



Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche

Université Elchahid Hamma Lakhder El –
Oued

Faculté des Sciences de la nature et de la vie
Département de biologie.



Polycopié pédagogique
COURS de Zoologie



2^{ème} année SNV:

Préparé par : Dr. ALAYAT Moufida Saoucen

Année Universitaire 2024/2025



**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE
DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**



**Université Elchahid Hamma Lakhder- El
Oued**

Faculté science de la nature et de la vie

Département de Biologie

Polycopié pédagogique

Dr. ALAYAT Moufida Saoucen

2025



**REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**



**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

Programme Pédagogique

Socle commun

2^{ème} année

Domaine

Sciences de la Nature et de la Vie

Filière Biologie

Annexe du programme des enseignements de la deuxième année licence
Domaine Science de la nature et de la vie Filière « Sciences Biologiques »

Semestre 3

Unités d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			VHS (15 semaines)	Autre*	Mode d'évaluation			
	Intitulé			Cours	TD	TP			CC*		Examen	
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 6 Coefficients : 3	Zoologie	6	3	3h00	-	1h30	67h30	82h30	X	40%	X	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 12 Coefficients : 6	Biochimie	6	3	3h00	1h30	-	67h30	82h30	X	40%	X	60%
	Génétique	6	3	3h00	1h30	-	67h30	82h30	X	40%	X	60%
UE Méthodologie Code : UEM 2.1.1 Crédits : 4 Coefficients : 2	Techniques de Communication et d'Expression (en anglais)	4	2	1h30	1h30	-	45h00	55h00	X	40%	X	60%
UE Méthodologie Code : UEM 2.1.2 Crédits : 5 Coefficients : 3	Biophysique	5	3	1h30	1h30	1h00	60h00	65h00	X	40%	X	60%
UE Découverte Code : UED 2.1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Environnement et Développement Durable	2	2	1h30	1h30	-	45h00	5h00	X	40%	X	60%
UE Transversale Code : UET 2.1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Ethique et Déontologie Universitaire	1	1	1h30	-	-	22h30	2h30	-	-	X	100%
Total Semestre 3		30	17	15h00	7h30	2h30	375h00	375h00				

Autre* = Travail complémentaire en consultation semestrielle ; CC* = Contrôle continu.

Semestre : 3^{ème} Semestre

UE : Unité d'Enseignement Fondamentale 1

Matière : Zoologie

Objectifs de l'enseignement

La zoologie a pour but l'étude des animaux et tous ce qui correspondant. Elle s'intéresse aux structures par l'étude de la **morphologie** l'**anatomie**, la **cytologie** et l'**histologie**. Elle étudie les rapports entre les êtres vivants et leur milieu (écologie), et à la répartition des animaux dans le milieu où ils vivent (biogéographie).

- s'intéresse à déterminer les fonctions propres aux divers organes (physiologie).
- s'intéresse à étudier les différents caractères qui nous permettent de différencier les espèces (systématique).

La faune est un ensemble d'animaux qui peuplent une région, elle est en relation directe avec la flore existante (sont les deux interdépendantes)

Contenu de la matière

1. Présentation du règne animal

- 1.1. Bases de la classification
- 1.2. Nomenclature zoologique
- 1.3. Evolution et phylogénie
- 1.4. Importance numérique du règne Animal

2. Sous-règne des Protozoaires

- 2.1. Généralités sur les protozoaires.
- 2.2. Classification
 - 2.2.1. Embranchement Sarcomastigophora
 - 2.2.2. Embranchement Ciliophora
 - 2.2.3. Embranchement Sporozoaires (Apicomplexa)
 - 2.2.4. Embranchement Cnidosporidies

3. Sous-règne des Métazoaires

- 3.1. Embranchement Spongiaires
- 3.2. Embranchement Cnidaires
- 3.3. Embranchement Cténaires
- 3.4. Embranchement Plathelminthes :
- 3.5. Embranchement Némathelminthes.

3.6. Embranchement Annélides

3.7. Embranchement Mollusques

3.8. Embranchement Arthropodes

3.9. Embranchement Echinodermes

3.10. Embranchement Chordés

Mode d'évaluation

Contrôle continu et examen semestriel

AVANT 2025

SOMMAIRE

I-Introduction à la Zoologie	3
I-1- Définition de La zoologie (Zoon = animal, logos = étude)	3
I-2- La classification animale	3
I-3- Nomenclature zoologique (Les règles de la taxonomie)	3
I-4- Biologie et phylogénie du règne animal : L'Embryogenèse et les grandes lignes de la classification actuelle (Les principales étapes évolutive)	5
I-5- Classification phylogénétique simplifiée	8
II- Sous Règne des PROTOZOAIRES	9
(Proto = primitif et zoo = animal)	9
II-1- Généralités :	9
1. Les caractères généraux des protozoaires :	9
2. La Cytologie des Protozoaires :	10
3. La Reproduction chez les Protozoaires :	12
II-2- La Systématique des protozoaires :	14
III-Sous Règne des MÉTAZOAIRES	30
III-1- Les Métazoaires Diploblastiques	30
III-1-1- Embranchement des Spongiaires ou Eponges :	32
III-1-2- Embranchement des Cnidaires :	35
III-1-3- Embranchement des Cténaires :	38
III-2- Les Métazoaires Triploblastiques:	37
III-2-1- Les Métazoaires triploblastiques sans cavité générale (Acœlomates)	39
III-2- 1-1- Embranchement des Plathelminthes(platodes: vers plats)	39
III-2- 1-2- Embranchement des Nématelminthes(nematodes: vers rond)	47
III-2-2- Les Métazoaires triploblastiques avec cavité générale (cœlomates)	53
III-2-2-1- Les Protostomiens Hyponeuriens (Les Invertébrés)	53
Embranchement des Annélides	54
1- Caractères généraux	54
2- Mode de reproduction et cycles biologiques	56
3- Systématique (classification) des Annélides	57
3/ La Classe3 : des Achètes ou Hirudinés (<i>chete</i> =soie, privatif; sans soies)	60
L'embranchement des Mollusques	62
I-Les caractères communs	62
II-Morphologie	64
1-Morphologie externe	64
2\ Le système nerveux	65
3\ L'appareil circulatoire	65
4\ L'appareil respiratoire	65
5\ L'appareil excréteur	65
6\ L'appareil génital	65
3- Classification des Mollusques	66
Embranchement des Arthropodes	74
A- Caractères généraux	75
B. Classification des Arthropodes	74
1. Classe des Arachnides	75
2. Classe des Myriapodes	76
3. Classe des Crustacés	76
4. Classe des Insectes	77

A. Généralités.....	77
B. Anatomie générale.....	78
C. Classification des Insectes.....	79
III-2-2-2-Les Deutérostomiens.....	80
Les Deutérostomiens Epithélioneuriens (Le Échinodermes).....	80
Les Deutérostomiens épineuriens (Les	
Vertébrés).....	85
I. Caractères généraux.....	85
II. Classification.....	87
1. Sous-embranchement des Agnathes (<i>Agnathostomes</i>).....	87
2. Sous-embranchement des Gnathostomes (<i>Vertébrés à mâchoires</i>).....	87
I. Classe des Poissons.....	87
II. Classe des Amphibiens (Batraciens).....	89
III. Classe des Reptiles.....	89
IV. Classe des Oiseaux.....	90
V. Classe des Mammifères.....	90
Bibliographies.....	95

I- Introduction à la Zoologie**Zoologie et Systématique du règne animal****I-1- Définition de La zoologie (Zoon = animal, logos = étude)**

La zoologie est la science qui étudie le règne des animaux. C'est une science qui utilise les résultats de plusieurs disciplines : l'Anatomie générale, l'anatomie comparée, l'histologie, la physiologie, l'embryologie, la paléontologie, l'écologie et la génétique.

Ainsi que la Zoologie = science de la classification du règne animal

Unité de la classification = espèce

- Actuellement ~ 1,5 millions d'espèces connues
- Il y en aurait en tout entre 10 et 40 millions

Dès le XVII^e siècle on a senti le besoin de "classer" les espèces, de les regrouper en fonction de certains critères.

I-2- La classification animale

Le règne animal comprend une multitude d'êtres vivants d'apparence (morphologie) et de constitution (anatomie interne, histologie, biochimie,...) différentes.

Au 16^{ème} siècle, chacune de ces formes est appelée par une longue phrase décrivant son aspect extérieur. Les premiers fondements de la taxonomie ou taxinomie (taxis = règle ; science qui étudie la classification ou la systématique des êtres vivants) ont été mis par Carl von Linné (naturaliste suédois, 1707-1778). C'est aussi l'initiateur de la nomenclature binomiale.

La classification actuelle du règne animal se base surtout sur les recherches en embryologie et en paléontologie.

I-3- Nomenclature zoologique (Les règles de la taxonomie)**A. L'unité zoologique (l'espèce)**

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

Une espèce se reconnaît à 4 critères :

- Fécondité interne (intraspécifique) et stérilité externe (interspécifique)
- Morphologie interne et externe
- Physiologie : biochimique (odeurs, sécrétions,...) et biophysique (réaction aux conditions du milieu)
- Ecologie et distribution

B. Les catégories supérieures à l'espèce

L'ensemble d'espèces à caractères communs forment une catégorie supérieure à l'espèce appelée genre. Ainsi, à chaque ensemble de catégories (taxons ou taxa) correspond un niveau supérieur (Σ espèces = genre, Σ genres = famille, Σ familles = ordre, Σ ordres = classe, Σ classes = embranchement, Σ embranchements = règne ; RECOFGE). L'embranchement est le niveau qui correspond aux différentes étapes de l'évolution. Selon le degré de complexité d'un taxon, il peut y exister des valeurs intermédiaires (sous classe, sous famille, groupe, tribu,...).

C. La nomenclature binomiale (dénomination binomiale)

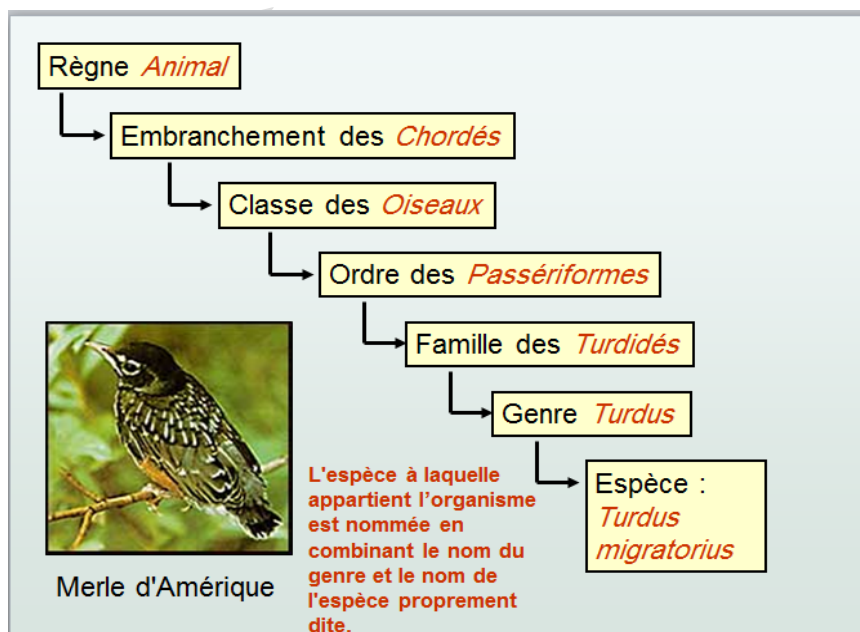
L'espèce est dénommée à l'aide de 2 noms latins : le genre et l'espèce (Linné 1758, Systema naturae). Ces deux noms sont généralement suivis du nom ou des initiales de l'auteur et de la date de nomination.

Carl Von Linné (1707 – 1778) :

Naturaliste suédois qui a établi le système de classification encore utilisé aujourd'hui. Dans le système de Linné, les organismes vivants sont regroupés en catégories de plus en plus vastes imbriquées les unes dans les autres. Linné regroupait les organismes en fonction de leurs ressemblances anatomiques. Aujourd'hui, on tente de regrouper dans les mêmes catégories les organismes qui ont une origine évolutive commune.

Exemple de classification :

La Position systématique de l'espèce : Turdus migratorius



Chaque catégorie = groupe Zoologique.

On peut aussi ajouter des sous-catégories.

Exp : Super-classe, sous-classe, sous-embranchement, etc...

Chaque espèce est nommée en utilisant le nom de son genre et le nom de l'espèce proprement dite = nomenclature binômiale.

La nomenclature binomiale

Dans le système de Linné, chaque espèce est désignée par le nom des deux derniers taxons :

Genre et Espèce

- S'écrit en *italique* (ou souligné)
- Genre avec **Majuscule**
- espèce avec **minuscule**

Exp :

Canis lupus

Homo sapiens

Ursus americanus

* Si l'espèce a déjà été mentionnée dans l'article, on peut écrire seulement l'initiale du genre.

Exp :

C. lupus

H. sapiens

U. americanus

* Si on peut identifier le genre, mais pas l'espèce précise, ou si on veut parler du genre en général, on peut écrire: *Genre sp.*

Canis sp.

Ursus sp.

I-4- Biologie et phylogénie du règne animal : L'Embryogenèse et les grandes lignes de la classification actuelle (Les principales étapes évolutive) .

Le règne des animaux est divisé en deux sous règnes :

A\ Les Protozoaires : (protos = premier ou primitif),

Ces organismes dites aussi les protistes. Chaque organisme est formé d'une seule cellule assurant toutes les fonctions : on est donc en présence de cellules totipotentes. Ce sont des cellules où tous les gènes s'expriment

Le problème de ces cellules concerne tous les processus qui se font par diffusion à travers la membrane (transport et passage de gaz, de nutriments, de déchets, ...). Ces cellules sont donc limitées par leur taille.

On assiste parfois au regroupement (à l'association) de protistes sous forme coloniale.

Toutefois, pour un quelconque agrandissement, il y a un besoin de spécialisation des cellules en tissus.

B\ Les métazoaires (Pluricellulaire): (méta = plusieurs ou avancé)

Ce sont des animaux pluricellulaires dont le développement commence généralement par une cellule fécondée. Lors de son développement embryonnaire cette cellule se divise en un nombre variable de cellules disposées en feuillets pourvus de différenciations liées à des fonctions différentes (contraction, locomotion, digestion, sensibilité, reproduction,...). Chez les métazoaires, les cellules se spécialisent pour une fonction donnée en perdant leur totipotence par répression de certains gènes : on a alors un assemblage des cellules en feuillets embryonnaires (ou morphogénétiques).

Les cellules se disposent à la périphérie d'une sphère creuse : la blastula (l'ectoderme).

On a ensuite un doublement des feuillets par invagination en un point de la blastula ; on obtient le second feuillet (interne) : l'ectoderme. Les fonctions vont alors se répartir entre les deux feuillets :

- L'endoderme assurera les fonctions de nutriments,
- L'ectoderme prendra en charge le rôle de protection et de sensibilité.

La cavité interne (archentéron ou tube digestif) communique avec l'extérieur par le blastopore.

1. 1. Les Diploblastiques.

Les Métazoaires proviennent généralement d'une cellule-œuf dont la segmentation conduit à la formation d'une masse cellulaire pleine (Morula) puis creuse et limitée par une seule couche de blastomères (Blastula). La blastula se transforme en un germe creux limité par une double paroi (Gastrula) : la couche externe est appelée Ectoderme et la couche interne est appelée Endoderme (Ectoblaste et Endoblaste). La cavité interne représente l'intestin primitif qui communique avec l'extérieur par un orifice unique (Blastopore) qui assume la double fonction de bouche et d'anus. L'espace virtuel compris entre les 2 feuillets correspond au Blastocoele. Ce dernier contient la mésogelée.

Les Métazoaires diploblastiques sont les plus primitifs des Métazoaires actuels : absence d'organes définis et le système nerveux reste diffus (Leur structure est simple et peut être représentée comme un sac dans un autre sac).

Ex. Les Spongiaires, les Cnidaire et les Cténaire

2. Les Triploblastiques :

L'ontogenèse est caractérisée par l'apparition d'un 3^{ème} feuillet (la Mésoderme ou Mésoblaste) situé entre l'ectoderme et l'endoderme et qui se substitue à la mésogelée. Cette apparition permet de définir le stade triploblastique qui regroupe des organismes plus évolués : symétrie bilatérale, hiérarchisation fonctionnelle neuro-sensorielle ou neuro-endocrine qui permet l'apparition d'une région céphalique dominante.

Selon la destinée du mésoderme, il est possible de diviser les organismes triploblastiques en 2 ensembles :

a. Les Triploblastiques Acoelomates :

Le mésoderme reste compact et ne s'organise jamais en vésicules closes. Ce feuillet ne joue qu'un rôle effacé en participant à la constitution du parenchyme (tissu diffus qui comble la cavité générale) et la formation de quelques muscles et des organes génitaux.

Ex. Les Plathelminthes et les Némathelminthes.

b. Les Triploblastiques Coelomates :

Les cellules mésodermiques constituent, de part et d'autre du tube digestif, des massifs cellulaires pairs, symétriques, qui s'organisent en vésicules closes ou vésicules coelomiques. L'ensemble de ces vésicules représente le coelome.

Cette segmentation du mésoderme est accompagnée d'une distribution des masses musculaires, nerveuses, des formations excrétrices et génitales. Elle est aussi accompagnée par une condensation des éléments nerveux antérieurs.

Selon la destinée du blastopore, les organismes triploblastiques coelomates se divisent en 2 lignées évolutives :

1. Les Protostomiens : Le blastopore constitue la bouche et ne donne jamais directement l'anus. Leur système nerveux est condensé dans la partie antérieure, métamérisé et relié à une chaîne nerveuse ventrale (Hyponeuriens).

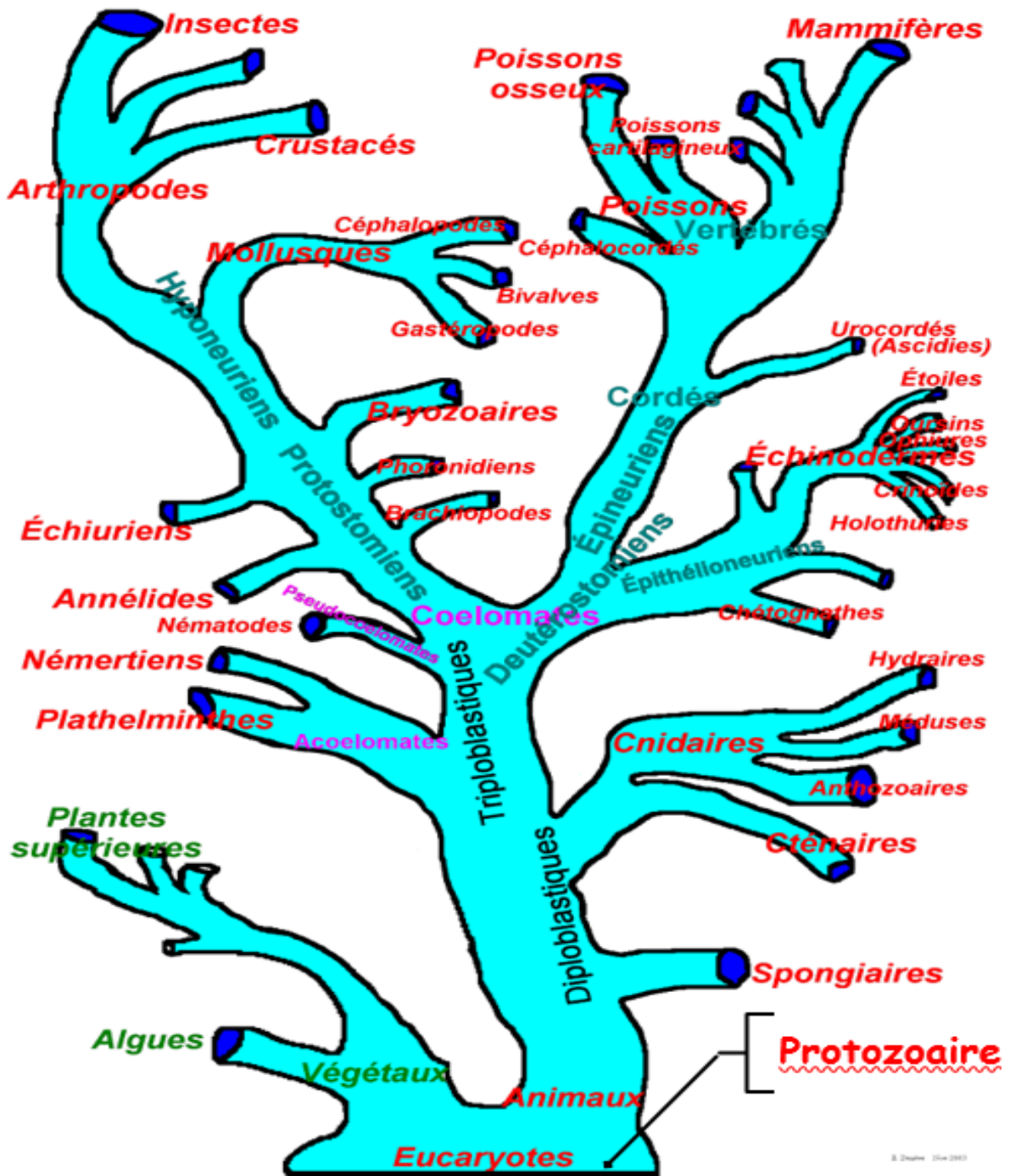
Ex. Les Annelides, Les Mollusques, Les Arthropodes

2. Les Deutérostomiens : Le blastopore constitue l'anus, la bouche est une néoformation. Tous les centres nerveux sont localisés au-dessus du tube digestif (Epineuriens) où apparaît un axe squelettique dorsal (les Chordés).

Ex. Les Vertébrés

I-5- Classification phylogénétique simplifiée

Arbre phylogénétique des animaux



II- Sous Règne des PROTOZOAIREs

(Proto = primitif et zoo = animal)

II-1- Généralités :

Littéralement le mot « Protozoaires ou Protistes » veut dire animaux primitifs (Proto = primitif et zoo = animal). Les protistes sont les premières cellules eucaryotes apparues sur la terre, alors vieille de 2 milliards d'années. Pendant au moins un milliard d'année encore, ils ont été, avec les bactéries, les êtres vivants à peupler cette planète.

Les premières observations sur les Protozoaires ont été faites par **Leewoenhoek (1674)** et c'est **Goldfuss (1818)** qui attribua à ces animaux le nom de Protozoaires. Enfin, leur description a été réalisée par **hæckel (1866)** qui les définit comme étant des organismes eucaryotes microscopiques, formant parfois des amas pluricellulaires (Colonies, coenobes) mais sans organisation tissulaire.

1. Les caractères généraux des protozoaires :

1 - Ces sont des animaux unicellulaires : possèdent un corps formé par une seule cellule eucaryote, mais **totipotentes** (assure toutes les fonctions vitales : reproduction ; nutrition et respiration). Mmobiles au moins à un stade de leur développement.

2 - Leur morphologie est extrêmement variable. Dans ce groupe se retrouvent des formes très simples (les Amibes) à côtés de formes hautement complexes (les sporozoaires).

3 - Ils sont pour la plupart microscopiques mais leur taille varie de quelques µm (Plasmodium : Sporozoaires) à quelques mm (grégarines : Amibes).

4 - Le noyau et le cytoplasme sont également variés. Ils sont uninucléés ou plurinucléés. La partie centrale du cytoplasme appelée **endoplasme** est souvent distinguée de la partie périphérique appelée **ectoplasme**.

5 - Divers modes de vie sont représentés : libres, parasite, symbiotique à habitat aquatiques ou terrestres ou milieux biologique (sang), ils sont répartis dans tout le monde (cosmopolites). Certains sont coloniaux et d'autres comportent des stades pluricellulaires dans leurs cycles de développement.

6-La locomotion est le fait de pseudopodes, cils, flagelles et mouvement cellulaires directs (mobiles au moins à un stade de leur développement). Cet appareil locomoteur orienté permet la recherche de : la nourriture, d'un abri, un nouvel habitat, un partenaire sexuel.

7 - La reproduction est généralement asexuée par fission binaire ou par bourgeonnement. Elle peut également être sexuée par conjugaison ou par syngamie (union d'un gamète mâle et femelle pour former un œuf).

8 – Organismes hétérotrophes (dépourvus de chlorophylle). La digestion s'effectue dans les vacuoles digestives ou **phagosomes** (les formes parasites se nourrissent par osmose alors que les formes symbiotiques et libres s'alimentent par phagocytose).

9 - L'excrétion s'effectue grâce aux **vacuoles contractiles (pulsatiles)**.

Il n'y a pas de différence fondamentale entre une cellule de protozoaire et une cellule de métazoaire (organites etc.). La différence réside dans la *spécialisation* cellulaire : les cellules des métazoaires ont une fonction précise, tandis que les protozoaires sont totipotents (ils font tout). On observe aussi une spécialisation chez les protozoaires, mais à hauteur des organites.

Parasite : Être vivant, vit en partie ou toute son existence aux dépens d'un autre organisme appelé : (= hôte)

L'hôte définitif héberge la forme adulte de l'espèce parasite.

Les hôtes intermédiaires servent d'étapes de transition du parasite lors de son cycle de développement.

L'hôte auxiliaire sert d'une façon mécanique à la continuation du cycle de vie du parasite. Donc les parasites sont des êtres vivants au cours de la totalité de leur vie (parasite monoxène : cycle de vie nécessite un seul hôte) ou seulement une période de leur existence (parasite hétéroxène : cycle de vie nécessite plusieurs hôtes) aux dépens d'un autre être appelé hôte.

L'hôte définitif héberge la forme adulte de l'espèce parasite.

Les hôtes intermédiaires (vecteur) servent d'étapes de transition du parasite lors de son cycle de développement.

L'hôte auxiliaire (Réservoir) sert d'une façon mécanique à la continuation du cycle de vie du parasite sans qu'il soit atteint de préjudice.

2. La Cytologie des Protozoaires :

2.1. La membrane cytoplasmique

La membrane cytoplasmique est mince, élastique et de nature lipoprotéine. Elle peut être :

- Soit doublée intérieurement d'une couche de fibrilles à disposition spirale (flagellés Trypanosomidés)
- Soit striée (Ciliés)
- Soit hérissée de plis longitudinaux (Sporozoaires « Grégarines »)

Cette membrane peut être renforcée extérieurement par une enveloppe squelettique qui constitue la membrane plasmique chez les ciliés.

2.2. Le Cytoplasme :

Il est transparent ou opalescent, homogène, peu réfringent et incolore. On distingue, L'ectoplasme, périphérique, hyalin, visqueux et élastique et endoplasme, interne, fluide et riche en enclaves.

2.3. Les organites cytoplasmiques :

- a) **L'appareil de Golgi** : est composé de dictyosomes dispersés dans le cytoplasme chez les Amibes (Rhizopodes), les Ciliés et les Sporozoaires. Chez les Flagellés, il est indivis et est désigné sous le vocable d'appareil parabasal.
- b) **Le réticulum endoplasmique** : présent chez tous les Protozoaires, est sous l'aspect de saccules aplatis, simples, ramifiés ou enroulés.
- c) **Les vacuoles digestives** : sont de petits espaces intracytoplasmiques délimités par une membrane simple et reçoivent les enzymes nécessaires à la digestion des ingestions phagocytés (Amibes, Ciliés, Flagellés). Ces formations transitoires et mobiles, crèvent à l'extérieur lors de l'expulsion des déchets ou particules indigestes, c'est-à-dire en fin de close.
- d) **Les vacuoles Pulsatiles** : sont des formations permanentes fixes, limitées par une membrane simple dont la contraction expulse le contenu dans le milieu. Elles jouent un rôle dans l'épuration (rejet des déchets métaboliques) et dans la régulation de la pression osmotique. Lorsqu'elles sont pleines on parle de diastole et Lorsqu'elles sont vides on parle de systole. Chez les ciliés, il en existe deux qui fonctionnent en alternance.
- e) **Le Centrosome** : est un organite constant et permanent. Il fait défaut chez les Amibes. le centrosome est l'ensemble des centrioles et leur archoplasme ; l'archoplasme étant la masse du cytoplasme entourant chaque centriole. Le centrosome a un rôle morphologique contrôle de la différenciation des organites locomoteurs (cils, flagelles), et participe à la division mitotique
- f) **Les fibrilles** : existant sous trois formes ;
 - Les fibrilles contractiles chez les Sporozoaires.
 - Les fibrilles de soutien chez les ciliés.
 - Les fibrilles conduisant l'influx zooflagellés.
- g) **Le noyau** : est de forme variable, délimité par une membrane nucléaire nette et contient 1 ou plusieurs volumineux nucléoles. Foraminifères (Rhizopodes) et les Opalines

(Zooflagellés) possèdent plusieurs dizaines ou centaines de noyaux (plasmode = unité cytoplasmique plurinucléés)

3. La Reproduction chez les Protozoaires :

La sexuée joue un rôle secondaire chez les protozoaires, dont la majorité utilise la voie asexuée (Flagellé, Rhizopodes et Ciliés). La règle générale est la reproduction asexuée. Il s'y ajoute parfois une reproduction sexuée, ou une expression de la sexualité sans reproduction.

