

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de RELIZANE
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences Biologiques



جامعة غليزان
RELIZANE UNIVERSITY

Cours et Travaux Pratiques de Zoologie

Destinés aux étudiants en deuxième année tronc commun sciences
biologiques et écologiques

Proposés par Dr BELKHEIR K.

Année universitaire 2022/2023

Avant-propos

La grande diversité du règne animal a toujours été un défi aux scientifiques qui tentent à donner une classification stable à ces êtres vivants. En effet le fait qu'ils existent soit sous des formes libres ou parasites et qu'ils aient des tailles allant de l'ordre microscopique, invisible à l'œil nu, aux animaux géants et qu'ils colonisent différents milieux parfois extrêmes et inaccessibles à l'homme, les animaux sont difficiles à être organisés. Ce polycopié de cours et travaux pratiques de zoologie est destiné aux étudiants en 2^{ème} année tronc commun biologie et écologie a pour objectif de donner des outils de base aux étudiants afin de comprendre l'évolution de l'organisation de ce règne tout en détaillant les grands caractères de classification comme le nombre de cellules qui permet en premier temps de séparer les protozoaires des métazoaires. Ensuite d'autres critères sont à vérifier afin de classer les espèces dans chaque sous règne par exemple le mode de locomotion peut être suffisant pour distinguer entre les animaux unicellulaires alors que le nombre des feuilletts embryonnaires, la destinée du blastopore, la présence ou non de cœlome et la localisation du système nerveux par rapport au tube digestif sont étudiés pour organiser le sous règne des Métazoaires.

Sommaire

Introduction à la zoologie	1
Généralités et Définitions	1
Critères et lignes d'organisation du règne animal	2
	7
Sous règne des protozoaires	8
Embranchement des Rhizopoda	10
Embranchement des Flagellés	15
Embranchement des Apicomplexa	20
Embranchement des Ciliés	26
Sous règne des Métazoaires	26
Embranchement des Spongiaires	30
Embranchement des Cnidaires	35
Embranchement des Plathelminthes	38
Embranchement des nématodes	40
Embranchement des arthropodes	44
Embranchement des Annélides	46
Embranchements des Mollusques	48
Embranchement des Echinodermes	50
Embranchement des Cordés	50
La superclasse des tétrapodes	51
La classe des amphibiens	53
La classe des mammifères	56
La classe des reptiles	58
La classe des oiseaux	62
La superclasse des poissons	66
Méthodes utilisées en zoologie	70
Ecologie animale	80
Comportement animal (éthologie)	82
Zootechnie	85
Parasitologie en zoologie	
Travaux pratiques	
TP1 : Observation microscopique des protozoaires	
TP2 : Observation microscopique de la reproduction asexuée chez <i>Paramecium sp</i>	92
TP3 : Observation microscopique des lames permanentes de <i>Fasciola hepatica</i>	93
et de <i>Taenia sp</i>	94
TP 4 : observation microscopique des lames permanentes de la tête et la cavité buccale de <i>Culex pipens</i>	95
TP 5 : observation microscopique de lames permanentes de quelques stades d'embryogénèse chez un cordé, exemple : <i>Rana sp</i> (grenouille des bois)	97
Références bibliographiques	98
Glossaire de zoologie	99-103

Liste des figures

Numéros et titres des figures	Pages
Figure 1 : Les stades morula et blastula	02
Figure 2 : La gastrulation dans l'embryogénèse	03
Figure 3 : Axes de symétrie bilatérale et radiaire	03
Figure 4 : destinée du blastopore : développement protostomien (à gauche), développement deutérostomien (à droite)	04
Figure 5 : comparaison entre les Acoelomates , les Eucoelomates et les Pseucoelomates	05
Figure 6 : Organisation du règne animal	06
Figure 7 :mouvements amiboïdes	08
Figure 8 : Division asexuée chez l'amibe	09
Figure 9 : Aspect d'un flagellé	10
Figure 10 : Les différentes formes des Mastigophora	11
Figure 11 : Division par scissiparité longitudinale chez les Flagellés	11
Figure 12 : Les différentes formes du Trypanosome lors de son cycle vital	13
Figure 13 : Cycle de vie de Trypanosoma	14
Figure 14 : Aspect d'un Apicomplexa	16
Figure 15 : Grossissement du complexe apical	16
Figure 16 : Cycle de vie de <i>Plasmodium falciparum</i>	18
Figure 17 : Exemples de Ciliés	21
Figure 18 : Structure de <i>Paramecium</i>	23
Figure 19 : Les étapes de la fission binaire chez <i>Paramecium</i>	24
Figure 20 : La conjugaison chez <i>Paramecium</i>	25
Figure 21 : Structure d'un Choanocyte flagellé (A) et d'un Spongiaire (B)	27
Figure 22 : formes des Spicules (A) et d'une charpente d'une éponge (B)	27
Figure 23 : Les stades Ascon (A), Sycon (B) et Leucon (C)	28
Figure 24 : Reproduction sexuée et formation d'un nouvel individu chez les Spongiaires	29
Figure 25 : Morphologie générale d'un polype et d'une méduse	30
Figure 26 : Symétrie radiaire chez les Cnidaires	31
Figure 27 : Structure d'un cnidocyte fermé (à gauche) et ouvert (à droite)	31
Figure 28 : Structure d'un polype octocoralliaire (A) et d'un polype hexacoralliaire (B)	32
Figure 29 : Reproduction sexuée(A) et asexuée par bourgeonnement (B) chez l'anémone de mer	33
Figure 30 : Reproduction chez les Hydrozoaires a) sexuée avec polype uniquement chez l'hydre(A) et sexuée avec alternance polype / méduse chez Obelia(B)	34
Figure 31 : structure d'une protonéphridie	35
Figure 32 : Morphologie d'un cestode complet et structure du scolex	36
Figure 33 : Cycle de vie de <i>Taenia saginata</i> (le ver solitaire)	37
Figure 34 : Morphologie de nématodes male et femelle	38
Figure 35 :Cycle de vie d' <i>Ascaris lumbricoides</i>	39
Figure 36 : Système circulatoire du criquet	40
Figure 37 : Système circulatoire fermé (à gauche) et ouvert (à droite)	41
Figure 38 : Système nerveux chez un Arthropode	41
Figure 39 : Classification récente des Arthropodes	42
Figure 40 : Morphologie de <i>Culex pipens</i>	43

Figure 41 : anatomie externe des Annélides	44
Figure 42 : Système digestif, circulatoire et nerveux chez le ver de terre	45
Figure 43 : Anatomie interne et externe d'un mollusque	46
Figure 44 : Diversité des mollusques	47
Figure 45 : Symétrie des Echinodermes	48
Figure 46 : Formation de l'anus avant la bouche chez les deutérostomiens	48
Figure 47 : Anatomie externe d'un échinoderme	49
Figure 48 : Anatomie interne des Echinodermes	49
Figure 49 : Système ambulacraire	49
Figure 50 : Exemple de système nerveux épineuriens	50
Figure 51 : Morphologie des différents groupes des Amphibiens	51
Figure 52 : Cycle de développement d'un Anoure	52
Figure 53 : Développement larvaire des anoures et des urodèles	52
Figure 54 : Sous-classes des mammifères	53
Figure 55 : Fécondation de l'ovocyte et nidation de l'œuf fécondé	54
Figure 56 : Formation du placenta durant les premiers jours de la grossesse chez la femme	55
Figure 57 : Le squamata ou la carapace chez certaines espèces de reptiles	57
Figure 58 : Cycle de vie des crocodiles (a) et des tortues (b).	57
Figure 59 : Classification des reptiles.	58
Figure 60 : Les types (a) et anatomie des plumes (b)	59
Figure 61 : Tractus digestif du poulet	59
Figure 62 : Syrinx des oiseaux	60
Figure 63 : Système circulatoire fermé des oiseaux	60
Figure 64 : Exemples d'oiseaux qui ne volent pas	61
Figure 65 : Exemple de cycle de vie d'un oiseau	61
Figure 66 : Anatomie externe d'un poisson	62
Figure 67 : Respiration chez les poissons	63
Figure 68 : Absence de la mâchoire chez les agnathes	63
Figure 69 : Anatomie interne d'un poisson	63
Figure 70 : Système circulatoire d'un poisson	64
Figure 71 : cycle de vie des poissons	64
Figure 72 : Organisation et classification générale des vertébrés	65
Figure 73 : techniques d'échantillonnage en zoologie	67
Figure 74 : technique de capture - marquage- recapture	67
Figure 75 : technique de capture et télémétrie	68
Figure 76 : exemple de filet utilisé en zoologie	68
Figure 77 : observation microscopique intravivale	69
Figure 78 : Relation de A -prédation , B- compétition et C- mutualisme chez les animaux	71
Figure 79 : Exemple de chaîne alimentaire terrestre	73
Figure 80 : exemple d'un réseau trophique	74
Figure 81 : exemple de pyramide de nombres	75
Figure 82 : exemples de pyramides de biomasse (A) et d'énergie (B)	76
Figure 83 : adaptation de la dentition et du tube digestif selon le régime alimentaire	77
Figure 84 : exemple de perturbation de système alimentaire	78
Figure 85 : importance de la chaîne alimentaire	79
Figure 86 : exemple de communication entre les animaux	81
Figure 87 : Exemples d'animaux concernés par la zootechnie	87
Figure 88 : quelques protozoaires parasites	89
Figure 89 : quelques helminthes parasites de l'homme	90
Figure 90 : quelques métazoaires parasites de l'homme	91

Organisation du cours de zoologie

Ce polycopié de zoologie est structuré de manière progressive afin de faciliter la compréhension des concepts fondamentaux liés à l'étude du règne animal ; il débute par une introduction générale présentant les bases de la zoologie suivie de chapitres détaillant les principaux groupes zoologiques ainsi leurs caractéristiques morphologiques, physiologiques et écologiques.

L'organisation du document vise à offrir une vision globale et cohérente de la diversité animale, tout en permettant une acquisition progressive des connaissances.

1- Introduction à la zoologie

Généralités et Définitions

1-1- La zoologie (zoon : animal ; logos : science) est la science qui étudie les animaux. Elle permet de classer l'animal en se basant sur sa morphologie externe, l'organisation interne des organes et leur fonctionnement autant qu'appareils ainsi que comportements de l'animal dans sa communauté et vis-à-vis son milieu.

1-2-Le règne animal comporte plus d'une trentaine de phylum (Embranchements) dans lesquels les espèces animales vertébrées sont minoritaires par rapport au nombre d'espèces invertébrées.

1-3- La classification et taxonomie permettent de délimiter des groupes d'individus en se basant sur des critères d'habitat, reproduction, régime alimentaire, morphologie externe et interne ...L'unité de classification en zoologie est l'espèce

1-4-L'espèce est un ensemble d'individus apparentés vivants ou fossiles semblables morphologiquement, physiologiquement et par leur génotype ayant un mode de vie commun et occupant un milieu géographique définissable. Les espèces voisines sont regroupées en genre, les genres en famille, les familles en ordre, les ordres en classe, les classes en embranchements (ou clades ou phylums), et les embranchements en règne. Chacun de ces niveaux peut être subdivisé en utilisant des préfixes comme -infra, -super, -sous...,

Exemple :

Règne : Animale

Embranchement : Protozoaire

Classe : Mastigophora

Ordre : Kinetoplastida

Sous ordre : Trypanosomatida

Famille : Trypanosomatidae

Genre : *Trypanosoma*

Espèce : *equiperdum*

1-5-pour la nomenclature zoologique, on utilise la nomenclature binomiale pour nommer les taxons des animaux. Dans cette nomenclature le genre apparaît en majuscule alors que l'espèce en minuscule tous les deux sont écrits en italique.

Exemples :

1- *Glossina morsitans* (mouche tsé tsé vecteur de l'agent causant la maladie du sommeil)

2- *Paramecium caudatum* (animale unicellulaire)

2- Critères et lignes d'organisation du règne animal:

Elle se fait en se basant sur

le nombre des cellules et la formation des tissus, ce caractère permet de distinguer le sous règne des protozoaires qui sont unicellulaires et ne contiennent pas de tissus de celui des métazoaires qui sont pluricellulaires et dont les cellules s'organisent en tissus et appareils.

le nombre de feuilletts embryonnaires : cette caractéristique permet de distinguer les animaux évolués conçus à partir de trois feuilletts embryonnaires (animaux triploblastiques) des animaux moins évolués ne contenant que deux feuilletts embryonnaires (animaux diploblastiques)

Rappels :

Après fécondation l'œuf se divise et passe au stade morula puis blastula

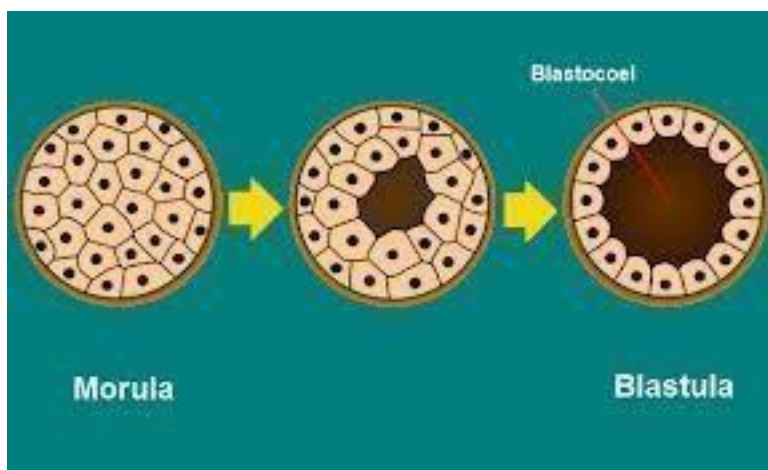


Figure 1 : les stades morula et blastula

Ensuite au moment de la gastrulation une partie de l'embryon s'invagine pour former une poche lui donnant ainsi la forme d'une sphère creuse ouverte au niveau du blastopore

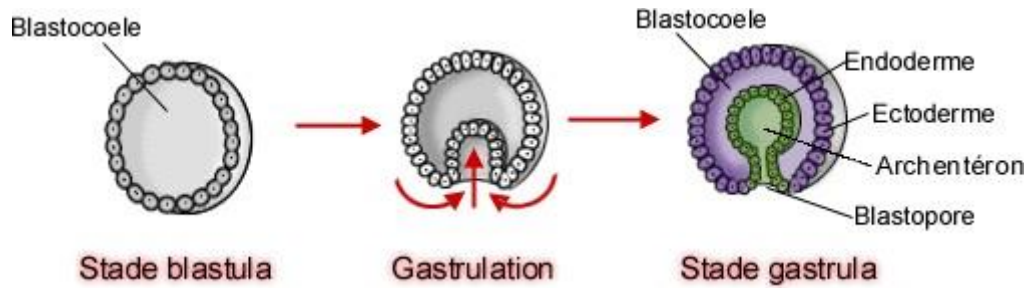


Figure 2 : la gastrulation dans l'embryogénèse

Le feuillet qui reste à l'extérieur devient l'ectoderme, celui qui se trouve à l'intérieur est l'endoderme, alors que celui qui se forme entre les deux est le mésoderme (produira les structures de revêtement et une partie du tissu nerveux). Chez les animaux diploblastiques (Spongiaires et Cnidaires) ce dernier (le mésoderme) n'est pas présent, une matrice extracellulaire riche en collagène se développe (mésoglée)

La symétrie de la gastrulation, au début de la gastrulation, l'embryon possède une symétrie quasiment sphérique. À la fin, la symétrie fondamentale du groupe animal (radiaire, bilatérien) est mise en place. Les bilatériens sont caractérisés par une symétrie bilatérale (cettesymétrie définit des axes antéro-postérieur, dorso-ventral et médio-latéral) à l'origine de leur nom (animaux supérieurs).

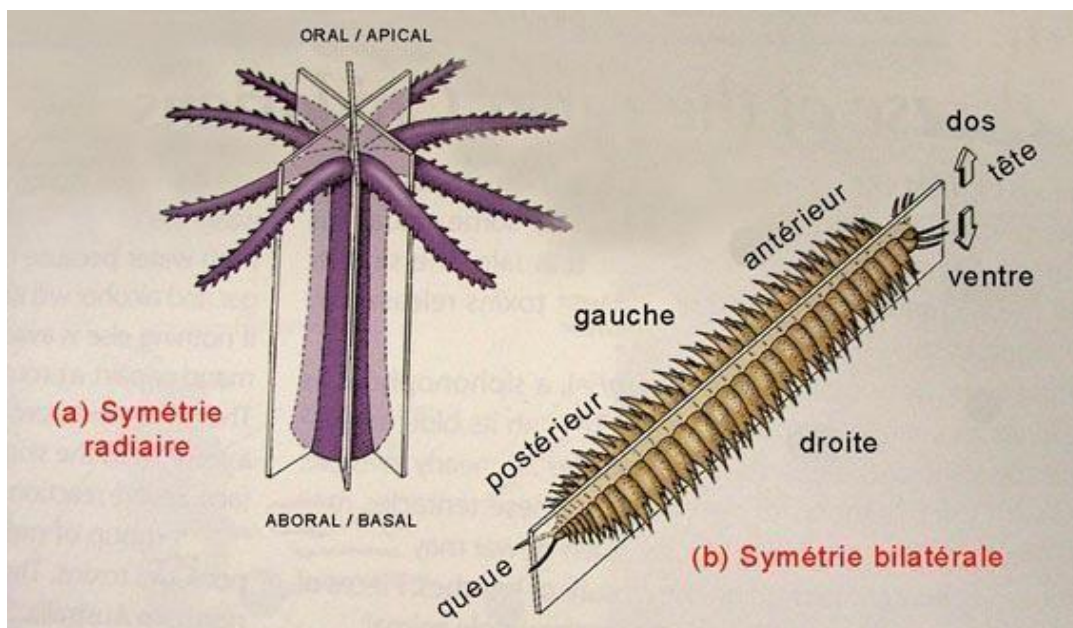


Figure 3 : Axes de symétrie bilatérale et radiaire

La destinée du blastopore, lors du développement embryonnaire, chez les protostomiens (bouche en premier) le blastopore se transforme directement en bouche qui apparaît avant l'anus (les arthropodes et les mollusques) alors que chez les deutérostomiens (bouche en second), le blastopore donne lieu à l'anus qui apparaît en premier (les vertébrés et les échinodermes)

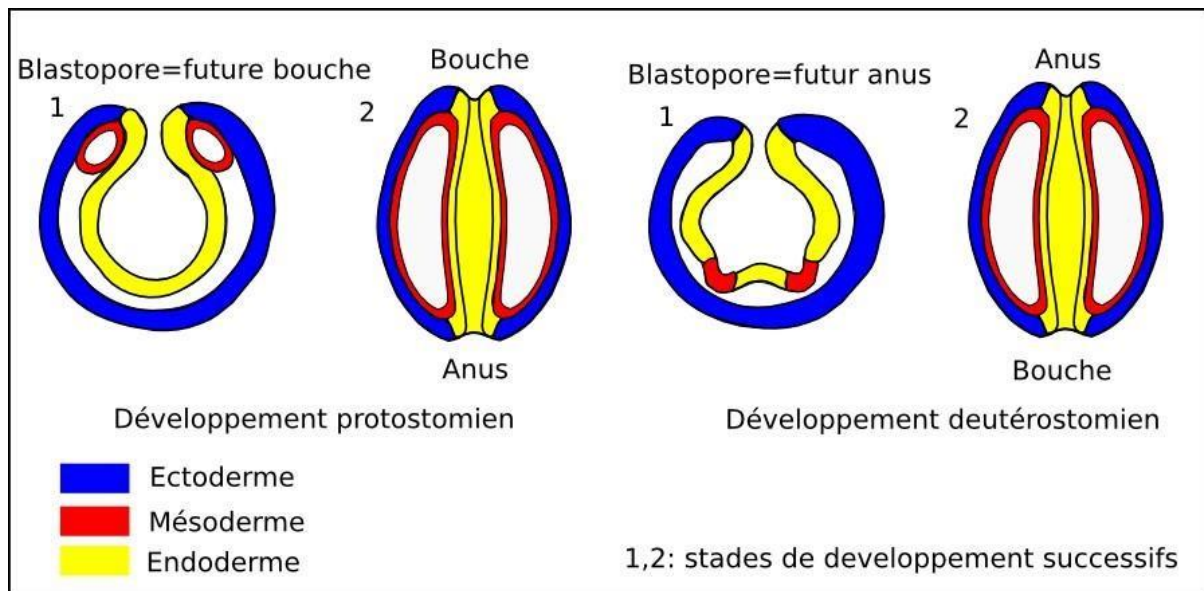


Figure 4 : destinée du blastopore : développement protostomien (à gauche), développement deutérostomien (à droite)

Présence ou non de cœlome, cette caractéristique permettra de différencier les Acoelomates chez lesquels le mésoderme reste compact et ne s'organise jamais en vésicules. Chez ces animaux le parenchyme qui est un tissu diffus remplit les espaces et la cavité générale et participe à la formation de quelques muscles et les organes génitaux (Les Plathelminthes). Chez les triploblastiques coelomates une cavité corporelle ou cœlome est rempli de liquide qui se trouve entre la cavité (tube) digestif et l'enveloppe corporelle, complètement bordée par le mésoderme. Si la cavité n'est pas complètement entourée de tissu mésodermique, l'animal est dit « Pseudocœlomate ». Les pseudocœlomates possèdent des organes baignant dans du liquide, bordée par le mésoderme que du côté externe et par l'endoderme du côté interne (les Nématodes).

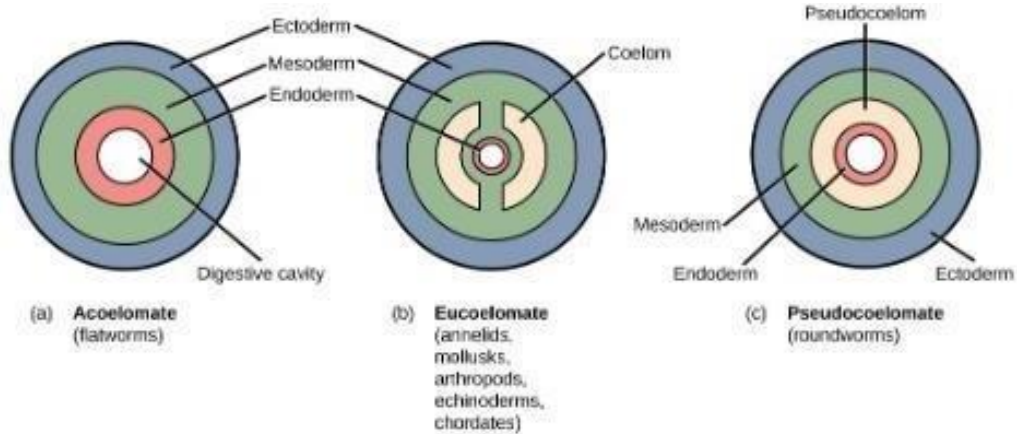


Figure 5 : comparaison entre les Acoelomates , les eucoelomates et les Pseucoelomates

Position du système nerveux, chez les coelomates la position du système nerveux permet de distinguer les **Epineuriens** qui possèdent un système nerveux placé dorsalement par rapport au tube digestif (vertébrés), les **Epithélioneuriens** chez lesquels le système nerveux est tégumentaire placé dans l'ectoderme (Echinoderms) , et les **Hyponeuriens** (système nerveux placé sur le côté ventral par rapport au tube digestif (Mollusques))

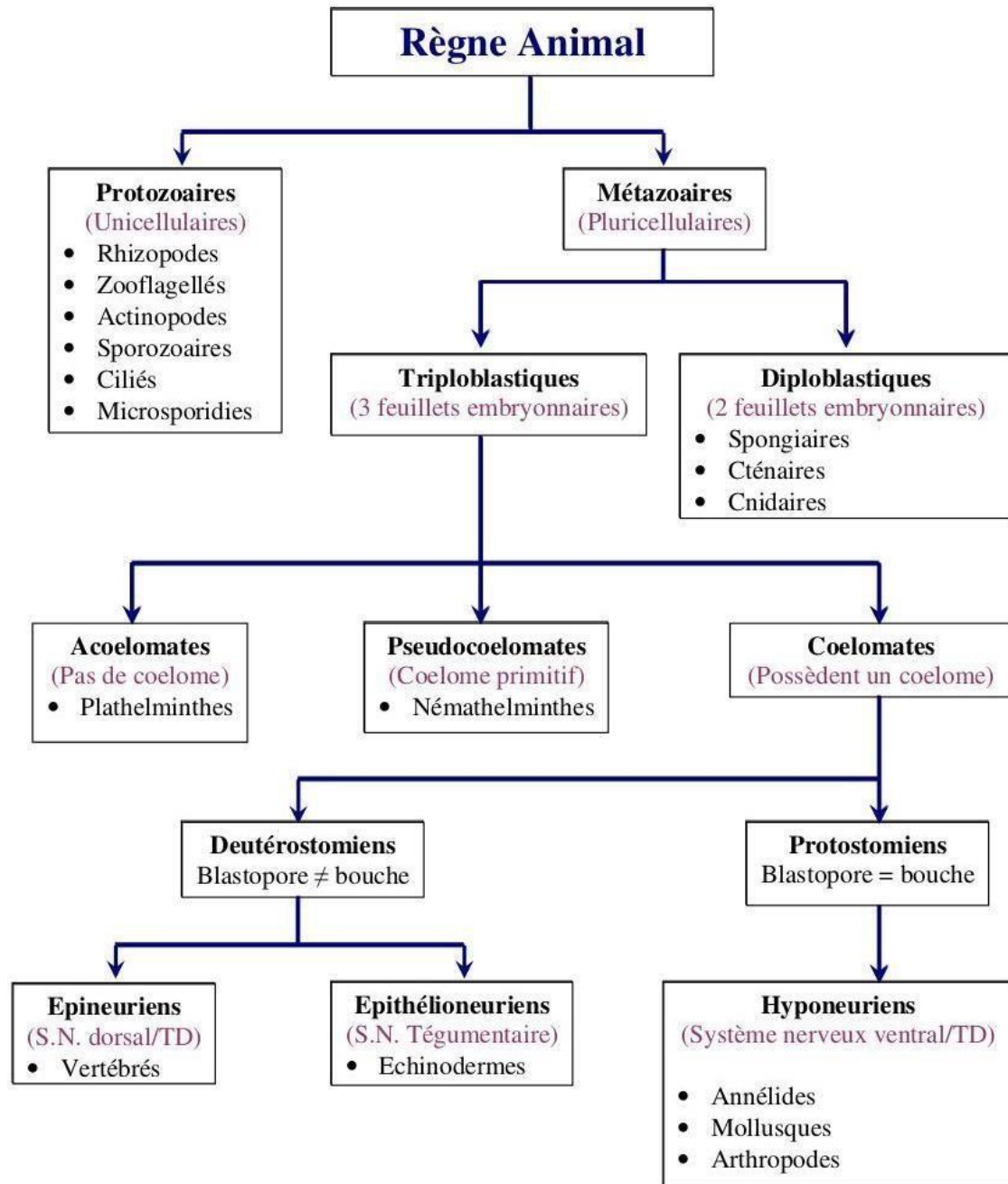


Figure 6 :Organisation du règne animal

Chapitre 1 :Sous règne des protozoaires

1- Introduction

Tous les organismes existant dans le monde ont été classés en six **Royaumes**; à savoir, les **Bactéries** et les **Archaea** qui sont des procaryotes (absence de noyau et d'organites cellulaires). Le reste des êtres vivants sont des eucaryotes (présence d'un noyau délimité par une membrane nucléaire, présence de tous les organites cellulaires) , **Protista**, **Plantae** (**végétaux**), **Fungi** (**champignons**), et **Animalia**. Les protozoaires et les métazoaires appartiennent respectivement au royaume des protistes et au royaume animal. Dans les premières classifications, les protozoaires unicellulaires étaient considérés comme de simples animaux. Cependant, ils sont maintenant placés dans le royaume des Protistes.

2- Définition et caractères généraux des protozoaires : étymologiquement sont des animaux primitifs microscopiques mobiles.

-Ils sont unicellulaires : une seule cellule assurant toutes les fonctions vitales (nutrition, multiplication, déplacement)

-Ils sont eucaryotes :ils possèdent un noyau bien délimité par une enveloppe nucléaire à coté de tous les organites cellulaires.

-Ils sont hétérotrophes (ne possèdent pas de chloroplastes).

-Selon leur mode de locomotion ils sont subdivisés en :

Embranchement des Flagellés (Mastigophora, 1 ou plusieurs flagelles)

Embranchement des Rhizopodes (pseudopodes, faux pieds)

Embranchement des Sporozoaires (Apicomplexa)

Embranchement des Ciliés (Infusoires, présence de cils).

Embranchement des Rhizopoda

Rhizopoda (Rhizos = racines ; podos=patte)

1- Caractères généraux

Protozoaires très hétérogènes, se déplaçant grâce aux pseudopodes de différentes formes (lobés, filiformes et réticulés)

- Les Rhizopoda sont généralement libres vivant au niveau des mers, eaux douces et la terre humide. Mais il existe des espèces parasites. Ils peuvent s'enkyster en conditions défavorables.

2- Classification

Leur classification est basée sur la morphologie des pseudopodes. D'une manière générale ils se répartissent en amibe nues ou amibes testées

Amibes nues : la plupart des amibiens sont aquatiques bien que certains vivent en parasites dans l'intestin, les poumons et le foie de l'homme.

Ils se déplacent par des mouvements amiboïdes, le corps se déforme en poussant des pseudopodes, qui se disparaissent pour se reformer sur un autre point, tirant ainsi le corps par reptation.

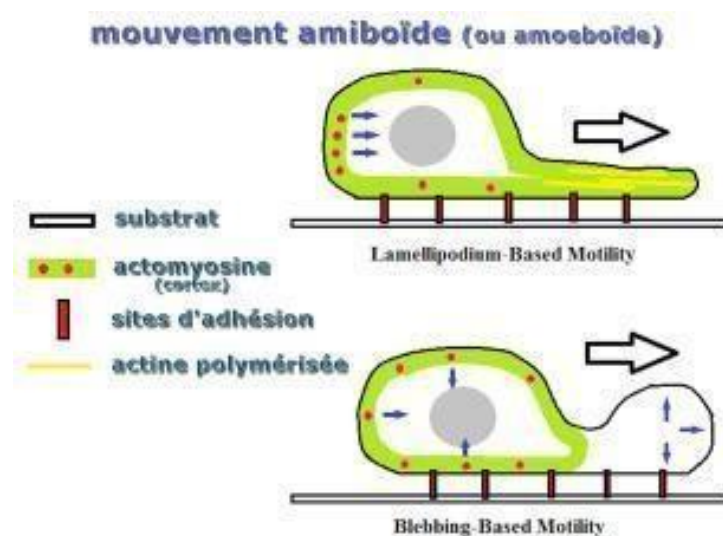


Figure 7 :mouvements amiboïdes

Ils se nourrissent par phagocytose à travers toute la surface du corps

L'amibe se reproduit par voie asexuée ordinaire appelée fission binaire. Après la réplication de son matériel génétique par la division mitotique, la cellule se divise en deux cellules filles de taille égale. Le matériel génétique est aussi divisé, par conséquent les cellules filles sont génétiquement identiques les unes aux autres et à la cellule mère. Dans ce procédé, le noyau de la première amibe se divise pour former deux noyaux fils par le procédé de caryocinèse. Après que le noyau a été divisé en deux, le processus de cytokinèse dans laquelle le cytoplasme de la cellule mère se divise en deux cellules filles. Cela conduit à la formation de deux cellules filles d'amibe ayant un noyau et leurs propres organites cellulaires.

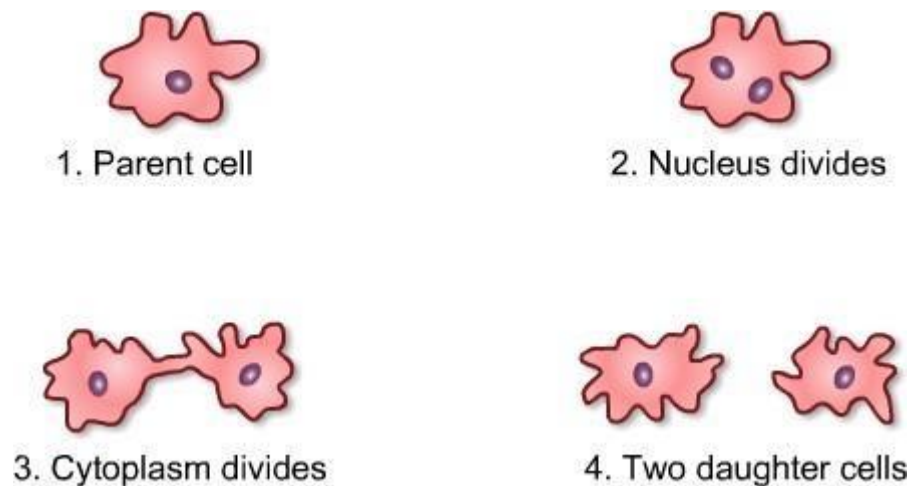


Figure 8 : Division asexuée chez l'amibe

Amoeba proteus : Espèce libre vivant dans les eaux douces stagnantes, elle se nourrit de petits animaux et végétaux, et présente des formes variables selon les conditions extérieures.

Entamoeba histolytica : Espèce hématophage et pathogène, elle vit dans l'intestin de l'homme et peut traverser la muqueuse intestinale pour aller se loger dans le foie, poumons ou encore dans le cerveau. Elle se nourrit de débris alimentaires et d'hématies et cause une maladie appelée dysenterie amibienne ou amibiase.

Entamoeba coli : Elle vit dans le colon de l'homme et se nourrit de débris alimentaires et de bactéries, elle n'est pas pathogène.

Thécamoebians (Testate d'amibe) : diffèrent des amibes nues par la présence d'un test qui enferme partiellement la cellule, avec une ouverture d'où émergent les pseudopodes. Cette coquille protège l'amibe des prédateurs et des conditions environnementales.

Le test de certaines espèces est entièrement produit par l'amibe et peut être organique, siliceux ou calcaire selon les espèces (tests autogènes), alors que dans d'autres cas le test est constitué de particules de sédiments collectées par l'amibe qui sont ensuite agglutinées entre elles par les sécrétions à l'intérieur de la cellule (tests xénogéniques).

Les amibes testatrices peuvent être trouvées dans la plupart des environnements d'eau douce, y compris les lacs, les rivières, et les sols.

