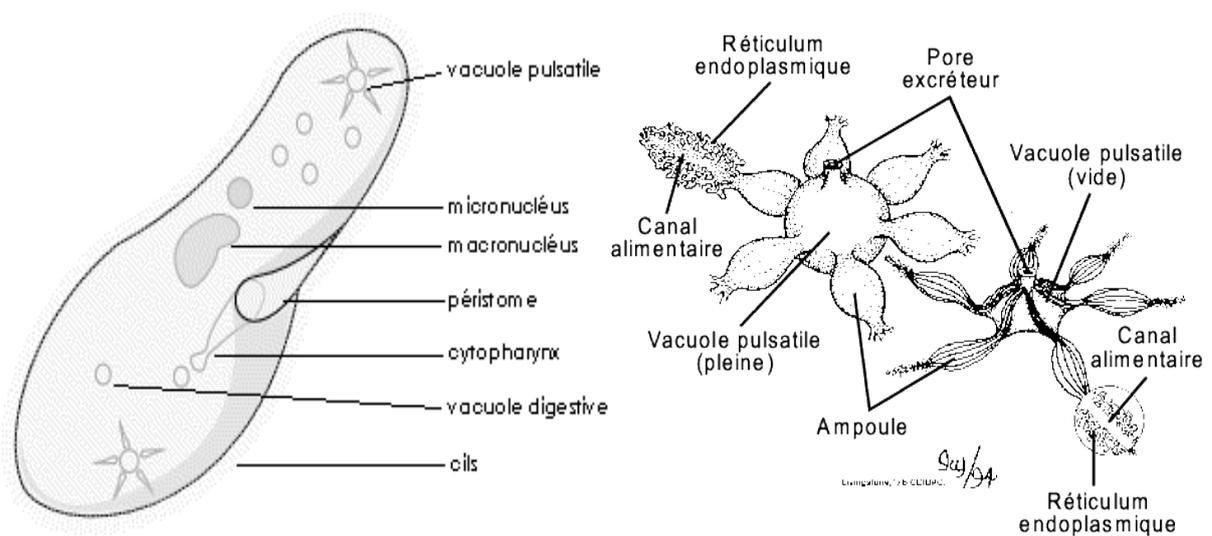
Les protozoaires aérobies n'ont pas d'organites spécialisés pour la respiration ; il y a diffusion d'O<sub>2</sub> par la paroi cellulaire.

Les cils et flagelles, par leurs battements, favorisent les échanges. La circulation est assurée par les courants cytoplasmiques.

## F/ Excrétion et osmorégulation.

Ces deux fonctions (excrétion et osmorégulation) sont liées.

Les paramécies, à leurs deux extrémités, possèdent des vacuoles pulsatiles (Fig. 16). Elles battent en opposition de phase. Quand une des vacuoles est en diastole, l'autre est en systole. Elles évacuent, par une ouverture temporaire de la membrane, l'eau qui entre par osmose dans la cellule, à partir d'un milieu hypotonique (eau douce). Leur rôle est de maintenir la pression osmotique. Les déchets solubles sont évacués avec l'eau rejetée par les vacuoles pulsatiles (en partie). La plus forte partie de l'excrétion est assurée par la membrane (à son travers), sans intervention d'organite. Si un protozoaire est placé en milieu hypertonique, le rythme des vacuoles pulsatiles diminue, s'il est en milieu hypotonique leur rythme s'accélère.



**Figure 16 :** Structure des vacuoles pulsatiles chez la paramécie.

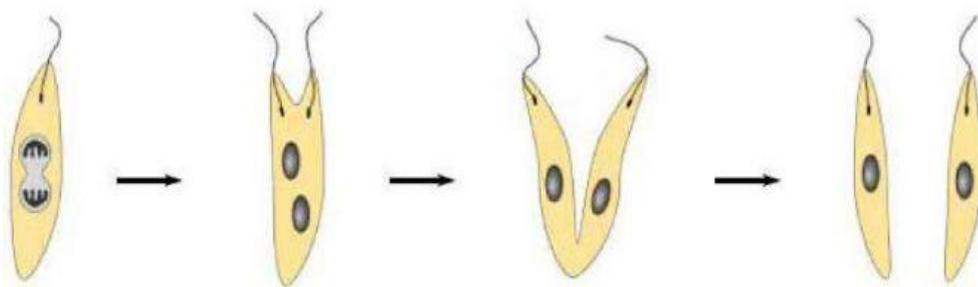
## G\ La reproduction

Il existe deux types de reproduction chez les protozoaires : la multiplication asexuée et la reproduction sexuée.

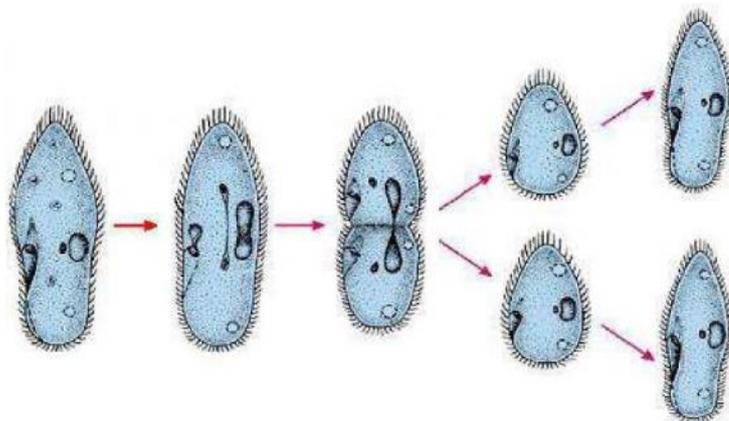
- **La multiplication asexuée**

C'est le mode le plus répandu chez les protozoaires, surtout quand les conditions du milieu sont défavorables. Certains protozoaires ne pratiquent que cette méthode de multiplication. La multiplication asexuée n'implique qu'un seul parent : tous les descendants seront donc identiques.

- **La fission binaire** : La cellule se divise en deux. C'est le type le plus courant (les protozoaires présentent deux à trois fissions binaires par jour). La fission peut être non orientée (comme chez les amibes [animaux sans forme précise]), longitudinale chez les flagellés (*Trypanosoma*) (Fig. 17) ou transversale chez les paramécies (ciliés) (Fig. 18).

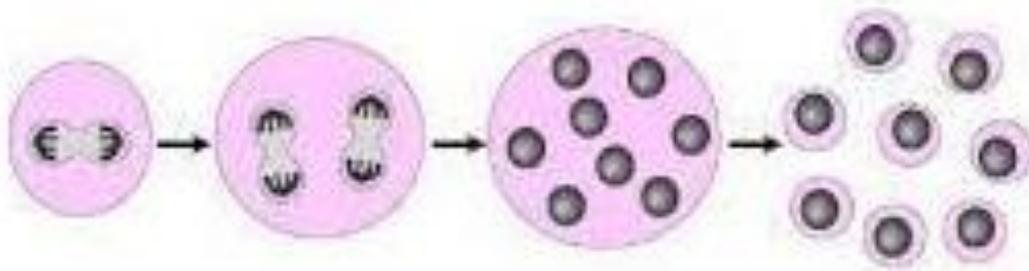


**Figure 17** : Fission binaire longitudinale chez le trypanosome



**Figure 18**: Fission binaire transversale chez la paramécie.

- **Le bourgeonnement (ou gemmiparité).** Il y a apparition à la surface cellulaire d'un bourgeon exogène, suivie d'une division nucléaire, capable de constituer un individu complet qui se détache de l'individu souche. C'est une fission binaire inégale. Un bourgeonnement dans le cytoplasme est appelé bourgeonnement endogène.
- **Les divisions multiples ou schizogonie.** C'est un phénomène courant chez les sporozoaires, qui existe chez les foraminifères. Il y a une division répétée du noyau puis des divisions du cytoplasme qui forment autant d'individus qu'il y a de noyaux (Fig. 19). Une masse de cytoplasme va être abandonnée, puis meurt.  
**Ex.** Chez *Plasmodium falciparum* (l'agent du paludisme)



**Figure 19** : Etapes de la schizogonie

- **La reproduction sexuée**

Il y a formation de cellules spécialisées (les gamètes) qui s'uniront en donnant un œuf (le zygote). Ce dernier est semblable morphologiquement aux parents mais génétiquement unique. La reproduction sexuée assure une variabilité génétique de la population et donc, augmente la résistance de l'espèce aux conditions du milieu.

## II.5. Eléments d'écologie

- **Association avec d'autres organismes.**

Les protozoaires épizoïques vivent fixés sur des plantes ou sur des animaux (sur la surface corporelle). Pour la nutrition, ils sont indépendants de l'hôte.

Les protozoaires endozoïques (qui vivent dans un autre organisme). Ils sont totalement dépendants de leur hôte. On les trouve dans les organes creux, dans les tissus ou dans les cellules.

On distingue deux cas d'associations :

- Mutualisme et symbiose.
- Parasitisme.

#### **A\ Mutualisme et symbiose.**

Les protozoaires entretiennent un rapport à bénéfice réciproque avec leur hôte. On détaille le cas d'association tripartite : protozoaire + bactéries + mammifères ruminants.

Dans tous les cas, les symbiotes sont localisés dans un segment du tube digestif qui devient une chambre de fermentation.

#### **B\ Le parasitisme.**

Un parasite est un organisme qui vit au dépend d'un autre être vivant. Pour le parasite, l'association est obligatoire.

Parasitisme chez les flagellés.

##### **Exemple des Trypanosomides**

Ils s'attaquent à l'Homme et au bétail. Certains se développent dans les parties antérieures du tube digestif d'un insecte piqueur. C'est le cas de *Trypanosoma brucei gambiense* et de *Trypanosoma brucei rhodésienne*.

Ils provoquent la maladie du sommeil et sévissent soit en Rhodésie, soit en Gambie. Ils sont transmis par la mouche tsé-tsé ou Glossine. La transmission se fait par piqûre.

Parasitisme chez les Sporozoaires (Apicomplexes).

Le paludisme (malaria en anglais) est une parasitose due à des hématozoaires (parasite des globules rouges) du genre *Plasmodium*, transmise par des moustiques du genre Anophèles.

## Chapitre III

### Métazoaires diploblastiques

Les Diploblastiques se caractérisent par l'arrêt de développement embryonnaire à 2 feuillets : Ectoderme et endoderme

Les trois embranchements des diploblastiques sont :

- les spongiaires,
- les cnidaires (polypes et méduses) et
- les cténaïres.

#### III.1. Embranchement des Spongiaires

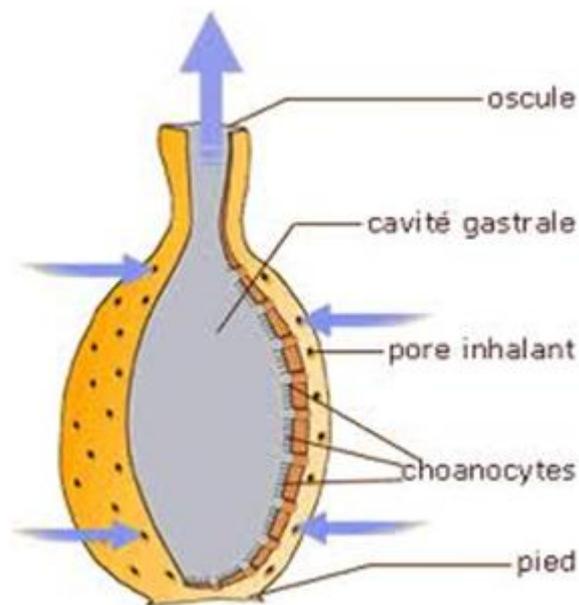
Les Spongiaires ou les porifères se sont des animaux fixés coloniaux : 8000 à 9000 espèces marines et 100 espèces d'eau douce et saumâtre.

##### III.1.1. Les caractéristiques générales

- Les Spongiaires sont des Métazoaires (Pluricellulaires) qui présentent un type d'organisation très primitif (Parazoaires).
- Ce sont des animaux marins sessiles (toujours fixés). Leurs seuls mouvements sont des contractions locales du corps et des mouvements d'ouverture et de fermeture des pores.
- Absence de tissus et d'organes bien définis.
- Apparences extérieures (taille et couleur) très variées.
- Ils sont dépourvus de toute symétrie.
- Ce sont des Diploblastiques : ils ont deux feuillets : un ectoderme et un endoderme.
- Le corps présente un ensemble de cavités et de canaux avec des orifices (ou pores) d'entrée et de sortie de l'eau d'où l'appellation des Poriféra.
- Possèdent un squelette formé de spicules de nature calcaire ou siliceuse.

##### III.1.2. Organisation morphologique

Le spongiaire type est le type *Olynthus* (Fig. 20) : c'est une amphore fixée par sa base. L'apex porte un orifice exhalant unique (l'oscule) et la paroi est percée de nombreux pores inhalant.



**Figure 20 :** Forme olynthus des Spongiaires.

Suivant la complexité de la paroi, on distingue différents stades (pas de groupe systématique) (Fig.21).

### 1/Le stade Ascon.

Le stade ascon est le stade le plus juvénile de la plupart des éponges. La structure de la paroi est identique en tous points du corps. Il n'y ni organe ni appareil. La mésoglée forme une gelée où circulent différentes catégories cellulaires, totalement indépendantes. L'ectoderme est formé d'un épithélium de revêtement : les pinacocytes. Ce sont des cellules aplaties, jointives, recouvertes d'une fine cuticule. Entre les pinacocytes s'ouvrent les pores inhalant, formés par des porocytes (pour l'entrée d'eau).

Le feuillet interne tapisse toute la cavité gastrale (ou atrium ou spongocœle) et est composé de choanocytes. Ce sont des cellules de grande taille, pourvues d'un long flagelle et l'apex forme une collerette de nombreuses microvillosités. Ils créent un courant d'eau dans l'atrium, ce qui permet la capture de particules alimentaires dans la collerette, mais aussi, la circulation de l' $O_2$ .

Dans la mésoglée, on trouve :

- Des scléroblastes : ils sécrètent les spicules. Ils peuvent se grouper par groupe de 2 ou 3 (et donner ainsi des spicules de 2 ou 3 axes)
- Des cellules amiboïdes à rôle phagocytaire.
- Des collancytes qui sécrètent la mésoglée.

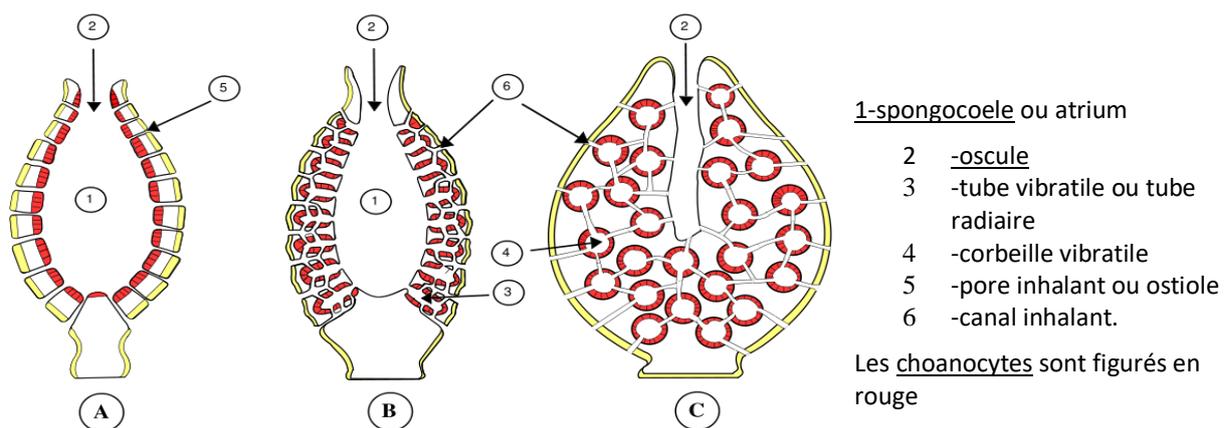
- Des archéocytes : ce sont de véritables cellules totipotentes.
- Des myoblastes (en petit nombre) : ce sont des cellules capables de contraction.
- Des cellules nerveuses, diffuses.

### 2/Le stade Sycon.

Les choanocytes se localisent dans des diverticules tubulaires qui débouchent dans l'atrium par des orifices : « les apopyles ». Il y a formation de canaux pour piéger l'eau chargée de particules alimentaires.

### 3/Le stade Leucon.

Chaque diverticule se divise en diverticules secondaires appelés corbeilles vibratiles. Les choanocytes sont dans ces corbeilles. Elles débouchent dans des canaux exhalant, en relation avec l'oscule.



**Figure 21** : Stades des Spongiaires.

asconoïde (A), syconoïde (B), leuconoïde (C).

### III.1.3. Classification.

On reconnaît trois classes, selon la nature des spicules :

- **Classe Calcaria = Calcisponges (éponges calcaires)** : les spicules sont composés de calcite. Elles peuvent être simples ou composées.

Il existe deux formes :

- **Homocœle** : les choanocytes tapissent tout l'atrium.
- **Hétérocœle** : il y a formation de corbeilles vibratiles ou de diverticules tubulaires.

- **Classe Hexactinella = les Hexactinellides** (ou triaxonides, éponges siliceuses).

Les spicules sont composés de silice hydratée et donnent une architecture cohérente.

Elles possèdent trois axes et parfois, peuvent atteindre une longueur de 60 centimètres.

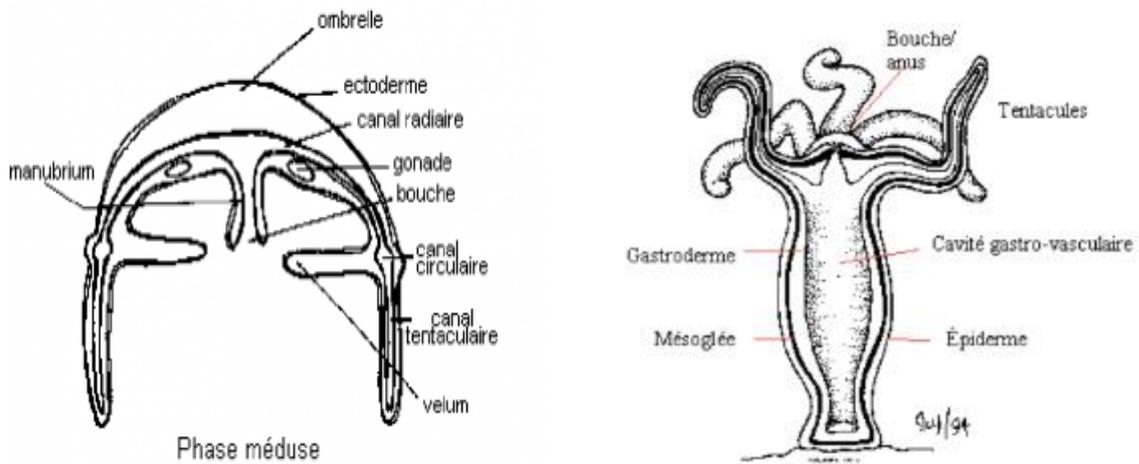
**Exemple** : genre *Euplectella*

- **Classe des Démosponges = Silicospones** (éponges cornéo-siliceuses) : le squelette est formé de **spongine** pouvant être associée à quelques spicules siliceux.

## III.2. Embranchement des cnidaires

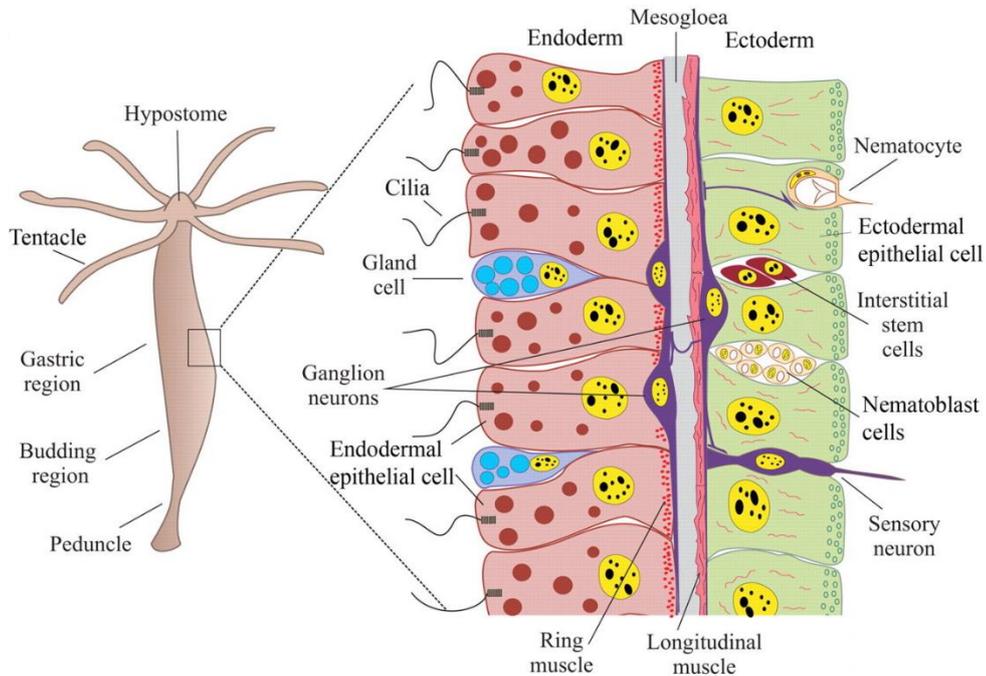
### III.2.1. Caractéristiques générales

- Les cnidaires sont des Métazoaires à 99% marins, 1% d'eau douce (cnidaire = radiata).
- Il existe une symétrie radiaire, plusieurs tentacules entourent la bouche.
- Ces animaux ont une cavité gastro-vasculaire interne avec un seul orifice (la bouche).
- Deux formes peuvent alterner pour la même espèce (Fig. 22) :
  - **La forme méduse** : elle est libre, pélagique et constitue (généralement) la forme sexuée. Elle a la forme d'une cloche transparente, La face Aborale prend une forme convexe : c'est l'Ombrelle. La face orale est concave, la bouche s'ouvre à l'extrémité.  
La méduse a la forme d'une cloche transparente, ou ombrelle, dont le battant est le manubrium et dont le pourtour porte des tentacules au nombre de 4, 8, 16, ... n, n étant presque toujours un multiple de 4. Un voile ou velum rétrécit l'ouverture de l'ombrelle et délimite une cavité sous-ombrellaire dans laquelle pend le manubrium.
  - **La forme polype** : elle est benthique, fixée. C'est une forme asexuée (généralement). Un polype est un petit sac dont l'ouverture, la bouche, est entourée d'une couronne de tentacules dans lesquels se prolonge la cavité gastrovasculaire.



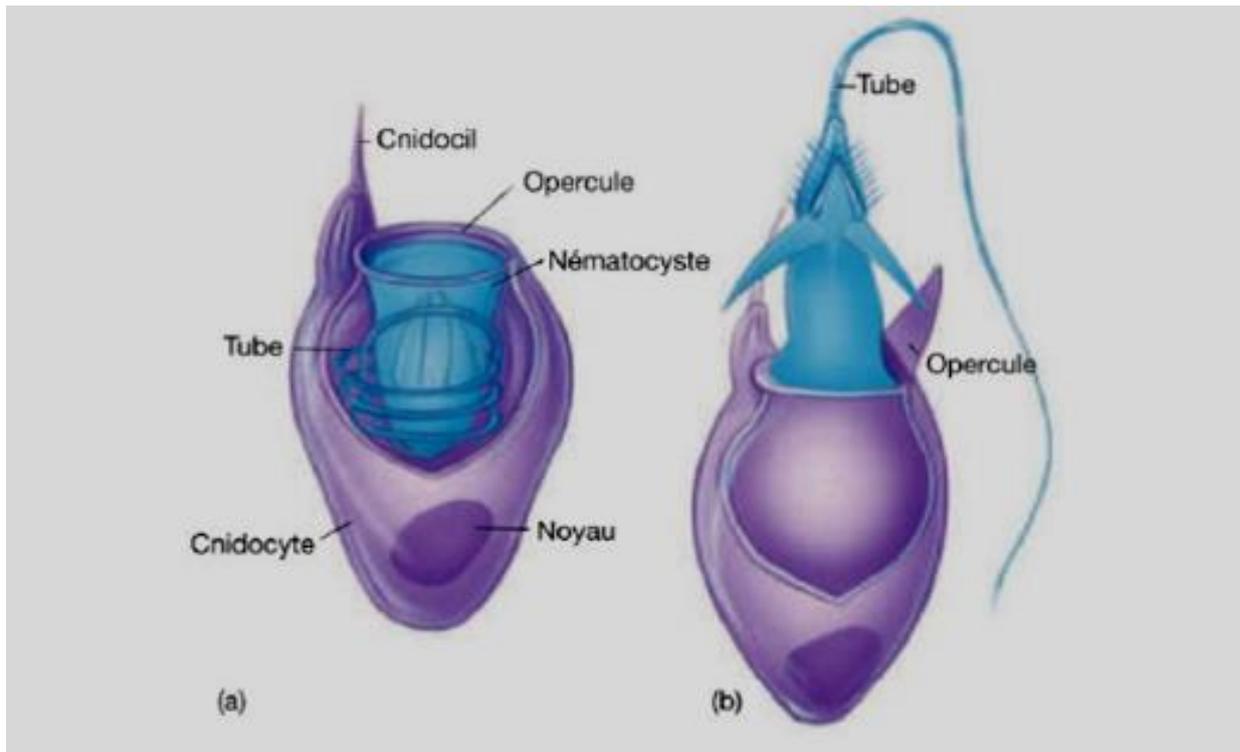
**Figure 22 :** Structures des formes méduse et polype.