3.1. La reproduction asexuée (Agamogonie) :

Simple division de cellules végétatives par mitose. Types de divisions :

- **Division (fission) binaire (bipartition ; scissiparité)** : en général. Les deux cellules filles sont de taille semblable (mais pas toujours identique à la cellule mère) (**figure1**).

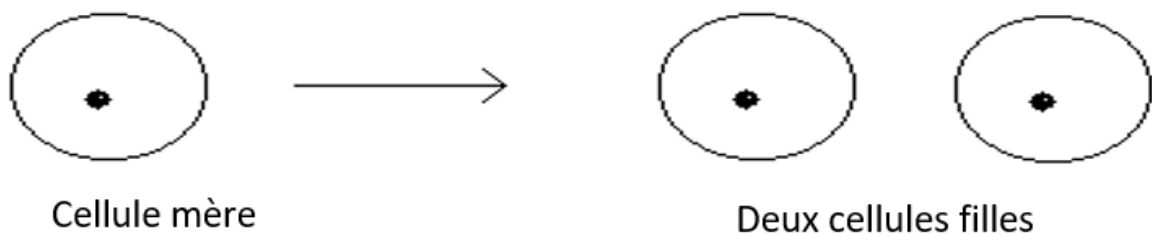


Figure 1 : la division binaire (Transversale « ciliés », longitudinale « Trypanosoma »)

- **La division multiple = schizogonie = mérogonie** :

(Le suffixe -gonie indique une reproduction asexuée) : fait suite à des mitoses répétées (division du noyau puis le cytoplasme se découpe et la formation des schizozoïtes) (**Figure 2**)

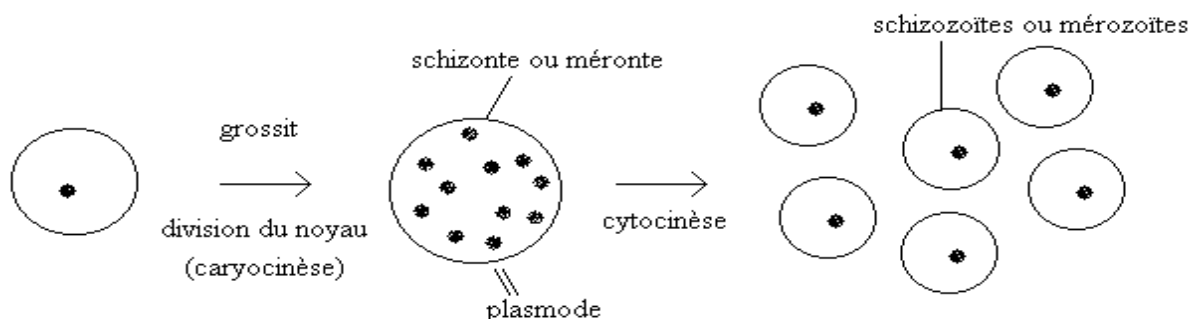
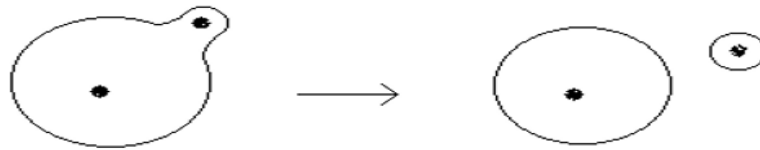


Figure 2 : La division multiple = schizogonie = mérogonie (Sporozoaires, Cnidosporidies)

- **Bourgeonnement (gemmiparité):** division binaire asymétrique (donne des cellules filles de tailles différentes). (Figure3).

1. Extern:



2. Interne:



Figure 3 : division binaire asymétrique (chez les Ciliés).

3.2. La Reproduction Sexuée (Gamogonie) :

Il y a formation de cellules spécialisées (les gamètes) qui s'uniront en donnant le zygote

L'enkystement :

Chez certains protozoaires, comme les ciliés, lorsque les conditions de vie deviennent trop difficiles, ils produisent des substances protéiques ou glycoprotéiques qui forment une enveloppe imperméable continue autour de leur corps. Cette coque protectrice permet à l'organisme, désormais enkysté, d'entrer dans un état de vie quasi latente, lui conférant une grande résistance au froid extrême et à la dessiccation. Par ailleurs, les kystes jouent un rôle essentiel dans la dissémination de l'espèce, en étant transportés par des agents naturels comme le vent ou les oiseaux aquatiques, et d'autres vecteurs naturels ou anthropiques.

II-2- La Systématique des protozoaires :

Les subdivisions de sous règne des protozoaires sont fondées sur

1. *La nature de l'appareil locomoteur*
2. *Les caractères du cycle de développement*

Les protozoaires dont nous allons parler sont rassemblés dans 6 Embranchements suivantes :

Emb1 : Zooflagellés → déplacement assuré par un ou plusieurs flagelles.

Emb2 : Rhizopodes → déplacement à l'aide de pseudopodes.

Emb3 : Actinopodes → dispositions radiaires de leurs pseudopodes et axopodes.

Emb4 : Sporozoaires → Cycle débute par un germe vermiforme le sporozoite.

Emb5 : Cnidosporidies → Cycle débute par un germe amiboïde le sporoplasme.

Emb6 : Ciliés → Portent des cils vibratiles.

II-2-1- Super Embranchement des Sarcomastigophora

II-2-1-1- Emb1 : Zooflagellés (*Mastigiphora*) (« Qui portent un fouet » → flagelles)

Les **Flagellés** sont caractérisés par la présence d'un appareil locomoteur au moins pendant une partie de leur vie (**un ou n flagelles**). Les flagelles locomoteurs sont symétriques, un flagelle se présente comme un très long fouet contractile d'épaisseurs et longueur variable, mais de rythme des battements est spécifique. Ils se multiplient généralement par plasmotomie longitudinale, alors que la reproduction sexuée est rare chez les flagellés. Ils sont des organismes à symétrie axiale, peuvent être libres (Chaonoflagellés), vivant en symbiose (avec les insectes xylophages) ou sévissant en parasites (trypanosomes) redoutables.

Remarque :

-Le flagelle est un cylindre hyaloplasmique, homogène, limité par une membrane simple, contenant un doublet central et 9 doublets périphériques de fibrille de 250 à 400 Å de diamètre.

-Axostyle : axe squelettique semi-rigide

Les zooflagellés se subdivisent en 3 classes selon le nombre de flagelle, l'absence ou la présence d'axostyle ou de centrosome est ou non distinct du blépharoplaste et la taille.

Classe 1 : Protomonadines (1 ou 2 flagelle) :

Ces sont des zooflagellés de petite taille, pourvus de 1 à 2 flagelles. Leur membrane cytoplasmique formant et doublée intérieurement d'une couche de microtubules à disposition longitudinale. L'axostyle est absent et le centrosome est distinct de la blépharoplastie. Trois (3) ordres importants sont présents :

Ordre 1 : Choanoflagellés (Choa= entonnoir) (Figure 4)

Petits Zooflagellés **libres** pourvus à l'un de leurs pôles d'un entonnoir ou collerette apicale (choan= entonnoir) de microvillosités au centre de la quelle émerge (s'élève) un long flagelle. L'organisation est comparable à celle des choanocytes qui tapissent la cavité gastérales des Spongiaires. Le blépharoplaste est en relation avec un appareil parabasal. Ces Protozoaires sont généralement fixes par pédoncule et protégés par une thèque gélatineuse qu'ils sécrètent (Figure7). Il existe des formes solitaires et des formes coloniales habitent les eaux douces et salées et se nourrissent de bactéries (les bactéries attirées par les mouvements flagellaires et sont capturées par de petits pseudopodes formés au-dessous de la collerette puis absorbées par phagocytose).

Ordre 2 : Trypanosomides (kinétoplastida) Famille des Trypanosomidés :

Ces sont des Protozoaires de forme élancée, dont le flagelle unique, dirigé vers l'avant est relié au corps par une **membrane ondulante**, qui représente une cuticule souple entourant toute la cellule. Les Trypanosomes sont des parasites du sang de nombreux Vertébrés et causent des maladies graves chez l'homme.

Genre1 : Trypanosoma (Trypomastigote) (Figure 5) :

- Il est caractérisé par un corps fusiforme, porte un seul flagelle dirigé vers l'avant est situé en arrière du noyau (Trypomastigote), inséré sur le blépharoplaste
- Flagelle relié au corps par une membrane ondulante et n'est libre qu'à l'extrémité antérieure
- Parasites hétéroxènes vivant dans le sang ou le liquide céphalo-rachidien de divers vertébrés auxquels ils sont inoculés par des invertébrés piqueurs hématophages (sangues, insectes) provoquant des maladies graves chez l'homme (Trypanosomioses)
- Multiplication par division binaire longitudinale

Les principales espèces connues :

Espèce1 : *Trypanosoma gambiense*

15 à 30 microns, vit dans le plasma sanguin et le liquide céphalo-rachidien, agent causal de la maladie du sommeil, transmis à l'homme par la piqûre d'un diptère (*Glossina palpalis*). Cette maladie entraîne des lésions cérébrales, des troubles du comportement et de la perception et la mort par cachexie (=affaiblissement de toutes les fonctions liées à la nutrition). Il s'agit d'un **parasite hétéroxène** parce qu'il a plus d'un hôte dans son cycle (moustique et homme par exemple). Le vecteur de la maladie : la mouche hématogène *Glossina palpalis* la mouche tsé-tsé. se contamine en ingérant les trypanosomes contenus dans le sang d'un individu malade. Parvenu dans l'intestin de la glossine, les trypanosomes se multiplient activement (par division binaire longitudinale acquièrent la forme **Crithidia**) puis immigrent dans la partie antérieure du tube digestif (acquièrent la forme **Trypanosome** en particulier dans **les glandes salivaires**). Lorsque la mouche va effectuer un repas de sang sur un Homme sain elle lui inocule une goutte de salive avant d'en absorber le sang ; chez l'homme (l'hôte) le trypanosome vit dans le sang la lymphe et le liquide céphalorachidien de divers vertébrés (Figure 4).

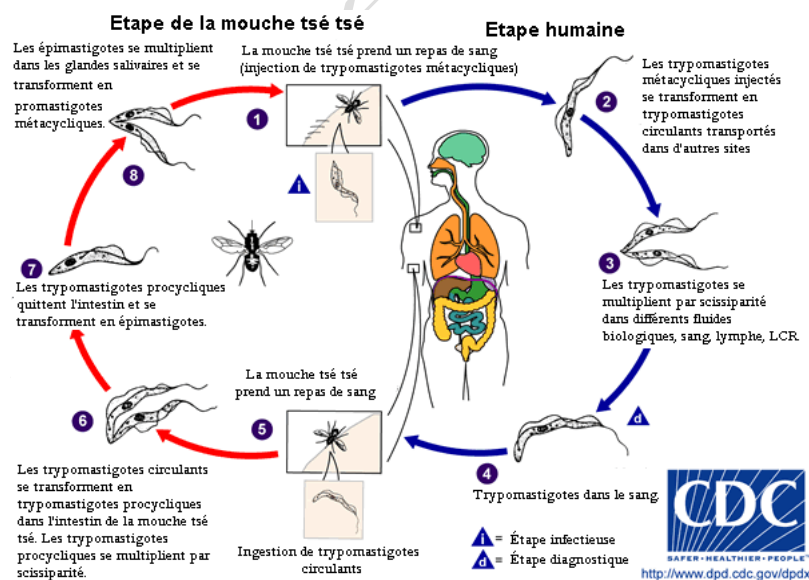


Figure 4: Cycle de développement de *Trypanosoma gambiense*

- **Espèce 2 :** Le *Trypanosoma cruzi* (Amérique centrale et du sud) est l'agent de la maladie de Chagas. En une dizaine de jours après l'infection, on note une hypertrophie du foie qui est très rapidement létale. L'agent qui transmet cette maladie est une punaise : Glossina triatoma.
- *T. brucei* = nagana des chevaux et le vecteur : *Glossina sp.*
- *T. evansi* = surra et du debab des Dromadaires et le vecteurs *Diptères* : *Taons* et *Culex*
- *T. equiperdum* = dourine des chevaux par voie sexuelle

Genre2 : Leishmania (Amastigote)

Forme sans flagelle externe, porte des parasites dixènes transmis par des diptères piqueurs : Genre du phlébotome provoquant des Leishmanioses. Il se présente sous deux formes :

*La forme Leishmania (dans les cellules sanguines de l'hôte définitif, sans flagelle : amastigote) *La forme Leptomonas (dans le tube digestif du phlébotome, forme exocellulaire flagellée)

Principales espèces connues :

Exp1 : Le *Leishmania donovani* (surtout en Afrique) est l'agent du Kala-azar, ou fièvre Doun-Doun, transmis par des diptères : Genre du phlébotome (*Phlebotomus papatasi*). Il a à peu près les mêmes conséquences que *T. cruzi* hypertrophie de quelques organes (foie, rate). Il s'en suit la mort après 30 jours environ. Leishmaniose viscérale : Kala azar ou maladie noire Parasite intracellulaire dans les cellules du système réticulo-endothélial de l'homme (foie – rate – moelle osseuse – ganglions lymphatiques).

Exp2 : Le *Leishmania tropica* : l'agent de la maladie cutanée ou le bouton d'orient (bouton de Biskra) et le vecteur c'est : *Phlebotomus papatasi* . Provoque une ulcération de la peau dans les cellules épithéliales et leucocytes.

Choanoflagellés

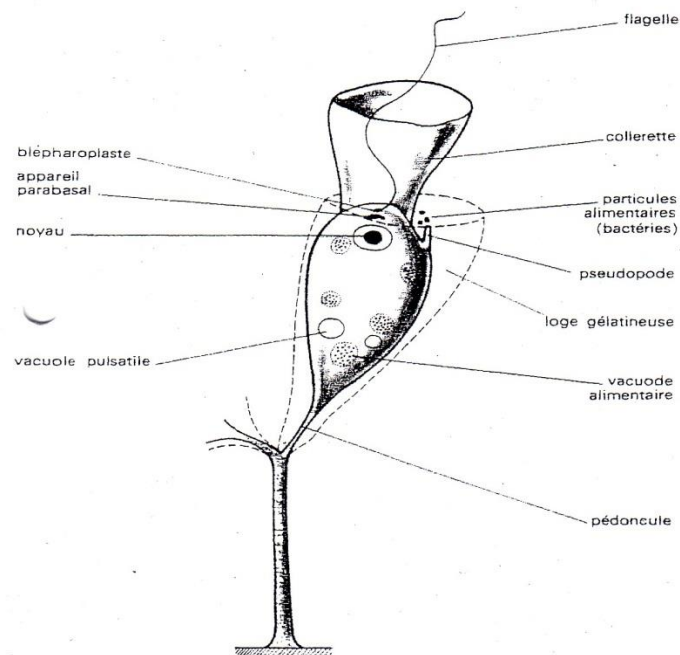


Figure 4: la forme coloniale des choanoflagellés (*Codonosiga.sp*)

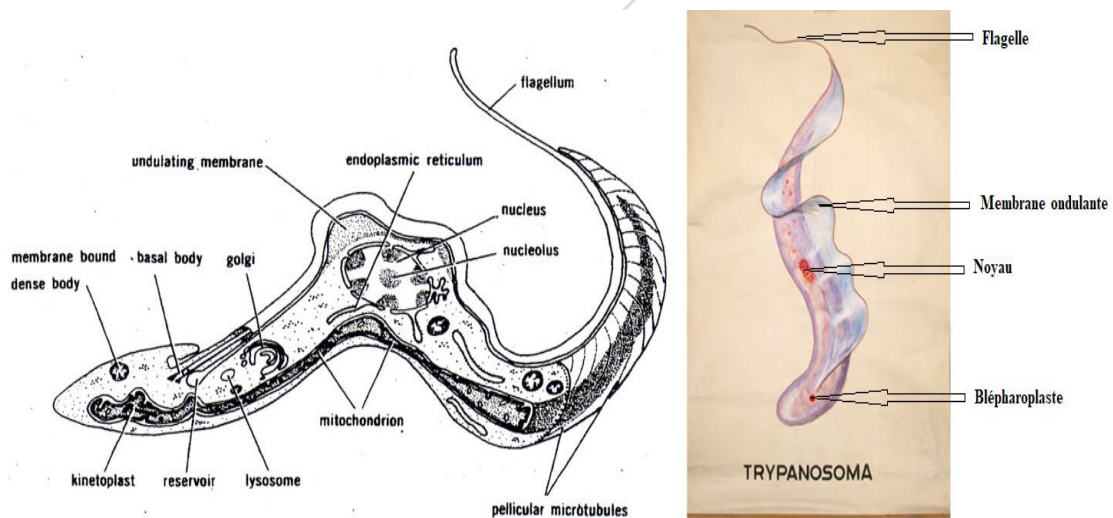


Figure 5 : Trypanosome (D'après Verdun et Mandoul, Précis de Parasitologie).

Ordre 3 : Bodonina

Les bodonides : libres ou parasites pourvus 2 flagelles inégaux : l'un dirigé vers l'avant, l'autre vers l'arrière

- Genre : *Bodo sp.* = libre – dans les eaux croupissantes
- Genre : *Cryptobia sp.* = parasite de Poissons, Mollusques, Batraciens

Classe 2 : Métamonadines (Diplomonadines) (car 2 ou plus de 2 flagelles)

Ces sont des zooflagellés de taille variable (petite à grande), la membrane est non doublée de microtubules. Ils sont généralement pourvus d'un axostyle et possèdent un nombre de flagelles supérieur à 3. Le centrosome est distinct du blépharoplaste.

Ordre 1 : Trichomonadines (plus de deux flagelles) :

3 à 6 flagelles dont 1 est dirigé vers l'arrière est libre ou lié au cytoplasme pour former une membrane ondulante (Figure), parasites monoxènes cavitaires de l'homme et de plusieurs vertébrés. **Genre : Trichomonas**

Trichomonas vaginalis : parasite de vagin chez les femmes (cause des vaginites chez la femme et des urétrites chez l'homme). **(Figure 6)**

Trichomonas itestinalis : parasite de l'intestin. Ces 2 parasites sont peut pathogènes.

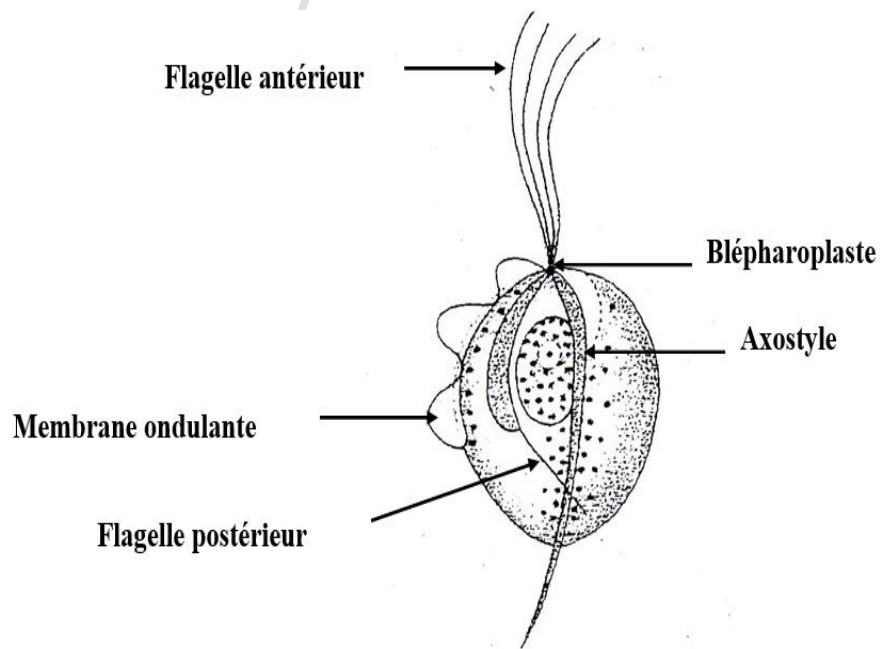


Figure 6 : La structure morphologique de *Trichomonas vaginalis*

Ordre 2 : Trichonymphines (Hypermastigida) :

C'est aussi au sein des Trichomonadines qu'on trouve les protozoaires inféodés au tube digestif d'insectes tels que les cafards ou les termites, incapables de dégrader la lignine et la cellulose. C'est un Trichomonas qui les dégrade, dans le tube digestif de cafards et termites.

Des protozoaires **sympiotiques**

Exp *Trichonympha campanula* : Vit dans le tube digestif de cafards et termites. (**Figure 7**)

Ex : *Joenia annectens* Ex : *Trychonympha agilis*

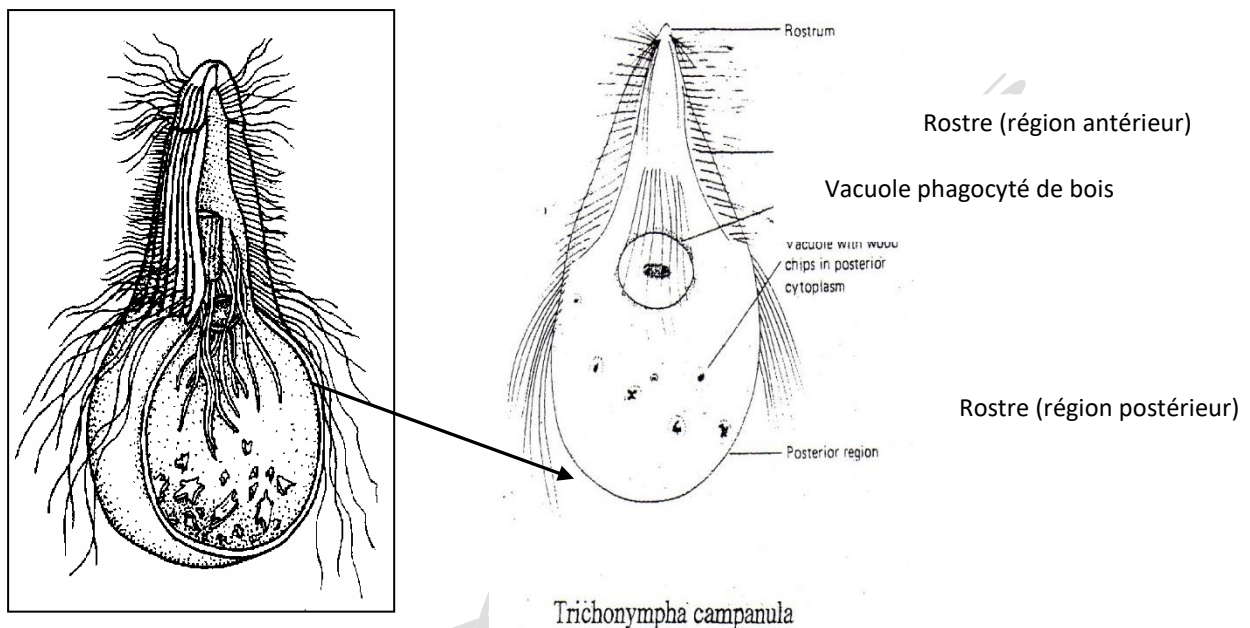


Figure 7 : La Morphologie de *Trichonympha campanula*

Ordre3 : Diplomonadines : (car 2 ou plus de 2 flagelles) Tous leurs organites sont en nombre pair et distribués symétriquement par rapport à un axostyle central Ils sont exclusivement parasites de l'intestin.

Genre : Giardia agent de la giardiose, maladie de nos régions qui atteint surtout les enfants. Les cellules se collent sur les muqueuses, détruisent certaines cellules et causent des ulcères. C'est une maladie correctement soignée. (**Figure 8**)

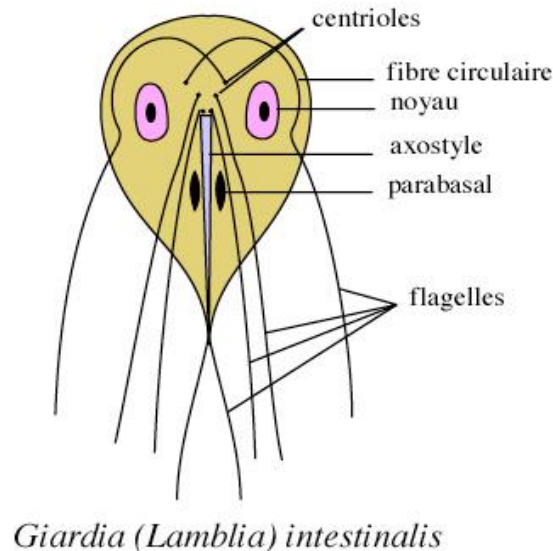


Figure 8 : *Giardia lamblia*, vue ventrale (d'après ch.A. Kofoid, 1937)

Ce parasite a été observé pour la première fois en 1681 par Antony Van Leeuwenhoek dans ses propres selles diarrhéiques [Burke (1977)]. Il a été reconnu comme cause de diarrhée chez l'homme depuis 1892. L'espèce principale de ce genre est *Giardia intestinalis*, elle est également appelée *Lambli* et *Duodenalis*. Ce parasite est retrouvé chez de nombreuses espèces de mammifères dans le monde

Exp2 : *Giardia microti* = paroi duodénale de certains rongeurs

Classe 3 : Opalines : Zooflagellés de grande taille (100-1300µm), corps entièrement recouvert de flagelles, dépourvu de centrosome, d'axostyle et de cytostome, la division binaire longitudinale. Ces sont des parasites du tube digestif de Vertébrés et du rectum de divers poïkilothermes comme la grenouille (Batraciens). Leur corps est foliacé ou fusiforme, entièrement recouvert de très nombreux flagelles courts ; 2 à n noyaux semblables.

***Opalina ranarum* :** Vit dans rectum de Grenouilles.

II-2-1-2 Emb 2 : RHIZOPODA

(« Qui ont des pieds qui font penser à des racines », ce sont les amibes)

Ces sont des protozoaires caractérisés par des pseudopodes locomoteurs et préhensiles. Ce pseudopode est une expansion (prolongements) cytoplasmique. Les Rhizopodes sont des formes libres ou parasites se reproduisant par division binaire transversale. La systématique est basée sur 2 caractères :

- L'absence ou la présence d'une coque (Thèque protectrice).
- La morphologie des pseudopodes.

- Le nombre de point d'émergence de pseudopodes sur cette coque. On distingue 3

Classe 1 : Amibes nues (Amoebozoa) lobés :

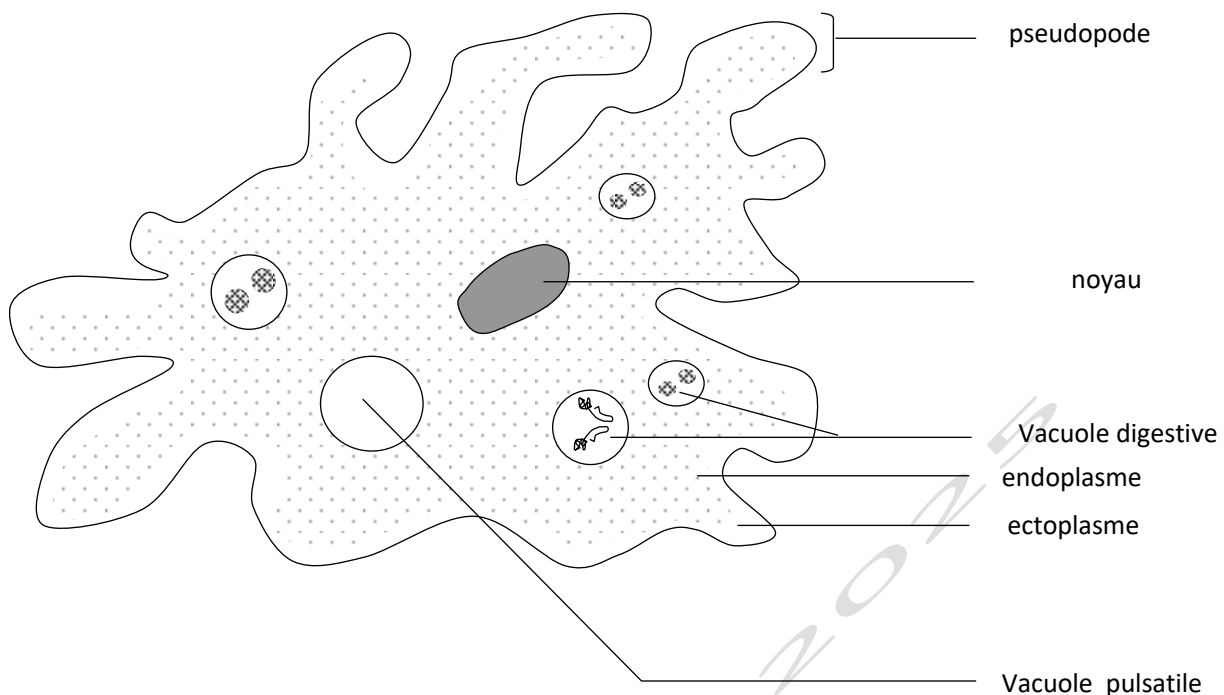


Figure 9 : Amibes nues (*Amoeba proteus*) Amibe libre.

Les amibes nues se reproduisent par *reproduction asexuée*. On ne trouve pas de reproduction sexuée chez les amibes nues.