Le caractère solide et résistant des tests permet de les conserver longtemps après la mort de l'amibe.

Embranchement des Flagellés

Flagellés ou Mastigophora (mastix=fouet ou flagelle, phorein= porter)

Ce groupe de protozoaires sont pourvus à l'état végétatif d'un ou de plusieurs flagelles (fouets vibratiles) grâce auxquels ils se déplacent. Les flagelles sont insérés sur le kinétoplaste

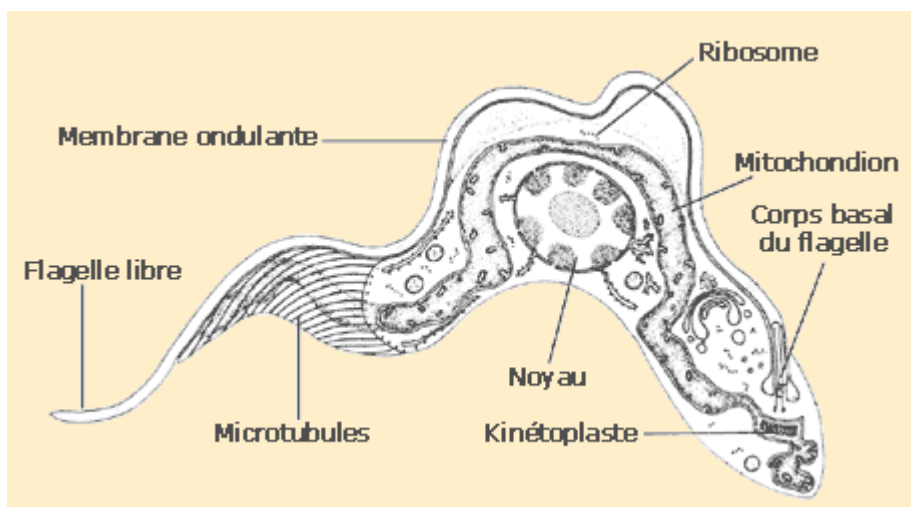


Figure 9 : Aspect d'un flagellé

Forme variable: ovoïde, fusiforme, piriforme...

Le corps est délimité par une membrane cytoplasmique mince ondulante: le périplasma.

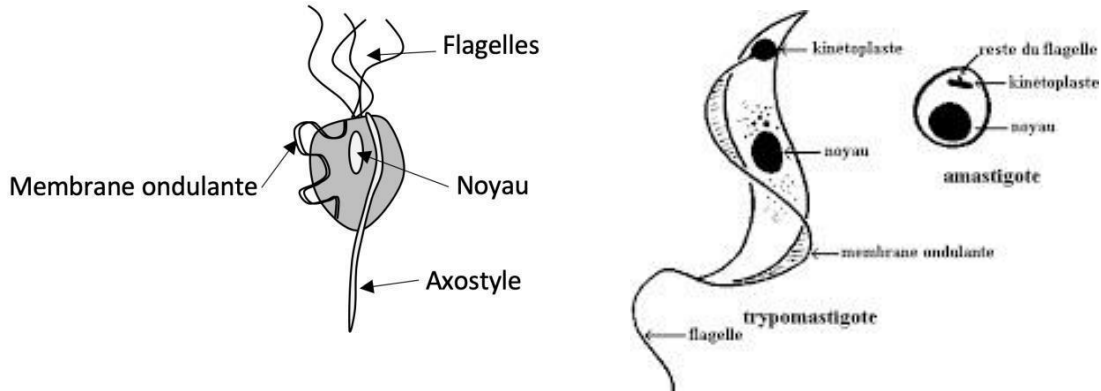


Figure 10 : Les différentes formes des Mastigophora

Ils se multiplient généralement par scissiparité longitudinale. La reproduction sexuée est rare chez les flagellés.

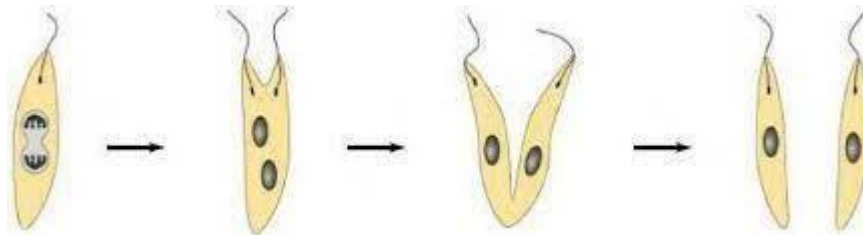


Figure 11 : Division par scissiparité longitudinale chez les Flagellés

Ils possèdent un ou plusieurs noyaux

Présence de formations cytosquelettiques axostyle

Présence d'organites autres que ceux souvent observés dans les cellules eucaryotes : appareil parabasal (Golgi), kinétoplaste (mitochondrie géante des Trypanosomidés)

Selon leur affinité, les flagellés sont divisés en 2 groupes distincts :

Les phytoflagellés (Phytomastigophorea) : Organismes libres possédant des chloroplastes.

Les Zooflagellés (Zoomastigophorea) : Ils peuvent être libres, vivant en symbiose ou en parasitisme.

Certaines espèces ont leur membrane complètement close et ne peuvent se nourrir que de substances dissoutes dans l'eau

2 sous groupes :

Polyflagellés : cavitaires (Intestinaux, urogénitaux) Trichomonas , Giardia

Monoflagellés : tissulaires et Sanguine *Trypanosoma, Leishmania*

Trypanosomes :

Les trypanosomes sont des protozoaires flagellés sanguicoles **exoérythrocytaires**

Dans le corps humain ils se déplacent entre les différentes cellules du sang comme les globules rouges et blancs et dans d'autres liquides biologiques.

Les espèces pathogènes pour l'homme sont :

- *Trypanosoma cruzi*, responsable de la trypanosomose humaine américaine (ou maladie de Chagas) qui n'existe qu'en Amérique latine et dont le vecteur est une punaise de la famille des Triatomidae
- *Trypanosoma brucei*, strictement localisé en Afrique dans les régions où vivent les mouches tsé-tsé.

Cycle de vie :

Le cycle de *T. brucei gambiense* se déroule dans le sang de l'hôte mammifère et chez la glossine. Durant ce cycle le parasite change plusieurs fois de forme. Il se trouve sous la forme longue ou « *slender* » qui est munie d'un flagelle libre et d'une membrane ondulante bien développée. Le kinétoplaste est subterminal. Le noyau est ovale. Ensuite il prend la forme trapue ou « *stumpy* », caractérisée par l'absence presque de flagelle (ou faiblement marqué) et un kinétoplaste en position plus terminale que dans la forme longue, son extrémité postérieure est arrondie, et son noyau est arrondi. La membrane ondulante est également bien développée.

Chez la glossine

manteau antigénique de surface (forme métacyclique infestante) (figure c).. À ce stade, il est à nouveau capable d'infecter un hôte mammifère.

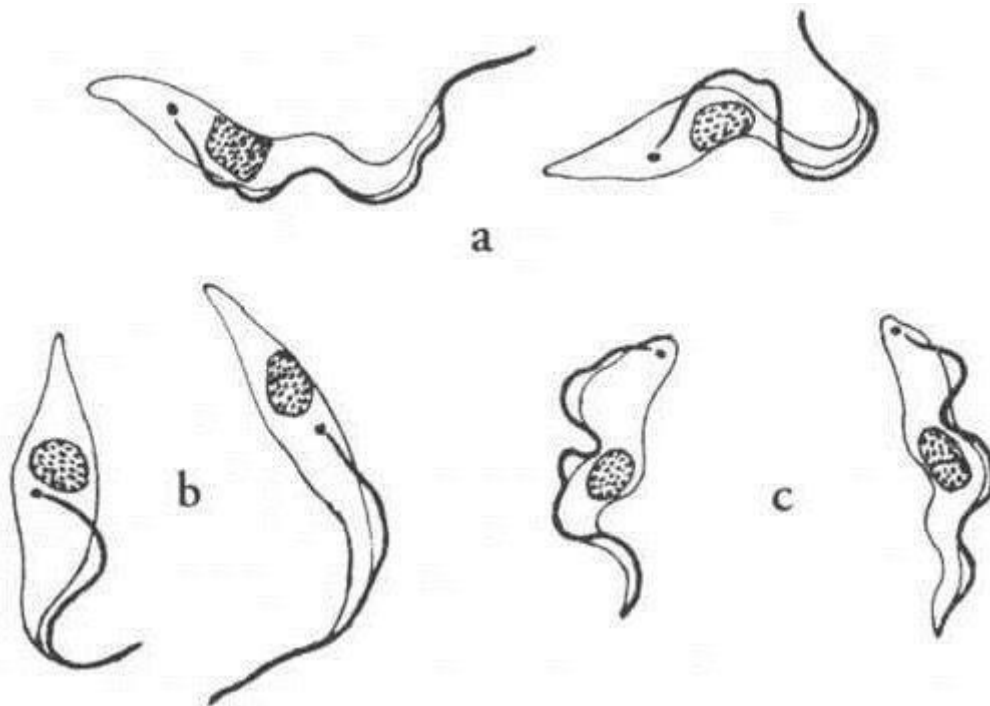


Figure 12 : Les différentes formes du Trypanosome lors de son cycle vital

Chez l'homme :

Les trypanosomes sont inoculés à l'homme lors du repas sanguin d'une glossine infectante. Ils vont d'abord demeurer dans les tissus sous-cutanés, au point de la piqûre. Ensuite ils vont passer dans le sang où ils se multiplient et se dispersent grâce aux circulations sanguine et lymphatique vers les différents organes et, notamment, les ganglions.

Les trypanosomes restent dans le système sanguin et le système lymphatique pendant une durée variable, de quelques semaines à plusieurs années. Ils finissent ensuite par passer au système nerveux central. Cela se traduit par une aggravation de la maladie et apparition des signes neurologiques.

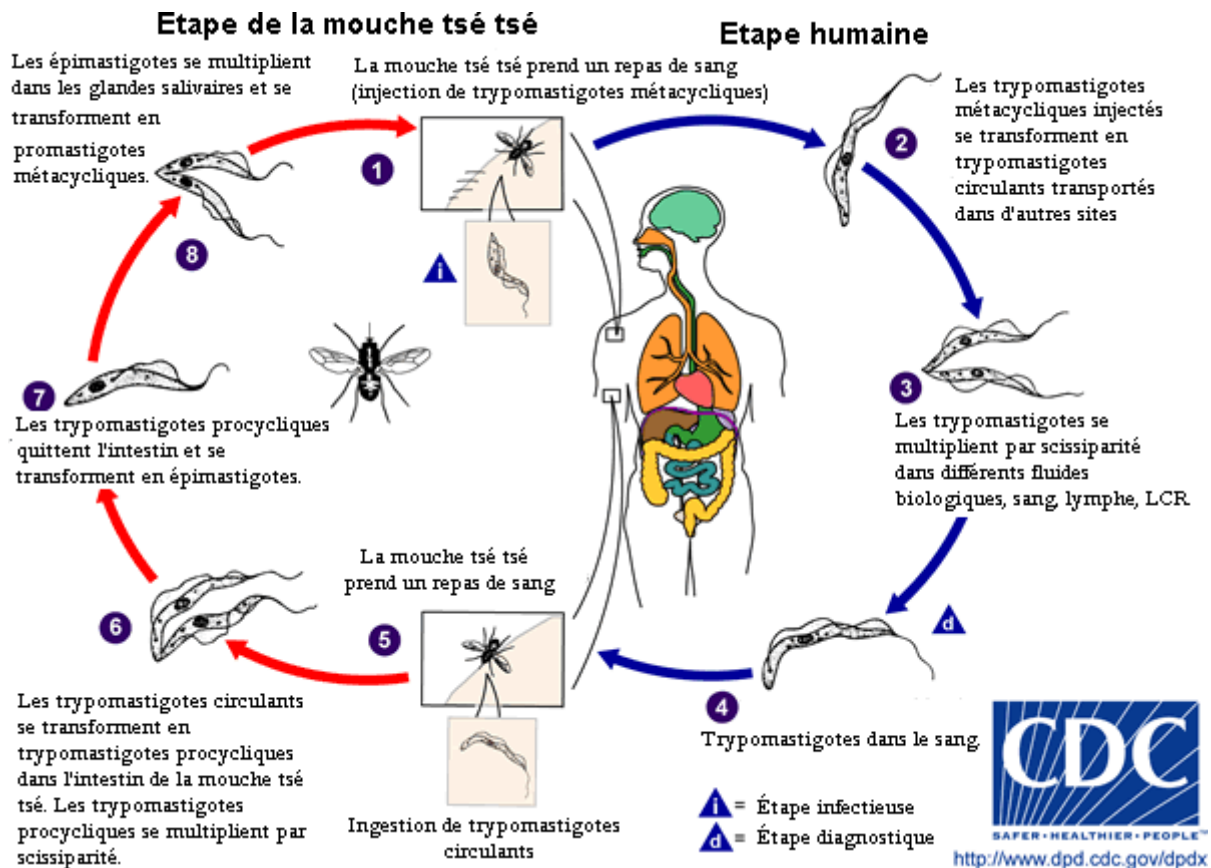


Figure 13 : Cycle de vie de Trypanosoma

Les symptômes d'une infection aux Trypanosomes

L'infection se traduit par de la fièvre, des maux de tête, et des douleurs articulaires. Un gonflement énorme des ganglions lymphatiques et une adénopathie cervicale postérieure (ganglions derrière le cou) peut apparaître. En l'absence de traitement, la maladie déborde progressivement les défenses de la personne infectée, et de nouveaux symptômes apparaissent, notamment l'anémie, les troubles endocriniens, cardiaques, et rénaux. Ensuite des troubles neurologiques apparaissent (confusion mentale et des troubles de la coordination, le cycle du sommeil est perturbé, ce qui entraîne de la fatigue alternant avec des périodes d'agitation le jour avec l'insomnie la nuit). Sans traitement, la maladie est mortelle, avec une détérioration mentale progressive aboutissant au coma et à la mort. Les dommages causés dans la phase neurologique peuvent être irréversibles.

La durée de la maladie varie selon le parasite en cause. L'évolution est plus rapide dans le cas du *Trypanosoma rhodesiense* (sur quelques semaines à quelques mois). Elle peut atteindre plusieurs années dans le cas du *Trypanosoma gambiense*.

Embranchement des Apicomplexa (Sporozoaires)

Apicomplexa (api = haut, complexe = structure) ou Sporozoaires (sporos =graine, zoon = animal)

1- Caractères généraux

Ce sont des protozoaires de petites taille tous obligatoirement parasites.

Ils sont généralement immobiles (absence d'appareil locomoteur).

Parasites intracellulaires en général pendant une partie de leur cycle évolutif, ils se nourrissent par absorption à l'état dissous de substances nutritives élaborées par l'hôte (pas de vacuoles digestives, ni contractiles).

Leur reproduction est caractérisée par une alternance entre une reproduction sexuée (gamogonie) et une multiplication asexuée (schizogonie ou shyzogonie).

Endoparasites à cycle de développement complexe qui se caractérise soit par la présence d'un seul hôte (monoxène) ou de plusieurs hôtes (hétéroxène)

La cellule est munie d'un complexe apical typique chez les stades infectieux appelé sporozoïtes. Le complexe apical contient des enzymes lytiques servant à la pénétration du parasite dans la cellule hôte.

Les gamètes sont généralement flagellés et différents (anisogamie)

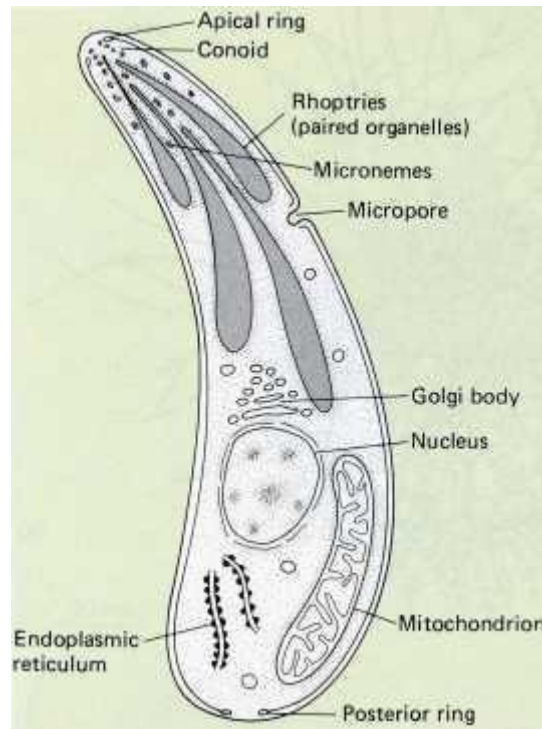


Figure 14: Aspect d'un Apicomplexa

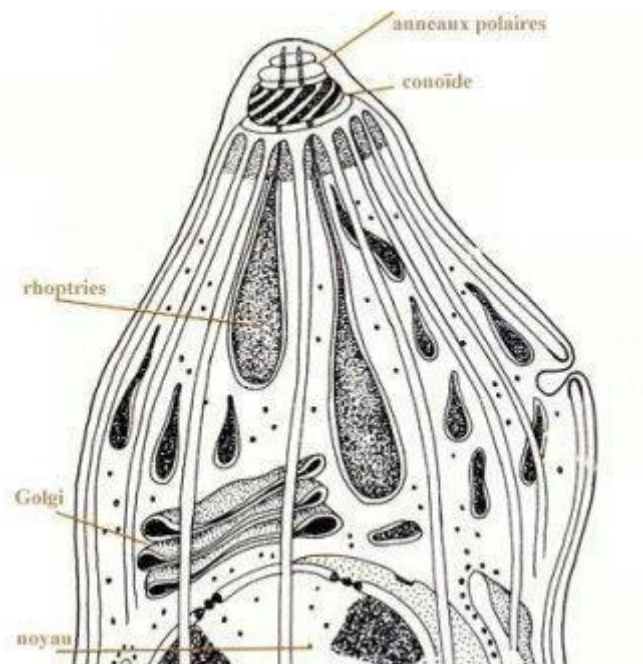


Figure 15 : Grossissement du complexe apical

2- Classification

Ces parasites sont subdivisés en trois groupes :

La classe des Grégarinomorphe (Grégarines), parasites des invertébrés

La classe des Coccidiomorphes (Coccidies), parasites d'invertébrés et de vertébrés dont l'homme

La classe des Sarcosporidies parasites de vertébrés

3- Exemple d'un Coccidie *Plasmodium falciparum*

Plasmodium falciparum est l'agent du paludisme (malaria). Il est transmis à l'homme par piqûre d'un insecte vecteur hématophage, l'anophèle (*Anopheles* sp.)

4- Cycle de développement :

Phase asexuée (schizogonie) : elle se déroule chez l'homme (hôte intermédiaire)

Le cycle débute par l'inoculation des sporozoïtes dans le sang de l'homme lors du repas sanguin du moustique vecteur

Les sporozoïtes atteignent le foie. Après pénétration dans une cellule hépatique les sporozoïtes prennent le nom de trophozoïtes. Ils accroissent leurs noyaux par réplication de leur ADN pour former des schizontes volumineux multinucléés. Après fissions binaires et cytokinèse les schizontes donnent naissance aux shizoïtes appelés aussi mérozoïtes.

Certains shizoïtes infectent d'autres cellules hépatiques (phase exoerythrocytaire) d'autres infectent des hématies (phase érythrocytaires)

Dans les érythrocytes (hématies ou globules rouges), les trophozoïtes donnent des schizontes volumineux après multiplication de leur ADN. Après cytokinèse des mérozoïtes de deuxième ordre sont formés. Une fois remplis les hématies éclatent et libèrent les shizoïtes néoformés qui infectent d'autres hématies et débutent un nouveau cycle de réplication. Cette partie du cycle correspond à la phase clinique où le sujet devient fébrile, c'est l'accès palustre.

Après plusieurs phases de schizogonies, des trophozoïtes subissent une maturation sans division nucléaire, accompagnée d'une différenciation sexuée : ils se transforment

en gamétocytes à potentiel mâle ou femelle. Les gamétocytes matures vont ensuite rester en circulation dans le sang pendant quelques semaines.

Phase sexuée (gamongonie) : elle se déroule chez l'anophèle femelle (hôte définitif)

Les gamétocytes, ingérés par le moustique lors d'un repas sanguin sur un sujet infecté, se transforment en gamètes mâles flagellés et femelles qui fusionnent dans la lumière du tube digestif, en un œuf libre, mobile, dénommé ookinète.

Le zygote traverse la paroi de l'estomac et se transforme en oocyste qui produit des centaines de sporozoïtes infectants qui migrent vers les glandes salivaires pour être inoculés à l'homme lors d'un repas sanguin de l'anophèle et débiter ainsi un nouveau cycle.

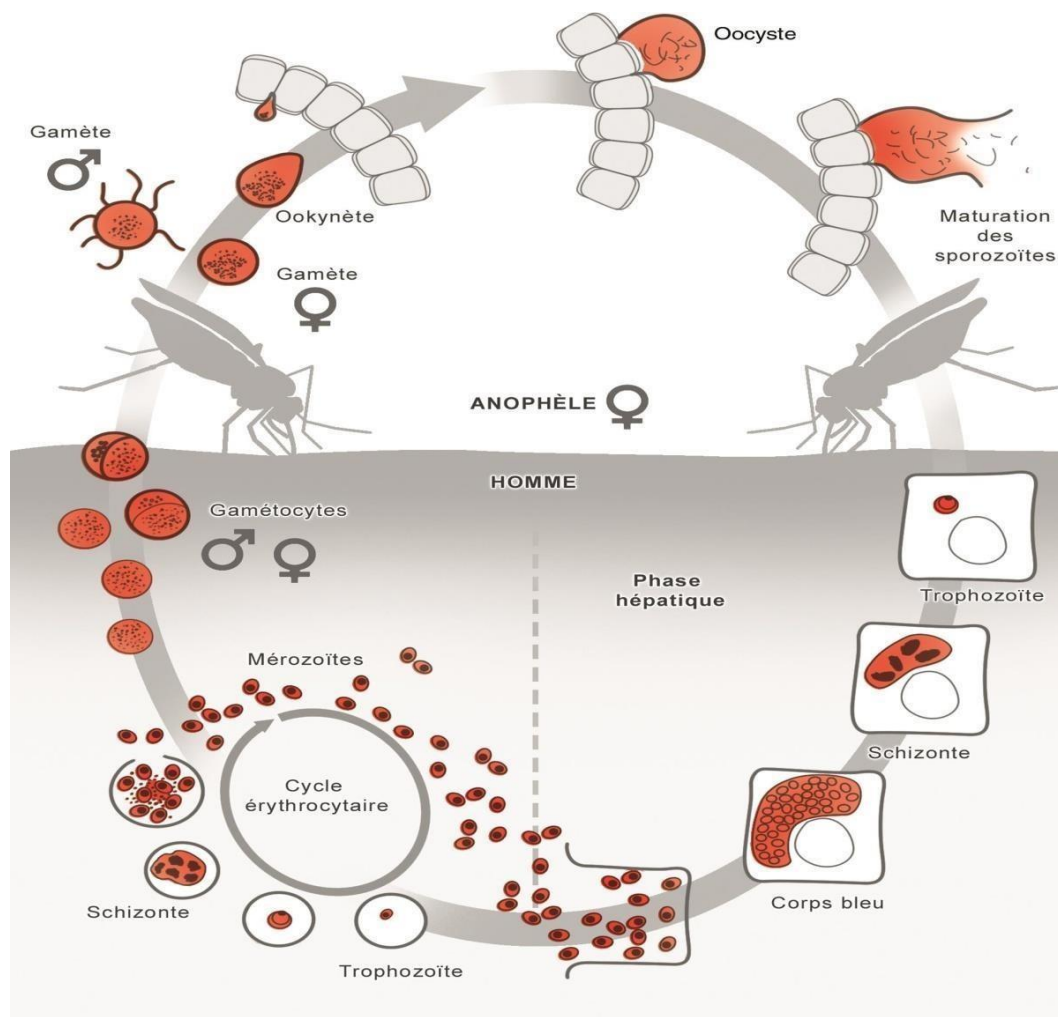


Figure 16 : Cycle de vie de *Plasmodium falciparum*

Répartition des espèces et signes cliniques de la maladie :

Il existe 5 espèces de Plasmodium dont :

Le *Plasmodium falciparum* qui est l'espèce la plus dangereuse, responsable de nombreux décès et la cause des accès simples et des accès graves. Cette espèce se trouve surtout en Afrique, Amérique latine et Asie du Sud Est .

Le *Plasmodium vivax* provoque des accès simples avec rechutes pouvant entraîner des complications telles que la rupture de la rate et déclencher ainsi des formes graves. Espèce rencontrée surtout en Inde. Elle est aussi responsable de malaria en Amérique latine et Asie Sud Est. Elle est peu rencontrée en Afrique .

Le *Plasmodium ovale* qui entraîne des accès simples avec également des rechutes ou reviviscence (en Afrique).

Le *Plasmodium malaria* qui donne des accès simples (en Afrique) .

Le *Plasmodium knowlesi* ou *Plasmodium des primates* sévissant en Asie du Sud-Est principalement

Les manifestations cliniques sont très diverses, allant des symptômes grippaux avec une fièvre élevée (39 ou 40°C), des frissons, des maux de tête intenses, des douleurs abdominales et des courbatures. Après quelques heures, on assiste à une défervescence et une transpiration abondante avec un sentiment de bien-être. La reprise des épisodes varie selon les espèces plasmodiales et peut survenir toutes les 48 heures à 72 heures.

5- Exemple *Toxoplasma gondii* est un autre exemple de Coccidie.

C'est un parasite opportuniste qui pénètre dans tous les types cellulaires et provoque des lésions disséminées chez les hôtes immunodéprimés. *T. gondii* est aussi dangereux pour le fœtus des femmes enceintes qui s'infectent avec le parasite pour la première fois durant leur grossesse. Par contre, la parasitose est le plus souvent asymptomatique chez les hôtes immunocompétents.

La toxoplasmose est transmise à l'homme *via* la consommation de viande crue ou peu cuite (contaminée par des formes kystiques du parasite) ou par l'ingestion accidentelle d'oocystes (formes de résistance du parasite dans l'environnement) via les légumes, la terre (jardinage) ou la litière du chat contaminés.

Embranchement des Ciliés (Infusoires ou Ciliophora)

Infusoires pour le fait de leur aptitude de se développer sous les infusions des végétaux.

1- Caractères généraux :

Se sont des protozoaires de grande taille

C'est le groupe le plus complexe parmi les protozoaires. Ils se déplacent grâce aux battements de leurs cils vibratiles.

L'appareil nucléaire est constitué de deux noyaux (macronucléus et micronucleus).

La multiplication asexuée s'effectue par division binaire transversale tandis que la reproduction sexuée se déroule par conjugaison entre deux cellules sans production de gamètes.

Ils sont en majorité hétérotrophes libres. Ils se nourrissent par phagocytose de petits organismes surtout les bactéries, les flagellés et le phytoplancton. Certains ciliés sont des commensaux dans les microhabitats comme l'intestin des vers, d'oursins et les ferments digestifs de l'estomac des ruminants. Quelques espèces vivent en relation de profit mutuel avec des cafards dont le développement est favorisé par la présence des Ciliés porteurs de bactéries méthanogènes. D'autres espèces sont parasites par exemple *Ichthyophthirius* se déplace dans l'épithélium de la peau et les branchies de poissons et cause la maladie dite des taches blanches alors que *Balantidium* peut envahir l'épithélium intestinal des cochons et des êtres humains.

Les Ciliés sont rencontrés pratiquement dans tous les habitats où l'eau peut s'accumuler. Les Ciliés sont communs aux sédiments ou au benthos des habitats marins et des eaux douces, dans le plancton marin, les eaux douces et dans les sols. Ils sont même retrouvés dans des environnements aux conditions extrêmes tels que les sources chaudes et les courants de glace de l'Arctique et de l'Antarctique.

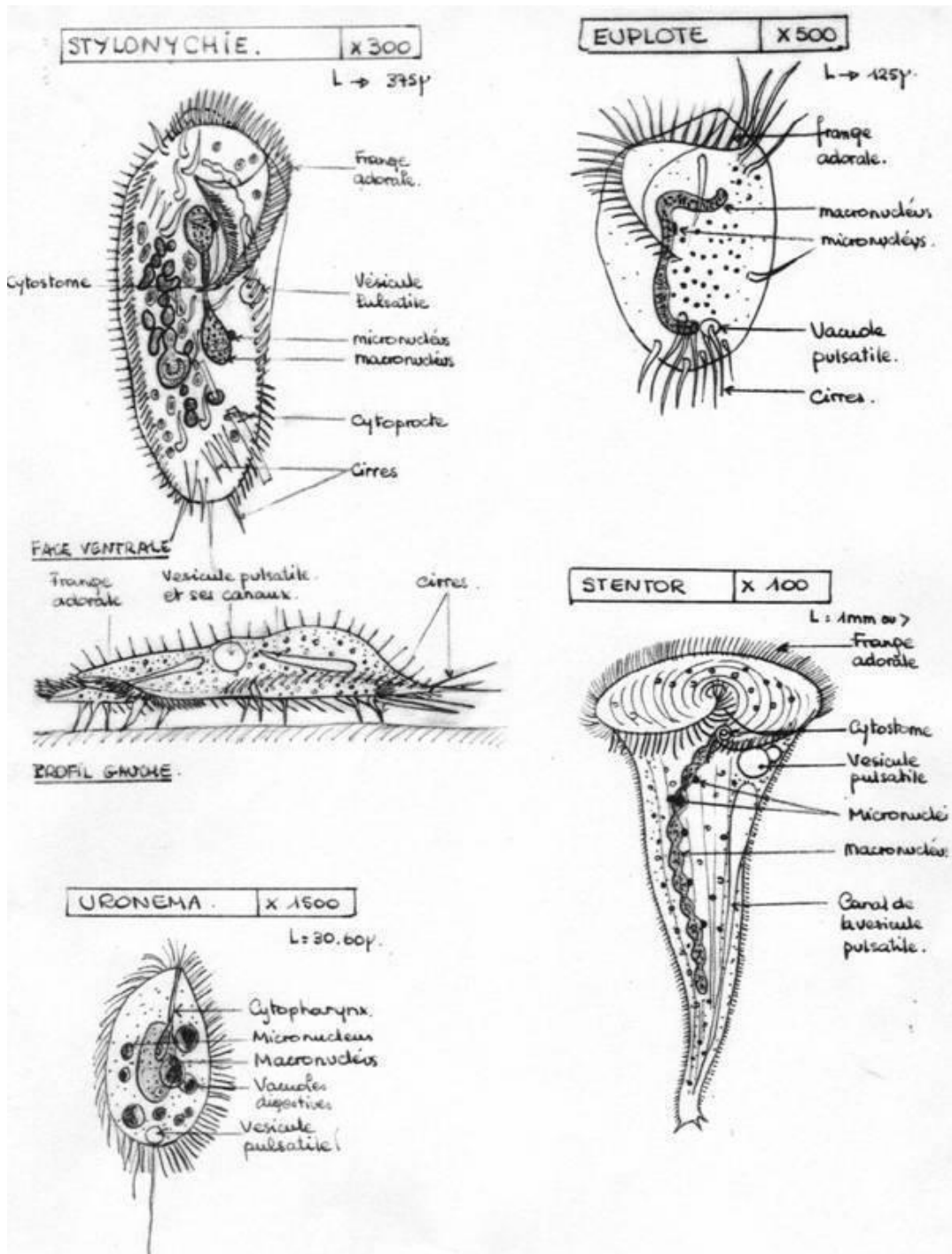


Figure 17 : Exemples de Ciliés

2- Cycle de vie des Ciliés :

Si les conditions sont favorables, les Ciliés se nourrissent, se développent et se reproduisent. Cette reproduction se fait surtout par fission binaire transversale mais rarement longitudinale (cytocinèse et cytodierèse) avec mitose du micronoyau et bipartition du macronoyau.

Les Ciliés se reproduisent par conjugaison lorsque les éléments nutritifs deviennent limités. Le signal pour que les Ciliés deviennent sexuellement actifs est donné et ces derniers entrent en phase de conjugaison de leur cycle de développement.

Les Ciliés peuvent s'enkyster, en formant une membrane épaisse, sorte de mur protecteur autour de la cellule, qui empêche la dessiccation. Les spores peuvent germer dès lors que les conditions redeviennent favorables

3- Exemple de Ciliés : *Paramecium*

Paramecium est un protozoaire unicellulaire avec une forme caractéristique en forme de pantoufle. Il subit à la fois une reproduction asexuée et sexuée. La fission binaire de *Paramecium* est un exemple de fission transversale puisque sa cytokinèse a lieu le long de l'axe transversal de l'organisme.

Il vit principalement dans les eaux douces et parfois dans les matières organiques en décomposition.

La surface extérieure du corps de *Paramecium* est couverte par les cils.

L'appareil nucléaire est constitué d'un macronucleus somatique gérant les activités quotidiennes de la cellule et un micronucleus germinatif responsable de la reproduction sexuée (conjugaison).

Deux types de vacuoles sont rencontrées chez *Paramecium*, les vacuoles alimentaires et les vacuoles contractiles.

Ils se nourrissent grâce à la cavité buccale qui se trouve sur le côté de l'organisme.

Le battement des cils dans l'eau est responsable de la locomotion semblable à la natation de *Paramecium*. Les cils aident également à transporter les aliments dans l'œsophage.

La nourriture ingérée est introduite dans la cellule en formant des vacuoles et une digestion se produit à l'intérieur. Les déchets sont éliminés par le pore anal.

Paramecium est sensible aux changements de l'environnement tels que la température, la lumière, les produits chimiques et le toucher.

