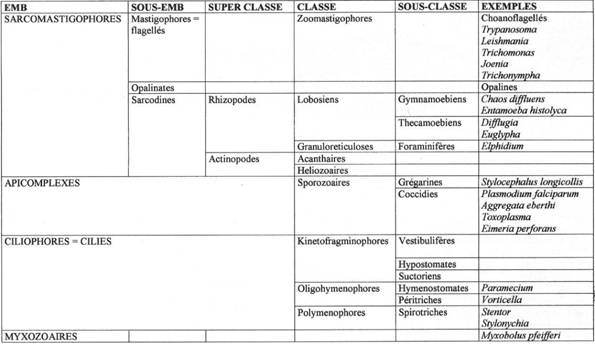
**Chapitre 1 : Les Protozoaires.**

Les  
protozoaires furent observés pour la première fois il y a 300 ans. Ceux  
sont des unicellulaires, mobiles au moins à un stade de leur  
développement. Aujourd’hui, ils sont placés dans le règne des protistes.  


**I\ Le règne des protistes.**

Les  
protistes sont des unicellulaires et la structure d’une amibe, par  
exemple, est comparable à n’importer quelle cellule eucaryote : ce sont  
des organismes autonomes assurant toutes leurs fonctions vitales è ce  
sont des cellules totipotentes.  
Par conséquent, une cellule protiste n’est pas comparable à une cellule de métazoaire mais à un métazoaire en intégralité.  
A\ Protozoaires = Animaux ?  
Les  
unicellulaires autotrophes sont placés parmi les végétaux alors que les  
unicellulaires hétérotrophes sont rapprochés des animaux.  
On peut donc distinguer :

* Les  
  protophytes (affinité végétale) : ils ont un pigment pour la  
  photosynthèse qui assure l’autotrophie. Ils possèdent aussi des  
  constituants des cellules végétales comme l’amidon et la cellulose.
* Les protozoaires : Ils doivent se procurer les substances vitales dans l’environnement. Ce sont les animaux les plus simples.
* Les  
  formes intermédiaires. Exemple : Euglena. Euglena possède des  
  chloroplastes mais si elle est élevée à l’obscurité, elle devient un  
  hétérotrophe irréversible.

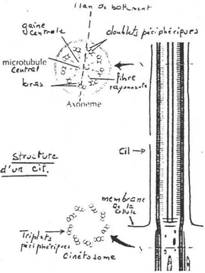
B\ Distribution des protozoaires et importance écologique.  
Malgré  
la simplicité de leur organisation, la structure protozoaire est  
réussie car la vie protozoaire est présente sous tous les climats et  
dans tous les habitats. On peut les trouver :

* A l’état libre (en milieu aqueux ou humide).
* Comme parasite (maladie).
* Comme symbiote.

La  
modification d’un plan structural de base, en vue de rendre les  
protozoaires capables d’occuper tous les habitats et de nombreux modes  
de vie est appelée radiation adaptative.  
Cette radiation adaptative  
permet de réduire la compétition entre des animaux semblables à  
l’origine, ce qui permet l’accroissement de la diversité.

**II\ Morphologie et structure des protozoaires.**

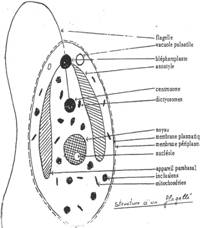
A\ Taille.  
Les  
protozoaires ont une taille comprise entre 1 et 600µm. Les plus petits  
sont les sporozoaires ainsi que certains parasites intracellulaires.  
Les plus grands sont les amibes qui peuvent atteindre jusqu’à 5mm.  
B\ Structure.  
Les protozoaires possèdent tous les constituants classiques de la cellule eucaryote (organites spécifiques) :

* Membrane lipoprotéique mince : plasmalemme.
* Membrane  
  lipoprotéique parfois doublée d’une enveloppe superficielle. Cette  
  membrane a un rôle de protection contre les agressions et la  
  déshydratation. Lorsque cette dernière est bien développée, on peut  
  trouver une membrane cellulosique, calcaire, siliceuse. On général, on  
  parme de test, de coque, de lorica, de loge…
* L’appareil  
  de Golgi (synthèse de membrane). On trouve, à ce niveau, des  
  différences. On observe des empilements de saccules qui forment les  
  dictyosomes. Chez les flagellés, on trouve des dictyosomes très  
  volumineux (ou appareil parabasal) qui ont un rôle dans la sécrétion et  
  l’emballage.
* Le  
  noyau. Chez les protozoaires, le noyau est souvent plurinucléé mais  
  seulement pendant un état transitoire (division du cytoplasme en autant  
  d’individus qu’il y a de noyaux). On trouve toutefois des protozoaires  
  avec constamment deux noyaux : les ciliés (exemple : paramécies) qui  
  possèdent un macronucléus et un micronucléus.
* Les  
  cils et flagelles. Ils ont la même structure chez les protozoaires et  
  les métazoaires (spermatozoïdes). Les cils sont courts et nombreux (5 à  
  15µm) ; les flagelles sont plus rares et longs (150 à 200µm).  
  
* Le  
  cytosquelette. Il est très développé et constitué par des  
  microfilaments ou des microtubules. Les microfilaments sont constitués  
  d’actine (protéine) et jouent un rôle dans les mouvements  
  (contractions) de la cellule. Parfois, la cellule renferme, le long de  
  son plus grand axe, une structure rigide, « l’axostyle » ou baguette  
  qui est un faisceau de microtubules.
* Les  
  trichocystes. On les trouve chez les ciliés, à la périphérie du  
  cytoplasme. Ce sont des dispositifs de défense et d’attaque. Ce sont  
  des petits dards gorgés de toxine. Ils jaillissent à l’extrémité d’un  
  petit filament pour tuer ou paralyser les proies.

**III\ Classification.**

La  
classification des protozoaires a subit de nombreux remaniements ces  
dernières années. La principale discrimination se fait en fonction de  
l’appareil locomoteur.  
On trouve quatre embranchements.  
A\ Les Sarcomastigophores.

**1\ Les Flagellés.**

Ils  
réalisent leurs déplacements grâce à des flagelles. Au cours du cycle,  
il n’y a pas de spore. La reproduction sexuée est rare.  


**2\ Les Rhizopodes.**

Ils  
sont dépourvus de cil ou de flagelle. Ils se déplacent grâce à des  
pseudopodes qui servent aussi à la capture des proies. La reproduction  
sexuée, dans ce groupe, n’est connue que chez les foraminifères.

**3\ Les Actinopodes.**

Ils  
ont des pseudopodes à disposition rayonnante, soutenus par des  
filaments rigides (axopode). Leur forme est généralement sphérique.  
B\ Les Apicomplexes / Sporozoaires.  
Ils  
émettent des spores flagellées pendant leur cycle reproducteur. Ils  
n’ont pas d’appareil locomoteur. Ils sont généralement transmis par un  
vecteur (moustique). Exemple : Plasmodium falsiparum (paludisme).  
C\ Les Ciliés (ou Ciliophores, ou Infusoires).  
Ils  
présentent des cils à la surface de la cellule. Ils ont deux noyaux.  
Ils présentent divers modes de vie : libre (paramécie) ; fixé par un  
pédoncule ; symbiote ; parasites (peu nombreux).  
D\ Les myxozoaires.  
Ce  
sont des parasites de vertébrés, dont les poissons. En début de cycle,  
ils présentent une forme amiboïde qui évolue vers un plasmode  
plurinucléé : ils donneront une tumeur chez l’hôte. Le plasmode  
plurinucléé pourra aussi donner des spores complexes entourées d’une  
enveloppe de plusieurs cellules valvaires et donner finalement un germe  
pluricellulaire et plurinucléé.

**IV\ Biologie des protozoaires.**

A\ La locomotion.  
Le  
mouvement orienté permet la recherche de nourriture, d’un abri, d’un  
nouvel habitat, d’un partenaire sexuel. On trouve trois types  
d’appareils locomoteurs.

**1\ Les pseudopodes.**

Les  
pseudopodes sont des extensions cytoplasmiques temporaires pour la  
locomotion et la capture des proies. En général, des pseudopodes se  
rétractent pendant que d’autres se forment. Quatre formes de  
pseudopodes existent.

**α\ Les lobopodes.**

Ce  
sont des formes de digitation arrondie. Ils sont larges et courts,  
contiennent un endoplasme et un ectoplasme (périphérique). Les  
protozoaires présentant des lobopodes sont les amibes polypodiales  
(plusieurs pseudopodes) et les amibes monopodiales (un pseudopode).  

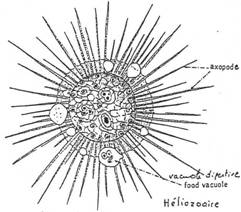

**β\ Les filopodes.**

On  
trouve des filopodes chez les thécamoebiens (Difflugia). Ce sont des  
pseudopodes fins, parfois ramifiés mais qui pointent toujours à une  
extrémité de la cellule. Ils sont incapables de s’anastomoser.

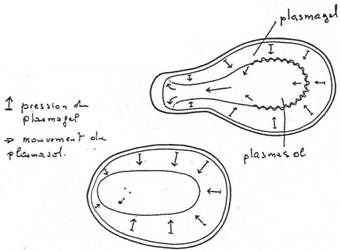
**γ\ Les réticulopodes.**

On  
les trouve chez les foraminifères. Ils sont fins, très ramifiés, se  
rejoignent pour constituer un réseau et même, les réticulopodes de  
plusieurs cellules peuvent se rejoindre et donner un réticulum  
multicellulaire (à filet pour piéger les proies). Exemple : Elphidium.

**δ\ Les axopodes.**

Ce  
sont des prolongements cytoplasmiques, à disposition rayonnante où  
chacun est soutenu par un filament axial (axonème) caractéristique des  
actinopodes.  


**ε\ Formation du pseudopode.**

La  
formation du pseudopode résulte de l’existence de courants  
cytoplasmiques. Juste sous la membrane, on a une zone claire ; dans la  
zone interne, on trouve un endoplasme granuleux. Le plasmagel  
(ectoplasme) est un gel. Le plasmasol est interne et beaucoup plus  
fluide que le plasmagel.  
La plasmagel applique une pression  
constante sur le plasmasol. Si en un point de la cellule, le plasmagel  
est insuffisant, le plasmasol va faire irruption et envahir le  
pseudopode en extension.  
Quand le plasmasol atteint l’extrémité du  
tube, il fait demi-tour et se transforme en plasmagel. Très rapidement,  
à l’extrémité du plasmasol se forme une couche rétentrice qui arrête le  
mouvement.  
**C’est le déplacement caractéristique des amibes nues. Leur déplacement est lent (2cm/H).**  


**2\ Cils et flagelles.**

Les  
cils et flagelles sont permanents, en position fixe. Selon les cas, on  
les trouve sur toute la surface du corps ou localisés. Ils ne sont  
efficaces qu’en milieu fluide.