Ils se déplacent par mouvements amiboïdes de *pseudopodes*, c'est-à-dire par mouvements cytoplasmiques qui forment des « pieds » :

Ces mouvements se font grâce au cytoplasme, appelé *protoplasme* chez les protozoaires (Rhizopodes). Ce protoplasme présente 2 zones bien marquées : l'*ectoplasme* (externe) et l'*endoplasme* (interne). La différence entre ces 2 zones en est une de viscosité. En effet, l'*endoplasme* est beaucoup plus fluide que l'*ectoplasme*.

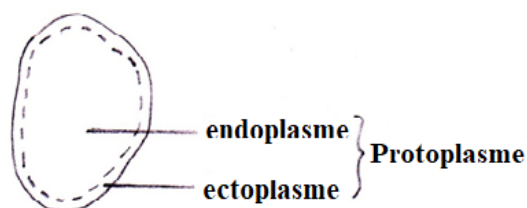


Figure 10 : Protoplasme chez les Rhizopodes

L'amibe mobilise des régions de son endoplasme qui pénètrent dans l'ectoplasme et donc se rigidifient. Un certain nombre de cellules animales adoptent également ce mouvement amiboïde.

La plupart des amibes sont libres, toutefois, certaines sont parasites et symbiotiques. Par

Exemple :

Amoeba proteus : (Amibe de grande taille d'eau douce) protozoaire d'eau douce (500 microns de long). Multiplication par division binaire. Se nourrit d'autres protozoaires, de petits métazoaires et d'algues.

- ***Entamoeba coli*** : amibe qui vit dans le tube digestif, tout à fait habituelle dans notre tube digestif (inoffensive), où elle se nourrit de débris alimentaires, de parasites et de leurs kystes (bactéries, levures flagellés) mais jamais de sang. Elle est considérée comme un auxiliaire utile

- ***Entamoeba gingivalis*** : également commune, inféodée à notre cavité buccale, inoffensive ;

- ***Entamoeba histolytica*** : beaucoup plus dangereuse, responsable de la dysenterie amibienne. Elle aussi est inféodée à notre tube digestif. Elle peut exister sous 2 formes : la forme ***minuta***, tout à fait anodine, et la forme ***histolytica***.

Dans certaines conditions, par exemple une faiblesse généralisée de l'hôte, la forme *minuta* se transforme en forme *histolytica*, qui pénètre la muqueuse digestive et se nourrit de ses cellules et de celles de l'assise conjonctive de cette muqueuse. Ceci cause des hémorragies, ulcères etc. (15 à 20 diarrhées par jour !). On s'infecte en buvant de l'eau contaminée par ses kystes.

Classe 2. Thécamoebia. (« Amibes à thèques »)

Elles présentent une sorte d'exosquelette (thèque).

Classe 3. Foraminifères.

Ils ont des orifices (foramènes) qui constituent les lieux de passage des *filopodes*. Ces filopodes sont des pseudopodes particuliers. (**Figure 11**)

Chez les **Foraminifères**, une reproduction sexuée s'installe.

Rotalia freyeri : foraminifère perforé pluriloculé

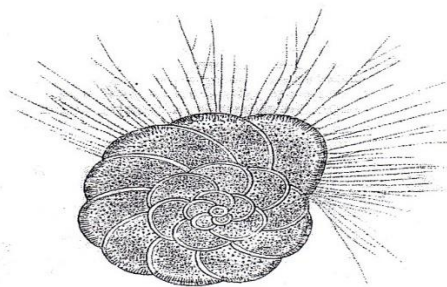


Figure 11 : Structure d'un Foraminifère

II-2-1-3- Emb 3 : ACTINOPODES

(« acti » = étoilé, structure étoilée due aux axopodes)

Présence de fins **pseudopodes** rayonnants auxquels peuvent s'ajouter des formations spéciales les **axopodes**. Ces derniers se sont des **filaments** axiaux longs et fins plus ou moins **rigides et non mobiles**, soutenus par du cytosquelette (microtubules). On a également des extrusomes : petits corpuscules qui permettent de capturer les proies. Lorsqu'une proie touche les axopodes, les extrusomes libèrent leur contenu enzymatique (→ digestion). La plupart des **Actinopodes** possèdent un **squelette** constitué de **baquettes rayonnantes** dont la disposition géométrique est parfois strictement définie, fait de **spicules** ou des **plaques**. On ne connaît que la reproduction asexuée dans cet Embranchement

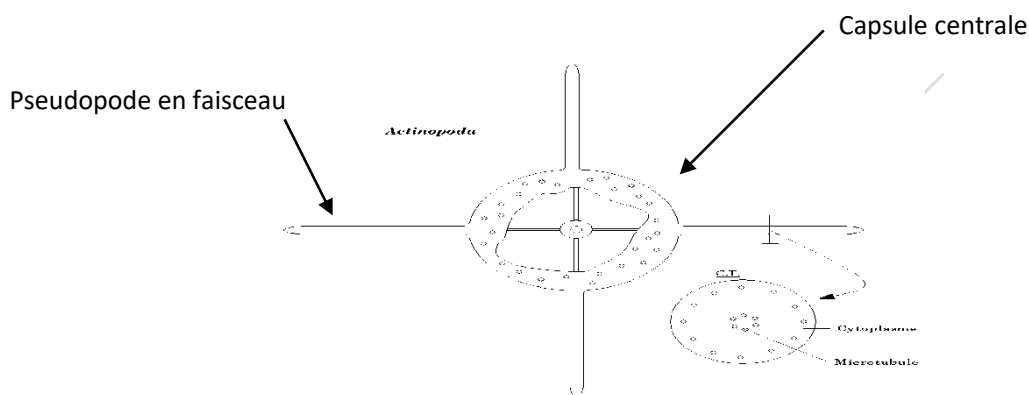


Figure 12 : la structure Morphologique des Actinopodes

Il existe 3 classes d'actinopodes :

- **Classe 1. Héliozaïres** (dulcicoles) **A**
- **Classe 2. Radiolaires** (marines) **B**
- **Classe 3. Acanthaires** (marines) **C**

Tous sont capables de développer un squelette : La nature du squelette varie selon les groupes. Les héliozaïres et les radiolaires ont un squelette siliceux, tandis que les acanthaires ont un squelette fait de sulfate de strontium. Ce sulfate de strontium se dissout et on n'a donc pas de fossiles des protozoaires.

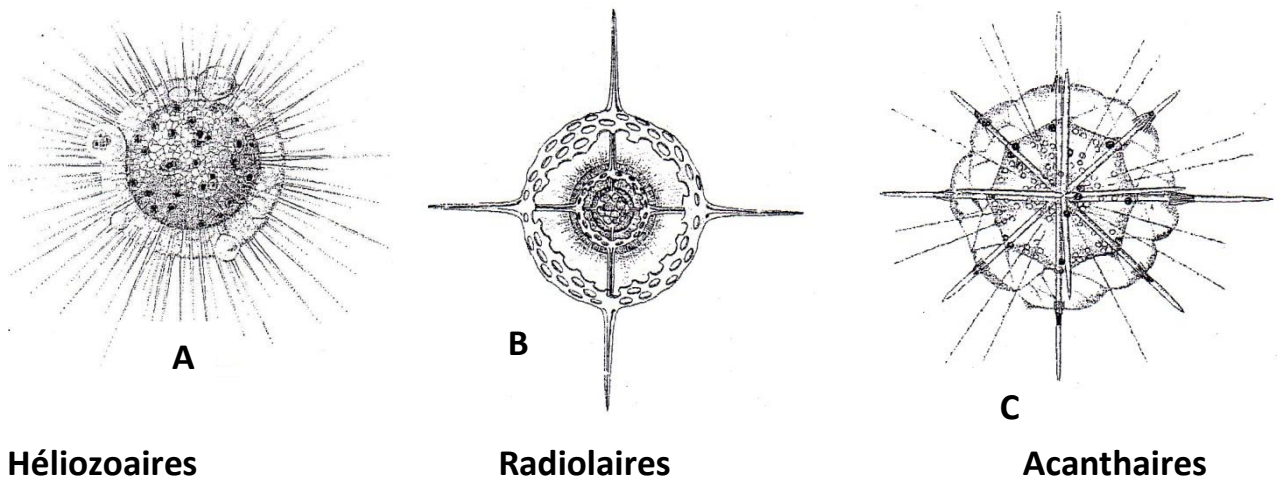


Figure 13 : la structure Morphologique des Actinopodes

(Héliozoaires, Radiolaires, Radiolaires)

II-2-2- Emb 4 : Sporozoaires Apicomplexes

Ces sont des protozoaires parasites extracellulaires ou intracellulaires aussi bien pour les invertébrés que pour les vertébrés monoxènes ou hétéroxènes. Ces parasites sont dépourvus d'appareils locomoteurs, mais ils émettent des spores flagellées pendant leur cycle reproducteur. Leur cycle de développement débute toujours par un germe vermiforme (le sporozoïte : ce sont des organismes haploïdes). Généralement sont transmis par un vecteur (moustique,) Ex : Plasmodium responsable du paludisme

Classification et les principales espèces : Il y a 3 Classe

1/Classe des Grégarinomorphes (gregis = groupe) : Ces sont des protozoaires mobiles de grande taille à l'état végétatif, parasites monoxènes du tube digestif ou de la cavité générale des invertébrés (Annélides, Mollusque, Arthropodes), ils se nourrissent par osmose.

Exp : **Grégarina garhami** parasite de tube digestif des larves et adultes de **Schistocerca gregaria** .

2/Classe des Sarcosporidés (sarcos = muscle) : parasites des muscles chez les Mammifères, oiseaux et Reptiles où ils forment des kystes allongés (Plasmodes : contenant de nombreux noyaux).

Exp : **Sarcocystis tenella** parasite surtout les moutons et qui formant des kystes dans l'œsophage, le diaphragme et le cœur.

3/Classe des Coccidomorphes (Coccidies) (coccus = grains) : Sporozoaires de taille moyenne à petite, immobiles à l'état végétatif, parasites intracellulaires d'invertébrés (Annélides, & Arthropodes) et de vertébrés.

Leur cycle présente en alternance une reproduction gamogonie et une division schizogonie qui peuvent se dérouler chez le même hôte ou chez 2 hôtes distincts, ou on distingue deux groupes des coccidies.

3-1/ Coccidies monoxènes : à 1 seul hôte

Exp1 : *Eimeria perforans* parasite de l'intestin grêle du lapin et détermine la Coccidiose intestinale appelée maladie du gros ventre.

Exp2 : *Eimeria zurnii* : parasite les veaux et détermine la diarrhée rouge.

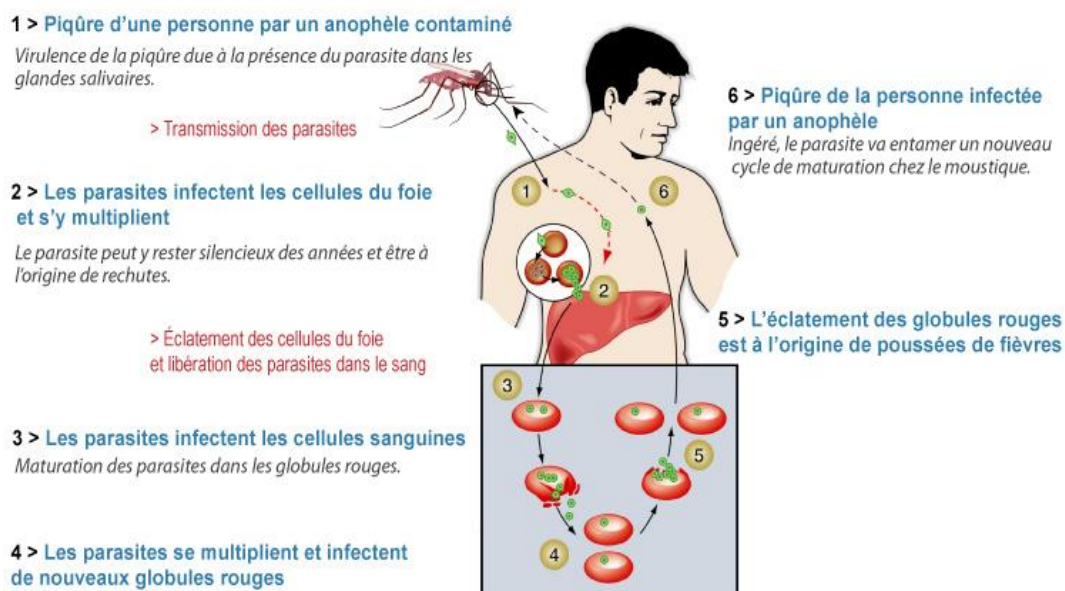
3-2/ Coccidies hétéroxènes : à plusieurs hôtes (coccidies sanguinicoles) : transmis par les moustiques à l'aide de la piqûre de femelles d'Anophèles (Diptères) provoquant les diverses formes de paludisme :

La fièvre tierce maligne : agent causal c'est le *Plasmodium falciparum*.

La fièvre tierce bénigne : agent causal c'est le *Plasmodium vivax*.

La fièvre quarte (Malaria) : agent causal c'est le *Plasmodium malariae*

Cycle évolutif de *Plasmodium falciparum* (Paludisme)



(Anonyme. 2011)

Coccidie responsable du paludisme, son cycle complet nécessite le passage par deux hôtes successif (parasite hétéroxène) : un vertébré l'homme et un invertébré le moustique du genre Anophèles

II-2-3- Emb 5 : Cnidosporidies (Myxozoaires)

Généralités : Ces sont des protozoaires parasites d'invertébrés et de poissons, leur cycle de développement commence sous la forme d'un petite **germe amiboïde (sporoplaste)** dans L'accroissent entraîne la formation de volumineux plasmode plurinuclée à l'origine de tumeur chez hôte. A l'intérieur de ces **plasmodes** se différencient des spores complexes (la reproduction se fait par les spores qui sont rigide aux facteurs extérieurs contrairement aux cocciformes qui sont sensible aux Antibiotiques).

Classification des Cnidosporidies : se divise en 3 classes :

Classe 1 : Myxosporidies (Myxa = mucosité)

Ces sont des parasites des poissons douce. Les spores se forment par paire au sein d'un plasmode. Ces spores possèdent 1,2 ,3 ou 4 capsules polaires.

Exp : *Myxobolus pfeiferi* parasites des poissons comme le *Barbus* (Barbeau) et *Leuciscus* (*Gardon*) qui s'infestent en absorbant des spores mûres. Ces spores se développent et formant de nombreuses tumeurs au niveau des muscles (5 à 6 cm de diamètre).

Classe 2 : Microsporidies

Ces sont des protozoaires parasites intracellulaires dont le stade initial est un germe amiboïde. Le sporoplaste a le stade final une spore unicellulaire avec filament spiral.

Exp : ***Nosema apis*** agent de la pébrine chez les Abeille où il lui provoque diarrhéique aigue (la dysenterie de l'abeille).

Classe 3 : Actinosporidies (Actis = rayon)

La spore possède une structure complexe comporte 3capsules polaires, plusieurs sporoplastes uninuclées. **La spore mûre** contient plusieurs germes amiboïdes, tenus pour infectants, sont des parasites des Oligochètes (Annélides)

Exp: *Triactinomyxum ignotum* vit dans la cavité viscérale des Oligochètes (**Esp : *Tubifex Tubifex***)

II-2-4- Emb 6 : Ciliés Ciliophora (Infusoires)

Protozoaires de taille moyenne ou grande, porteurs de cils vibratiles entre lesquels s'intercalent les trichocystes au moins pendant une partie de leur cycle (Les cils se disposent selon les lignes longitudinales spiralées. **Exemple : La Paramécie** leur battements sont coordonnées et ils assurent d'une part la locomotion de la cellule et d'autre part créent des courants d'eau amenant des particules alimentaires à l'animale). Ils possèdent deux noyaux :

Le premier c'est le micronucléus qui est de petite taille et le second macronucléus qui est beaucoup plus grand de taille beaucoup plus volumineuse. Le macronucléus intervient dans tous les processus métaboliques et le micronucléus intervient au moment de la reproduction sexuée. Dans la reproduction asexuée ils ont la caractéristique de se reproduire de manière caractéristique que l'on appelle la **division binaire** transversale. La reproduction sexuée est une spécification caractéristique et prend le nom de **conjugaison**. Habitent les eaux douces et salées sous forme libre ou parasite. Ce sont des Protozoaires qui présentent un degré d'organisation le plus élevé

Porte deux classes : classe de l'**Euciliata** et classe de **Tentaculifères (Acinétiens)**.

Classe 1 : Euciliata (vrai Ciliés)

Ces sont des protozoaires dont le corps est recouvert des Cils. La plus part sont des infusoires libres habitent les eaux salées, douces. Leurs espèces sont très nombreuses selon la répartition et l'agencement des cils on distingue :

Sous-Classe 1 : Holotriches (Cils homogènes, séparés et uniformément répartis) :

Ordre 1 : Hyménostomes : possèdent une ciliature prébuccale.

Espèce : *Paramecium caudatum* (Figure14).

Paramecium caudatum : Ce cilié libre est commun dans les eaux stagnantes, il se nourrit de bactéries, mesure environ un quart de millimètre. Son corps est recouvert de cils vibratiles leur battements sont coordonnés et ils assurent d'une part la locomotion de la cellule et d'autre part créent des courants d'eau amenant des particules alimentaires à l'animale. Les cils peuvent s'agglutiner et former soit des cires : organites plus spécialement locomoteurs, soit des membranelles généralement situées au niveau du péristome ou du **cytopharynx** et ayant un rôle alimentaire. Le péristome se prolonge dans le cytoplasme par un cytopharynx pourvu d'une membranelle les mouvements de la membranelle poussent les microorganismes et les particules alimentaires vers le fond du cytopharynx où se forme une vacuole alimentaire. Lorsque cette dernière est formée, elle se détache et entreprend une **cyclose** dans le cytoplasme. Dès qu'elle s'est détachée, une nouvelle **vacuole** se forme derrière elle. Des enzymes élaborées par le cytoplasme pénètrent dans la vacuole et permettent la digestion des proies ingérées.

Ordre 2 : Péritriches : pourvus d'un pédoncule de fixation,

Espèce : *Vorticella (Vorticellide opercularia)*

Classe 2 : Tentaculifères (= Acinétiens) : Des infusoires parasites ou symbiotes, possèdent des cils pendant leur premier stade de cycle de vie, puis acquièrent des tentacules creux, suceurs, terminés par une ventouse. Ventouses pour leurs fixer et assure la nutrition.

Exp : *Balantidium coli* : infusoire parasite vit dans le gros intestin de l'homme cause la

BALANTIDIOSE : Affection exceptionnelle chez l'homme, favorisée par des conditions d'hygiène défectueuses et la malnutrition, touche surtout les animaux (porcs ++). C'est le seul cilié parasite de l'homme et le plus grand protozoaire parasite de l'espèce humaine.

L'enkystement :

Les infusoires libres et certains parasites disposent de la faculté de s'enkyster quand l'environnement leur devient très difficile. Ils rejettent à l'extérieur des substances (protéiques ou glycoprotéiques) qui forment une coque continue imperméable. L'animal enkysté mène une vie quasi latente et devient capable de résister à très basses températures et à la dessiccation. Les kystes jouent un rôle dans la dissémination de l'espèce : transport par le vent, les oiseaux d'eau ect.

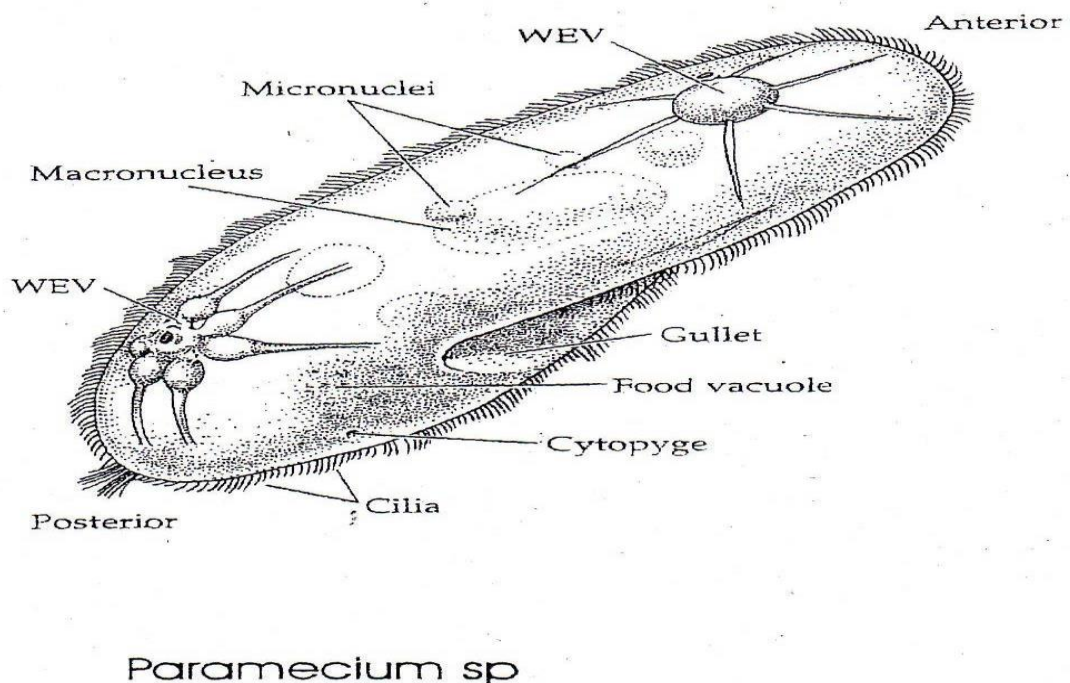


Figure14 : *Paramecium caudatum*

III-Sous Règne des MÉTAZOAIRES

(Méta = plusieurs et zoo = animal)

Les animaux pluricellulaires, ou **Métazoaires**, possèdent un corps composé de nombreuses cellules spécialisées. Leur reproduction est généralement sexuée, impliquant des cellules différenciées appelées gamètes : l'**ovule** (ou œuf) chez la femelle et le **spermatozoïde** chez le mâle. Au cours du développement embryonnaire, leurs cellules s'organisent en feuillets, ou couches cellulaires. En fonction du nombre de ces feuillets embryonnaires, on distingue deux grands types de Métazoaires : les **Diploblastiques**, qui possèdent deux feuillets, et les **Triploblastiques**, qui en possèdent trois.

III-1- Les Métazoaires Diploblastiques

Les Métazoaires diploblastiques présentent, à la fois au stade embryonnaire et à l'âge adulte, deux couches cellulaires distinctes :

- **L'ectoderme**, qui assure une fonction de protection,
- **L'endoderme**, impliqué dans la nutrition et, dans certains cas, la reproduction.

Ces deux couches sont séparées par une substance gélatineuse appelée **mésoglée**.

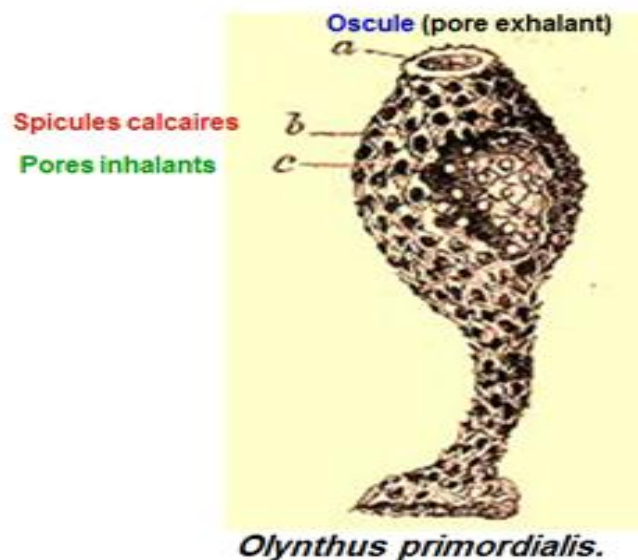
Ce sont des animaux exclusivement aquatiques, vivant principalement en milieu marin, bien que certaines espèces puissent être rencontrées en eau douce.

Ils représentent les formes les plus primitives des Métazoaires : ils ne possèdent ni organes différenciés, ni appareils, et ne présentent jamais de tête.

On les regroupe en trois embranchements principaux : **les Spongiaires, les Cnidaires et les Cténaires**.

III-1-1- Embranchement des Spongiaires ou Eponges :

- **Porifères** : corps possèdent plusieurs pores inhalant et un seul pore exhalant (oscule).
- Organismes essentiellement marins et sessiles (vivant fixés) avec un pédoncule au niveau des roches et plantes, avec des seuls mouvements à l'aide des contractions locales du corps (myocytes), des mouvements d'ouverture et de fermeture des pores.
- Corps sans symétrie, ne possèdent pas d'organes, pas d'appareil circulatoire, ni excréteur, ni respiratoire, avec système nerveux rudimentaire.
- Ils possèdent des cellules flagellées : choanocytes revêtant la cavité interne de l'animal (rôle dans la capture des particules alimentaires qui pénètrent dans l'éponge).
- Portent des spicules calcaires ou siliceux à rôle de défense.
- Les spongiaires sont soit **gonochoriques** (sexe séparés) comme les Eponges calcaires, soit **hermaphrodites** comme les éponges siliceuses, la reproduction peut être sexuée ou asexuée (par bourgeonnement).
- Digestion exclusivement intracellulaire : Ce sont des microphages (se nourrissent de microorganismes : Bactéries, Algues et Unicellulaires).



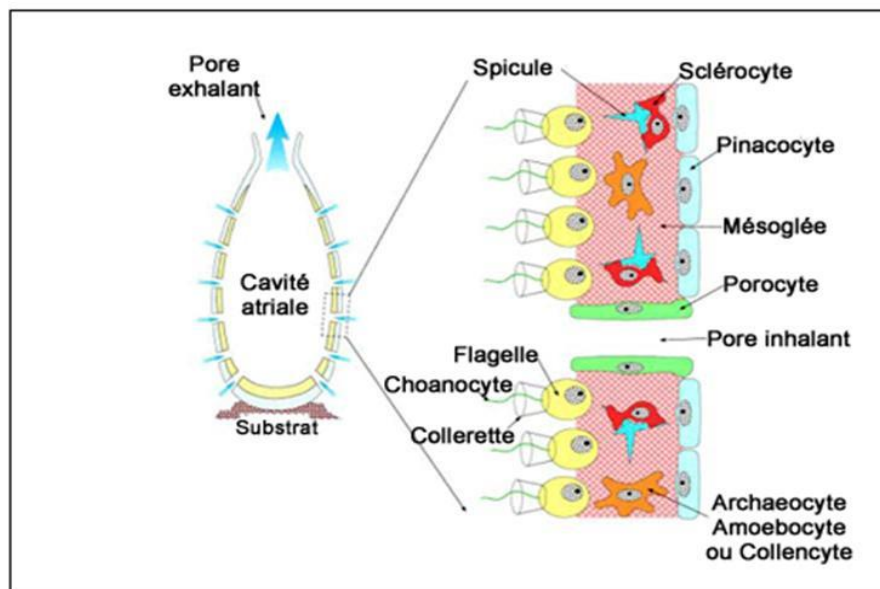
Les cellules des Spongiaires :

***Collencytes :** cellules ramifiées dont les prolongements anastomosés forment un réseau au sein d'une sorte de gelée polysaccharidique qu'ils sécrètent ou circulent des cellules mobiles.

***Les Porocytes :** cellules drain tubulaires, creusées d'un canalicule intracytoplasmique transversent la mésogée et unissent les feuillets interne et externe l'orifice périphérique est un pore inhalant.

***Amoebocytes :** Cellules arrondies capables de se déplacer par mouvement amiboïdes, cette cellule peuvent donner naissance à différentes catégories cellulaires spécialisées et en particulier aux **gonocytes**, **phagocytes**, et aux **myocytes** (cellules contractiles groupées en sphinctes au tour de l'Oscule)

***Sclérobaste :** d'origine ectodermique élaborent deux types au moins de spicules calcaires.

**Paroi des spongiaires****Classification des Spongiaires :**

Les spongeaires (avec 5000 espèces), sont classés selon la nature des spicules (squelette et défense) en 3 classes:

Classe1 : des Calcisponges

Présence de spicules calcaires présentant 2, 3 ou 4 pointes (diactines, triactines, tétractines)
Spicules sécrétées par les scléroblastes

Sous-classe1 : des homocoeles : Atrium complètement tapissé de choanocytes (**ascon**). **Exp :**
Leucosolenia

Sous-classe2 : des heterocoeles : Atrium tapissé de choanocytes et de pinacocytes (**sycon et leucon**) *Exp. Leucandra*

Classe2 : des Hexactinellides (Type sycon)

Présence obligatoire de spicules siliceux à six pointes (hexactines ou triaxones (3 axes)).
Présence de grands spicules (mégasclères) et petits spicules (microsclères – associés aux mégasclères) pouvant former un réseau continu. On les trouve dans les eaux calmes et en profondeur (>200m)

Ordre1 : des Amphidiscophores

Microsclères en forme d'haltères (amphidisques)

Ordre2 : des hexasterophores

Microsclères en forme de plumet (hexaster).