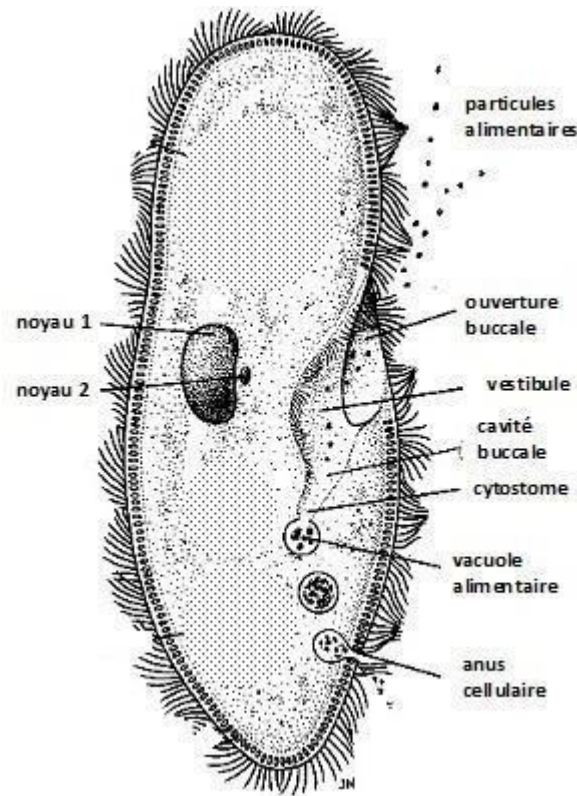


Figure 18 : Structure de *Paramecium*

4- Reproduction chez *Paramecium* :

division asexuée par fission binaire :

Si les conditions sont favorables la paramécie peut se diviser jusqu'à 3 fois dans 24h
Pendant la fission binaire la paramécie arrête sa nutrition et la cellule se consacre à la répllication de son ADN.

La cavité buccale disparaît et se reforme sur les deux extrémités de la cellule une fois que cette dernière s'est allongée.

Le micronucléus entre en mitose alors que le macronucléus se divise par bipartition. Chacun donne deux micronucléus et macronucléus fils.

Le cytoplasme s'étrangle dans le milieu de la cellule sur un plan transversal.

Les cellules filles formées ressemblent au parent d'un point de vue forme, taille et structure.

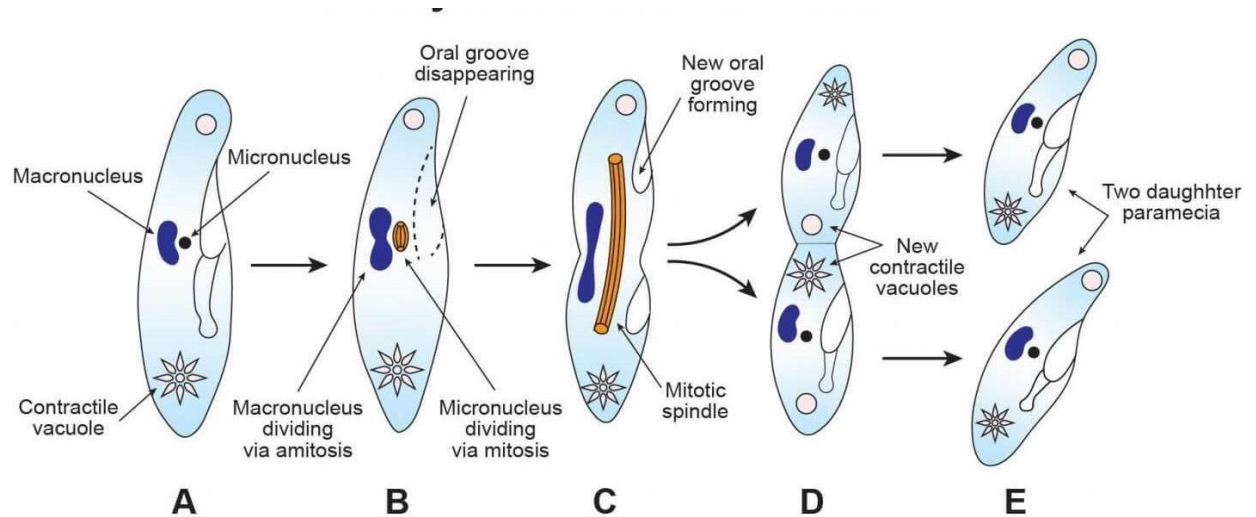


Figure 19 :Les étapes de la fission binaire chez *Paramecium*

Division sexuée (conjugaison)

Pendant la conjugaison deux partenaires conjugants s'accolent par leurs cavités buccales

Les macronucléus dégénèrent

Dans chaque partenaire le micronucléus subit une méiose pour donner 4 noyaux haploïdes.

Un seul des noyaux haploïdes produits dans chacun des deux partenaires survit, les 3 autres dégènèrent.

Ce noyau subit une mitose qui aboutit à la formation de deux noyaux gamétiques identiques.

Chaque paramécie aura donc deux micronuclei (pronucléi).

Un échange de matériel génétique aura lieu entre les deux partenaires. L'un des 2 promicronucléus haploïdes migre alors vers l'autre partenaire (pronucléus mâle), tandis que l'autre noyau reste dans la cellule d'origine (pronucléus femelle)

Les paramécies se séparent. Le noyau migrateur fusionne avec le noyau résident pour donner un zygote diploïde, c'est ainsi que se produit le renouvellement du matériel génétique.

Le zygote subit plusieurs divisions mitotiques pour reformer le macronucléus et le micronucléus

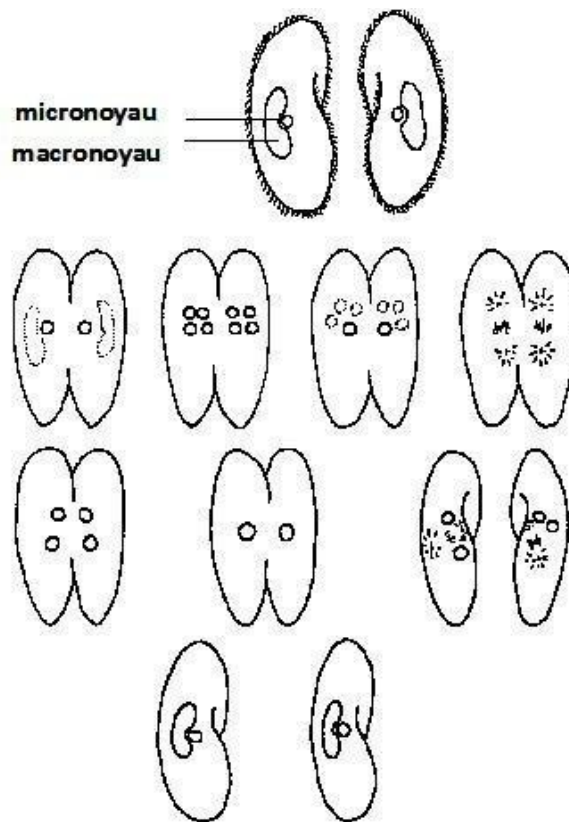
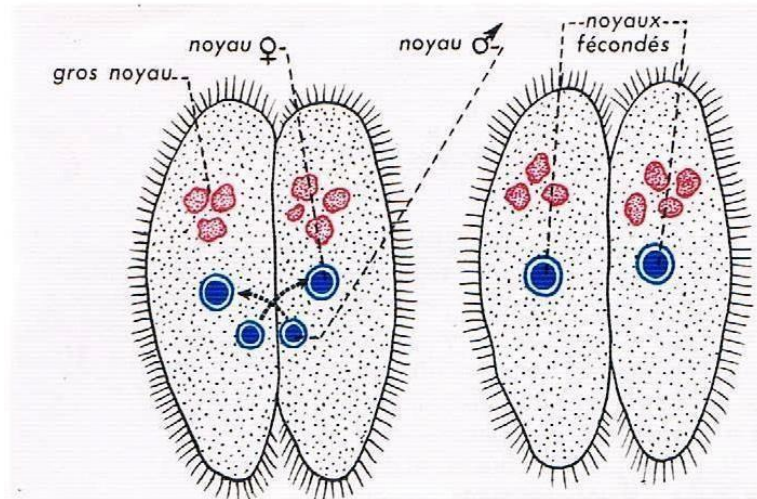


Figure 20 : La conjugaison chez *Paramecium*

Chapitre 2 : :Sous règne des Métazoaires (Métazoa)

I-Définition : Les métazoaires(ou animaux pluricellulaires) est une association de plusieurs cellules qui se partagent le travail. Les cellules différenciées s'associent pour forme des couches monostratifiées les feuillet. Le début d'un animal métazoaire est un stade unicellulaire (l'œuf) qui passe ensuite pendant la gastrulation par le stade diploblastique après formation de l'ectoderme avec un rôle protecteur et de l'endoderme, à rôle digestif tous les deux séparés par une couche gélatineuse la mésoglée. Chez les diploblastiques, le développement s'arrête à ce stade. Alors que chez les métazoaires triploblastiques un troisième feuillet se met en place c'est le mésoderme.

II-Métazoaires diploblastiques :

Généralement les métazoaires diploblastiques sont représentés par les spongiaires, les cnidaires et les cténaires

II-1Embranchement des Spongiaires (ou Porifère)

Caractères généraux

-Animaux diploblastiques dont l'ectoderme est tapissé par une couche de cellules aplaties et jointives (les pinacocytes) alors que l'endoderme est formé par des choanocytes, qui sont des cellules flagellées jouant un rôle important dans la phagocytose et la circulation de l'eau grâce aux mouvements des flagelles. Les deux feuillet sont séparés par la mésoglée elle-même formée d'un mélange de cellules comme les archéocytes (qui sont des cellules totipotentes), les cellules amiboïdes (à rôle phagocytaire)

-Animaux sans symétrie et sans organes définis. Se sont des petits sacs dont la cavité gastrique, interne ou Atrium, communique avec l'extérieur par une ouverture apicale appelée Oscule

Leur corps est de nature poreuse (d'où le nom Porifère) permet la circulation de l'eau qui pénètre par des pores dits pores inhalants, et ressort par l'oscule qui fonctionne comme un anus

Le squelette discontinu est formé de spicules siliceux ou calcaires plus des fibres de spongine. Ce sont des animaux presque tous marins vivant en profondeur,

Ce sont des animaux sessiles car ils sont tous fixés vivant sur des supports comme les rochers, polypiers, coquilles et même Crustacés vivants.

Suivant la complexité de la paroi, on distingue différents stades (pas de groupe systématique), stade Ascon, stade Sycon et stade Leucon

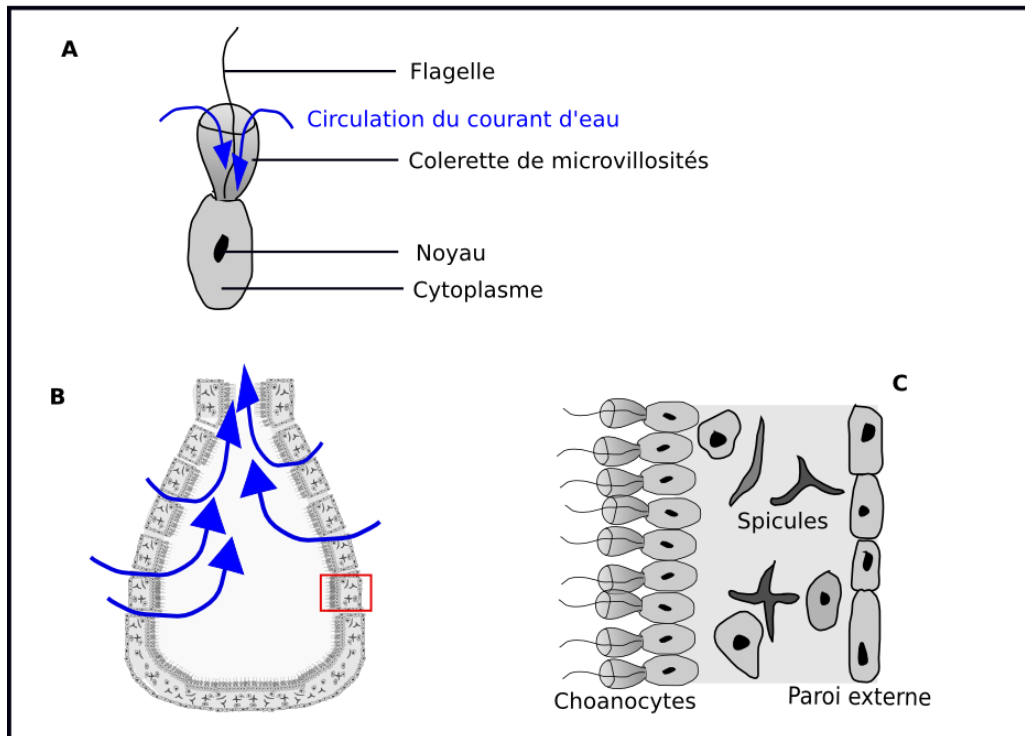


Figure 21 : Structure d'un Choanocyte flagellé (A) et d'un Spongiaire (B)

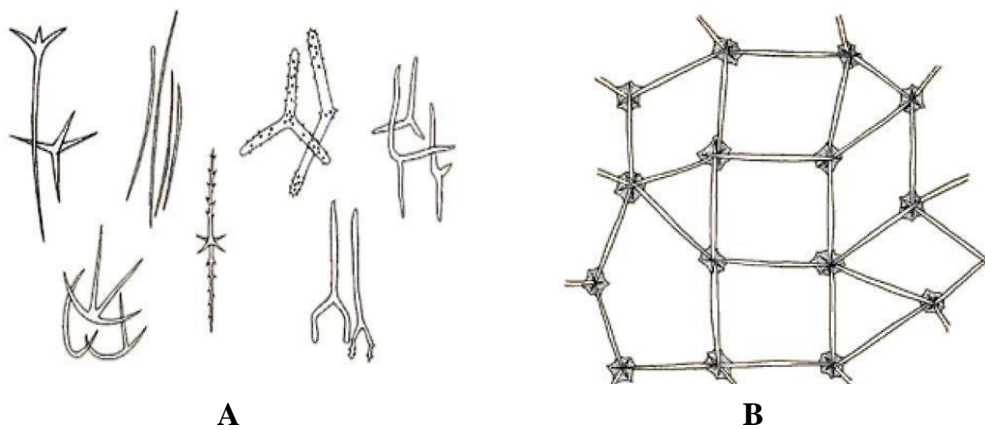


Figure 22: formes des Spicules (A) et d'une charpente d'une éponge (B)

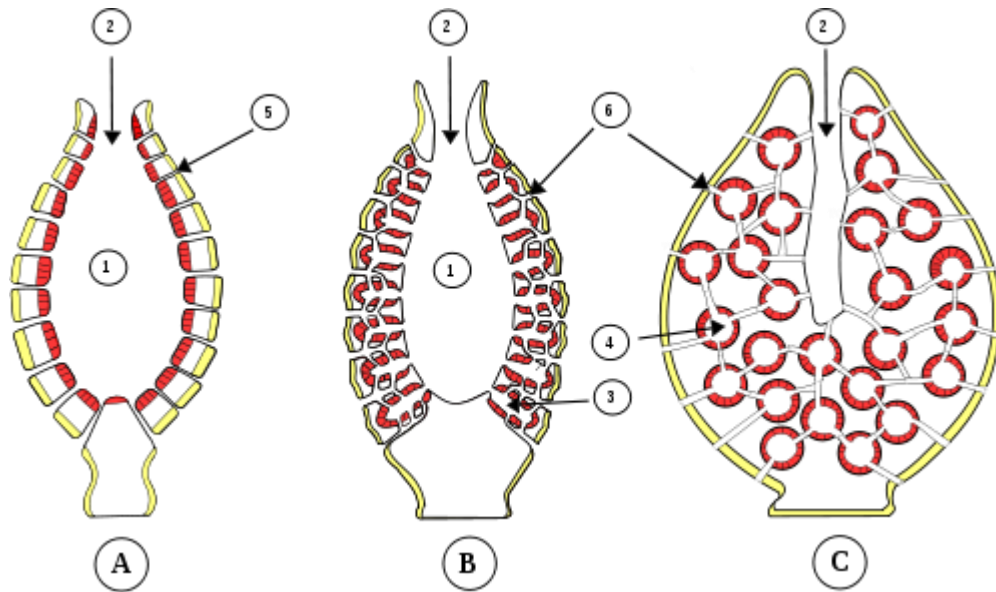


Figure 23 : Les stades Ascon (A), Sycon (B) et Leucon (C)

Classification

Selon la nature des spicules les spongiaires sont subdivisés en trois classes:

- **Les éponges calcaires:** les spicules sont composés de calcite. Elles peuvent être simples ou composées. Il existe deux formes :
 - **Homocœle :** les choanocytes tapissent tout l'atrium.
 - **Hétérocœle :** il y a formation de corbeilles vibratiles ou de diverticules tubulaires.
- **Les Démosponges :** le squelette est formé de spongine pouvant être associée à quelques spicules siliceux.
- **Les Hexactinellides** (ou triaxonides ; genre *Euplectella*). Les spicules sont composés de silice hydratée et donnent une architecture cohérente. Elles possèdent trois axes et parfois, peuvent atteindre une longueur de 60 centimètres.

Reproduction

Les spongiaires se reproduisent soit par voie asexuée par bourgeonnement ou par voie sexuée (fécondation indirecte)

- a) **Bourgeonnement** : Des propagules (amas d'archéocytes) se fixent sur un support, se développent, se différencient et donnent naissance à une nouvelle éponge (Bourgeonnement externe).
- b) **Reproduction sexuée** : les archéocytes forment des gamètes haploïdes males (spermatozoïdes) et des gamètes femelles (les ovocytes). La fécondation se fait d'une manière indirecte car le spermatozoïde fusionne avec un choanocyte ce qui donne une cellule charriante. Lorsque le spermatozoïde entre en contact avec un ovocyte il forme un prolongement pour le passage du noyau et fécondation de l'ovocyte. L'œuf subit des divisions dans la mésoglée pour former une larve nageuse qui tombe sur le fond pour donner un autre individu.

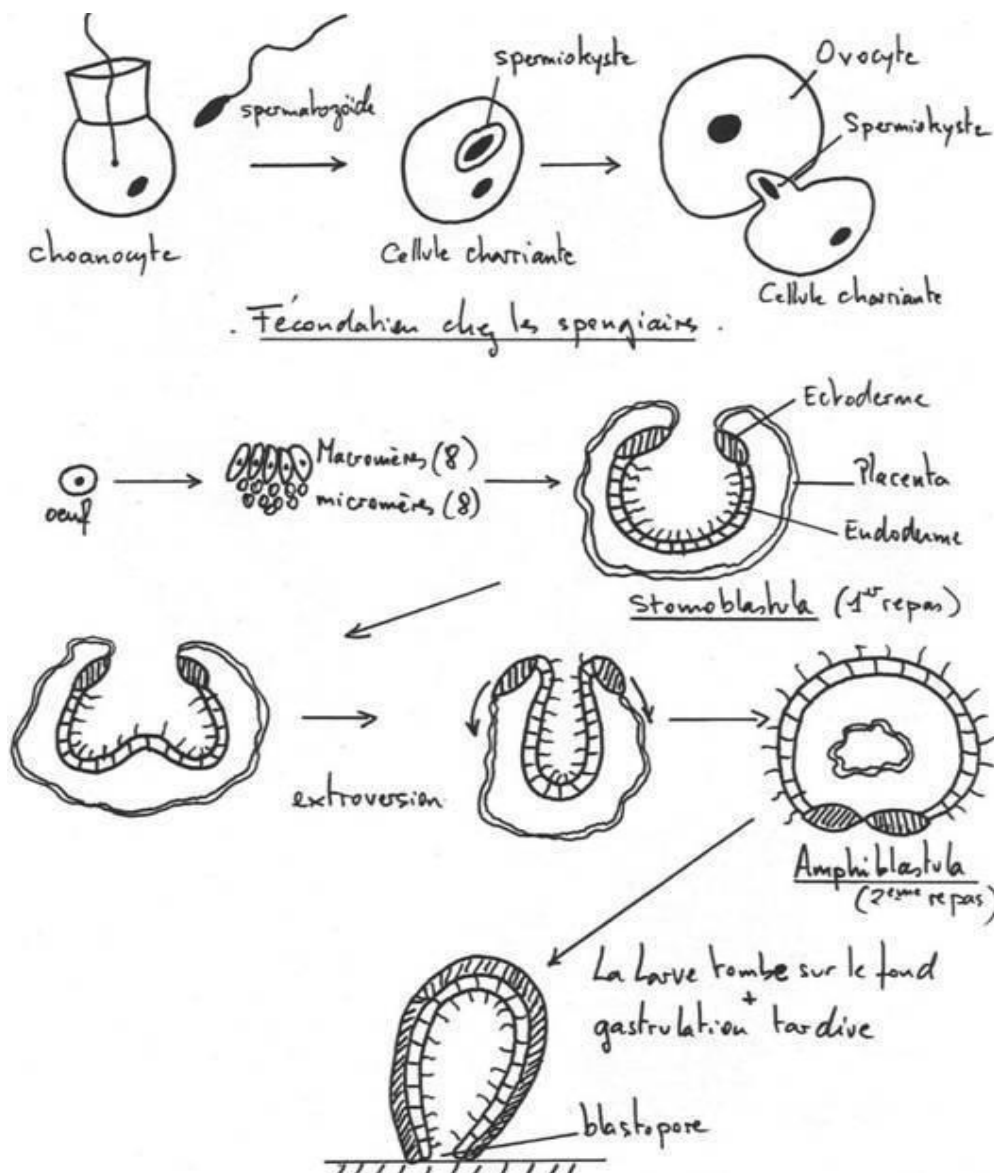


Figure 24 : Reproduction sexuée et formation d'un nouveau individu chez les Spongiaires

II-2 Embranchement des Cnidaires

Caractères généraux

Les Cnidaires sont des Métazoaires diploblastiques dont l'ectoderme et l'endoderme sont séparés par une couche de mésoglée.

Ce sont des animaux primitifs, presque tous marins

Ce sont des prédateurs, ils attrapent leurs proies grâce à leurs tentacules

Ils représentent une symétrie radiaire plusieurs tentacules entourent la bouche

Ils sont libres ou fixés. Souvent dans la même espèce existe une alternance de deux types : le Polype, fixé et la Méduse libre.

Le cycle de vie comporte ces deux formes ou l'une des deux seulement, en fonction des classes de Cnidaires. Ils mènent une vie solitaire ou coloniale, selon les espèces ou le moment du cycle de vie.

-Ils présentent tous une cavité gastrique dérivant de l'archentéron avec un seul orifice, qui est la bouche.

-Ils sont caractérisés par une cellule urticante les cnidocytes (ou cnidoblastes, ou nématoblastes, ou nématocystes). Ces cellules contiennent un filament urticant baignant dans une toxine. Dès que le cnidocil est excité le fil urticant imprégné de toxine se dévagine tuant ainsi la proie ou provoquant des irritations

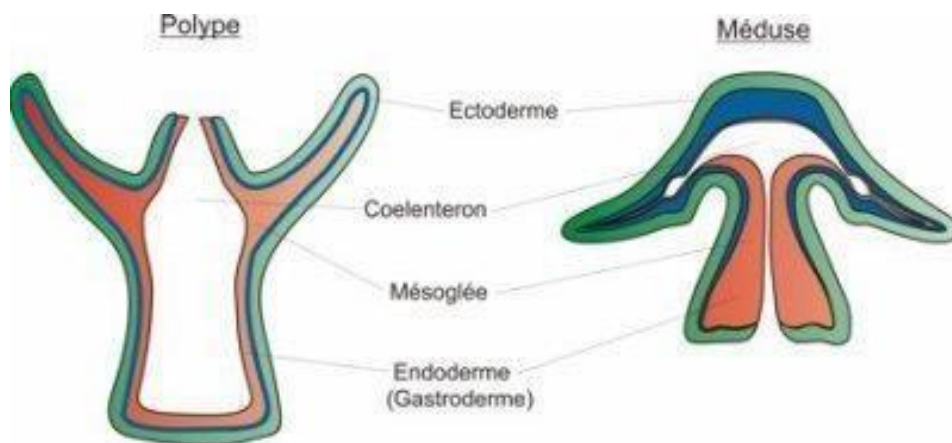


Figure 25 : Morphologie générale d'un polype et d'une méduse

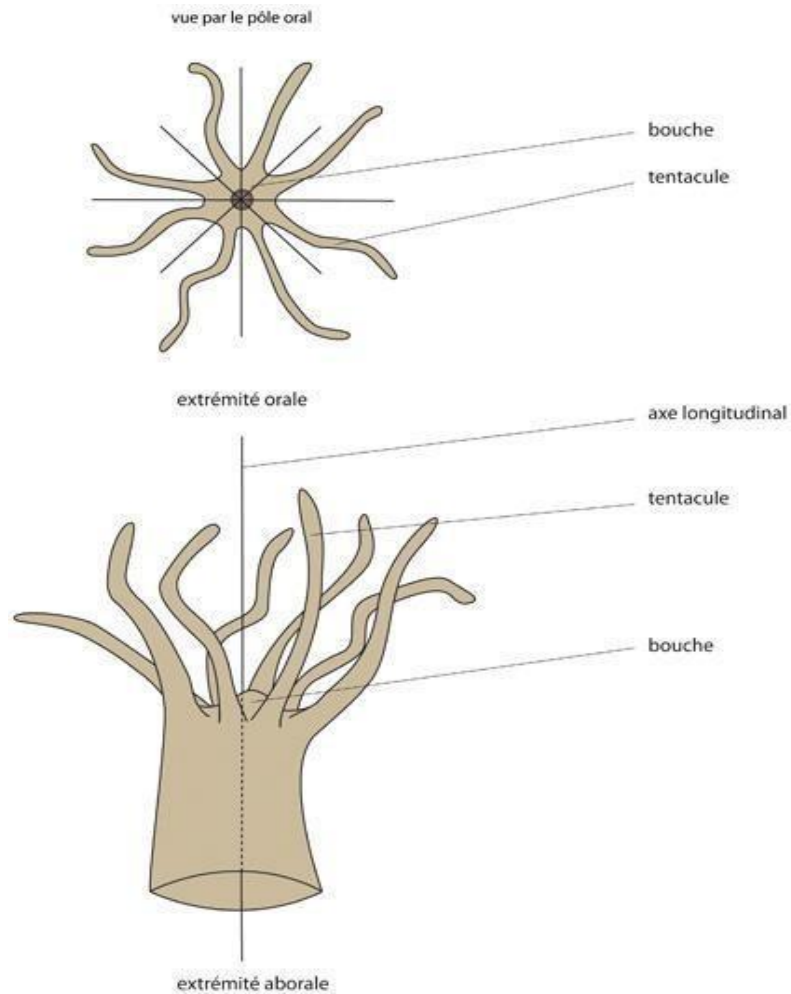


Figure 26 : Symétrie radiaire chez les Cnidaires

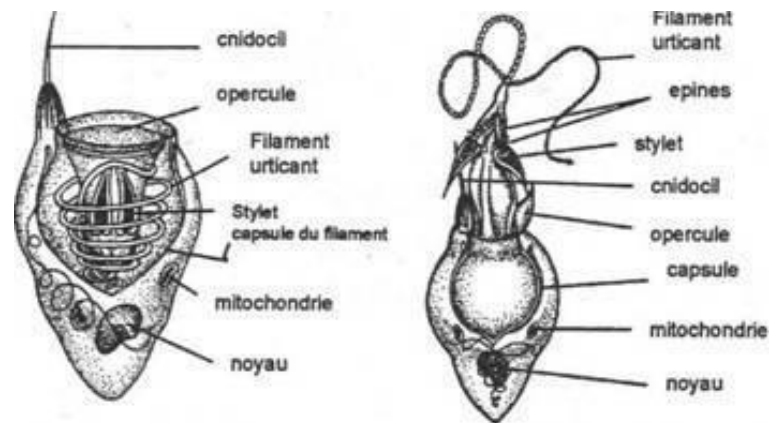


Figure 27 : Structure d'un cnidocyte fermé (à gauche) et ouvert (à droite)

Classification des Cnidaires : Il existe trois classes de cnidaires : les *Anthozoaires*, les *Hydrozoaires* et les *Scyphozoaires*

a) Les Anthozoaires Seule la forme polype persiste. On distingue deux groupes :

- **Les octocoralliaires** : ils ont 8 tentacules, Les octocoralliaires sont tous coloniaux et les individus de la colonie sont tous semblables. Ils sont tous issus d'un même polype souche, lui-même issu de la fixation de la planula. La formation de la colonie est réalisée par bourgeonnement exemple les Coralides)
- **Les hexacoralliaires** : ils ont 6 tentacules. les polypes peuvent être solitaires ou coloniaux .Exemple : anémone de mer

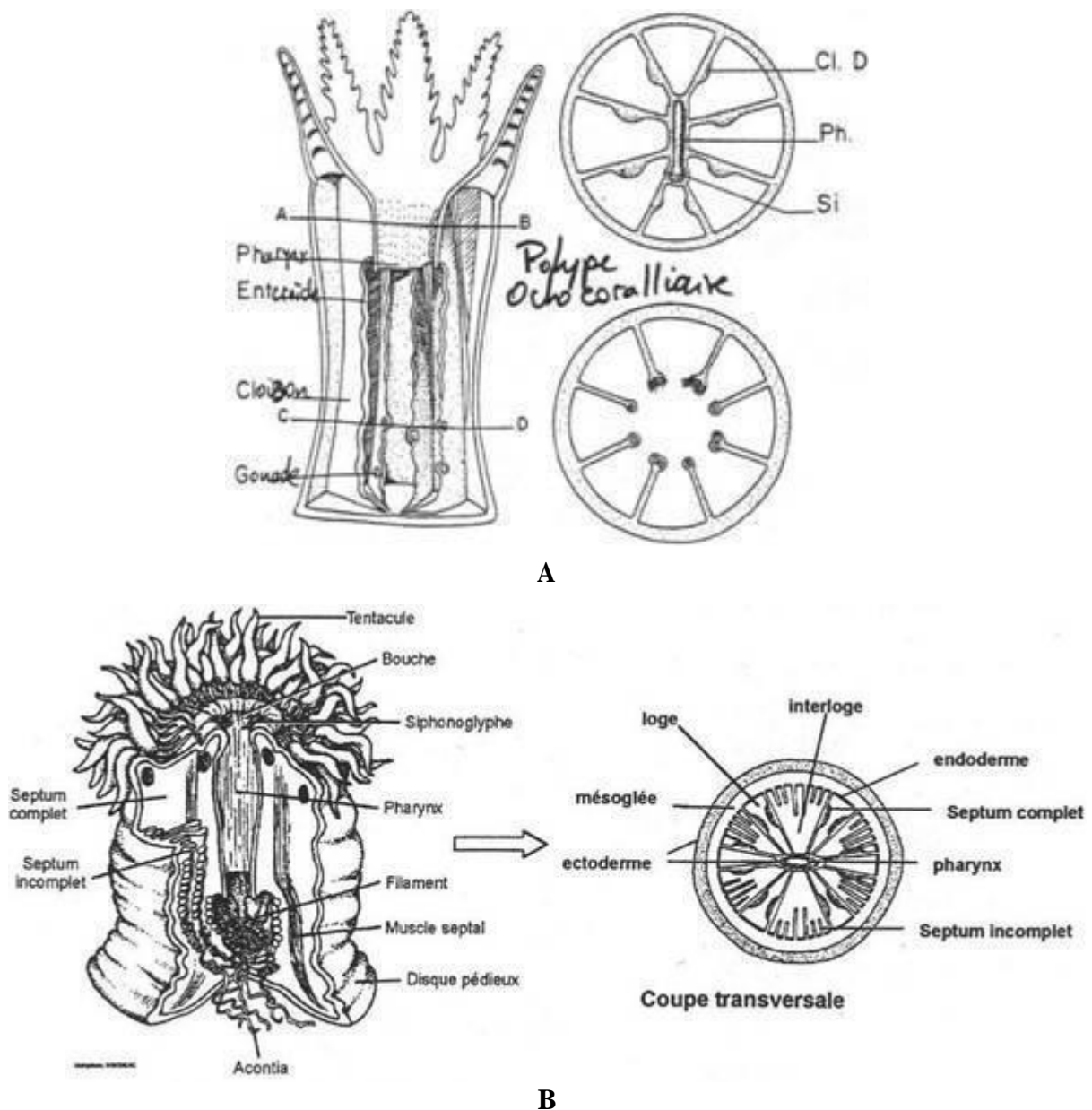


Figure 28 : Structure d'un polype octocoralliaire (A) et d'un polype hexacoralliaire (B)

Reproduction chez les Anthozoaires (exemple anémone de mer)

Reproduction sexuée

L'anémone de mer est dioïque (soit mâle, soit femelle).

Les ovules et les spermatozoïdes se développent sur les septa; ils sont expulsés de la cavité gastro-vasculaire par la bouche.

La fécondation se produit dans l'eau environnante.

Le zygote se développe en une larve planula ciliée, libre, nageuse.

La planula se fixe ensuite et se développe en un polype.

Reproduction asexuée

par scission : l'animal se fend longitudinalement en deux, et chaque moitié reconstruit la partie manquante ou par bourgeonnement.

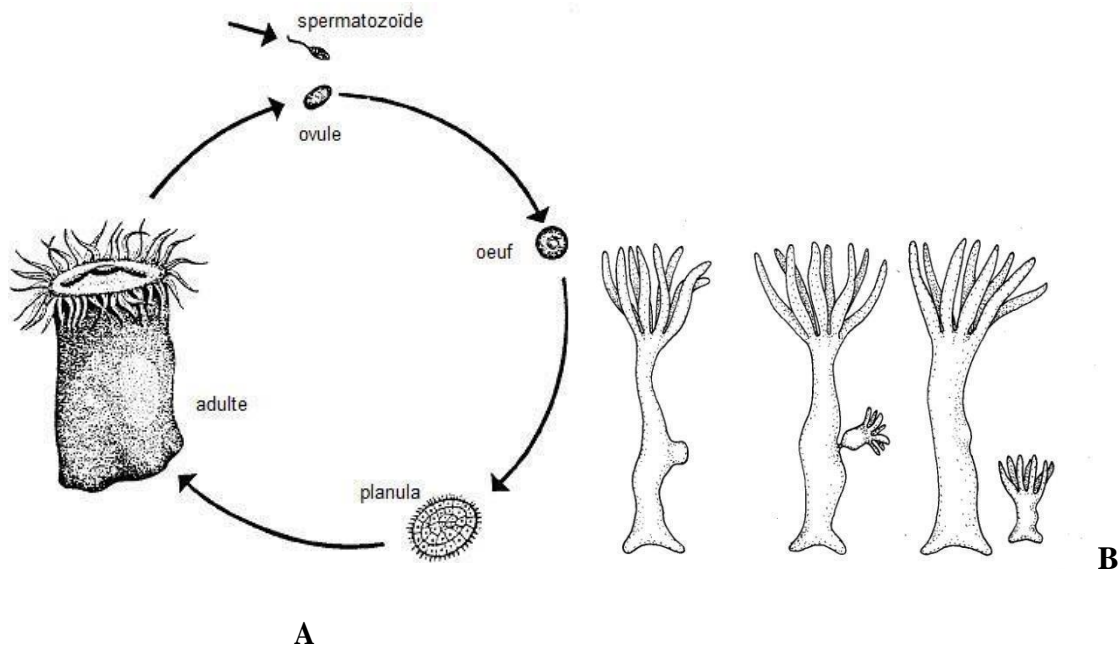


Figure 29 : Reproduction sexuée(A) et asexuée par bourgeonnement (B) chez l'anémone de mer

b) Les Scyphozoaires : la phase méduse domine alors que la phase polype est simplifiée au stade larvaire

c) **Les Hydrozoaires** : 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.