**α\ La locomotion par flagelles.**

Ce  
type de locomotion caractérise les flagellés mais elle est aussi  
présente chez les spores et les microgamètes. Chez les flagellés, elle  
persiste chez les adultes. Les autres formes les perdent (cils et/ou  
flagelles) si elles s’enkystent.  
La contraction du flagelle est une ondulation qui commence à la base et qui progresse vers l’extrémité.  
En  
général, le déplacement se fait flagelle en avant, et la cellule semble  
tractée par son flagelle : c’est un mouvement de tractelle.  
Si  
l’onde d’ondulation va de l’extrémité vers la base, la cellule est  
alors poussée et c’est un mouvement de pulselle que l’on observe (cas  
des spermatozoïdes).  
En orientant le flagelle, il y a changement de direction.  
Les  
flagelles permettent aussi un déplacement en latéral. L’onde de  
courbure peut être plane ou tridimensionnelle. Dans le denier cas, le  
flagelle fonctionne comme une hélice, mais provoque la rotation du  
corps autour de son axe.

**β\ La locomotion ciliaire.**

Les cils se présentent sous forme de rangées, à la surface du corps.  
Ils ont deux phases, effective et de recouvrement :

* + **Phase effective**.  
    Cette phase réalise la poussée. Le cil se raidie et se courbe à sa base  
    pour donner un coup de fouet dans le plan de la rangée. Ce mouvement  
    produit une impulsion. La direction de battement peut être inversée à  
    tous moments.
  + **Phase de recouvrement (ou de récupération)**.  
    Le cil retrouve sa position initiale. Il devient flasque et quitte le  
    plan de mouvement pour se coucher sur le côté : pas de résistance à  
    l’eau.

Quand  
il y a synchronie, tous les cils battent en même temps. Le plus  
souvent, le mouvement des cils est synchronisé avec les ondes  
locomotrices qui parcourent le corps : c’est la « métachronie ». è Les  
cils battent selon une séquence qui commence en un point et se propage  
sur le reste de la surface comme une vague.  
L’onde locomotrice améliore l’efficacité du cil.  
La  
surface est légèrement oblique par rapport au corps et l’onde parcourt  
un trajet en spirale autour de la cellule. è Les ciliaires se déplacent  
en s’enroulant autour d’un axe. Les paramécies se déplacent à 60cm/H.

**γ\ Autres dispositifs.**

* + **Les cils buccaux** : ils entraînent les aliments vers la bouche.
  + **Les cils somatiques** : ils servent à la locomotion.

Chez  
les ciliés hypotriches (Stylonychia), on trouve des groupes de 5 à 7  
cils qui s’associent en petites touffes pour former des cirres. Dans ce  
cas, les cirres supportent le corps et permettent un déplacement sur  
substrat solide.

**e\ Membranes ondulantes. Exemple chez un flagellé : Trypanosoma.**

Chez  
Trypanosoma, le flagelle est replié le long du corps cellulaire, et,  
entre la membrane cellulaire et le flagelle, se forment des points  
d’accolement qui créent une véritable membrane ondulante (prolongement  
de la membrane cytoplasmique).  
L’extrémité du flagelle est libre. Ce sont ses ondulations qui font bouger la membrane.  
B\ Nutrition.

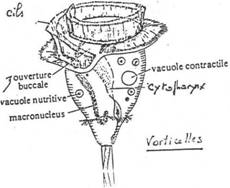
**1\ La prise de nourriture.**

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

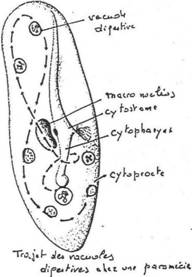
**α\ La prédation.**

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

**β\ Filtration ou « piégeage ».**

   
Ce  
mode de nutrition est souvent réservé aux organismes sessiles (fixés),  
par exemple, Vorticelles (péritriche) : sa couronne de cils, par des  
battements, crée des tourbillons qui amènent les particules dans la  
bouche. Au fond du cytopharynx, il y a formation d’une vésicule  
digestive. La nourriture entre dans la cellule par endocytose.  
Chez les choanoflagellés coloniaux, le flagelle bat et entraîne l’eau vers la collerette.  
Chez  
les organismes libres comme les Actinopodes flottants, il y a  
augmentation du rayon d’action par de nombreux axopodes rayonnant.  
Chez les foraminifères, les réticulopodes ramifiés s’anastomosent et forment ainsi un piège à petits organismes.

**2\ La digestion.**

La  
vacuole digestive est l’organite permettant la digestion  
intracellulaire. Celle-ci dérive du plasmalemme. Les enzymes digèrent  
les éléments phagocytés. Il ne reste plus que les déchets non  
assimilables (dans la vacuole).  
Ce sont les courants d’eau plasmique  
(ou cyclose) qui favorisent le trajet des vacuoles digestives. Aucun  
trajet n’est défini, sauf chez les ciliés. Là, la vacuole a un trajet  
défini de sorte que la position de cette vacuole renseigne sur l’état  
de digestion des éléments ingérés.  
   
Pendant le trajet, il y a une série d’interventions d’enzymes, favorisées par les variations de pH.  
Au  
début, le pH est neutre. Il devient ensuite acide (entre 3 et 4,5) puis  
remonte pour redevenir neutre à la fin du processus digestif.

**3\ Egestion.**

La  
vacuole alimentaire entre en contact avec le plasmalemme et les déchets  
sont évacués par exocytose. Chez les ciliés, l’exocytose se fait  
toujours au même point : on parle alors « d’anus » ou de « cytoprocte ».  
Chez  
les amibes, la technique est différente. Les vacuoles usées  
s’accumulent dans une « queue » (l’uroïde) qu’elles traînent puis qui  
est abandonnée.  
C\ Respiration et circulation.  
La majorité des  
protozoaires est aérobie (les anaérobies sont indépendants de l’O2).  
Les protozoaires aérobies n’ont pas d’organites spécialisés pour la  
respiration ; il y a diffusion d’O2 par la paroi cellulaire.  
Les cils et flagelles, par leurs battements, favorisent les échanges.  
La circulation est assurée par les courants cytoplasmiques ; le transport étant favorisé par les déformations de la cellule.  
D\ Excrétion et osmorégulation.  
Ces deux fonctions (excrétion et osmorégulation) sont liées.  
Les  
paramécies, à leurs deux extrémités, possèdent des vacuoles pulsatiles.  
Elles battent en opposition de phase. Quand une est en diastole,  
l’autre est en systole. Elles évacuent, par une ouverture temporaire de  
la membrane, l’eau qui entre par osmose dans la cellule, à partir d’un  
milieu hypotonique (eau douce). Leur rôle est de maintenir la pression  
osmotique.  
Si les paramécies sont dans un milieu isotonique, les  
pulsations s’arrêtent. Les vacuoles n’existent pas chez les  
protozoaires marins et parasites.  
Les déchets solubles sont évacués  
avec l’eau rejetée par les vacuoles pulsatiles (en partie). La plus  
forte partie de l’excrétion est assurée par la membrane (à son  
travers), sans intervention d’organite.  
Tout le tour de la cellule est en contact avec l’eau, ce qui facilite les passages.  
Quand  
les protéines sont dégradées, les déchets sont de type azotés : les  
protozoaires sont dits ammoniotéliques. Les vacuoles digestives  
participent à l’exocytose.  
E\ La reproduction.  
Il existe deux types de reproduction chez les protozoaires : la multiplication asexuée et la reproduction sexuée.

**1\ La multiplication asexuée.**

C’est  
le mode le plus répandu chez les protozoaires, surtout quand les  
conditions du milieu sont défavorables. Certains protozoaires ne  
pratiquent que cette méthode de multiplication.  
La multiplication  
asexuée n’implique qu’un seul parent : tous les descendants seront donc  
identiques. Il existe alors un risque si le milieu est modifié (devient  
défavorable).

**α\ La fission binaire.**

La  
cellule se divise en deux. C’est le type le plus courant (les  
protozoaires présentent deux à trois fissions binaires par jour). La  
fission peut être non orientée (comme chez les amibes [animaux sans  
forme précise]), longitudinale chez les flagellés (Trypanosoma) ou  
transversale chez les paramécies (ciliés).  
Il peut y avoir division du noyau sans division du cytoplasme : on obtient alors une forme transitoire ou résistante (*Amoeba binucleata*).  
Si l’on trouve un grand nombre de noyaux, on parle de syncytium.

**β\ Le bourgeonnement (ou gemmiparité).**

Il  
y a apparition à la surface cellulaire d’un bourgeon exogène, suivie  
d’une division nucléaire, capable de constituer un individu complet qui  
se détache de l’individu souche. **C’est une fission binaire inégale.**  
Un bourgeonnement dans le cytoplasme est appelé bourgeonnement endogène.

**γ\ Les divisions multiples ou schizogonie.**

C’est  
un phénomène courant chez les sporozoaires, qui existe chez les  
foraminifères. Il y a une division répétée du noyau puis des divisions  
du cytoplasme qui forment autant d’individus qu’il y a de noyaux.  
Une masse de cytoplasme va être abandonnée, puis meurt.

**2\ La reproduction sexuée.**

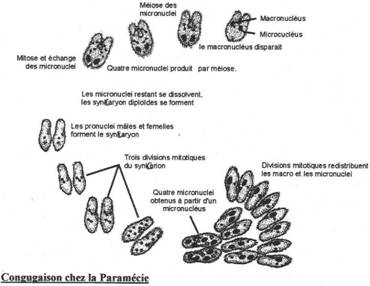
Il  
y a formation de cellules spécialisées (les gamètes) qui s’uniront en  
donnant un œuf (le zygote). Ce dernier est semblable morphologiquement  
aux parents mais génétiquement unique.  
La reproduction sexuée assure  
une variabilité génétique de la population et donc, augmente la  
résistance de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

**α\ L’hétérogamie.**

On  
trouve deux types de gamètes. C’est le mode de reproduction le plus  
répandu chez les protozoaires (reproduction amphimitique) car elle fait  
intervenir deux géniteurs. Il existe deux phases :

* + **La gamétogamie**  
    : c’est la formation des gamètes qui sont soit identiques  
    morphologiquement (= isogamie, chez les foraminifères), soit  
    différentes morphologiquement (= anisogamie, chez des sporozoaires).  
    L’isogamie existe chez les protozoaires les plus primitifs.
  + **La gamontogamie**  
    : c’est l’appariement des deux gamontes (mâle et femelle) sans passer  
    par un véritable gamète (les gamontes donnent les gamètes).

**β\ La conjugaison (uniquement chez les ciliés) ; exemple de la paramécie.**

   
C’est  
une fécondation réciproque de deux individus accouplés qui échangent  
une partie de leur matériel nucléaire. Chaque conjuguant devient un  
vrai zygote. Il y a échange de noyaux haploïdes dont la fusion rétablie  
la diploïdie.