Ex. Euplectella

Classe 3 : des Démosponges

Type leucon exclusivement

Spicules non obligatoires mais siliceux. Lorsqu'ils sont présents, de formes très variées mais jamais triaxones. Réseau de fibres de spongine fréquent.

Ordre1 : des Tetraxonides

Mégasclères tétraxones (4 axes)

Ordre2 : des Monoaxonides

Mégasclères monoaxones (1 seul axe)

Ex. Tethya

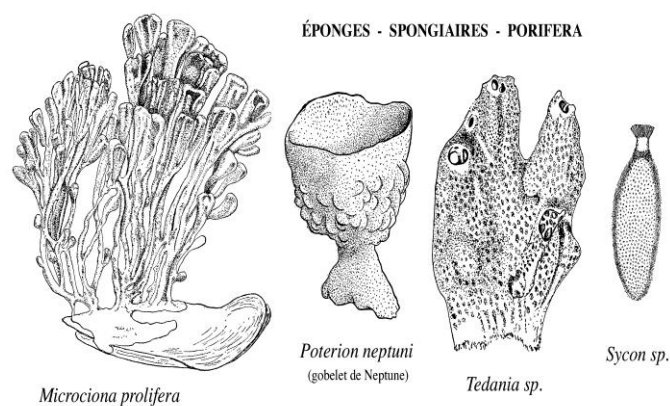
Ordre3 : des monoceratides

Pas de mégasclères. Fibres de spongine en réseau.

Ex. Euspongia officinalis (éponge de toilette).

Ordre4 : des hexaceratides

Uniquement fibres de spongine orientées selon 3 axes.



III-1-2- Embranchement des Cnidaires:

- Animal porte un seul pore qui joue le rôle de la bouche et l'anus.
- 99% marins et 1% d'eau douce , à symétrie radiaire.
- Possèdent des cellules protectrices: **Cnidocytes** (cellule de défense qui porte une substance toxique(venin) qui va paralyser les proies et les prédateur.
- Possèdent deux formes: **1-polype**: tube fixée, asexuée et benthique.

2-méduse: libre, pélagique et sexuée.

- Animal **gonochorique**(sexe séparé: porte soit gamètes mâle ou femelle).
- Plusieurs tentacules entourent la bouche.

Les cellules des Cnidaires :

Le Cnidoblaste (*blastos* = bourgeon) : Le Cnidaire possède un caractère propre, une cellule spécialisée, le nématoblaste, ou cnidoblaste, appareil venimeux servant à la défense et à la capture des proies. Les cnidoblastes sont nombreux au niveau des tentacules. Il ne sert qu'une seule fois; lorsque le cnidocyste s'est ouvert et que le venin a été évacué à l'extérieur, le cnidoblaste meurt et est remplacé par un autre, issu d'une cellule interstitielle.

***Les cellules épithélio-musculaires** : Elles forment le revêtement de l'animal. Elles possèdent, à leur base, des myofilaments.

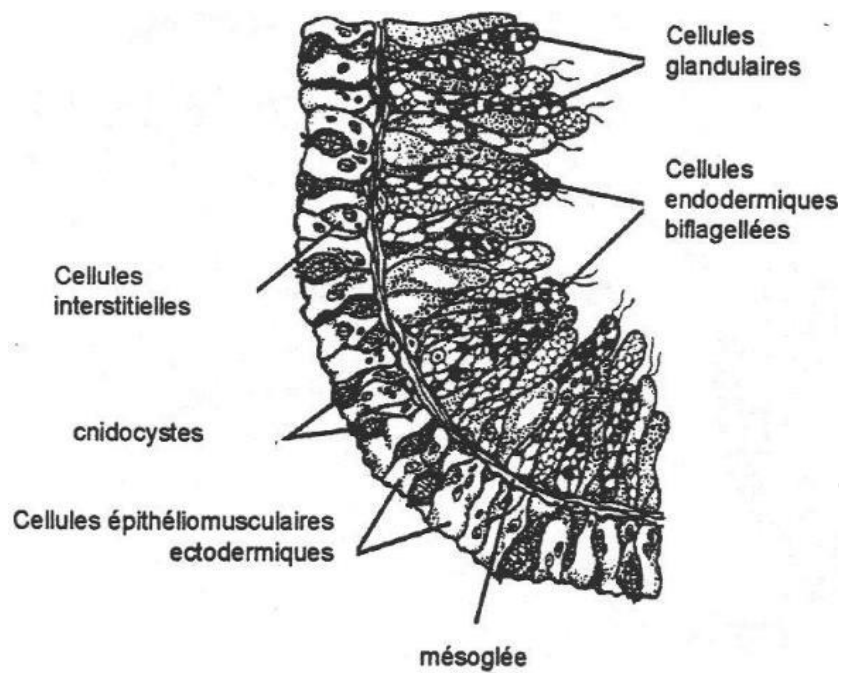
***Les cellules interstitielles** : Il s'agit de cellules de type embryonnaire qui peuvent se différencier en divers types de cellules ectodermiques.

***Les cellules sensorielles** : Elles sont étroites et nombreuses sur les tentacules.

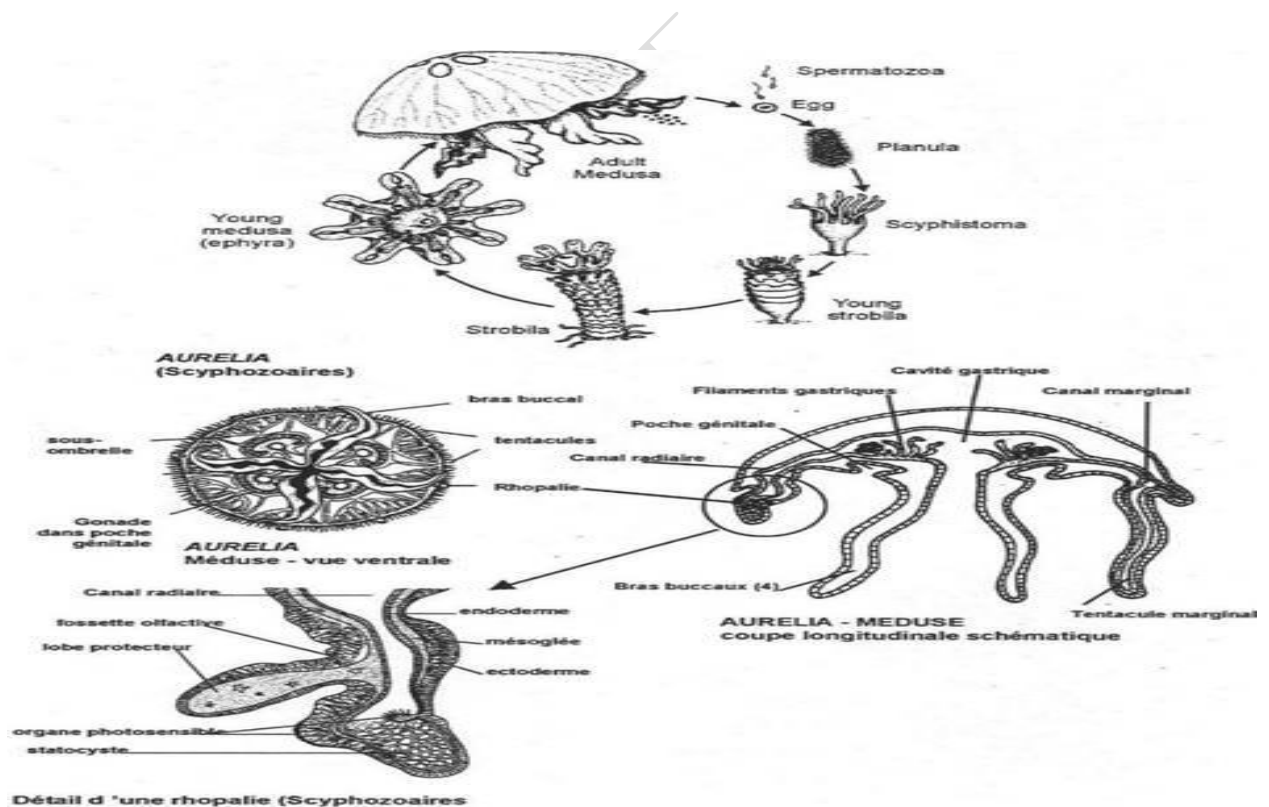
***Les cellules digestives** : Ce sont des cellules flagellées qui ont un rôle phagocytaire. Elles possèdent de nombreuses vacuoles digestives ; à la base de ces cellules, on note la présence de myofilaments.

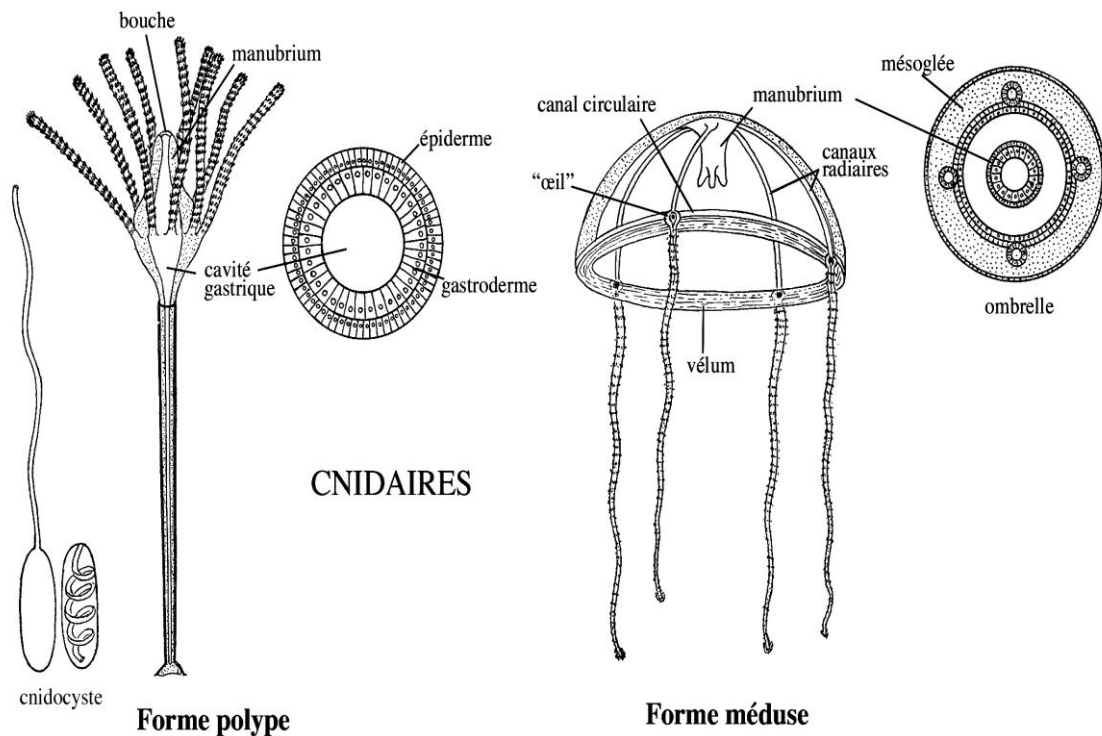
***Les cellules glandulaires** : Elles sécrètent des diastases qui débutent la digestion des proies dans la cavité gastro vasculaire.

***Les cellules basales** : Ce sont des cellules indifférenciées. Ce sont surtout des cellules sécrétrices.



PAROI DES CNIDAIRES





Classification des Cnidaires:

Selon l'importance relative des deux formes de vie dans le cycle biologique, il existe trois Super classes de cnidaires : les **anthozoaires**, les **hydrozoaires** et les **scyphozoaires**.

1-La Super classe des Hydrozoaires (du grec hydra=serpent de mer) :

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.

Ex : *Chlorohydra viridissima* (l'hydre verte).

2-La Super classe 2 des Anthozoaires. (du grec anthos=fleur) :

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**). Le pharynx est aplati latéralement. La cavité gastrale voit l'ectoderme former des replis qui déterminent des cloisons. Dans la région antérieure, ces cloisons se soudent au pharynx : on a alors des loges. Il y a **autant de tentacules que de loges**.

Ex : *Corallium rubrum* (corail rouge)

3-La Super Classe 3 des Scyphozoaires (du grec skyphos=tasse):

On les nommés aussi méduses **acraspèdes**. Le cycle est caractérisé par la brièveté de la phase polype et l'importance de la phase méduse. Le cycle typique est celui **Ex : Aurelia aurita**

III-1-3- Embranchement des Cténaires (Cténophores) :

- Marins différentes aux Cnidaire, pélagiques et transparents.
- Corps en forme de sac avec un seul orifice assurant les fonctions anale et buccale.
- Carnivores et chaque espèce porte une forme.
- Possèdent une symétrie bilatérale..
- L'ectoderme porte des cellules à propriété adhésive appelées :**colloblastes** et des **tentacules** vibratiles.



III-2- Les Métazoaires Triploblastiques:

Les Métazoaires triploblastiques se caractérisent par la présence de **trois feuillets embryonnaires** : l'**ectoderme**, le **mésoderme** et l'**endoderme**. En fonction de la présence ou de l'absence d'une **cavité corporelle générale**, appelée **cœlome**, ces organismes sont classés en deux grands groupes :

- Les **Acoelomates** (sans cœlome)
- Les **Coelomates** (avec cœlome)

III-2-1- Les Métazoaires triploblastiques sans cavité générale (Acoelomates)

Chez ces organismes, le **mésoderme** ne délimite pas de cavité interne ; il forme à la place un **tissu compact**, appelé **parenchyme**, ce qui signifie qu'**aucun cœlome** n'est présent.

Ce groupe d'acoelomates se divise en **deux embranchements principaux**

III-2- 1-1- Embranchement des Plathelminthes(platodes: vers plats)**A. Caractères généraux**

- Appelés aussi Platodes ou vers plats, ce sont des animaux à corps aplati dorso-ventrale plus au moins long avec symétrie bilatérale et région antérieure céphalique(tête :fonctions sensorielles) et postérieure caudale(queue).

1.Les plathelminthes métazoaires triploblastiques, les plus primitifs il y a apparition du mésoderme (troisième feuillet embryonnaire) qui dérive de l'endoderme pendant le développement embryonnaire.

2.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.

4. 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'hémolymph).

5.L'**appareil respiratoire** est absent : les échanges gazeux s'effectuent à travers le tégument de l'animal, ou bien, comme chez les parasites, il n'y aura pas d'échange gazeux.

6. L'**appareil digestif** est soit incomplet, soit absent. S'il est incomplet, c'est qu'il lui manque l'anus : « appareil en cul de sac ». S'il est absent, les échanges seront possibles par osmose (pour les parasites).

7.L'ectoderme donne un système excréteur simple constitué de **cellules à flamme** (cils vibratils) – **protonéphridies**

8. **Ce système nerveux** central comprend deux ganglions cérébroïdes réunis par une commissure du même nom. De ces ganglions partent les cordons nerveux latéraux (longitudinaux) et de nombreuses commissures transversales.

Les plathelminthes comprennent environ 50 000 espèces et peuvent être libres ou parasites. Il existe trois classes : Turbellariés (planaires), Trématodes (douves), Cestodes (Ténia)

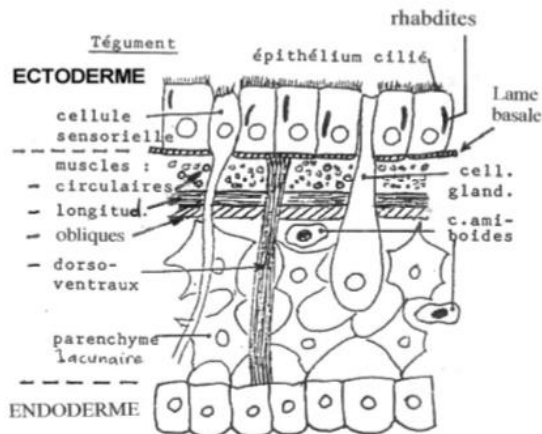
Classe1 : Les Turbellariés (*turbo* = tourbillon).

Les turbellariés sont essentiellement aquatiques (eau douce / marin) avec quelques formes terrestres (dans les forêts tropicales humides). Leur taille est souvent inférieure à 2 centimètres et peuvent exceptionnellement atteindre 60 millimètres. Ils sont libres et non segmentés. Ils présentent une région antérieure avec deux yeux> (ou plus) et des auricules. Ils ont une région spécialisée au moment de la reproduction

Le Tégument :

L'épithélium des turbellariés est cilié, épidermique. Le battement des cils sur l'épithélium permet la locomotion. Sous cet épithélium, on trouve une membrane basale puis différentes couches musculaires (circulaire, oblique, longitudinale). Entre les couches musculaires, on distingue des cellules glandulaires qui peuvent émettre des digitations vers l'épithélium. Au niveau de la membrane basale, on a localement des cellules sensorielles. Les cellules épithéliales ont un petit corpuscule (rhabdite) à rôle encore inconnu. Elles produisent un mucus à l'extérieur de l'animal pour enrober

L'appareil digestif : Un orifice (bouche) s'ouvre dans le 1/3 postérieur de l'animal. Cette bouche est suivie d'un pharynx d'origine ectodermique ; il est musculéux et peut être dévaginable. Après le pharynx, on a l'intestin, très volumineux, pouvant être ramifié



Tégument d'un Turbellarié

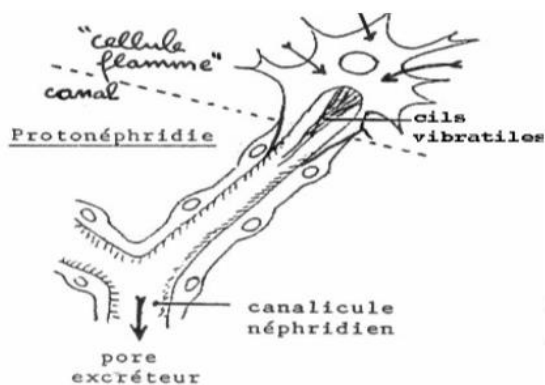
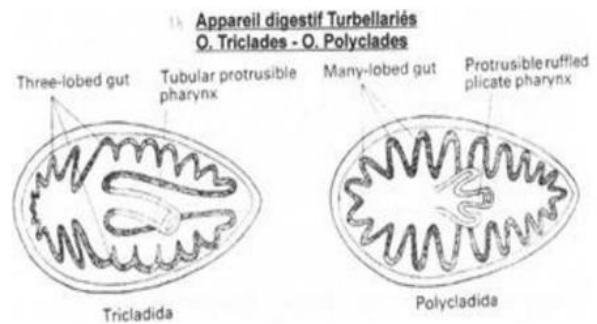


Schéma d'Appareil excréteur Turbellariés



L'Appareil digestif d'un Turbellariés

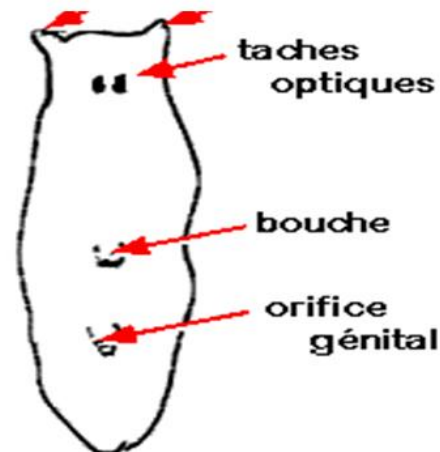


Schéma de la morphologie d'une planaire (face ventrale)

Classification : La systématique est basée sur la forme et la structure de l'appareil digestif :

- **L'ordre des Acèles (ou Acoèles) :** l'appareil digestif est réduit. On y trouve la bouche ainsi qu'une petite cavité buccale (il n'y a ni pharynx, ni intestin). Les formes de cet ordre sont essentiellement marines.
- **L'ordre des Rhabdocèles :** ils ont une bouche, un pharynx et un intestin rectiligne simple.
- **L'ordre des Polyclades :** L'intestin est très développé et ramifié. Les ramifications sont rayonnantes par rapport au centre de l'animal.
- **L'ordre des Triclades :** L'intestin est formé de trois branches (une antérieure et deux postérieures). De plus, chacune des branches est diverticulée.

Chez les triclades, on trouve les **Planaires** : *Polycelis nigra* ; *Dendrocelum lacteum*



On pourra distinguer trois **sous-ordres** en fonction de l'écologie des espèces:

***Sous-ordres1 :Les Terricoles** sont terrestres.

***Sous-ordres2 :Les Maricoles** sont marins.

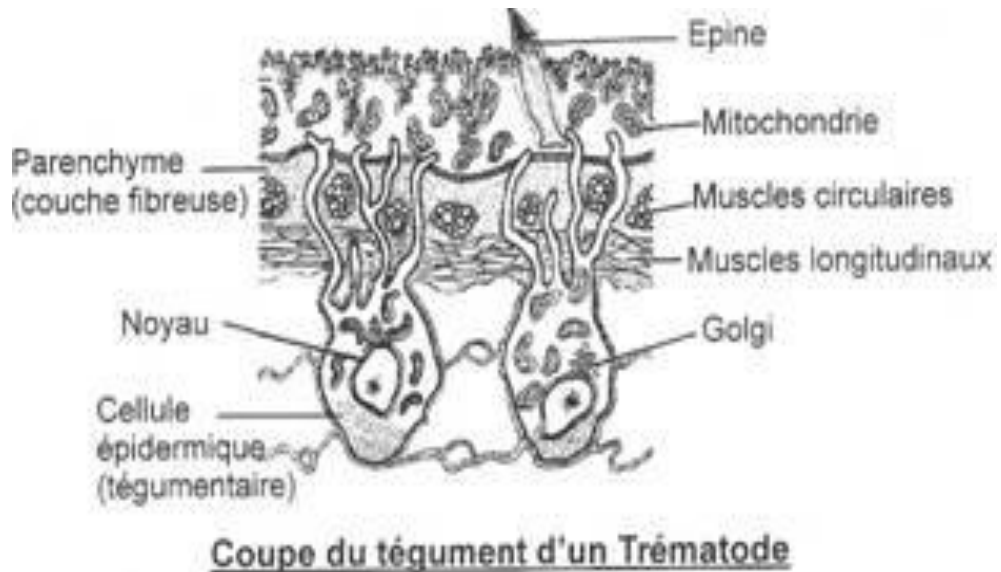
***Sous-ordres3 :Les Paludicoles** sont d'eau douce.

Classe2 : Les Trématodes (*trema* = orifice, *eido* = forme; forme trouée)

Les trématodes sont des parasites internes de vertébrés. Leur cycle fait intervenir un, deux ou plusieurs hôtes (**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.
- ✓ Il y a développement d'organes de fixation qui sont souvent une **ventouse buccale antérieure** et une **ventouse ventrale** ou « **acétabulum** »
- ✓ **Les animaux à deux ventouses sont appelés « distomiens ».**
- ✓ Le développement est indirect avec de nombreuses formes larvaires asexuées : il y a un développement emboîté chez les trématodes.

Le Tégument : Le tégument des trématodes ressemble à celui des turbellariés. Ce tégument est recouvert par une cuticule avec des écailles ou des épines.



Système nerveux : Le système nerveux est concentré en arrière de la ventouse buccale. Sa structure est proche de celle des turbellariés, avec des ganglions cérébroïdes reliés par une commissure.

L'appareil digestif : La ventouse est antérieure, terminale ou sub-terminal et s'ouvre au centre de la ventouse buccale. Il n'y a pas d'anus. **L'appareil excréteur :** La structure de l'appareil excréteur est identique à celle des turbellariés (**protonéphridien**)

4 / L'appareil reproducteur : Les trématodes sont hermaphrodites.

La Systématique des Trématodes : elle est basée sur :

- 1/ l'organisation des appareils de fixation.
- 2/ la nature de relation hôtes - parasite.
- 3/ le nombre des hôtes indispensables à l'accomplissement du cycle évolutif.

Cette classe est divisée en 3 Sous-classe :

Sous-classe1 : Trématodes Monogénies ou Hétérocotylés (Polystomiens) : Leurs cycle de développement nécessite un seul hôte, ce sont des ectoparasites de poissons (branchies, cavité buccale) qui possède des ventouses et des crochets comme disque on distingue 2 ordres :

Ordre1 : Monoopisthocotyles : avec un hôte postérieur constitué par une ventouse unique armée de crochet.

Ordre1 : Polyopisthocotyles : un hôte postérieur avec 2 rangées de petite ventouse armée

Sous-classe2 : Trématodes Digénies ou Malacocotylés :

Ce cycle comporte de nombreux stades : on parle alors de « développement emboîté ». Les diverses formes larvaires viennent du cycle théorique des trématodes (plusieurs stades larvaires avant le stade adulte).

Exemple1 : La grande Douve du foie, *Fasciola hepatica*.

Le cycle parasitaire : *Fasciola hepatica*

L'adulte se trouve dans le foie de mouton (L'hôte définitif). L'hôte intermédiaire est un gastéropode aquatique (Limnée) infesté par le stade larvaire **miracidium** (qui est libre et nageur dans le milieu aquatique). La larve **miracidium**, par enkystement en **sporocyste**, donne des **rédies**. Selon les conditions de température on passe au stade **cercaire**. Puis le **stade cercaire** se fixe et s'enkyste en **métacercaire** sur les plantes aquatiques comme le cresson. 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*.

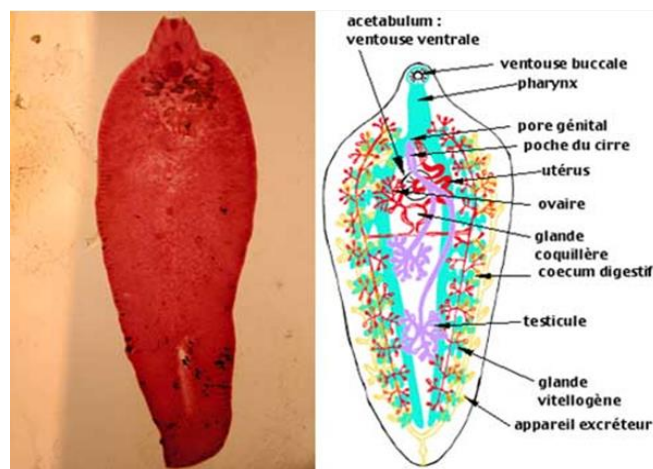
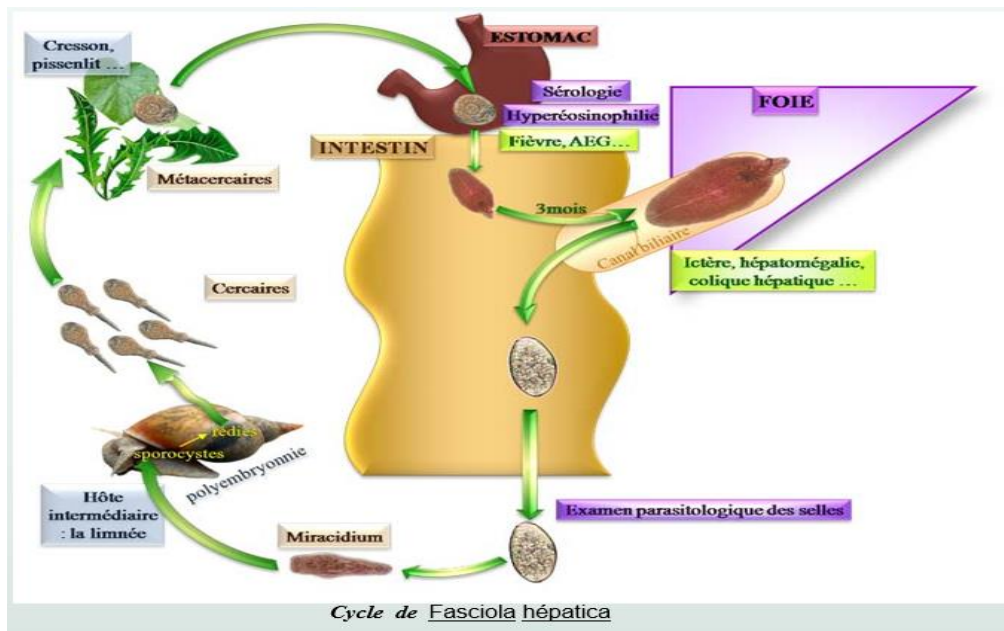


Schéma : La morphologie de Fasciola hepatica



Sous-classe 3 : Les Aspidogastres ou Aspidocotylés : Trématodes endoparasites des poissons reptiles, monogénétique, de petite taille, avec la présence d'un disque adhésif ventrale de grande taille et la bouche est non entourée par une ventouse.

Classe 3 : Les Cestodes (cestos = ruban)

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.