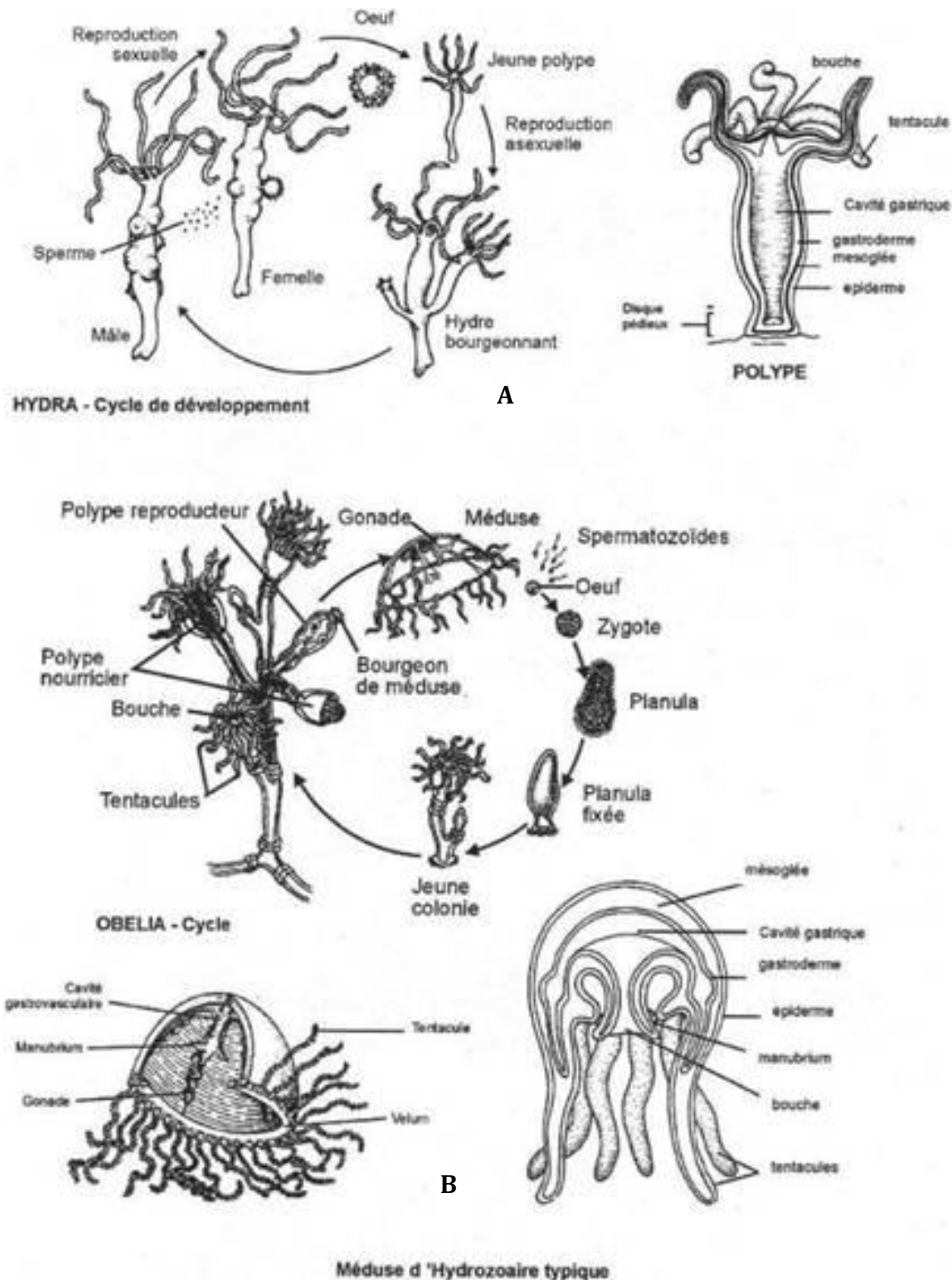


Figure 30 : Reproduction chez les Hydrozoaires a) sexuée avec polype uniquement chez l'hydre(A) et sexuée avec alternance polype / méduse chez Obelia(B)

Sous règne des Métazoaires (Métazoa)

III- Métazoaires Triploblastiques : 3 feuilletts embryonnaires (ectoderme, mésoderme et endoderme).

III-1 Embranchement des Plathelminthes (ou vers plats)

1- Caractères généraux :

-Se sont des animaux triploblastiques, protostomiens (formation de la bouche avant l'anus), acœlomates (absence de cœlome, il est rempli de mésenchyme qui est un tissu dérivé du mésoderme)

- Ils ont une symétrie bilatérale (2 axes , antérieur/postérieur, dorsal/ventral)

- Région antérieure caractérisée par la présence d'une céphalisation (récepteurs sensoriels)
- Région dorso- ventrale : porte la bouche et le tube digestif sans anus car le système excréteur est basé sur les protonéphridies (formés de cellules flammes vibratiles)

-Absence d'appareil respiratoire ni appareil circulatoire.

- Sont dans la majorité des cas des hermaphrodites et parasites (sauf les Turbellariés qui sont libres)

- La diffusion des substances gazeuses ou nutritives se fait à travers les téguments et la répartition des nutriments se fait de cellules vers cellules

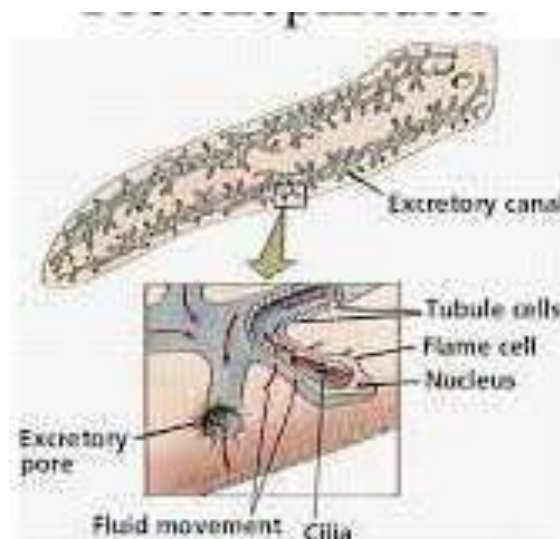


Figure 31 : structure d'une protonéphridie

2- Classification

L'embranchement des Plathelminthes est subdivisé en 4 classes :

Classe des Turbellariés : vers plats libres (exemple planaire), ils vivent dans les eaux douces

Classe des Trématodes : vers plats endoparasites à plusieurs hôtes (hétéroxènes). Ils ressemblent aux Turbellariés mais ils sont munis de dispositifs de parasitisme (ventouses) (Exemple : *Fasciola hepatica* ou douve hépatique qui possède deux ventouses buccale et abdominale, voir TP3 de zoologie).

Classe des Monogènes : principalement ectoparasites des poissons et quelques fois des amphibiens , ils se fixent à leurs hôtes grâce aux crochets (harpeurs).

Classe des Cestodes : endoparasites à plusieurs hôtes dont l'hôte définitif est un vertébré (exemple *Taenia sp* dont le corps est caractérisé par 2 parties : la **tête** appelée le scolex, et le **strobile** qui est une succession des milliers de proglottis, voir TP3 de zoologie)

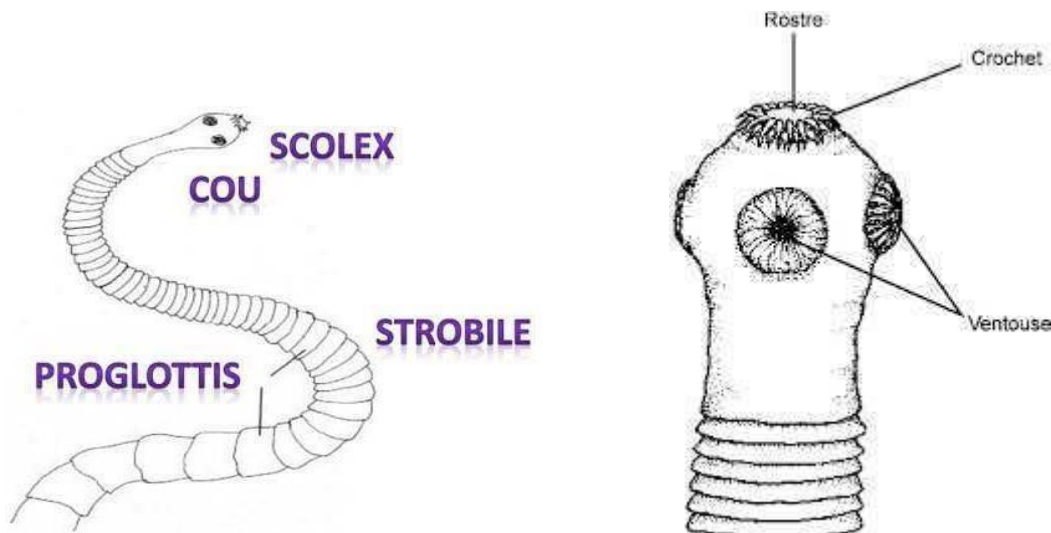


Figure 32 : Morphologie d'un cestode complet et structure du scolex

3- Cycle de vie d'un plathelminthe exemple *Taenia sp* :

La contamination se fait par l'ingestion de viande de bœuf mal cuite. La larve évolue en adulte dans le tube digestif de l'homme. La dissémination se fait par le détachement des cucurbitains remplis d'œufs et leur expulsion avec les selles.

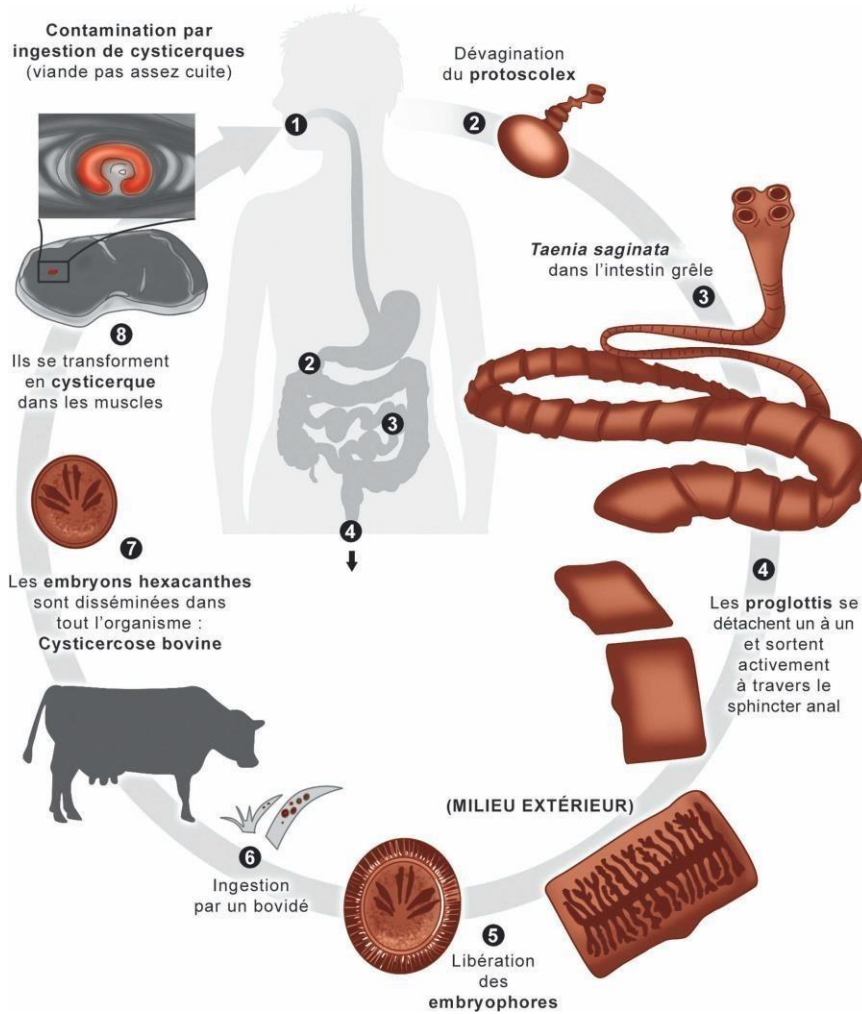


Figure 33 :cycle de vie de *Taenia saginata* (le ver solitaire)

III-2 Embranchement des Nematelminthes (Nématodes ou vers ronds)

Néma=fil, filament

1- Caractères généraux :

- Les Nematelminthes sont des vers ronds non segmentés et dont le corps se termine par des extrémités pointues.
- Se sont des métazoaires triploblastiques possédant un pseudocoelome
- Se sont aussi des protostomiens à symétrie bilatérale
- Leurs corps sont recouverts de cuticules épaisses et élastiques formées de 3 couches, c'est le genre d'exosquelette percé de pores
- Ils possèdent un tube digestif complet avec orifice excréteur et anus, et un système nerveux sous forme d'un anneau autour de l'œsophage et de cordons nerveux situés latéralement dans la partie ventrale et dorsale.
- Ils ne possèdent ni système circulatoire ni système respiratoire
- Se sont des animaux dioïques mais peuvent être hermaphrodites
- Peuvent être libres mais de nombreuses formes sont parasites de plantes, invertébrés et mammifères

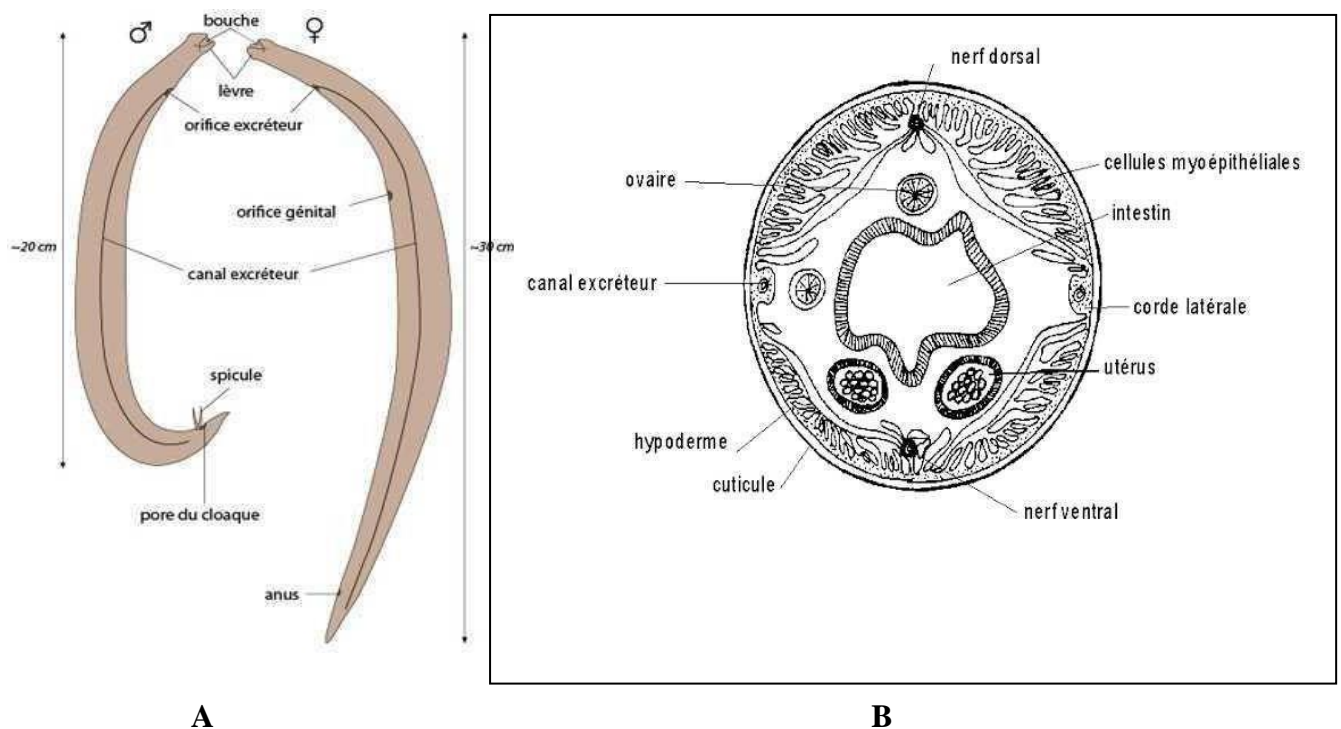


Figure 34 : Morphologie de nématodes male et femelle (A) et coupe transversale montrant la structure d'un Nématode (B)

2) Reproduction :

Les Nématodes sont dioïques. Lors de la copulation, les spicules du mâle sont introduits dans le vagin de la femelle et les spermatozoïdes sont évacués dans le pore génital de la femelle.

La fécondation se fait au niveau de l'utérus. Les œufs s'entourent d'une coque et sont expulsés dans le milieu extérieur, ils représentent les formes infectieuses. La croissance se fait selon des stades

3) Cycle de vie, Exemple Type de Nématode : *Ascaris lumbricoides*

Les œufs infectieux contenant la larve au stade 2 sont expulsés avec les selles dans le milieu extérieur. Ces œufs infectent les fruits et légumes et peuvent être ingérés par l'homme. La larve L2 se libère de sa coque dès son passage dans l'intestin grêle, elle traverse la paroi de l'intestin et rejoint la circulation sanguine, elle séjourne quelque temps dans le foie ou elle se transforme par mue en Larve au stade 3. Ensuite elle passe aux poumons via la circulation sanguine. Au niveau des poumons la larve subit deux mues et se transforme en adulte immature. La maturité est atteinte dans l'intestin où il y aura la fécondation (les mâles adultes fécondent les femelles adultes). Ces dernières pondent des milliers d'œufs et le cycle se reproduit.

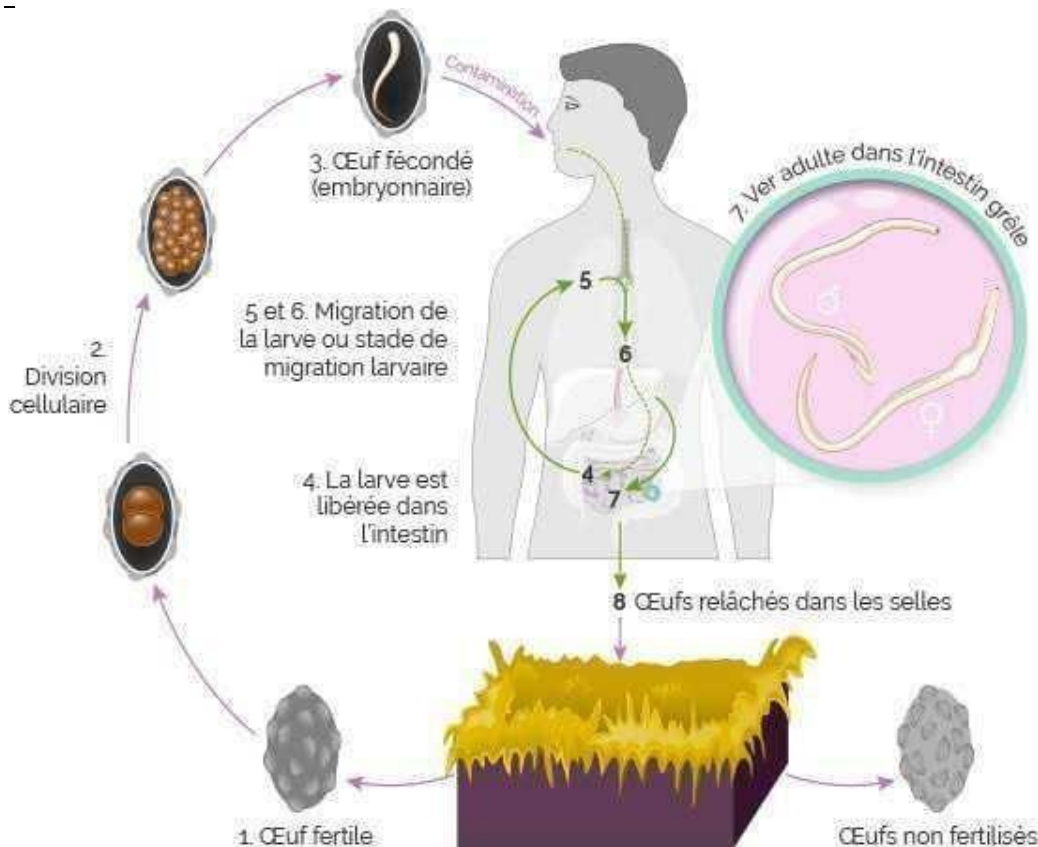


Figure 35 : cycle de vie d'*Ascaris lumbricoides*

III-3 Embranchement des Arthropodes

1- Caractères généraux :

- Les arthropodes représentent le groupe le plus large et le plus diversifié des animaux avec plus d'un million d'espèces recensées.
- Ce sont des métazoaires triploblastiques à symétrie bilatérale
- Ce sont des coelomates, protostomiens
- Ils sont caractérisés par un corps métamérisé et des appendices segmentés d'où l'appellation arthropodes (arthros =articulé / podos= pieds).
- Ils font partie aussi des invertébrés dont le corps est recouvert d'une cuticule externe rigide exosquelette chitineux obligeant ces animaux à croître par mue (l'exosquelette est rejeté périodiquement pendant la croissance puis il est reformé à nouveau).
- Chez les arthropodes les organes baignent dans l'hémolymphe
- Les arthropodes sont caractérisés par un système circulatoire ouvert qui circule dans tout le corps car le vaisseau circulatoire fusionne avec l'hémolymphe ou baignent les organes. Ce système est composé d'un vaisseau dorsal, plusieurs ventricules (cœurs) pour pomper l'hémolymphe (le liquide circulatoire), et des ostioles pour le réabsorber.

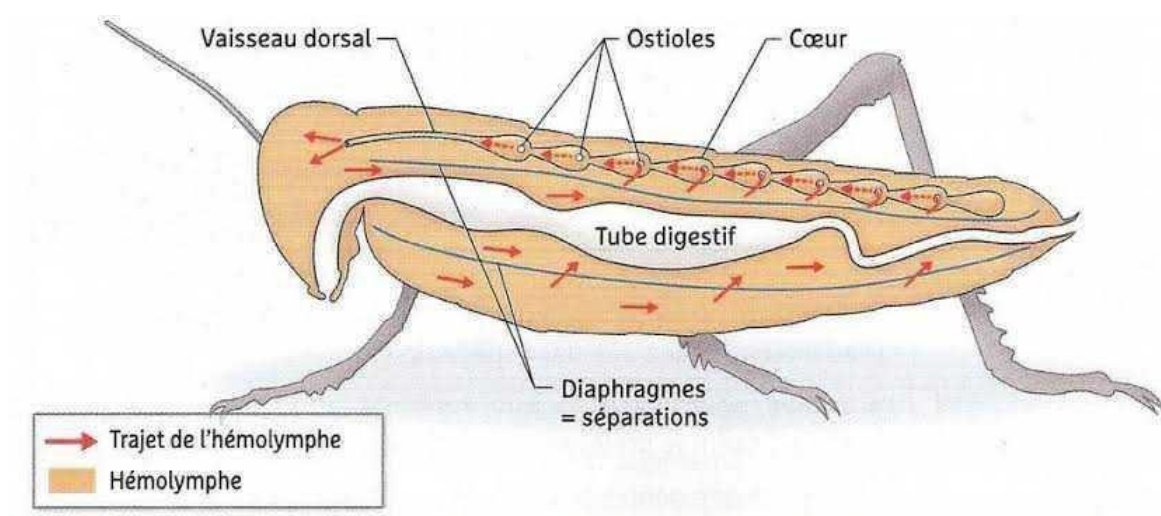


Figure 36 : Système circulatoire du criquet

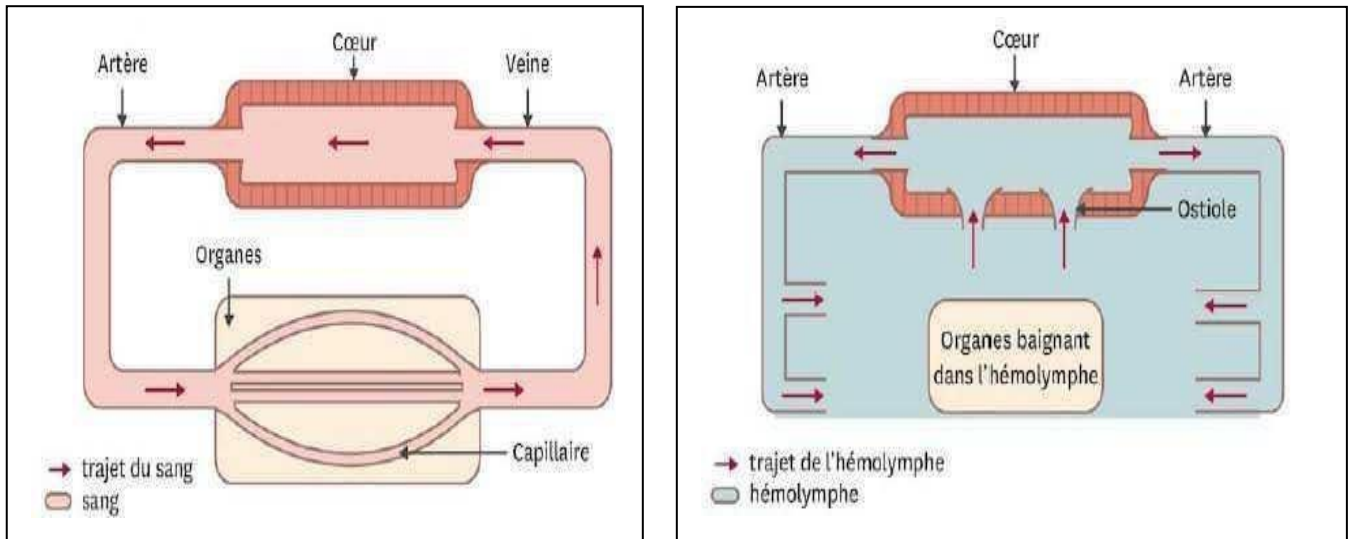


Figure 37 : Système circulatoire fermé (à gauche) et ouvert (à droite)

- les arthropodes sont des hydoneuriens car le système respiratoire se situe dans la partie ventrale par rapport au tube digestif. Ce système est sous forme de chaîne ganglionnaire.

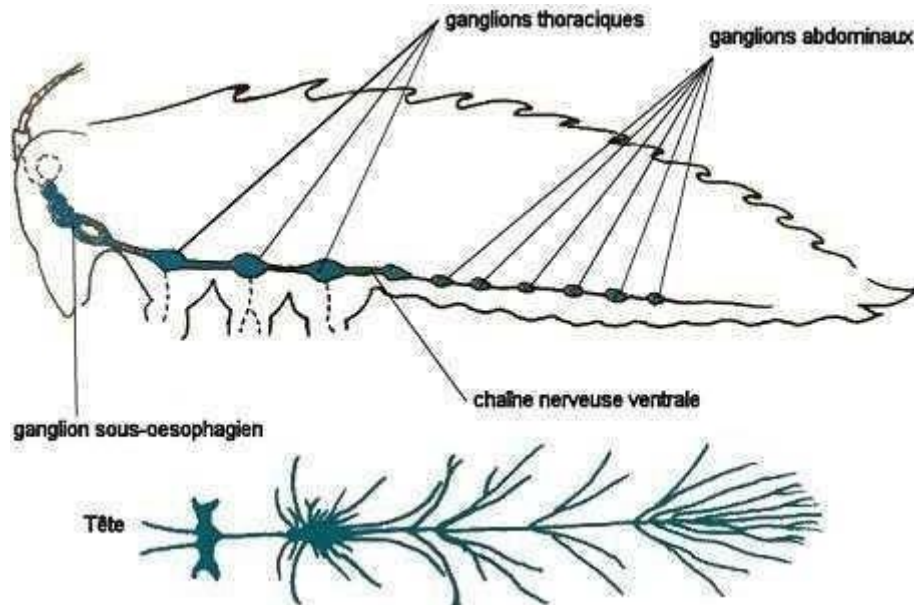


Figure 38 : système nerveux chez un Arthropode

2- Classification :

Dans l'embranchement des Arthropodes on reconnaît 3 sous embranchements les Trilobites qui sont des arthropodes fossiles, les Chélicérates dépourvus d'antennes avec des appendices antérieurs transformés en chélicères (pinces), les Uniramés et les Mandibulés (ou Antennates) comprenant les Myriapodes, les Crustacés et les Hexapodes (insectes).

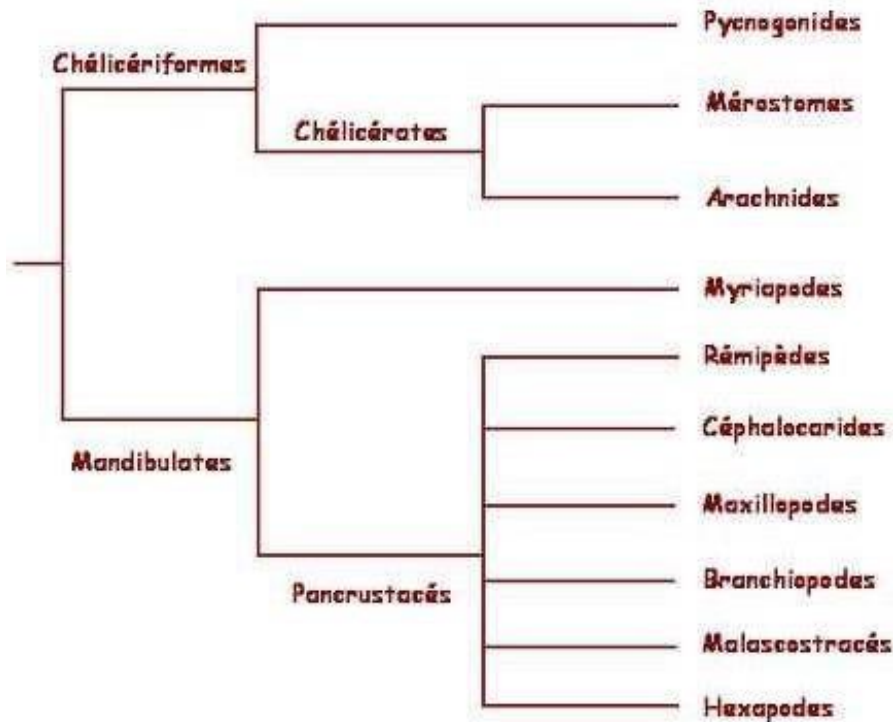


Figure 39 : classification récente des Arthropodes

3- Exemple d'arthropode, moustique hématophage *Culex pipens* (voir TP4)

Les moustiques sont des Insectes Ptérygotes holométaboles appartenant à l'ordre des Diptères et au sous-ordre des Nématocères. Leur corps est allongé et ils possèdent de longues antennes à plus de six articles. Leurs pattes sont fines et longues. Seules les femelles sont hématophages.

La famille des Culicidés dont fait partie le genre *Culex* se caractérise par des ailes recouvertes d'écailles. La trompe des adultes est d'une taille égale à celle de la tête et du thorax combinés.

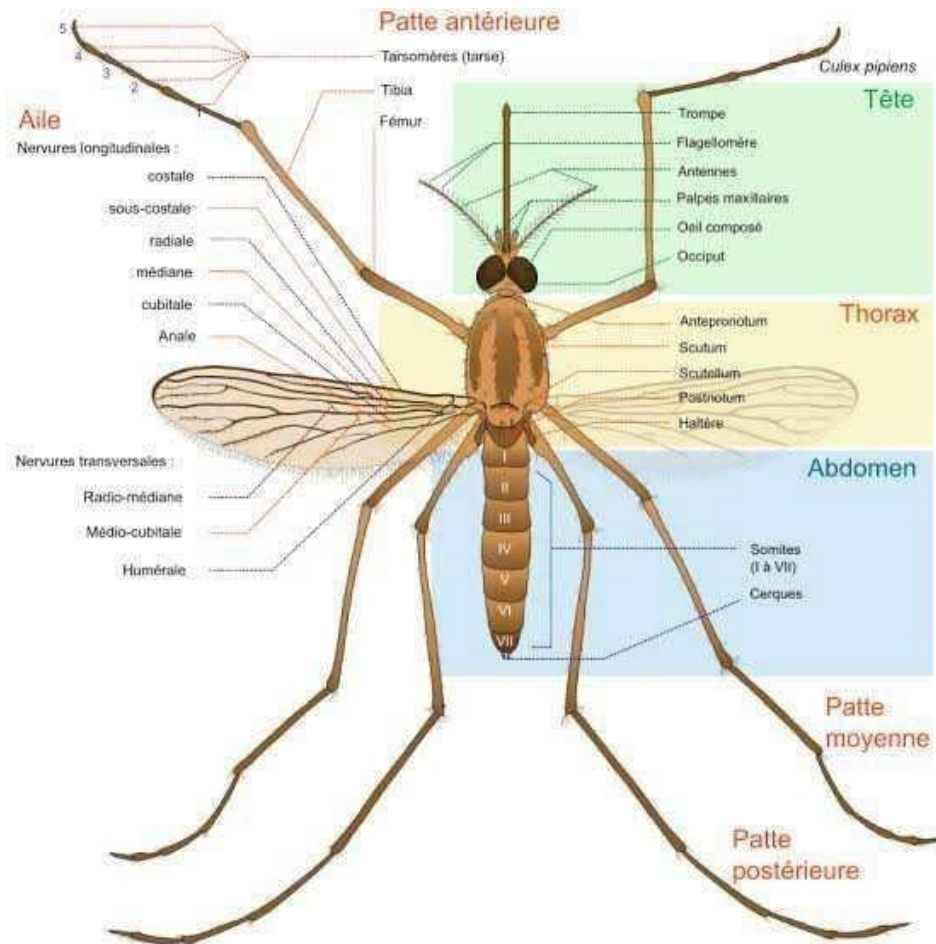


Figure 40 : morphologie de *Culex pipiens*

III-4 Embranchement des annélides

1- Caractères généraux

Les annélides sont des métazoaires, triploblastiques, coelomates à Symétrie bilatérale

Ils sont Protostomiens en formant la bouche avant l'anus.