* + Accolement au niveau du péristome à les macronucléus dégénèrent.
  + Les micronucléus subissent une division équationnelle è deux cellules à noyau diploïde.
  + Une division réductionnelle à deux cellules à quatre noyaux haploïdes è Les pronucléi.
  + Trois  
    pronucléi par cellule dégénèrent. Le quatrième subit une mitose et  
    donne deux noyaux haploïdes par cellule : ce sont des noyaux de  
    fécondation (un mâle et un femelle par cellule).
  + Echange des noyaux mâles.
  + Dans chaque cellule, les pronucléi fusionnent : c’est la fécondation.
  + On obtient deux zygotes : le syncaryon.

Ensuite,  
il y a plusieurs divisions post-conjugaison qui rétablissent le  
complément nucléaire dont, la reformation du macronucléus dans chaque  
cellule fille.

**γ\ L’autogamie.**

L’autogamie  
est un mode de reproduction automictique : n’implique qu’un parent. Ce  
n’est pas une multiplication bien qu’un individu donne un individu.  
C’est un rajeunissement génétique de l’individu. On rencontre cette  
reproduction chez certains ciliés, foraminifères et héliozoaires  
(actinopodes).  
*Exemple du cycle d’Actinophys.*

* + Il rentre ses pseudopodes et s’enkyste.
  + Il se divise et donne deux gamontes (un mâle et un femelle).
  + Les gamontes donnent des gamètes.
  + Les gamètes fusionnent en un seul individu.

**C’est un peu une modification de la conjugaison avec une simple redistribution des gènes.**

**3\ Les cycles.**

On distingue trois types de cycles schématiques biologiques des protozoaires.

**α\ Cycle haplobiontique.**

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

**β\ Cycle haplodiplobiontique.**

Il y a alternance des phases haploïde et diploïde qui sont équivalentes en durée.  
La méiose a lieu à la fin de la vie de l’organisme diploïde è L’alternance de phase est une alternance de génération.  
***Exemple d’Elphydium crispum (foraminifère).***  
La génération diploïde présente un individu microsphérique alors que la génération haploïde montre un individu macrosphérique.

**γ\ Cycle diplobiontique.**

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

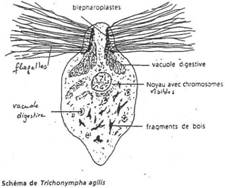
**V\ Association avec d’autres organismes.**

Les  
protozoaires épizoïques vivent fixés sur des plantes ou sur des animaux  
(sur la surface corporelle). Pour la nutrition, ils sont indépendants  
de l’hôte.  
Les protozoaires endozoïques (qui vivent dans un autre organisme).  
Ils sont totalement dépendants de leur hôte. On les trouve dans les organes creux, dans les tissus ou dans les cellules.  
On distingue deux cas :

* + Mutualisme et symbiose.
  + Parasitisme.

A\ Mutualisme et symbiose.  
Les protozoaires entretiennent un rapport à bénéfice réciproque avec leur hôte. On détaille deux cas :  
Exemples d’association tripartite : protozoaire + bactéries + termite et protozoaire + bactéries + mammifères ruminants.  
Dans tous les cas, les symbiotes sont localisés dans un segment du tube digestif qui devient une chambre de fermentation.

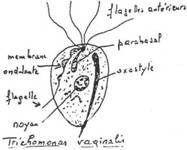
**1\ Association avec les termites.**

   
Les  
termites sont xylophages et ont par conséquent, un régime alimentaire  
pauvre en éléments azotés. Il se forme une chambre de fermentation dans  
un diverticule du proctodéum : la panse rectale.  
Cette panse abrite  
une faune importante de Trichonympha et de bactéries. Trichonympha a un  
aspect piriforme. La partie apicale forme un rostre qui porte de  
nombreux flagelles. Ces protozoaires possèdent l’équipement enzymatique  
nécessaire qui permet la digestion de la cellulose (les termites en  
sont dépourvus).  
**Les termites concassent le bois en  
fragments phagocytés par les Trichonympha, puis, digèrent la cellulose  
et rejettent de la lignine.**  
Au centre de ces cellules de  
protozoaires, on trouve un très grand nombre de bactéries qui entourent  
l’axostyle et les fragments de bois. Les bactéries dégradent les  
déchets puriques, ce qui restitue de l’azote aux termites.  
Un termite sans Trichonympha meurt.  
L’intérêt  
pour le protozoaire est qu’il est abrité par l’insecte et alimenté en  
aliments déjà mâchés. Cette symbiose est constante chez les termites et  
chez certaines blattes  
Le compartiment proctodéal du termite est  
soumis aux mues à perte des protozoaires. Le termite doit réensemencer  
son tube digestif en ingérant sa dépouille ou en quémandant des  
gouttelettes du contenu rectal d’un congénère.

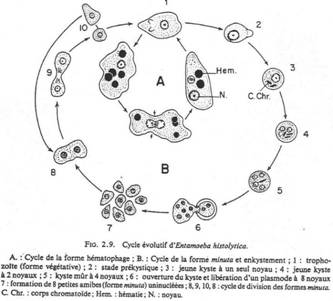
**2\ Association avec les mammifères ruminants.**

Les  
protozoaires sont capables de digérer la cellulose alors que les  
mammifères en sont incapables. La digestion de cette matière se fait  
donc dans un estomac compartimenté en quatre chambres digestives  
(panse, bonnet, feuillet, caillette). La panse est la chambre de  
fermentation. Chez le bœuf, elle peut atteindre 250 litres. On y trouve  
1011 bactéries/mL et 106 ciliés/mL. Les bactéries digèrent aussi la  
lignine. Les protozoaires sont anaérobies.  
Les ciliés phagocytent la lignine mais aussi les bactéries. Le bœuf digère de grandes quantités de ciliés et de bactéries.  
On considère qu’un bœuf digère 1kg à 1,5kg de bactéries et de ciliés par jour.  
Les ruminants sont un groupe prospère : leur réussite est sans doute liée à cette association symbiotique.  
B\ Le parasitisme.  
Un parasite est un organisme qui vit au dépend d’un autre être vivant. Pour le parasite, l’association est obligatoire.

**1\ Parasitisme chez les flagellés.**

***Exemple des Trypanosomides (reproduction sexuée inconnue).***  
Ils  
s’attaquent à l’Homme et au bétail. Certains se développent dans les  
parties antérieures du tube digestif d’un insecte piqueur. C’est le cas  
de Trypanosoma brucei gambience et de Trypanosoma brucei rodhésience.  
Ils provoquent la maladie du sommeil et sévissent soit en Rhodésie,  
soit en Gambie. Ils sont transmis par la mouche tsé-tsé ou Glossine. La  
transmission se fait par piqûre.  
Le trypanosome peut vivre aussi  
chez des mammifères sans les inquiéter (porteurs sains) tels les  
antilopes et les porcs : ce sont des réservoirs à virus.  
***Exemple de Leishmania aethiopica.***  
Ce  
dernier est transmis par un petit moustique. Ses « réservoirs à virus »  
sont les chiens et les rongeurs. Quand l’Homme est piqué, le flagellé  
pullule au point d’inoculation. è Altération cutanée (le bouton  
d’orient) qui laisse des traces indélébiles. On trouve ce parasite en  
Afrique du Nord et au Moyen-Orient.  
***Exemple des Trychomonadine.***  
Ils  
ont une forme en amande et portent 4 à 5 flagelles répartis en une  
petite touffe apicale et un flagelle formant une membrane ondulante.  
Le  
cas de Trichomonas vaginalis. C’est un parasite du tractus uro-génital.  
Chez la femme il provoque un déséquilibre de ce tractus : inflammations  
ou vaginites.  
   
La  
transmission à l’homme se fait par voie sexuelle et ils s’installent  
dans l’urètre et la prostate où ils donnent des kystes. Ils peuvent  
survivrent plusieurs heures sur des linges souillés… Ce qui explique la  
« vaginite de la vierge ».  
Chez l’homme, ils sont responsables de 15% des inflammations de l’urètre.

**2\ Parasitisme chez les rhizopodes.**

***Exemple d’un amibe : Entamoeba histolyca. (Amibe monopodiale).***  
On  
ingère un kyste avec de l’eau ou des légumes souillés par des  
excréments humains. Le dékystement se fait dans le gros intestin.  
Il  
existe deux formes d’Entamoeba histolyca : une forme non pathogène  
(minuta) qui se nourrit de bactéries et d’amidon ; un forme pathogène  
qui va perforer les capillaires sanguins et sécréter des enzymes  
histolytiques qui provoquent des ulcères du colon. Il y a déclenchement  
d’une dysenterie amibienne caractérisée par des douleurs abdominales et  
des diarrhées sanguinolentes. Ces amibes peuvent ensuite gagner le  
foie, le cerveau, les poumons… en passant par le sang. On les trouve  
dans les zones tropicales.  


**3\ Parasitisme chez les sporozoaires.**

Les  
sporozoaires sont tous parasites. Leur cycle est caractérisé par  
l’alternance d’une phase asexuée (schizogonie) et d’une phase sexuée  
(gamogonie). La schizogonie se déroule lors de l’infestation de l’hôte.  
La gamogonie permet la transmission d’un hôte à l’autre.  
Le cycle  
débute avec le sporozoïte (qui contamine l’hôte définitif) qui donne un  
trophozoïte. Il y a ensuite multiplication des noyaux, divisions du  
cytoplasme, ce qui entraîne l’apparition d’autant de schiphozoïtes  
qu’il y a de noyaux. Les schiphozoïtes s’accroissent pour donner les  
gamontes (gamogonie).  
Les gamontes femelles s’accroissent pour  
évoluer en macrogamètes. Les gamontes males subissent la gamogonie  
(division du noyau puis du cytoplasme) : au final, on a alors un grand  
nombre de gamètes males.  
**L’anisogamie est de règle.**  
La fusion des gamètes donne un zygote (diploïde) qui subit de suite la méiose.  
La  
phase de sporogonie est caractérisée par des multiplications du noyau è  
Il y a libération d’un grand nombre de spores. Ces dernières donneront  
les sporozoïtes.  
On observe deux principaux groupes : les Coccidies (de petite taille) et les Grégarines (de grande taille).

**α\ Exemple de Coccidie monoxème (maladie du « gros ventre » chez les lapins).**

Le  
lapin s’infeste en mangeant de l’herbe souillée. Les spores ingérées  
arrivent dans le tube digestif et libèrent des sporozoïtes qui entrent  
dans les cellules intestinales. Les sporozoïtes se multiplient et vont  
infester d’autres cellules intestinales.  
La fécondation a lieu dans  
la lumière du tube digestif. Les zygotes s’entourent d’une membrane  
épaisse : ce sont les spores. Le tout est rejeté avec les excréments.