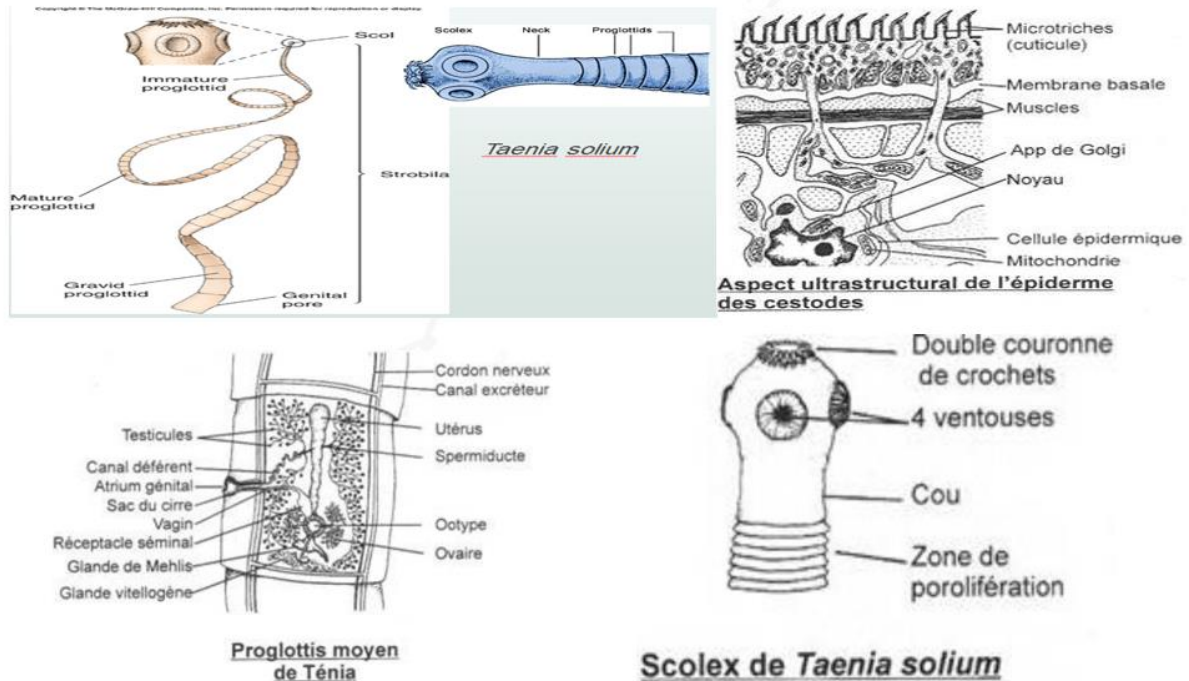
Morphologie.

Le corps est divisé en trois parties bien distinguées :

-Région antérieure : C'est le scolex ; il porte le dispositif de fixation : ventouse 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 9/10^{ème} du corps. Il est formé d'une succession de segments (les proglottis).



Morphologie de Ténia.

Classification.

La classification des cestodes est fondée sur la structure du scolex, de l'appareil génital et sur les particularités du cycle parasitaire. On distingue deux sous-classes :

Sous-classe1 : Les Cestodaires : ils n'ont pas de scolex.

Sous-classe2 : Les Eucestodes : ils possèdent un scolex. Cette sous-classe regroupe deux ordres :

L'ordre1 : des Cyclophyllidiens (Tétracestodes) : Le scolex possède quatre ventouses avec des fibres musculaires

Famille : Taeneides

Exp1 : *Tænia saginata*

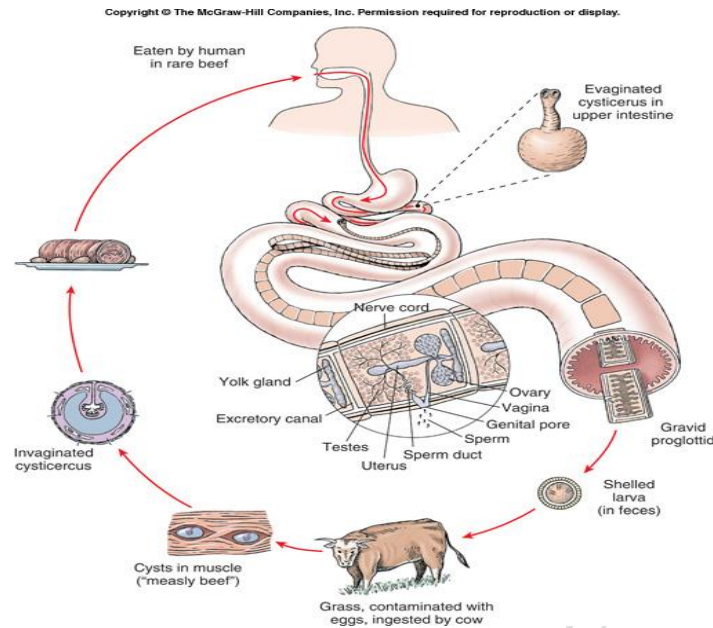
Exp2: *Tænia solium*

L'ordre2 : des Pseudophyllidiens. Le scolex présente deux dépressions (pseudobothridies), une dorsale et une ventrale. La musculature est peu différenciée.

Cycle parasitaire : *Tænia saginata*

Les pores génitaux sont disposés irrégulièrement à droite ou à gauche le long du strobile. Les cucurbitains sont libérés au rythme d'une quinzaine par jour, de manière passive ou active (ils peuvent forcer le sphincter anal du sujet parasité). Les cucurbitains ont un utérus très ramifié (20 à 35 digitations chez le saginata). **Dans chaque cucurbitain, on peut trouver jusqu'à 80 000 œufs.** Les stades cysticerques se rencontrent dans la musculature des bovidés (c'est

alors le **Cysticercus bovis**). L'infestation est possible par ingestion de viande de bœuf crue ou pas assez cuite.



III-2-1-2 Embranchement des Némathelminthes : (*Nema* = fil, *Helminthos* = ver)

-Métazoaires triploblastiques pseudo-coelomates à symétrie bilatérale Vermiformes, à section ronde.

-Tégument non cilié recouvert d'une cuticule épaisse (squelette externe hydrostatique).

-Nombre de cellules fixe et génétiquement déterminé. Pas d'appareil circulatoire, ni respiratoire.

-La paroi du tube digestif est généralement simple (cellules épithéliales sur une couche) avec parfois une couche musculaire autour de la paroi.

-Le système excréteur est le plus souvent protonéphridien (Appareil excréteur tubulaire (2 canaux)).

-Toutefois, les Némathelminthes femelles ont un gonopore séparé. **(Figure.)**

-L'absence totale de cellules flagellées ou ciliées (même chez les spermatozoïdes qui sont ronds ou coniques et se déplacent grâce à des mouvements amiboïdes).

***Le système nerveux** Le système nerveux des nématodes est rudimentaire, acculé ou inclus dans l'épiderme.

***Les organes des sens** Il existe des organes classiques mais aussi :

1-Des Amphides : invaginations cuticulaires dans la partie antérieure à rôle chimiorécepteur.

2-Les Phasmides : ce sont des organes sensoriels paires, situés latéralement en position post-annulaire

La classification des Nématelminthes : Ils se divisent en deux classes selon la structure et l'organisation du tube digestif.

Classe 1 : Nématodes : présentent les caractères typiques de l'embranchement (vers ronds effilés aux deux extrémités, leur tube digestif est complet : bouche, œsophage, intestin et anus), ils vivent dans tous les milieux mais la plupart, sont des parasites d'animaux et végétaux. Cette Classe se divise en deux sous classe selon l'absence et la présence des amphides

Sous-classe 1 : Aphasmidés (sans phasmidés) : Sont généralement de petite taille et libres. La tête présente des soies et des papilles sensorielles bien visibles. Présence des glandes caudales. Système excréteur rudimentaire. Il y a plusieurs ordres :

Ordre 1 : Enophoides : avec un genre

Genre : Pegolonemia : Ce sont des Nématodes essentiellement parasites leur cuticule est lisse non annelée (non segmentée).

Ordre2 : Trichiuroïdes

Genre : Trichinella : avec une bouche sans lèvres, pharynx très allongé et étroit et avec une colonne glandulaire, femelle à un seul ovaire. **Exemple 2 : *Trichurus trichuria***

Sous-classe 2 : phasmidés

- Sont le plus souvent parasites, avec phasmidés et amphides réduits.
- Sans glandes caudales.
- Système reproducteur bien développé.

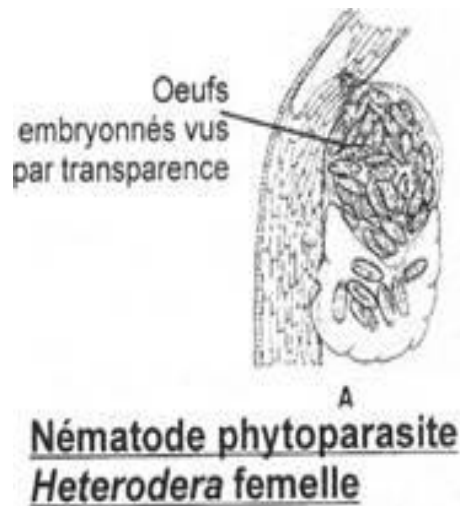
Selon l'écologie et l'éthologie on distingue cette Sous-classe en deux groupes

1-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.

2-Les Nématodes zooparasites : Ce sont des parasites monoxènes ou hétéroxènes d'invertébrés et de Vertébrés. Tous les Vertébrés possèdent une ou plusieurs espèces parasites (Chien : 33, Chat : 33, Mouton : 63, Cheval : 69).

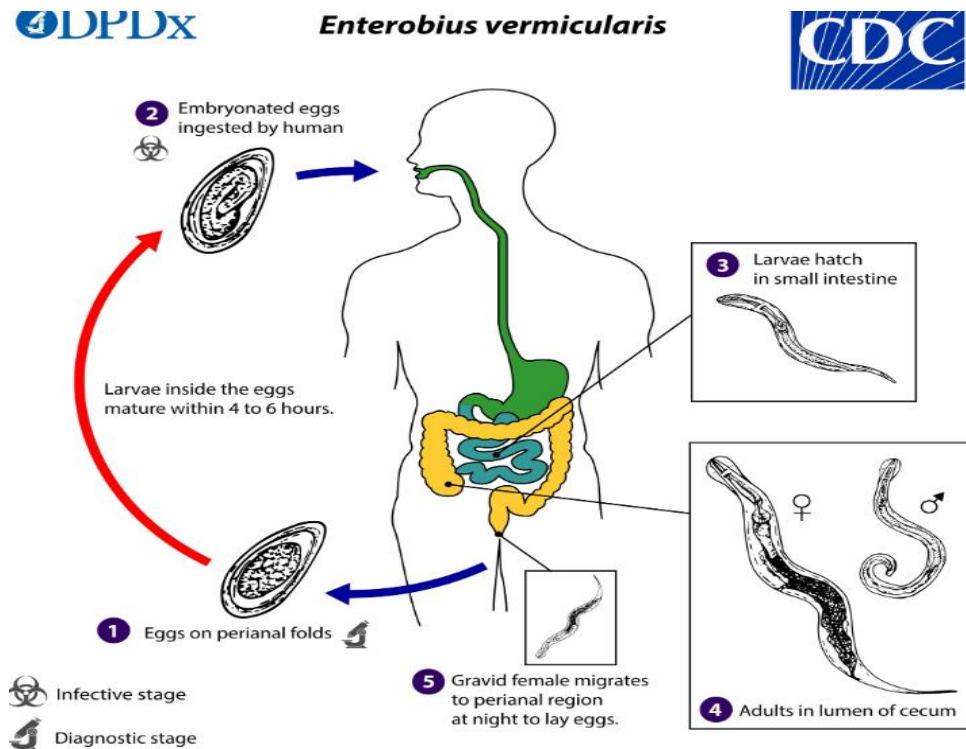
Ordre 1 : Rhabditoides

Genre : Turbatrise : Espèces : *Heterodera* sp phytoparasites sont petites transparents libres ou parasite avec un pharynx à bulbe postérieur et même à bulbe antérieur, les Amphides sont de petites poches.

**Ordre 2 : Oxyuroides**

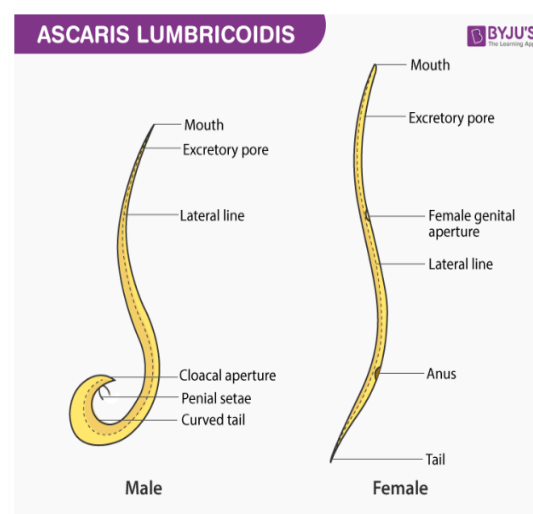
Genre : Enterobius : ce sont des Nématodes de petite taille au moyen avec papille pharynx à bulbe postérieur, la partie terminale du l'appareil reproducteur femelle est de forme musculaire, l'appareil reproducteur male présente une queue qui contient deux spicule copulateurs. **Exemple 1 : *Enterobius vermicularis*.**

Cycle évolutif : Les adultes vivent et s'accouplent dans le **cæcum digestif** de l'Homme, pouvant provoquer l'appendicite. Après accouplement, les femelles vont dans le rectum, s'y fixent et pondent. Il y a alors démangeaisons ou prurit anal. Les œufs (de 50 à 60µm) restent collés dans l'anus. Ils donnent les embryons qui sont directement infestant. L'enfant se contamine en portant les mains (souillées) à la bouche (**c'est une auto-infestation ou parasitose des mains sales**), ou en inspirant des poussières contenant des œufs. Les œufs, une fois dans le tube digestif vont subir l'action des sucs digestifs qui vont casser la coque et ainsi, libérer les larves qui passent au stade adulte en une trentaine de jours. Les adultes se nourrissent des bactéries du tube digestif et ne sont pathogènes que lorsque leur population augmente trop fortement et provoque des occlusions du tube digestif.



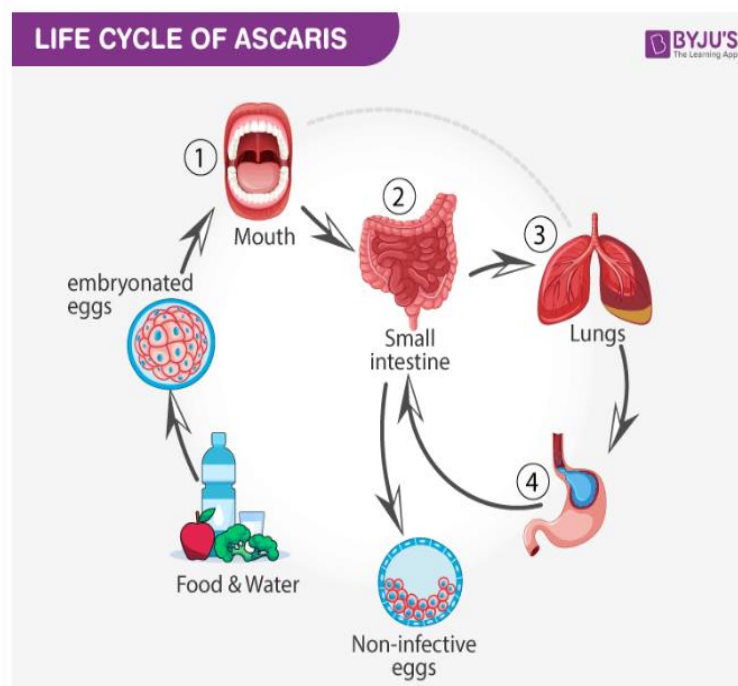
Ordre 3 : Ascaroides

Genre : Ascaris : souvent parasites de grande taille avec une bouche entourée par 6 lèvres avec papilles cervicales, le pharynx avec ou sans bulbe, présentent souvent des cæcums, le male a deux spicules copulateurs égaux. **Exemple 3 : Ascaris lombricoïdes**. Les larves d'ascaris font d'importants déplacements dans l'organisme parasité : migration dans l'hôte (à cycle avec migration). Les lombricoïdes provoquent l'ascaridiose humaine.



Cycle évolutif : (Figure.)

Les adultes s'accouplent et pondent dans l'intestin grêle. La femelle donne 240 000 œufs par jour. Ces derniers seront évacués avec les excréments et donnent des larves infestantes au bout de 30 à 40 jours si la température externe est voisine de 30°, avec des sols humides et ombragés. L'infestation est réalisée par ingestion d'aliments souillés. Après la digestion de la coque, la larve va migrer dans l'organisme. **Les larves traversent d'abord l'épithélium digestif** avant d'atteindre le **foie par voie sanguine**. Elles y restent pendant **trois à quatre jours** puis, gagnent le cœur droit par la circulation veineuse puis rejoignent les **poumons** par les artères pulmonaires et y restent environ une semaine. Elles vont y subir **deux mues**. Elles remontent ensuite les voies respiratoires (**bronchioles, bronches, trachée**) et arrivent au niveau du carrefour **bucco-pharyngé** et prennent alors la voie digestive et rejoignent la grêle où elles deviendront adultes. La migration dure **environ 15 jours**. Après la grêle, les larves passent au gros intestin, **puis au rectum où elles sont matures sexuellement**. L'homme est le seul réservoir de ce parasite et cette maladie touche environ $\frac{1}{4}$ de la population mondiale, surtout dans les pays pauvres.

**Ordre 4: Strongyloides :**

Genre : Necator : se sont des parasites avec bouche simple sans leur on avec capsule buccales.

Ankylostoma duodenale Vit dans le duodénum de l'homme. Les larves pénètrent dans le corps humain par voie cutanée ou buccale. Agent de l'Ankylostomatose ou anémie des mineurs (régions tropicales).

Ordre 5: Filaroides :

Exemple : *Wuchereria bancrofti* (Filaire de Bancroft).

Les adultes de ce **parasite vivent dans les vaisseaux lymphatiques**. Le mâle fait environ 4 centimètres et la femelle mesure aux alentours de 8 centimètres. Les larves circulent dans le liquide lymphatique et migrent périodiquement dans les vaisseaux sanguins périphériques selon un rythme nycthéméral (jour/nuit) correspondant à la sortie de l'insecte vecteur (Anophèle : moustique).

Dracunculus medinensis (Filaire de Médine ou ver de Guinée) les femelles longues de près d'1 m se pelotonnent dans des tumeurs sous-cutanées au niveau des membres inférieurs (gigantisme ou éléphantisme).

Classe 2 : Gordiens ou Nématomorphes : Ils ont un tube digestif très régressé ne s'ouvrant pas à l'extérieur (vers ronds très allongés à tube digestif atrophié parfois sans orifices). Les formes adultes sont généralement aquatiques libres. A l'état larvaire ce sont des parasites d'insectes et de poissons. Ce sont des vers longs (environ 1,5 mètre) qui ressemblent aux nématodes. Leur intestin est réduit. **La vie adulte** est brève et ces adultes ne se nourrissent pas : l'anus et la bouche sont non-fonctionnels. La larve va donc se nourrir par osmose, au travers du tégument. **Le système nerveux** est intra-épidermique ; canaux excréteurs et protonéphridies sont absents ; on note la présence de cellules myo-épithéliales sur un seul champ ventral. Les sexes sont séparés ; il y a un dimorphisme sexuel ; la fécondation est interne. On trouve environ 250 espèces de nématomorphes, regroupées en deux ordres : **les Gordiens** (larves parasites d'insectes en eau douce) et les **Nectonématoïdes** (parasites de crustacés marins).

Ordre 1 : Les Gordiens : Chez les gordiens, le pseudo-cœlome est pratiquement rempli par du mésenchyme.

Exemple : *Paragordius tolosanus*. Ce parasite possède deux hôtes intermédiaires. Les œufs donnent des larves qui vont au fond de l'eau. Elles seront ingérées par une larve d'insecte

névroptère (**Sialis**) qui doit être mangée par un carabe (**coléoptère**). Une fois dans ce carabe, la larve se métamorphose en un vers adulte, libre. Ce dernier pourra réaliser la fécondation.

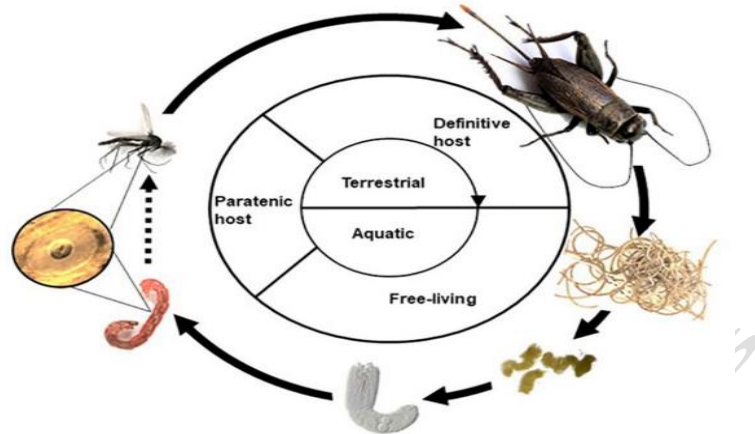


Diagram of a typical gordiid life cycle.
(Matthew G. Bolek and Ben Hanelt, 2024)

Ordre 2 : Les Nectonématoïdes

Les nectonématoïdes sont **parasites de crustacés**. Les adultes sont libres et pélagiques ; mesurent environ 20 centimètres de long. On note la présence d'une double rangée de soies sur le corps. Ces soies favorisent la nage par ondulation. Le pseudo-cœlome n'est pas comblé par du mésenchyme. **Exemple : *Nectonema sp.***

III-2-2- Les Métazoaires triploblastiques avec cavité générale (Cœlomates)

Chez ces animaux, les **cellules mésodermiques** s'organisent de part et d'autre du tube digestif en **massifs cellulaires pairs et symétriques**, qui se creusent pour former des **vésicules fermées**, appelées **vésicules cœlomiques**. Ces dernières délimitent la **cavité générale**, ou **cœlome**. En fonction du **destin du blastopore** (qui donnera naissance soit à la bouche, soit à l'anus) et de l'**organisation de la chaîne nerveuse**, les Cœlomates sont classés en **deux grands groupes** :

- Les **Protostomiens**
- Les **Deutérostomiens**

III-2-2-1- Les Protostomiens Hyponeuriens (Les Invertébrés)

Chez les Protostomiens, le **blastopore** donne naissance en premier à la **bouche**, puis à l'**anus**. Leur **chaîne nerveuse** est située sur la **face ventrale** du corps, d'où le terme *hyponeurien*.

Les invertébrés sont des animaux **dépourvus de colonne vertébrale** et de squelette interne osseux. Ils représentent la **grande majorité du règne animal**, avec une diversité exceptionnelle tant en formes, tailles qu'en modes de vie.

Ils peuvent être **aquatiques** (comme les mollusques ou les crustacés), **terrestres** (comme les insectes et les vers de terre), ou même **aériens** (certains insectes volants). Leur corps peut être **mou** (comme chez les vers ou les mollusques) ou protégé par un **exosquelette rigide** (comme chez les arthropodes). La plupart présentent une grande variété de **systèmes de reproduction**, souvent très efficaces, et certains ont des capacités de régénération remarquables.

Ce groupe comprend trois grands **embranchements** :

- Les **Annélides** (vers segmentés)
- Les **Mollusques** (escargots, pieuvres, bivalves...)
- Les **Arthropodes** (insectes, araignées, crustacés...)

Embranchement des Annélides

1– Caractères généraux

Les Annélides, ou vers annelés, sont des **animaux métazoaires triploblastiques, coelomates**, et **hyponeuriens**, caractérisés par une **chaîne nerveuse ventrale** et une **symétrie bilatérale**. Leur corps est segmenté et divisé en **trois régions principales** :

- La **tête**, composée du **prosome (ou protostomium)** et du **péristomium**, qui porte la **bouche** ainsi que divers **organes sensoriels** (yeux, antennes, palpes...) ;
- Le **tronc**, ou **métasome**, formé de segments répétitifs, constitue la **plus grande partie du corps** et renferme la majorité des organes internes ;
- Le **pygidium (ou telson)**, qui correspond à l'**extrémité postérieure** et contient l'orifice anal.

Les Annélides sont **essentiellement aquatiques**, vivant en eau douce ou en mer, mais certains, comme les **lombrics**, sont **terrestres**. Ils se déplacent souvent grâce à des **soies (ou chaetae)** implantées sur leurs segments. Leur système circulatoire est **fermé**, et leur reproduction peut être **sexuée** ou **asexuée**, selon les espèces.

Parmi les principaux représentants des Annélides, on retrouve :

- Les **Oligochètes** (ex. : lombrics),
- Les **Polychètes** (ex. : néréis, sabelles),
- Les **Hirudinés** (ex. : sangsues).

-Le **tronc** est métamérisé c'est-à-dire constitué par une série linéaire d'anneaux identiques, les segments ou métamères contenant tous une paire de sacs coelomiques symétriques et un élément des **systèmes nerveux, circulatoire et excréteur** eux même métamérisés.

-Les enveloppes épithéliales de ces sacs s'affrontent dans le plan sagittal pour former une double paroi ou mésentère (mésentère dorsal et mésentère ventral) qui assurent la suspension des organes axiaux (tube digestif et vaisseaux). Ces enveloppes s'affrontent aussi vers l'avant et l'arrière du métamère pour former des cloisons septales doubles, transversales qui séparent les métamères adjacents, les dissépiments.

-**La paroi du corps** est composée d'une cuticule suivie d'un épithélium qui la sécrète. En dessous de l'épiderme se trouvent une couche de muscles circulaires et une couche de muscles longitudinaux.

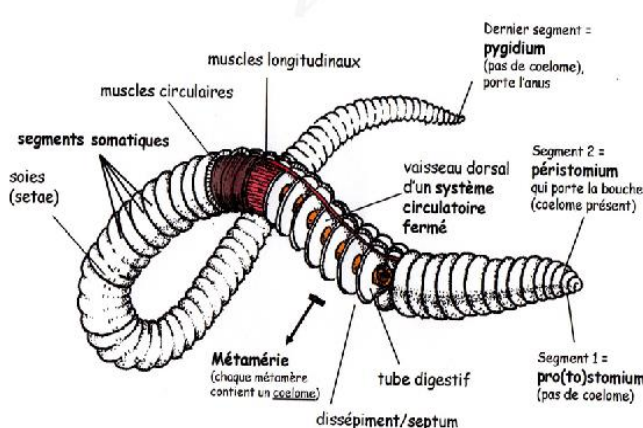
-Dans la forme ancestrale, tous les métamères sont semblables (métamérie homonome) et les structures dérivées de l'ectoderme et du mésoderme sont répétées dans chaque segment. On peut ainsi considérer chaque segment comme un organisme indépendant avec son propre **système nerveux**, des muscles circulaires et longitudinaux servant à faire fonctionner le squelette hydrostatique et un **ganglion nerveux** pour coordonner les influx nerveux dans le métamère.

-Il existe aussi une paire de métanéphridies (**néphridies**) pour filtrer le liquide coelomique et éliminer les déchets métaboliques et des gonades situées par paires dans la paroi du septum de chaque métamère.

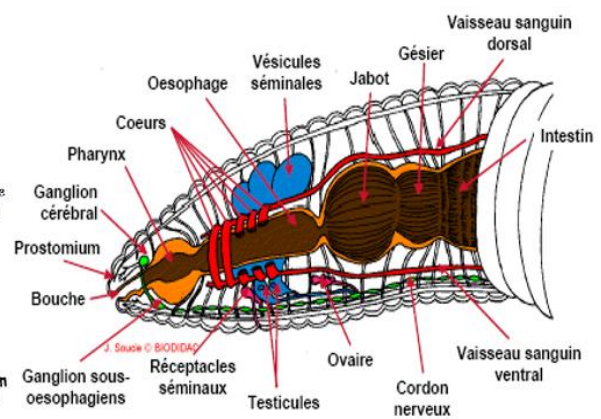
-Par contre les structures dérivées de l'**endoderme** ne sont pas métamérisées. Ainsi l'apparition d'un **tube digestif complet (bouche, anus)** doit être considéré comme un grand progrès de l'évolution animale, car elle permet une spécialisation des différentes sections du tube digestif et par conséquent une meilleure digestion. Toutefois cette anatomie nouvelle du tube digestif pose un problème pour les premiers métamères associés à un tube digestif où la digestion n'a pas commencé et pour les derniers métamères recevant une nourriture complètement digérée et sans valeur nutritive : c'est le développement d'un **système circulatoire clos** qui alimente toutes les régions du corps qui permet de résoudre ce problème. Donc l'évolution de l'appareil digestif et de l'appareil circulatoire sont liés.

-**l'appareil respiratoire** : est cutanée, ce fait par la surface cutanée.