Ils sont Métamérisés dont le corps est formé de trois parties distinctes qui sont la tête, le soma composé de plusieurs anneaux et le telson qui représente la fin du corps (voir figure 41).

Ils possèdent un tube digestif complet avec bouche et anus (voir figure 42)

Ils sont dotés aussi d'un système d'excrétion différencié composé de néphridies

Leur système nerveux est formé d'un ganglion antérieur supra-oesophagien et d'une chaîne nerveuse ganglionnaire ventrale (voir figure 42)

Ils se reproduisent par voie sexuée pouvant se combiner au bourgeonnement

Ils possèdent un système circulatoire fermé représenté par plusieurs cœurs et deux vaisseaux sanguins ventral et dorsal (voir figure 42).

Ils sont soit Marins, dulçaquicoles, ou terrestres

Ils sont généralement libres parfois

ectoparasites

L'Exemple-type des annélides est le VER DE TERRE, *Lumbricus terrestris*

Chez le ver de terre le tégument ou épiderme représente une cuticule protectrice sécrétée par les cellules épidermiques.

Les lombrics n'ayant pas de poumons, respirent par **échanges gazeux entre l'air et le sang qui se font au niveau de leur peau.**

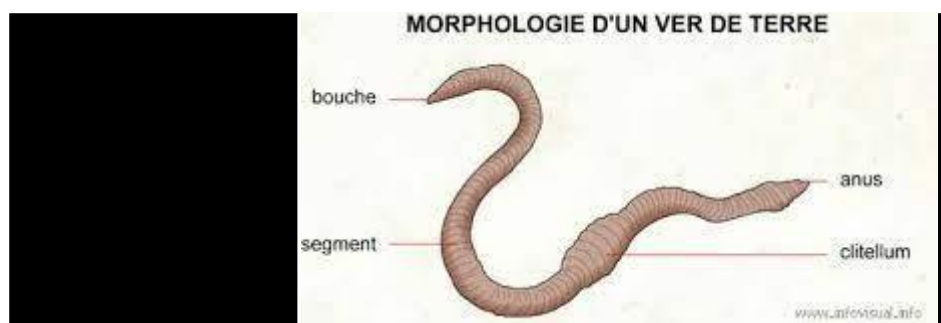


Figure 41 : anatomie externe des Annélides

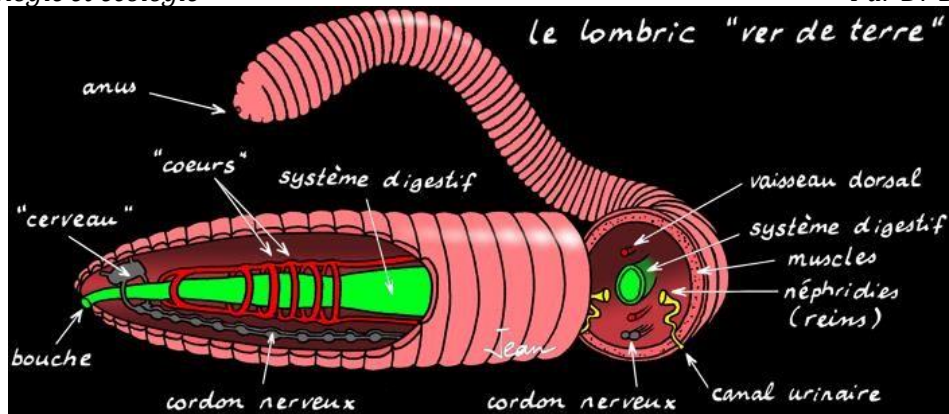


Figure 42 : Système digestif, circulatoire et nerveux chez le ver de terre.

2-Classification : le principal critère de classification des Annélides est la longueur des soies (chètes) et selon on peut les classer en :

Les Polychètes : Vivent souvent dans des tubes calcaires. Possèdent de nombreuses soies. Formes marines exclusivement exemple Arénicole ou Néreïs

Les Oligochètes : Peu de soies. Formes terricoles ou d'eau douce Exemple Lumbric ou ver de terre

Les Achètes : Pas de soies. Formes marines, d'eau douce et terricoles. Ectoparasites ou non. Possèdent des ventouses antérieure et postérieure exemple : Sangsues

III-5 Embranchement des mollusques

1- Caractères généraux :

Se sont des métazoaires triploblastiques

Se sont des coelomates qui possèdent une cavité corporelle de type hémocoèle, avec une réduction importante du coelome car il y a une masse musculaire importante.

Ils sont généralement à symétrie bilatérale primaire, pouvant tendre secondairement vers l'asymétrie. Ils ne sont pas métamérisés (figure 43)

Ils possèdent un système digestif complet avec régions spécialisées (figure 43). Leur système nerveux se résume dans une paire de cordons nerveux ventraux. Ils possèdent un système excréteur complexe avec des néphridies.

Chez les mollusques on trouve presque toujours un système circulatoire avec un cœur bien défini (figure 43). Leur reproduction est sexuée alternant entre l'hermaphrodisme et fertilisation croisée.

Ils sont soit terrestres, marins ou dulçaquicoles.

Classification :

Dans l'embranchement des Mollusques on dénombre environ 7 classes mais les plus importantes économiquement sont :

- **Les céphalopodes** : sans coquille avec un pied découpé en tentacules comme chez les Calamars, les poulpes, les pieuvres et les seiches.
- **Les gastéropodes** : à une coquille en spirale et un pied locomoteur comme chez les escargots.
- **Les lamellibranches** : caractérisés par deux coquilles (bivalves) qui renferme le corps comme chez les Huîtres, les moules et les coquilles Saint Jacques (voir figure 44)

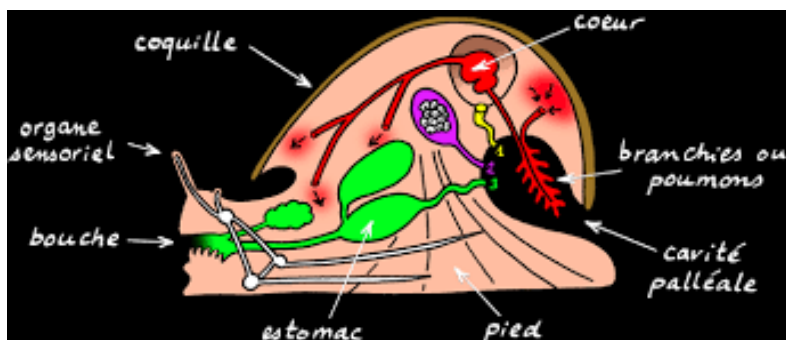


Figure 43 : anatomie interne et externe d'un mollusque

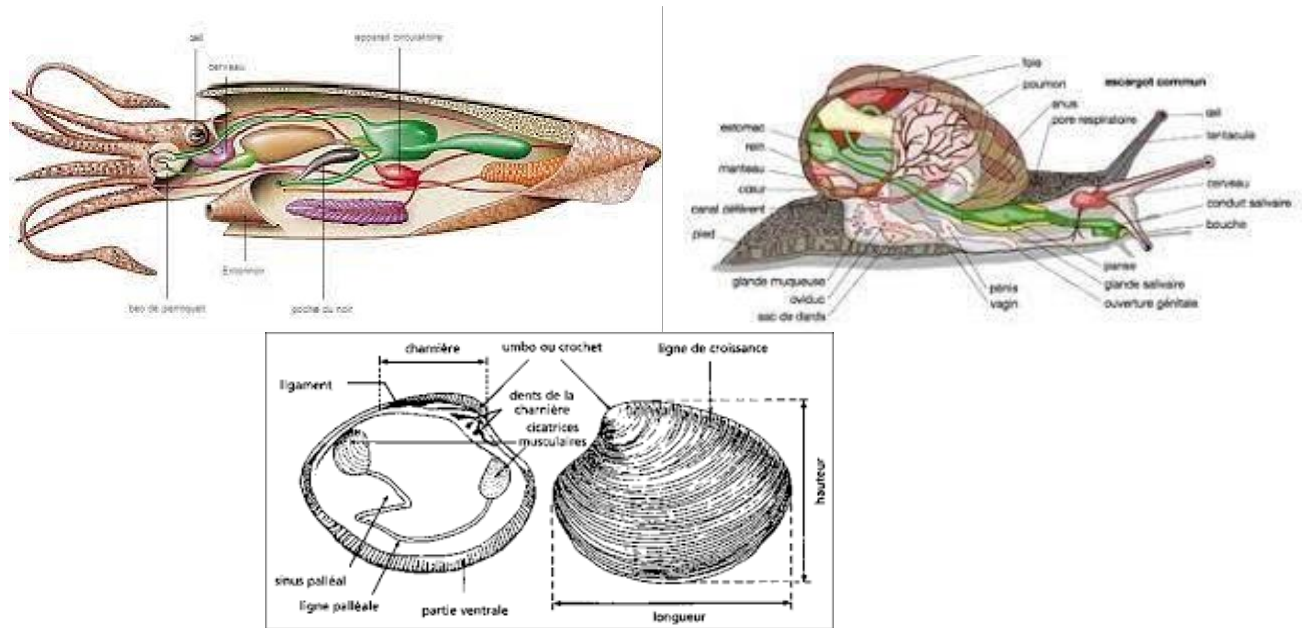


Figure 44 : diversité des mollusques

III-6 Embranchement des Echinodermes

Introduction et caractères généraux :

Animaux marins comme les oursins et les étoiles de mer

A symétrie axiale d'ordre 5 (**pentaradiée**) mais la symétrie est bilatérale chez la larve

Chez certains adultes cette symétrie radiale est masquée par une symétrie bilatérale acquise secondairement (voir figure 45)

Sont des Deutérostomiens formant l'anus avant la bouche (voir figure 46)

Ils possèdent un tégument rugueux (épineux) renforcé de spicules calcaires internes (sous les téguments) et de plaques dermiques.

Chez les échinodermes libres l'anus est opposé à la bouche

Les échinodermes peuvent vivre dans les grands fonds et les eaux les plus froides mais se sont des animaux généralement benthiques.

Ils se nourrissent de particules en suspension dans les mers par filtration ou de particules organiques des sédiments. Certains sont prédateurs.

Ils se reproduisent par voie sexuée et la fécondation se fait à l'extérieure dans l'eau de mer.

Les échinodermes sont généralement gonochoriques mais certaines espèces sont

hermaphrodites. On dénombre environ 7 000 espèces dans le groupe des échinodermes.

Le système nerveux est uniquement formé d'un réseau de nerfs dissimulés sur les téguments (épithélioneuriens) il n'y a pas de cerveau.

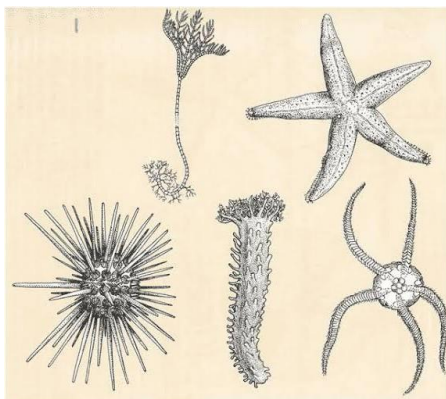


Figure 45 : symétrie des Echinodermes

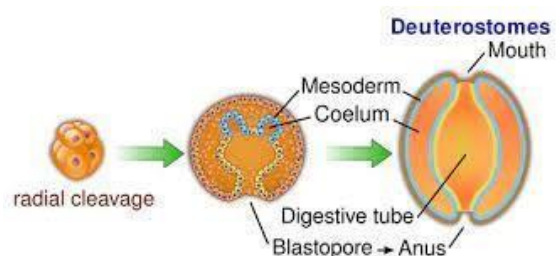


Figure 46 : formation de l'anus avant la bouche chez les deutérostomiens

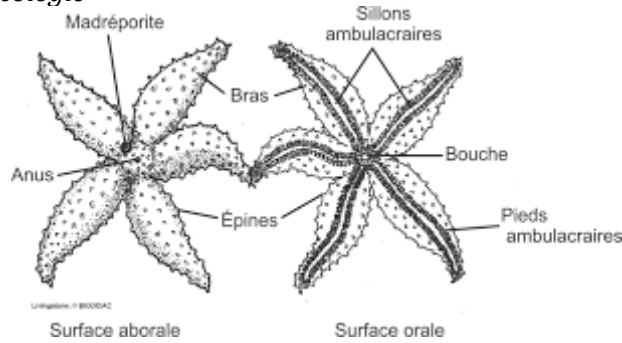


Figure 47 :anatomie externe d'un échinoderme

Ils se déplacent par un système dit « aquifère » ou « ambulacraire qui communiquent avec l'extérieur par un ou plusieurs pores il permet un jeu de pression qui activent les pieds ambulacraires (voir figure 48)

Ils possèdent un tube digestif complet formé de régions spécialisées(voir figure 49)

Ils possèdent un système d'excrétion différencié est représenté de métanéphridies (voir figure

48)Ils possèdent un système circulatoire ouvert

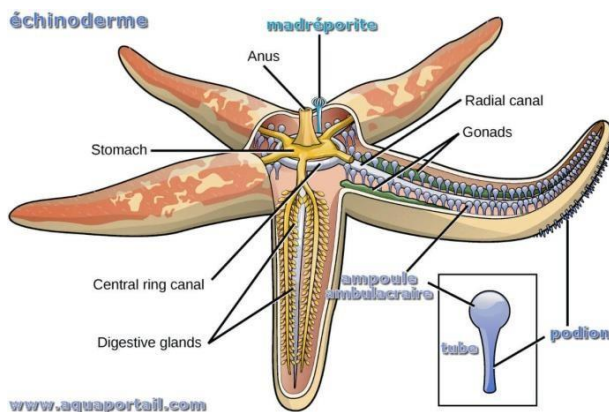


Figure 48 : anatomie interne des Echinodermes

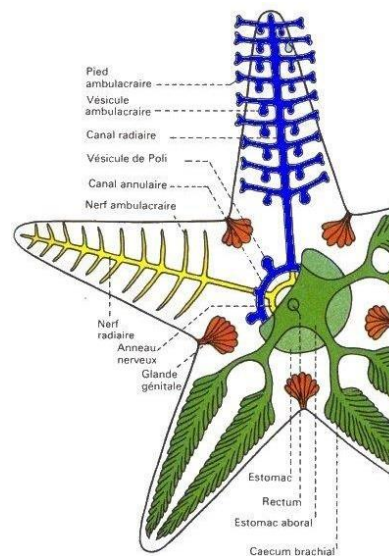


Figure49 :système ambulacraire

III-7 Embranchement des Cordés

1- Caractères généraux des vertébrés :

Dans le monde animal, les vertébrés appartiennent au phylum (embranchement) des cordés qui sont des métazoaires triploblastiques, coelomates, deutérostomiens (formation d'anus avant la bouche), à symétrie bilatérale,

-Les vertébrés possèdent un système nerveux localisé dans la partie dorsale par rapport au tube digestif donc ce sont des épineuriens.

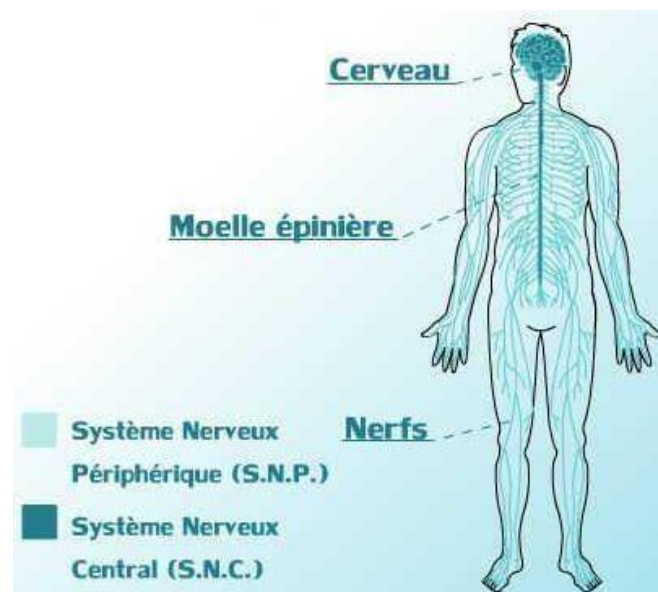


Figure 50 : exemple de système nerveux épineuriens

L'embranchement des cordés est subdivisé en trois sous embranchements qui sont les Urocordés, les céphalocordés et les Vertébrés. Ces derniers comprennent la superclasse des tétrapodes et la superclasse des poissons

2-Exemples de Cordé :

2.1-La superclasse des tétrapodes

Ils colonisent divers milieux terrestres et aquatiques parfois très extrêmes comme les déserts chauds et froids. Généralement ils respirent par des poumons ou peuvent respirer par les branchies au stade larvaire puis les poumons au stade adulte.

A- La classe des amphibiens

A.1 Caractères généraux des amphibiens :

- La classe des Amphibiens comprend les animaux qui vivent à la fois dans le milieu aquatique (vie larvaire) et dans le milieu terrestre (vie adulte) et d'ailleurs le terme *amphibien* veut dire **amphi** : double, **bios** : vie.

-Les Amphibiens sont séparés en 3 groupes, les **Anoures** caractérisés par l'absence de queue à l'état adulte (grenouilles, crapauds), les **Urodèles** (tritons, salamandres) qui conservent une queue fonctionnelle, même après leur métamorphose en adulte et les **Caecilians** (*Gymnophiona*) qui n'ont pas de pattes.

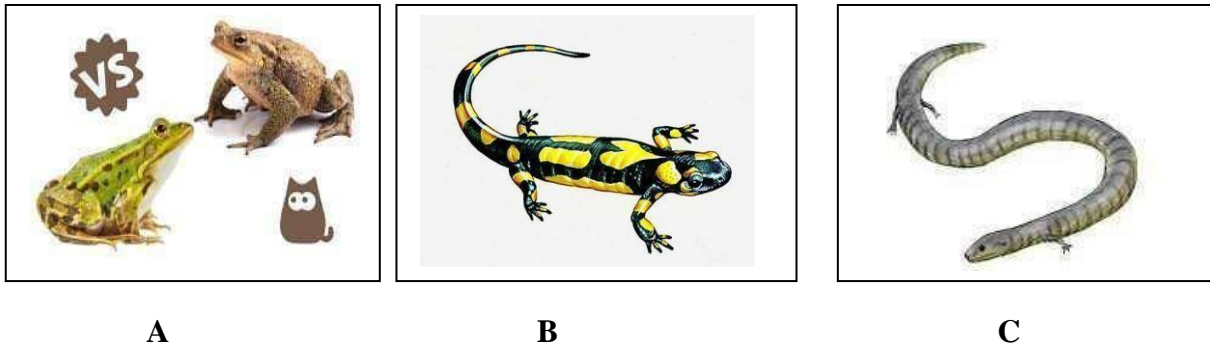


Figure 51 : Morphologie des différents groupes des Amphibiens, Anoures (A), Urodèle (B) et Gymnophiona (C)

-Les amphibiens n'ont ni écaille, ni plume et encore moins de poils. Habituellement, ils présentent une peau plus ou moins humide.

-La respiration chez les amphibiens se fait par diverse modes : elle se fait par des branchies dans les stades larvaires, mais quelques adultes peuvent également utiliser des branchies, les poumons ou même l'intérieur de leur bouche. Certaines salamandres ont totalement perdu leurs poumons et n'utilisent que leur peau pour les échanges respiratoires. Les grenouilles peuvent aussi absorber de l'eau par leur peau.

-Les amphibiens sont des ectothermes, c'est-à-dire que la température de leur corps dépend de celle de leur environnement.

A.2-Reproduction et embryogénèse chez les Anoures :

-La reproduction des anoures peut se faire soit par fécondation interne ou par fécondation externe.

-Après fécondation la rapidité du développement des embryons dans les œufs dépend de l'espèce et de la température de l'eau. Les différents stades d'embryogénèse de la grenouille des bois ont été étudiés en **TP5 de zoologie**.

-Pendant leur croissance les grenouilles subissent plusieurs métamorphoses. Les larves (appelées têtards) initialement formées subissent plusieurs transformations comme l'apparition des pattes, la disparition de la queue et des modifications internes, comme la mise en place de poumons fonctionnels.

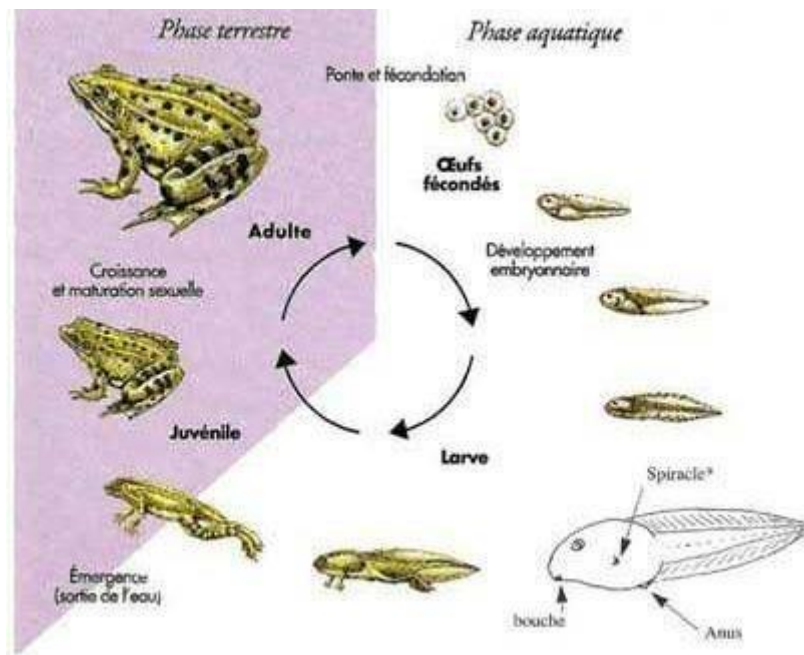


Figure 52 : cycle de développement d'un Anoure

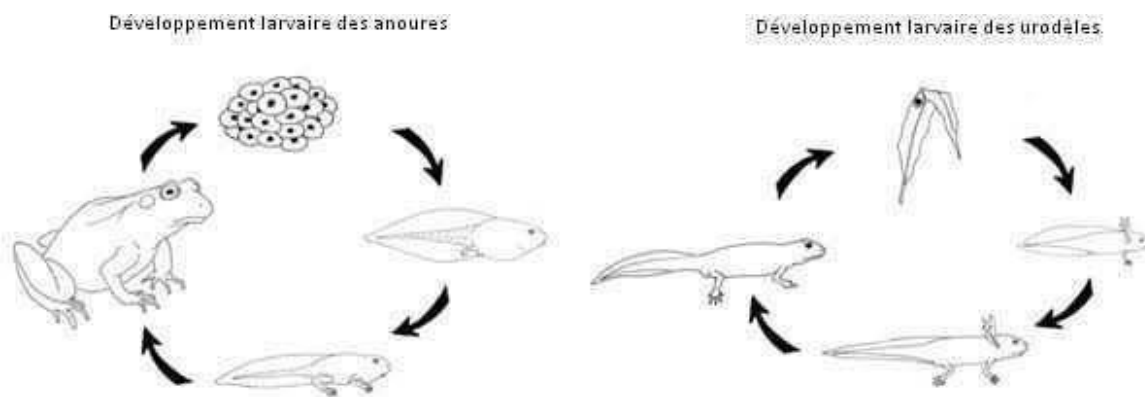


Figure 53 : Développement larvaire des anoures et des urodèles

B- La classe des mammifères

B.1 Caractères généraux :

Tous les animaux pouvant nourrir leurs petits avec le lait de leurs mamelles et dont le corps est recouvert de poils font partie de mammifères. L'espèce humaine *Homo sapiens* dont nous faisons partie appartient au groupe des Mammifères. La classe des mammifères est subdivisée en trois sous classes, les Monotrèmes (des ovipares constitués de peu d'espèces qui ne sont présentes qu'en Océanie), les marsupiaux (des vivipares qui donnent naissance à un petit qui finit sa croissance dans la poche d'un parent appelée le marsupium. Trouvés surtout en Océanie et en Amérique) et les placentaires (des vivipares dont le fœtus reste à l'intérieur du corps de la mère où il grandit, car il est nourri par le placenta) (figure 54).



Figure 54 : sous-classes des mammifères, **a-animal** monotrème, **b- animal** marsupial , **c- animal** placentaire

B.2 Habitat :

Les mammifères peuvent être terrestres possédant (chauve souris) ou non des ailes. Ceux qui ne possèdent pas des ailes peuvent être classés en se basant sur d'autres caractères morphologiques comme :

-La morphologie des pattes : par exemple

- Présence de sabots chez les sangliers, les Cerfs ...
- Présence de griffes : carnivores , rongeurs , lapins.....
- présence des ongles : singes ...

- La morphologie des dents :

- présence d'incisives développées : rongeurs...

- présence de canines plus au moins développées : les carnivores

Les mammifères peuvent également coloniser les milieux marins de ce fait ils doivent posséder des nageoires comme les baleines, les dauphins, les phoques et les otaries....

B.3 Régime alimentaire : selon leur régimes alimentaires on peut classer les mammifères en cinq groupes qui sont, les carnivores (régime alimentaire est principalement fondé sur la consommation de chairs ou de tissus d'animaux), les rongeurs, les herbivores non ruminants, les herbivores ruminants et les omnivores.

B.4 reproduction chez les mammifères : les cellules reproductrices, appelées aussi gamètes sont fabriquées par les organes génitaux, testicules chez le mâle et ovaire chez la femelle. Après fécondation de l'ovocyte par le spermatozoïde dans l'utérus de la femelle, l'œuf fécondé se développe en embryon qui s'implante par exemple dans la cavité utérine chez la femme on parle alors de nidation (figure 55). Juste après c'est le placenta qui commence à se former pour fournir les nutriments et l'oxygène nécessaires pour le fœtus (figure 56).

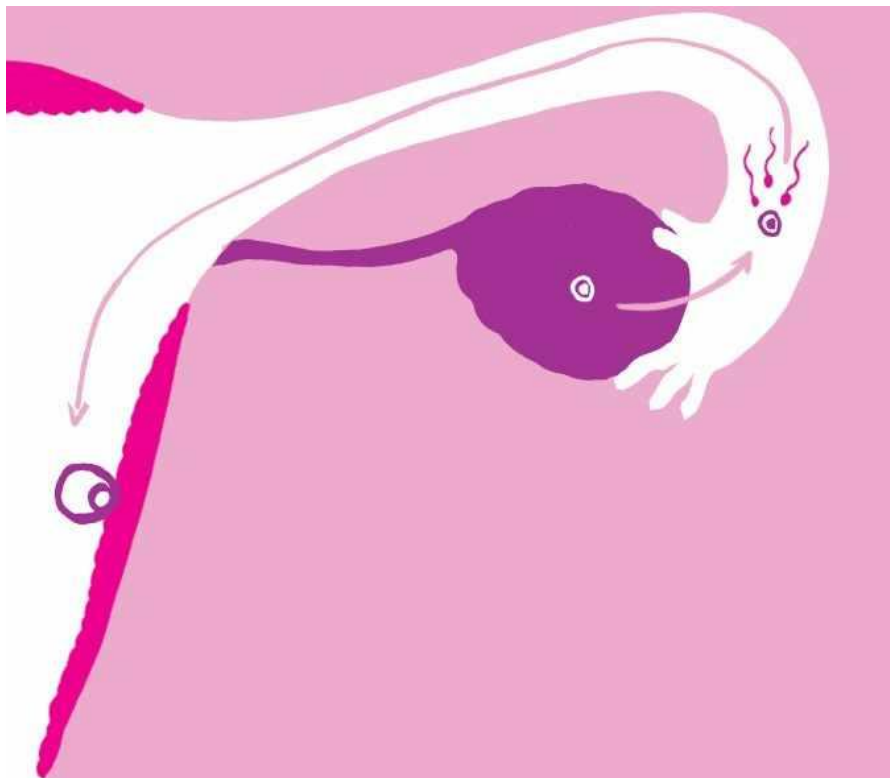


Figure 55 : fécondation de l'ovocyte et nidation de l'œuf fécondé

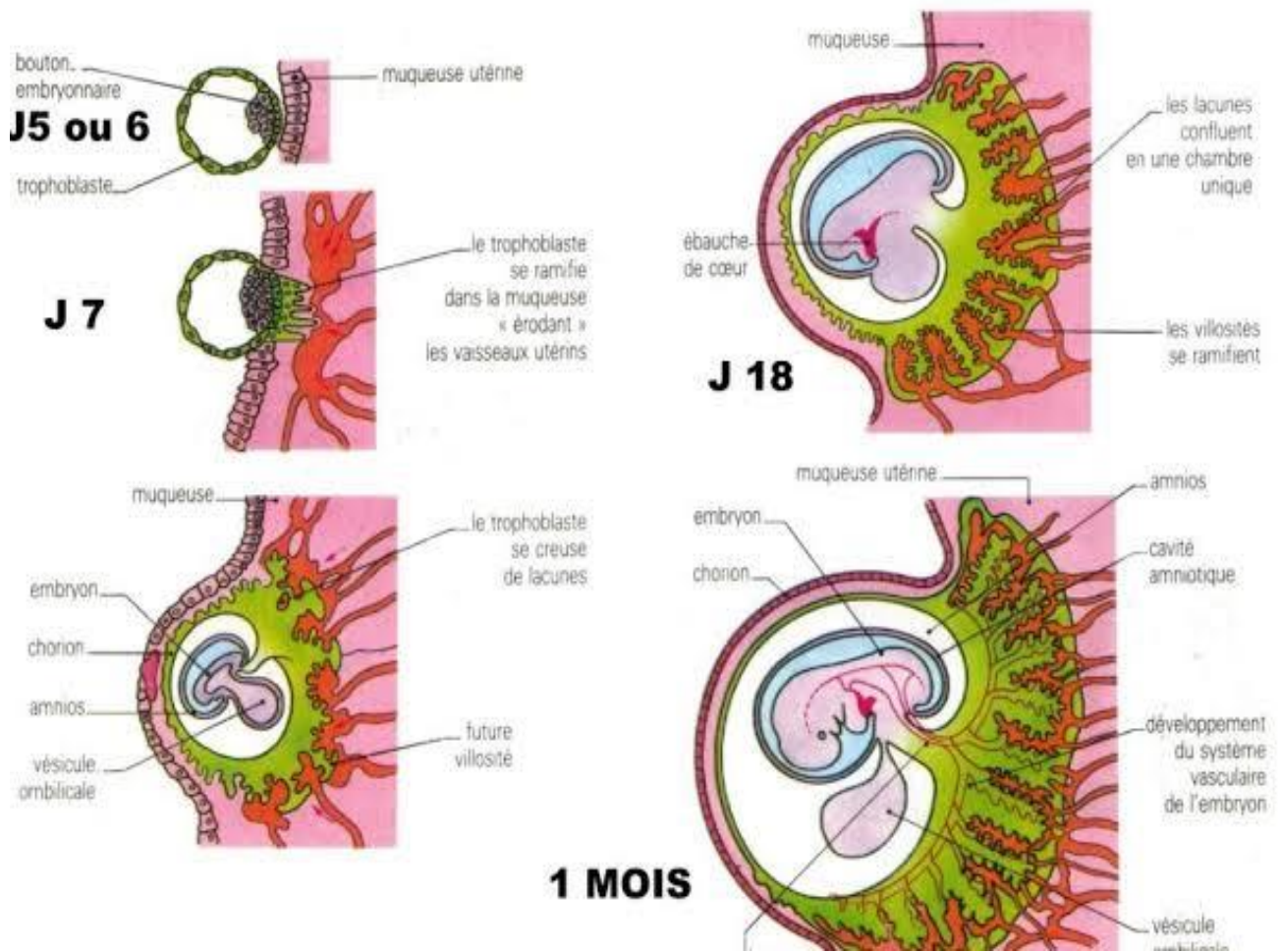


Figure 56 : formation du placenta durant les premiers jours de la grossesse chez la femme

C-La classe de reptiles

C.1 Caractères généraux :

Les reptiles regroupent tous les animaux qui rampent. Ce sont des vertébrés ectothermes parce que la température de leur corps dépend de la température de l'environnement car ils ont un sang froid. C'est pour cette raison qu'ils sont retrouvés dans toutes les régions tempérées et tropicales du monde ou ils doivent passer beaucoup de temps sous le soleil pour stocker de la chaleur

Les reptiles sont des animaux amniotes car malgré que la plupart sont des ovipares mais les fœtus se développent dans un liquide aqueux amnios sous la coque de l'œuf.

Ils sont généralement tétrapodes ou descendent d'un ancêtre à quatre pattes comme chez les serpents.

Leur respiration est uniquement pulmonaire leur permet une adaptation complète à la vie terrestre.

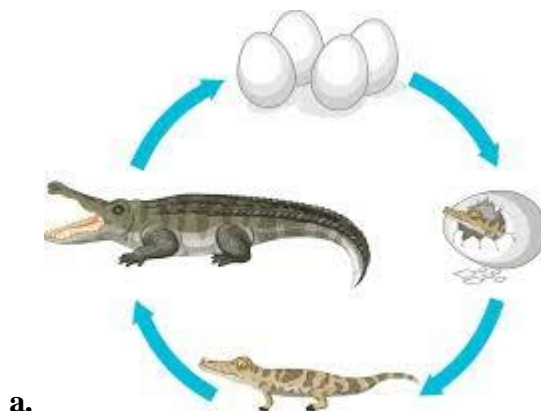
La peau du corps est généralement recouverte d'une couche épaisse d'écaille (chez les reptiles à écailles comme les lézards et les serpents) ou d'une carapace (chez les tortues) (figure 57).