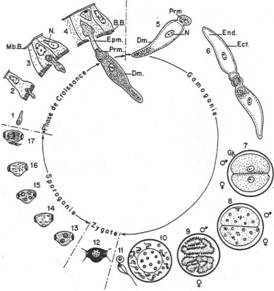
**β\ Exemple de Coccidie dixène.**

Les  
hôtes définitifs sont les félidés (chat, puma, jaguar…). Après  
ingestion, il y a infestation des cellules intestinales, puis,  
multiplication par schizogonie. Les cellules intestinales vont éclater  
et libérer des sporozoïtes qui parasiteront d’autres cellules. Les  
gamontes males et femelles vont fusionner pour former un zygote  
(oocyste) qui sera évacué avec la matière fécale.  
Dans le milieu  
extérieur se produit la méiose. L’oocyste donne deux sporocystes  
contenant chacun 4 sporozoïtes. Le pouvoir infectieux va de 30 jours à  
sec, à 1 an en milieu humide.  
Le passage à l’hôte intermédiaire est possible. Il y a enkystement dans les muscles.  
Le  
passage à l’Homme se fait par des légumes souillés ou par le bœuf, le  
porc, le mouton… mais l’Homme n’est pas l’hôte définitif. S’il y a  
prolifération des kystes, elle se fait au niveau des viscères, des  
poumons, des muscles et de l’encéphale.  
La transmission congénitale  
est possible par voie placentaire. Si la contamination se fait durant  
le premier trimestre, il y a un risque d’avortement ou de malformation.  
Après ce premier trimestre, la contamination sera détectable par des  
signes d’infection généralisée à la naissance.

**γ\ Coccidie hétéroxène (paludisme).**

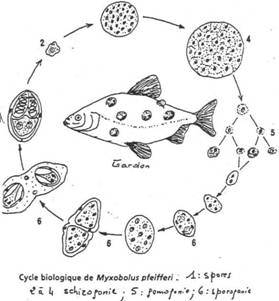
Le paludisme tue chaque année 2,5 millions de personnes.  
La  
schizogonie a lieu chez l’Homme. La gamogonie et la sporogonie se font  
chez le moustique (anophèle). Les symptômes sont des accès de fièvre  
toutes les 48 heures, dues à l’éclatement des globules rouges et à la  
libération de protéines et du parasite dans le plasma.

**δ\ Les Grégarines.**

Les  
Grégarines parasitent les tubes digestifs d’invertébrés (annélides et  
insectes). Le trophozoïte est mobile (pour un déplacement dans  
l’intestin).  
***Exemple de Stylocephalus langicollis***.  
   
C’est un parasite d’un coléoptère du genre blaps.  
L’infestation se fait par consommation de spores abandonnées par un individu atteint.  
Dans  
les phases 1 à 3, le parasite s’incruste dans le cytoplasme des  
cellules de la paroi de l’intestin. Rapidement, le trophozoïte se  
différencie en trois parties :

* + Une partie étroite, terminée en suçoir enfoncée dans les cellules intestinales :**l’épimérite**.
  + La partie moyenne : le **protomérite**.
  + La partie externe : le **deutomérite**. Il renferme la plus grande partie du cytoplasme et le noyau.   
    Le  
    départ se fait par rupture de l’épimérite qui reste dans la cellule  
    hôte. Ensuite, il y a accolement, deux à deux, des trophozoïtes (=  
    syzygie) au niveau de protomérites è mucus qui entoure les deux  
    cellules (une cellule mâle et une cellule femelle è petit kyste appelé  
    gamétocyste, évacué avec les fécès).  
    Dans le milieu externe, les noyaux se multiplient et se disposent à la périphérie du cytoplasme  
    *Phase 9 : perlage des gamètes.*  
      
    Après  
    la fécondation, on obtient un grand nombre d’œufs. Un zygote donne une  
    spore qui subit trois divisions successives (la première étant  
    réductionnelle).

**4\ Parasitisme chez les Myxozoaires.**

   
***Exemple de Myxobolus pfeifferi.***  
En 2, on a un germe amiboïde : le sporoplasme.  
En 1, on a le stade final : la spore contenant le germe.  
Le  
sporoplasme est binucléé (2 noyaux). La structure de la spore est  
pluricellulaire è on a une coque périphérique à plusieurs cellules.  
Elle renferme le sporoplasme et un filament, dont le déroulement  
favorise la libération de sporoplasme.  
Le poisson s’infeste en  
ingérant les spores. Elles s’ouvrent dans l’intestin et libèrent le  
sporoplasme qui va se localiser dans les muscles où il subira de  
nombreuses schizogonies. Le tissu hôte donne des tumeurs qui abritent  
un grand nombre de kystes à structure en plasmobe.  
On suppose que  
dans le plasmobe, il y aurait réduction chromatique et gamétogenèse. Ce  
qui est sûr, c’est qu’il y a évacuation d’une spore avec les excréments.

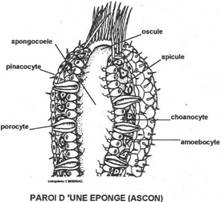
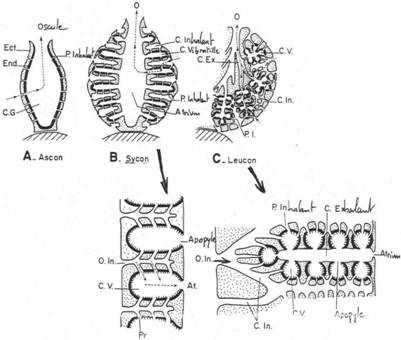
**VI\ Les formes coloniales.**

Des  
colonies existent chez les choanoflagellés : elle varient de quelques  
individus à plusieurs milliers. Il peut même y avoir une  
différentiation des individus (végétatifs/reproductifs).  
Par ces adaptations, les protozoaires coloniaux se rapprochent de l’organisation des pluricellulaires

**Chapitre 2 : Les Diploblastiques.**

Les diploblastiques sont, de façon générale, des **métazoaires** : une association de cellules qui se partagent le travail. Il existe de *nombreux stades chez les métazoaires*.  
Il existe un groupe, les parazoaires, situés entre les protozoaires et les métazoaires : les**spongiaires**. Ces spongiaires sont une **association cellulaire pouvant se défaire**. La différenciation n’apparaît pas d’emblée. *Chez les diploblastiques*, il existe des *cellules totipotentes*.  
Lorsqu’une partie du génome est exprimée et que l’autre partie est inhibée, on a une cellule différenciée.  
Les  
cellules différenciées s’associent pour former des couches  
monostratifiées : les feuillets. Quand les cellules forment les deux  
feuillets fondamentaux, on parle alors d’organismes diploblastiques. Le  
feuillet interne est appelé endoderme et le feuillet externe est appelé  
ectoderme.  
Les mêmes phénomènes sont observés au cours de  
l’embryogenèse. Le début d’un animal est un stade unicellulaire (l’œuf)  
qui passe ensuite par le stade diploblastique (gastrula). Chez les  
diploblastiques, le développement s’arrête à ce stade.  
Les trois embranchements des diploblastiques sont : les spongiaires, les cnidaires (polypes et méduses) et les cténaires.

**I\ Les spongiaires.**

Les  
spongiaires sont des organismes essentiellement marins. On trouve  
autour de 5000 espèces. Ce sont des organismes sessiles (vivant fixés).  
Leurs seuls mouvements sont des contractions locales du corps et des  
mouvements d’ouverture et de fermeture des pores.  
A\ Organisation.  
   
Ce  
sont donc des parazoaires. Les différentes catégories cellulaires n’ont  
pas de cohésion définitive. Dans la mésoglée, on trouve de nombreuses  
cellules totipotentes.  
Le spongiaire type est le type **olynthus**  
: c'est une amphore fixée par sa base. L'apex porte un orifice exhalant  
unique (l'oscule) et la paroi est percée de nombreux pores inhalant.  
Suivant la complexité de la paroi, on distingue différents stades (pas de groupe systématique).  


**1\ Le stade Ascon.**

Le  
stade ascon est le stade le plus juvénile de la plupart des éponges. La  
structure de la paroi est identique en tous points du corps. Il n’y ni  
organe ni appareil.  
La mésoglée forme une gelée où circulent différentes catégories cellulaires, totalement indépendantes.  
L’ectoderme  
est formé d’un épithélium de revêtement : les pinacocytes. Ce sont des  
cellules aplaties, jointives, recouvertes d’une fine cuticule. Entre  
les pinacocytes s’ouvrent les pores inhalants, formés par des porocytes  
(pour l’entrée d’eau).  
Le feuillet interne tapisse toute la cavité  
gastrale (ou atrium ou spongocœle) et est composé de choanocytes. Ce  
sont des cellules de grande taille, pourvues d’un long flagelle et  
l’apex forme une collerette de nombreuses microvillosités. Les  
choanocytes ressemblent aux choanoflagellés. Ils créent un courant  
d’eau dans l’atrium, ce qui permet la capture de particules  
alimentaires dans la collerette, mais aussi, la circulation de l'O2.  
Dans la mésoglée, on trouve :

* **Des scléroblastes** : ils sécrètent les spicules. Ils peuvent se grouper par groupe de 2 ou 3 (et donner ainsi des spicules de 2 ou 3 axes).
* **Des cellules amiboïdes** à rôle phagocytaire.
* **Des collancytes** qui sécrètent la mésoglée.
* **Des archéocytes** : ce sont de véritables cellules totipotentes.
* **Des myoblastes** (en petit nombre) : ce sont des cellules capables de contraction.
* **Des cellules nerveuses**, diffuses.

**2\ Le stade Sycon.**

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

**3\ Le stade Leucon.**

Chaque  
diverticule se divise en diverticules secondaires appelés corbeilles  
vibratiles. Les choanocytes sont dans ces corbeilles. Elles débouchent  
dans des canaux exhalants, en relation avec l’oscule.  
B\ Classification.  
On reconnaît trois classes, selon la nature des spicules :

* **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 Hexactinellides**  
  (ou triaxonides ; genre Euplectella). Les spicules sont composées de  
  silice hydratée et donnent une architecture cohérente. Elles possèdent  
  trois axes et parfois, peuvent atteindre une longueur de 60  
  centimètres.
* **Les Démosponges** : le squelette est formé de spongine pouvant être associée à quelques spicules siliceux.

C\ La reproduction et le développement.  
Les éponges sont gonochoriques ou hermaphrodites ; il n’y a jamais de gonades.