-**la Reproduction** : est sexuée, mais il existe des phénomènes la multiplication asexuée et régénération



A: Segmentation du corps du vers de terre



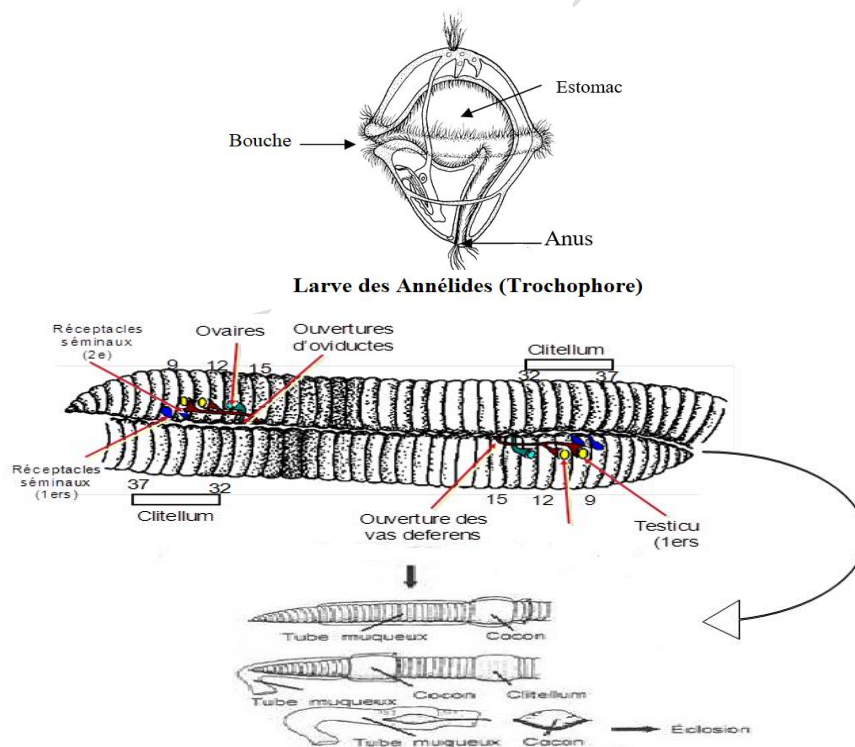
B: Coupe sagittale de la partie antérieure

2- Mode de reproduction et cycles biologiques

La reproduction chez les Annélides est sexuée, ce sont des animaux généralement **hermaphrodites**. Le système reproducteur est bien développé et comprend plusieurs testicules et ovaires. Lors de l'accouplement, le sperme est transféré d'un individu à l'autre et stocké dans le réceptacle séminal où il est entreposé. La fertilisation des oeufs a lieu après l'accouplement. Le transfert du sperme se fait le long de deux sillons formés par des replis de la cuticule ce qui réduit les chances d'autofertilisation.

Chez les **Oligochètes** et les **Hirudinées**, les oeufs sont relâchés dans un **cocon** sécrété par le clitellum. Le sperme est alors relâché dans le cocon et la fertilisation y a lieu. Le cocon, où éclosent les œufs, glisse ensuite vers la tête avec un tube de mucus. Lorsqu'il y a une larve dans le cycle vital, elle est de type **Trochophore**.

Rq : Trochophore (*trocos* = roue, *phore* = porter, qui porte une roue). Larve des annélides qui possède une double couronne de cils qui contribuent à augmenter la surface et permet la vie planctonique et donne l'impression que la larve porte une roue).



Mode de Reproduction chez Lumbric

3– Systématique (classification) des Annélides

Les Annélides renferment ou moins 75000 espèces, la classification est basée sur

- 1) L'absence ou la présence des parapodes.
- 2) Le nombre des soies.

Elle comprend 3 Classes :

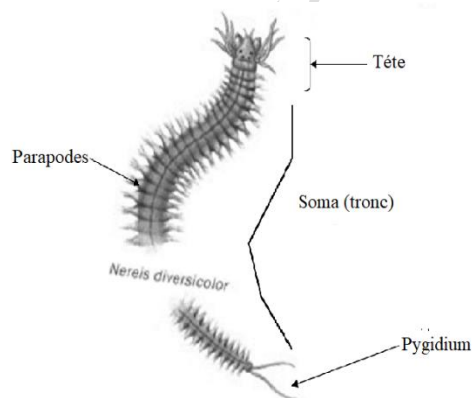
La Classe1 : des Polychètes (*poly* = nombreux, *chètes* = soies).

Dans cette classe les métamères portent chacun une paire de parapodes munis de branchies et de soies. Le Protostomium porte des antennes, des palpes et parfois des tentacules.

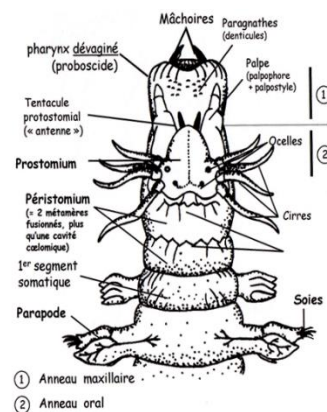
1- Sous Classe1 : des Polychètes Errantes : ils sont caractérisés par un corps allongé vermiforme à segments nombreux tous construits sur le même plan (métamérie homonome) et par la présence de parapodes biramés (rarement uniramés) bien développés. La tête bien individualisée porte en relation avec la vie mobile et active de nombreux organes sensoriels : la trompe volumineuse est chez les formes prédatrices et carnassières pourvue de mâchoires puissantes.

Ordre1 des Nereides : 2 antennes, 2 palpes, 4 yeux, 4 paires de cirres tentaculaires, trompe à 2 mâchoires. Les parapodes sont biramés et les soies composées. Genres : *Nereis*, *Perinereis*.

Exp : *Nereis diversicolor*



Organisation corporelle de la Nereis (vue dorsale)



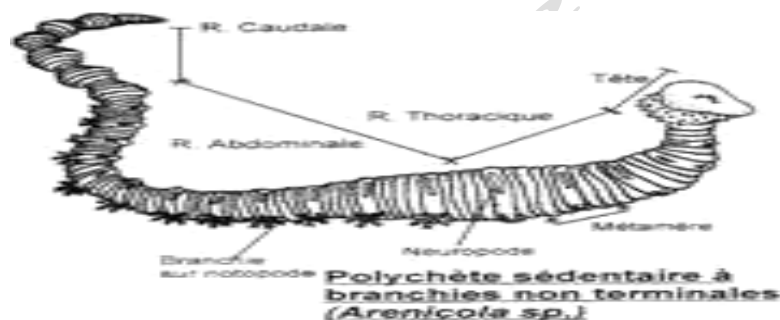
Région antérieure de la Nereis (vue dorsale)

Ordre2 des phyllodocides : 1 à 3 antennes, 2 palpes allongés, 2 paires de cirres tentaculaires. Parapodes biramés, Elytres et cirres dorsaux alternant. Soies dorsales simples, soies ventrales simples ou composées. Genres : *Aphrodite*, *Hermione*, *Phyllodoce*...

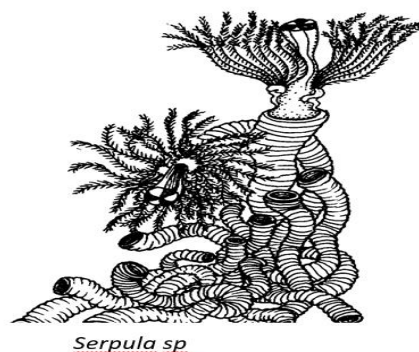
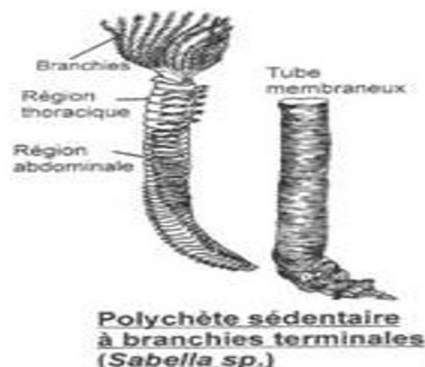
Ordre3 des Eunicides: prostomium fusionné avec les segments suivants. 2 cirres avec acicule. Parapodes biramés sans soies ni acicules et terminés par des lamelles. Genres : *Tomopteris*...

Sous Classe2 des Polychètes Sédentaires : ce sont des formes tubicoles ou fouisseuses sessiles ou semi-fixées caractérisés par l'apparition d'une division fonctionnelle des différentes parties du corps ou métamérie hétéronome (région branchiale, thoracique, abdominale et caudale). La tête est en général bien développée, les parapodes simples, la trompe inerme est sans mâchoire et les organes sensoriels sont réduits ou hypertrophiés et associés à la fonction alimentaire. Les soies sont simples, en crochets ou unciné.

Ordre1 des Arenicolides : 3 régions différentes, la dernière sans soie ni branchies. La région antérieure est munie de 2 segments rudimentaires suivis de 3 ou 4 segments prothoraciques à soies aplaties. La région moyenne possède des rames dorsales avec uncini pectinés et des rames ventrales avec des soies capillaires. Forme des tubes de sable ou de gravier résistants réunis en masse importante. Genres : *Arenicola* (*Arenicola marina*)



- **Ordre2 Sabellides :** 2 régions distinctes : la région thoracique à segments peu nombreux avec soies dorsales et uncini ventraux et la région abdominale avec uncini dorsaux et soies capillaires ventrales. Collerette au premier segment. Branchies formant un panache entourant la bouche. 2 palpes effilés. Tube membraneux, muqueux ou corné incrusté de vase de sable ou de coquilles. Genres : *Sabella*, *Spirographis* (*Serpula*) ...



- **Ordre3 des Cirratulides** : opercule corné, calcaire ou membraneux. Tube calcaire, opaque ou rarement transparent, cylindrique, polygonal, orné ou non de crêtes, de stries et souvent enroulé en spirale. Genres : *Spirorbis*...

2/ La Classe2 : des Oligochètes (*oligo*=peu, *chète*=soie, qui a peu de soies).

Ce sont des Annélides Clitellates (**Renflement riche en glandes à mucus situé dans de tiers antérieur des Lombrics particulièrement développé en période de reproduction. Il sécrète un cocon muqueux dans lequel les oeufs sont pondus**), terrestres ou dulcicoles (exceptionnellement marins) hermaphrodites. Le prostomium réduit ne porte aucun organe sensoriel saillant. Les métamères dépourvus de parapodes sont garnis de soies peu nombreuses, simples en forme de crochet, directement implantées dans les téguments. La classification des Oligochètes repose sur la position des pores génitaux mâles par rapport aux segments renfermant les testicules et sur la position des spermathèques par rapport aux gonades.

*** Sous Classe 1 des Oligochètes Limniques.** Ce sont des Annélides Oligochètes de petite taille (quelques mm à quelques cm) aquatiques dont le sang contient le plus souvent de l'hémoglobine.

- **Ordre1 des Plésiopores Plésiothèques** : les pores mâles sont situés sur le segment qui suit le segment testiculaire et les spermathèques sont localisées dans la région des segments génitaux.

Ex : Famille des Tubificidae avec le **genre Tubifex** vivant en masses grégaires enfoncés dans la vase des ruisseaux laissant libre leur région postérieure qui ondule constamment dans l'eau : ce qui forme sur le fond des bandes rougeâtres.

- **Ordre2 des Prosopores** : les pores mâles sont situés sur le même segment que les testicules correspondants ou dans le même segment que la dernière paire de testicules. **Ex : Famille des Branchiobdellidae** qui sont des ectoparasites d'écrevisses sur lesquelles ils se fixent par une ventouse.

* Sous Classe des Oligochètes Terricoles

- **Ordre1 des Plésiopores Prosothèques** : les pores mâles sont situés sur le segment qui suit le segment testiculaire mais les spermathèques sont localisées très en avant des segments génitaux.

Ex : Famille des Enchytridae, vers cosmopolites marins ou dulcicole dont certains sont terrestres et parasites de végétaux. Les Enchytridae jouent un rôle important dans la formation de l'humus.

- **Ordre2 des Opisthophores (Lombricomophe)** : les pores mâles sont situés plus d'un segment en arrière de la dernière paire de testicules. Ils ne présentent jamais de multiplication asexuée.

Ex : Famille des Lumbricidae, vers terrestres des régions tempérées et froides de l'hémisphère nord ; quelques espèces peuvent être amphibies ou même aquatiques. Genres : *Lumbricus* ; *Allolobophora*. **Ex : *Lumbricus terrestris***.

Lumbricus terrestris (Ver de terre ou Lombric)



3/ La Classe3 : des Achètes ou Hirudinés (*chete* =soie, privatif; sans soies)

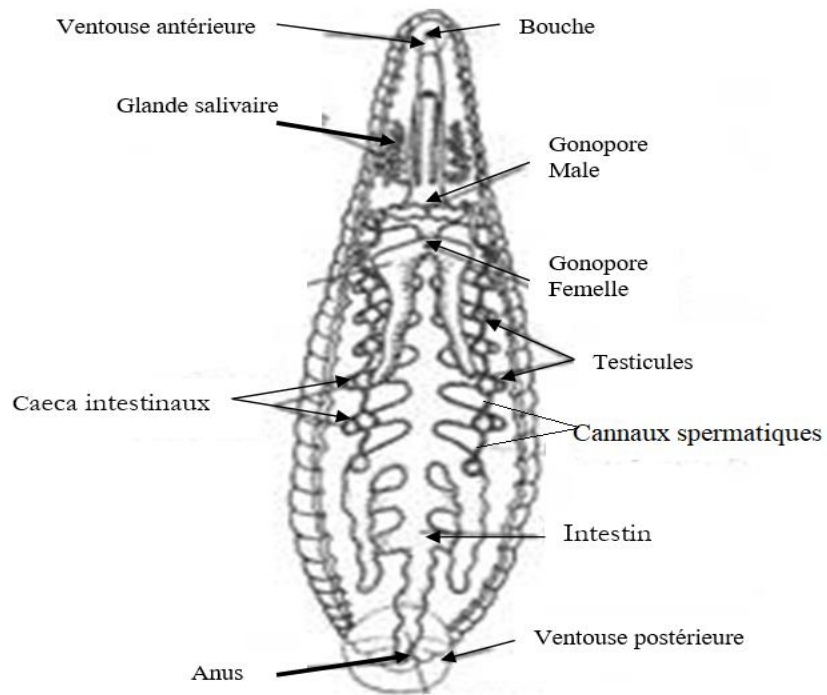
Ce sont des Annélides Clitellates proches des Oligochètes. Leur corps aplati ventralement comporte un nombre défini et constant de métamères subdivisé extérieurement en un nombre variable d'anneaux, dépourvus de parapodes et de soies (sauf chez les Acanthobdellidae). Les Hirudinés possèdent 2 ventouses ; la ventouse antérieure péri-buccale qui sert à la fixation et à la succion et la ventouse postérieure ventrale par rapport à l'anus qui représente un simple organe de fixation.

Les Hirudinés sont des organismes aquatiques, dulcicole ou marins, généralement ectoparasites de Vertébrés. Leur cavité coelomique est comblée par un tissu mésenchymateux.

La Classe des Hirudinés se scinde en 4 Ordres :

- **Ordre des Acanthobdelliformes** (G : *Acanthobdella*)
- **Ordre des Rhynchobdelliformes**
- **Ordre des Gnathobdellidae** (*Hirudo officinalis*) qui s'attaque aux Poissons et aux Amphibiens et peut absorber 5 à 6 fois son poids de sang, soit 10 à 12g de sang. Gorgée de sang elle se détache de son hôte et met plusieurs mois à digérer le sang avalé.

•Ordre des Pharyngobdellidae.



Organisation corporelle de Hirudo officinalis

L'embranchement des Mollusques.

Les **Mollusques** constituent l'un des embranchements les plus importants du règne animal, tant par leur **diversité** que par leur **rôle écologique et économique**. On recense plus de **130 000 espèces**, vivant dans des milieux variés : **marins**, **dulçaquicoles** (eau douce) et **terrestres**.

Cet embranchement joue un rôle significatif dans les **écosystèmes** (nettoyeurs, filtreurs, prédateurs...) et plusieurs espèces sont **consommées par l'Homme**, comme les **moules**, **huîtres**, **escargots**, **calamars**, etc. Avec les **crustacés**, ce sont les **seuls invertébrés couramment utilisés comme aliment** dans de nombreuses cultures.

On distingue **sept classes** principales : **Monoplacophores**, **Aplacophores**, **Polyplacophores**, **Scaphopodes**, **Lamellibranches (ou Bivalves)**, **Gastéropodes**, **Céphalopodes**

Dans ce cours, nous étudierons en **détail les trois dernières classes**, qui sont les plus représentées et les plus connues :

- Les **Lamellibranches (ou Bivalves)** : moules, huîtres...
- Les **Gastéropodes** : escargots, limaces, patelles...
- Les **Céphalopodes** : poulpes, calmars, seiches...

. **Les sept classes ont un ancêtre commun**. Ces espèces ont principalement conquis le *milieu marin* où l'on trouve des mollusques dans les zones de balancement de marées, dans le milieu pélagique (en pleine eau), dans les substrats meubles (comme le sable), dans les substrats durs (les rochers) et à de grandes profondeurs marines. Sauf deux groupes se sont adaptés avec succès à l'eau douce : les **gastéropodes** et les **lamellibranches** ; et quelques gastéropodes sont même passés à la vie terrestre. On pense que ces mollusques ont été les premiers à sortir de l'eau.

Bien que les espèces de ces diverses classes soient différentes, on peut quand même définir des caractères communs à ces sept groupes.

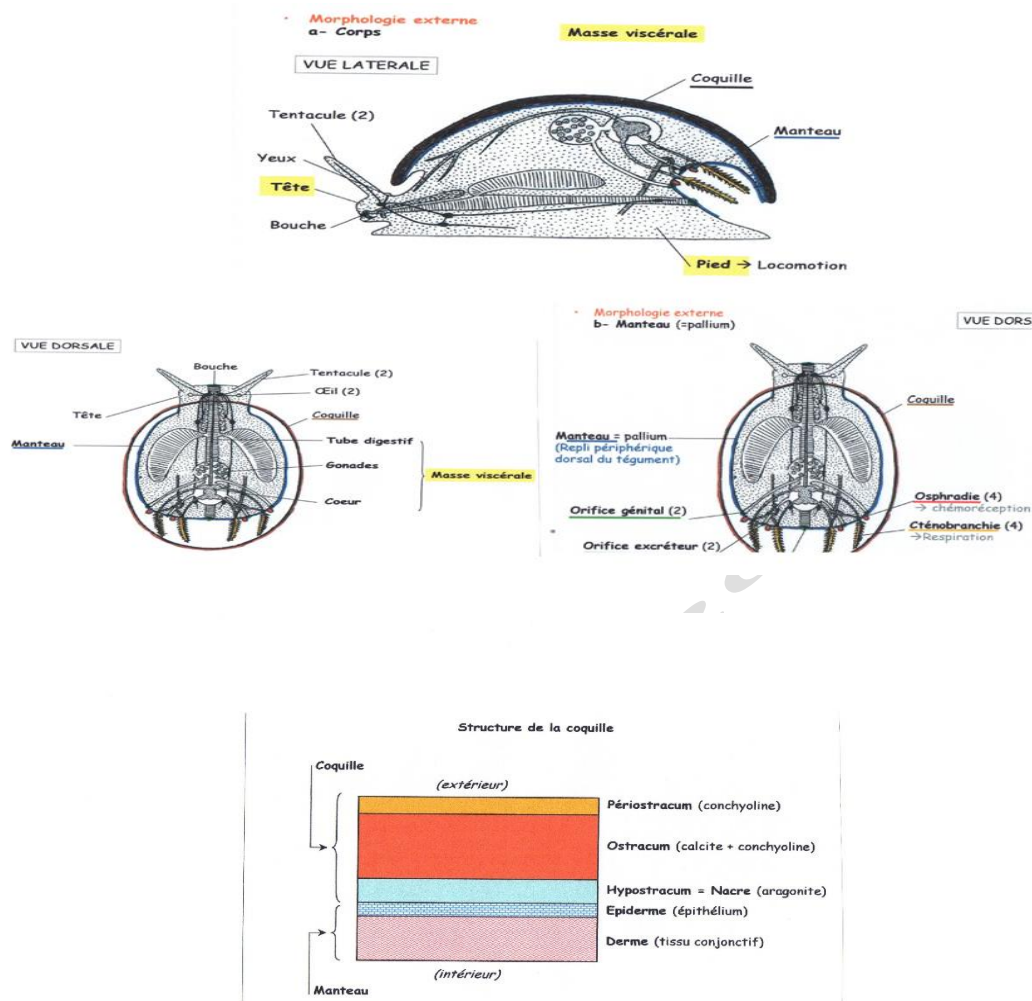
I-Les caractères communs.

- ✓ Il n'y a **jamais de segmentation**, *sauf chez les monoplacophores*.
- ✓ Les mollusques sont tous **fortement céphalisés** avec la présence d'une **tête** et **d'organes sensoriels spécialisés**.
- ✓ Le **cœlome est réduit** et la *paroi du corps est épaisse et musculeuse*.
- ✓ La partie ventrale de la paroi du corps est transformée en un **pied musculieux** habituellement utilisé pour la *locomotion*.

- ✓ La partie dorsale du corps va former le **manteau** (ou **pallium**). Celui-ci *sécrète une coquille* et délimite la **cavité palléale** dans laquelle sont situées les *branchies*.
- ✓ Dans la **cavité palléale** s'ouvrent **l'anūs** et tous les **autres pores excréteurs**.
- ✓ 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*.
- ✓ On trouve presque toujours un **système circulatoire avec un cœur bien défini**. Ce cœur est constitué **d'une ou plusieurs oreillettes** et **d'un ventricule médian**. Le sang circule dans les *vaisseaux* (sanguins) mais aussi dans les *espaces inter-viscéraux* entourant le cœlome. Le pigment respiratoire est **l'hémocyanine**.
- ✓ On trouve **une paire de reins pouvant fusionner**. Ils sont en liaison étroite avec la cavité péricardique.
- ✓ Le système nerveux. On trouve un **anneau nerveux circum-entérique** (= *péri œsophagien*). A cet anneau sont associées **deux paires de connectifs** (nerveux). Une des deux paires innerve le pied (**connectifs cérébropédieux**), l'autre innerve les viscères et le manteau (**connectifs cérébropleuraux**). Sur l'anneau nerveux et les connectifs, on trouve des ganglions (nerveux) plus de vastes réseaux nerveux sous-épidermiques.
- ✓ Les **œufs** sont généralement de **taille réduite**, avec **peu de vitellus**. La **segmentation est spirale**. La larve caractéristique des mollusques est une **larve trocophore** (pour les mollusques primitifs) ou une **larve veligère** (pour les mollusques moins primitifs : c'est un point commun avec les Annélides).
- ✓ Corps mou, triploblastiques, hyponeuriens, coelomates, non métamérisés (Tous ces caractères ne sont pas forcément présents en même temps dans les sept classes).

II-Morphologie

1-Morphologie externe



Coquille

- Sécrétée par le manteau
- Calcaire (calcite + aragonite)
- Forme variable (externe ou interne, développée, réduite ou absente)
- Structure standard : 3 couches

1- Périostracum + ostracum : - sécrétion par bords manteau

- croissance en surface

2- Hypostracum : - sécrétion par toute la surface du manteau

- croissance en épaisseur

3- Croissance discontinue

- stries d'accroissement

2) Anatomie interne

Tégument

Epiderme = Epithélium unistratifié :

- cellules ciliées
- cellules glandulaires muqueuses
- cellules sensorielles

Derme = Tissu conjonctif :

- Fibres
- Substance fondamentale + fibres musculaires lisses

3) Quelques caractères anatomiques communs aux sept classes

1\ L'appareil digestif des mollusques.

Au niveau du bulbe buccal vont **arriver deux glandes salivaires**. La bouche se prolonge d'un **œsophage** puis, d'un **estomac** on l'on trouve l'arrivée d'une **glande digestive** (dans l'estomac). Il est parfois appelé « hépato-pancréas » mais ce terme est à proscrire. Il suit l'**intestin** qui est souvent long, débouchant dans la cavité palléale par un **anus**.

2\ 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).

3\ 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. Le sang d'une oreillette va vers le ventricule avant d'aller irriguer les différents organes par l'intermédiaire des artères. Tous les mollusques ont un **système circulatoire complètement clos**.

4\ 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).

5\ 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**.

6\ L'appareil génital

Les **sexes sont généralement séparés** chez les mollusques mais on trouve des exemples d'hermaphrodisme et quelques cas d'ambisexualité (inversion du sexe durant la vie). Les

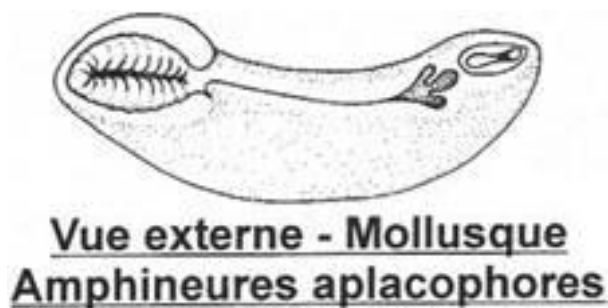
gamètes, produits par les **gonades**, passent dans la **cavité péricardique** puis dans les **canaux excréteurs** (cœlomoductes) pour être amenés dans la **cavité palléale**.

3- Classification des Mollusques

On distingue **sept classes de mollusques** : les **Monoplacophores**, les **Aplacophores**, les **Polyplacophores**, les **Scaphopodes**, les **Lamellibranches** (= Bivalves), les **Gastéropodes** et les **Céphalopodes**. Nous verrons en détail les trois dernières classes.

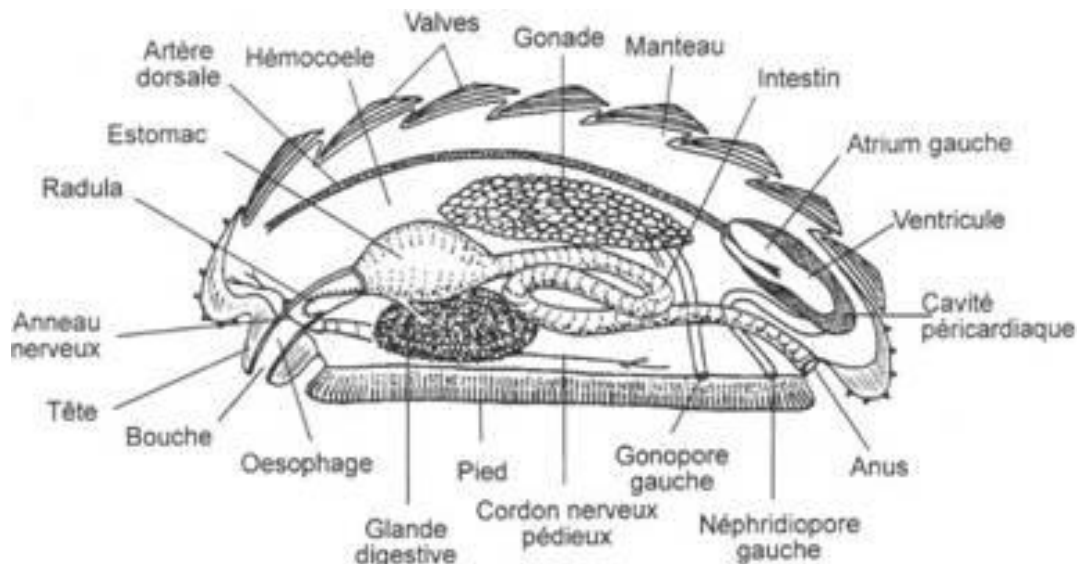
Classe1 : Les Aplacophores

Les aplacophores sont de petits animaux vivant dans le sol ou vivant fixés sur des plantes ou d'autres mollusques.



Classe2 : Les Polyplacophores

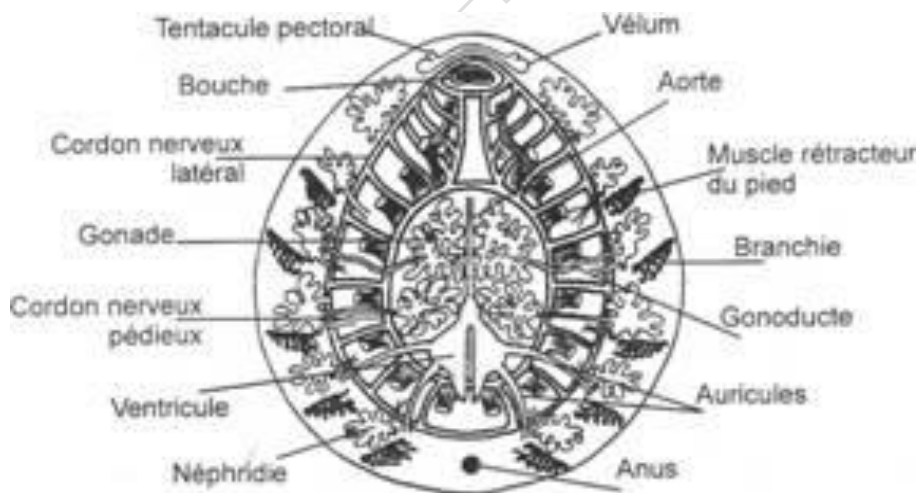
Un des représentants de ce groupe est le **Chiton**. On le trouve sur les rochers d'Atlantique ou de Méditerranée. Le **corps est aplati dorso-ventralement**. La coque dorsale est constituée de **huit plaques calcaires articulées entre elles**. Ventralement, on trouve un **pied large** ou sole de reptation. La cavité palléale va former le **sillon palléal autour du pied**. Dans le sillon, on trouve les branchies. Le chiton possède une gonade qui provient de la fusion des deux gonades primitives. Il reste deux conduits génitaux. La fécondation est externe et les sexes sont séparés.