- La paroi possède une structure diploblastique (Fig. 23). Ectoderme et endoderme sont séparés par la mésoglée. Au niveau de l'ectoderme, il y a un pavage de cellules épithélio-musculaires, des cnidoblastes et quelques cellules interstitielles totipotentes. L'endoderme est constitué de cellules biflagellées à rôle phagocytaire et de cellules glandulaires sécrétant les enzymes digestifs (la digestion se déroule en deux temps).



**Figure 23 :** Paroi d'un cnidaire.

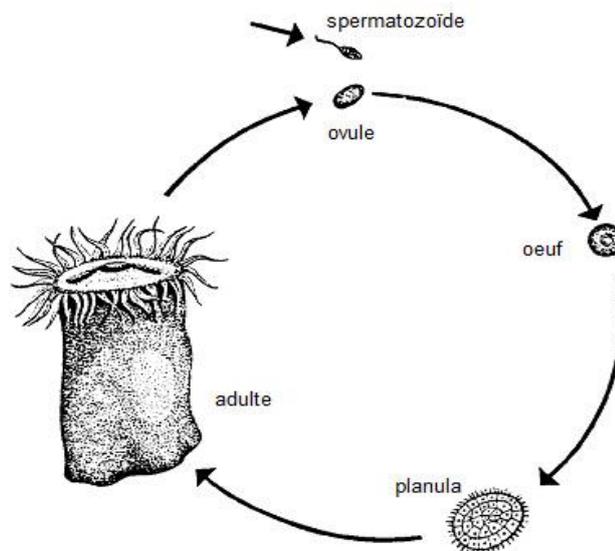
- On note la présence de cellules urticantes au niveau de l'ectoderme : les cnidocytes (ou cnidoblastes, ou nématoblastes, ou nématocystes) (Fig. 24). Ces cellules contiennent un filament urticant baignant dans une toxine (l'actino-congestine). Les cnidoblastes ont un cnidocil qui, lorsqu'il est excité, entraîne la dévagination du filament urticant qui peut tuer la proie ou créer des irritations.



**Figure 24 :** Structure d'une cellule urticante.

(a) Avant dévagination du filament urticant (b) après dévagination du filament urticant.

- La reproduction sexuée produit un œuf, puis, à l'éclosion, on obtient une larve ciliée nageuse (planula) à polarisation antéro-postérieure (avec donc, une symétrie bilatérale) (Fig. 25). La symétrie radiaire est la conséquence de la fixation et de la métamorphose de la planula.



**Figure 25** : Cycle de vie d'un cnidaire (reproduction sexuée).

### III.2.2. Classification

Elle est basée sur deux critères :

- **L'aspect de la cavité gastrique**: (non cloisonnée, incomplètement ou complètement cloisonnée).
- **Le cycle de développement** : alternance ou prédominance des phases polype ou méduse.

Il existe quatre classes de cnidaires : les Anthozoaires, les Hydrozoaires et les Scyphozoaires et les Siphonophores

#### A/Classe des Anthozoaires

La classe Anthozoa (les anthozoaires) regroupe les cnidaires probablement les plus célèbres avec les coraux de mer constructeurs de grands récifs dans les eaux tropicales. La classe intègre aussi les anémones de mer, les coraux mous, les gorgones et les plumes de mer.

Leur nom provient du grec et signifie « animaux-fleurs » : *Anthos* = fleur.

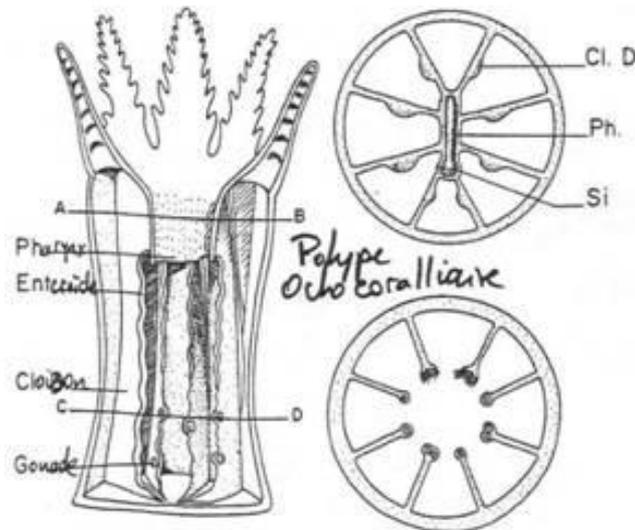
La classe Anthozoa comprend des qui ont des polypes avec une apparence de fleur.

Chez cette classe seule la forme polype persiste :

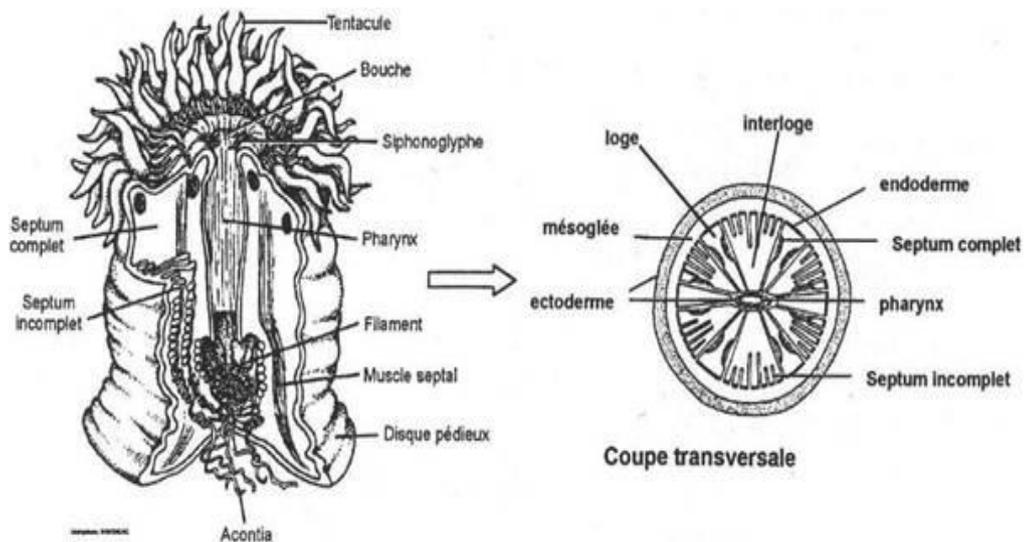
L'organisation du polype se complique donc. Il existe une symétrie bilatérale déterminée par une invagination ectodermique qui forme le pharynx (ou stomodeum).

La Systématique basée sur le nombre de tentacules et de Loges gastriques. On distingue deux sous classes :

- Les octocoralliaires (coraux "mous" et gorgones) : dont les polypes possèdent 8 tentacules, 8 loges et 8 cloisons (Fig. 26).
- Les hexacoralliaires (groupe des coraux "durs" et des anémones de mer) : présentant fondamentalement une symétrie d'ordre 6 dans leur plan d'organisation : ils ont n'6 tentacules, n'6 tentacules et n'6 cloisons (Fig. 27).



**Figure 26** : Anatomie d'un cnidaire octocoralliaire.



**Figure 27** : Anatomie d'un Hexacoralliaire.

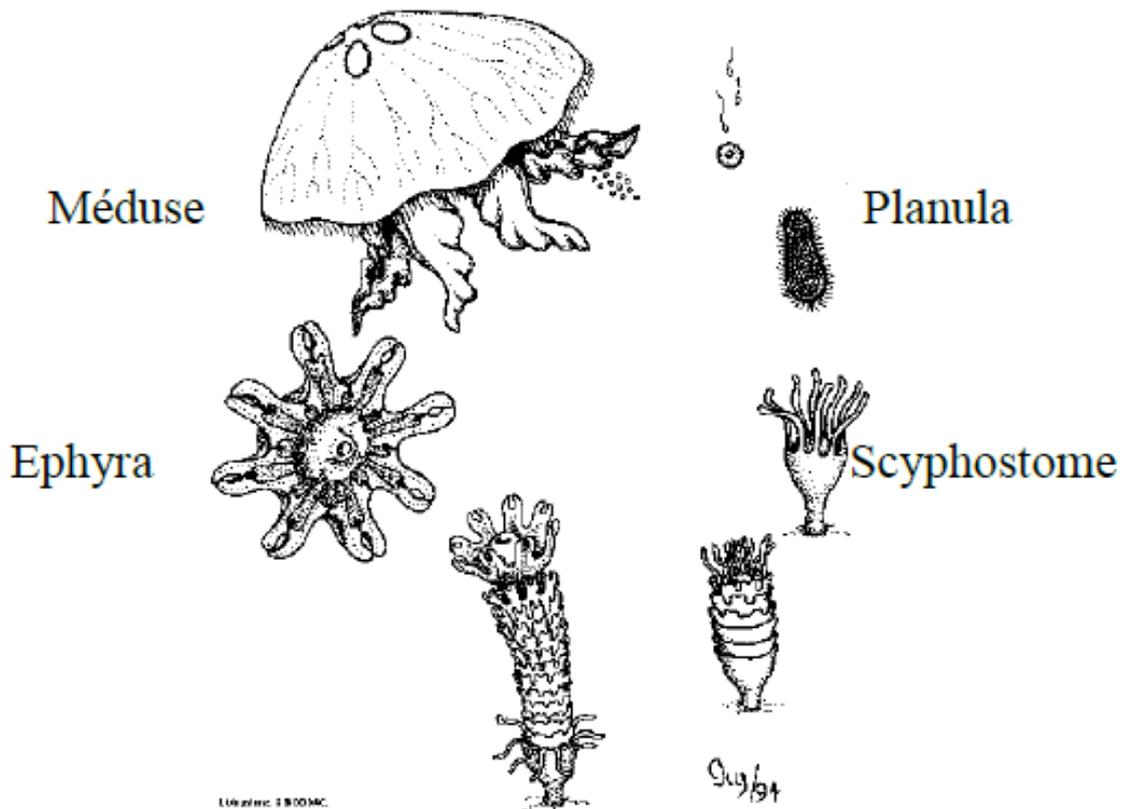
**B/ Classe des Scyphozoaires (Scyphos= coupe)**

Les Scyphozoaires (Scyphozoa) forment une classe de Cnidaires comprenant plusieurs ordres de méduses très évoluées, généralement de grande taille (diamètre peut atteindre 1/2 mètres) et très urticantes.

- La cavité gastrale a une forme de coupe.
- Dans cette classe, il y a simplification du polype : il devient une phase larvaire. Il est suivi de l'apparition de la méduse qui formera les gamètes.

Le cycle typique est celui d'*Aurélia* (Fig. 28).

Le corps du scyphistome (petit polype issu de la planula après sa fixation) subit la multiplication asexuée par strobilation : il subit une série de constriction transversales pour prendre l'aspect d'assiettes empilées. Chacune de ces « assiettes » se détache et se renverse pour donner une jeune méduse (éphyra). Sa croissance donnera la méduse adulte.



**Figure 28 :** Cycle de vie d'u Scyphozoaire (*Aurélia*).

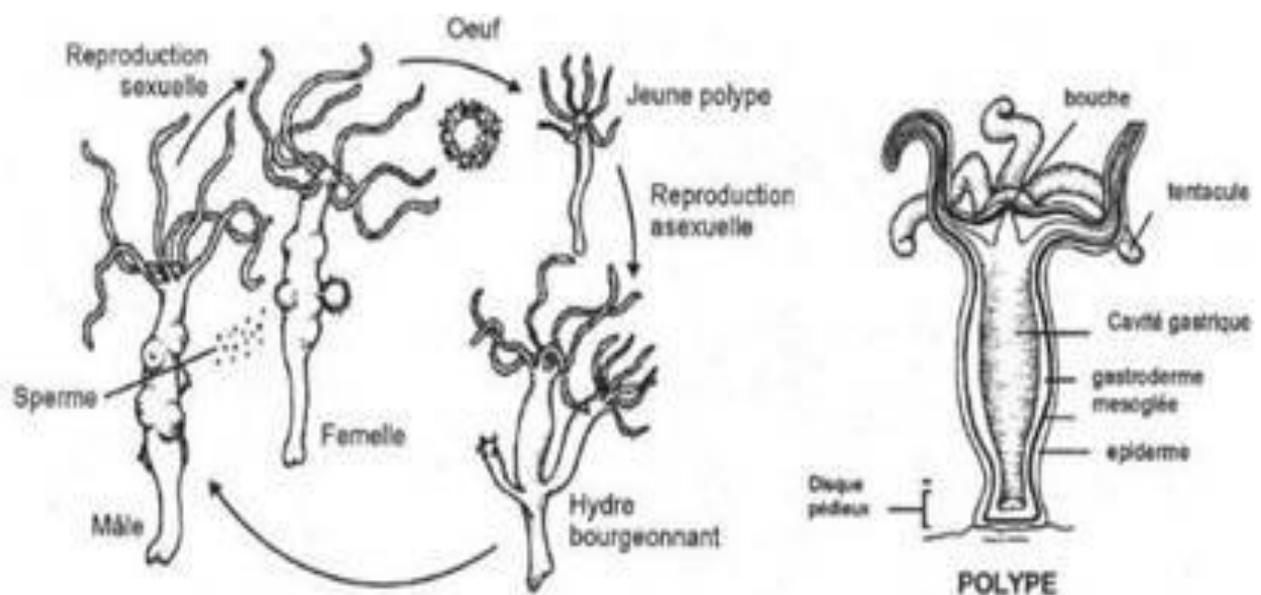
### C/Classe des Hydrozoaires.

On distingue divers groupes comme les Hydrides, Leptolides. Les individus de ces deux groupes sont dépourvus de pharynx et la bouche s'ouvre directement à la surface du corps dans la cavité gastrale. Dans le cycle vital, il y a alternance des deux phases : polypes et méduses, sauf chez les Hydrides où la méduse disparaît et le polype est alors capable de reproduction sexuée et asexuée.

#### 1/Les Hydrides

On distingue des polypes mâles et femelles qui donnent des gamètes qui par fécondation donnent un œuf qui va tomber et donner un jeune polype (capable de multiplication asexuée par bourgeonnement) sans passage par le stade planula.

**Exemple :** *Hydra* (Hydre d'eau douce) (Fig. 29).



**Figure 29 :** Cycle de vie d'un Hydrozoaire (*Hydra*).

#### 2/Les Leptolides

Dans ce groupe se développent des structures coloniales par bourgeonnement. La colonie est constituée d'un ensemble de polypes qui sont liés par leur cavité gastrale (Fig. 30).

Le polymorphisme permet de distinguer :

- **des gastérozoïdes:** (polypes nutritifs)
- **des dactylozoïdes** (polypes défenseurs): riches en cnidoblastes
- **des gonozoïdes** (polypes reproducteurs): qui réalisent le bourgeonnement des méduses.

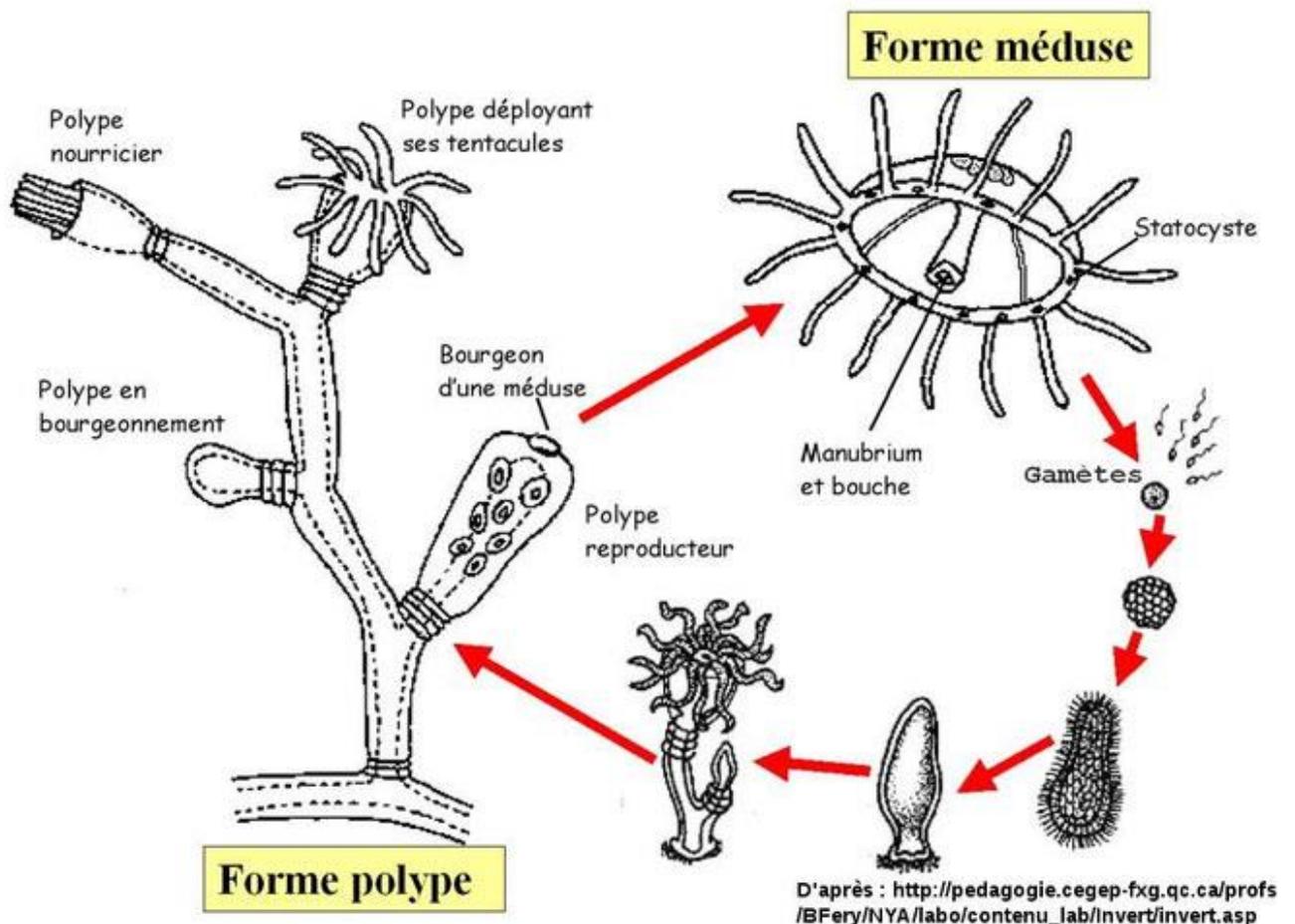
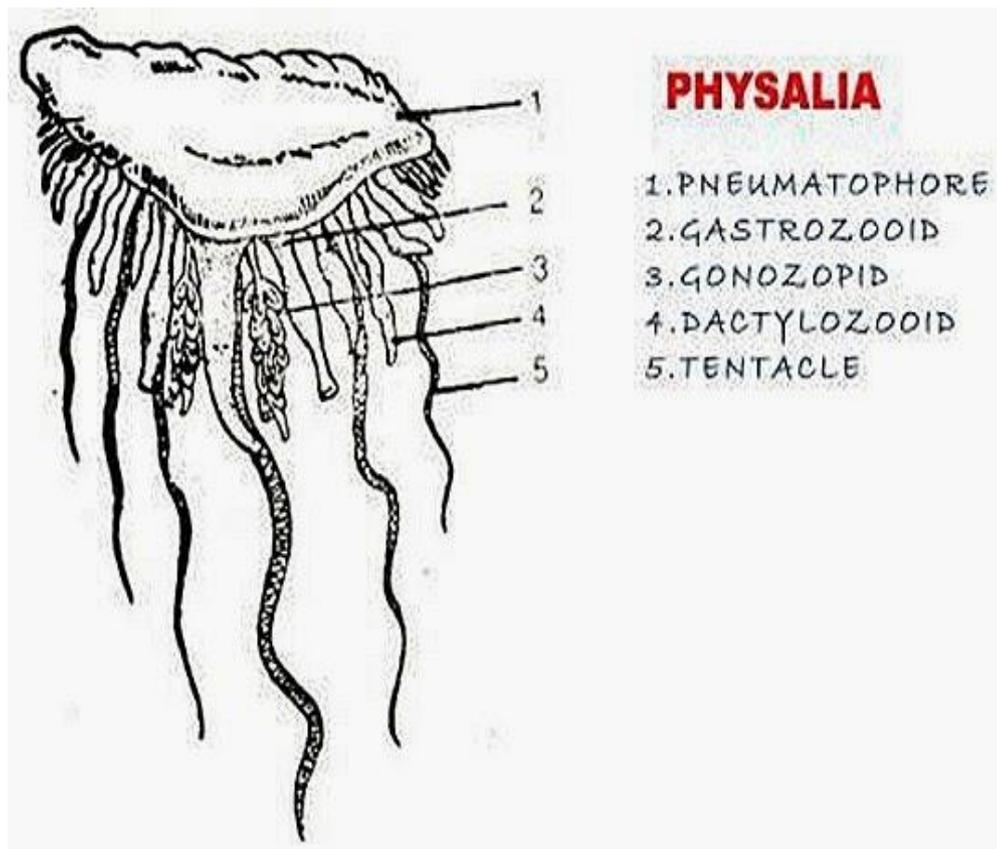


Figure 30 : Cycle de vie des Leptolides.

#### D/ Classe des Siphonophores

Animaux pélagiques où la colonie est constituée d'une association de plusieurs unités (**cormidies**). La cormidie est formée d'une association de polypes polymorphiques : gastérozoïdes, dactylozoïdes (rôle défenseur) et des filaments pêcheurs.

Cette colonie se développe à partir de la planula. Cette dernière ne se fixe pas : à son pôle antérieur se forme un nodule médusaire qui va constituer le pneumatophore (cavité sécrétant un gaz riche en azote, oxygène et argon) qui a un rôle de flotteur (Fig. 31).



**Figure 31** : Exemple de Siphonophores (Genre *Physalia*).

### III.3. Embranchement des Cténaires

#### III.3.1. Caractéristiques générales

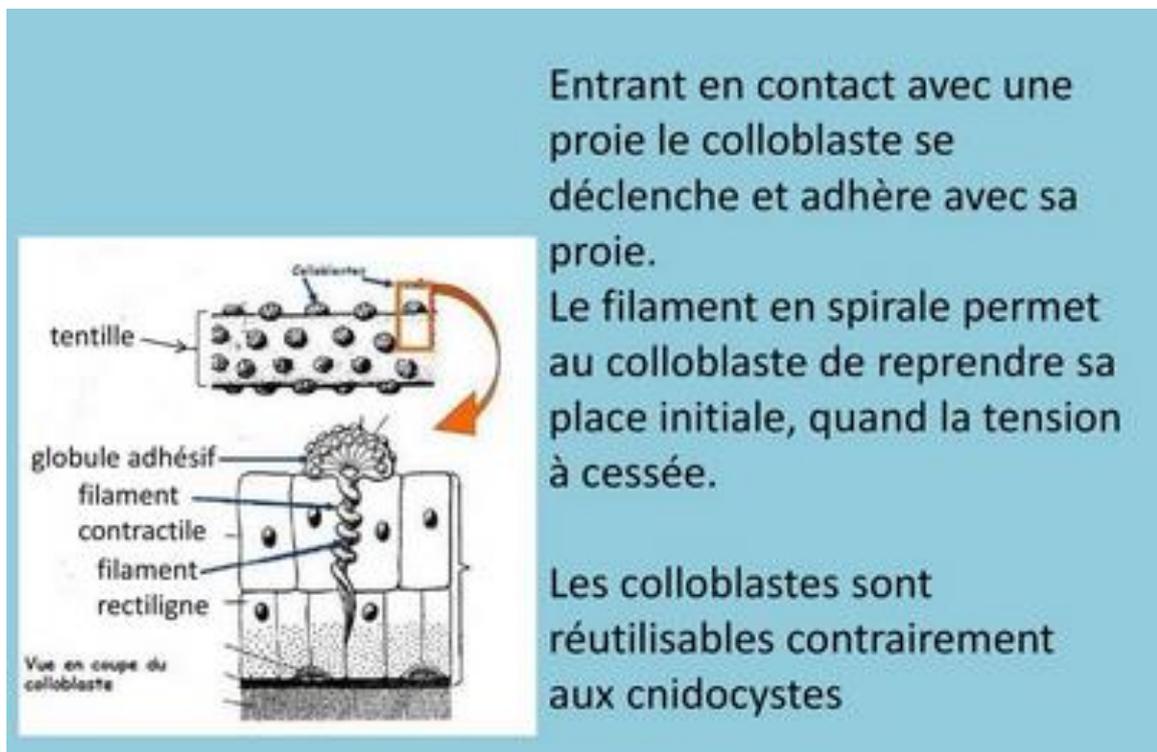
Aussi appelé cténophore venant du Grec « ktenos » signifiant peigne et de « phoros » signifiant porteur

- Cténophores qui portent des peignes qui leur permettent de se déplacer.
- Ils sont marins, planctoniques, pélagiques et carnivores.
- Transparents et d'apparence gélatineuse.
- Diploblastiques, en forme de sac avec un seul orifice.
- On trouve un type morphologique par espèce.
- Ils ont une double symétrie bilatérale : un plan tentaculaire et un plan pharyngien.
- Ces cténaires ont également deux tentacules (qui peuvent atteindre 15 cm). Ces derniers peuvent se rétracter dans des poches tentaculaires.