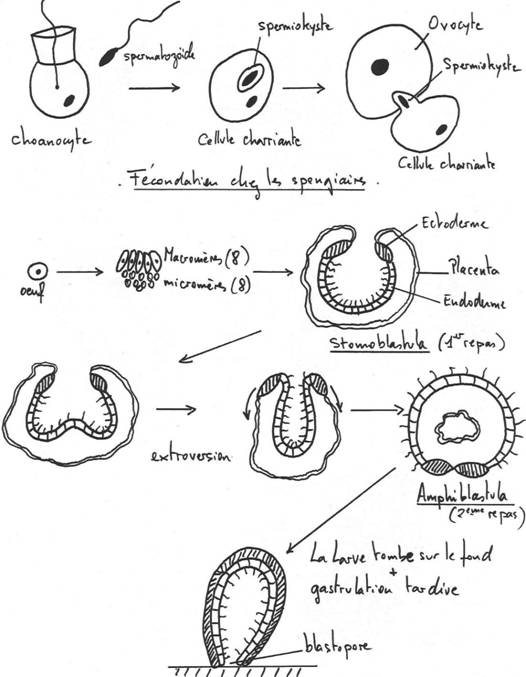
**1\ La gamétogenèse.**  
  
  
**α\ Les gamètes mâles.**

Ces  
gamètes sont des archéocytes diploïdes situés dans la mésoglée. Ils se  
divisent en deux cellules diploïdes dont l’une entoure l’autre.  
Ensuite, il y a méiose et se forme 4 cellules haploïdes qui seront les  
spermatozoïdes.

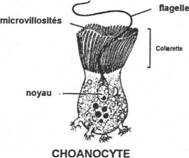
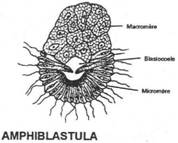
**β\ Les gamètes femelles.**

Ces  
gamètes sont dans la mésoglée. Les archéocytes se différencient en  
cellules arrondies (oogonies) qui passent dans les corbeilles  
vibratiles. C’est là qu’à lieu la méiose. Les cellules regagnent la  
mésoglée et connaissent une augmentation du volume cytoplasmique et  
sont alors des ovocytes.

**2\ La fécondation.**

   
Un  
spermatozoïde pénètre dans un choanocyte et perd son flagelle. Le  
choanocyte perd collerette et flagelle. Le spermatozoïde devient alors  
un spermiokyste alors que le choanocyte devient une cellule charriante.  
Cette dernière va aller au contact de l’ovocyte pour y injecter le spermiokyste.  
C’est une fécondation indirecte.

**3\ Le développement embryonnaire et larvaire.**

Le  
développement est particulier. Les éponges, vivipares, incubent  
l’embryon dans la mésoglée. Après la fécondation, l’œuf subit 4  
divisions qui l’amènent au stade 16 blastomères (8 macromères et 8  
micromères). Les macromères donneront les cellules supérieures à  
potentialité ectodermique alors que les micromères ont une potentialité  
endodermique.  
   
Les  
micromères se divisant plus vite que les macromères, on atteint un  
stade intermédiaire (blastula) : sphère creuse. Les cellules  
endodermiques de la blastula vont acquérir des flagelles alors que les  
cellules ectodermiques s’écartent pour ménager un orifice (différent du  
blastopore). C’est le stade stomoblastula. Le premier repas se fait par  
consommation des choanocytes de la mère.  
La stomoblastula subit une  
inversion des feuillets par extroversion : inversion des surfaces par  
l’ouverture ménagée dans l’ectoderme.  
**On obtient une larve nageuse typique ou amphiblastula.**  
   
Lors  
du mouvement de migration des feuillets, le placenta s’est retrouvé  
dans la larve : il se fait digérer ; c’est le second repas embryonnaire.  
La  
larve va tomber sur le fond et il se passe alors la véritable  
gastrulation. La larve se fixe par le blastopore, l’endoderme perd sa  
ciliature alors que se différencient les choanocytes.  
Le blastopore se ferme et l’oscule se perce à l’apex. L’ectoderme voit se différencier des sporocytes.

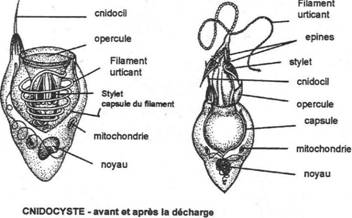
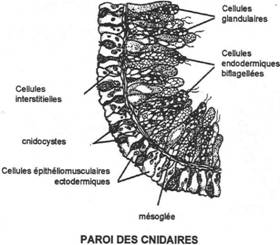
**4\ Notion d’individu.**

C’est  
une notion floue car les cellules sont très malléables. Si l’on  
fragmente une éponge, on peut faire un bouturage. Il peut se former des  
amas d’archéocytes affleurant en surface. Ils se détachent (en devenant  
des propagules) et donnent un nouvel individu. Les propagules peuvent  
être différenciés.  
Les propagules s’entourent de deux couches  
cellulaires qui édifient des amphidisques. Ces derniers vont attendre  
le retour de conditions favorables pour redonner des propagules puis de  
nouveaux individus.  
**Il n’y a pas d’individu au sens strict, ni de colonie.**  
**Ce sont des individus particuliers (parazoaires).**

**II\ Les cnidaires.**

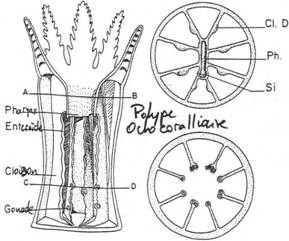
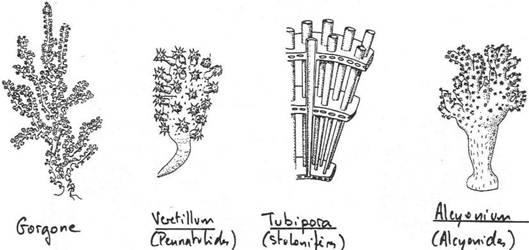
Les  
cnidaires sont à 99% marins, 1% d’eau douce (cnidaire = radiata). Il  
existe une symétrie radiaire, plusieurs tentacules entourent la bouche.  
Ces animaux ont une cavité gastro-vasculaire interne avec un seul  
orifice (la bouche).  
Deux formes peuvent alterner pour la même espèce :

* **La forme méduse** : elle est libre, pélagique et constitue (généralement) la forme sexuée.
* **La forme polype** : elle est benthique, fixée. C’est une forme asexuée (généralement).

Les  
polypes peuvent être solitaires ou coloniaux et acquérir alors, un  
polymorphisme des individus : c’est une variation morphologique  
intraspécifique liée à la spécialisation des individus.  
On note la  
présence de cellules urticantes : les cnidocystes (ou cnidoblastes, ou  
nématoblastes, ou nématocystes). Ces cellules contiennent un filament  
urticant baignant dans une toxine (l’actino-congestine).  
Les  
cnidoblastes ont un cnidocil qui, lorsqu’il est excité, entraîne la  
dévagination du fil urticant qui peut tuer la proie ou créer des  
irritations.  
   
La paroi possède une structure diploblastique. Ectoderme et endoderme sont séparés par la mésoglée.  
   
Au  
niveau de l’ectoderme, il y a un pavage de cellules  
épithélio-musculaires, des cnidoblastes et quelques cellules  
interstitielles totipotentes.  
L’endoderme est constitué de cellules  
biflagellées à rôle phagocytaire et de cellules glandulaires sécrétant  
les enzymes digestifs (la digestion se déroule en deux temps). Il n’y a  
pas fabrication d’organe au sens strict.  
La reproduction sexuée  
produit un œuf, puis, à l’éclosion, on obtient une larve ciliée nageuse  
(planula) à polarisation antéro-postérieure (avec donc, une symétrie  
bilatérale). La symétrie radiaire est la conséquence de la fixation et  
de la métamorphose de la planula.  
Il existe trois classes de cnidaires : les *anthozoaires*, les *hydrozoaires* et les *scyphozoaires*.  
A\ Les Anthozoaires.  
Seule  
la forme polype persiste : l'organisation du polype se complique donc.  
Il existe une symétrie bilatérale déterminée par une invagination  
ectodermique qui forme le pharynx (ou stomodeum). Le pharynx est aplati  
latéralement.  
La cavité gastrale voit l'ectoderme former des replis  
qui déterminent des cloisons. Dans la région antérieure, ces cloisons  
se soudent au pharynx : on a alors des loges. Il y a autant de  
tentacules que de loges.  
On distingue deux groupes :

* **Les octocoralliaires** : ils ont 8 tentacules, 8 loges et 8 cloisons.
* **Les hexacoralliaires** : ils ont n x 6 tentacules, n x 6 tentacules et n x 6 cloisons.

**1\ Les octocoralliaires.**

   
Chaque tentacule porte deux rangées de pinnules et est muni de cnidoblastes.  
Le  
pharynx a une section plus ou moins ovale et est muni, à une extrémité,  
d'une gouttière ciliée : le siphonoglyphe. Le battement des cils permet  
la progression des particules alimentaires vers la cavité gastrale.  
Cette dernière possède 8 cloisons à disposition radiaire.  
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.  
Les différents polypes sont unis  
par des évaginations tubulaires (les stolons). Ce sont sur ces stolons  
que bourgeonnent les nouveaux individus. Les colonies seraient peu  
importantes s'il n'y avait pas de squelette. Le système de construction  
du squelette permet de différencier les différentes formes  
d'octocoralliaires.  


**α\ Les Alcyonides.**

Dans  
la mésoglée, les scléroblastes forment des spicules creux qui  
s'enchevêtrent pour former une structure solide. Le squelette est peu  
dur et la colonie a un aspect digité. Les polypes sont reliés par des  
tubes endodermiques.

**β\ Les Stolonifères (Tubipora> = « orgue de mer »).**

Les  
stolons ont une disposition très régulière et le squelette est  
constitué de spicules dans la mésoglée. Ces spicules ont une  
disposition très cohérente.

**γ\ Les Gorgonides.**

La  
colonie a un >aspect arborescent ou en éventail. Elle est soutenue  
par un squelette externe corné pouvant être imprégné de sels calcaires.

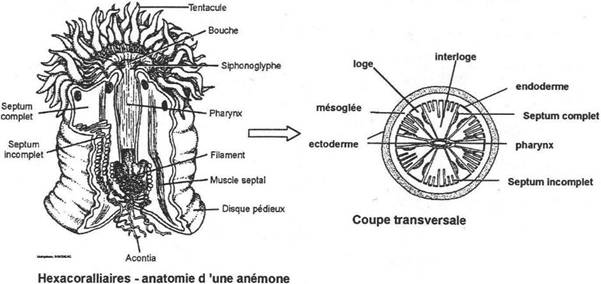
**δ\ Les Coralides (ex : le corail).**

Les  
tubes endodermiques se ramifient dans la colonie et le squelette est  
calcaire, très dur et externe. Actuellement, les Gorgonides et les  
Coralides sont parfois regroupés ensemble, on parle uniquement de  
Coralides.

**ε\ Les Pennatulidés.**

La  
colonie se développe sur un axe (ou rachis), enfoncé dans le sable par  
sa base. Il se couvre de polypes. Le squelette est formé de **spicules mésogléens**.