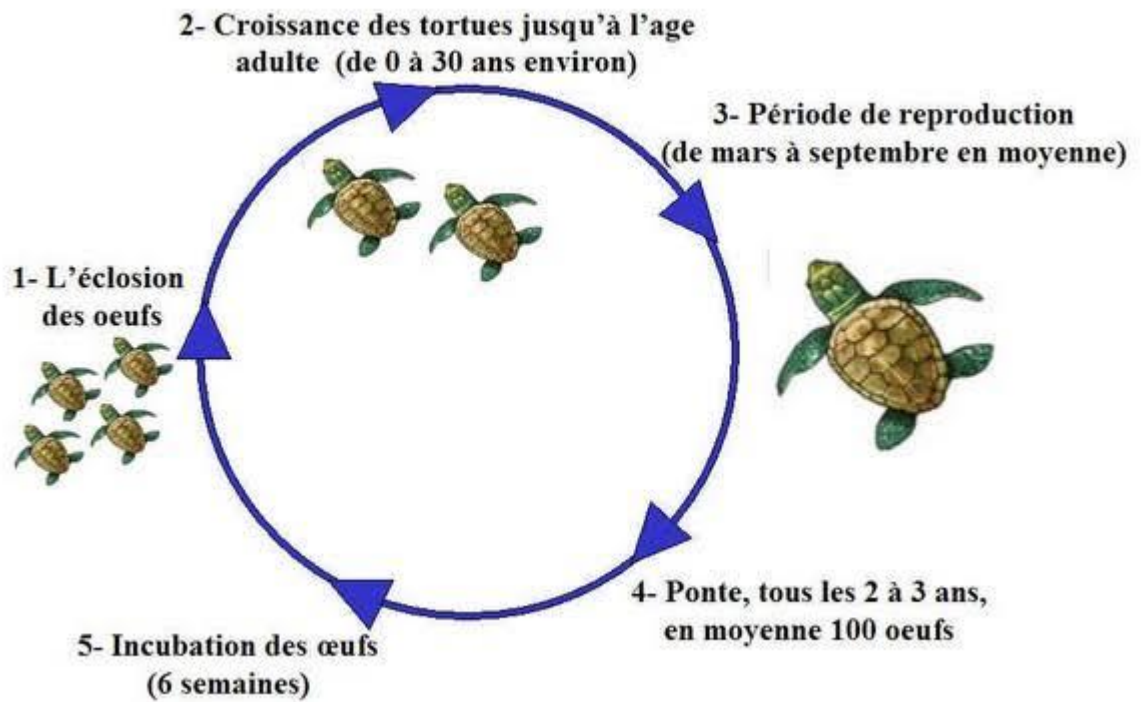


Figure 57 : le squamata ou la carapace chez certaines espèces de reptiles

C.2 Reproduction : chez les reptiles la reproduction se fait par fécondation interne.

La plupart des reptiles sont ovipares car ils pondent des œufs qui éclosent dans l milieu extérieur mais certaines espèces sont ovovivipares car l'œuf éclos dans le corps de la mère (figure 58)





b.

Figure 58 : cycle de vie des crocodiles (a) et des tortues (b).

C.3 Classification des reptiles :

Etant donné que ce groupe est très hétérogène la classification de reptiles est difficile. La figure 58 représente l'une des classifications des reptiles

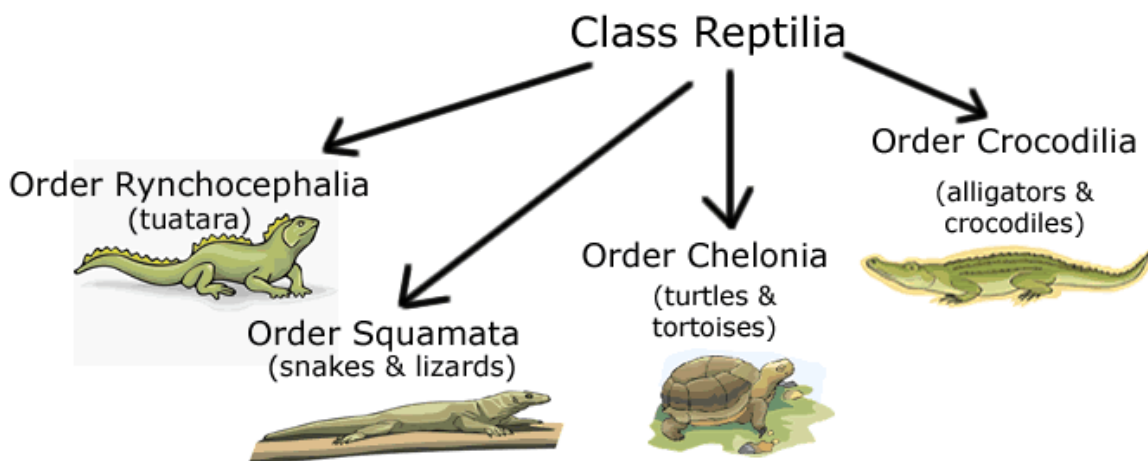


Figure 59 : classification des reptiles.

D- La classe des oiseaux

Caractères généraux : les oiseaux sont des vertébrés à plumes dont les pattes antérieures sont transformées en ailes .

Les oiseaux ont généralement la même forme liée à leur faculté de voler mais certaines espèces comme l'autruche ne peuvent pas voler.

Leurs têtes sont munies de becs dépourvus de dents. La grandeur du bec des oiseaux varie selon l'oiseau.

Le corps des oiseaux est couvert de plumes qui sont des écailles cornées modifiées. Chaque oiseau a plusieurs sortes de plumes sur son corps de tailles , de formes et de fonctions différentes. Les plumes de vol ou de la queue sont raides et solides servent pour voler, monter, descendre et freiner. Les plumes molles et douces servent pour maintenir le corps chaud. Les semi plumes se trouvent sur le dos et servent par exemple à flotter chez les canards. Les plumes de duvet se trouvent sur le ventre et au-dessous des ailes. Les figures (60 a et b) montrent les types et l'anatomie des plumes.

Généralement les oiseaux se déplacent en volant à l'exception de certains oiseaux qui nagent ou qui courent.

Les adaptations pour voler : pour pouvoir voler les oiseaux ont un sternum très développé qui permet l'insertion de muscles puissants nécessaires au vol. Les os du squelette d'un oiseau volant sont creux et leur nombre est réduit. De même pour la masse musculaire qui est réduite pour permettre à l'oiseau de supporter son poids.

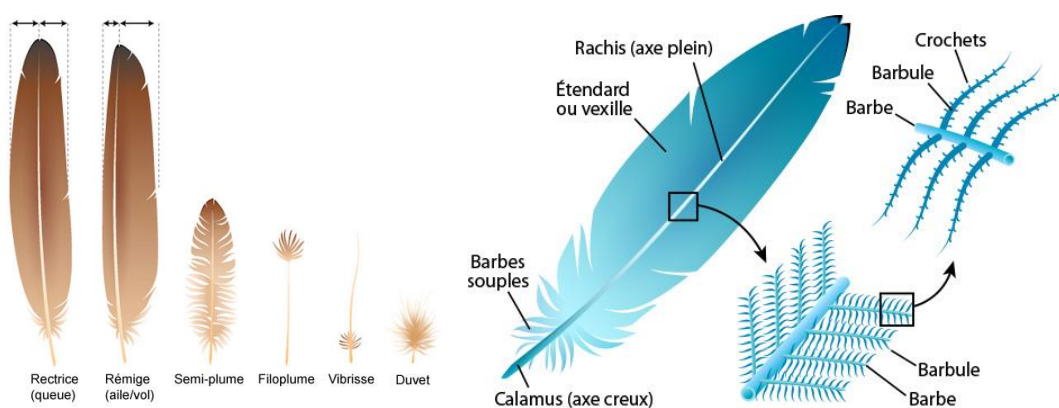


Figure 60 : les types (a) et anatomie des plumes (b)

Le système digestif des oiseaux présente certaines particularités liées à la nutrition très variée (grains, vers, insectes, animaux vertébrés). La nourriture passe du bec vers l'œsophage puis le jabot (qui est un élargissement de l'œsophage). La nourriture se ramollit ensuite dans le jabot où elle passe un certain temps. Elle pénètre par la suite dans l'estomac pour une digestion chimique

puis elle passe dans le gésier pour la digestion mécanique. Les résidus non digérés sont rejetés par le cloaque.

Grace à leur métabolisme qui produit suffisamment de chaleur, les Oiseaux conservent une température corporelle constante indépendamment de la température du milieu extérieur, ils sont dit alors homéothermes.

Les Oiseaux possèdent un organe spécial appelé syrinx situé entre la trachée et les bronches qui leur permet de vocaliser. Cet organe peut être développé différemment ce qui explique la diversité de chants en fonction des espèces des oiseaux.

Les oiseaux sont dotés d'un système circulatoire fermé.

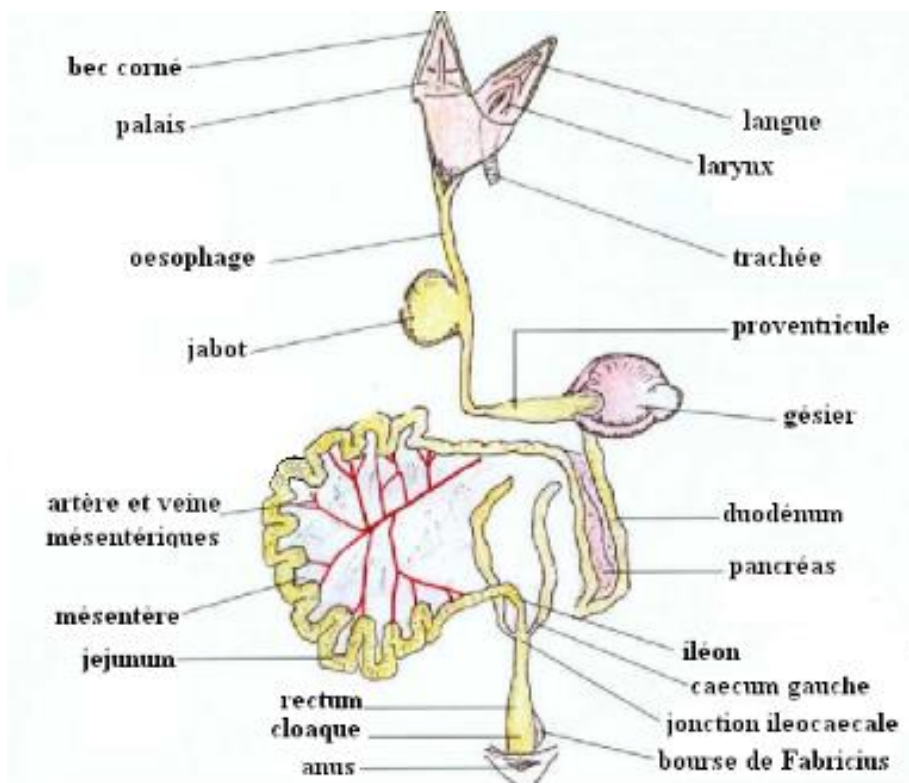


Figure 61: tractus digestif du poulet

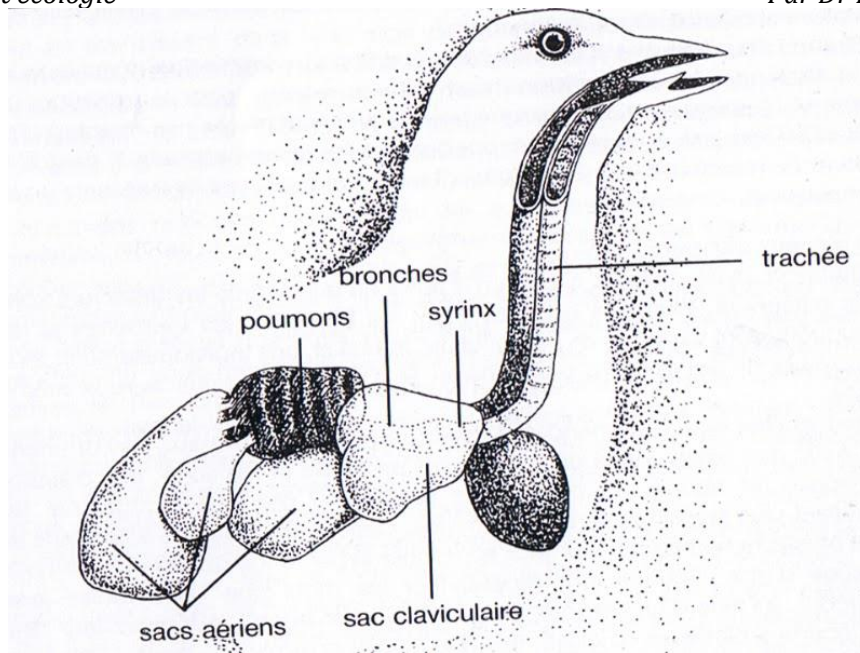


Figure 62 : syrinx des oiseaux



Figure 63 : système circulatoire fermé des oiseaux

Classification des oiseaux : la classification standard des oiseaux les divise en deux sous classes qui sont :

Les Paléognathes les oiseaux qui ne volent pas

Les Néognathes les oiseaux volants



Figure 64: exemples d'oiseaux qui ne volent pas

La reproduction chez les oiseaux :

L'accouplement chez les oiseaux se passe en plusieurs phases. Parfois le mâle séduit la femelle grâce à des chants ou des attitudes particulières. Lorsque la femelle est réceptive, le mâle grimpe sur la femelle et met son cloaque en contact avec le cloaque de la femelle afin de laisser passer les spermatozoïdes qui iront féconder l'ovule.

Après fécondation la femelle pond un nombre variable (2 à 8) d'œufs selon les espèces. Ensuite la femelle couve ses œufs entre 10 à 30 jours. À la fin de la durée d'incubation l'œuf éclot et l'oisillon sort de sa coque et certains sont incapables de se débrouiller seuls. Alors parfois pour une bonne croissance de l'oisillon les parents doivent donner une alimentation adaptée et riche durant la période de croissance.

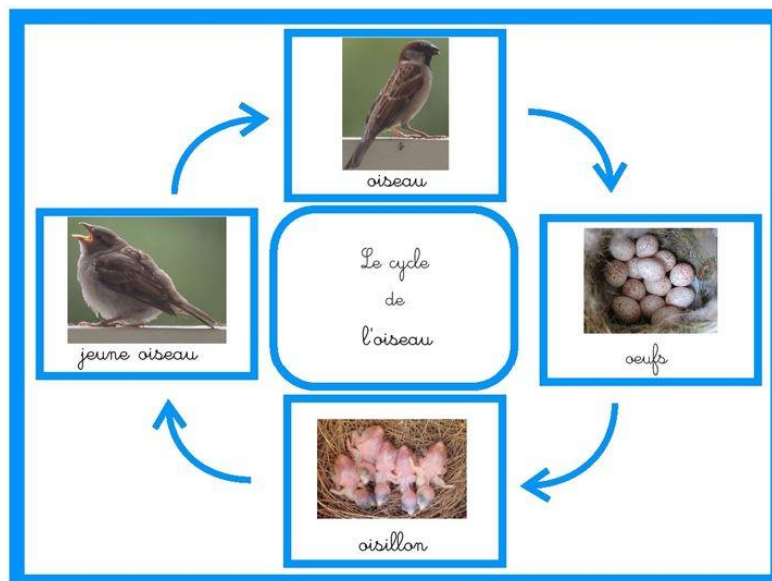


Figure 65: exemple de cycle de vie d'un oiseau

2-2 La superclasse des poissons :

a- Caractères généraux : les poissons représentent plus de 20000 espèces habitant des bassins aquatiques de température et salinité varié. Les poissons sont groupés en deux classes principales poissons cartilagineux (chondrichthyens comme le requin et la raie) et poissons osseux (Ostéichthyens).

Les poissons sont des animaux vertébrés aquatiques en forme allongée leur facilitant une locomotion rapide dans l'eau. D'une manière générale le corps d'un poisson comprend trois parties la tête, le tronc et la queue. Sur la tête on trouve les yeux, la bouche et les narines.

Les poissons possèdent des nageoires (deux nageoires paires et trois nageoires impaires). Les nageoires pectorales et pelviennes sont paires. Elles servent aux changements de direction, aux mouvements et au maintien de l'équilibre du corps dans l'eau. Les nageoires caudale, dorsale et anale sont impaires. Elles assurent la stabilité du corps au cours de la nage et la locomotion pour la nageoire caudale (figure).

Les poissons respirent par des branchies qui sont cachées sous l'opercule chez les poissons osseux. Ils absorbent l'oxygène dissout dans l'eau qui entre par la bouche et sort par les fentes branchiales (figure).

La peau des poissons est couverte d'écailles

La colonne vertébrale est formée de vertèbres cartilagineuses ou osseuses selon la classe. Les poissons peuvent être sans mâchoire, ou agnathes (comme la lamproie) et les poissons à mâchoire ou Gnathostomes (poissons au sens strict).

Le système digestif des poissons est complet comprenant la bouche, le pharynx, l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle, le gros intestin, l'anus, le foie avec la vésicule biliaire et assurant une nutrition herbivore, carnivore ou même omnivore selon le poisson (figure).

Le système circulatoire des poissons est fermé comprenant un cœur et les vaisseaux sanguins (figure).

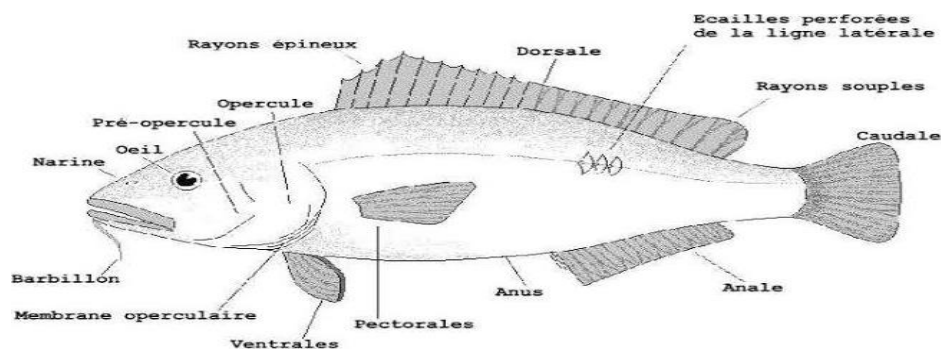


Figure 66 : anatomie externe d'un poisson

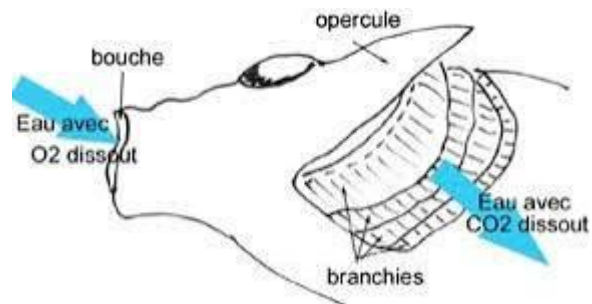


Figure67 : respiration chez les poissons



Figure 68 : absence de la mâchoire chez les agnathes

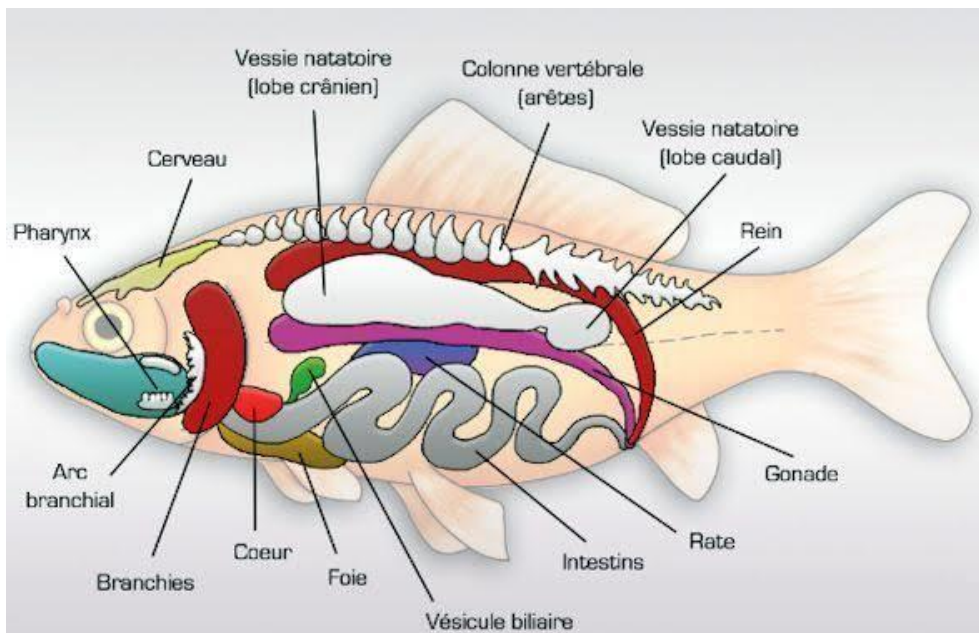


Figure 69 : anatomie interne d'un poisson

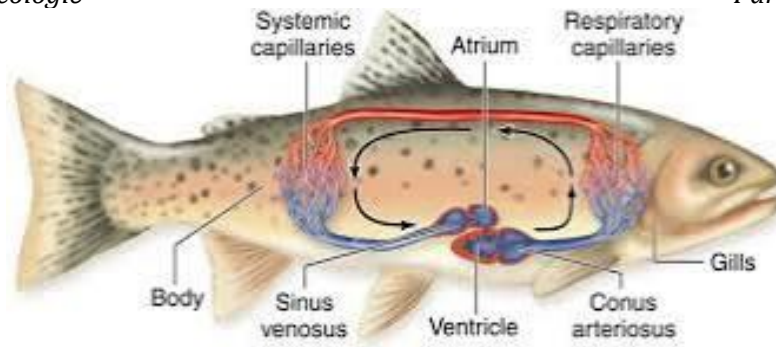


Figure 70 : système circulatoire d'un poisson

b- Reproduction et cycle de vie des poissons : généralement chez les poissons la fécondation est externe puis le poisson passe par 4 étapes qui sont :

Le stade œuf : durant lequel les poissons achèvent leur développement embryonnaire

Le stade larve : le développement larvaire commence après achèvement du stade embryonnaire. Ce stade dure 7 à 120 jours. Peu de larves résistent et survivent aux manques de nourriture, aux prédateurs et aux courants d'eau forts. Les larves survivantes deviennent des **alevins** c'est un stade intermédiaire caractérisé par l'absence de nageoires .

Le stade juvénile : durant le stade juvénile le poisson est anatomiquement complet mais il est encore immature sexuellement

Le stade adulte : durant ce stade le poisson atteint sa taille maximale et ses organes sexuels sont matures

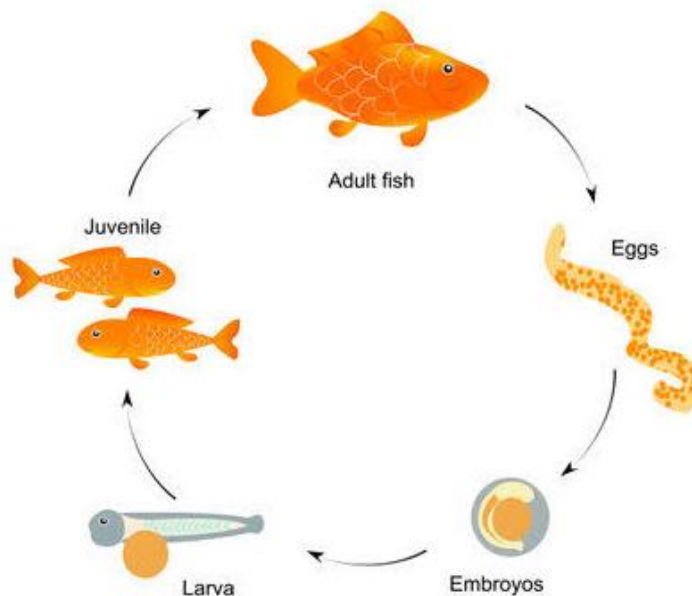


Figure 71:cycle de vie des poissons

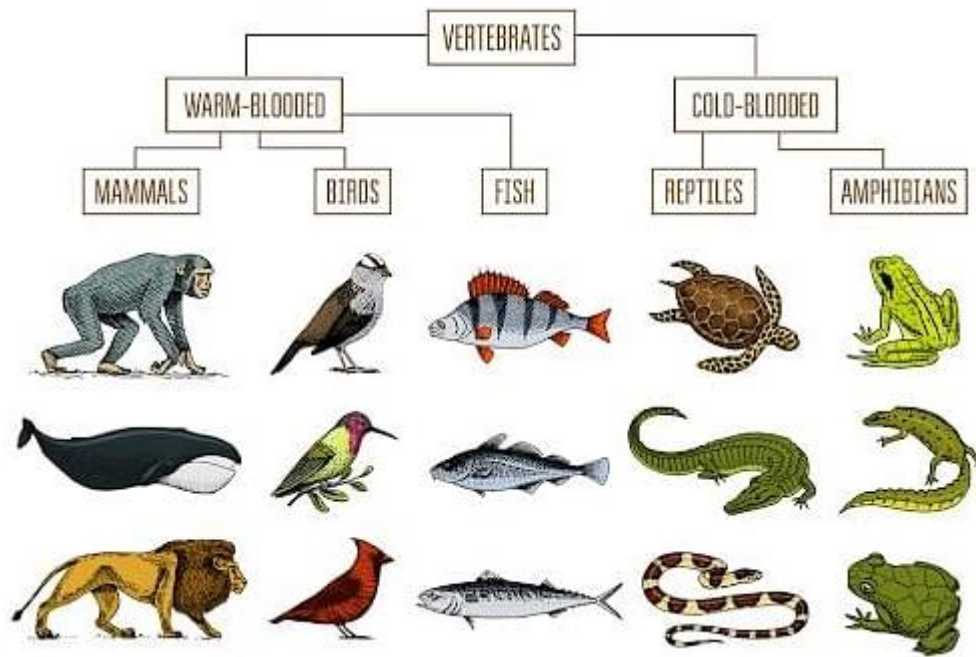


Figure 72 : Organisation et classification générale des vertébrés

IV Méthodes et outils utilisés en zoologie

Introduction : La zoologie utilise des méthodes d'observation directe (jumelles, pièges photographiques), d'échantillonnage (quadrats, transects), et des techniques de laboratoire (microscopie, biologie moléculaire, dissection) pour étudier la diversité, le comportement et l'évolution animale. Des outils numériques (SIG, télémétrie) et la génomique sont essentiels pour la conservation.

1) Méthodes utilisées en terrain

Il existe maintenant beaucoup d'outils de détection de la *faune sauvage* comme la *caméra* thermique portable FLIR Scout série TS qui consiste un outil idéal pour l'observation de la faune sauvage dans l'obscurité. Les jumelles sont désormais fréquemment utilisées dans le monde en entier, suivies des systèmes de vision nocturne à amplification de lumière qui peuvent être utilisés pour repérer les animaux la nuit. Ces caméras thermiques sont largement utilisées par les réalisateurs de documentaires et les chasseurs du monde entier.

2) Echantillonnage

L'échantillonnage est une méthode scientifique essentielle, utilisée pour sélectionner un sous-ensemble d'individus ou d'éléments d'une population dans le but d'estimer des caractéristiques représentatives de l'ensemble de cette population. En écologie l'échantillonnage repose sur des techniques variées qui facilitent l'étude des populations d'organismes et de la biodiversité. Parmi ces méthodes, les quadrats, les transects, et la technique de capture marquage recapture qui se distinguent par leur efficacité leur adaptabilité à différents environnements.

2.1 Les quadrats

Les quadrats, sont traditionnellement définis comme des sections de terrain carrées ou rectangulaires, jouant un rôle essentiel dans l'échantillonnage de la végétation ou des animaux au sein d'un habitat spécifique. En plaçant un quadrat de taille fixe sur le terrain, les chercheurs ont l'opportunité de compter avec précision le nombre d'individus d'une espèce donnée ou d'estimer la couverture végétale présente. Ce type de méthode est particulièrement efficace dans des habitats comme les prairies, les forêts et même les zones côtières, où la diversité biologique peut être très riche. Les dimensions des quadrats peuvent varier en fonction des objectifs de l'étude, mais un format courant est de 1 m², ce qui permet d'avoir une vue d'ensemble tout en restant gérable sur le terrain.

2.2 Transects

Les transects sont des lignes droites tracées à travers un habitat, permettant d'échantillonner les organismes le long de cette ligne. Cette méthode est particulièrement utile pour étudier des gradients

environnementaux, tels que la transition entre une zone humide et une zone sèche. Les transects peuvent être réalisés de manière systématique, par exemple en échantillonnant tous les 10 mètres, ou de manière aléatoire, en fonction des besoins spécifiques de l'étude. En intégrant des mesures de divers paramètres environnementaux le long du transect, tels que la température, l'humidité et le type de sol, les chercheurs peuvent obtenir une vue d'ensemble des facteurs influençant la répartition des espèces.

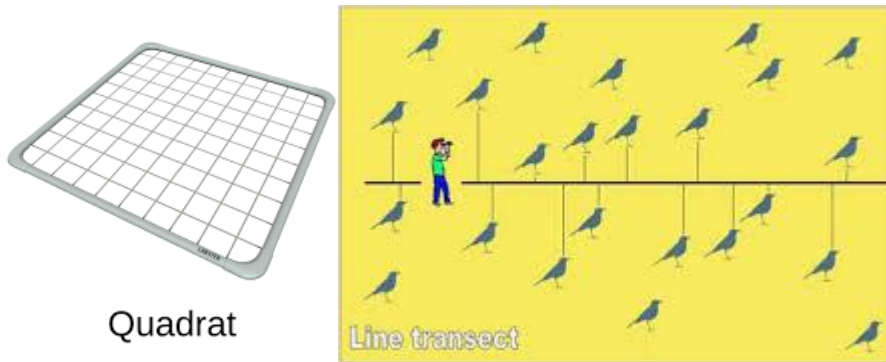


Figure 73 : techniques d'échantillonnage en zoologie : **A** les quadrats , **B** les Transects

2.3 Capture-Marquage-Recapture

La méthode de capture-marquage-recapture est une technique éprouvée utilisée pour estimer la taille des populations animales. Ce processus consiste à capturer un échantillon d'individus, à leur apposer une marque, puis à les relâcher dans leur habitat d'origine. Après un certain temps, un second échantillon est capturé, et la proportion d'individus marqués dans ce second échantillon est utilisée pour estimer la taille totale de la population. Cette méthode est particulièrement efficace pour des espèces mobiles ou difficiles à observer, car elle permet d'estimer des populations sans avoir à les observer en continu.

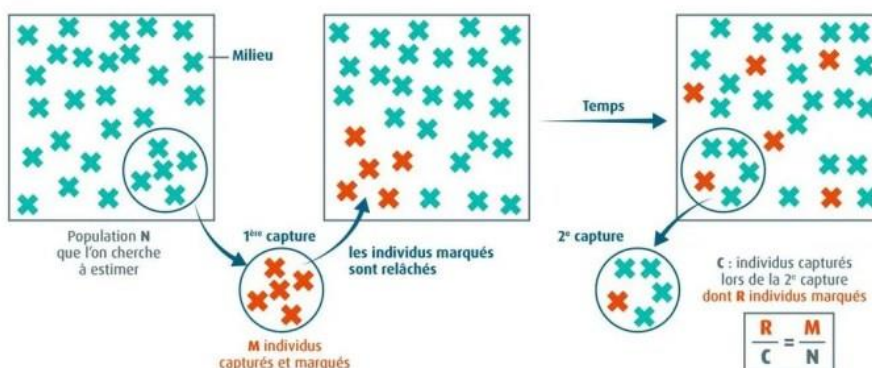


Figure 74 : technique de capture - marquage- recapture

3. Captures et télémétrie :

On entend par télémétrie la transmission sans fil de signaux radio d'un émetteur à un destinataire. Pour assurer le suivi de grands prédateurs par télémétrie, les animaux sont munis d'un collier avec un émetteur intégré. Il faut donc tout d'abord les capturer et les anesthésier. Les colliers sont adaptés au poids et à la taille de l'animal et se détachent automatiquement lorsque la batterie est vide grâce à un mécanisme de rupture. L'émetteur du collier permet de suivre la localisation de l'individu. Les modèles récents assurent la géolocalisation mais disposent aussi souvent de capteurs capables d'enregistrer d'autres paramètres (par exemple la température ou l'activité). Les données obtenues par ce biais permettent d'étudier différentes problématiques comme l'écologie alimentaire, l'utilisation des habitats ou la démographie.



Figure 75 : technique de capture et télémétrie

4. Collecte : Filets, pièges à insectes, tamis pour le sol

Le suivi des animaux, particulièrement des invertébrés, repose sur des techniques de collecte ciblées : pièges Barber (fosses) pour la faune épigée, filets (fauchoir/papillon) pour la faune aérienne, et tamisage de litière/sol pour la microfaune. Ces méthodes, associées à des dispositifs passifs comme la tente Malaise, permettent d'évaluer la biodiversité.



Figure 76 : exemple de filet utilisé en zoologie

5) Méthodes et outils de laboratoire

5.1 Observation microscopique : L'observation microscopique des animaux permet d'étudier la structure cellulaire, les tissus (histologie), et les petits organismes (parasites, protozoaires) en utilisant des techniques de fixation, coupe fine et coloration. La loupe binoculaire est idéale pour la morphologie externe (insectes, tissus) alors que le microscope optique (fond clair, contraste de phase) est idéal pour les cellules vivantes ou colorées. Le microscope électronique offre une résolution supérieure pour l'ultrastructure et La microscopie intravitale est une technique de développement récent qui permet de visualiser des phénomènes *in situ* directement chez l'animal vivant. Elle permet d'enregistrer, par l'intermédiaire d'un microscope adapté, des phénomènes fluorescents, cinétiques, dans l'espace et le temps, apparaissant à l'échelle d'un tissu ou d'un organe chez un animal intact, éveillé ou endormi.