- A la surface du corps (feuille externe), on distingue huit rangées de palettes vibratiles (peignes ou cténidies). Ce sont des organes « locomoteurs » : leurs battements permettent le déplacement de l'animal.
- Ils capturent leurs proies grâce à de longs tentacules gluants (elles portent des cellules particulières : Les colloblastes
- Ils ne sont pas urticants

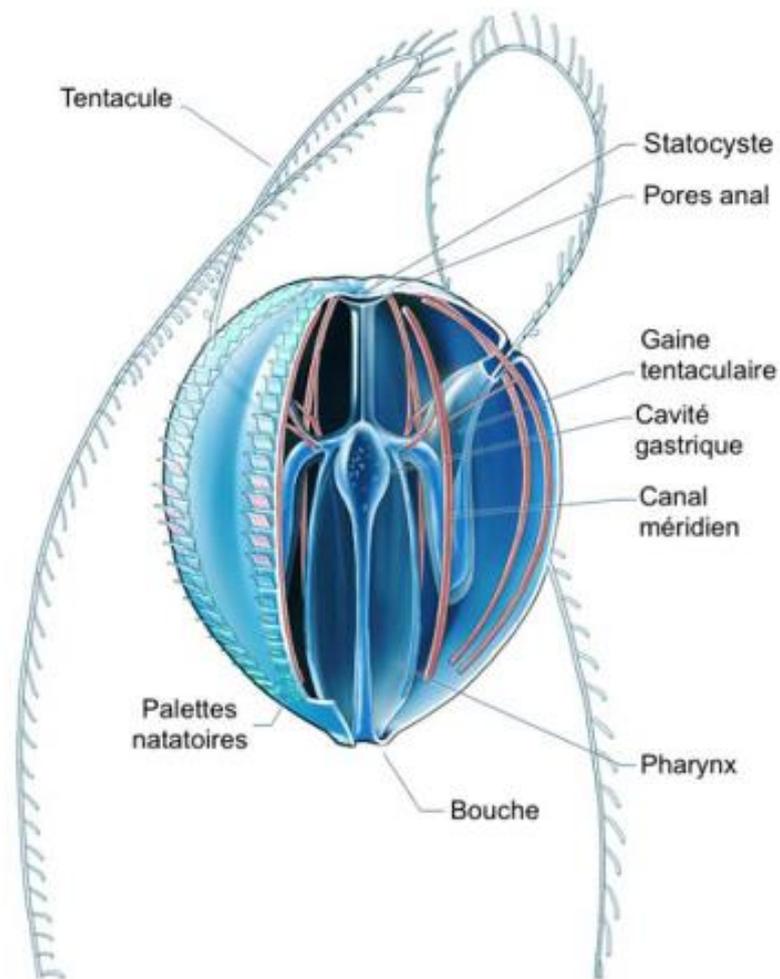
#### ✚ Structure de colloblaste :

Colloblaste= cellules collantes qui présentent des globules adhésifs en surface, un noyau central. Filaments intracytoplasmiques (en forme ressort), relié à un système nerveux qui permet de relâcher sa tension et ramener la proie (Fig. 32).



**Figure 32** : Structure d'un colloblaste

La figure 33 présente la morphologie d'un cténaire.



**Figure 33** : Schéma représentant la morphologie d'un Cténaire.

L'organisme type est le cydippe (son diamètre est compris entre 1,5 et 15 millimètres). Le pôle oral porte la bouche. Le pôle aboral porte un statocyste (organe d'équilibration).

**Exemple** : Cténaire du genre *Pleurobrachia*

Taille d'une olive, transparent, possède un statocyste qui permet de se situer dans l'espace en lien avec les peignes.

### III.3.2. Biologie et comportement

- **Locomotion** : de nombreux cténofores se laissent simplement porter par les courants (ils peuvent être considérés comme des planctons). Ils peuvent cependant nager, parfois assez rapidement, grâce aux battements de leurs peignes locomoteurs.
- **Propriété bioluminescente** : De nombreuses espèces de Ctenophora sont capables d'émettre de la lumière par bioluminescence.

- **Reproduction** : Hermaphrodites, production des 2 types de gamètes. Au moment de la reproduction, les cténares adultes émettent leurs gamètes (spermatozoïdes et ovules) dans l'eau pour former l'œuf puis la larve nageuse
- En l'absence de nourriture, *Beroe ovata* est capable de réduire sa taille en s'autodigérant.
- **Respiration** : Les cténares ne possèdent pas d'organe spécialisé dans la respiration. La respiration s'effectue au travers des cellules dermiques du corps.
- **Nutrition** :  
Les proies sont capturées par les tentacules, se rétractant ensuite vers la bouche. Les proies sont d'abord digérées dans l'œsophage par des enzymes, puis la digestion se termine par une hydrolyse dans l'estomac.  
Carnivores : Ils se nourrissent de copépodes (crustacés), de siphonophores (cnidaires), et de petits mollusques
- **Prédateurs** :  
Plusieurs animaux sont des prédateurs des cténophores, on trouve parmi eux des tortues, poissons (saumon, maquereau, lump, cténares, méduse), oiseaux de mer.  
**Ex** : les béroés mangent les Bolinopsis plus gros

### III.3.3. Classification

Elle est basée sur la présence ou l'absence de tentacules, on distingue deux classes :

- **Classe des Tentaculés (Tentaculata)** : présence de tentacules.

2 longs tentacules+ bouche étroite

Six ordres :

- Ordre : Cydippida, incluant la groseille de mer
- Ordre : Platyctenida
- Ordre : Ganeshida
- Ordre : Thalassoclycida
- Ordre : Lobata
- Ordre : Cestida, incluant la Ceinture de Vénus

- **Classe des Atentaculés (=Nuda)** : absence de tentacules.

Sans tentacule, bouche large, nageurs, bioluminescents

1 ordre : Beroïda (Béroïdes), ex : Beroe

## Chapitre IV

# Métazoaires triploblastiques acéломates et pseudocéломates

### IV.1. Caractères généraux des triploblastiques

- Chez les Métazoaires Triploblastiques, il y'a apparition du mésoderme (troisième feuillet embryonnaire) qui dérive de l'endoderme pendant le développement embryonnaire.
- L'ectoderme et l'endoderme ont des fonctions bien définies : le mésoderme permet la différenciation d'organes internes (appareil excréteur, organes génitaux) dont la musculature qui permettra des mouvements orientés (locomotion).
- Il apparaît le déplacement dans une direction donnée : les animaux ont maintenant un avant et un arrière.

- **Apparition de la symétrie bilatérale.**

La symétrie bilatérale remplace la symétrie radiaire des cnidaires ; l'animal a donc une région antérieure, une postérieure et une orientation dorso-ventrale.

Cette symétrie existe à l'état embryonnaire mais peut disparaître chez l'adulte comme chez les oursins (Pentaradiés) ou chez les gastéropodes.

Cette symétrie bilatérale est un des principaux facteurs qui vont infléchir le cours de l'évolution animale.

- Le déplacement se fait tête vers l'avant.

- **La céphalisation**

La céphalisation est un développement des appareils sensoriels et du système nerveux : elle favorise la coordination des mouvements.

- Les organes sensoriels se regroupent dans la région antérieure, au voisinage d'un système nerveux principal (encéphale).
- C'est le développement de la tête s'il y'a un « cerveau », des organes sensoriels et d'une bouche.

Chez les Triploblastiques, il existe trois groupes : les Acœlomates, les Pseudocœlomates et les Cœlomates. Ces groupes sont différenciés par la structure du mésoderme :

## **IV.2. Les Acœlomates (Embranchement des Plathelminthes)**

### **IV.2.1. Caractères généraux**

- Les plathelminthes sont les triploblastiques les plus primitifs.
- Ils présentent un aplatissement dorso-ventral avec, évidemment, l'existence des faces dorsale et ventrale.
- Le corps est organisé en deux régions différentes :
  - La région céphalique, antérieure (fonctions sensorielles).
  - La région postérieure, caudale.
- Il n'y a pas d'appareil circulatoire vrai : donc, pas de sang. Il existe toutefois un liquide présent dans l'espace du parenchyme (l'hémolymphe).
- L'appareil respiratoire est absent : les échanges gazeux s'effectuent à travers le tégument de l'animal.
- L'appareil digestif est soit incomplet, soit absent : S'il est incomplet, c'est qu'il lui manque l'anus : S'il est absent, les échanges seront possibles par osmose (pour les parasites).
  - Les plathelminthes peuvent être libres ou parasites.

### **IV.2.2. Classification**

Il existe six classes mais nous n'en verrons que 4 ici : une classe vie libre : les Turbellariés, les autres sont parasites (Fig. 34).

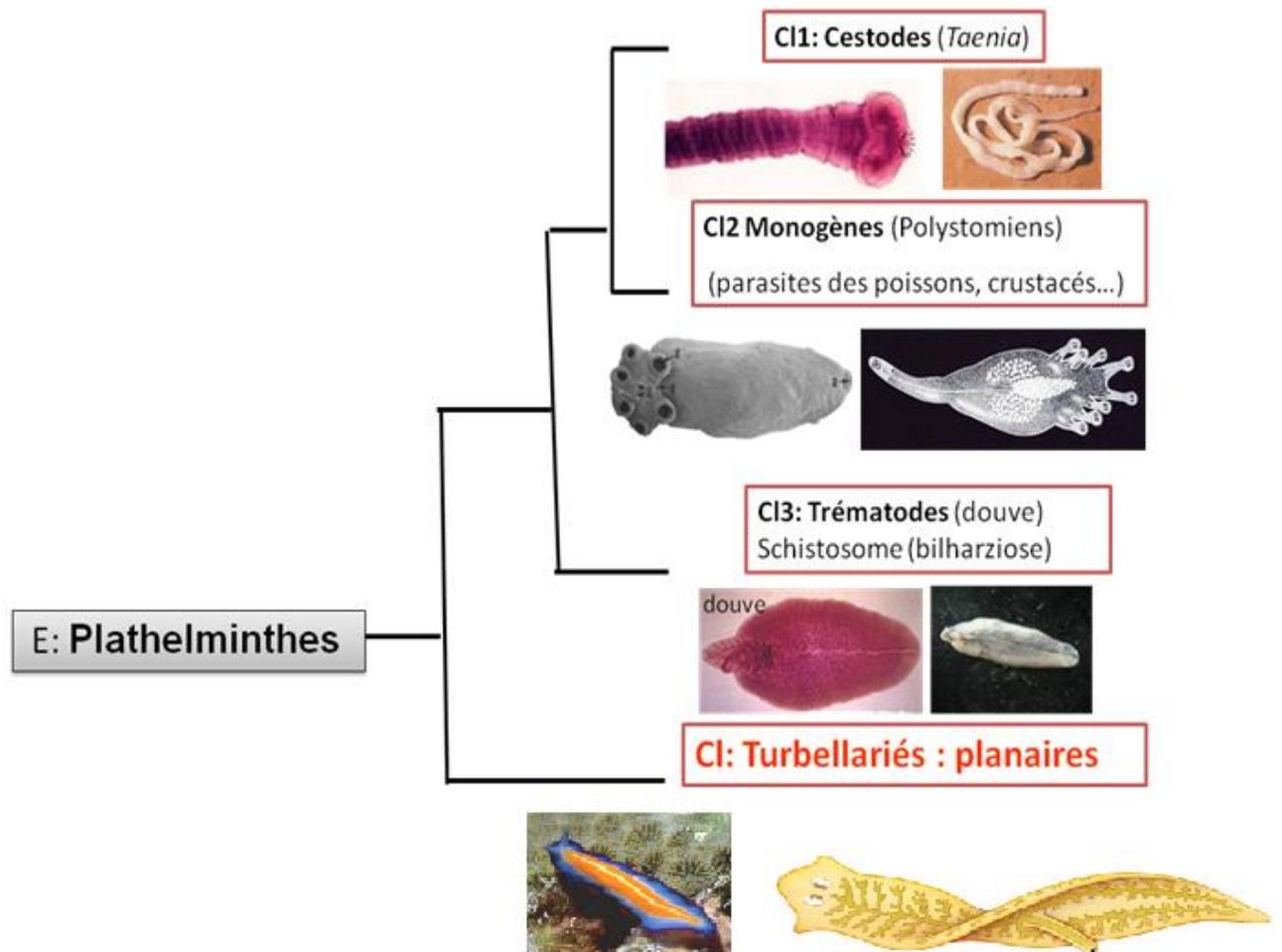


Figure 34 : Les différentes classes de Plathelminthes.

#### IV.2.2.1. Classe des Turbellariés (ou Planaires)

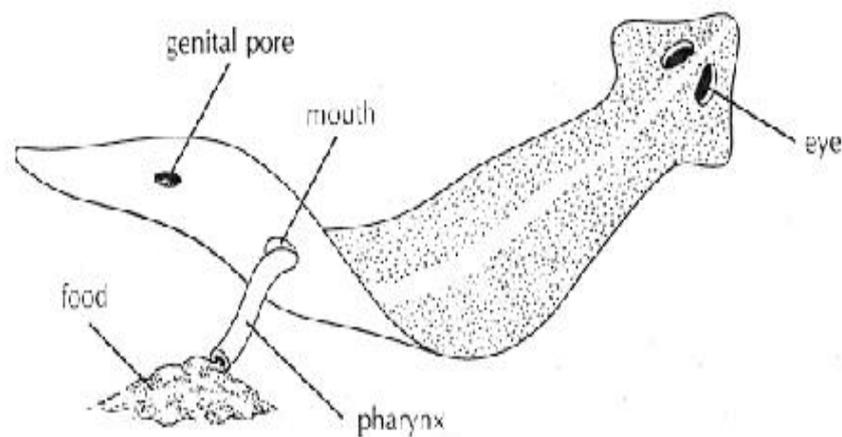
##### A/ Caractères généraux

Les turbellariés sont essentiellement aquatiques (eau douce/ marin), avec quelques formes terrestres (dans les forêts tropicales humides).

Corps foliacés non segmenté recouvert par un épithélium cilié (Le battement des cils sur l'épithélium permet la locomotion).

Ils sont libres.

Ils présentent une région antérieure avec deux yeux (ou plus) et des auricules (Fig. 35).



**Figure 35 :** Morphologie externe des Turbellariés.

**a. Système nerveux et organes sensoriels**

Les turbellariés sont les premiers animaux à posséder un système nerveux central bien défini.

**b. Appareil digestif** caractérisé par :

Appareil digestif non complet (Absence d'anus) composé d'une bouche qui s'ouvre dans le 1/3 postérieur de l'animal, un pharynx et d'un intestin.

- **Le pharynx** peut être simple, bulbeux ou plissé (avec trompe dévaginable et rétractable qui permet la capture de la proie).
- **L'intestin** : sa forme est différente d'un ordre à un autre. Ex : formé de trois branches chez l'ordre des Triclades (planaires).
- **La bouche=anus**, le rejet des excréments est précédé d'une entrée d'eau qui va être fortement expulsée alors qu'elle est chargée en excréments.

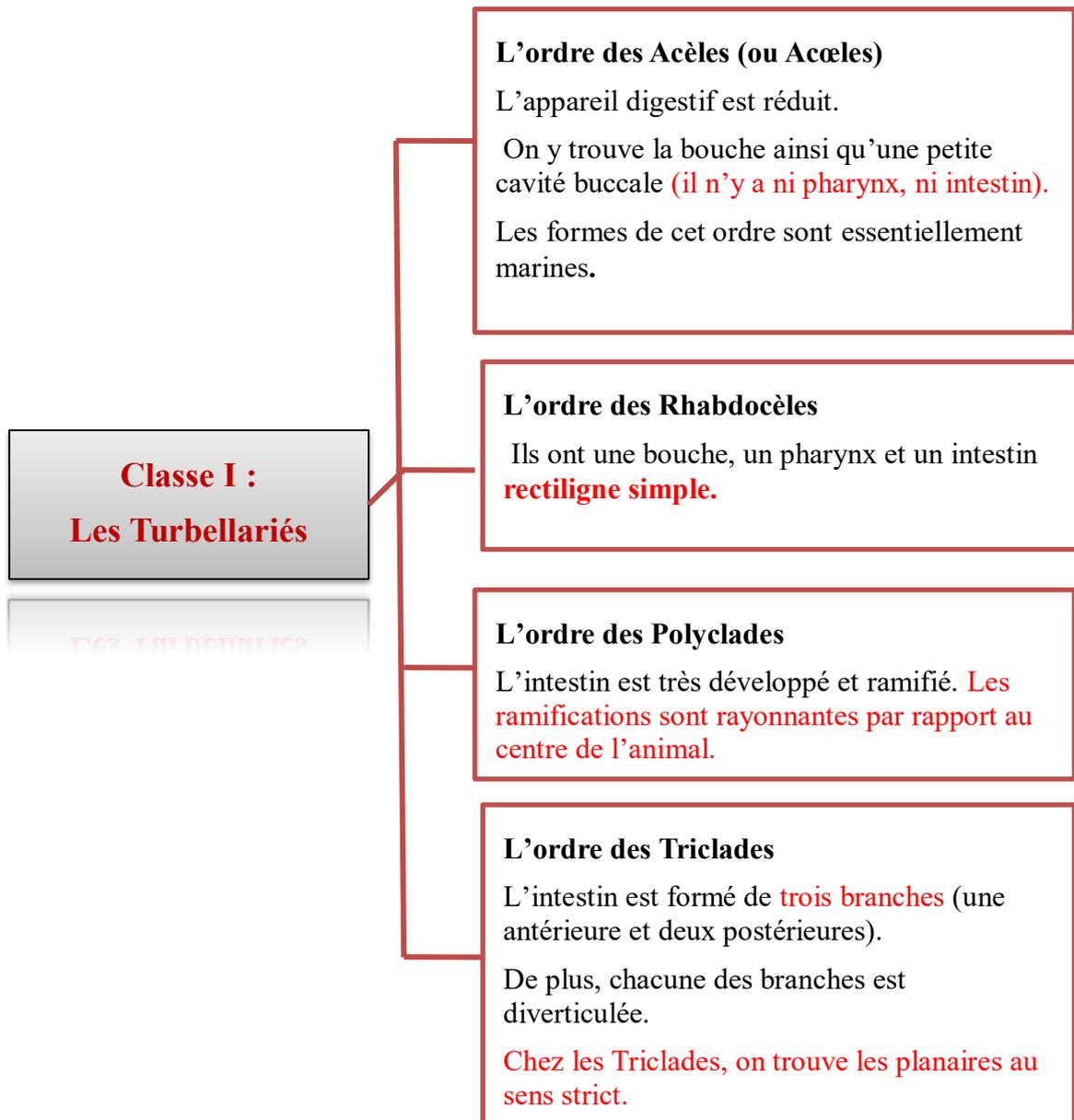
**c. Appareil excréteur** : constitué de protonéphridies

**d. Appareil génital** : Hermaphrodites protérandriques

**e. Absence de l'Appareil respiratoire** (respiration cutanée).

**B/ Classification des Turbellariés**

La systématique est basée sur la forme et sur la structure de l'appareil digestif (Fig. 36)



**Figure 36 :** Structure du tube digestif chez les différents ordres de Turbellariés.

#### IV.2.2.2. Classe des Trématodes

(Tréma = trou) = ventouses

##### ✚ Caractères généraux

- Les Trématodes sont des vers plats parasites internes de vertébrés.
- Leur corps est plus au moins foliacé, non segmenté.
- Leur cycle fait intervenir deux ou plusieurs hôtes : ce sont des hétéroxènes.
- Ils ressemblent aux Turbellariés. Les grandes différences sont dues au parasitisme :
- Il y a perte de la ciliature de l'épithélium (pas de déplacement).

- Il y'a régression des organes des sens (en relation avec la perte de la locomotion) : on va parler d'une « évolution régressive » observée chez les Trématodes.
- L'appareil de fixation généralement constitué de deux ventouses, une orale (buccale) et l'autre ventrale.

### + Anatomie interne

a. **Le tégument** des Trématodes ressemble à celui des Turbellariés. Ce tégument est recouvert par une cuticule avec des écailles ou des épines.

b. **Système nerveux.**

Le système nerveux est concentré en arrière de la ventouse buccale. Sa structure est proche de celle des turbellariés.

c. **Appareil digestif** formé par une bouche s'ouvrant au centre de la ventouse antérieure, un pharynx et un intestin bifide (à deux branches).

d. **L'appareil excréteur.**

La structure de l'appareil excréteur est identique à celle des Turbellariés (protonéphridien) avec un réseau caniculaire dense.

e. **Appareil génital** : Hermaphrodites protérandriques.

### + Exemples

**Exemple 1** : la petite douve du foie, *Dicrocoelium dendriticum*.

Cette douve vit dans les canaux biliaires du mouton. L'adulte mesure environ 10 mm de long et 2 à 3 mm de large.

Il existe deux hôtes intermédiaires : un gastéropode terrestre (*Helix*) et une fourmi (*Formica*)

**Exemple 2** : La grande douve du foie *Fasciola hepatica*, 2 à 3 cm.

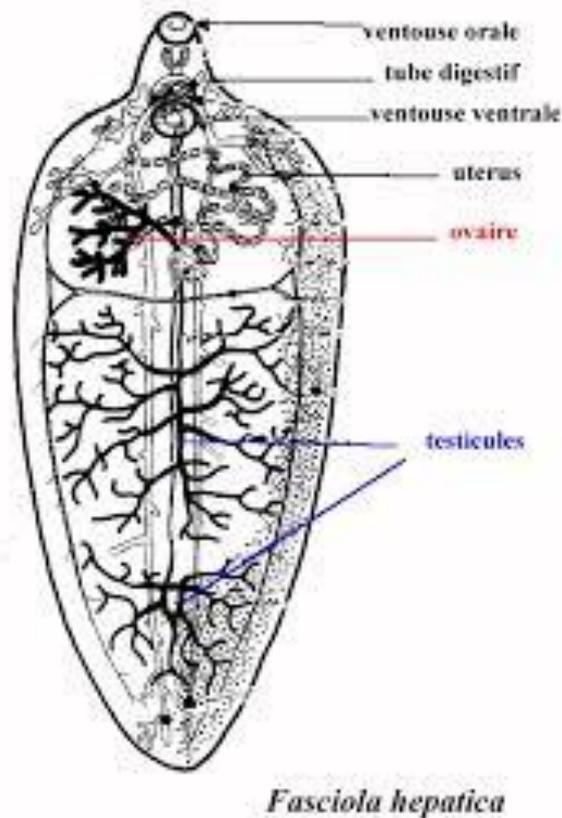
Hôte intermédiaire : mollusque

Agent de la Fasciolose, parasite à l'état adulte du système hépato-biliaire des moutons, de l'homme et du bœuf.

Si l'Homme consomme des végétaux souillés, il peut être contaminé et être atteint de distomatose.

Toutefois, l'Homme n'est pas indispensable au cycle de *Fasciola*.

La figure 37 montre l'anatomie de *Fasciola hepatica*.



**Figure 37 :** Anatomie d'un trématode *Fasciola hepatica*

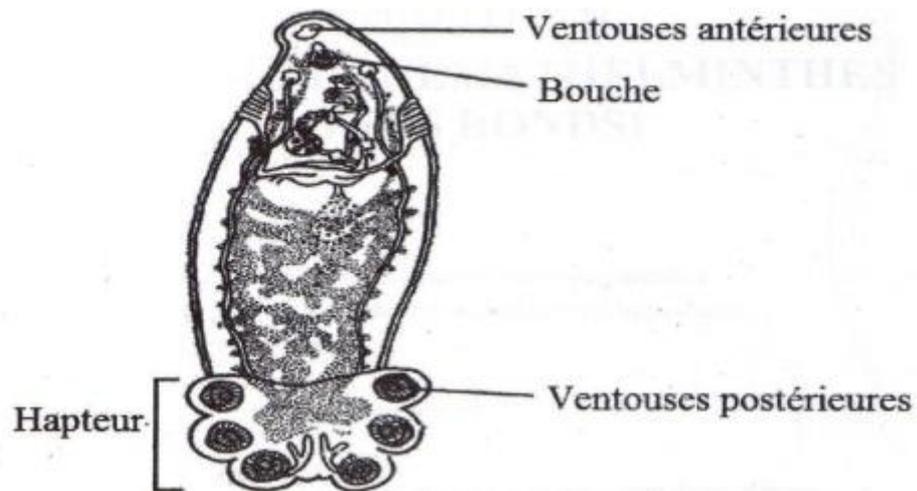
#### IV.2.2.3. Classe des Monogènes (Polystomiens)

- Les Monogènes sont des parasites monoxènes (un seul hôte) et monogéniens (une seule forme larvaire).
- Selon les espèces, on peut avoir des parasites externes de poissons, de Crustacés, de Céphalopodes ou de Batraciens.
- Généralement, ce sont des parasites provoquant peu de dommages. Ils sont surtout dangereux pour les élevages intensifs.