Mollusque - amphineures - polyplacophore

Classe3 : Les Monoplacophores

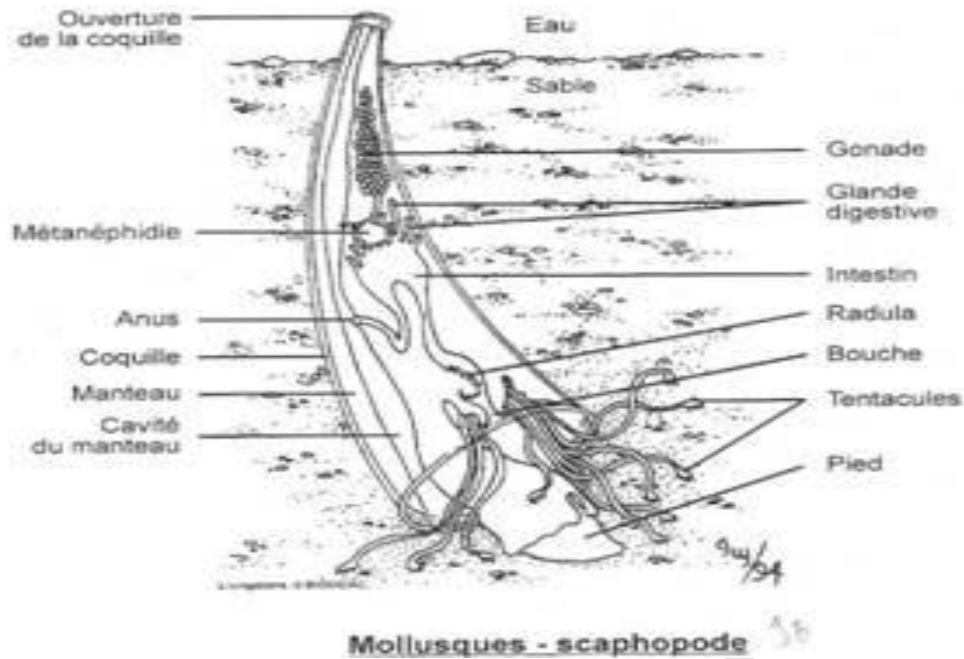
Au début des années 50, on ne les trouvait qu'à l'état de fossiles. En 1952, on a trouvé des exemplaires vivants du genre **Néopilina** à plus de 4000 mètres de profondeur, dans le pacifique, au niveau du Mexique.



Monoplacophore

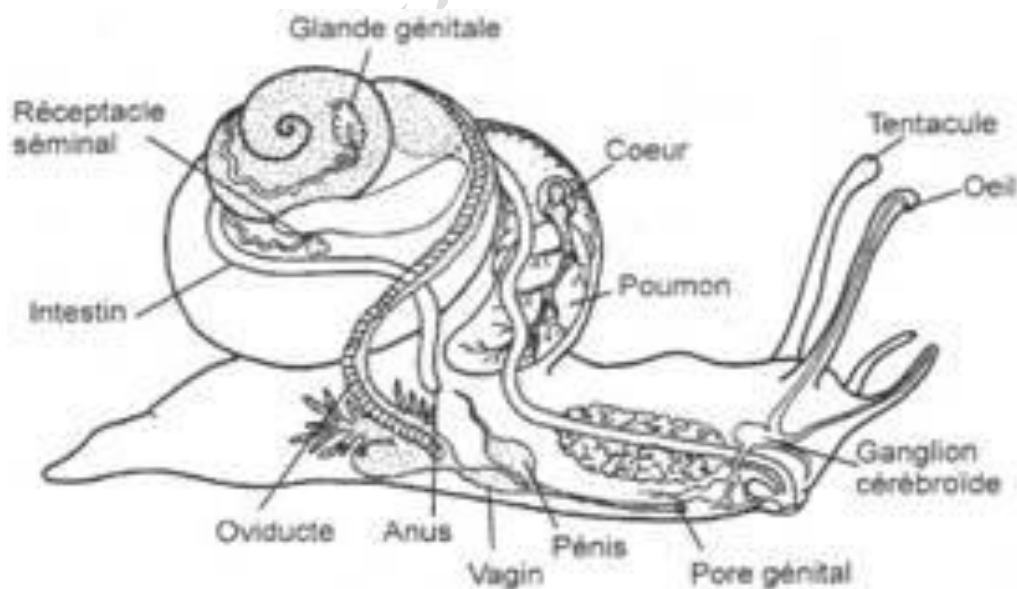
Classe4:Les Scaphopodes

Les scaphopodes sont de petits animaux marins. Le plus connu d'entre eux est le **dentale** (Dentalium) qui vit dans les sables. Son corps est allongé et enveloppé d'un **manteau tubulaire** sécrétant une coquille en forme de cône.



Classe 5: Les Gastéropodes

La classe des gastéropodes regroupe les $\frac{3}{4}$ des espèces de mollusques. Ils se distinguent par la **disparition de la symétrie bilatérale** au profit d'un **enroulement hélicoïdal** de la masse viscérale.



La **tête** est bien individualisée, porte des **organes sensoriels** comme les **yeux** ou les **tentacules**.

Le **pied** est très musculeux et souvent appelé « **sole de reptation** ». Celle-ci sert à l'appui de l'ensemble de la masse viscérale qui est protégée par une coquille.

La **coquille** est formée par un **tube conique entouré en spirale autour d'un axe rigide** (la **columelle**). Cette columelle peut être creuse ou pleine.

Au cours du développement larvaire, on observe **trois phénomènes caractéristiques** de cette classe : la **flexion endogastrique**, la **torsion** et la **spiralisation**. La flexion endogastrique va provoquer un changement d'orientation au niveau de la cavité palléale. La torsion va amener cette cavité en avant, du côté dorsal. La spiralisation va entraîner l'enroulement de toute la masse viscérale qui se retrouve dans la coquille. Elle entraîne aussi la **perte de la symétrie bilatérale**. Toutefois, il faut noter que **tous les gastéropodes ne subissent pas la spiralisation**.

C'est la torsion qui permet la différenciation des **sous- Classe** de gastéropodes.

1\ La sous-Classe des Prosobranches.

Les Prosobranches ont subi une **torsion complète** (180°). 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. On y trouve 3 ordres :

- Les **Archéogastéropodes**. C'est le groupe le plus primitif. Les individus le composant sont **tous marins**, généralement **herbivores**. Exemples : Patelle, Haliotis, Ormeaux.
- Les **Mésogastéropodes**. Ce groupe est celui qui comprend le plus d'individus et c'est aussi le plus varié des Prosobranches. Ces espèces ont **en général une branchie, un rein et une oreillette**. Ils sont **souvent herbivores** mais on y trouve quand même des carnivores se nourrissant de lamellibranches (comme les **bigorneaux**).
- Les **Néogastéropodes** : Ce sont **les plus évolués**. Ils sont **carnivores** et certains possèdent un venin toxique pouvant être mortel pour l'Homme. Exemples : **Buccin**, **Murex**.

2\ La sous-Classe des Opisthobranches.

La **torsion** des opisthobranches est **incomplète**, ne dépassant pas 90°. Ils n'ont en général **qu'un rein, qu'une oreillette, qu'une branchie**. La **coquille est réduite, souvent interne** et parfois absente. On y distingue **deux ordres** :

- Les **Tectibranches**. Exemple : le lièvre de mer (genre *Aplysia*). Il y a un développement des expansions latérales du pied : les **parapodies**. La coquille est très mince et le manteau tend à la recouvrir. Les parapodies s'hyper-développent et fonctionnent comme des nageoires ou des ailes : aptitude à la nage. Ce lièvre de mer est un brouteur d'algue.
- Les **Nudibranches**. Il y a **disparition totale de la coquille et de la cavité palléale**. Les branchies sont remplacées par des expansions du tégument : les **papilles**. Ces nudibranches se nourrissent de cnidaires mais ils ne digèrent pas les cnidoblastes ; ils stockent parfois ces derniers au niveau des papilles, ce qui les protège.

Sous-Classe Opisthobranches	Sous-Classe Prosobranches
• Coquille externe, interne, réduite ou absente. • Cavité palléale réduite ou absente. • Branchies dans la partie Postérieure • Presque tous hermaphrodites	• Coquille externe. • Cavité palléale présente. • Branchies dans la partie antérieure. • Sexes généralement séparés.

3\ 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 disparaissent. Le plafond de la cavité palléale forme un poumon. L'ouverture de la cavité se rétrécit et elle communique à l'extérieur par le **pneumostome**.

L'appareil génital est **hermaphrodite**. Il y a **accouplement et fécondation croisée** mais aussi **auto-fécondation** possible. On distingue **deux ordres** :

- **O1: Les Basomatophores**. Ils ont les **yeux situés à la base des tentacules** qui ne sont pas invaginables. La **coquille est bien développée**. Ce sont les pulmonés qui

retournent à la vie aquatique. On les trouve en eau douce. Exemple : Planorbe dont la coquille s'enroule dans un plan.

- **O2: Les Stylomatophores.** Ils sont **presque tous terrestres** (genre Hélix). La **coquille extérieure est bien développée**. La columelle est creuse chez l'escargot de Bourgogne. Chez les limaces, la coquille est réduite voir interne.

Classe 6: Lamellibranches (ou Bivalves).

Cette classe ne comprend que des **individus marins**.

1\ Caractères généraux.

Le **manteau** est développé et **donne deux lobes symétriques** enveloppant la totalité du corps et constitue la cavité palléale. Les deux lobes pourront être libres sur toute leur surface sauf dorsalement où l'on trouve une soudure au niveau de la **charnière**. Ces deux lobes du manteau vont laisser une empreinte sur la face interne des valves : c'est la **coquille intégripallée** (empreinte continue). Chez quelques formes, il existe d'autres types d'empreintes (chez les lamellibranches fouisseurs) : une ou plusieurs soudures ventrales. Quand on a deux soudures ventrales, il y a deux orifices dont un est

La première **classification** des lamellibranches est basée **sur la structure et la forme des branchies**.

L'ordre1 : des Protobranches.

Les branchies sont constituées de **filaments simples** et le manteau est largement ouvert. Exemple Nucula sp.

L'ordre2 : des Mésobranches (ou filibranches).

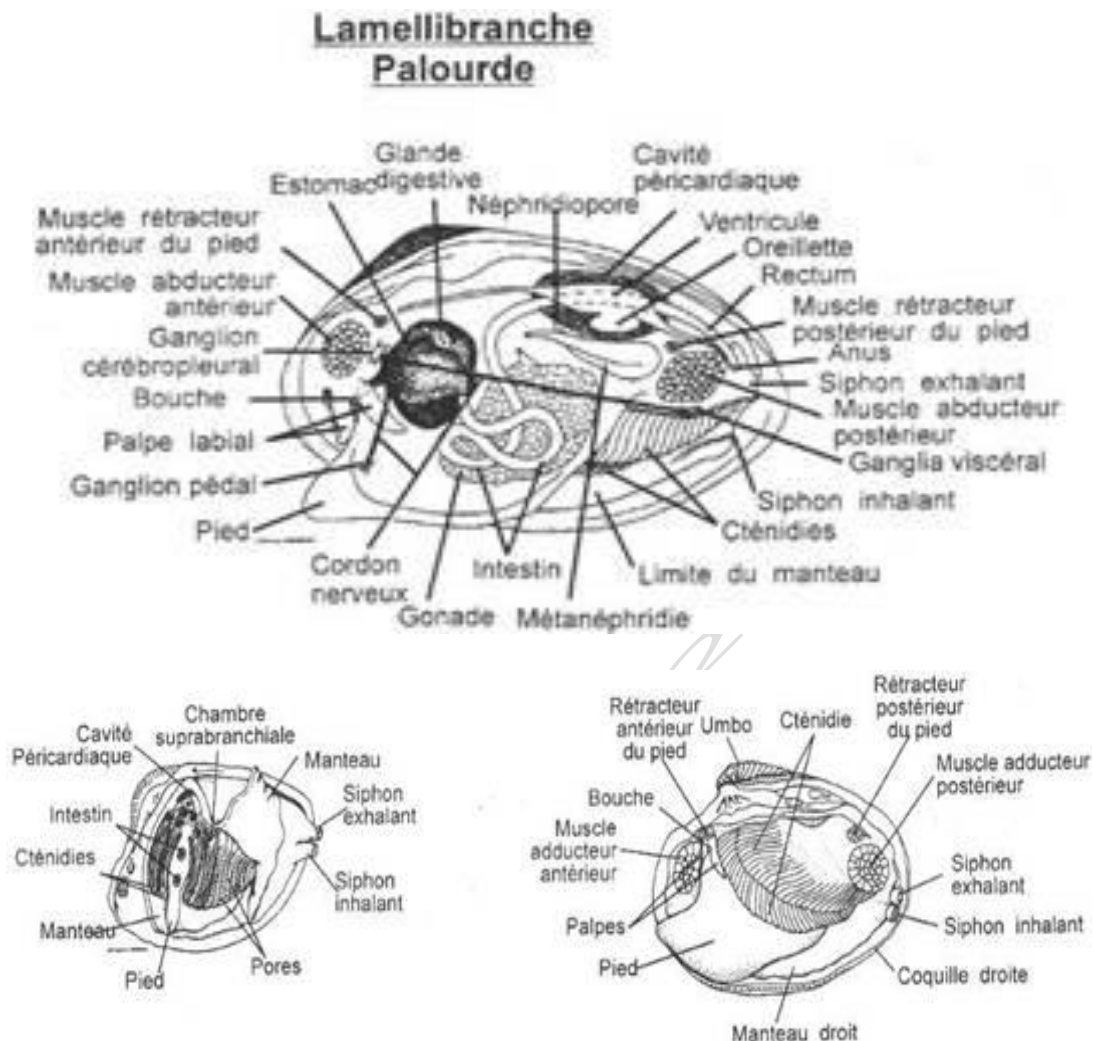
Les branchies sont **plus complexes**, constituées de **filaments directs et réfléchis**. Ils sont en liaison par une jonction simple. Les branchies prennent une forme de « W ».

Les **deux muscles adducteurs** sont présents mais le **muscle antérieur est réduit**. On trouve une **soudure dorsale** (la charnière). Exemples : Mytilus (moule), Pecten (coquille St Jacques).

L'ordre3 : des Métabranches (ou Eulamellibranches).

On trouve des **filaments directs et réfléchis mais soudés**. Les **liaisons entre les filaments** sont plus importantes et **constituées de ponts conjonctifs** : on a une **rigidification** de la structure.

Le manteau présente **une ou deux soudures ventrales** (un orifice inhalant et un orifice exhalant). Exemples : Coque, Palourde.



L'ordre4 : des Septibranches.

Les **branchies sont réduites** et forment une sorte de **membrane percée de pores** où passe le manteau et la masse viscérale. On détermine une « **chambre branchiale** ».

La Classe7 : Céphalopodes

Les céphalopodes sont les **mollusques les plus différenciés**. Ils sont souvent considérés comme les invertébrés les plus évolués. Leur système nerveux est concentré et les **yeux sont de type camérulaire** (semblables à ceux des vertébrés). Ce sont toutes des espèces marines. Leur taille est variable (de quelques centimètres à plusieurs mètres). Les plus grands sont les calmars géants et ils sont en concurrence alimentaire avec les gros vertébrés comme le cachalot.

1\ La sous-classe des Tétrabranhiaux.

Les tétrabranhiaux furent un **groupe important au Primaire**. Maintenant, ils ne sont plus représentés que par **un genre** : Nautilus.

Sa coquille est enroulée sur un plan. Elle est divisée en loges, séparées par des cloisons. L'animal vit dans la dernière loge. Il existe un **siphon** qui traverse tous les loges pour se terminer dans la loge initiale. Ce siphon contient un ligament qui va rejoindre la dernière loge. Ils ont **quatre branchies, quatre oreillettes, quatre reins**. Ils présentent entre 40 et 50 tentacules rétractiles.

On les trouve dans l'océan Pacifique et dans l'océan Indien.

2\ La sous-classe des Ammonoïdés.

Cette sous-classe est uniquement présente au Secondaire, après, ils disparaissent. Leur coquille est traversée par un siphon. Ils avaient deux ou quatre branchies.

3\ La sous-classe des Dibranhiaux.

Les dibranhiaux possèdent **deux branchies, deux oreillettes, deux reins**.

a\ L'ordre des Décapodes.

Les décapodes ont **dix bras péribuccaux** et une **coquille interne**. Le manteau forme deux replis latéraux qui donnent une nageoire de chaque côté de l'animal. Exemples : **Sèche, Sépia, Calmar**.

b\ L'ordre des Octopodes.

Les octopodes ont **huit bras**. Ils sont **dépourvus de coquille**. Le manteau est sous les replis latéraux. Ce sont des **animaux benthiques**. Exemple : la Pieuvre.

c\ L'ordre de Bélemnitoïdés.

Les bélemnitoïdés sont un **groupe fossile** qui présentait une **coquille externe**.

Embranchement des Arthropodes

A. Caractères généraux

Les **Arthropodes** forment un groupe majeur du règne animal, avec environ **750 000 espèces recensées**, représentant **60 à 80 % des animaux connus**. Ce sont des **Métazoaires triploblastiques coelomates**, très diversifiés, occupant presque tous les milieux (terrestres, aquatiques, aériens).

Organisation du corps

- Leur corps est **segmenté** et recouvert d'un **exosquelette rigide** constitué de **chitine** et d'**arthropodine**, sécrétées par l'épiderme.
- Ce tégument forme une **carapace protectrice** qui impose une croissance par **mues successives** (métamorphoses).
- Les **appendices** sont **articulés**, ce qui permet des mouvements variés (locomotion, alimentation, reproduction...).

Répartition des sclérites

L'exosquelette est formé de **plaques rigides (sclérites)**, réparties selon trois régions :

- **Tergites (ou tergum)** : face dorsale,
- **Sternites (ou sternum)** : face ventrale,
- **Pleurites (ou pleurum)** : faces latérales.

Division du corps

Chez la plupart des arthropodes, le corps est divisé en **trois régions** :

1. **Tête** : porte les **yeux, ocelles, antennes, mâchoires** et **palpes**.
2. **Thorax** : porte les **appendices locomoteurs** (pattes et parfois ailes).
3. **Abdomen** : contient des appendices liés à la **respiration** ou à la **reproduction** (ex. : oviscapte, tarière).

Chez certains groupes (ex. : arachnides, crustacés), la **tête et le thorax sont fusionnés** en une seule région appelée **céphalothorax**.

Reproduction

- Les sexes sont **généralement séparés** (espèces dioïques).
- La **fécondation** peut être **interne** ou **externe**, souvent précédée d'une **copulation**.

B. Classification des Arthropodes

Les arthropodes sont classés principalement selon le **nombre de pattes** et le **type de respiration**. On distingue **quatre grandes classes** :

Classe	Caractéristiques principales
1. Arachnides (<i>Chélicérates</i>)	- 4 paires de pattes - Présence de chélicères (pinces) - Céphalothorax bien développé - Respiration trachéenne - Ex : araignées, scorpions
2. Myriapodes (<i>Mille-pattes</i>)	- Nombre variable de paires de pattes - Corps allongé, segments nombreux - Thorax et abdomen non différenciés - Respiration trachéenne - Ex : scolopendres, iules
3. Crustacés	- Milieu aquatique en majorité - Pattes nombreuses (variable selon les espèces) - Une paire de pattes locomotrices par segment thoracique - Respiration branchiale - Ex : crabes, crevettes, homards
4. Insectes (<i>Hexapodes</i>)	- 3 paires de pattes thoraciques - Parfois 2 paires d'ailes - Corps en 3 parties distinctes : tête, thorax, abdomen - Respiration trachéenne - Ex : mouches, papillons, fourmis

1. Classe des Arachnides

Les Arachnides sont des **Arthropodes chélicérates** (sans antennes), dont le corps est divisé en **céphalothorax** (ou **prosoma**) et **abdomen** (ou **opisthosoma**).

Caractéristiques générales :

- **Céphalothorax** : formé de 6 segments, il résulte de la fusion de la tête et du thorax. Il porte :
 - des yeux simples (ocelles),
 - 1 paire de chélicères préhensiles, terminées par une griffe ou une pince, souvent reliée à une glande à venin,
 - 1 paire de pédipalpes (pattes mâchoires),
 - 4 paires de pattes locomotrices.
- **Abdomen** : généralement composé de 13 segments, il comporte sur sa face ventrale :
 - 4 orifices respiratoires (respiration trachéenne),
 - 1 orifice génital,
 - 1 orifice anal,
 - parfois des **glandes séricigènes** (filières productrices de soie).

Classification (selon la structure de l'abdomen) :

- **Sous-classe des Arthrogastres** : abdomen segmenté (annelé).
Exemple : Ordre des Scorpionides (scorpions).
- **Sous-classe des Hologastres** : abdomen non segmenté.
Exemples : Ordres des Araignées (Arachnides) et des Acariens.

2. Classe des Myriapodes

Les Myriapodes sont des Arthropodes à **corps allongé**, formé d'un **grand nombre de segments** **chitinisés** (jusqu'à 200).

Le mot *Myriapode* signifie littéralement "dix mille pattes", bien qu'ils n'en aient pas autant.

Caractéristiques générales :

- Chaque segment porte **une ou deux paires de pattes**.
- La **tête** est bien différenciée, munie d'**une paire d'antennes** et de **pièces buccales**.
- Le thorax et l'abdomen ne sont pas distincts.
- Leur **organisation interne** ressemble à celle des Insectes.

Principaux ordres :

- **Chilopodes** (*Chilos* = pince) :
 - **1 paire de pattes par segment**,
 - Corps aplati,
 - Les **premiers segments** portent des **crochets venimeux** (appendices modifiés).
 - **Exemple** : mille-pattes (scolopendres).
- **Diplopodes** :
 - 2 paires de pattes courtes par segment,
 - Corps arrondi et bombé,
 - Pas de crochets.
 - **Exemple** : cloporte (même si certains cloportes sont classés parmi les crustacés).

3. Classe des Crustacés

Les Crustacés sont des **Arthropodes antennés** et **mandibulés**, majoritairement **aquatiques** (marins ou dulcicoles), bien que certaines espèces soient **terrestres**.

Caractéristiques générales :

- **Respiration branchiale** : réalisée grâce à des **branchies** situées à la base des pattes thoraciques.
- Leur corps est protégé par une **carapace rigide**, souvent divisée en trois régions :

1. **Tête** : prolongée par un **rostre**, elle porte :

- des yeux pédonculés,
- 1 paire d'antennes,
- 1 paire de mandibules.

2. **Thorax** (parfois fusionné à la tête = céphalothorax) : porte des pattes locomotrices.

3. **Abdomen** : porte un nombre variable d'appendices.

- La **fécondation est interne**, précédée d'une **copulation**. Les sexes sont généralement séparés.
- De nombreuses espèces sont **consommées** par l'Homme (grande valeur gastronomique).

Classification (selon le nombre et la disposition des appendices) :

- **Sous-classe des Entomostracés** :

- Crustacés dits "inférieurs",
- Corps muni d'une **carapace bivalve**,
- Abdomen sans appendices.
- Exemples : daphnies, ostracodes.

- **Sous-classe des Malacostracés** :

- Crustacés dits "supérieurs",
 - Corps composé de 19 segments :
- 5 segments céphaliques,
 - 8 segments thoraciques,
 - 6 segments abdominaux, Chaque segment porte une **paire d'appendices**.

Ordre des Décapodes : 5 paires de pattes locomotrices, souvent munies de **pinces**.

Exemples : écrevisses, crabes, homards, langoustes, crevettes (roses et grises).

4. Classe des Insectes

A. Généralités

Les **Insectes** constituent la **classe la plus diversifiée** du règne animal, représentant environ **80 %** des espèces animales connues.

Ils ont conquis une grande variété de milieux : **terrestres**, **aériens**, et même **aquatiques**.

Caractéristiques principales :

Tous sont des arthropodes, **hexapodes** (6 pattes) à **respiration trachéenne**. Leur corps est toujours divisé en **trois régions distinctes** :

1. La tête:

Porte :

- Des **yeux composés** (parfois aussi des ocelles),
- Une **paire d'antennes**,
- Des **pièces buccales** adaptées au régime alimentaire (broyeuses, suceuses, piqueuses, lécheuses...).

2. Le thorax :

- Constitué de **trois segments** (prothorax, mésothorax, métathorax),
- Chaque segment porte **une paire de pattes** (soit 3 paires au total),
- Peut porter **une ou deux paires d'ailes** (chez les insectes ailés = ptérygotes),
- Le méso- et métathorax portent **2 paires de stigmates respiratoires**.

3. L'abdomen :

- Formé généralement de **11 segments mobiles**,
- Les derniers segments contiennent :
 - L'**anus**,
 - Des appendices de reproduction (tarière, styles, oviscapte...),
- Chaque segment abdominal porte **une paire de stigmates** respiratoires,
- Contient également les **orifices génitaux**.

B. Anatomie générale

Système nerveux

- Le **cerveau** résulte de la fusion de **trois paires de ganglions** : **Protocérébron**, **deutocérébron** et **tritocérébron**.
- Un **anneau périœsophagien** relie le cerveau aux **ganglions sous-œsophagiens**.
- Une **chaîne nerveuse ventrale** parcourt le corps, avec un ganglion par segment.
- Organes sensoriels variés et sophistiqués :
 - yeux, organes tympaniques, cils tactiles, palpes,
 - Certains insectes peuvent émettre des sons, de la lumière, ou modifier leur forme (homomorphie) ou couleur (homochromie).

Appareil digestif

- Composé de trois parties:

1. **Intestin antérieur** : bouche (avec pièces buccales, glandes salivaires, parfois venin ou soie), œsophage, gésier.
2. **Intestin moyen** : estomac + intestin.
3. **Intestin postérieur** : rectum + glandes anales.

Appareil respiratoire

- Toujours **trachéen** : réseau de tubes renforcés par des **spirales chitineuses** (maintiennent les trachées ouvertes).
- Les **stigmates** (orifices) sont répartis sur :
 - 2 paires thoraciques,
 - plusieurs paires abdominales.
- Chez les **espèces aquatiques** :
 - Une seule paire de stigmates à l'extrémité de l'abdomen,
 - Stockage d'air sous les élytres, dans les poils ou par remontée à la surface.

Appareil circulatoire

- Comporte un **vaisseau dorsal** avec un **ventricule par segment**, à partir du mésothorax.
- Le **sang** peut contenir des pigments colorés (rouge, vert, bleu, brun...) parfois associés au **dimorphisme sexuel**.

Appareil excréteur

- Constitué de **tubes de Malpighi**, qui évacuent les déchets azotés (acide urique, urates) vers l'intestin postérieur.
- Certaines espèces sécrètent des substances variées : **soie, venin, liquides spéciaux...**

Reproduction et développement

- **Appareil génital** :
 - **Mâle** : 2 testicules, 2 spermiductes, canal collecteur s'ouvrant au **9e segment**. Présence de **génitalia** (organes d'accouplement).
 - **Femelle** : 2 ovaires, 2 oviductes, un vagin, orifice situé au **8e segment**.
- Les sexes sont **généralement séparés**, certains individus peuvent être **neutres** (ex. : ouvrières chez les abeilles et termites).
- **Fécondation** : le plus souvent **interne**, après accouplement.
- La reproduction est fréquente et rapide, permettant un accroissement important des populations.
- Le développement passe par des **mues** successives, avec transformation des larves en adultes selon 3 grands types :

- **Amétaboles** : sans métamorphose (forme adulte identique à la larve),
- **Hétérométaboles** : métamorphose incomplète,
- **Holométaboles** : métamorphose complète avec stade nymphe ou pupa.

C. Classification des Insectes

La classification repose principalement sur :

- Le **nombre et la forme des ailes**,
- Le **type de métamorphose** (développement).

Sous-classes principales:

1. **Aptérygotes** (*sans ailes*)

- Exemples : Ordres des **Collemboles**, **Thysanoures**.

2. **Ptérygotes** (*ailés ou avec ancêtres ailés*), subdivisés en :

- **Paléoptères** (ailes ne se replient pas)

→ Ex. : **Éphéméroptères**, **Odonates**.

- **Néoptères** (ailes repliables), eux-mêmes divisés en :

- **Néoptères exoptérygotes** (*hétérométaboles*, métamorphose incomplète)

→ Ex. : **Orthoptères** (sauterelles), **Dermaptères** (perce-oreilles), **Blattoptères** (cafards), etc.

- **Néoptères endoptérygotes** (*holométaboles*, métamorphose complète)

→ Ex. : **Coléoptères** (scarabées), **Lépidoptères** (papillons), **Hyménoptères** (abeilles, fourmis), **Diptères** (mouches, moustiques, phlébotome), etc.

III-2-2-2-Les Deutérostomiens

Les Deutérostomiens sont des animaux chez lesquels le blastopore donne naissance à l'**anus**, la bouche se formant secondairement.

Les Deutérostomiens Epithélioneuriens (Les Échinodermes)

Emb des Échinodermes

1. Généralités

Les Échinodermes constituent un groupe important d'invertébrés exclusivement marins, présents dans tous les océans et à toutes les profondeurs. Ils appartiennent aux **Métazoaires triblastiques coelomates deutérostomiens**, au groupe des **Epithélioneuriens**, et se distinguent notamment par leur symétrie radiale à l'âge adulte, leur squelette interne calcaire, et un système locomoteur original basé sur un réseau hydraulique.