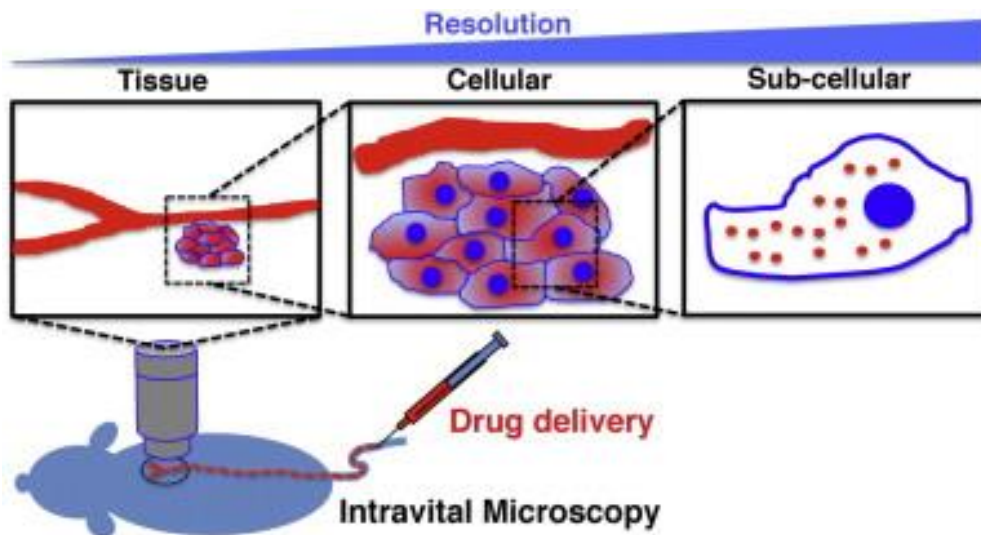


Figure 77 : observation microscopique intravitale

V- Ecologie animale

1-L'écologie animale : définition et portée

L'écologie animale est une branche des sciences biologiques qui analyse les relations entre les animaux et le milieu dans lequel ils évoluent. Elle cherche à comprendre comment les espèces interagissent avec les éléments vivants (autres espèces) et non vivants (climat, sol, eau) de leur environnement. Cette discipline met en évidence les mécanismes d'adaptation qui permettent aux animaux de survivre, de se reproduire et de maintenir des populations viables dans des habitats variés, parfois hostiles.

Elle s'intéresse notamment aux réseaux trophiques (chaînes et réseaux alimentaires), aux stratégies de reproduction, aux migrations, ainsi qu'aux conséquences des changements environnementaux, qu'ils soient naturels ou d'origine humaine. En étudiant ces processus, l'écologie animale contribue directement à la préservation de la biodiversité et à la mise en place de stratégies favorisant un équilibre écologique durable.

2-Concepts fondamentaux de l'écologie animale

L'écologie animale repose sur plusieurs notions essentielles permettant d'analyser la complexité des écosystèmes.

2.1 Les habitats

Un habitat correspond au milieu de vie d'une espèce. Il fournit les ressources indispensables à sa survie : nourriture, eau, abri, conditions climatiques adaptées et espaces de reproduction. Les habitats peuvent être terrestres (forêts, savanes, déserts), aquatiques (rivières, océans) ou aériens. La qualité et la stabilité d'un habitat influencent directement la distribution et l'abondance des populations animales.

2.2 Les interactions interspécifiques

Les animaux n'évoluent pas isolément ; ils entretiennent des relations avec d'autres espèces. Ces interactions peuvent prendre différentes formes :

- **Prédation** : une espèce capture et consomme une autre.
- **Compétition** : deux espèces exploitent les mêmes ressources limitées.
- **Mutualisme** : les deux espèces tirent un bénéfice réciproque de leur relation. Ces interactions façonnent la structure des communautés biologiques et influencent l'évolution des espèces. Le pic-bœuf et le buffle du Cap est l'un des exemples de mutualisme entre le buffle qui offre un abri sur son dos et fait fuir les éventuels agresseurs de l'oiseau qui lui paie sa protection en éliminant les parasites comme les punaises de lit, les tiques ou les poux, qui lui servent de nourriture

succulente. Cet oiseau rend également ses services à d'autres mammifères et parfois même à des crocodiles.



A



B



C

Figure 78 : relation de A -prédation , B- compétition et C- mutualisme chez les animaux

2.3 Les adaptations

Les adaptations sont des caractéristiques morphologiques, physiologiques ou comportementales acquises au cours de l'évolution. Elles permettent aux animaux de mieux faire face aux contraintes de leur environnement. Par exemple, le camouflage aide à éviter les prédateurs, tandis que certaines migrations saisonnières permettent d'accéder à des ressources temporaires.

4. L'écologie comportementale

Cette sous discipline étudie comment le comportement des animaux contribue à leur survie et à leur succès reproductif. Elle analyse des aspects tels que la recherche de nourriture, la défense du territoire, les stratégies d'évitement des prédateurs ou encore les rituels de reproduction. Le comportement est souvent une réponse adaptative aux pressions environnementales.

5.Importance de l'écologie animale

L'écologie animale joue un rôle central dans la protection de la nature et le maintien de l'équilibre écologique.

5.1. Conservation de la biodiversité

Elle fournit des données scientifiques indispensables pour identifier les espèces menacées, comprendre les causes de leur déclin et élaborer des plans de conservation efficaces. La gestion durable des habitats repose largement sur ces connaissances.

5.2. Indicateur de la santé des écosystèmes

Les populations animales servent souvent d'indicateurs biologiques. Une diminution soudaine d'une espèce peut signaler une pollution, un changement climatique ou une perturbation écologique plus large.

5.3. Sensibilisation et éducation

L'écologie animale contribue à informer le public sur l'importance de préserver les habitats naturels. Elle favorise une prise de conscience collective concernant la protection de la biodiversité.

5.4. Appui aux politiques publiques

Les recherches menées dans ce domaine orientent les décisions politiques liées à la gestion des ressources naturelles, à la création de parcs nationaux et de réserves naturelles, ainsi qu'à l'élaboration de lois environnementales.

6.Chaine alimentaire : La chaine alimentaire est l'un des concepts centraux en écologie zoologique qui décrit les relations trophiques entre les différents organismes dans un écosystème. Les animaux jouent un rôle fondamental dans le transfert d'énergie au sein des écosystèmes.

6.1 Organisation trophique des écosystèmes

A- Les niveaux trophiques

Un écosystème est structuré en plusieurs niveaux trophiques :

1. **Producteurs primaires** (autotrophes) : plantes, algues
2. **Consommateurs primaires** (herbivores)
3. **Consommateurs secondaires** (carnivores)
4. **Consommateurs tertiaries**: regroupent les superprédateurs comme les loups, aigles, lions, orque , requin qui mangent eux même les consommateurs secondaires comme par exemple le loup qui mange le lynx qui lui mange le lièvre
5. **Décomposeurs** : microorganismes et détritivores. Les bactéries et champignons sont les décomposeurs finaux qui décomposent chimiquement la matière organique en matière inorganique utilisable par les producteurs primaires. Les détritivores comme les vers de terre, mille pattes, cloportes, coléoptère qui fragmentent la matière avant la décomposition chimique.

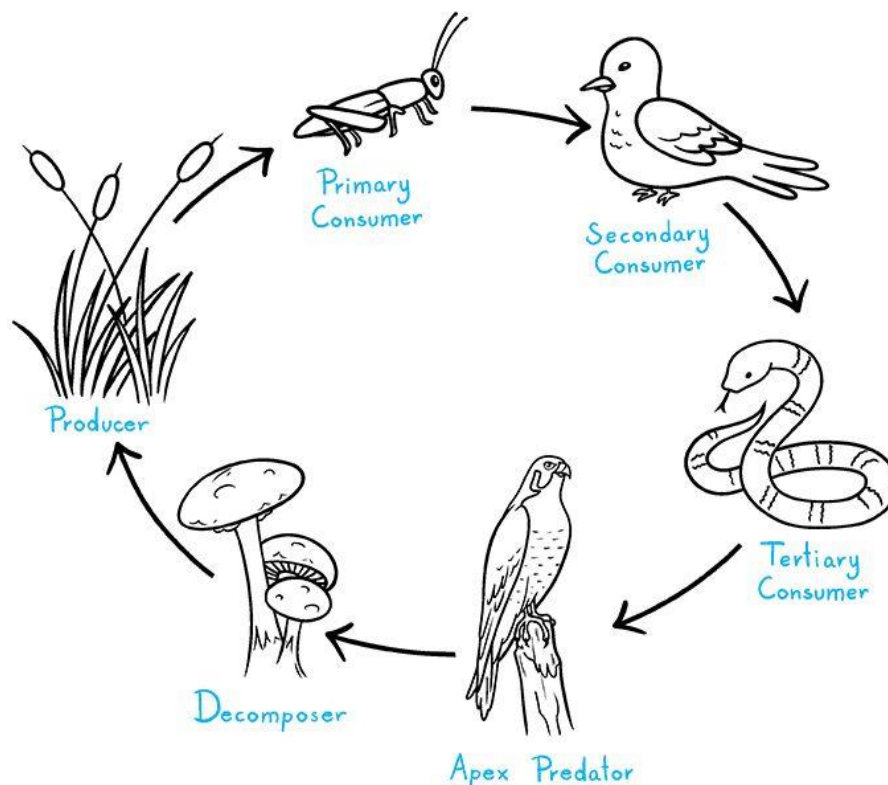


Figure 79 : Exemple de chaîne alimentaire terrestre

B- Réseaux trophiques

Dans la réalité, les chaînes alimentaires s'entrelacent pour former des réseaux trophiques, plus complexes et plus représentatifs des interactions naturelles. Ce sont des chaînes alimentaires interconnectées au sein d'un écosystème qui par lesquelles l'énergie et la biomasse circulent.

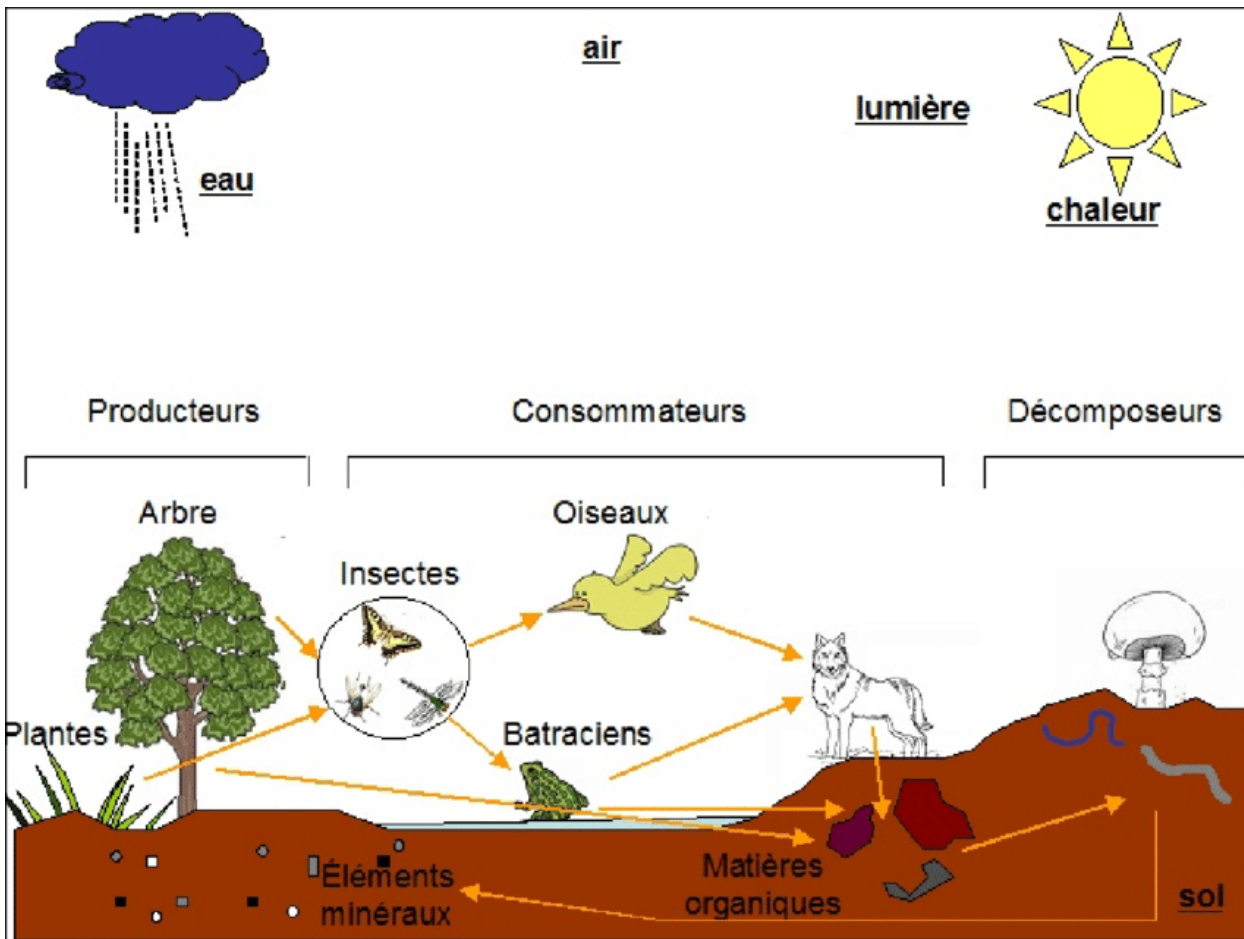


Figure 80 : exemple d'un réseau trophique

C. Flux d'énergie et pyramides écologiques

L'énergie circule à sens unique :
Soleil → Producteurs → Consommateurs → Décomposeurs. Seule environ 10 % de l'énergie est transférée d'un niveau trophique au suivant (loi des 10 %). Ci-dessous les types de pyramides écologiques :

- **Pyramide des nombres** : Les dimensions de chaque niveau de la pyramide représentent le nombre relatif des organismes qui occupent le niveau trophique correspondant. Les consommateurs tertiaires, au sommet de la pyramide, sont les moins nombreux.

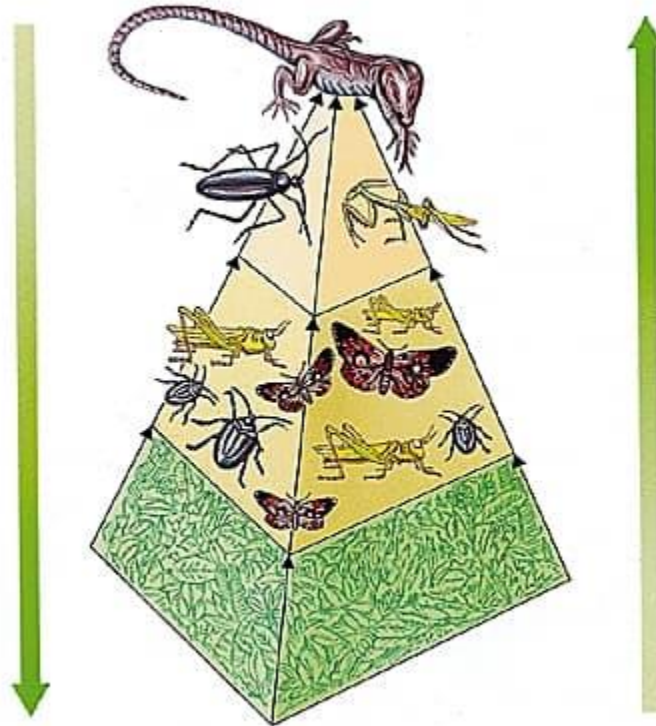
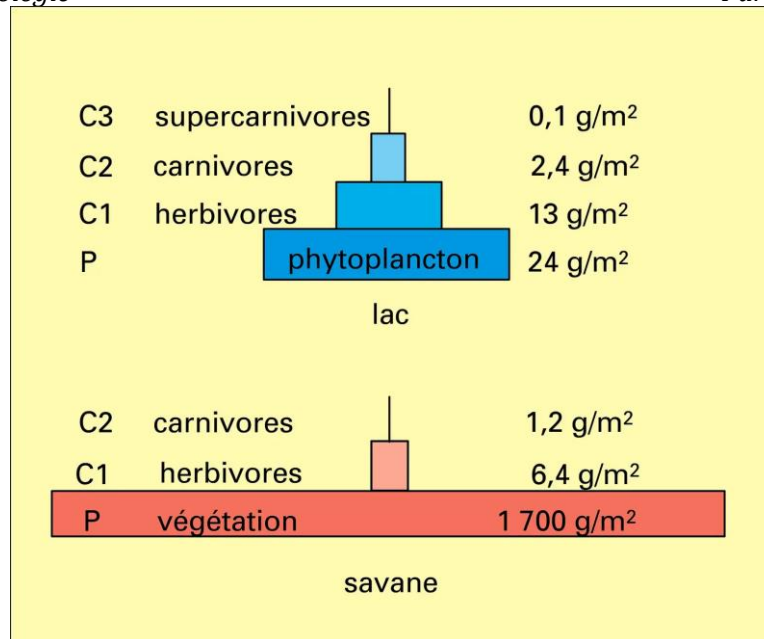
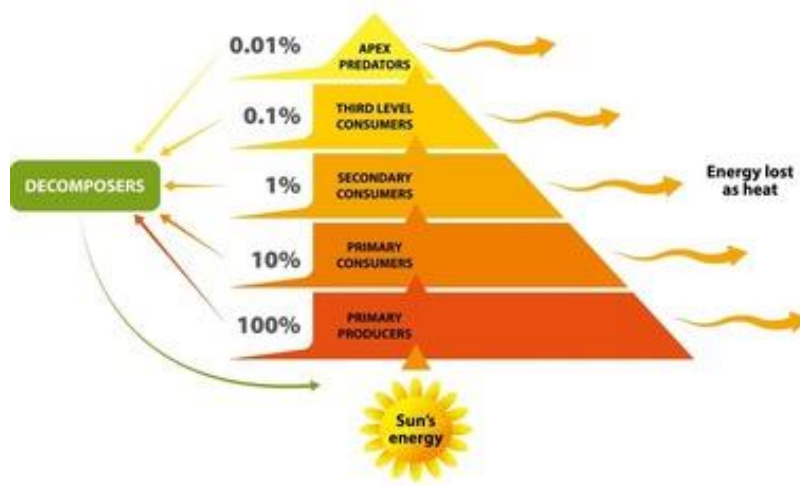


Figure 81 : exemple de pyramide de nombres

- **Pyramide de biomasse** : dans les pyramides des biomasses par exemple dans le cas d'une savane tropicale et dans celui d'un lac : producteurs P et consommateurs C1, C2 et C3 sont évalués par leur poids sec en grammes par mètre carré
- **Pyramide d'énergie** : Elles représentent le flux d'énergie dans l'écosystème. Les producteurs sont placés à la base de la pyramide, car ils représentent les organismes photosynthétiques qui utilisent l'énergie solaire pour transformer la matière inorganique en matière organique et la mettre à la disposition d'autres organismes, suivis des consommateurs primaires et enfin des consommateurs secondaires et tertiaires. Pour 100 calories d'énergie solaire exploitées par les producteurs, seules 10 calories seront converties en biomasse utilisable par les consommateurs primaires. Le reste de cette énergie est utilisé par les producteurs par leur métabolisme, dans les structures telles que les feuilles mortes ou les tiges dans le cas des plantes, et dans d'autres processus, c'est ce que l'on appelle la règle des 10 %.



A



B

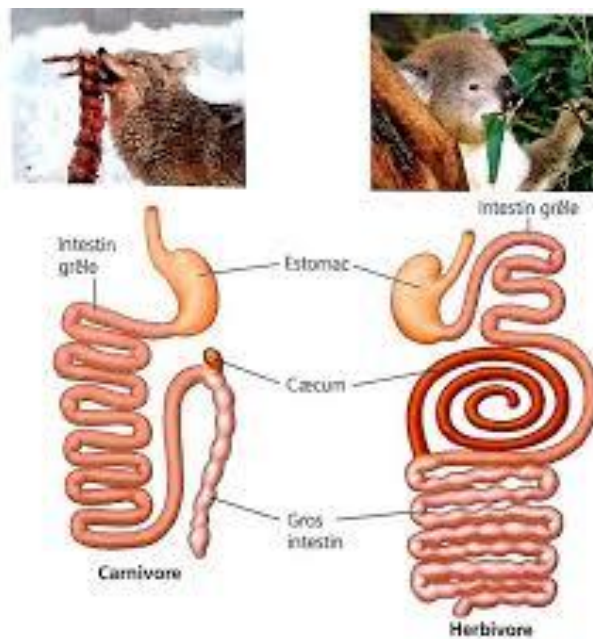
Figure 82 : exemples de pyramides de biomasse (A) et d'énergie (B)

D. Adaptations alimentaires : Les animaux présentent des adaptations morphologiques selon leur régime :

- Herbivores : dents plates, tube digestif long,
- Carnivores : canines développées
- Omnivores : dentition mixte



A



B

Figure 83 : adaptation de la dentition et du tube digestif selon le régime alimentaire

E. Perturbations des chaînes alimentaires : La perturbation des chaînes alimentaires résulte de déséquilibres écologiques causé par la pollution, la destruction d'habitats, la surexploitation ou les changements climatiques qui menacent les maillons trophiques. La disparition d'une espèce ou l'introduction de polluants (pesticides, métaux) déséquilibre les écosystèmes, affectant les prédateurs supérieurs par bioaccumulation d'où la disparition d'un prédateur conduit à l'explosion démographique des proies.

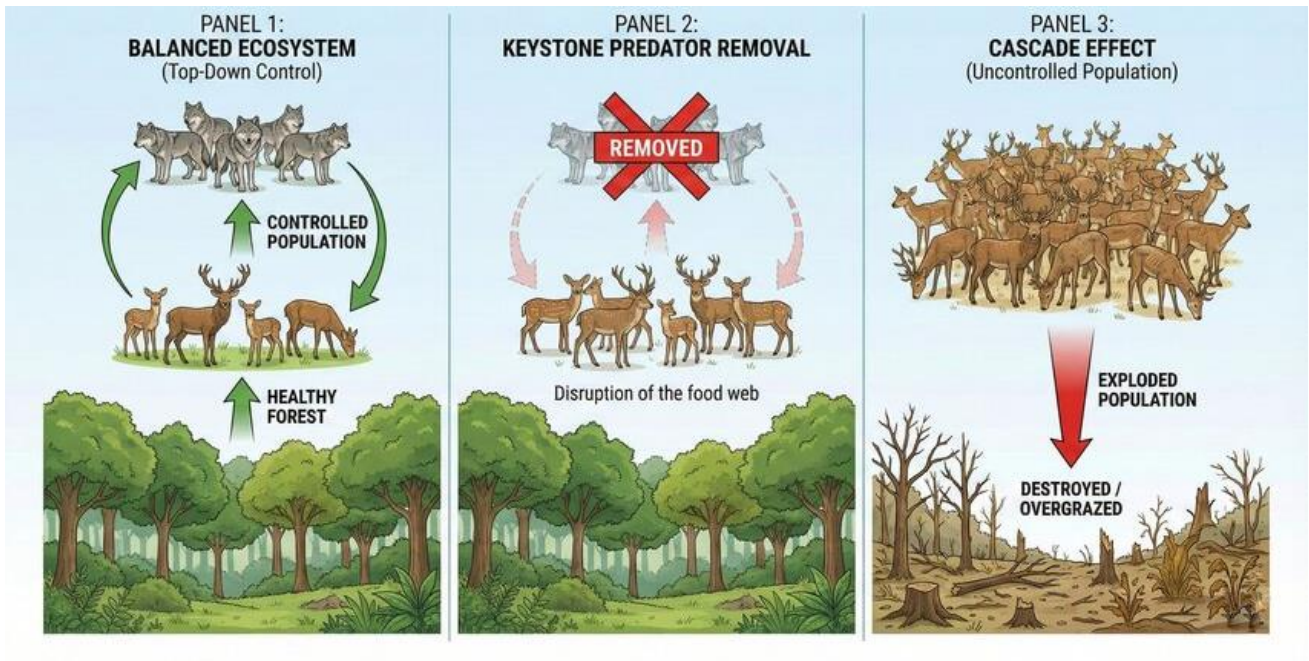


Figure 84 : exemple de perturbation de système alimentaire

F. Importance écologique et économique : Les chaînes alimentaires assurent :

- **Équilibre écologique :** La chaîne alimentaire est le pilier de l'équilibre écologique, régulant les populations, assurant la circulation de l'énergie et recyclant la matière entre producteurs (végétaux), consommateurs (animaux) et décomposeurs. Elle maintient la biodiversité en liant tous les êtres vivants : la disparition d'un maillon peut déstabiliser tout l'écosystème.
- **Production alimentaire humaine :** La chaîne d'approvisionnement assure la traçabilité des aliments (de la ferme à la table), permettant de gérer les risques sanitaires et la qualité. Elle est cruciale aussi pour fournir l'énergie nécessaire à la croissance, la cicatrisation et la protection du corps, tout en luttant contre la malnutrition. Par ailleurs elle soutient des millions d'emplois, de l'agriculture à la transformation et à la distribution.

- **La biodiversité** : La biodiversité joue un rôle important dans la production alimentaire humaine et de l'équilibre écologique, assurant la fertilité des sols, la pollinisation et la résilience face aux changements climatiques. Une alimentation durable, limitant la surexploitation, est nécessaire pour maintenir cette biodiversité, garantissant la sécurité alimentaire et un environnement sain.

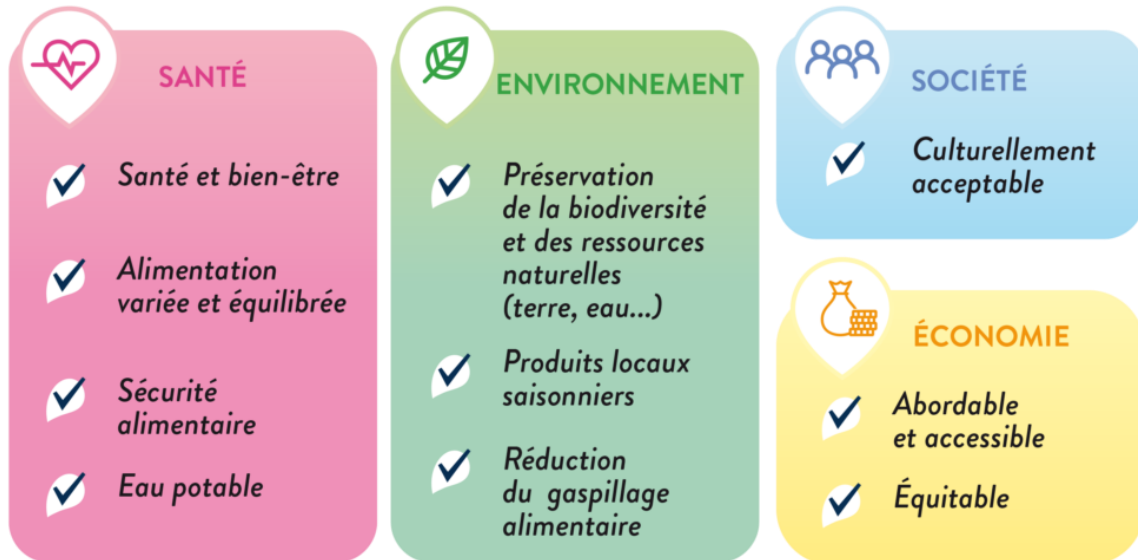


Figure 85 : importance de la chaîne alimentaire

VI- Comportement animal (éthologie)

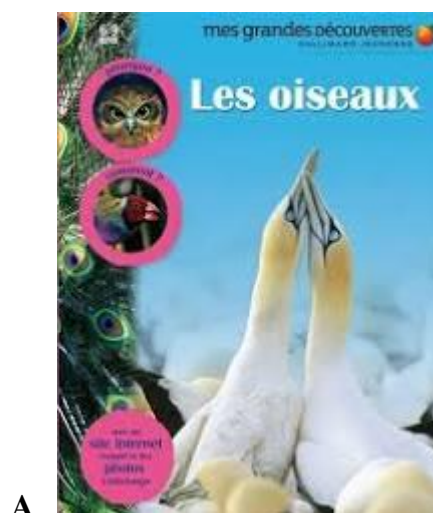
1. Introduction à l'éthologie : est l'étude scientifique du comportement des espèces animales, y compris l'homme, dans leur milieu naturel ou en captivité. Discipline biologique, elle analyse les causes, fonctions et l'évolution des comportements (alimentaires, sociaux, sexuels). Elle est cruciale pour le bien-être animal, la conservation et la compréhension de l'intelligence animale

2. Types de comportements

2.1 Comportement inné : Un comportement inné, ou instinct, est une action génétiquement programmée, présente dès la naissance automatique et stéréotypée, réalisée correctement dès la première tentative par tous les individus d'une espèce en réponse à un stimulus. Contrairement à l'apprentissage, ces comportements, essentiels à la survie (se nourrir, se reproduire, fuir), ne nécessitent aucune pratique préalable. Exemple : réflexe de succion.

2.2 Comportement acquis : Le comportement acquis chez les animaux est un comportement appris par l'expérience, l'imitation ou l'observation, plutôt qu'inné . Il permet l'adaptation aux changements environnementaux, comme la chasse, l'évitement des prédateurs ou l'utilisation d'outils. Il inclut l'habituation, le conditionnement et l'imprégnation.

3. Communication animale : La communication animale est un échange de signaux (visuels, sonores, chimiques, tactiles) entre individus, essentiel pour la survie, la reproduction et la vie en groupe. Elle permet de marquer un territoire, alerter d'un danger, ou renforcer des liens sociaux. Elle se distingue du langage humain par l'absence de mots articulés et de syntaxe complexe.





B

Figure 86 : exemple de communication entre les animaux

4. Comportement social chez les animaux : Le comportement social animal englobe les interactions entre congénères, allant de la vie solitaire à une organisation grégaire complexe. Ces comportements (coopération, hiérarchie, territoire) sont des adaptations évolutives pour améliorer la survie, la reproduction, la défense contre les prédateurs et l'accès aux ressources. Exemple : sociétés d'abeilles.

5. Comportement reproducteur chez les animaux : Le comportement reproducteur englobe l'ensemble des actions (séduction, parades, accouplement, soins aux jeunes) visant à assurer la reproduction, souvent régulé par des hormones et des facteurs environnementaux. Il inclut une phase d'appétence (recherche) et une phase de consommation (accouplement), optimisant la survie de l'espèce.

VII- Zootechnie

1. Définition : La zootechnie est la science et l'ensemble des techniques visant à améliorer l'élevage, la reproduction, l'alimentation et la sélection des animaux domestiques pour optimiser leur productivité (viande, lait, œufs, laine). Elle intègre la génétique, l'hygiène et la gestion pour répondre aux besoins humains.

2. Espèces concernées : la zootechnie concerne principalement les bovins, ovins, caprins, porcins, volailles, équidés, lapins et espèces aquacoles.





Figure 87: Exemples d'animaux concernés par la zootechnie

3. Sélection génétique : La sélection génomique a révolutionné les techniques de sélection mais également les organisations et les pratiques des acteurs des dispositifs d'amélioration génétique. La race bovine Holstein est un emblème mondial de la sélection génétique et l'évolution de la sélection de cette race a été analysée dans de précédents travaux comme traceur de différentes formes d'industrialisation de l'agriculture. Dès 2008, elle est la première race à bénéficier des évaluations génomiques. En effet, en tant que race animale, aucun droit privé (exclusif) de propriété intellectuelle ne peut restreindre l'accès aux animaux, ni (pour l'instant) aux produits génétiques qui en dérivent. Une race animale reste, aujourd'hui encore, la propriété commune de l'ensemble des éleveurs qui l'utilisent. Les objectifs de l'amélioration génétique sont généralement l'amélioration de la production laitière, la croissance rapide, la résistance aux maladies. Elle se fait par les méthodes de croisement, de sélection artificielle et d'insémination artificielle.

4. Nutrition animale : L'alimentation et la nutrition des animaux domestiques sont considérées par le département des productions animales comme l'une des disciplines à privilégier en raison de son importance non seulement pour la formation du zootechnicien mais aussi pour celle de l'agronome. En effet, il faut connaître les exigences nutritionnelles des animaux chargés de transformer les matières premières de base en produits consommables par l'homme de manière à contribuer à

améliorer l'efficacité de l'opération de transformation. Les éléments essentiels de l'alimentation animale sont protéines, les glucides, les lipides, les minéraux et les vitamines.

5. Logement et bien-être : Les espaces d'élevage pour animaux domestiques se structurent en zones distinctes afin de garantir sécurité et hygiène, souvent séparés par des barrières physiques ou naturelles. Ils comprennent des abris (étables, hangars), des pâturages, des enclos et des aires de couchage adaptées, souvent à au moins 100 mètres des habitations. Certaines normes d'espaces d'élevage doivent être respectées aussi pour le bien-être animal et les réglementations qui fixent des surfaces minimales par animal : environ 4,5 à 6,5 m² pour les bovins, 1,2 à 2 m² pour les brebis, et des densités réglementées pour la volaille (jusqu'à 42 kg/m² en standard), nécessitant litière, accès à l'air et ventilation avec un suivi sanitaire rigoureux.

6. Production animale : La production animale englobe l'élevage d'animaux pour des ressources essentielles : lait (bovins, caprins), viande (bovins, ovins, volailles), œufs et laine. Elle repose sur des techniques d'alimentation, reproduction et génétique pour satisfaire la demande alimentaire et industrielle, optimisant la productivité tout en gérant la santé du cheptel.

- **Production laitière :** Principalement issue des vaches laitières, nécessitant une alimentation en fourrages et concentrés pour une production optimale. Une vache performante peut produire plus de 32 litres de lait par jour.
- **Production de viande :** Secteur en croissance, avec une production mondiale de viande bovine en hausse, impliquant des systèmes intensifs ou extensifs.
- **Production d'œufs :** Issus de l'aviculture, un pilier de la production de protéines animales.
- **Production de laine :** Issue de l'élevage ovin (et parfois caprin ou camelin), cette production valorise la fibre animale.
- **Principes clés :** La productivité dépend de la maîtrise de l'alimentation, de la génétique, de la reproduction et de la santé animale.

VIII- Parasitologie en zoologie

1. Définitions : La parasitologie est la science qui étudie les relations entre deux organismes vivants : le parasite et son hôte. Ce mode de vie est très répandu dans la nature, et le nombre d'espèces parasites dépasse largement celui des espèces vivant librement. Le parasitisme permet au parasite de se nourrir sans avoir besoin de se déplacer. Cependant, la principale difficulté de ce mode de vie est le passage d'un hôte à un autre.

On considère souvent cette relation comme étant à sens unique, où le parasite profite de l'hôte. Toutefois, cette vision est trop simpliste. En réalité, il existe une interaction réciproque entre les deux organismes, chacun influençant la biologie de l'autre. L'hôte met en place des mécanismes de défense pour éliminer le parasite. Lorsqu'un parasite est très pathogène, il exerce une pression de sélection qui favorise les hôtes capables de mieux se défendre. En effet, la mort de l'hôte entraîne généralement la mort du parasite, ce qui pousse ce dernier à maintenir son hôte en vie afin d'assurer sa propre survie et sa reproduction.