#### ✚ Morphologie

- La bouche est antérieure ou ventrale.
- Il y a plusieurs ventouses : la ventouse antérieure est appelée « cotylophore » ; les autres ventouses sont postérieures, accompagnées de crochets.

La figure 38 présente la morphologie d'un Monogène.



**Figure 38** : Aspect général des Monogènes.

**Exemple** : *Polystoma integerrinum* (Fig. 39)

C'est un parasite de la grenouille rousse (*Rana temporaria*).

Ce ver habite l'intestin urinaire de la grenouille à l'état adulte, les œufs sont évacués avec les urines. Dans l'eau chaque œuf libère une larve à crochets appelée oncomiracidium qui peut se fixer sur les têtards de grenouille rousse.

- Si le têtard a plus de 10 jours, la larve gagne l'appareil digestif du têtard et va atteindre la vessie pour donner un adulte.
- Si la larve rencontre un têtard de moins de 7 à 10 jours, la suite du cycle parasitaire ne peut avoir lieu : pas d'infestation



**Figure 39** : *Polystoma integerrinum*.

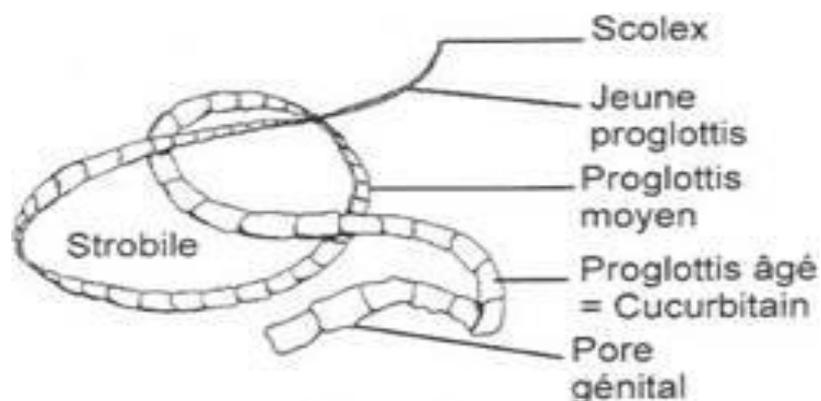
#### IV.2.2.4. Classe des Cestodes

- Les cestodes sont des parasites du tube digestif de vertébrés supérieurs.
- Leur corps est aplati, segmenté, plus ou moins rubané.
- Ce sont des animaux généralement longs : 12 à 20 mètres pour les plus grands.
- Ils n'ont ni tube digestif ni appareil respiratoire.

#### + Morphologie

Le corps est divisé en trois parties (Fig. 40) :

- **Région antérieure** : C'est le scolex ; il porte le dispositif de fixation : ventouses et/ou crochets en couronne.
- **Zone de prolifération** ou **cou** : C'est à ce niveau que se forment les segments composant le corps de l'animal.
- **Le strobile** : Il occupe 9/10ème du corps. Il est formé d'une succession de segments (les proglottis).



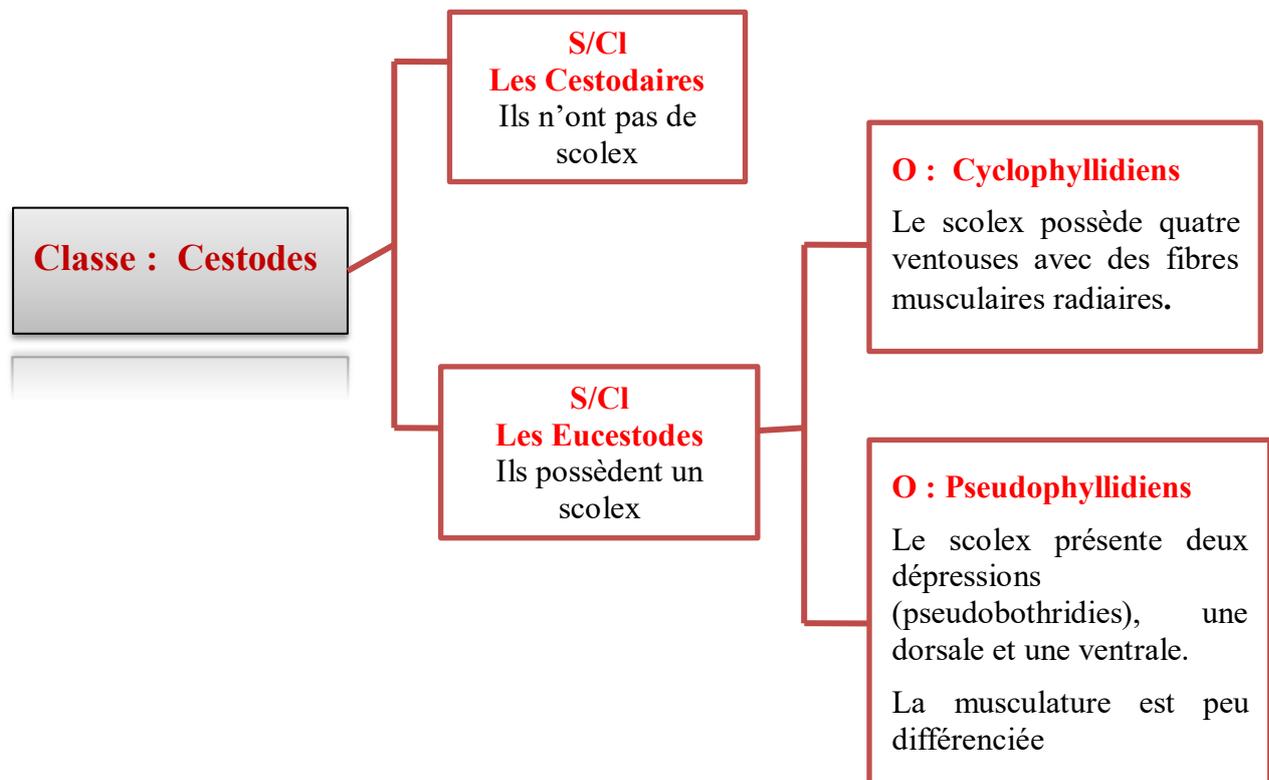
- **Figure 40** : Morphologie externe de Ténia.

#### + Anatomie interne

- **Le tégument** : Le tégument est composé d'une cuticule épaisse permettant une protection face aux enzymes digestives de l'hôte.
- **Le système nerveux** : Le système nerveux est situé dans le scolex et est constitué de deux ganglions cérébroïdes présentant des prolongements antérieurs et postérieurs. Il n'y a pas d'organe sensoriel différencié mais de nombreuses terminaisons nerveuses aboutissent à la cuticule.
- **L'appareil reproducteur** : Les Cestodes sont hermaphrodites protandre. Chaque segment (proglottis) contient un appareil génital male et un appareil génital femelle. Un pore génital est commun aux deux sexes : c'est l'atrium génital.

### ✚ Classification.

La classification des cestodes est réalisée à partir de la structure du scolex, de l'appareil génital et sur les particularités du cycle parasitaire. La figure 41 résume la classification des cestodes.



**Figure 41 :** Classification des Cestodes.

### Exemples :

- *Tenia saginata* (Cyclophyllidiens)

Ce vers mesure de 4 à 12 mètres de long et sa durée de vie atteint 30 ans et même plus.

Son scolex est dépourvu de crochets mais il possède quatre ventouses (Fig. 42).

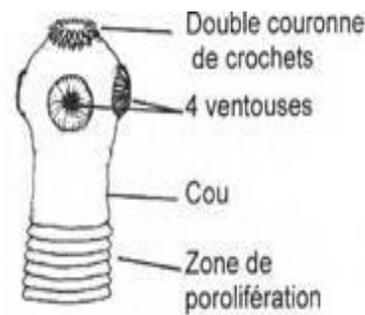


**Figure 42 :** Forme du scolex chez *Taenia saginata*.

- *Taenia solium*

Ce vers peut mesurer jusqu'à trois mètres de long (soit 1000 proglottis).

Le scolex possède une double couronne de crochets (Fig. 43).



**Figure 43 :** Forme du scolex chez *Taenia solium*.

### IV.3. Pseudocœlomates

#### IV.3.1 Caractères généraux des Pseudocœlomates

Les pseudocœlomates ont leurs organes situés dans une cavité corporelle qui a des avantages réels. Celle-ci est appelée cavité viscérale ou primaire. Toutefois, le mésoderme ne participe que partiellement à la délimitation de cette cavité (du côté externe uniquement). La cavité renferme quelques cellules amiboïdes. Le tube digestif et les gonades sont suspendus dans cette cavité.

On définit sept embranchements dont les Nématodes, les Nématomorphes et les Rotifères... Seulement les nématodes sont étudiés dans ce cours

### IV.3.2. Embranchement des Nématodes

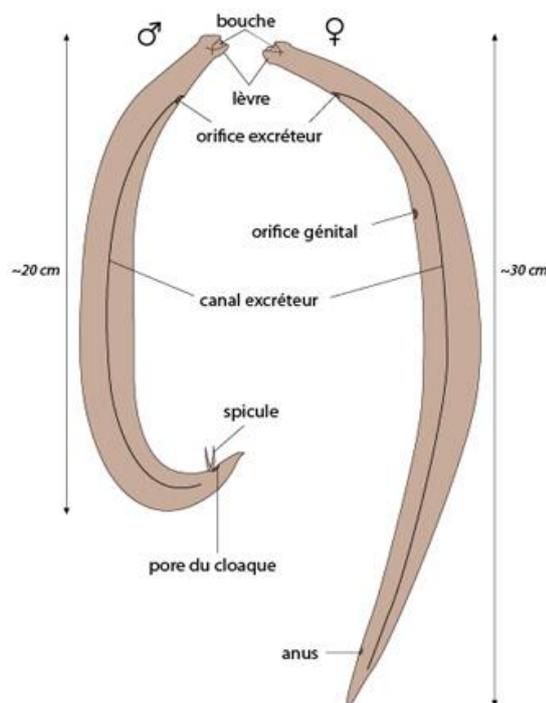
Il existe plusieurs dizaines de milliers d'espèces (80 000) mais elles sont difficiles à identifier. Les Nématodes sont souvent parasites de végétaux ou d'animaux (dont l'Homme) et provoquent des nématodoses (dangereuses).

#### IV.3.2.1. Morphologie

Les Nématodes sont des vers à section circulaire, effilés aux deux extrémités.

- La bouche s'ouvre à l'extrémité antérieure et est entourée de trois lèvres (une dorsale et deux ventrales) portant des soies céphaliques à rôle sensoriel.
- La femelle a une extrémité postérieure qui porte l'anus.
- Le mâle a une extrémité postérieure enroulée ventralement, en crosse, et qui porte, en position subterminale, un orifice sub-cloacal où l'on trouve des spicules sexuels copulateurs.
- La femelle présente une constriction annulaire dans le tiers antérieur du corps et c'est à ce niveau que s'ouvre l'orifice génital ventral.

La figure 44 présente la morphologie du mâle et de la femelle chez les nématodes.



**Figure 44** : Morphologie du mâle et de la femelle chez les nématodes.

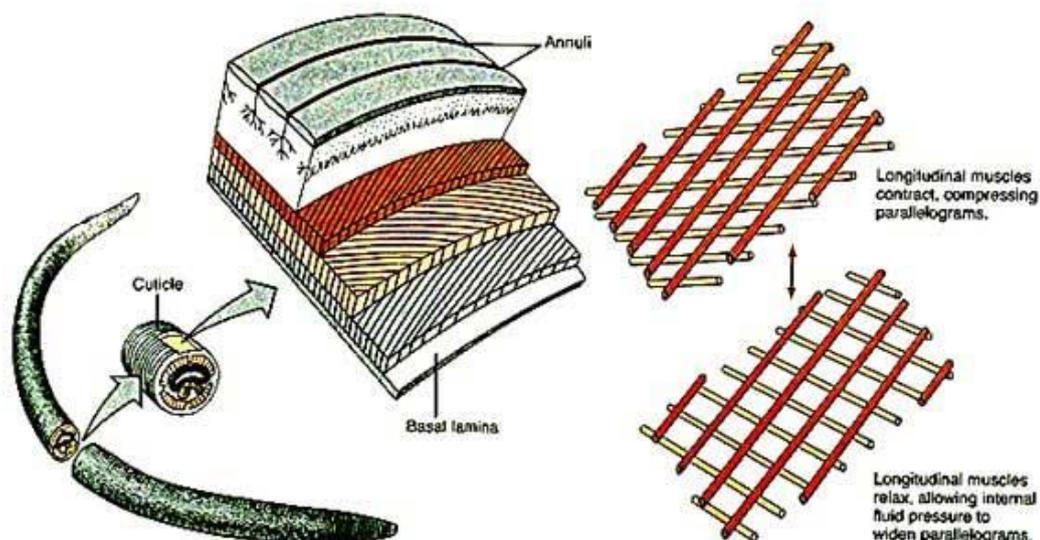
### IV.3.2.2. Anatomie interne

- **Tégument**

L'épiderme est recouvert par une cuticule épaisse, imperméable, pouvant avoir jusqu'à neuf couches cellulaires (dont trois couches de fibres obliques croisées) (Fig. 45). Ces fibres permettent de résister à la très forte pression interne car ils n'ont pas de musculature interne. Cette cuticule limite aussi les pertes par évaporation.

Sous la cuticule se trouve l'épiderme avec deux épaisissements longitudinaux (un dorsal et un ventral) où sont localisés les cordons nerveux (un dorsal et un ventral). Latéralement (à gauche et à droite) on trouve deux gouttières au niveau desquelles on a les canaux excréteurs.

La musculature se situe immédiatement en-dessous de l'épiderme. Il n'y a qu'une 'couche de muscles longitudinaux. Cette musculature est divisée' en quatre champs musculaires par les cordes latérales et médianes.



**Figure 45 :** Structure de la cuticule d'un nématode.

- **La cavité générale**

La cavité générale du corps des nématodes contient un tissu fibreux et des cellules mésenchymateuses et est remplie d'un liquide de pression osmotique élevée qui agissant sur l'exosquelette fait que les nématodes conservent leur forme en fuseau.

- **Les organes des sens**

Il existe des organes classiques mais aussi :

- Des Amphides : invaginations cuticulaires dans la partie antérieure à rôle chimiorécepteur.
- Les Phasmides : ce sont des organes sensoriels pairs, situés latéralement en *position post-annulaire*.

- **Le système nerveux**

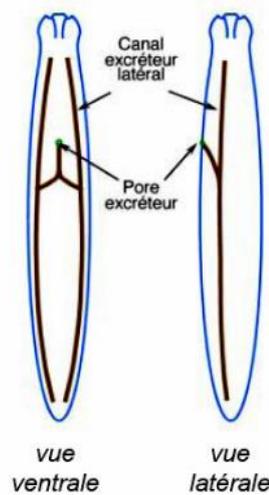
Le système nerveux des nématodes est rudimentaire, accolé ou inclus dans l'épiderme. Il est composé de centres nerveux localisés au niveau du collier péri-œsophagien. Ce collier émet des nerfs en direction des lèvres buccales et va émettre des troncs nerveux moteurs ou sensitifs. On distingue six nerfs dans la région antérieure et huit troncs nerveux (6 moteurs et 2 sensitifs) qui partent vers la partie postérieure.

- **L'appareil excréteur**

L'appareil excréteur ne porte pas de protonéphridie.

On a deux types distincts :

- Chez les nématodes primitifs, on a une ou deux cellules géantes (les cellules Renette) situées ventralement à la jonction œsophage/intestin. Chaque cellule possède un pore excréteur en position antérieure.
- Chez les formes plus évoluées, les cellules géantes s'atrophient et il y a formation de deux canaux excréteurs qui courent le long du corps ; un seul pore excréteur est présent en position antérieure (Fig. 46).



**Figure 46 :** Système excréteur chez les nématodes évolués.

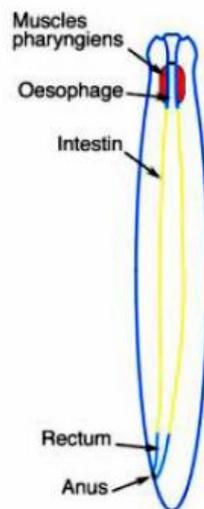
- **L'appareil digestif**

L'appareil digestif (Fig.47) est pratiquement rectiligne et comporte cinq éléments principaux :

- La bouche (en position terminale avant) est entourée par trois lèvres hémisphériques (une dorsale et deux ventrales).
- La cavité (ou capsule) buccale est tapissée par une mince couche cuticulaire.

Cette capsule buccale peut être armée de dents, denticules ou râpes.

- Le pharynx : est musculéux à parois épaisses, tapissé d'une couche cuticulaire.
- Œsophage
- L'intestin : est droit et mince.



**Figure 47 :** Appareil digestif d'un nématode (vue latérale).

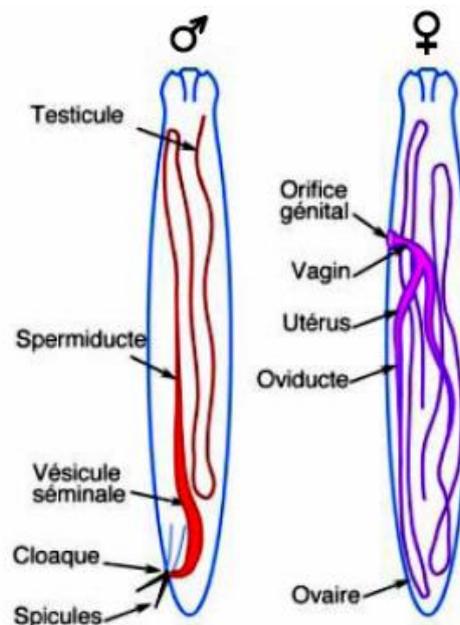
- **L'appareil génital**

Les nématodes sont des animaux gonochoriques.

**L'appareil mâle :** Cet appareil est constitué d'un testicule tubulaire, filiforme, très long (1 mètre ou plus). Il est entouré sur lui-même et autour de l'intestin. Ce testicule se renfle dans la portion terminale et forme la vésicule séminale qui stocke les spermatozoïdes. Cette vésicule débouche dans le cloaque.

**L'appareil femelle :** L'appareil femelle est composé de deux ovaires tubulaires filiformes (un à deux mètres). Ces ovaires se transforment ensuite en oviductes puis en utérus bien développés. Ils vont se rejoindre pour donner le vagin. Il aboutit à l'orifice génital femelle (dans le tiers de la partie antérieure, ventral). Les femelles fécondées pondent de 70 000 à 240 000 œufs par jour pendant 12 à 18 mois.

La figure 48 présente l'appareil génital des nématodes.



**Figure 48 :** Appareil génital d'un nématode (vue latérale).

#### IV.3.2.3. Les grands groupes de nématodes

On distingue deux principaux groupes :

- **Les Aphasmiens** : ils n'ont pas de phasmide et sont parasites.
- **Les Phasmidiens** : ils possèdent deux phasmides et sont libres, vivant dans la terre ou dans la matière putréfiée ; sinon, ils peuvent être parasites de végétaux ou d'animaux.

Selon l'écologie et l'éthologie des Nématodes, on distingue :

**a. Les Nématodes libres** : représentent plus de la moitié des Nématodes connus. Ils sont tous de petite taille (qq millimètres). Ils vivent dans l'eau, dans le sol, les déserts, les neiges polaires, les glaciers, les eaux thermales.

**b. Les Nématodes phytoparasites** : Ce sont de redoutables destructeurs de végétaux cultivés. Ils déterminent une interruption de la croissance, la formation de galles spécifiques et le dépérissement des plantes.

**c. Les Nématodes zooparasites** : Ce sont des parasites monoxènes ou hétéroxènes d'invertébrés et de Vertébrés.

## Chapitre V

### Triploblastiques Coelomates protostomiens

#### V.1. Embranchement des annélides

##### V.1.1. Caractères généraux

- Les Annélides sont des animaux triploblastiques coelomates, protostomiens, hyponeuriens à symétrie bilatérale.
- Ils sont essentiellement aquatiques. Certaines espèces vivent dans le sol.
- Leur corps est constitué de métamères (unités anatomiques) disposés les uns à la suite des autres.
- Le corps comprend trois régions, la tête (prosoma) portant les organes sensoriels et la bouche, le tronc (soma) et le pygidium (telson).
- La chaîne ganglionnaire est ventrale, traverse tous les métamères de l'avant vers l'arrière et dans chaque métamère, on trouve une paire de ganglions nerveux.
- L'appareil excréteur est métamérisé, constitué d'une paire de néphridies par segment.
- L'appareil circulatoire est clos. Il est constitué de deux vaisseaux longitudinaux (dorsal et ventral) avec des renflements et des anastomoses au niveau des limites des métamères.
- Le tube digestif est complet et bien différencié.
- L'appareil respiratoire est peu développé, voir absent lorsque la respiration est cutanée.

##### V.1.2. Classification

###### V.1.2.1. Classe des Polychètes

(*Poly* : plusieurs et *Cheata* : soie)

- Possèdent des parapodes et des soies (Fig. 49)
- Ils sont presque tous marins et les sexes sont séparés.

Ils peuvent être libres ou sédentaires (possèdent de petits parapodes, ils secrètent des tubes muqueux ou calcaires fixés dans le sable).

**Exemple :** *Néréis* (Fig. 50)

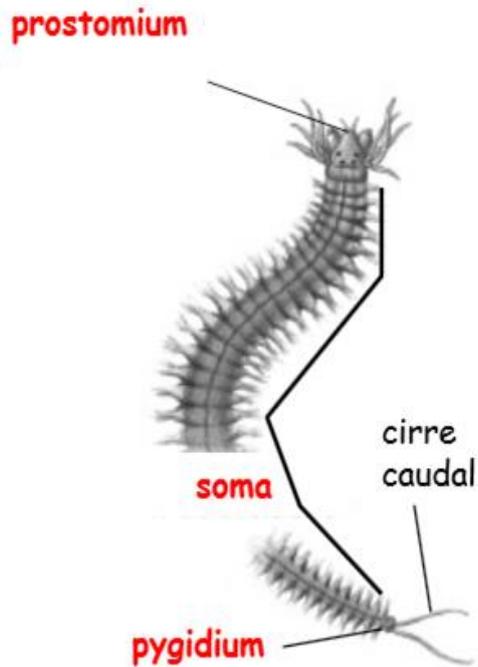


Figure 49 : Morphologie d'un Polychète.



Figure 50 : Annélide polychète (Néréis).

#### V.1.2.2. Classe des Clitellates

Cette classe comprend les oligochètes et achètes.

Ils ne comprennent pas de parapodes.

Ils présentent un renflement qui se développe en période de reproduction, dans le tiers antérieur du corps : C'est le clitellum. Ce dernier se situe sur la face dorsale

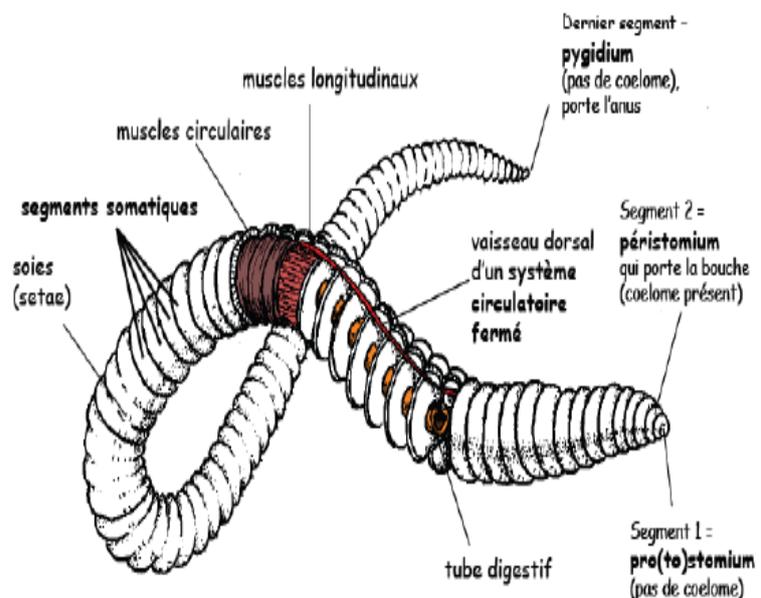
Ce sont des hermaphrodites

- **Sous classe des Oligochètes** (Oligo : peu et *Cheata* : soie) :
  - Terrestres et hermaphrodites.
  - Corps comprend : prostomium, péristomium, soma, pygidium).
  - Les soies sont insérées dans le tégument.
  - Chaque métamère porte quatre faisceaux de soies.
  - Ce sont des clitellates possèdent un Clitellum (Selle)

La figure (Fig. 51) montre la morphologie externe d'un polychète.