2. Symétrie

La symétrie chez les Échinodermes adultes est **pentaradiaire**, tandis que leurs larves présentent une symétrie bilatérale. Le corps est divisé en cinq régions identiques appelées **radius**, séparées par des **interradius**, et organisées autour d'un axe central bouche-anus. La face portant la bouche est dite **orale**, l'opposée est **aborale**. Les formes mobiles comme les holothuries ou les oursins irréguliers présentent une **symétrie secondairement bilatérale**, mieux adaptée à leur mode de déplacement.

3. Classification

Les Échinodermes se divisent en deux sous-embranchements principaux :

- **Pelmatozoaires** : Crinoïdes (formes sessiles ou libres comme les comatules)
- **Éleuthérozoaires** : formes mobiles comprenant quatre classes :
 - **Échinides** (oursins)
 - **Astérides** (étoiles de mer)
 - **Ophiurides** (ophiures)
 - **Holothurides** (holothuries)
- **Tégument** : Il est souvent **rugueux ou épineux**, renforcé par un **endosquelette dermique** constitué de **spicules** discontinus ou de **plaques calcaires** continues.
- **Coelome** : Le coelome adulte est divisé en deux cavités principales :
 - la **cavité générale** (périviscérale),
 - la **cavité ambulacraire** (ou **hydrocèle**), qui constitue le **système ambulacraire**, propre aux Échinodermes. Ce système hydraulique rempli d'eau de mer communique avec l'extérieur via un ou plusieurs **pores aquifères**, localisés sur une **plaque madréporique**.

4. Squelette

Le squelette est un **endosquelette calcaire dermique**, formé de plaques articulées ou soudées, souvent munies d'épines saillantes. Chez certaines espèces, ces épines sont mobiles et parfois venimeuses. Le squelette peut aussi porter des **pédicellaires**, petites pinces nettoyantes ou défensives.

5. Locomotion : le système ambulacraire

Le **système ambulacraire** (ou aquifère) est un système hydraulique unique. Il comprend un ensemble de canaux remplis de liquide marin, débutant par une plaque madréporique qui filtre l'eau. Cette eau circule jusqu'aux bras via des canaux radiaux, puis dans les **podias** (ou pieds ambulacraires), qui permettent la locomotion, la préhension, et les échanges gazeux.

6. Fonctions vitales

Respiration & Circulation : La respiration se fait par diffusion, notamment au niveau des pieds ambulacraires, des papules, ou des **branchies dermiques**. Le système circulatoire est réduit à des **sinus et lacunes** entourant le système ambulacraire.

Excrétion : Il n'existe pas de système excréteur différencié ; les déchets azotés sont éliminés sous forme d'ammoniac par diffusion.

7. Système nerveux et organes sensoriels : Le système nerveux est **radiaire et diffus**, sans cerveau central. Il comprend un **anneau nerveux péribuccal** et cinq **nerfs radiaux**. Les organes sensoriels sont rudimentaires : cellules sensorielles, ocelles à l'extrémité des bras chez certaines étoiles, ou structures photosensibles.

8. Reproduction : La plupart des Échinodermes sont **dioïques**, sans dimorphisme sexuel apparent. La fécondation est **externe**, avec des œufs libérés dans le milieu marin. Certaines espèces présentent un comportement **hermaphrodite** ou incubent les œufs. La larve, **planctonique et bilatérale**, subit une métamorphose pour devenir adulte. Les Échinodermes sont réputés pour leur **pouvoir de régénération**.

Classes des Échinodermes

1. Crinoïdes (lys de mer, comatules)

- Formes anciennes, souvent fixées (crinoïdes sessiles), ou libres (comatules).
- Corps en forme de calice avec des bras ramifiés collecteurs de nourriture.
- Absence de madrépore, de pédicellaires et de piquants.
- Régénération rapide des bras endommagés.

2. Échinides (oursins)

- Corps globuleux entouré d'un **test calcaire rigide**, orné de piquants mobiles.
- **Pédicellaires** présents, parfois venimeux.
- **Symétrie radiaire** chez les oursins réguliers, **symétrie bilatérale** chez les irréguliers.
- **Lanterne d'Aristote** : appareil masticateur complexe à cinq dents.
- Omnivores, filtreurs ou brouteurs selon l'espèce.

3. Astérides (étoiles de mer)

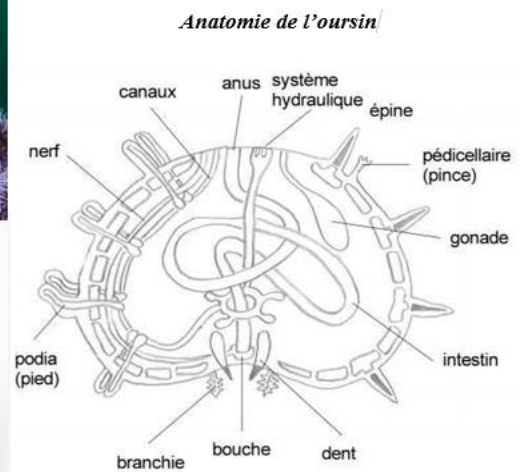
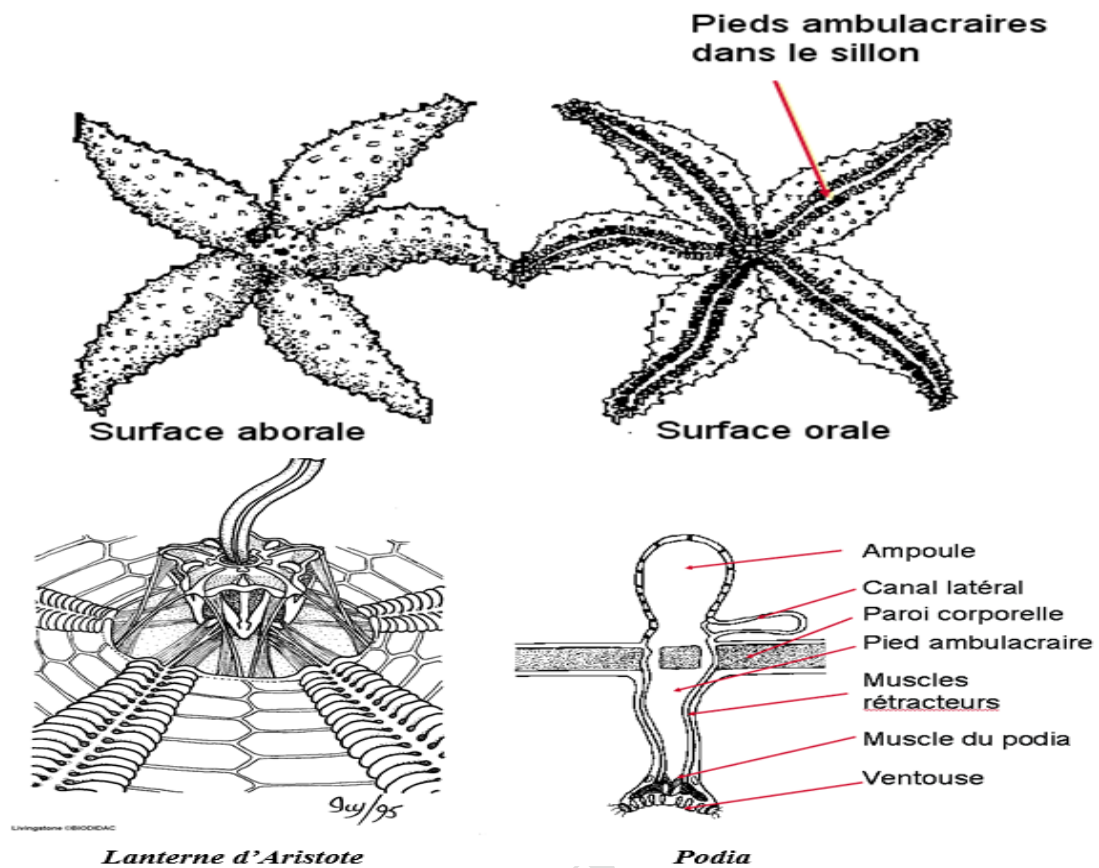
- Corps étoilé, généralement à cinq bras (parfois plus).
- **Gouttières ambulacraires** sur la face ventrale avec podia.
- **Estomac dévaginable** pour digestion externe des proies (notamment les mollusques).
- Régénération très poussée, jusqu'à la reformation complète d'un individu.

4. Ophiurides (ophiures)

- Disque central bien défini, bras fins, serpentiformes, très mobiles.
- **Pas de pédicellaires**, ni d'anus.
- Tube digestif contenu dans le disque.
- Phototropisme négatif, forte mobilité.
- Capacité d'autotomie et de régénération élevée.

5. Holothurides (holothuries, concombres de mer)

- Corps allongé, mou, symétrie bilatérale secondaire.
- Tégument épais, sans plaques articulées.
- Tentacules buccaux collecteurs, intestin associé à des **arbres respiratoires**.
- Mécanismes de défense : **expulsion des organes de Cuvier** (filaments collants).
- Capacité de régénération viscérale, reproduction externe, parfois incubation.



Les Deutérostomiens épineuriens (Les Vertébrés)

Ils possèdent une **chaîne nerveuse dorsale** (au-dessus du tube digestif), d'où leur nom **épineuriens**, et un **axe squelettique dorsal** appelé **corde dorsale** (ou notochorde), caractéristique des **Cordés**.

Ce groupe comprend l'embranchement des Vertébrés (ou Craniates), qui appartient au phylum des Cordés.

Embranchement des Vertébrés**I. Caractères généraux**

- **Squelette interne :**
 - De nature **cartilagineuse** ou **osseuse**,
 - Organisé autour d'un **axe dorsal** (colonne vertébrale),
 - Prolongé vers l'avant par un **crâne** protégeant l'encéphale,
 - Comprend :
 - **Squelette céphalique** (tête),
 - **Squelette axial** (colonne),
 - **Squelette zonal** (membres et ceintures).
- **Organisation corporelle :**
 - Corps divisé en **trois parties principales** :
 - **Tête** : contient les principaux **organes sensoriels**,
 - **Tronc** : porte les **membres paires** (antérieurs et postérieurs), parfois modifiés ou absents,
 - **Queue** : présente chez la majorité des espèces, parfois résiduelle.
- **Système nerveux :**
 - Situé en position **dorsale**,
 - Composé de:
 - une ampoule antérieure (l'**encéphale**),
 - un cordon médian postérieur (la **moelle épinière**).
- **Système circulatoire :**
 - De type **clos** (le sang circule dans des vaisseaux),
 - Indépendant du système lymphatique,
 - Propulsé par un **cœur** musculaire compartimenté,
 - Le sang contient :
 - des **globules rouges** (hématies) qui transportent l'oxygène (grâce à l'hémoglobine),
 - des **globules blancs** (leucocytes) assurant la défense immunitaire.

- **Tégument (peau) :**
 - **Épiderme pluristratifié** (plusieurs couches de cellules),
 - Souvent associé à des **structures spécialisées** :
→ **Phanères** : poils, plumes, écailles, cornes, épines...
- **Reproduction :**
 - **Sexes séparés** (dioécie),
 - **Fécondation** souvent **interne**,
 - **Pas de reproduction asexuée**, contrairement à certains invertébrés

Examen 2025

II. Classification

L'embranchement des Vertébrés se divise en **deux grands sous-embranchements** :

1. Sous-embranchement des Agnathes (*Agnathostomes*)

→ Ce sont les **vertébrés sans mâchoires**.

- Représenté principalement par la **classe des Cyclostomes** (lamproies, myxines),
- Caractéristiques :
 - Bouche circulaire, sans mâchoires,
 - Squelette cartilagineux,
 - Respiration branchiale,
 - Corps allongé et sans nageoires paires.

2. Sous-embranchement des Gnathostomes (*Vertébrés à mâchoires*)

→ Regroupe la **majorité des vertébrés actuels**, répartis en **cinq classes principales** :

1. **Poissons** :
 - Organismes aquatiques, respiration branchiale, nageoires, écailles.
2. **Amphibiens** (ou **Batraciens**) :
 - Vie partagée entre l'eau et la terre, peau nue, respiration mixte (cutanée + pulmonaire).
3. **Reptiles** :
 - Peau écailleuse, fécondation interne, respiration pulmonaire.
4. **Oiseaux** :
 - Animaux à plumes, ailes, homéothermes (sang chaud), fécondation interne.
5. **Mammifères** :
 - Poils, glandes mammaires, cerveau développé, homéothermes, fécondation interne

Etude de chaque Classe

I. Classe des Poissons

A. Morphologie générale

- Corps fusiforme, forme ellipsoïde allongée, section ovoïde.
- Bouche terminale (sauf chez les **Chondrichthyens**).
- Narines dorsales, yeux latéraux, fente operculaire visible.
- Présence de 4 nageoires paires (**pectorales** et **pelviennes**) et de nageoires impaires (**dorsales, anale, caudale**).

B. Anatomie

- **Tégument** : épiderme mince, riche en cellules muqueuses, derme à écailles osseuses + chromatophores.
- **Squelette** : axial souvent osseux, appendiculaire soutenant des nageoires à rayons.
- **Système nerveux** : cervelet, lobes olfactifs et optiques bien développés.
- **Organes de sens** : ligne latérale pour détection mécanique/électrique ; vision/audition faibles.
- **Appareil digestif** : tube classique avec foie + pancréas.
- **Respiration** : 4 paires de branchies operculées ; vessie gazeuse (chez Ostéichthyens).
- **Circulation** : cœur à 2 cavités (1 oreillette + 1 ventricule), système clos.
- **Excrétion** : reins mésonephros, excrétion adaptée au milieu salin.

C. Reproduction

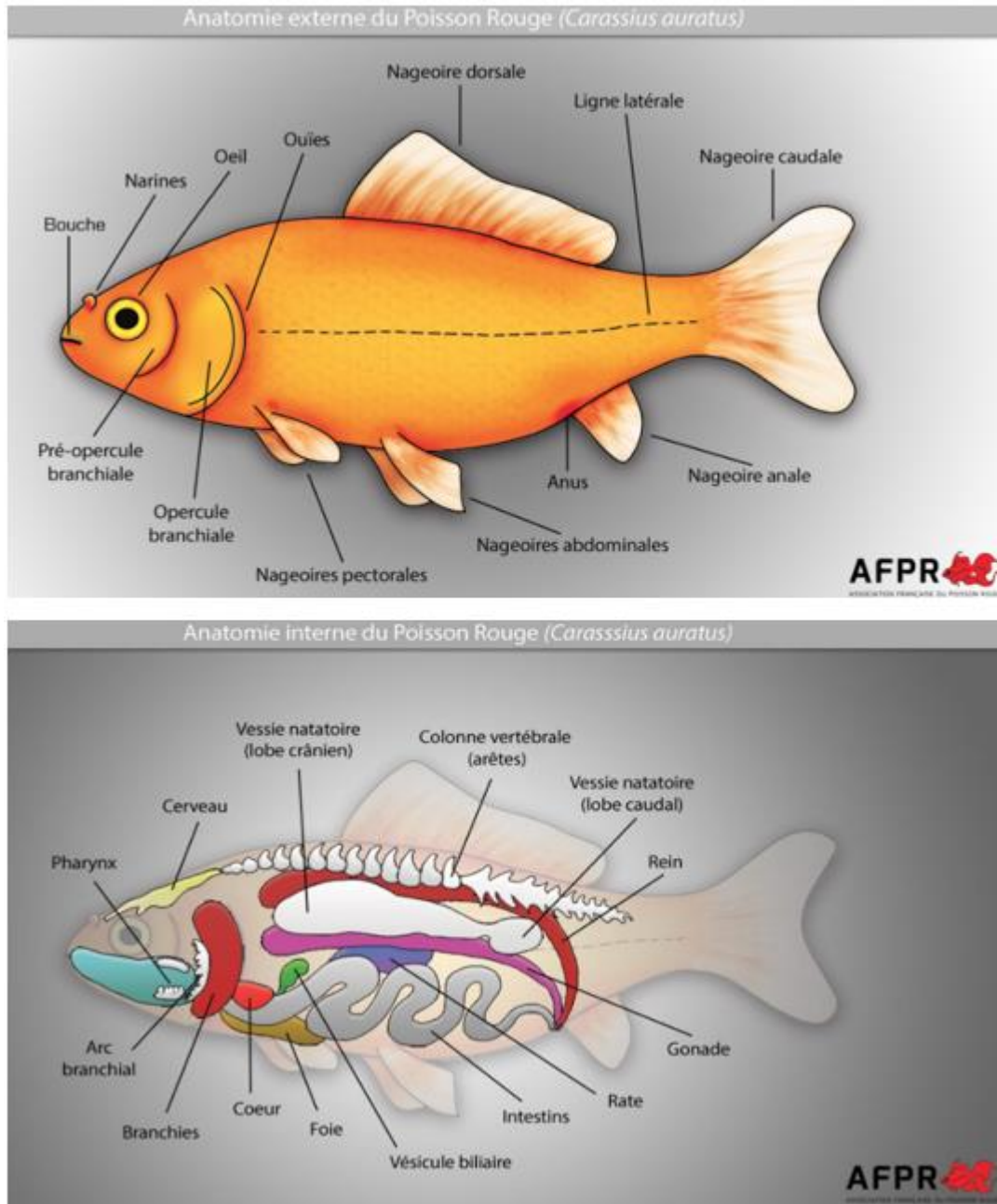
- Sexes séparés.
- Fécondation externe (sauf Chondrichthyens → interne).
- Oviparité ou ovoviviparité.

D. Comportement

- **Prédateurs** = solitaires ; **herbivores** = grégaires.
- Espèces **migratrices** :
 - **Amphibiotiques** :
 - *Catadromes* (ex. Anguille),
 - *Anadromes* (ex. Saumon).
 - **Holobiotiques** : migration sans changement de milieu (ex. Thon).

E. Classification

- **Chondrichthyens** (squelette cartilagineux) : Requins, Raies.
- **Ostéichthyens** (squelette osseux) :
 - **Chondrostéens** : Esturgeon.
 - **Téléostéens** : Cyprins, Sardines, Anguilles, Truites, etc.



II. Classe des Amphibiens (Batraciens)

A. Caractères généraux

- Premiers vertébrés à vie partiellement terrestre.
- Larves aquatiques avec respiration branchiale ; adultes avec respiration pulmonaire.
- Métamorphose marquée.

B. Anatomie

- **Tégument** : glandes muqueuses/venimeuses, chromatophores.
- **Squelette** : crâne cartilagineux, vertèbres individualisées, membres du type **chériidien** (sans griffes).
- **Système nerveux** : cervelet petit, tubercules visuels bien développés.
- **Appareil digestif** : tube complet avec foie + pancréas, bouche avec dents + langue gluante.
- **Circulation** : 2 cavités chez têtards, 3 cavités chez adulte (2 oreillettes + 1 ventricule).
- **Respiration** : branchio-cutanée (têtards), pulmo-cutanée (adultes).
- **Uro-génital** : reins mésonephros, fécondation externe (Anoures), interne (Urodèles).

C. Classification

1. **Apodes** : corps serpentiforme, ex. *Dermophis*.
2. **Urodèles** : queue persistante, ex. *Salamandra*, *Pleurodeles*.
3. **Anoures** : adultes sans queue, pattes postérieures longues. Ex. *Rana*, *Bufo*.

**III. Classe des Reptiles****A. Morphotypes**

- **Tortues** : carapace, tête rétractile, bec corné.
- **Lézards** : membres développés, queue longue.
- **Serpents** : apodes, déplacement par reptation.

B. Anatomie

- **Tégument** : écailles kératinisées, mues périodiques, pas de glandes.
- **Squelette** : 30–400 vertèbres, côtes absentes chez serpents.

- **Système nerveux** : hémisphères cérébraux dominants.
- **Appareil digestif** : dents coniques (sauf tortues), venin chez serpents.
- **Circulation** : cœur à 3 cavités sauf chez **Crocodiliens** (4 cavités).
- **Uro-génital** : reins métanéphros, fécondation interne, hémipénis chez mâles.

C. Classification

1. **Chéloniens** : *Testudo graeca*.
2. **Squamates** :
 - Sauriens : lézards, caméléons.
 - Ophidiens : serpents (vipères, couleuvres).
3. **Crocodiliens** : crocodiles, alligators (évolution avancée).



Acanthodactylus senegalensis.
Guembel (Sénégal).



Cyclanorbis senegalensis.
Niokolo (Sénégal).



Trachylepis paucisquamis.
Environs de Nzérékoré (Guinée).



Crocodylus suchus. Tionk Essil (Sénégal).

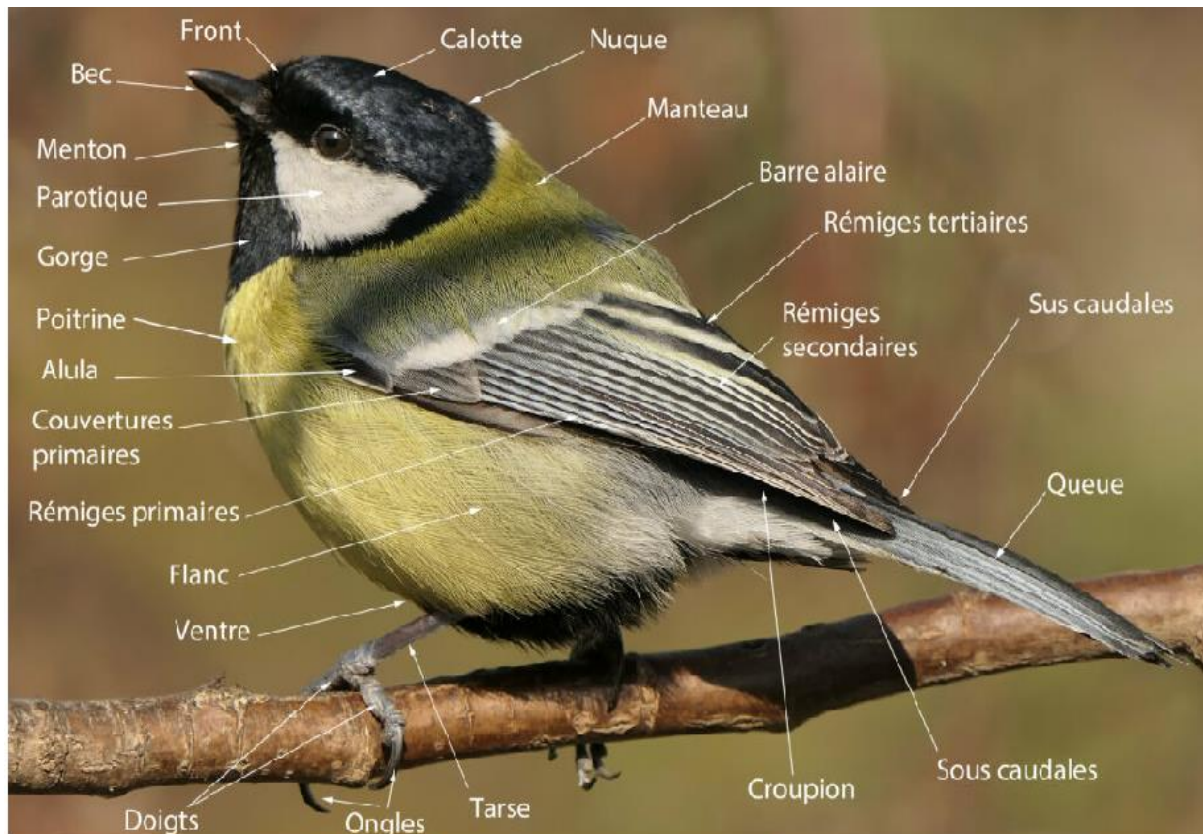
IV. Classe des Oiseaux

A. Caractères généraux

- Vertébrés amniotes, **homéothermes**, **ovipares**.
- Corps recouvert de **plumes**, membres antérieurs = **ailes**.
- Os creux, sacs aériens, musculature puissante, bec sans dents.
- Vision très développée.

B. Classification

1. **Ratites** : oiseaux coureurs inaptes au vol (Autruche, Emeu, Kiwi).
2. **Carinates** : oiseaux volants, becs spécialisés.
→ 24 ordres dont :
3. **Passériformes** : moineaux, merles... (ordre le + vaste).



Anatomie de l'oiseau / Plumage et parties du corps (passereaux)

V. Classe des Mammifères

A. Caractères généraux

- Vertébrés amniotes, **homéothermes**, **pilifères**, nourrissent les jeunes avec **lait maternel**.
- Glandes cutanées variées : sébacées, sudoripares, mammaires.
- Squelette ossifié, membres parasagittaux.
- **Poumons alvéolés**, **diaphragme**, cœur à 4 cavités, hématies **anucléées**.

- **Système nerveux** très développé, surtout le cortex cérébral.
- **Reproduction** vivipare (sauf exceptions), avec soins parentaux étendus.

B. Classification (Sous-classe : Thériens)

1. **Métathériens (Marsupiaux)** : développement partiel intra-utérin, marsupium.
Ex. *Kangourou*, *Koala*
2. **Euthériens (Placentaires)** : gestation complète, placenta, développement cérébral important.

Principaux Ordres :

- **Insectivores** : Taupe, Hérisson
- **Dermoptères** : Chauve-souris
- **Primates** : Singes, Homme
- **Lagomorphes** : Lapins, Lièvres
- **Rongeurs** : Rats, Castor, Écureuils
- **Cétacés** : Baleines, Orques
- **Carnivores** : Chiens, Lions
- **Artiodactyles** : Bovins, Hippopotame
- **Perrissodactyles** : Cheval, Âne.



Bibliographies

Adoutte, A., Balavoine, G., Lartillot, N., Lespinet, O., Prud'homme, B et De Rosa, R., 2000. The new animal phylogeny: reliability and implications. PNAS 97 (9): 4463-4456.

Beamont, P., Cassier. 1983. Biologie animale. Des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens. Tome 1: Donod Université 484 P.

Aguinaldo, A.M., Turbeville, J.M., Lindorf, L.S., Rivera, M.C., Garey, J.R., Raff, R.A. et J. A Lake, 1997. Evidence for a clade of Nematodes, Arthropods and other moulting animals. Nature, 387: 489-492.

Amroun, M., 2006. Zoologie des invertébrés I des protozoaires aux échinodermes. Université Mouloud Mammeri, Ouzou. 98 P.

Anonyme. 2011. <http://sante-guerir.notrefamille.com/sante-a-z/quelle-est-la-cause-du-paludisme-o76936.html> consulté le 21/07/2011

Arnold, N., Ovenden, D., 2004. Le guide herpéto, 199 amphibiens et reptiles d'Europe. Delachaux et Niestlé, Paris. 28p.

Cameron, C.B., Garey, J.R. et Swalla, N.J. (2000). Evolution of the chordate body plan: new insights from phylogenetic analyses of Deuterostome phyla. PNAS 97 (0): 4469-4474.

Chinery, M., 1988. Insectes d'Europe occidentale. Ed. Arthaud, paris, 307P.

Copeland, H. F., 1956. The Classification of Lower Organisms. Pacific Books, Palo Alto, California.

Jägersten, G., 1972. Evolution of the Metazoan life cycle. Academic Press, Lond and New York.

Isenmann, P., Moali, A., 2000. Oiseaux d'Algérie. Ed. Buffon, Paris. 336 p. Grasse, p.p., Doumen, C., 1998. Zoologie: Invertébrés. Masson, 296p.

Julien Barnasson¹ & Jean-François Elder², (2019). Une nouvelle espèce d'Hydrocorise pour la faune de France : *Micronecta (Micronecta) carpatica* Wróblewski, 1958 (Heteroptera, Nepomorpha, Corixidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, https://doi.org/10.32475/bsef_2070 ISSN 0037-928X eISSN 2540-2641.

Le Berre, M., 1989. La faune du Sahara: I, Poissons, Amphibiens, Reptiles. Ed. Chabaud et Lechevalier. Paris, 328 P.

Ladjama .I 2019 : cours Zoologie, Université Hassiba Ben Bouali Chlef .

Maoune Aicha 2017 : Cours de Zoologie, Université El Oued.

Matthew George Bolek & Ben Hanelt. (2024) Nematomorpha (Phylum): Horsehair Worms [Concepts in Animal Parasitology] <https://www.researchgate.net/publication/381516129>.
DOI: 10.32873/unl.dc.ciap057

Naulleau, G., 1980. Les lézards de France. Revue. Fr. *aquariol.* (3), 65-97 p.

Perrier, R., 1927. La faune de la France, Coléoptères 1, Ed. Delagrave, Fax. VI, Paris, 192 p.
Picaud, J. L., Baehr, J. C., Maissiat, J., 2004. Biologie animale vertébrés. Ed. Dunod, Paris, 298.

Schleich, H.H., Kästle, W., Kabisch, K., 1996. Amphibians and reptiles of north Africa. Ed. Koletz Scientific Books, Koenigstein, 630 P.

SELMANE Mehdi 2020 : Cours de Zoologie, Université El Oued.

MERGHEM Mounira 2021 : Cours Zoologie. 2ème année Licence. UFA Sétif 1

Wolfgang, D., Werner, R., 1992. Guide des insectes description habitat mœurs. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 237.