De son côté, l'hôte qui devient plus résistant sélectionne progressivement des parasites moins pathogènes. Ce processus se répète au fil des générations dans un phénomène appelé coévolution. Dans de nombreuses parasitoses, les manifestations pathologiques observées sont souvent liées aux réactions de défense de l'hôte, comme l'inflammation ou la fibrose. Avec le temps, lorsque la coévolution conduit à une meilleure adaptation entre le parasite et l'hôte, ces manifestations tendent à diminuer.

Cette évolution introduit la notion d'adaptation spécifique entre une espèce parasite et une espèce hôte. Ainsi, la relation hôte-parasite doit être considérée comme un processus dynamique en constante évolution. Les cycles parasitaires, parfois complexes, sont le résultat de nombreuses générations de sélection naturelle. Chaque étape du cycle a été retenue parce qu'elle permet au parasite d'échapper aux défenses de l'hôte tout en assurant sa transmission.

Même si ces cycles sont souvent décrits comme fixes, ils continuent en réalité d'évoluer, ce qui peut donner à tort l'impression de relations immuables entre parasites et hôtes. Pour les étudiants en médecine, la connaissance de ces cycles est essentielle. Elle permet de comprendre les modes de contamination, les manifestations cliniques, les méthodes diagnostiques et les traitements, qui varient

selon les différentes phases du cycle parasitaire. Ces connaissances sont également indispensables pour mettre en place des mesures de prévention et de prophylaxie efficaces.

Les parasites peuvent présenter différentes formes de relation avec leur hôte. Ils peuvent être permanents, temporaires ou facultatifs, et leur degré d'adaptation à l'hôte peut varier. Certains sont très spécifiques à un seul hôte sténoxènes, tandis que d'autres peuvent infecter plusieurs espèces euryxènes.

2-Types de parasites :

- **Parasites permanents** : ils passent toute leur existence dans un ou plusieurs hôtes. Exemple : *Taenia*, *Trichine*.
- **Parasites temporaires** : ils alternent entre une phase libre dans l'environnement et une phase parasitaire chez l'hôte. Exemple : douves, anguillules.
- **Parasites facultatifs** : ils vivent habituellement de manière saprophyte mais peuvent devenir parasites de façon occasionnelle. Exemple : certains champignons opportunistes ou les agents des myiases.

3- Types d'hôtes

Hôte définitif : C'est l'organisme dans lequel le parasite atteint sa forme adulte ou réalise sa reproduction sexuée.

Hôte intermédiaire : Il héberge les formes larvaires ou asexuées du parasite, qui y évoluent vers une forme infectante pour l'hôte définitif. On distingue deux types d'hôtes intermédiaires :

- **Hôte intermédiaire actif** : généralement un arthropode (moustique, mouche) qui agit comme vecteur biologique, transportant activement l'agent pathogène après transformation en forme infectante.
- **Hôte intermédiaire passif** : organisme peu mobile ou consommé par l'hôte définitif. Il permet la diffusion ou la transmission de la forme infectante. Exemples : mollusques dans la schistosomose, cyclops ou poissons.

Certains végétaux peuvent aussi servir de support après maturation du parasite chez un premier hôte intermédiaire (exemple : cresson sauvage dans la distomatose).

Hôte accidentel : Il s'agit d'un hôte qui remplace accidentellement l'hôte habituel du parasite.

Chez l'Homme, le cycle parasitaire est alors incomplet. Exemple : toxocarose. Dans certains cas, le

cycle ne pourrait se poursuivre que si l'Homme était lui-même consommé, comme dans la trichinellose.

4-Réservoir de parasites : Un réservoir est un organisme ou un milieu dans lequel le parasite peut survivre et se multiplier. Il s'agit d'un Homme malade ou porteur sain, d'animaux, du milieu extérieur (sol, eau, végétaux). Ces réservoirs permettent le maintien et la propagation du parasite dans l'environnement.

5-Cycle évolutif du parasite : Le cycle évolutif correspond à l'ensemble des étapes de développement du parasite dans un environnement donné, incluant des facteurs géographiques, écologiques et socioculturels. Le cycle peut être direct ou indirect, et être qualifié de monoxène ou hétéroxène.

Cycle direct : Le parasite accomplit son développement sans passer par un hôte intermédiaire.

- **Cycle direct court :** le parasite est immédiatement infectant ou peut provoquer une auto-infestation. Exemples : amibes, oxyures, anguillules.
- **Cycle direct long :** le parasite doit subir une maturation dans l'environnement sous certaines conditions (humidité, température, nature du sol). Exemples : *Ascaris*, ankylostomes.

Cycle indirect : Le parasite nécessite un ou plusieurs hôtes intermédiaires ou vecteurs pour compléter son développement.

6-Modes d'infestation : Les formes infectantes présentes dans l'environnement peuvent contaminer l'Homme de différentes manières.

Transmission directe :

- **Voie orale :** ingestion d'aliments ou d'eau contaminés (ex : douves).
- **Voie transcutanée :** pénétration à travers la peau (ex : schistosomes).
- **Voie aérienne :** inhalation d'œufs ou de spores (ex : oxyures, certains champignons).

Transmission indirecte

- Par **hôte intermédiaire passif** ingéré (voie orale).
- Par **hôte intermédiaire actif** par piqûre d'un vecteur (ex : filarioses, leishmaniose).
- Par les **déjections du vecteur** (ex : punaises responsables de la maladie de Chagas).

Autres modes de transmission

- **Transmission mère-enfant** par voie transplacentaire (ex : toxoplasmose).
- **Transfusion sanguine** (ex : paludisme, trypanosomoses).
- **Greffes d'organes infectés** (cas rares, ex : toxoplasmose, paludisme).

7- Conditions nécessaires à un cycle infestant

Pour qu'une chaîne épidémiologique soit maintenue, plusieurs conditions doivent être réunies :

- **Présence d'un réservoir de parasites** (humain, animal ou environnemental),
- **Existence éventuelle d'hôtes intermédiaires ou de vecteurs** indispensables,
- **Conditions écologiques favorables** (climat, sol, faune, flore),
- **Facteurs éthologiques et socioculturels** (habitudes de vie, profession, conditions économiques ou politiques),
- **Réceptivité de l'hôte** liée à des facteurs comme la génétique, l'âge, les maladies associées ou un déficit immunitaire.

8- Classification des parasites : Les parasites sont regroupés en quatre grandes catégories.

Protozoaires

Ce sont des organismes unicellulaires mobiles. Leur déplacement peut se faire grâce à des pseudopodes, des flagelles, des cils, une membrane ondulante ou des mouvements du cytosquelette.

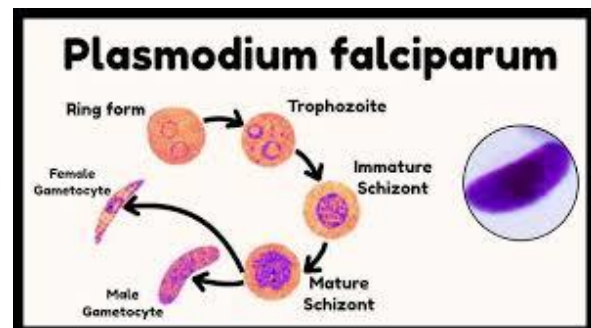
Ils peuvent exister sous forme mobile (trophozoïte) ou enkystée, et être intra- ou extracellulaires.

Exemple : *Plasmodium falciparum*, *Trypanosoma sp* etc ...

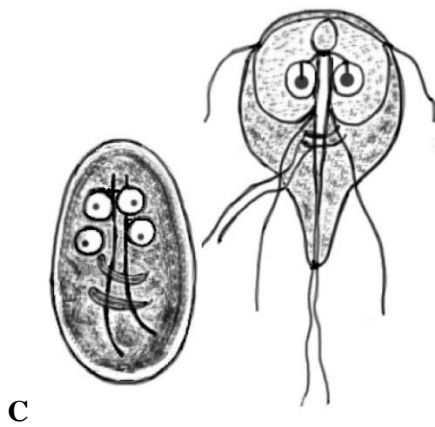
Trypanosoma brucei



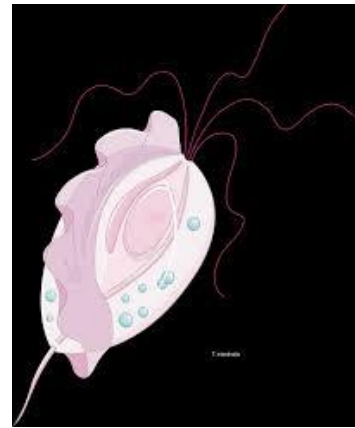
A



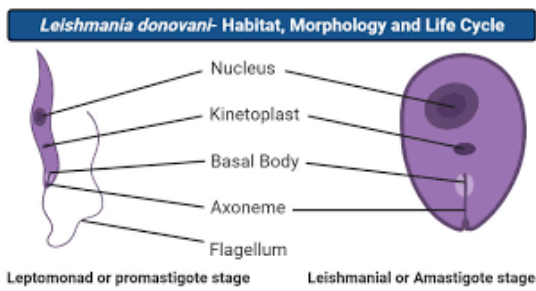
B



C



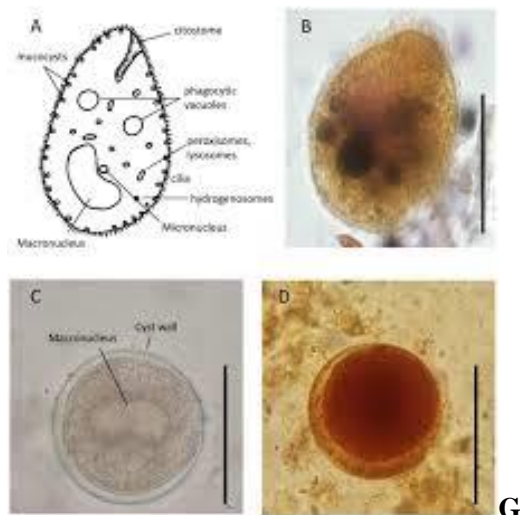
D



E



F



G

Figure 88 : quelques protozoaires parasites , **A** *Trypanosoma brucei* , **B** *Plasmodium falciparum*, **C** *Giardia intestinalis*, **D** *Trichomonas intestinalis* , **E** *Leishmania donovani*, **F** *Entamoeba histolytica / coli*, **G** *Balantidium coli*

Helminthes (vers parasites)

- Ce sont des organismes pluricellulaires (métazoaires) possédant des tissus différenciés. Leur cycle comprend plusieurs formes : œufs, embryons, larves et adultes. Nématodes, Cestodes, Trématodes



Figure 89 : quelques helminthes parasites de l'homme

Arthropodes et organismes apparentés

Ils comprennent les arthropodes, mollusques, pararthropodes et annélides. Ces organismes pluricellulaires peuvent exister sous forme d'œufs, larves, nymphes ou adultes et sont souvent responsables des ectoparasitoses.

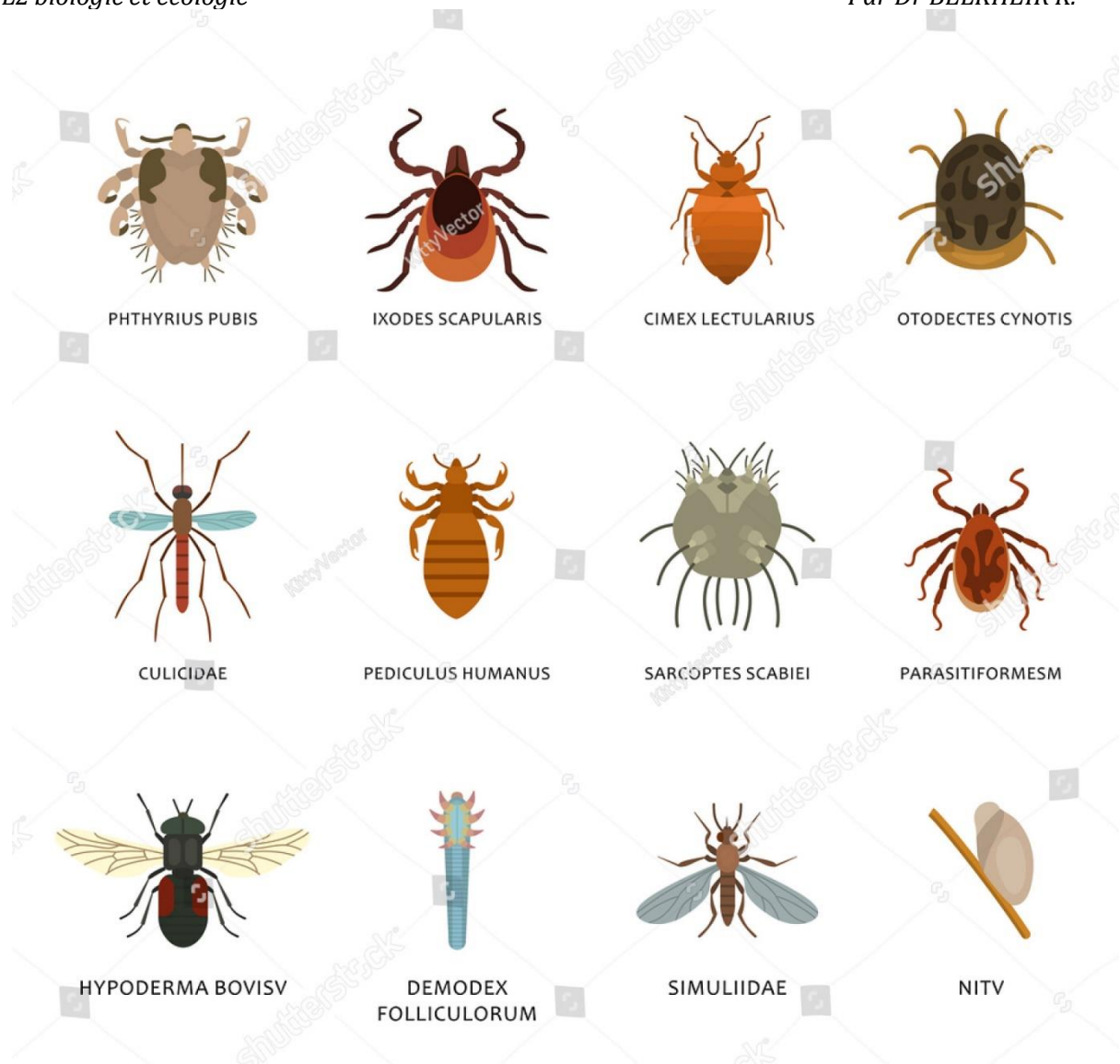


Figure 90 : quelques métazoaires parasites de l'homme

Effets pathologiques des infections parasitaires : les parasites provoquent

- L'Anémie
- La Diarrhée
- Les troubles neurologiques
- la Mort

Méthodes de contrôle : on peut Contrôler les parasites par les antiparasitaires, par vaccination, par une bonne hygiène et par lutte vectorielle

TP1 de zoologie : observation microscopique des protozoaires

1- Matériel :

Microscopes, lames, lamelles, récipient rempli d'eau javel, pipette pasteur, cuve de coloration, rouge neutre, bleu de méthylène, solution d'iode, cristalliseur, gants, cultures de protozoaire

2- Mode opératoire :

Préparation des cultures :

Pour les cultures, éviter l'eau de conduite qui est souvent chlorée. Il vaut mieux utiliser de l'eau déminéralisée du commerce ou de l'eau de ruisseau. Ne pas mettre plus d'un cm d'eau dans le cristalliseur. Les végétaux utilisés pour les infusions sont soit le foin, la laitue non lavée, herbe collecté au niveau de l'université, Préparer les infusions une semaine avant la séance.

Préparation des lames :

Sur des cultures (infusions) de débris de végétaux en décomposition on observe un voile grisâtre qui peut contenir des protozoaires

On prélève délicatement avec une pipette pasteur une goutte du voile qu'on dépose sur une lame propre et on recouvre la goutte avec une lamelle

Attention : il est possible que les cultures contiennent des formes pathogènes, donc il faut se laver bien les mains après chaque manipulation.

3- Observation :

Rechercher des formes qui bougent grâce aux cils et aux flagelles.

Rechercher des protozoaires verts (avec la chlorophylle)

Il faut distinguer la conception cellulaire eucaryote chez les protozoaires (noyau avec membrane nucléaire)

TP2 de zoologie : observation microscopique de la reproduction asexuée chez
Paramecium sp

1- Introduction :

Dans les conditions favorables la paramécie se reproduit par voie asexuée par fission binaire appelée aussi scissiparité et consiste à former deux cellules filles identiques à la cellule mère après étranglement de cette dernière au milieu sur un plan transversal.

Pour se faire la paramécie doit arrêter sa nutrition, répliquer son ADN et dédoubler tous les organites de la cellule dont le micronucléus et le macronucléus.

Si les conditions deviennent défavorables la paramécie opte pour la voie sexuée qui se fait par conjugaison

2- Matériel requis

Microscopes optiques, lames permanentes ou préparées de fission binaire dans *Paramecium*

3- Mode opératoire

Placer la lame sur le porte objet du microscope. Ajuster la mise au point (commencer les observations avec les faibles puis passer aux autres grossissements). Observer les différentes phases de la fission binaire dans *Paramecium* à travers l'oculaire du microscope.

4- Observations

Les cellules de *Paramecium* ont une forme particulière en pantoufle.

Observer les cils qui couvrent le corps du protozoaire.

Observer la cytokinèse avec l'étranglement de la cellule au milieu le long de l'axe transversal.

Essayer d'observer la caryocinèse avec dédoublement des deux noyaux (micro et macronucléus). Observer le dédoublement des autres organites (dont la cavité buccale).

Conclusion : Cette lame permet d'observer la fission binaire chez la paramécie avec sa caryocinèse et cytokinèse

TP3 de zoologie : observation microscopique des lames permanentes de *Fasciola hepatica*
et de *Taenia sp*

1- Introduction : Les plathelminthes ou vers plats sont des animaux métazoaires (animaux pluricellulaires) triploblastiques (trois feuillet embryonnaires), acéelomates (cœlome rempli de mésogée). Les plathelminthes se représentent souvent sous forme hermaphrodite (les deux appareils génitaux male et femelle portés par le même individu). *Fasciola hepatica* et *Taenia sp* sont deux exemples de plathelminthes qui parasitent l'homme.

2- Matériel requis Microscopes optiques, lames permanentes ou préparées de *Fasciola hepatica* (douve complète) et de *Taenia sp* (un proglottis âgé)

3- Mode opératoire Placer la lame sur le porte objet du microscope. Ajuster la mise au point (commencer les observations avec les faibles puis passer aux autres grossissements).

4- Observations

Pour la douve hépatique : Distinguer la forme foliacée symétrique de l'animal, les plathelminthes sont bilatéralement symétrique (antérieure / postérieure et ventre / dos)

Observer les deux ventouses de parasitisme de la douve, la ventouse buccale au sommet de animal, et la ventouse ventrale, dans la partie abdominale.

Le système génital hermaphrodite de l'animal apparait sous forme branchu .L'utérus est repérable lorsqu'il contient des œufs qui apparaissent au microscope sous forme de points noirs dans la partie postérieure de l'animale.

Pour *Taenia sp* : Le corps est composé d'environ un millier de segments identiques, les proglottis, provenant du bourgeonnement continu du scolex (la tête de l'animal). Près du collet, les segments sont d'abords mâles; la maturité femelle s'établit ensuite lorsqu'on s'éloigne de cette région. Après fécondation les œufs s'accumulent dans l'utérus. Les derniers proglottis sont âgés et *MURS*, on les appelle cucurbitains et se caractérisent pas un utérus bien développé et rempli d'œufs.

Observer le proglottis et essayer de distinguer les différents organes génitaux femelles (un amas de testicules sous forme de petits points répartis sur les 2 cotés du proglottis, 2 lobes ovariens volumineux et un utérus très développé et ramifié se trouvant au milieu du proglottis).

5- Conclusion : ce TP nous a permis d'identifier les critères caractérisant l'embranchement des plathelminthes (symétrie bilatérale, organes de parasitisme, l'hermaphroditisme).

TP 4 de zoologie : observation microscopique des lames permanentes de la tête et la cavité buccale de *Culex pipens*

1- Introduction :

- Les arthropodes représentent le groupe le plus large et le plus diversifié des animaux avec plus d'un million d'espèces recensées.
- Ce sont des métazoaires triploblastiques (3 feuilletts embryonnaires, ectoderme, mésoderme et endoderme) à symétrie bilatérale (deux axes de symétrie dorsal /ventral, antérieur /postérieur)
- Ce sont des coelomates (présence de cœlome), hyponeuriens (système nerveux localisé dans la partie ventrale par rapport au tube digestif)
- Ils font partie du groupe des protostomiens(le blastopore se transforme directement en bouche pendant le développement embryonnaire).
- Ils sont caractérisés par un corps métamérisé et des appendices segmentés d'où l'appellation arthropodes (arthros =articulé / podos= pieds).
- Ils font partie aussi des invertébrés dont le corps est recouvert d'une cuticule externe rigide obligeant ces animaux à croître par mue.
- Dans l'embranchement des Arthropodes on reconnaît 4 sous embranchements les Trilobites qui sont des arthropodes fossiles, les Chélicérates dépourvus d'antennes avec des appendices antérieurs transformés en chélicères (pinces) , et les Mandibulates (ou Antennates) comprenant les Myriapodes, les Crustacés et les Hexapodes (insectes).
- Les moustiques font partie des hexapodes (insectes) à deux ailes (diptères) avec un appareil buccal de type piqueur-suceur fortement spécialisé chez les femelles (figure 1)

2- Matériel requis

Microscopes optiques, lames permanentes ou préparées de la tête et cavité buccale de *Culex pipens* mâle et femelle

3- Mode opératoire

Placer la lame sur le porte objet du microscope. Ajuster la mise au point

4- Observations

-Les Culex se caractérisent par des palpes allongés chez le mâle (plus longs que la trompe) et légèrement recourbes vers le haut, alors qu'ils sont plus courts que la trompe chez la femelle (environ un quart de sa taille) (figure 2)

-Des antennes de calibre uniforme, très spumeuses chez le mâle, et peu spumeuses chez la femelle, dont les soies sont plus courtes.

-Chez la femelle les mandibules et les maxilles, en forme de piquet, sont bien adaptées à la fonction de piqueur.

5- Conclusion : Ces lames permettent d'apprécier les différences entre les cavités buccales de *Culex pipens* mâle et femelle

code	organe
2	Œil composé
3	Antenne
4	Lèvre supérieure
5	Mandibule
7	mâchoire
8	Palpe labiale
9	Lèvre inférieure
10	Canal aspirateur
11	Canal salivaire
12	stylet

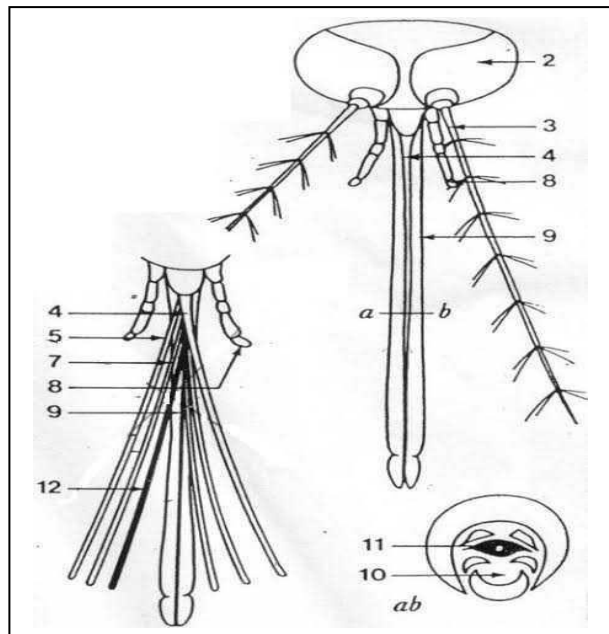


Figure 1 : appareil buccal piqueur suceur de moustique hématoophage femelle

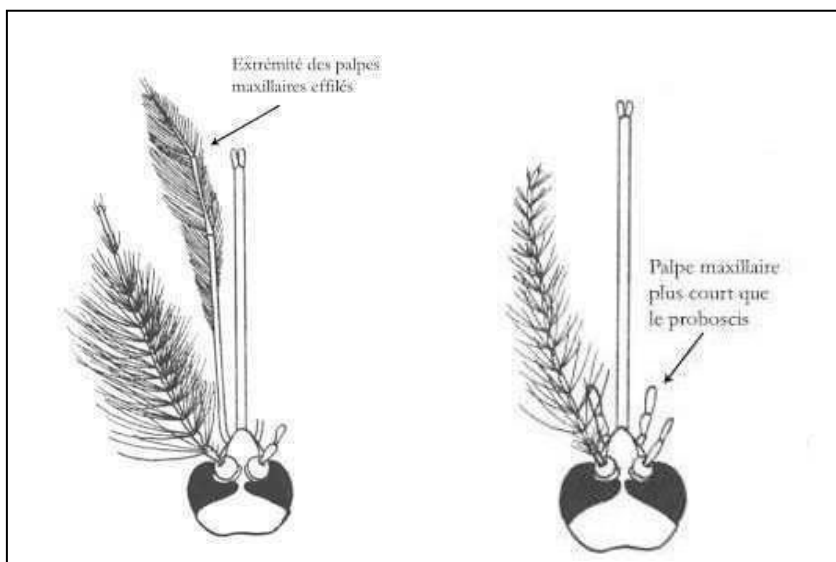


Figure 2 : Têtes et cavités buccales d'un Culicinae male à gauche femelle à droite

TP 5 de zoologie : observation microscopique de lames permanentes de quelques stades d'embryogénèse chez un cordé, exemple : *Rana sp* (grenouille des bois)

1- Introduction :

Dans le monde animal, les vertébrés appartiennent au phylum (embranchement) des cordés qui sont des métazoaires triploblastiques, deutérostomiens (formation d'anus avant la bouche), à symétrie bilatérale, possédant un coelome et un système nerveux localisé dans la partie dorsale par rapport au tube digestif.

L'embranchement des cordés est subdivisé en trois sous embranchements qui sont les Urocordés, les céphalocordés et les Vertébrés dont les Amphibiens.

La classe des Amphibiens comprend les animaux qui vivent à la fois dans le milieu aquatique (vie larvaire) et dans le milieu terrestre (vie adulte) et d'ailleurs le terme *amphibien* veut dire amphi : double, bios : vie.

Les Amphibiens sont séparés en 3 groupes, les **Anoures** caractérisés par l'absence de queue à l'état adulte comme les grenouilles, crapauds.... Ils s'opposent aux **Urodèles** (tritons, salamandres) qui conservent une queue fonctionnelle, même après leur métamorphose en adulte. Les **Caecilians** (*Gymnophiona*) n'ont pas de pattes.

La grenouille des bois fait partie de l'ordre des Anoures et la famille des Ranidés. Les Anoures sont caractérisés par une reproduction ovipare, sexuée, une fécondation externe (ou interne), une métamorphose du têtard une fois sorti de l'eau.

2- Matériel requis

Microscopes optiques, lames permanentes ou préparées de quelques stades (stade 4 cellules, stade morula, stade gastrula et stade neurula) d'embryogénèse chez la grenouille des bois.

3- Mode opératoire

Placer la lame sur le porte objet du microscope. Ajuster la mise au point

4- Observations

-Stade 4 cellules et stade morula avec macro- et micromères.

-Stade gastrula montrant la formation des feuilletts embryonnaires qui évoluent en bourgeons d'organes c'est le début de l'organogénèse pendant laquelle le corps de l'embryon va se modeler et prendre progressivement la forme d'un têtard (larve de grenouille)

-Stade neurula : formation du bourgeon caudale jeune qui va s'allonger après 24h et 3 régions apparaissent céphalique, troncale et caudale

5- Conclusion : ces lames permettent d'observer une différenciation élevée pendant la vie embryonnaire pour la formation des organes chez cet exemple de cordés

Références bibliographiques

1-Zoologie : Cours – Résumé – TP – Examens corrigés. <https://f2school.com/zoologie/>

2-LB1231: Biologie animale, Diversité et évolution. https://www.zoologie-ucouvain.be/docs/cours-en-auditoire/LBIO1231_mailleux_partim_ib.pdf

3- Jean-Pierre Hugot. Vers plats (plathelminthes).
<https://www.researchgate.net/publication/272831255>

4- Claus C et Moquin-Tandon C. cours complet d'histoire naturelle. 5967. Imprimerie A. Laliurc, rue de Fleurus, à Paris.

Glossaire de zoologie

Animal

Organisme eucaryote multicellulaire hétérotrophe appartenant au règne Animalia. Les animaux se distinguent par leur capacité de mouvement volontaire, leur système nerveux plus ou moins développé et leur mode de nutrition par ingestion.

Biodiversité

Variété des formes de vie animales à différentes échelles : génétique, spécifique et écosystémique. Elle résulte de millions d'années d'évolution et varie selon les régions du globe.

Espèce

Unité fondamentale de la classification biologique. Une espèce regroupe des individus capables de se reproduire entre eux et de donner une descendance fertile.

Taxonomie

Science qui décrit, nomme et classe les organismes vivants selon des critères morphologiques, génétiques et phylogénétiques.

Cladistique

Méthode de classification basée sur les relations évolutives, visant à regrouper les espèces dans des clades dérivés d'un ancêtre commun.

Homéostasie

Ensemble des mécanismes permettant à un organisme de maintenir un équilibre interne stable malgré les variations du milieu externe.

Métabolisme

Ensemble des réactions biochimiques nécessaires au fonctionnement de l'organisme, incluant anabolisme (synthèse) et catabolisme (dégradation).

Squelette

Structure rigide, interne (endosquelette) ou externe (exosquelette), qui soutient le corps de l'animal et protège certains organes.

Tégument

Enveloppe externe du corps (peau, écailles, plumes, carapace, chitine...) assurant protection, thermorégulation et parfois communication.

Systeme nerveux

Réseau de neurones permettant la perception, l'analyse et la réponse aux stimuli internes et externes.

Reproduction sexuée

Union de gamètes mâles et femelles donnant naissance à un nouvel individu génétiquement distinct.

Reproduction asexuée

Mode de reproduction sans fécondation, incluant bourgeonnement, fragmentation et parthénogenèse.

Oviparité

Reproduction par ponte d'œufs contenant les réserves nutritives nécessaires au développement embryonnaire (insectes, oiseaux, reptiles...).

Viviparité

Développement de l'embryon à l'intérieur du corps maternel jusqu'à la naissance (mammifères eutheriens).

Métamorphose

Transformation morphologique radicale au cours du développement (ex. : larve → nymphe → adulte chez les insectes).

Niche écologique

Rôle fonctionnel d'une espèce dans son écosystème, incluant ses interactions et ses besoins écologiques.

Adaptation

Caractéristique morphologique, physiologique ou comportementale augmentant les chances de survie.

Territorialité

Comportement consistant à défendre une zone spécifique contre les concurrents de la même espèce.

Migration

Déplacement périodique d'un groupe d'animaux, généralement pour la reproduction, l'alimentation ou le climat.

Symbiose

Relation durable entre deux organismes de différentes espèces, incluant mutualisme, commensalisme et parasitisme.

Mammifères

Vertébrés endothermes caractérisés par la présence de poils et de glandes mammaires produisant du lait.

Oiseaux

Vertébrés bipèdes à plumes, dotés d'ailes et d'un métabolisme très élevé, souvent capables de vol.

Reptiles

Vertébrés ectothermes à peau écailleuse, comprenant serpents, lézards, tortues et crocodiles.

Amphibiens

Vertébrés à peau perméable, menant souvent une vie double (aquatique puis terrestre), sensibles aux changements environnementaux.

Poissons

Animaux aquatiques vertébrés dotés de branchies, nageoires et d'un corps hydrodynamique.

Arthropodes

Invertébrés à exosquelette chitineux et appendices articulés (insectes, araignées, crustacés).

Instinct

Comportement inné interne grâce au métabolisme (ex. : oiseaux, mammifères).

Ectothermie

Température corporelle dépendante du milieu externe (ex. : reptiles, amphibiens).

Bioluminescence

Production de lumière par réaction chimique interne (ex. : lucioles, méduses).

, programmé génétiquement, déclenché par un stimulus précis (ex. : parade nuptiale).

Apprentissage

Modification durable du comportement résultant de l'expérience (conditionnement, imitation, habituation...).

Communication animale

Ensemble de signaux (visuels, sonores, chimiques, tactiles) permettant aux animaux d'interagir.

Hiérarchie sociale

Organisation structurée des relations de dominance dans un groupe (ex. : meute de loups).

Altruisme

Comportement bénéfique pour un congénère mais coûteux pour l'individu qui l'exécute.

Crypsis

Stratégies de camouflage permettant à un animal d'échapper aux prédateurs ou de surprendre ses proies.

Mimétisme

Ressemblance évolutive avec une autre espèce ou un objet pour se protéger ou tromper les prédateurs.

Endothermie

Capacité à réguler sa température

Prédateur

Animal qui chasse et consomme un autre animal.

Proie

Animal traqué et consommé par un prédateur.

Chaîne alimentaire

Séquence de transferts d'énergie allant des producteurs aux consommateurs.

Compétition

Interaction négative entre individus pour une ressource limitée.

Défenses anti-prédation

Stratégies physiques (carapaces), chimiques (toxines) ou comportementales (fuite, regroupement).

Conservation

Ensemble des actions visant à protéger les espèces animales et leurs habitats naturels.

Espèces invasives

Espèces introduites dans un nouvel environnement où elles menacent la biodiversité locale.

Déforestation

Destruction des habitats forestiers, entraînant la disparition d'innombrables espèces animales.

Pollution

Agents chimiques, plastiques ou sonores perturbant les systèmes biologiques animaux (océans, sols, atmosphère).

Changement climatique

+Modification des conditions environnementales influençant comportements, distribution et survie des espèces.

Éthologie

Étude scientifique du comportement animal.

Morphologie

Analyse de la forme, de la structure externe ou interne des animaux.

Physiologie comparée

Étude des fonctions biologiques entre différentes espèces.

Génétique

Analyse de l'hérédité et des variations animales.

Biologie moléculaire

Étude des molécules biologiques (ADN, protéines) et de leur rôle dans le fonctionnement cellulaire.