**Exemple :** *Lumbricus terrestris* (Fig. 52)

Le lombric est généralement constitué d'une centaine de métamères.



**Figure 51 :** Morphologie externe d'un annélide oligochète.



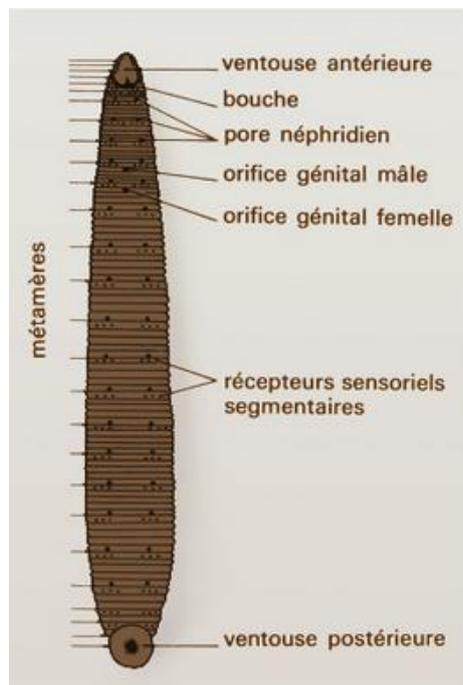
**Figure 52 :** le lombric *Lumbricus terrestris*

- **Sous classe des Achètes ou Hirudinées.**

- Ni soies, ni parapodes.
- Présence de ventouses : une ventouse buccale en arrière du prostomium Une ventouse à l'extrémité postérieure du corps.
- Clitellum moins marqué que chez les oligochètes.

La figure (Fig. 53) montre la morphologie externe d'un polychète.

**Exemple** : Sangsue médicinale *Hirudo medicinalis* (Fig. 54)



**Figure 53** : Morphologie externe d'un annélide achète.



**Figure 54** : Sangsue médicinale *Hirudo medicinalis*

### V.1.2.3. Classe des Pogonophores

L'embranchement des annélides comprend en plus un autre groupe, les pogonophores, uniquement constitué d'espèces (peu nombreuses) cantonnées aux fonds abyssaux

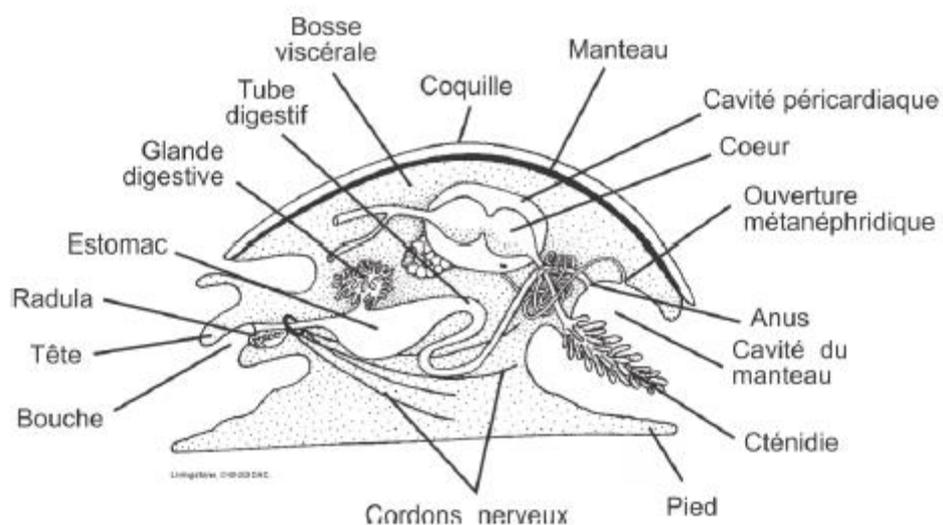
## V.2. Embranchement des Mollusques

Les mollusques (du latin *mollis*, « mou ») sont un embranchement du règne animal qui compte plus de 130 000 espèces et occupe donc une place importante dans le règne animal par le nombre (d'espèces) et par le rôle écologique.

### V.2.1. Caractères généraux

- Métazoaires triploblastiques coelomates protostomiens dont le corps mou présente une symétrie bilatérale sauf dans la classe des Gastéropodes
- Il n'y a jamais de segmentation, sauf chez les monoplacophores.
- Le corps non segmenté présente 3 parties distinctes : la tête (porte la bouche et les organes sensoriels), le pied musculé utilisé pour la locomotion (partie ventrale du corp) et la masse viscérale dorsale protégée généralement par une coquille secrétée par le manteau ou pallium (repli du tégument dorsal). La cavité palléale bordée par le manteau contient les branchies.
- Dans la cavité palléale s'ouvrent l'anus et tous les autres pores excréteurs.
- Le coelome est réduit et la paroi du corps est épaisse et musculéuse.

La figure 55 présente les caractéristiques morphologiques d'un mollusque.



**Figure 55** : Caractéristiques morphologiques d'un mollusque.

### V.2.2. Anatomie interne

#### ➤ **Le tube digestif**

Le tube digestif est bien développé et régionalisé. La cavité buccale contient presque toujours un organe tubulaire d'alimentation (= la radula). Cette dernière est armée de dents et fonctionne comme une râpe. On trouve ensuite un œsophage qui est composé de régions spécialisées : une région pour le stockage de la nourriture et une région pour le morcellement de celle-ci. Il vient ensuite un estomac associé à une paire de glandes digestives. La partie postérieure de ce tube digestif forme l'intestin, souvent long et terminé par un anus.

#### ➤ **Le système nerveux.**

Le système nerveux est constitué de plusieurs paires de ganglions reliés entre eux par des commissures (pour les mêmes paires) ou par des connectifs nerveux (pour les ganglions de paires différentes).

#### ➤ **L'appareil circulatoire.**

L'appareil circulatoire comporte un cœur enveloppé par un péricarde. Le cœur est constitué d'un ventricule et de deux oreillettes. Chaque oreillette est en communication avec une branchie. Tous les mollusques ont un système circulatoire complètement clos. Dans certains cas, il peut y avoir disparition d'une oreillette (très souvent chez les gastéropodes). Le pigment respiratoire est l'hémocyanine.

#### ➤ **L'appareil respiratoire**

L'appareil respiratoire est étroitement lié à la cavité palléale. Il est constitué de branchies qui vont être remplacées par un poumon chez les gastéropodes terrestres (les pulmonés). Les branchies ont une forme variable. Elles constituent le lieu d'échanges respiratoires chez les mollusques aquatiques.

#### ➤ **L'appareil excréteur**

L'appareil excréteur est représenté par deux reins qui sont à l'origine de la formation des cœlomoductes à paroi excrétrice. Ces cœlomoductes communiquent avec la cavité péricardique et s'ouvrent à l'extérieur au niveau de la cavité palléale par l'orifice excréteur.

### V.2.3. Classification

La classification des Mollusques actuels et généralement basée sur la position du pied et sur l'organisation de l'appareil respiratoire. On distingue sept classes de mollusques, nous citerons dans ce cours les trois principales : les Lamellibranches (= Bivalves), les Gastéropodes et les Céphalopodes.

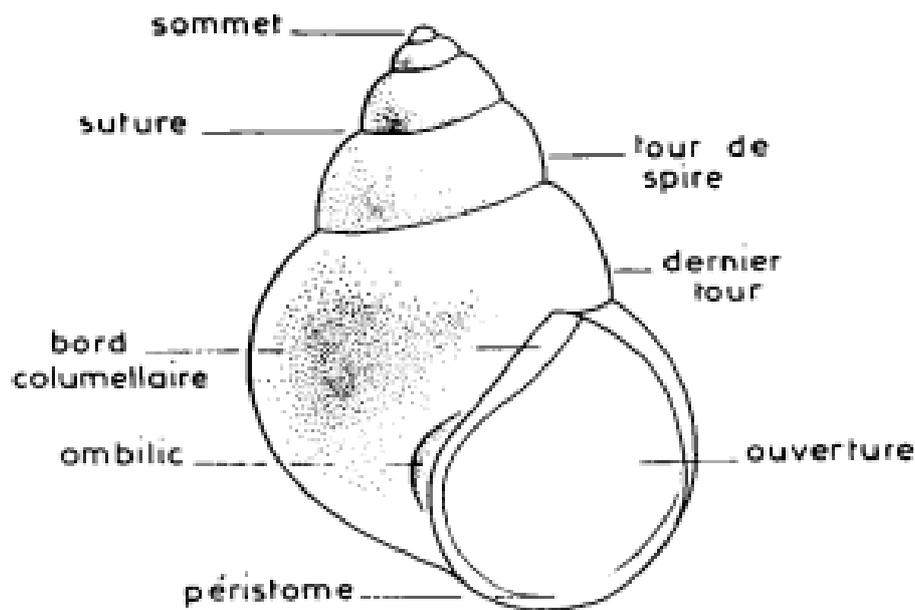
#### V.2.3.1. Classe des Gastéropodes

(*Gaster* = ventre)

La classe des gastéropodes regroupe les  $\frac{3}{4}$  des espèces de mollusques.

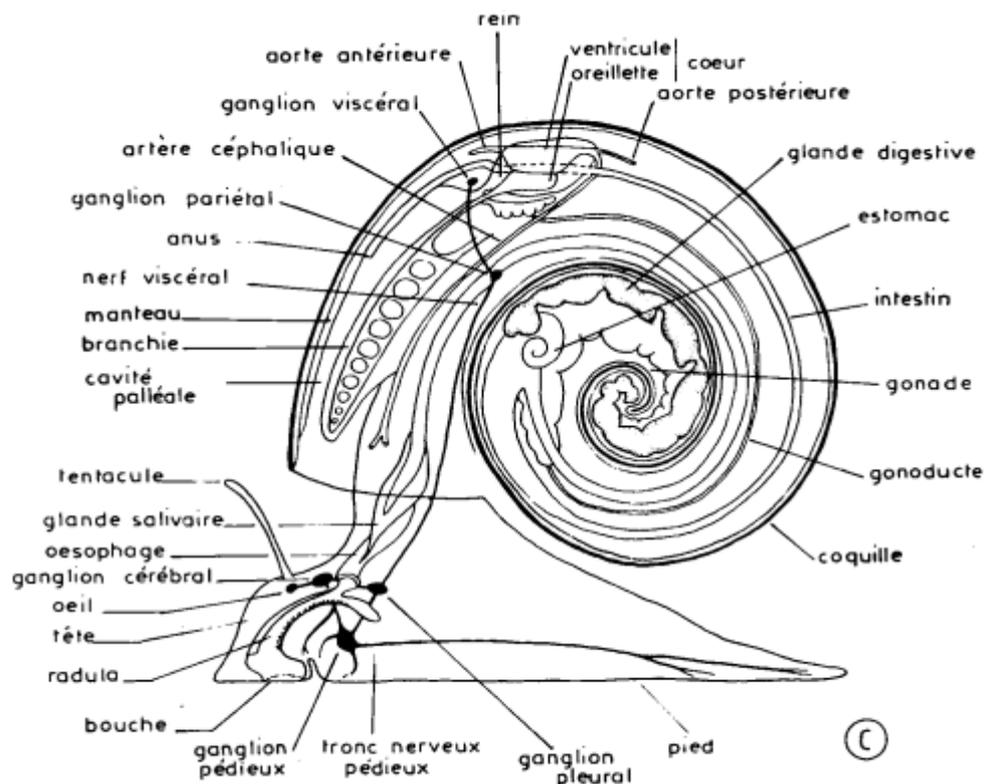
Le pied est en position ventrale. La masse viscérale est généralement protégée par une coquille spirale non symétrique (disparition de la symétrie bilatérale).

La figure 56 montre la vue externe d'un gastéropode.



**Figure 56** : Vue externe d'un gastéropode

La figure 57 montre une section longitudinale d'un Gastéropode



**Figure 57** : Section longitudinale d'un Gastéropode.

- **La sous-classe des Prosobranches** : La cavité palléale se retrouve en avant (elle comporte les branchies).  
Les sexes sont séparés ; la coquille est bien développée et peut être refermée par un opercule rigide d'origine organique ou calcaire.
- **La sous-classe des Opisthobranches** : Ils n'ont en général qu'un rein, qu'une oreillette, qu'une branchie. La coquille est réduite, souvent interne et parfois absente.
- **La sous-classe des Pulmonés** : On trouve les pulmonés en eau douce ou en milieux terrestres ; exceptionnellement en mer. Chez les formes terrestres, les branchies sont remplacées par un poumon.

**Exemples** : *Helix aspersa*, *Helix aperta* (espèces comestibles).

*Limax sp.*, *Agriolimax agrestis* (espèces déprédatrices de végétaux cultivés)

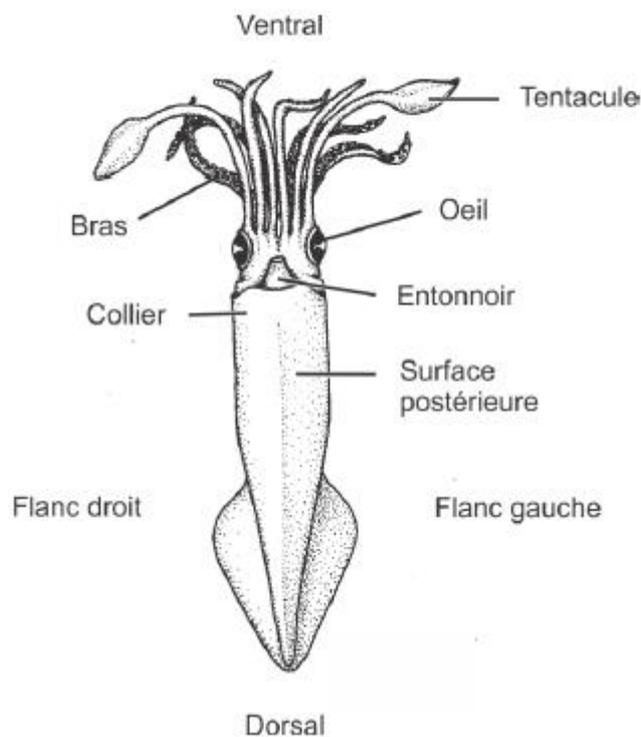
### V.2.3.2. La classe des Céphalopodes

- Ils sont souvent considérés comme les invertébrés les plus évolués.
- Leur système nerveux est concentré et les yeux sont de type caméculaire (semblables à ceux des vertébrés).
- La partie antérieure du pied forme un certain nombre de bras (tentacules) entourant la tête.
  - **La sous-classe des Tétrabranchiaux** : Ils ont quatre branchies, quatre oreillettes, quatre reins. Ils présentent entre 40 et 50 tentacules rétractiles.
  - **La sous-classe des Ammonoïdés.** : Ils sont disparus. Ils avaient deux ou quatre branchies.
  - **La sous-classe des Dibranchiaux** : Les dibranchiaux possèdent deux branchies, deux oreillettes, deux reins.

**Exemples** : Sèche, Sépia, Calmar (Ordre des Décapodes)

La Pieuvre (Ordre des Octopodes)

La figure 58 montre la morphologie externe d'un Céphalopodes



**Figure 58** : Morphologie externe d'un Céphalopode (Calamar).

### V.2.3.3. La classe des Lamellibranches ou Bivalves

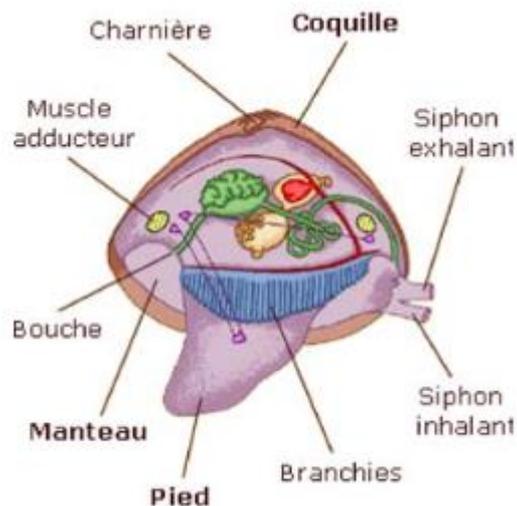
(*Lamella* = fine lame)

Excepté quelques espèces d'eau douce cette classe ne comprend que des individus marins.

Branchies lamellaires avec symétrie bilatérale complète et une coquille bivalve.

**Exemple :** *Mytilus* sp. (Moules),

La figure 59 présente l'anatomie d'un bivalve.



**Figure 59 :** Anatomie d'un bivalve.

## V.3. Embranchement des Arthropodes

Les arthropodes sont des animaux invertébrés dont le nom signifie « pattes articulées ». Ce mot vient du grec : *arthron* veut dire « articulation », et *podos* veut dire « pied ». Les arthropodes forment le plus vaste embranchement du règne animal : ils rassemblent plus de 80 % de toutes les espèces animales connues.

### V.3.1. Caractères généraux

- Les Arthropodes sont des métazoaires, triblastiques, coelomates, symétrie bilatérale, corps métamérisé.
- Le nombre de segments est différent d'une région à l'autre.
- L'épiderme secrète une cuticule tégumentaire sclérotinisée et leur développement est entrecoupé de mues.
- Chaque segment porte fondamentalement une paire d'appendices articulés.

### V.3.2. Morphologie externe

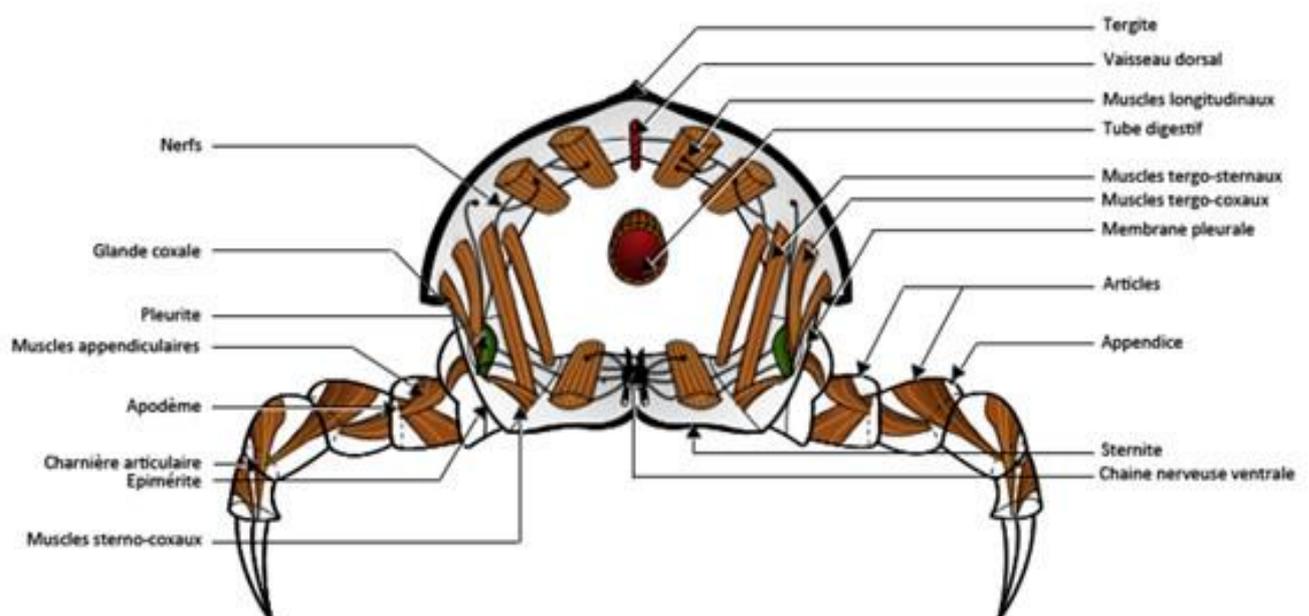
#### V.3.2.1. Symétrie et métamérisation

Le corps des Arthropodes a une symétrie bilatérale et il est constitué d'une série d'éléments placés bout à bout et portent des appendices. Ces éléments sont appelés métamères ou segments et leur disposition régulière est qualifiée de métamérisation. Chaque métamère est constitué fondamentalement par un ensemble de plaques articulées (sclérites) (Fig. 60) :

- Une plaque dorsale, le tergum, qui est formé de plusieurs pièces appelées tergites.
- Une plaque ventrale, le sternum, qui est constitué par des sternites.
- Deux plaques latérales, les pleures ou pleurons, chaque pleure pouvant présenter plusieurs pleurites.
- Chaque métamère est relié au suivant par une membrane mince et souple.

Chaque métamère est relié au suivant par une membrane mince et souple.

**Remarque :** Les termes tergites, sternites et pleurites sont parfois employés comme synonymes de tergum, sternum et pleure.



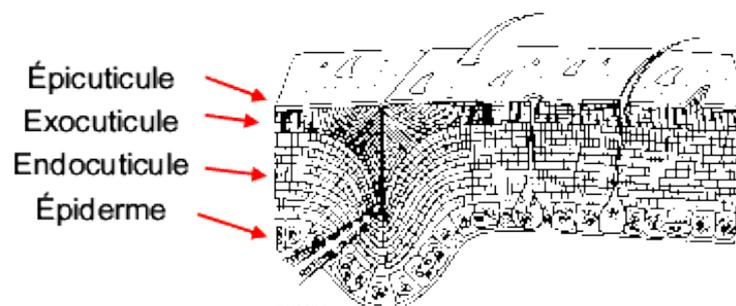
**Figure 60 :** Métamère d'un arthropode.

### V.3.2.2. Le tégument

L'épiderme ou hypoderme des Arthropodes secrète une cuticule plus au moins épaisse (Fig. 61). Dans les zones les plus dures du tégument cette cuticule comporte de l'extérieur vers l'intérieur :

- **Épicuticule** : C'est une couche externe mince (son épaisseur ne dépasse généralement pas  $1\mu$ ). Elle est formée de cire et de lipides et elle est inextensible et imperméable, elle s'oppose à l'évaporation de l'eau.
- Une couche externe **exocuticule** : rigide formant le tiers ou la moitié de la cuticule, elle est constituée d'une quantité réduite de chitine et de sclérotine (la Chitine étant élastique et la sclérotine est rigide).
- Une **endocuticule** : C'est une couche épaisse formée de lamelles superposées constituées de chitine mélangée à une protéine l'arthropodine. Cette couche est élastique et flexible.

Dans les zones souples de tégument (par exemple au niveau des articulations), la cuticule s'amincit et ne possède pas d'exocuticule et c'est l'endocuticule qui est dominante.



**Figure 61** : Structure du tégument d'un arthropode.

- ✚ **Formation de la cuticule et phénomène de la mue** : l'accroissement du corps est lié à un phénomène cyclique, la mue. Les Arthropodes doivent se débarrasser de leur squelette externe rigide pour que leur corps puisse augmenter en taille et en volume. Périodiquement, la partie interne de la cuticule est dissoute par une chitinase et une protéase que contient le liquide

exuvial (qui est un liquide excrété par l'épiderme). La partie externe qui subsiste, et que l'enzyme exuvie se fend et l'arthropode en sort revêtu d'une nouvelle cuticule encore molle, souple et plissée. Il grandit alors rapidement jusqu'à ce que la nouvelle cuticule ait durci et il ne grandit plus jusqu'à la mue suivante.

### V.3.2.3. Les appendices

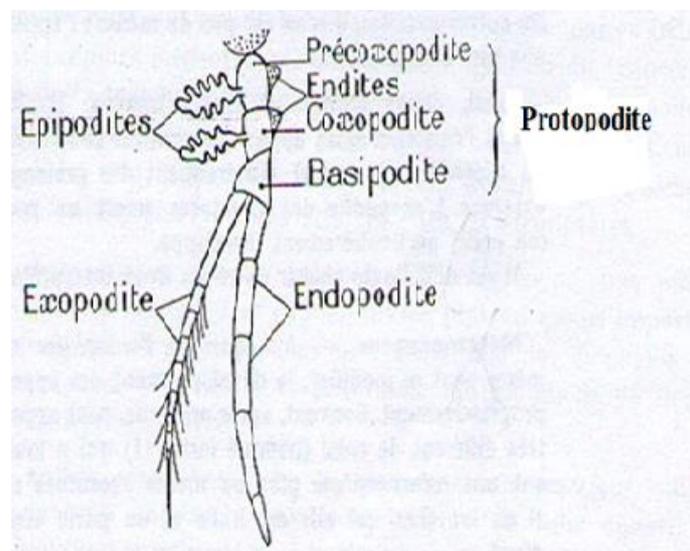
Théoriquement chaque métamère porte une paire d'appendices. Ces appendices s'insèrent sur les pleures entre tergum et sternum.

Pour beaucoup de Zoologistes, les appendices de tous les arthropodes dériveraient d'un prototype bifurqué, l'appendice biramé (Fig. 62). Cet appendice est constitué de :

- **Protopodite** (une base) : constitué de trois articles, précoxopodite, coxopodite et le basipodite. Le précoxopodite et le coxopodites portent une ou plusieurs expansions (les **épipodites** ayant un rôle respiratoire) du côté externe et les endites du côté interne.
- **Exopodite** (externe).
- **Endopodite** (interne).