**2\ Les Hexacoralliaires.**

Les  
hexacoralliaires ont un système radiaire d’ordre 6. Leurs tentacules  
sont sans pinnule et les polypes peuvent être solitaires ou coloniaux.  
Lorsqu'ils sont coloniaux, ils forment des supports immenses : les  
récifs.  
   
Les  
hexacoralliaires n'ont jamais de scléroblaste mésogléen ; par contre,  
ils possèdent des calcoblastes situés à la base de l’ectoderme  
(position basale).  
Il existe deux types morphologique : les Actiniaires (mous) et les Sclératinides (formant les récifs).

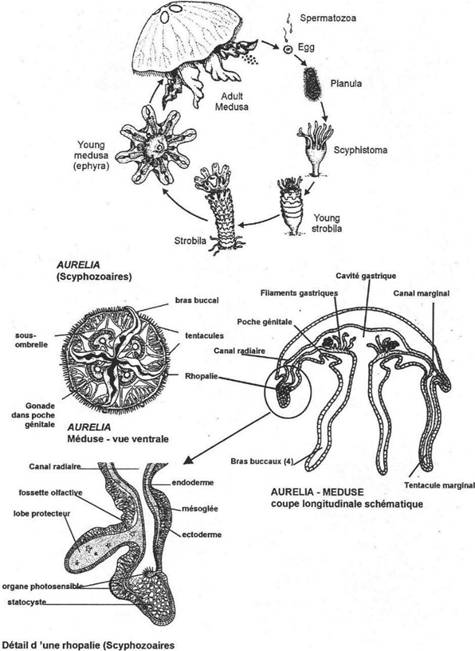
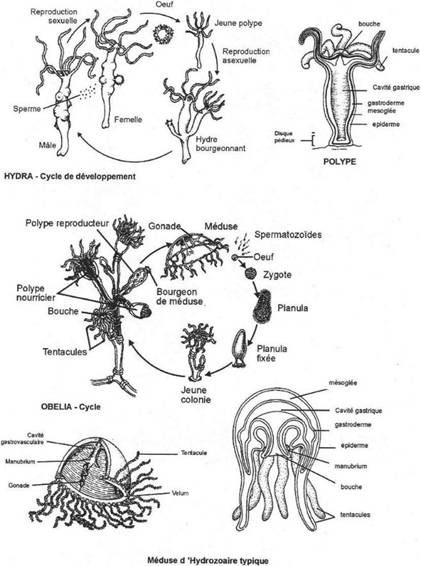
**α\ Les Actiniaires.**

Ces  
sont les anémones de mer, avec un >polype solitaire et géant. Les  
diverses loges communiquent entre elles par des ostioles. Les  
Actiniaires ont aussi de longs filaments branchés sur l’endoderme (les  
aconties). Ces aconties sortent des orifices de la paroi (les  
cinclides) et sont garnies de cnidoblastes.  
Les gonades apparaissent périodiquement.  
La planula tombe sur le fond et donne un petit polype qui grossit par développement de la structure des cloisons.  
Le  
jeune polype possède 12 cloisons macrentériques (principales) qui  
déterminent des loges puis des interloges. Au niveau des interloges se  
forment des cloisons micrentériques (ce sont des loges incomplètes).  
Avec le temps, le nombre de tentacules s’accroît.  
Les modes de vie sont très variés chez les Actiniaires :

* **Anémones pivotantes** : fouisseuses dans le sable.
* **Anémones flottantes** : piègent l’air dans un repli de leur base et flottent à l’envers.
* **Anémones benthiques fixées**.
* **Anémones en association avec des pagures**  
  : elles sont fixées sur la coquille voir même sur les pinces. Elles  
  bénéficient des restes des proies du pagure mais elles lui servent pour  
  tuer les proies.

En dehors de la reproduction sexuée, il y a possibilité de scissiparité par découpage longitudinal ou latitudinal.

**β\ Les Madréporaires.**

Les madréporaires sont dans les eaux riches en calcaire, bien aérées avec une température supérieure à 20°C.  
A  
la base du polype apparaissent des lignées radiaires de calcoblastes :  
ils forment dans un premier temps une base homogène (plaque). Dans un  
second temps, ils sécrètent des lignées radiaires qui donnent des axes  
rayonnés.  
Si les polypes sont accolés, il se forme un ensemble  
massif (genre Astrea). S’ils s’alignent et fusionnent partiellement,  
c’est le genre Meandrina.  
B\ Les Scyphozoaires.  
   
Dans  
cette classe, il y a simplification du polype : il devient une phase  
larvaire. Il est suivi de l’apparition de la méduse qui formera les  
gamètes. Le cycle typique est celui d’Aurélia.  
La planula est  
typique, à deux feuillets. Elle tombe sur le fond, se fixe par la  
région antérieure pour se transformer en un petit polype scyphostome  
(jeune polype). Ce polype possède un orifice buccal. Il acquière  
ensuite 4 tentacules puis 8. Il mesure quelques millimètres.  
La  
bouche se situe à l’extrémité d’une petite trompe : le probocis. La  
cavité gastrale est cloisonnée et possède quatre loges. Ce polype subit  
la multiplication asexuée par strobilisation : il subit une série de  
constrictions transversales pour prendre l’aspect d’assiettes empilées.  
Chacune de ces « assiettes » se détache et se retourne pour donner une  
jeune méduse (méduse éphyra). Sa croissance donnera la méduse adulte  
qui possède une série de tentacules courts, périphériques (formant des  
franges) et quatre bras buccaux. On trouve quatre 4 massifs gonadiques  
et des zones sensorielles périphériques : les rhopalies. Ces dernières  
possèdent des organes photosensibles (ocelles), le statocyste qui  
détecte la gravité (pour l’équilibration). La rhopalie est protégée par  
un lobe qui forme une sorte de bouclier. La cavité sous-ombrellaire est  
complètement ouverte (pas de vélum) : méduses acraspèdes ou méduses  
acraspédotes. Cette cavité est capable de contraction mais le  
déplacement sur de longues distances reste passif.  
C\ Les Hydrozoaires.  
   
On  
distingue divers groupes comme les Hydrides et les Leptolides. Les  
individus de ces deux groupes sont dépourvus de pharynx et la bouche  
s’ouvre directement à la surface du corps dans la cavité gastrale. Dans  
le cycle vital, il y a alternance des deux phases : polypes et méduses,  
sauf chez les Hydrides où la méduse disparaît et le polype est alors  
capable de reproduction sexuée et asexuée.

**1\ Les Hydrides.**

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

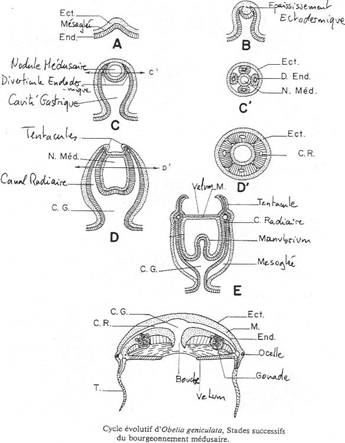
**2\ Les Leptolides.**

Chez  
les Leptolides se développent des structures coloniales& ; le  
stolon de bourgeonnement est appelé hydrorhize ; la base du polype est  
l’hydrocaule (la tige) ; chaque polype est un hydrante. L’ensemble de  
ces formations charnues compose le cœnosarc. Ce dernier est protégé par  
une enveloppe d’origine ectodermique (le périsarc). Autour de chaque  
polype se forme une enveloppe protectrice (l’hydrothèque).  
Dans le  
groupe des Calyptoblastides, l’hydrothèque enveloppe tout le polype  
alors que dans le groupe des Gymnoblastides, l’hydrothèque n’enveloppe  
que la base du polype.  
Le polymorphisme permet de distinguer :

* **Des gastrozoïtes** (polypes nutritifs) qui ont une bouche et une couronne de tentacules.
* **Des dactylozoïtes** (polype défensif) riches en cnidoblastes, sans bouche ni tentacule.
* **Des gonozoïtes** qui réalisent le bourgeonnement des méduses. L’axe de bourgeonnement est le blastostyle.

Les  
méduses portent les gonades qui donneront les gamètes qui, par  
fécondation, donnent un œuf qui donne une planula qui va tomber sur le  
fond et former une colonie à partir du premier polype.

**3\ La formation des méduses.**

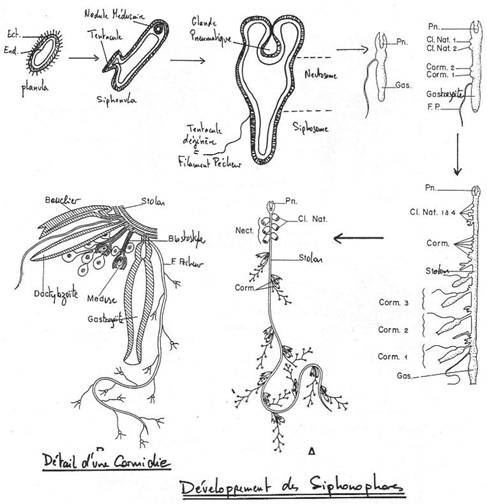


* A\ Il y a formation de protubérances à la surface des blastostyles (= bourgeons médusaires), délimitées par les deux feuillets.
* B\ Il y a formation d’un nodule médusaire qui s’isole de l’ectoderme périphérique. Le nodule va se creuser d’une cavité.
* C+C’\ Il comprend l’ébauche de la cavité sous-ombrellaire et celle des tentacules.
* D\ La lame didermique forme le vélum et une saillie axiale de la cavité va former le manubrium qui se perce de la bouche.
* E\  
  Le pédoncule de fixation s’étire et se rompt : c’est la libération de  
  la méduse. Quand elle est détachée, elle réalisera la dissémination des  
  gamètes. Toutes les méduses issues d’une même colonie ont le même sexe.

La multiplication asexuée peut atteindre la méduse :

* par scissiparité dans l’axe du manubrium ;
* par des bourgeonnements au niveau du manubrium.