L'exopodite et l'endopodite sont deux branches ou deux rames, l'une externe et l'autre interne qui s'insèrent sur le basipodite.

Plusieurs transformations apparaissent sur ce prototype selon la fonction que l'appendice va réaliser. Ainsi parfois il y'a disparition de l'endopodite ou de l'exopodite et l'appendice devient uniramé.



**Figure 62** : Prototype de l'appendice d'un arthropode.

### V.3.3. Anatomie interne

#### a. La musculature

Chez les Arthropodes, les muscles sont indépendants de la cuticule et s'insèrent au voisinage des surfaces d'articulation sur des replis de la cuticule (apodème), c'est l'endosquelette. Ce sont généralement des muscles striés, les muscles lisses n'existent qu'au niveau du tube digestif et le cœur.

#### b. Le système nerveux

Chez les Arthropodes, les neurones sont organisés en structures appelées ganglions. Ces structures sont interconnectées par des neurones et forment une chaîne ganglionnaire ventrale. Les ganglions présents au niveau de la tête sont souvent dits cérébroïdes.

Le système nerveux est constitué de trois parties :

- **Un cerveau** divisé en trois régions : Le protocérébron, le deutocérébron et le tritocérébron.
- **Une chaîne nerveuse ventrale** qui possède, en principe, une paire de ganglions par métamère.
- **Le système sympathique** avec le système stomo-gastrique innerve la partie antérieure de tube digestif et le système intestinal en rapport avec la chaîne nerveuse ventrale.

Le système nerveux chez les arthropodes est ventral, sauf dans la région de la tête. Il consiste en une chaîne de paires de ganglions, une paire par segment. Dans la région de la tête, trois paires de ganglions sont fusionnés pour former le cerveau.

#### c. Les organes de sens

- **Appareil olfactif (odorat)** : L'appareil olfactif est représenté par des **organes sensitifs**, situés sur les antennes et sur les palpes des pièces buccales. Certains Arthropodes sont surtout des olfactifs (Myriapodes, Lépidoptères nocturnes, fourmis...etc) alors que d'autres sont surtout des visuels.
- **Appareil visuel** : Il est représenté par deux types d'organes :

Les yeux simples ou ocelles : sont constitués de :

- Cellules cornéagènes : qui sont des cellules épidermiques différenciées qui secrètent du côté externe une cuticule hémisphérique et transparente, la corné.
- Cellules sensorielles : Entourées de cellules pigmentaires et qui se continuent par une fibre nerveuse prenant part à la constitution du nerf ocellaire. Chaque cellule sensorielle sécrète une baguette striée, le rhabdome (il serait le lieu où se produit la réaction photochimique qui est la base de l'excitation visuelle).

Les yeux composés : Chaque œil composé résulte de l'assemblage de nombreux petits éléments qui sont nommés ommatidies ou facettes. Chaque ommatidie est constituée de l'extérieur vers l'intérieur de :

- Cornéule sécrétée par des cellules cornéagènes, elle apparaît comme une facette hexagonale.
- Un cristallin formé de quatre cellules ou deux et entouré de cellules pigmentaires.
- Une rétine avec 5 à 10 cellules sensorielles (ou cellules rétinienne). Ces cellules sécrètent sur leur face interne une baguette striée, le rhabdome et se continuent par une fibre nerveuse. Des cellules pigmentaires les entourent (6 à 16). (Ex : 4000/ œil chez la mouche, 30000 ommatidies/ œil chez les libellules)

#### d. L'appareil respiratoire

- **Les Arthropodes aquatiques** (Crustacés et Mérostromés) respirent avec des branchies qui sont des dépendances d'appendices (liées aux appendices).
- **Les Arthropodes terrestres** : respirent à l'aide de trachées, de poumons et parfois possèdent une respiration cutanée.
  - ❖ Les trachées se rencontrent chez les myriapodes, les insectes et les Arachnides, Elles sont des invaginations du tégument avec épiderme et cuticule. Elles s'ouvrent à l'extérieur par des stigmates qui présentent souvent un dispositif d'éclosion. Les trachées des différents segments du corps sont souvent réunies par des troncs longitudinaux. Les troncs trachéens se ramifient beaucoup dans tous les organes.

- ❖ Les poumons, propres aux arachnides, sont des poches présentant un empilement de lames feuilletées dans lesquelles arrive le sang.

### e. L'appareil digestif

Le tube digestif est constitué de trois régions :

- Une région antérieure (stomodéum) et une région postérieure (proctodéum), d'origine ectodermique.
- Une région moyenne (mésentéron), d'origine endodermique.

Le stomodéum forme un estomac masticateur et le mésentéron a un rôle digestif. Des glandes et des cæcums sont annexés au tube digestif : leur nombre, leur disposition et leurs fonctions sont très variables suivant les groupes considérés.

### f. L'appareil circulatoire : Il comprend

- Un organe propulseur ou cœur qui est un tube ouvert aux deux extrémités, qui court tout le long du corps sous le tégument du dos. Ce tube, que l'on appelle « cœur » bien qu'il soit très différent de celui des vertébrés, a des parois qui se contractent régulièrement. Ces contractions forcent le sang à se déplacer vers l'avant du tube, d'où il sort pour rejoindre la cavité du corps (cavité générale).
- Un système circulatoire bien développé chez les Crustacées supérieurs, très réduit chez les insectes, mais toujours incomplet (du système artériel, le sang finit toujours par tomber dans des lacunes ou hémocœles. Il n'a ni capillaires, ni veines et même les artères sont réduites.

### g. L'appareil excréteur : Variable selon les groupes, l'excrétion peut se faire par des glandes ou par des tubes de malpighi.

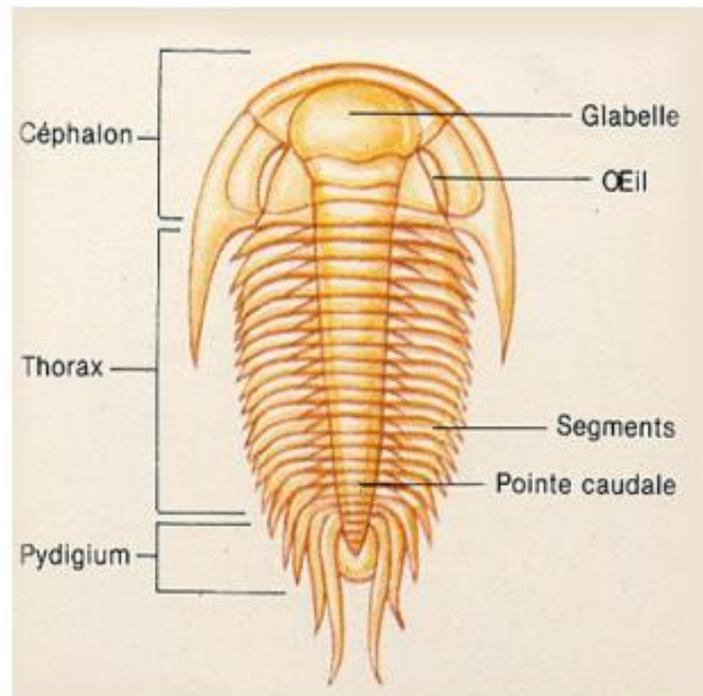
## V.3.4. Classification

L'embranchement des Arthropodes comporte trois sous embranchements :

- Les Trilobitomorphes
- Les Chélicérates
- Les Mandibulates ou antennates

### V.3.4.1. Sous embranchement des Trilobitomorphes

Arthropodes primitifs, aquatiques, tous fossiles. Le groupe fondamental c'est les Trilobites (Fig. 63).



**Figure 63 :** Morphologie d'un Trilobite.

#### V.3.4.2. Sous embranchement des Chélicérates

(Classes : Mérostomes, Pycnogonides et Arachnides)

Ont à la place des mandibules des pièces buccales spécialisées en forme de pinces : les chélicères. Absence d'antennes.

Le corps est divisé en deux régions ou deux tagmes :

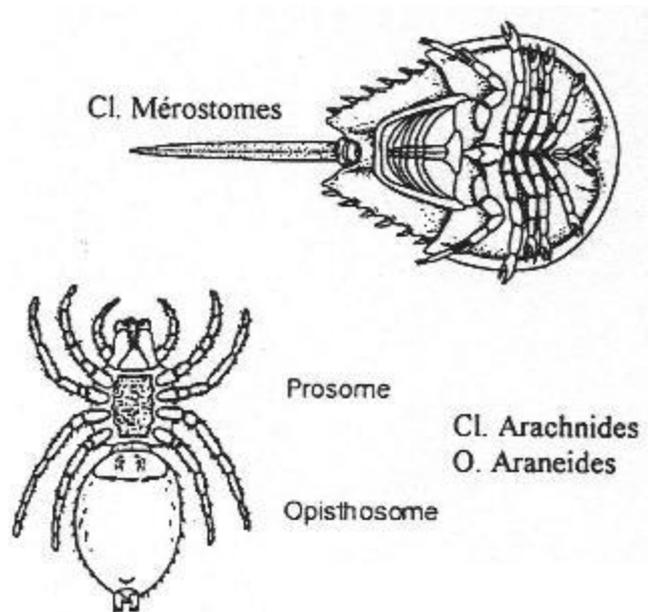
- Un **prosoma**, antérieur, portant les chélicères, les pédipalpes et tous les segments munis de pattes marcheuses.
- Un **opistosoma**, portant des appendices réduits ou bien absents.

On distingue trois classes :

- **Classe des mérostomes** : leur respiration est branchiale, aquatique. Ce sont les limules (ou xiphosures). Le corps est recouvert d'une carapace dorsale.

- **Classe des pycnogonides** : ce sont les « araignées de mer ». Ce sont des formes aquatiques à respiration cutanée. Le *prosoma* est très développé alors que l'*opistosoma* est très réduit.
- **Classe des Arachnides** (Chélicérates = pinces) 4 paires de pattes portant des pinces, céphalothorax, respiration trachéenne

La figure 64 montre la morphologie des Chélicérates



**Figure 64** : Morphologie des Chélicérates.

### ✚ Classe des Arachnides

Le nom de la classe tire son origine du mot grec *arachné* signifiant « araignée ».

Les Arachnides sont des Chélicérés presque tous terrestres, ils sont l'un des groupes les plus anciens sur terre, les premières espèces (des scorpions) sont apparues il y'a 400 millions d'années. Ce sont en général des carnivores utiles.

Leur corps comprend deux régions, une antérieure : céphalothorax ou prosome et une postérieure ou opistosome. Chez les acariens et les opilions, ces deux parties sont fusionnées. Chez les scorpions au contraire, l'abdomen est prolongé par un postabdomen ou *metasoma*, communément appelé « queue ».

Le prosome porte dorsalement des yeux simples et ventralement six paires d'appendices différents réparties comme suit :

- Une paire d'appendices qui se termine par des pinces ou des crochets : Les chélicères.
- Une paire d'appendices encadrant à droite et à gauche la bouche : les pattes mâchoires ou pédipalpes (Servent à saisir et manipuler les proies).
- Quatre paires d'appendices locomoteurs.

L'opistosome porte ventralement :

- L'orifice génital dans sa région antérieure.
- L'anus dans sa région postérieure.
- Les orifices respiratoires (stigmates).
- Parfois des organes particulier (filières des araignées, peignes des scorpions).

La respiration aérienne, pulmonaire ou trachéenne.

Ils ne possèdent pas de yeux composés, ils ont uniquement des ocelles.

La classe des Arachnides est divisée en 10 ordres : Scorpions, Pseudoscorpions, Araignées, Solifuges, Opilions, Acariens, Palpigrades, Uropyges, Amblypyges, Ricinules

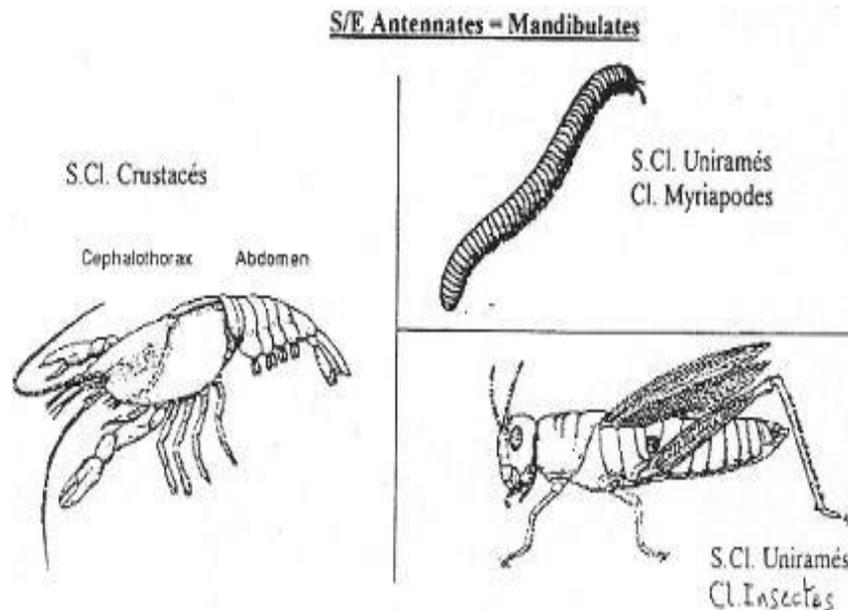
#### **V.3.4.3. Sous embranchement des Mandibulates ou antennates**

**(Cl des Crustacés, Cl des Myriapodes et la Cl des Insectes)**

Arthropodes présentant des antennes, des mandibules et des yeux latéraux.

- Si on a une respiration branchiale, deux paires d'antennes et l'appareil excréteur est constitué de glandes antennaires ou glandes vertes, on est dans la classe des Crustacés.
- Si la respiration est trachéenne, il y'a une paire d'antenne et présence de tubes de Malpighi (organes excréteurs développés), on est soit dans la classe des Myriapodes ou dans la classe des Insectes : S'il y'a n paires d'appendices locomoteurs, c'est la classe des Myriapodes et s'il y'a 3 paires d'appendices locomoteurs, c'est la classe des Insectes.

La figure 65 montre la morphologie de quelques Antennates.



**Figure 65 :** Morphologie de quelques Antennates.

#### ✚ Classe des Crustacés (Crustacea)

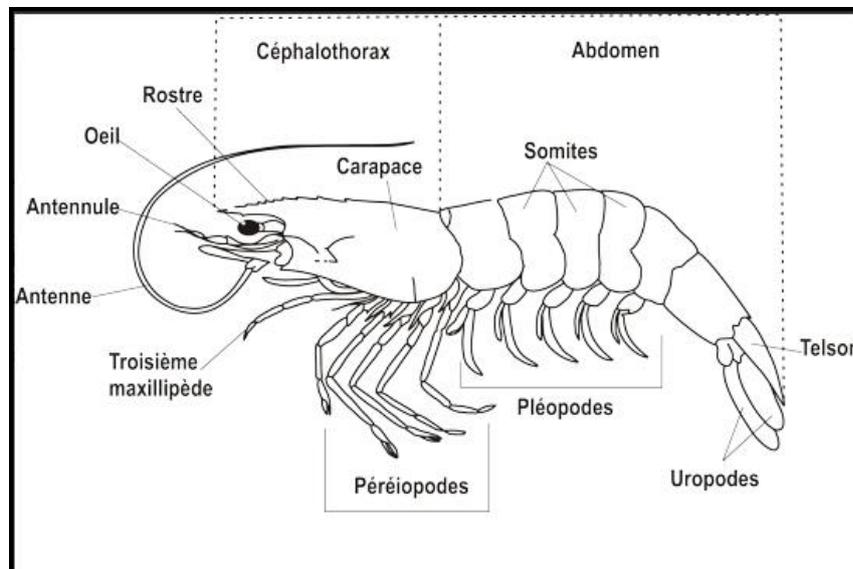
- Animaux à téguments solides composant une carapace chitineuse.
- La plupart sont marins, certains vivent dans les eaux douces et d'autres vivent dans la terre humide.
- La plupart sont libres pendant toute leur existence, mais certains peuvent vivre en parasites.

Les larves des crustacés et même quelques formes adultes constituent une grande partie du plancton.

- Présence de deux paires d'antennes.
- Le corps est subdivisé typiquement en trois régions : La tête, le thorax et l'abdomen qui se termine par un telson. Souvent, il y'a soudure de la tête et du thorax pour former un céphalothorax.
- Leur corps est formé de segments munis chacun d'une paire d'appendices.
- Le nombre de segment et d'appendices est variable : chez les Crustacés inférieurs et il est fixe chez les Crustacés supérieurs (21 segments et 19 appendices).
- Le cycle de vie des Crustacées passe par le stade larve nauplius.
- Le tube digestif est ventral.
- La respiration se fait par des branchies ou bien elle est cutanée.

- L'excrétion se fait avec une paire ou deux de glandes antennaires ou glandes vertes.

La figure 66 montre la morphologie générale d'un Crustacé décapode.



**Figure 66** : Morphologie générale d'un Crustacé décapode.

### ✚ Classe des insectes

La classe des insectes renferme à elle seule près des deux tiers des espèces animales actuellement connues (75% du monde vivant).

- **Caractères généraux**
  - Ils ont 3 paires de pattes.
  - Respiration trachéenne.
  - Une paire d'antennes.
  - Une paire de mandibules.
  - Corps divisé en trois tagmes ou régions.
- **Organisation d'un insecte**

Le corps d'un insecte est divisé en trois régions qui sont :

**La tête** : porte deux yeux composés, des yeux simples ou ocelles, deux antennes (1 paire) et un appareil buccal.

**Le thorax** : il est divisé en trois parties et c'est sur le thorax qu'on trouve les pattes et les ailes.

**L'abdomen** : L'abdomen est formé de 11 segments et il est dépourvu d'appendices.

La figure 67 montre la morphologie externe d'un insecte.

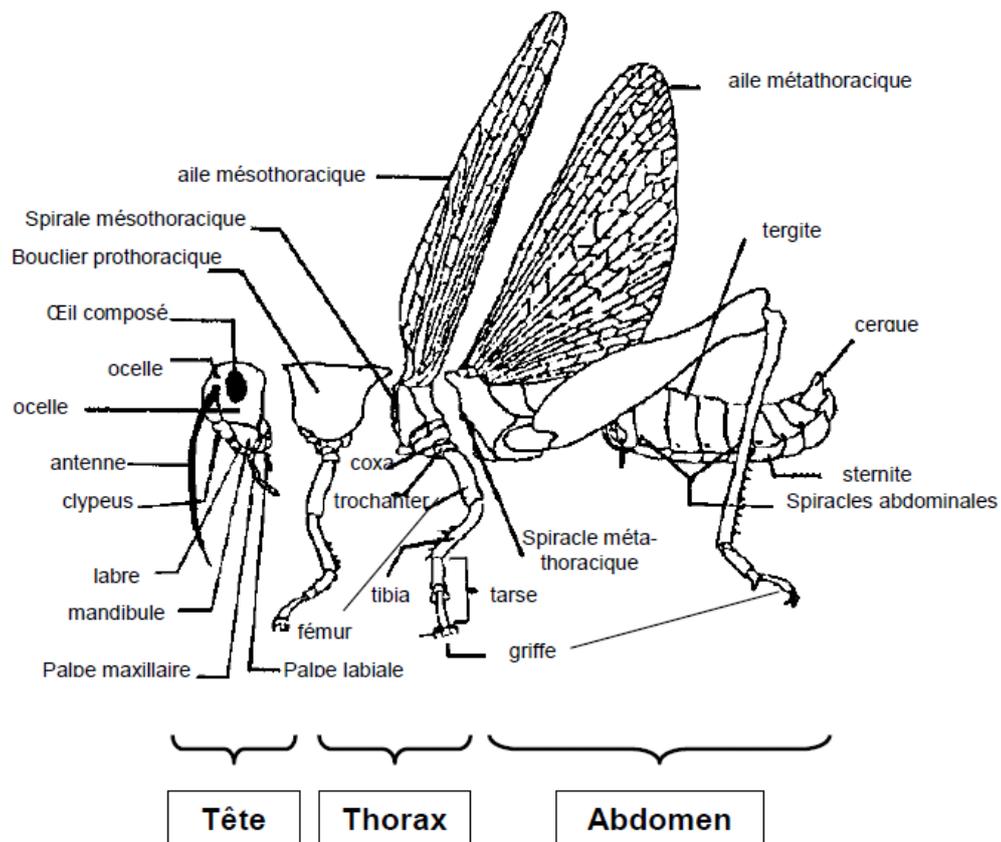


Figure 67 : Morphologie d'un insecte.

### • Classification

- **Sous classe : Aptérygotes (Sans Ailes)** : Contient les ordres des Protoures, Thysanoures, Collemboules, Diploures.
- **Sous classe : Ptérygotes (Ailés)** : contient les ordres des Odonates, Blattoptère, Mantoptères, Isoptères, Mantoptères, Orthoptères, Thysanoptères, Dermaptères, Hémiptères (Hétéroptères), Homoptères, Coléoptères, Hyménoptères, Lépidoptères, Diptères,

### ✚ Classe des Myriapodes

Les Myriapodes ou mille pattes *Myria*= Mille *podes*= *podos*= **pieds** d'une longueur variant de 8 mm à 28 cm. Ce sont des trachéates

ILs sont caractérisés par la présence :

- 1 paire d'antennes

- 1 paire de mandibules
- Un grand nombre de segments ayan

S/Classe des Chilopodes *Scolopendra morsitans* (Scolopendre)/ il vit sur les végétaux et autres débris

S/Classe des Progonéates *Iulus* sp. (Iule) / il vit sur les végétaux

### V.3.5. Le Développement Embryonnaire des Arthropodes.

#### a. Généralités.

Dans la *majorité des cas*, le *jeune arthropode*, au moment de l'éclosion, a un *aspect larvaire*. Les formes larvaires varient fortement d'un groupe à l'autre. On distingue deux types de développement embryonnaire.

#### + Développement de type anamorphique

Ce type de développement est aussi appelé développement dilaté. Au moment de l'éclosion, tous les segments ne sont pas formés. Les nouveaux segments s'ajouteront en avant du pygidium au fur et à mesure des mues. On peut citer l'exemple des limules (Xiphosures) dont la larve trilobitomorphe va acquérir progressivement le nombre de segments et d'appendices définitifs. Dans le cas des araignées de mer (Lycmognonides), on a trois paires d'appendices au départ ; les autres se formeront au cours des mues.

La plupart des chélicérates et des crustacés sont anamorphiques, ainsi que les insectes amétaboles (sans ailes).

#### + Le développement épimorphique.

Ce type de développement est direct. Le nombre de segments est définitif au moment de l'éclosion. C'est le type le plus répandu chez les insectes (ptérygotes) bien que les larves ne ressemblent pas à l'adulte.

Le développement post-embryonnaire est très riche en variations de détails. On détaillera les types les plus intéressants et les plus complexes : les crustacés et les insectes.

#### b. Le développement post-embryonnaire des crustacés

On passe d'un développement anamorphique (formes nageuses) à un développement épimorphique (forme benthiques). On prendra comme exemple les crustacés pénéides (décapodes). On distingue plusieurs stades larvaires et ce sont les mues successives qui permettent de passer les divers stades. Le schéma général est :

1-Nauplius → 2-Métanauplius → 3-Protozoé → 4-Zoé → 5-Mysis.

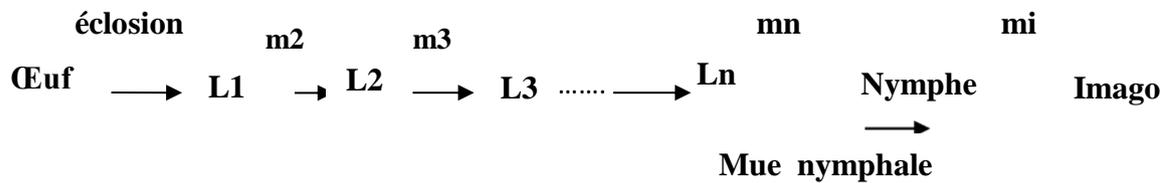


**Ex :** Chez les Libellules, la larve est aquatique (présente des branchies) et l'insecte est aérien (présente des trachées).

- **Les Paurométaboles :** La larve a le même régime que l'adulte.

**Ex :** Le criquet.

- **Métamorphose complète (Holométaboles) :** L'œuf donne naissance à une larve très différente de l'adulte. Cette larve subit des mues larvaires puis doit passer par une mue nymphale pour donner un insecte parfait.



## Chapitre VI : Les Métazoaires Triploblastiques

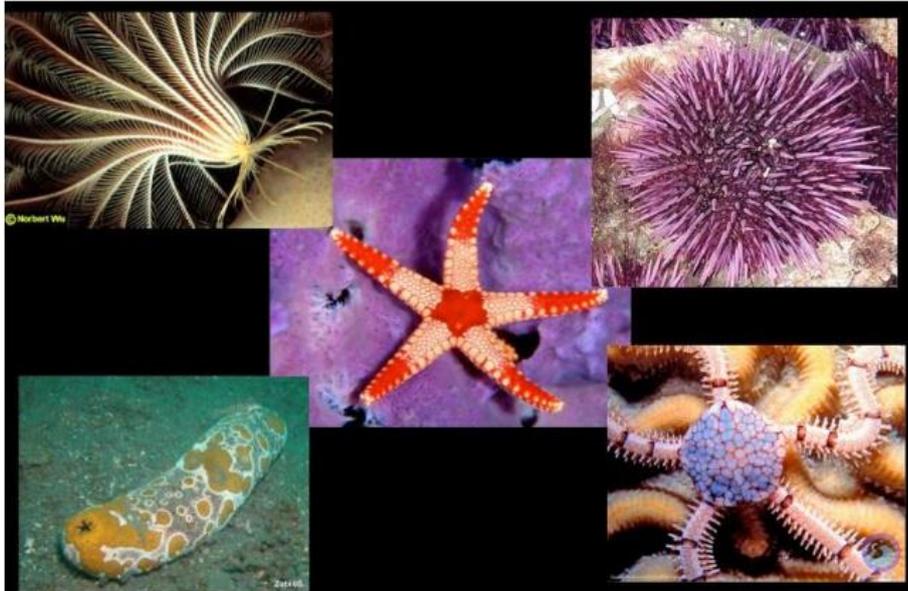
### Coelomates Deutérostomiens

#### VI.1. Embranchement des Échinodermes

Les Échinodermes forment un groupe d'animaux anciens et fascinants. Ils sont marins. Ils sont apparus il y a environ 500 millions d'années. Il ne reste qu'environ 6000 espèces et celles-ci se retrouvent dans 6 des 23 classes contenues dans ce phylum. Les espèces appartenant aux 17 autres classes sont maintenant disparues et ne sont donc connues que par des fossiles.

##### VI.1.1. Caractéristiques générales des Échinodermes

- Les Échinodermes (Fig. 68) sont des invertébrés marins présents à différents niveaux de profondeurs.
- La plupart voire tous sont benthiques.
- Ces animaux à la peau épineuse (d'où leur nom) possèdent un squelette intradermique (squelette sous-épidermique) formé de plaques ou de spicules calcaires (le seul embranchement des invertébrés qui le possèdent) (Fig. 69).
- Ils ont un système aquifère unique, encore appelé appareil ambulacraire, structure unique dans le règne animal.
- Ils ont une symétrie pentaradiaire (du grec penta pour 5).
- Contrairement aux autres phylums d'animaux radiaires (Cnidaires et les Cténophores), les Échinodermes sont triploblastiques et ont une véritable cavité cœlomique.
- Les Échinodermes sont bilatériens (symétrie bilatérale) au stade embryonnaire et larvaire. Ce n'est que plus tard au cours du développement de l'animal que les larves se métamorphosent en adulte ayant une symétrie radiale caractéristique et bien connue.
- Ce sont des animaux sessiles : ce mode de vie nécessite un mécanisme qui provoque des courants aqueux qui apportent vers l'intérieur de l'animal, les aliments qui doivent être capturés.
- Une existence sessile demande aussi la capacité de détecter et de répondre à tous les changements du milieu ambiant, venant de toutes les directions. Par conséquent, les animaux à symétrie radiale possèdent des systèmes nerveux diffus (épithélioneuriens).



**Figure 68 :** Photos de quelques échinodermes.



**Figure 69 :** Endosquelette des échinodermes.

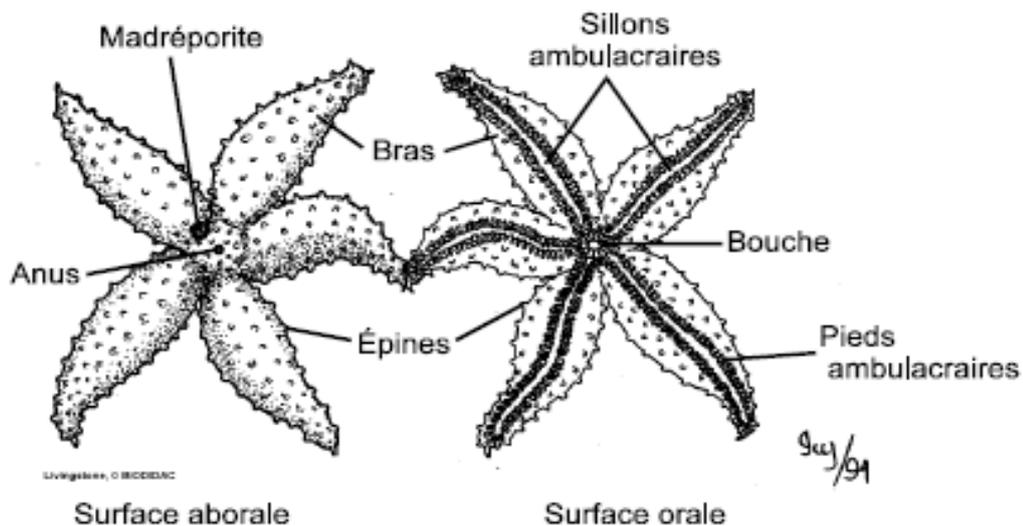
### VI.1.2. Exemple d'échinodermes : l'étoile de mer, *Asterias*

L'étoile de mer, *Asterias*, est l'Échinoderme le plus utilisé pour montrer les caractéristiques du phylum. Ces caractéristiques incluent :

- Un plan corporel pentaradiaire, un endosquelette fait d'ossicules qui forment également les projections épineuses qui servent à protéger l'animal.
- La locomotion s'effectue par l'action de pieds ambulacraires qui sont une partie intégrante du système ambulacraire (aquifère). Finalement, ces animaux vivent exclusivement dans un milieu marin.

#### a. Anatomie externe

Le corps est divisé en deux régions, un disque central et des bras disposés en rayons autour de ce disque (Fig. 70).



**Figure 70** : Morphologie externe d'une étoile de mer.

- Chaque bras est attaché au disque central. L'orifice du système ambulacraire, la madréporite, ressemble à une passoire et est localisé sur un côté du disque et entre deux des bras (une région appelée interambulacre).
- Les deux bras de chaque côté de la madréporite forment le bivium et les 3 autres bras forment le trivium. On trouve aussi sur un côté du disque central, un anus peu évident, il est situé à l'interambulacre qui suit (dans le sens des aiguilles d'une montre) la madréporite.

## **b. Anatomie interne**

### **+ Le système digestif**

La bouche conduit à un œsophage extrêmement court qui aboutit dans un grand estomac. L'estomac est divisé en portions cardiaque et pylorique. La portion cardiaque est la plus grande et est réversible par la bouche. Beaucoup d'étoiles de mer se nourrissent de Mollusques bivalves en sortant leur estomac par la bouche et en l'insérant entre les deux valves de la coquille du mollusque. Des enzymes digestives sont relâchées dans le mollusque et une digestion extracorporelle se produit. D'autres aliments, tels que de petits poissons et crustacés peuvent être engloutis en entier. Les résidus non digérés sont souvent régurgités plutôt qu'expulsés par l'anus.

### **+ Le système reproducteur**

Les structures paires, à la base des bras sont les gonades. Leur taille varie selon le stade reproducteur de l'animal. Les gamètes sont libérés par des gonopores situés sur les côtés du disque central.

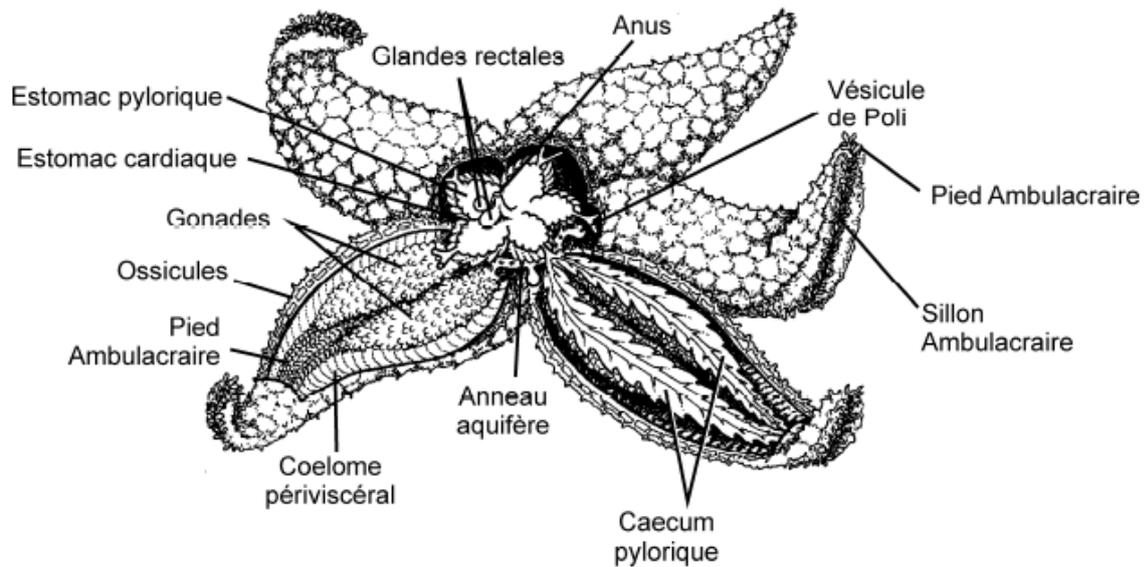
### **+ Le système nerveux**

Le système n'est pas très complexe et la plupart de ses structures ne sont pas visibles. L'organisation est simple et consiste en un réseau nerveux diffus.

### **+ Le système excréteur et respiratoire**

Les systèmes excréteur et respiratoire sont absents chez ces animaux. Les branchies dermiques procurent une importante surface d'échange entre l'environnement extérieur et le contenu des cavités périvercérale et ambulacraire. Les deux cavités sont aussi tapissées de cils et le mixage constant de leur contenu assure un gradient de diffusion suffisamment important pour assurer la diffusion des déchets et de l'oxygène

La figure 71 montre l'anatomie interne d'une étoile de mer.



**Figure 71** : Anatomie interne d'une étoile de mer.

### VI.1.3. Systématique

Les Échinodermes regroupent trois sous-embranchements :

**A- Sous-embranchement des Asterozoa** : Il regroupe les espèces libres et il renferme deux classes

- **Classe des Asteroidea** : Ce sont les étoiles de mer, leur corps est formé de cinq bras aplatis et triangulaires.
- **Classe des Ophiuroidea** : Les Ophiures ressemblent aux Astérides. Ils ont cinq bras longs et grêles.

**B- Sous-embranchement des Echinozoa** : Il regroupe les espèces libres et il renferme deux classes

- **Classe des Echinoidea** : Ce sont les oursins, leur corps est globuleux ou hémisphérique recouvert de piquants.
- **Classe des Holothuroidea** : Ce sont les concombres de mer, leurs corps est allongé et cylindrique.

**C- Sous-embranchement des Crinozoa** : Il existe une seule classe :

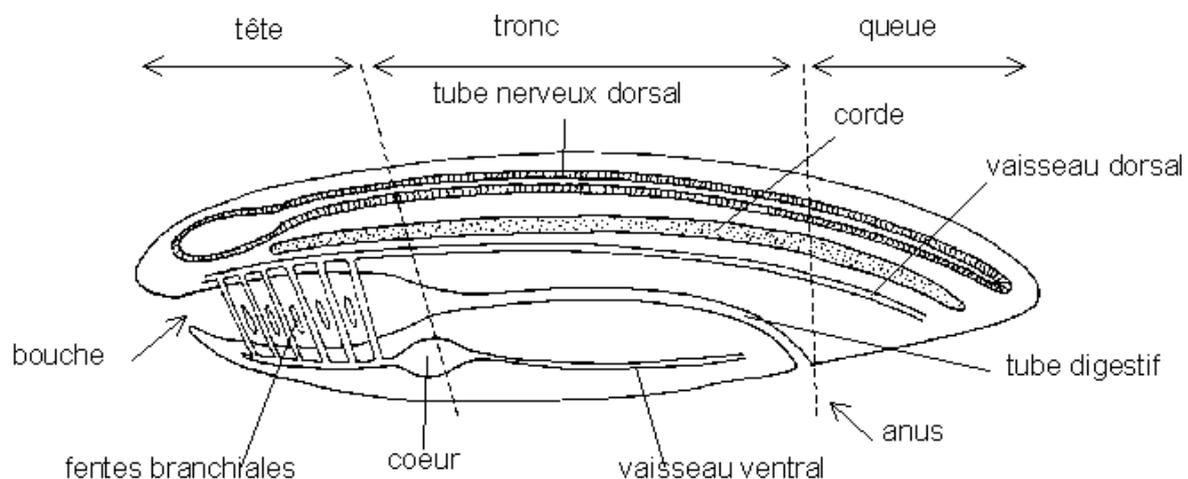
- **Classe des Crinoidea**. Leur corps porte cinq longs bras souples ramifiés et il porte un pédoncule au moins au stade larvaire.

## VI.2. Embranchement des Cordés

### VI.2.1. Caractères généraux

- Les cordés sont des coelomates, triploblastiques, à symétrie bilatérale.
- Ils ont une symétrie bilatérale, sont métamérisés.
- Ils ont tous une corde (ou chorde ou notocorde) qui est une tige endo-squelettique formée de cellules remplies de fluide, l'ensemble étant entouré d'un tissu conjonctif. Cette corde a pour rôle d'assurer une rigidité de l'animal (c'est un support longitudinal). Elle est réduite chez les vertébrés car elle est remplacée par la colonne vertébrale.
- Présence d'un tube nerveux dorsal ; moelle épinière chez les vertébrés. Ce sont des épineuriens.
- Présence de fentes pharyngiennes (pour la filtration chez les cordés primitifs). Ces fentes se développent de différentes façons chez les vertébrés.
- Présence d'une queue bien développée en *position post-anale*.

La figure 72 montre l'organisation générale d'un cordé.



**Figure 72 :** Organisation générale d'un cordé.

### V.2.2. Systématique

Les cordés se subdivisent en trois sous-embranchements

- Les Urocordés.
- Les Céphalocordés ou Acrâniens
- Les Vertébrés

### VI.2.2.1. Sous embranchement des Urocordés

Le sous-embranchement des Urocordés (Tuniciers) est formé d'un petit groupe d'animaux à cycle vital dimorphique (stades adulte et larvaire sont complètement différents). Le stade adulte est fixé et le stade larvaire est libre (aquatique). Le stade larvaire est dominant dans le cycle vital. La larve possède la corde dans la queue qui disparaît chez l'adulte. Le corps est enfermé dans un test ou une tunique ex : Les Ascidies (Fig. 73).

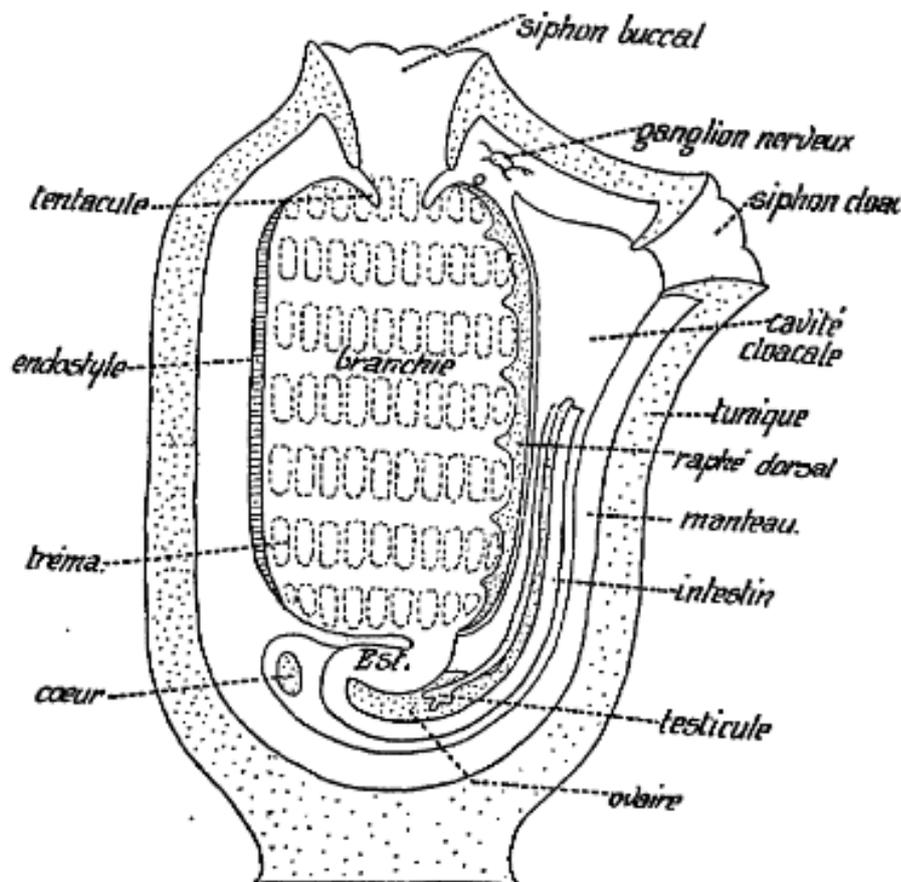
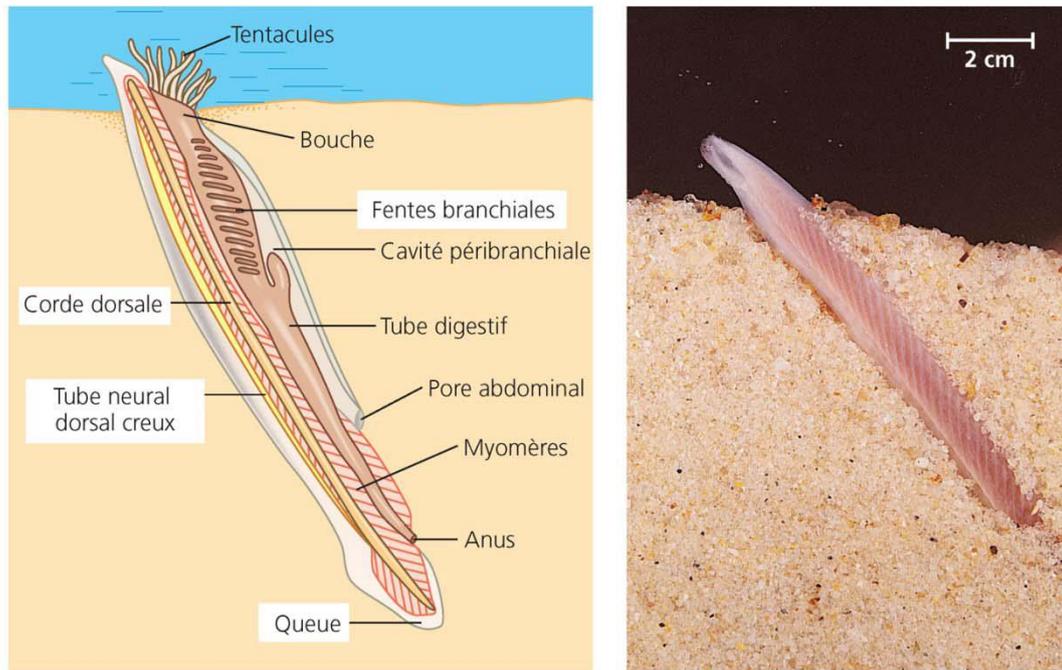


Figure 73 : Schéma général de l'organisation d'une Ascidie.

### VI.2.2.2. Sous embranchement des Céphalocordés ou acraniens

Groupe très important du point de vue zoologique, car il présente : des caractères qui lui sont propres, des caractères d'invertébrés et des caractères qui annoncent les vertébrés.

**Exemple** : l'Amphioxus, *Branchiostoma lanceolatum* (Fig. 74).



**Figure 74 :** l'Amphioxus *Branchiostoma lanceolatum*.

### V.2.2.3. Sous embranchement des vertébrés

#### V.2.2.3.1. Caractères généraux

Les vertébrés sont caractérisés par une colonne vertébrale constituée de vertèbres métamériques. Le crâne sert à la protection du cerveau. La colonne est un support et une protection de la moelle épinière.

Classiquement, on divise les vertébrés en deux groupes : les agnathes et les gnathostomes. Ces derniers sont divisés en six groupes : les chondrichtyens, les ostéichtyens, les amphibiens, les reptiles, les oiseaux et les mammifères.

Tous les vertébrés, pendant leur développement, ont une série d'organes communs :

- Le pharynx : Chez les poissons, c'est de ce pharynx que dérivent les arcs branchiaux qui donnent les branchies
- Présence d'un ou deux reins chargés de filtrer les fluides internes. Ils servent aussi à l'excrétion.
- Présence d'un foie qui sert à la transformation, au stockage et à la détoxification des substances nutritives apportées par le sang.
- Présence d'un arc neural qui forme la partie inférieure et supérieure des vertèbres.
- Présence de deux yeux latéraux.

- Présence d'un système acoustico-vestibulaire constitué de canaux semi-circulaires, de statocystes et de la ligne latérale pour certains vertébrés.
- Présence d'un cerveau complexe comprenant le bulbe olfactif, le bulbe visuel, le bulbe auditif, les hémisphères cérébraux et le cervelet.
- Présence d'un système endocrinien développé de différentes glandes (thyroïde, surrénales, gonades).

#### VI.2.2.3.2. Classification

Le sous-embranchement des Vertébrés regroupent deux Infra-embranchements

##### A. Infra-embranchement des Agnatha

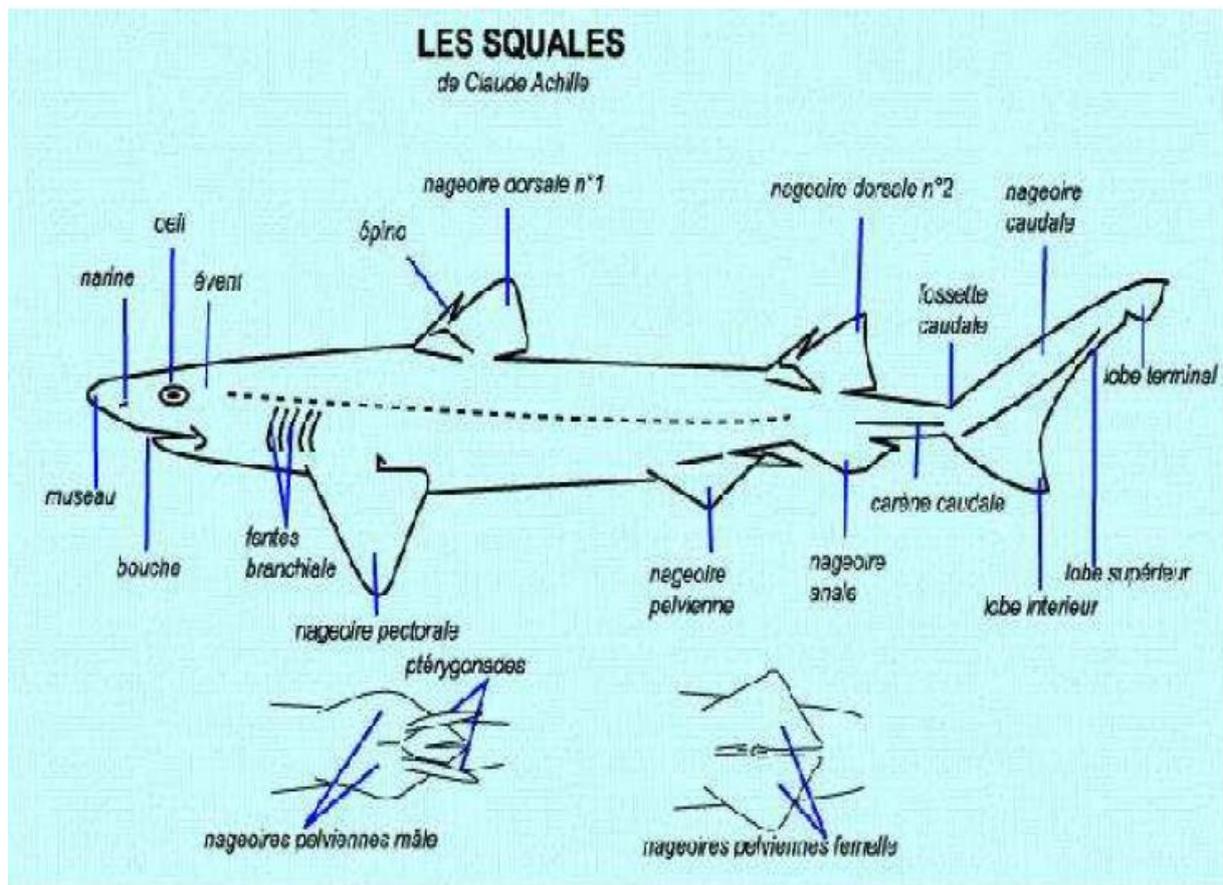
Ce sont des poissons dépourvus de mâchoires. Ils regroupent deux classes : Classe des Lamproies et Classe des Mexines.