**4\ Les Siphonophores.**

   
Les  
Siphonophores sont des animaux pélagiques où la colonie est constituée  
d’une association de plusieurs unités (cormidies). La cormidie est  
formée d’une association de polype polymorphiques.  
Cette colonie se  
développe à partir de la planula. Cette dernière ne se fixe pas : à son  
pôle antérieur se forme un nodule médusaire qui va constituer le  
pneumatophore (cavité sécrétant un gaz riche en azote, oxygène et  
argon) qui a un rôle de flotteur.  
La région postérieure s’allonge et forme un filament pêcheur et le tout premier gastrozoïte : c’est la larve siphonula.  
Entre  
le premier gastrozoïte et le pneumatophore, on trouve une zone de  
croissance (le nectosome) qui permet la formation des cormidies.  
La  
région antérieure du nectosome forme d’abord plusieurs bourgeons qui se  
différencient en cloches natatoires. Dans la région inférieure, les  
cormidies successives apparaissent.  
Une cormidie comprend des  
gastrozoïtes, des dactylozoïtes (rôle défenseur, avec un palpe  
allongé), un filament pêcheur riche en cnidoblastes, des gonozoïtes  
mais aussi des individus médusoïdes, capables de se différencier en  
n’importe quel type polypier.  
L’ensemble de la colonie est protégé par un bouclier. Exemple : *Halistemma*.  
Il existe d’autres types morphologiques :

* **Les Anectes (Chryslia)**  
  : le pneumatophore forme un flotteur très développé muni d’une carène.  
  Les cormidies sont directement fixées au flotteur et ne sont pas  
  protégées par un bouclier.
* **Les Chondrophorides (Vellela)**  
  : Ils utilisent le polymorphisme comme des organes : on trouve un seul  
  gastrozoïte central entouré par une zone concentrique de gonozoïtes,  
  eux-mêmes entourés de dactylozoïtes. Le flotteur est divisé en cloisons  
  remplies d’air. La zone de mésoglée est riche en réserves (le « foie  
  »). La partie supérieure forme une voile qui permet de dériver avec le  
  vent.

**III\ Les cténaires (= les Cténophores).**

Les cténaires sont marins et n’ont aucun lien phylétique avec les cnidaires. Ils sont pélagiques et carnivores.  
On  
trouve un type morphologique par espèce. Ils ont une double symétrie  
bilatérale : un plan tentaculaire et un plan pharyngien (le deux sont  
perpendiculaires).  
L’organisme type est le cydippe (son diamètre est  
compris entre 1,5 et 15 millimètres). Le pôle oral porte la bouche. Le  
pôle aboral porte un statocyste (organe d’équilibration).  
Ces  
cténaires ont également deux tentacules (qu peuvent atteindre 15  
centimètres). Ces derniers peuvent se rétracter dans des poches  
tentaculaires. A la surface du corps, on distingue huit rangées de  
palettes vibratiles (peignes ou cténidies). Leurs battements permettent  
le déplacement de l’animal.  
Les tentacules portent des cellules  
particulières : les colloblastes, qui sont constitués d’une masse de  
granules adhésifs et d’un prolongement cytoplasmique qui forme le  
filament spiralé. Le noyau, rectiligne, forme un filament droit. Quand  
cette cellule est excitée, elle sort de l’ectoderme où elle reste  
accrochée par le filament spiralé et se sert des granules adhésifs pour  
attraper la proie.  
Il existe deux autres formes anatomiques :

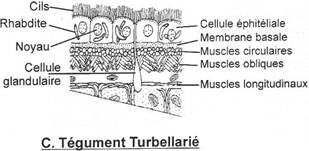
* **Les Tentaculés** (Cestus) : ce sont des cténaires dilatés latéralement dans le plan tentaculaire.
* **Les Atentaculés** (Beroe) : ils sont en forme de cloche avec une dilatation du pharynx.

**Chapitre 3 : Les Métazoaires triploblastiques.  
Acœlomates et Pseudo-cœlomates**  
  
  
Chez  
les métazoaires triploblastiques, il y a apparition du mésoderme  
(troisième feuillet embryonnaire) qui dérive de l’endoderme pendant le  
développement embryonnaire. L’ectoderme et l’endoderme ont des  
fonctions bien définies ; le mésoderme permet la différenciation  
d’organes internes (appareil excréteur, organes génitaux) dont la  
musculature qui permettra des mouvements orientés (locomotion). Il  
apparaît le déplacement dans une direction donnée : les animaux ont  
maintenant un avant et un arrière.  
***Apparition de la symétrie bilatérale.***  
La  
symétrie bilatérale remplace la symétrie radiaire des cnidaires ;  
l’animal a donc une région antérieure, une postérieure et une  
orientation dorso-ventrale. Cette symétrie existe à l’état embryonnaire  
mais peut disparaître chez l’adulte comme chez les oursins  
(pentaradiés) ou chez les gastéropodes.  
Cette symétrie bilatérale est un des principaux facteurs qui vont infléchir le cours de l’évolution animale.  
Le déplacement se fait tête vers l’avant.  
***La céphalisation.***  
La  
céphalisation est un développement des appareils sensoriels et du  
système nerveux : elle favorise la coordination des mouvements. Les  
organes sensoriels se regroupent dans la région antérieure, au  
voisinage d’un système nerveux principal (encéphale). C’est le  
développement de la tête s’il y a un « cerveau », des organes  
sensoriels et d’une bouche.  
Chez les triploblastiques, il existe  
deux groupes : les acœlomates et les cœlomates. Ces groupes sont  
différenciés par la structure du mésoderme:

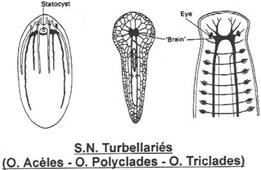
* Si lemésoderme donne un tissu épais, on se trouve chez les acœlomates.
* Si le mésoderme donne un tissu creux favorisant l’apparition de vésicules cœlomiques, on se trouve chez les cœlomates.

**I\ Les Acœlomates.**  
  
  
Le mésoderme vient remplir les espaces entre les organes : c’est un parenchyme.A\ Les Plathelminthes.  
  
Les  
plathelminthes sont les triploblastiques les plus primitifs. Ils  
présentent un aplatissement dorso-ventral avec, évidemment, l’existence  
des faces dorsale et ventrale. Le corps est organisé en deux  
territoires différents :

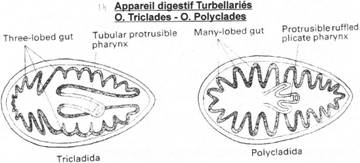
* La région céphalique, antérieure (fonctions sensorielles).
* La région postérieure, caudale.

Il  
n’y a pas d’appareil circulatoire vrai : donc, pas de sang. Il existe  
toutefois un liquide présent dans l’espace du parenchyme  
(l’hémolymphe).<>L’appareil respiratoire est absent : les  
échanges gazeux s’effectuent à travers le tégument de l’animal, ou  
bien, comme chez les parasites, il n’y aura pas d’échange gazeux.   
  
L’appareil  
digestif est soit incomplet, soit absent. S’il est incomplet, c’est  
qu’il lui manque l’anus : « appareil en cul de sac ». S’il est absent,  
les échanges seront possibles par osmose (pour les parasites).  
Les  
plathelminthes comprennent environ 50 000 espèces et peuvent être  
libres ou parasites. Il existe six classes mais nous n’en verrons que 4  
ici : Turbellariés (planaires), Trématodes (douves), Cestodes (ténia)  
et Monogènes (polystomiens).  
**1\ Les Turbellariés.**  
  
  
Les  
turbellariés sont essentiellement aquatiques (eau douce / marin) avec  
quelques formes terrestres (dans les forêts tropicales humides). Leur  
taille est souvent inférieure à 2 centimètres et peuvent  
exceptionnellement atteindre 60 millimètres.   
Ils sont libres et  
non segmentés. Ils présentent une région antérieure avec deux yeux>  
(ou plus) et des auricules. Ils ont une région spécialisée au moment de  
la reproduction.  
**α\ Le tégument.**  
  
   
L’épithélium  
des turbellariés est cilié, épidermique. Le battement des cils sur  
l’épithélium permet la locomotion. Sous cet épithélium, on trouve une  
membrane basale puis différentes couches musculaires (circulaire,  
oblique, longitudinale).  
Entre les couches musculaires, on distingue  
des cellules glandulaires qui peuvent émettre des digitations vers  
l’épithélium. Au niveau de la membrane basale, on a localement des  
cellules sensorielles.  
Les cellules épithéliales ont un petit  
corpuscule (rhabdite) à rôle encore inconnu. Elles produisent un mucus  
à l’extérieur de l’animal pour enrober les corps étrangers.  
Sous les couches musculaires, on a deux types cellulaires :

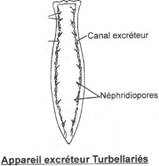
* Des cellules amiboïdes qui permettent les échanges respiratoires et nutritionnels.
* Des cellules étoilées qui baignent dans l’hémolymphe.

**β\ Système nerveux et organes sensoriels.**  
  
   
Les  
turbellariés sont les premiers animaux à posséder un système nerveux  
central bien défini. Ce système nerveux central comprend deux ganglions  
cérébroïdes réunis par une commissure du même nom. De ces ganglions  
partent les cordons nerveux latéraux (longitudinaux) et de nombreuses  
commissures transversales.  
Des nerfs sensitifs partent aussi en direction des yeux et des auricules.  
Au  
niveau des yeux est présent un tégument transparent qui permet l’entrée  
de la lumière. L’œil est composé d’une cupule tapissée de cellules  
pigmentées. Cette cupule concentre la lumière vers les cellules  
rétiniennes. L’œil a une disposition inversée.  
Les auricules ont un rôle tactile et parfois de préhension.  
Il existe cinq récepteurs :

* **Les tangorécepteurs**: ils ont un rôle tactile lors des contacts avec des surfaces solides.
* **Les rhéorécepteurs** : ce sont des cellules sensorielles appréciant les courants.
* **Les chémorécepteurs** : ils détectent les composés chimiques.
* **Les statorécepteurs**: ils ont un rôle dans l’équilibration.
* **Les photorécepteurs**: ils sont sensibles à la lumière.

***On ne trouve jamais les cinq types d’organes sensoriels à la fois dans le même animal.***  
Exemple  
de statorécepteurs : les statocystes. Ils ont la forme d’une vésicule  
avec un statolithe et autour, une cellule spécialisée : un lithocyste.  
**γ\ L’appareil digestif.**  
  
   
Un  
orifice (bouche) s’ouvre dans le 1/3 postérieur de l’animal. Cette  
bouche est suivie d’un pharynx d’origine ectodermique ; il est  
musculeux et peut être dévaginable. Après le pharynx, on a l’intestin,  
très volumineux, pouvant être ramifié.  
Il existe trois types de pharynx :

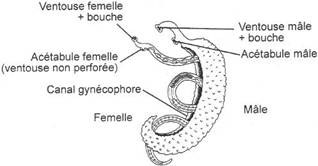
* **Le pharynx simple** : il est formé par une invagination de l’ectoderme (épithélium cilié) avec une fine paroi musculaire.
* **Le pharynx bulbeux**: il est toujours avec un épithélium cilié mais la musculature est plus développée que précédemment (pour la mastication).
* **Le pharynx plissé**: il est en forme de trompe dévaginable et rétractable, ce qui permet la capture de proies ou la succion de grosses proies.