##### B. Infra-embranchement des Gnathostomata

Ce sont des vertébrés avec des mâchoires. On distingue :

- + **Classe des Acanthodii** : Poissons éteints, possédant à la fois des caractères des poissons osseux et des poissons cartilagineux. Ils sont caractérisés par de longues épines osseuses situées à l'avant de leurs nageoires paires, mais aussi de leurs nageoires impaires dorsales et anale.
- + **Classe des Placodermi** : Poissons éteints qui ressemblent aux requins avec des plaques osseuses.
- + **Classe des Chondrichthyes** (Poissons cartilagineux)
  - Ils possèdent un squelette cartilagineux et une peau recouverte d'écailles placoïdes (en forme de dents).
  - Ils sont poïkilothermes (température variable) et gonochoriques.
  - La respiration est branchiale. Chacune de leurs branchies possède une ouverture propre et ils ont aussi une paire d'évents.
  - Ils n'ont pas de vessie natatoire.
  - Ils sont divisés en deux sous-classes
    - **Sous-classe des Elasmobranchii** : Ils sont le plus souvent ovipares ex : requins, raies.
    - **Sous-classe des Holocephali (Chimères)** : Ils vivent au fond de la mer

La figure 75 présente la morphologie externe d'un poisson chondrichthyen.



**Figure 75 :** Morphologie externe d'un Chondrichtyen.

#### ✚ Super-classe des Ostéichtyens (Poissons osseux)

- Ils se caractérisent par un squelette osseux et un épiderme en écailles osseuses.
- Ils sont poïkilothermes et gonochoriques
- Leurs fentes branchiales sont recouvertes par un opercule et des arcs branchiaux articulés sur une même pièce osseuse.
- Ils possèdent une vessie natatoire (vessie gazeuse).
- Ils regroupent deux classes

La figure 76 présente la morphologie externe d'un poisson ostéichtyen.

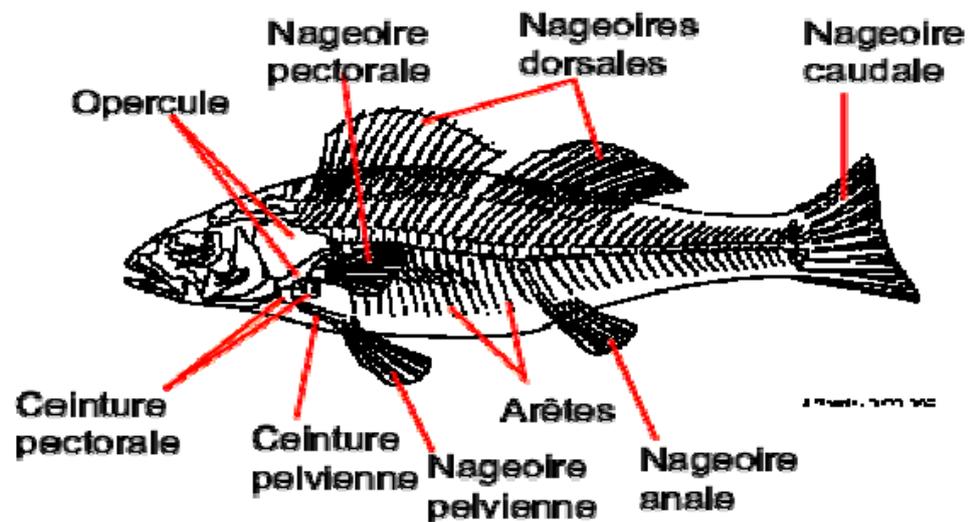


Figure 76 : Morphologie externe d'un Ostéichtyen.

- **Classe Actinoptérygien (Poissons à nageoires rayonnées)**  
Elle regroupe l'immense majorité des espèces de poissons. Elle contient en particulier la grande majorité des poissons ayant un intérêt économique pour l'homme ex : Esturgeons, thon
- **Classe Sarcopterygii (vertébrés à membres charnus)** ex : les Dipneustes

#### ✚ Super-Classe des Tetrapoda

- Ils sont caractérisés par la présence de deux paires de membres
- Le système circulatoire est bien distinct chez la larve et chez l'adulte.
- Les tétrapodes regroupent 4 classes : Amphibia, Reptilia, Aves ou oiseaux et Mammalia.

- **Classe Amphibia (Amphibiens ou Batraciens)**

Le terme amphibien (amphi : double, bios : vie) indique que ces animaux vivent à la fois dans le milieu aquatique (vie larvaire) et dans le milieu terrestre (vie adulte).

- Ce sont des tétrapodes non amniotes
- Ils possèdent une peau nue riche en glandes.
- La respiration est cutanée et pulmonaire à l'état adulte et branchiale à l'état Larvaire.
- Ils sont poïkilothermes
- Ils ont un développement à métamorphose.

### ✓ Classification des Amphibiens

Les Amphibiens sont séparés en 3 groupes, faciles à distinguer. Ils sont différents par leur mode de vie et par leur apparence

- **Ordre des Anoura** : Les Anoures regroupent environ 3800 espèces. Cet ordre comprend les crapauds (Fig. 77a), les grenouilles (Fig. 77b), les rainettes, les pélobates.... Ils sont caractérisés par l'absence de queue à l'état adulte Ils ont généralement de longs membres postérieurs repliés sous leur corps, des pattes antérieures plus courtes, des orteils palmés sans griffes, de grands yeux et une peau glandulaire humide.



a



b

**Figure 77** : Amphibiens appartenant à l'ordre des Anoura (a : Crapaud accoucheur, b : Grenouille argile).

- **Ordre des Caudata (Urodela)** : Les urodèles regroupent environ 360 espèces. Composés des salamandres (Fig. 78 a) et des tritons (Fig. 78 b). Ils sont très dépendants du milieu aquatique. Leur corps est allongé avec une longue queue (fonctionnelle, même après leur métamorphose en adulte) et quatre petites pattes.



a



b

**Figure 78** : Amphibiens appartenant à l'ordre des Caudata (a : Salamandre tacheté, b : Triton alpestre).

- **Ordre des Gymnophiona (Apoda)** : appelés aussi les Caecilians, ce sont de longs animaux cylindriques dépourvus de pattes, ressemblant aux serpents et aux vers (Fig.79).



**Figure 79** : Photos de quelques gymnophiones (cécilies).

- **Classe : Reptilia (Reptiles)**

« Reptile » signifie « *qui rampe* »

- Ce sont des animaux terrestres, au corps souvent allongé.
- Le corps des reptiles est constitué d'une tête, d'un tronc fortement allongé, d'une queue et des membres courts (pentadactyles).
- Il y'a des reptiles avec des membres atrophiés et d'autres qui sont dépourvus de membres.
- La locomotion par reptation.
- Leur peau est sèche, privée de glandes, couverte d'une épaisse couche cornée qui forme des écailles ou des plaquettes osseuses.
- Ce sont des amniotes (présence d'un amnios, une enveloppe contenant un liquide, dans lequel se développe l'embryon).
- Ils sont majoritairement ovipares mais certains sont ovovivipares
- La respiration est pulmonaire
- Ils sont poïkilothermes : animaux à température variable et leur métabolisme est donc dépendant des conditions météorologiques : température, ensoleillement.
- La majorité est carnivore.

✓ **Classification des Reptiles**

La classe des Reptiles comprend quatre ordres : Rhynchocephalia, Squamata, Chelonia et Crocodilia.

- **Ordre des Rhynchocephalia** : Ce sont des reptiles primitifs.

**Exemple** : les Sphénodons (Fig. 80) qui sont les seuls spécimens encore en vie de cet ordre.



**Figure 80** : Photo d'un sphénodon.

- **Ordre des Squamata (Squamates)**

Du latin *squama*, écaille,

Leur corps est allongé entièrement, recouvert d'écailles minces. Ce revêtement se renouvelle périodiquement (mue) soit par lambeaux soit en bloc.

Leur régime alimentaire est varié selon les espèces : arthropodes, mammifères, reptiles, batraciens, plantes ou fruits.

**Exemple** : lézards, serpents (Fig. 81)



**Figure 81** : Photos de quelques squamates.

- **Ordre des Chelonia (Testudines) :** Cet ordre regroupe les Tortues. Leur corps est couvert de larges plaques cornées soudées à des os dermiques, formant une carapace.

La plupart des tortues vivent en eau douce, huit espèces sont marines et il existe une grande famille de tortues terrestres (Fig. 82a). Celles-ci se reconnaissent à leur carapace rigide et très bombée, tandis que les tortues d'eau douce ont une carapace aplatie, dure en général et molle pour quelques espèces, et des pattes plus ou moins palmées. Les tortues marines (Fig. 82b) se reconnaissent à leurs 4 pattes en palettes et leur carapace aplatie.



**Figure 82:** Photos de tortues terrestre (a) et aquatique (b).

- **Ordre des Crocodylia (Crocodyliens)**

Ce sont des Reptiles de grande taille (1 à 7 m) pourvus d'une queue musclée, Ils possèdent des pattes développées et des paupières mobiles.

**Exemples :** Alligators, Caïmans, Crocodiles (Fig. 83)

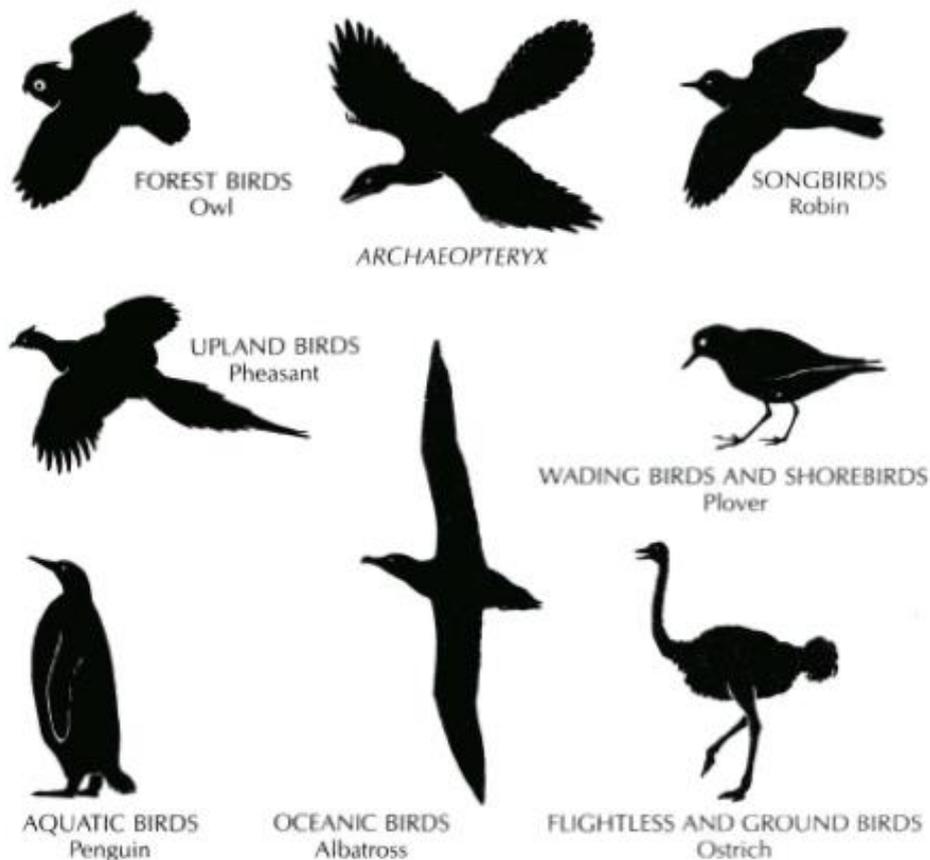


**Figure 83 :** Photo d'un crocodile

- **Classe des Aves (Oiseaux)**

La classe des Oiseaux (*Aves*) (Fig. 84) regroupe aujourd'hui environ 9600 espèces qui se répartissent sur toute la surface du globe et qui ont colonisé tous les milieux, y compris les plus extrêmes.

- Ce sont des tétrapodes bipèdes, aériens, amniotiques.
- Leur corps est couvert de plumes.
- Les membres antérieurs sont transformés en ailes
- Ils possèdent un bec
- Ce sont tous homéothermes (température constante)
- Ils sont tous ovipares
- Le squelette des oiseaux, comparé aux structures osseuses des Tétrapodes a subi de profondes transformations afin de s'adapter au vol (Fig. 85).



**Figure 84 :** Différentes morphologies des oiseaux.

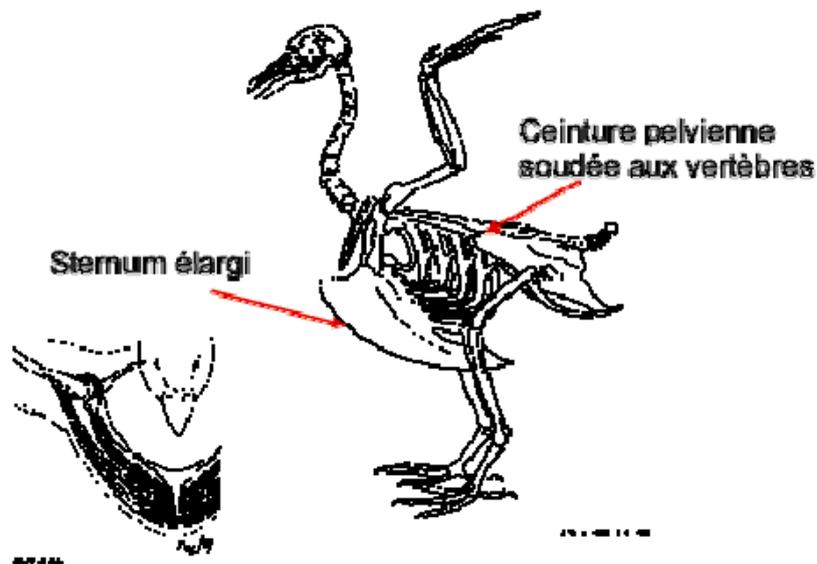


Figure 85 : Modifications du squelette associées au vol chez les oiseaux.

✚ **Classification :** Les oiseaux actuels forment

- **La sous- classe des Neornithes** qui regroupent deux super-ordres
- **Super-ordre des Palaeognathae**
- Ils ont des ailes réduites ou atrophiées. Ils ne volent pas ex : Autruche, Casoar, Kiwi (Fig. 86).



**Figure 86 :** Photos de quelques Paléognathes ;  
(De gauche à droite : Autruche, Casoar, Kiwi).

- **Super-ordre des Neognathae :** Ils ont des ailes bien développées et qui peuvent voler à l'exception de la famille des Sphéniscidés.  
**Exemples :** Aigle, Perroquet, Pigeon (Fig. 87).



**Figure 87** : Photos de quelques Néognathes  
(De gauche à droite : Aigle, Perroquet, Pigeon).

### Classe des Mammalia (Mammifères)

- On a décrit plus de 5000 espèces.
- Ce sont des amniotes.
- Ce sont tous homéothermes.
- Leur corps est couvert entièrement ou partiellement de pelage (poils) de longueur différente.
- Les doigts se terminent par des formations cornées : ongles, griffes ou sabots.
- Les femelles possèdent des glandes mammaires qui excrètent de lait pour nourrir les petits.
- La cavité corporelle est séparée par une cloison musculaire – le diaphragme. Il sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale.
- Leur reproduction est généralement vivipare.

✚ **Classification** : Ils regroupent deux sous-classes

➤ **Sous-classe des Prototheria** : Ce sont des mammifères primitifs, ovipares, mais la nourriture des petits est lactée après éclosion.

Ils comprennent l'ordre des **Monotremata (Monotrèmes)**

**Exemple** : Échidné (Fig. 88).



**Figure 88** : Photo d'un monotrème (Échidné).

➤ **Sous-classe des Theria** : Elle comprend deux infra-classes

- **Infra-classe des Metatheria** : Ce sont des vivipares, mais leur développement des petits s'achève dans une poche marsupiale. Ce sont les Marsupiaux

**Exemple** : Kangourou (Fig. 89).



**Figure 89** : Photo d'un kangourou.

- **Infra-classe des Eutheria** : Ce sont des vivipares, possédant un placenta. Ce sont les Placentaires.

Cette Infra-classe comprend 19 ordres.

- Insectivora (taupes, musaraignes)
- Dermoptera (lémuriens volants)
- Chiroptera (chauves-souris)
- Cetacea (baleines)
- Carnivora (chats, ours, chiens, loutres, phoques, lions)
- Tubulidentata (aardvarks ou "cochon de terre »)
- Proboscidea (éléphants)
- Hyracoidea (hyrax ou daman)
- Primates (homme, singes, lémuriens...)
- Xenarthra or Edentata (les paresseux, les fourmiliers et les tatous)
- Pholidota (les pangolins)
- Lagomorpha (lapins, lièvres, pikas)
- Rodentia (souris, rats, écureuils, porcs-épics, castors, campagnols, hamsters)

- Sirenia (lamantins, dugongs)
- Perissodactyla (chevaux, ânes, zèbres, rhinocéros, tapirs)
- Artiodactyla (pronghorns, cerfs, chameaux, gnous, chèvres, girafes, hippopotames, porcs, sangliers, cerf musqué, vaches)
- Scandentia (musaraignes)
- Macroscelidea (Éléphant d'Asie)

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Angel, F. (1945).** Faune de France, Vol 45 Reptiles et Amphibiens. Librairie de la Faculté des Sciences, Paris. 204 p.
- Baumont, A. & Cassier P. (2009).** Biologie animale les Cordés Anatomie comparées des Vertébrés. Dunot (Paris), 688p.
- Beaumont, A. & Cassier, P. (2000).** Biologie animale : Des protozoaires aux métazoaires épithélienneurs. 3ème édition, Paris, Dunod. ISBN : 2 10 048660 8.
- Beaumont, A., Cassier, P., Truchot, J-P. & Dauça, M. (2004).** Biologie et physiologie animales. Ed. Dunod, Paris, 493p.
- Brolemann, H. W., & Ribaut, H. (1935).** *Faune de France, Myriapodes Diplopodes (Chilognathes I)*. Lechevalier. 368 p.
- Boué, H., & Chanton, L. R. (1959).** *Zoologie : Procordés et vertébrés. II.. 1e partie*. G. Doin et Cie.
- Boué, H., & Chanton, R. L. (1974).** *Zoologie : Invertébrés*. (Tome. 1, Fasc. 1). 3ème édition, Doin, Deren et Cie.
- Boué, H., & Chanton, R. L. (1978).** *Zoologie : Invertébrés*. (Vol. 1, Fasc. II). 3ème édition, 2ème tirage, Doin, Deren et Cie.
- Burrow, C., den Blaauwen, J., Newman, M., Lodge, V., & Davidson, R. (2016).** The diplacanthid fishes (Acanthodii, Diplacanthiformes, Diplacanthidae) from the Middle Devonian of Scotland. *Palaeontologia Electronica* 19.1.10A: 1-83  
[palaeo-electronica.org/content/2016/1398-scottish-diplacanthid-fishes](http://palaeo-electronica.org/content/2016/1398-scottish-diplacanthid-fishes)
- Carins, S.D. & Bayer, F. M. (2009).** A generic revision and phylogenetic analysis of the Primnoidae (Cnidaria: Octocorallia). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 629, 1–79.
- Chanton, L. R. (1961).** *Biologie animale (morphologie et anatomie animales)*. FeniXX. 256 p.
- Delvare, G., & Aberlenc, H. P. (1989).** *Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale : clés pour la reconnaissance des familles*. Editions Quae.
- Dragesco, J. E. A. N. (1980).** Les protozoaires. *Faune et faune aquatiques de l'Afrique Sahelo-Soudanienne*. ORSTOM, Paris, 153-192.
- Duffaud, S., Rage, J. C., Aguilar, J. P., Legendre, S., & Michaux, J. (1997).** Les remplissages karstiques polyphasés (Éocène, Oligocène, Pliocène) de Saint-Maximin (Phosphorites du Gard) et leur apport à la connaissance des faunes européennes, notamment pour l'Éocène moyen (MP 13). 2.–Systématique : Amphibiens et Reptiles. In *Actes du congrès Biochrom* (Vol. 97, pp. 729-735).
- Duguet, R. & Melki, F. & Acemav Association (2003).** Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze, 480 p.

- Duméril, A. M. C. (1854).** *Erpétologie générale, ou : Histoire naturelle complète des reptiles* (Vol. 1). Librairie encyclopédique de Roret.
- Fokam, Z. (2012).** *Etude morphologique et phylogénie des Ciliés Astomes endocommensaux d'Oligochètes terricoles de la région de Yaoundé et ses environs* (Doctoral dissertation, Université de Yaoundé I). 139 p.
- Ginet, R. et Rox, A.L. (1974).** Les plans d'organisation du règne animal. Ed. Doin, Paris, 247p. Collection Sciences Sup, 2007. Mini manuel de biologie animale. Ed. Dunod, Paris, 189p.
- Grassé, P. P. (1949).** Ed. Traite de zoologie. Anatomie, systématique, biologie. Tome VI. Onychophores, Tardigrados, Arthropodes, Trilobltomorphes, Gbélicérates. *Ed. Traite de zoologie. Anatomie, systématique, biologie. Tome VI. Onychophores, Tardigrados, Arthropodes, Trilobltomorphes, Gbélicérates.*
- Guibé, J. (1962).** Les reptiles. Presses Univ. France, Paris.
- Guille, A., Laboute, P., & Menou, J. L. (1986).** *Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Calédonie* (Vol. 25). IRD Editions.
- Harant, H. & Vernières, P. (1933).** FAUNE DE FRANCE n° 27, TUNICIERS, Fascicule 1 : Ascidiés, ed. Faune de France, Paris, 99p.
- Jurd, R-D. (2000).** L'essentiel en Biologie animale. Ed. Berti, Paris, 329p.
- Khanna, D. & Yadav P. (2004).** Biology of Protozoa. Discovery Publishing House, New Delhi. ISBN 81-7141-906-2
- Koehler, R. (1921).** *Faune de France. I. Echinodermes.* Le-chevalier, Paris, 212 p.
- Laurentiaux, D. A. N. I. E. L. (1953).** Classe des insectes. *Traité de paléontologie, 3*, 397-527.
- Lecointre, G., & Le Guyader, H. (2017).** *Classification phylogénétique du vivant : tome 2* (p. 1). Belin.
- Le Cointre, G., & Le Guyader, G. (2001).** Classification phylogénétique du vivant. Belin. 544 pp.
- Le Pennec, M. (1997).** Les écloséries de mollusques bivalves : mode d'emploi. *BULLETIN-AQUACULTURE ASSOCIATION OF CANADA*, 31-37.
- Maissiat J., Baehr J-C. & Picaud J-L. (2005).** Biologie animale. Invertébrés. Ed. Dunod, Paris, 239p.
- Meglitsch, P.A. (1973).** Zoologie des Invertébrés Tome 1, Protistes et Métazoaires primitifs. Ed : Doin, Paris, 304p.
- Meglitsch, P.A. (1974).** Zoologie des Invertébrés Tome 2, Des vers aux arthropodes. Ed : Doin, Paris, 306p.

- Meunier, F.M., Ridet, JM & Vieillot, H. (1991).** Zoologie des Cordés. Edition Marketing (Paris). 211p.
- Minchin, E. A. (2003).** *Protozoa Microbiology and Guide to Microscopic Identification.* Watchmaker Publishing.
- Moy-Thomas, J.A. (1971).** Subclass Acanthodii. In : Palaeozoic Fishes. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-6465-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-6465-8_4)
- Sleigh, M. A. (1989).** Protozoa and Other Protists. Edward Arnold Limited, New York.
- Thurre, D. (2009).** Grenouilles, crapauds et autres amphibiens. Ed. Muséum d'histoire naturelle <https://doc.rero.ch/record/306885/files/Amphibiens.pdf>
- Telford, M. J., & Littlewood, D. T. J. (2009).** *Animal evolution: genomes, fossils, and trees.* Oxford University Press.
- Vervoort, W. & Watson, J.E. (2003).** The Marine Fauna of New Zealand: Leptothecata (Cnidaria: Hydrozoa) (Thecate Hydroids). National Institute of Water and Atmospheric Research Biodiversity Memoir 119. 538 pp
- Vidal, N., & Hedges, S.B. (2009).** The molecular evolutionary tree of lizards, snakes, and amphisbaenians. *Comptes Rendus. Biologies*, 332(2-3), 129-139.

### Webographie

- <https://www.biodeug.com/licence-3-biologie-animale-chapitre-1-protozoaires/comment-page-1/>
- <https://www.biodeug.com/licence-3-biologie-animale-chapitre-2-diploblastiques/>
- <https://www.biodeug.com/licence-3-biologie-animale-chapitre-4-1-metazoaires-triploblastiques-clomates-les-annelides/>
- <https://www.biodeug.com/13-biologieanimale-chapitre4-2-coelomates-mollusques/>
- <https://www.biodeug.com/licence-3-biologie-animale-chapitre-5-1-arthropodes-generalites/>
- <https://www.biodeug.com/licence-3-biologie-animale-chapitre-5-2-locomotion-des-arthropodes/>
- <https://www.biodeug.com/licence-3-biologie-animale-chapitre-5-3-respiration-des-arthropodes/>
- <https://www.biodeug.com/licence-3-biologie-animale-chapitre-5-4-developpement-embryonnaire-des-arthropodes/>
- <https://www.biodeug.com/licence-3-biologie-animale-chapitre-5-5-lebranchement-des-cordes/>