Le rejet des excréments est précédé d’une entrée d’eau qui va être fortement expulsée alors qu’elle est chargée en excréments.  
**δ\ L’appareil excréteur**  
  
   
Les  
turbellariés sont les premiers animaux à posséder un appareil excréteur  
quoi que rudimentaire. Il est composé de deux canaux collecteurs  
latéraux longitudinaux. Ils collectent un réseau canaliculaire dense  
dans tout l’animal.  
A l’extrémité de toutes les canalicules, on  
trouve une cellule excrétrice rudimentaire : protonéphridie, d’origine  
ectodermique. Ce type de cellule est aussi appelé « cellules à flamme  
». Elles sont ciliées et c’est le battement de leurs cils qui pousse  
les déchets venant de l’hémolymphe dans des canaux collecteurs en  
direction des néphridiopores.  
Cet appareil excréteur sert aussi à  
sortir l’eau du corps pour maintenir l’équilibre osmotique. Tout cela  
est vrai pour les formes d’eau douce qui ont un grand besoin de  
régulation osmotique. Ce n’est pas vrai pour les formes marines.  
Le nombre de néphridiopores est différent selon le groupe de turbellariés (1, 2 ou plus).  
**ε\ L’appareil reproducteur et le développement.**  
  
  
Les turbellariés sont hermaphrodites.  
L’appareil  
sexuel mâle est composé de testicules fragmentés en follicules  
testiculaires drainés par deux spermiductes (ou canaux déférents) qui  
s’élargissent pour former les vésicules séminales à fonction de  
stockage des produits génitaux.  
Ces deux vésicules confluent pour  
former un pénis tubulaire et musculeux. Ce dernier débouche dans  
l’atrium génital, commun aux deux sexes.  
L’appareil sexuel femelle  
est constitué par deux ovaires en position antérieure, drainés par des  
oviductes (ou vitelloductes) où l’on trouve de nombreuses glandes  
vitellogènes qui produisent les cellules vitellines, cellules  
nourricières pour l’œuf.  
Lors de la reproduction, les gamètes mâles  
et femelles confluent vers l’atrium génital où il existe un réceptacle  
séminal (ou « bourse copulatrice ») qui favorise le mélange des  
gamètes. Toutefois, il n’y a pas d’autofécondation car ce sont des  
hermaphrodites protandres (la maturité sexuelle mâle arrive avant la  
maturité sexuelle femelle).  
Les œufs se retrouvent dans des cocons, par groupe de 4 à 6 où l’on trouve de nombreuses cellules vitellines.  
La segmentation de l’embryon est de type spirale. Le développement est direct, sans stade intermédiaire larvaire.  
**ζ\ La multiplication asexuée.**  
  
  
La multiplication asexuée peut se faire selon deux modalités :

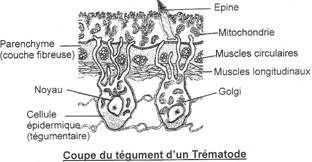
* **Par architomie**: il y a division d’un individu en deux puis régénération des parties manquantes.
* **Par paratomie** : il y a d’abord régénération puis division.

C’est  
l’architomie qui est la plus souvent rencontrée. Les capacités à  
régénérer les parties manquantes s’observent chez certains groupes  
comme dans le cas d’un découpage transversal. Un découpage longitudinal  
donnera un individu avec deux régions antérieures.  
**η\ Systématique.**  
  
  
La systématique est basée sur la forme et sur la structure de l’appareil digestif. On distingue :

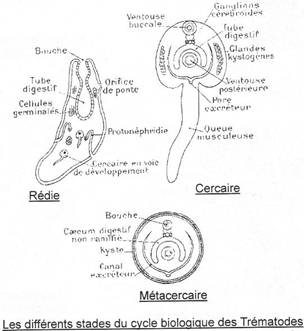
* **L’ordre des Acèles (ou Acœles)**  
  : l’appareil digestif est réduit. On y trouve la bouche ainsi qu’une  
  petite cavité buccale (il n’y a ni pharynx, ni intestin). Les formes de  
  cet ordre sont essentiellement marines.
* **L’ordre des Rhabdocèles** : ils ont une bouche, un pharynx et un intestin rectiligne simple.
* **L’ordre des Polyclades** : L’intestin est très développé et ramifié. Les ramifications sont rayonnantes par rapport au centre de l’animal.
* **L’ordre des Triclades** : L’intestin est formé de trois branches (une antérieure et deux postérieures). De plus, chacune des branches est diverticulée.  
  Chez  
  les triclades, on trouve les planaires au sens strict. On pourra  
  distinguer trois sous-ordres en fonction de l’écologie des espèces:
  + **Les Terricoles** sont terrestres.
  + **Les Maricoles** sont marins.
  + **Les Paludicoles** sont d’eau douce.

**2\ Les Trématodes.**  
  
   
Les  
trématodes sont des parasites internes de vertébrés. Leur cycle fait  
intervenir deux ou plusieurs hôtes : ce sont des hétéroxènes. Ils  
ressemblent aux turbellariés. Les grandes différences sont dues au  
parasitisme :

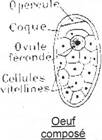
* Il y a perte de la ciliature de l’épithélium (pas de déplacement).
* Il  
  y a régression des organes des sens (en relation avec la perte de la  
  locomotion) : on va parler d’une « évolution régressive » observée chez  
  les trématodes.
* Il  
  y a développement d’organes de fixation qui sont souvent une ventouse  
  buccale antérieure et une ventouse ventrale ou « acétabulum ».

Les animaux à deux ventouses sont appelés « distomiens ».  
Le  
développement est indirect avec de nombreuses formes larvaires asexuées  
: il y a un développement emboîté chez les trématodes.  
**α\ Le tégument.**  
  
   
Le  
tégument des trématodes ressemble à celui des turbellariés. Ce tégument  
est recouvert par une cuticule avec des écailles ou des épines.  
La  
présence d’une cuticule a deux principales conséquences : le  
développement ciliaire est impossible sur l’épithélium ; la croissance  
est alors discontinue et est réalisée par mues successives.  
La  
cuticule a une lame basale. En dessous, on trouve un parenchyme et  
différents faisceaux musculaires (circulaires et longitudinaux). Sous  
cet ensemble, on trouve des cellules épidermiques qui peuvent émettre  
des diverticules jusqu’à la cuticule. Les cellules épidermiques n’ont  
pas de membrane cellulaire : c’est un tégument syncitial.  
**β\ Système nerveux.**  
  
  
Le  
système nerveux est concentré en arrière de la ventouse buccale. Sa  
structure est proche de celle des turbellariés, avec des ganglions  
cérébroïdes reliés par une commissure. Des terminaisons nerveuses  
partent vers l’avant et des cordons nerveux partent vers l’arrière.  
Différence  
: il y a absence d’organe des sens car les trématodes sont des  
parasites. Il leur reste quelques cellules sensorielles spécialisées.  
**γ\ L’appareil digestif.**  
  
  
La bouche est antérieure, terminale ou sub-terminal et s’ouvre au centre de la ventouse buccale.  
L’intestin est formé par deux branches (cæcum digestif), très ramifiées où vient s’accumuler le sang ingéré.  
Il n’y a pas d’anus.  
**δ\ L'appareil excréteur.**  
  
  
La  
structure de l’appareil excréteur est identique à celle des  
turbellariés (protonéphridien) avec un réseau caniculaire dense. Les  
canicules se réunissent en deux troncs principaux qui débouchent dans  
un réservoir terminal (« vessie ») qui s’ouvre à l’extérieur, par  
l’orifice excréteur (en position caudale).  
**ε\ L'appareil reproducteur.**  
  
  
Les trématodes sont hermaphrodites.

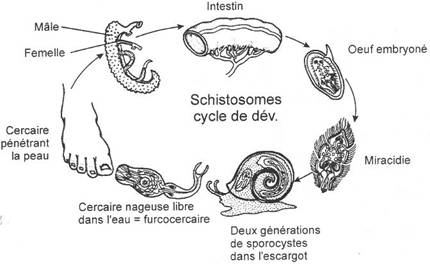
* **L'appareil mâle** :  
  Cet  
  appareil est formé de deux testicules (ou follicules testiculaires)  
  drainés par deux spermiductes qui convergent en une vésicule séminale  
  de stockage. De cette vésicule se différencie un pénis copulateur qui  
  fait saillie au niveau du gonophore (orifice mâle et femelle).
* **L'appareil femelle** :  
  L’appareil  
  femelle est relativement complexe. Les fonctions vitellogènes et  
  gamétogènes sont dissociées dans l’espace. Il gravite autour d’une  
  chambre (l’ootype) où arrive l’oviducte, venant d’un ovaire ramifié.  
  L’ootype reçoit un canal issu de la fusion des deux vitelloductes qui  
  amènent les cellules vitellines venant des glandes vitellogènes (très  
  ramifiées).

L’ootype  
reçoit aussi un utérus large et sinueux où les œufs commencent leur  
développement. Il y arrive en dernier un canal vertical (canal de  
Laurer) à fonction non définie.  
La fécondation se fait par accolement réciproque.  
L’œuf  
fécondé est entouré d’une coque et accompagné de nombreuses cellules  
vitellines. La reproduction s’effectue au niveau de l’hôte  
intermédiaire (pendant le cycle). Un œuf donnera alors de nombreux  
individus.  
**ζ\ Le cycle parasitaire.**  
  
  
Ce  
cycle comporte de nombreux stades : on parle alors de « développement  
emboîté ». Les diverses formes larvaires viennent du cycle théorique  
des trématodes (plusieurs stades larvaires avant le stade adulte).   
L’œuf  
a une coque qui possède un opercule apical (et des cellules  
vitellines). L’éclosion donne une petite larve ciliée (larve  
miracidium) avec un cerveau rudimentaire (glandes céphaliques), deux  
protonéphridies et un grand nombre d’amas de cellules germinales. C’est  
un stade libre qui peut infecter un animal (mollusque). Il y a alors  
enkystement dans la glande digestive du mollusque : on passe au stade  
sporocyste. Cette dernière forme a la forme d’un sac à paroi souple  
avec des amas de cellules germinales qui vont se multiplier et donner  
naissance à un troisième stade larvaire (la rédie). Un sporocyste  
contient de nombreuses rédies. Ces rédies ont deux devenirs possibles :

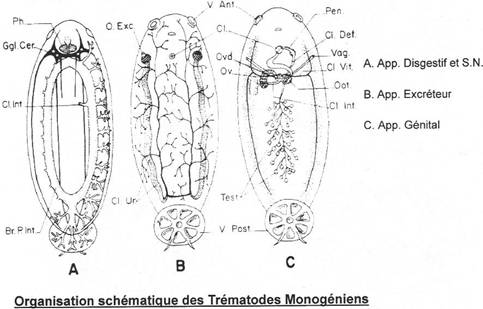
* **donner des cercaires**, ce qui est le 4ème stade larvaire,
* ou **donner des rédies filles**, ce qui permet une multiplication du nombre de rédies.

Le  
stade cercaire possède, comme l’adulte, deux ventouses (dont une  
antérieure buccale), un cerveau rudimentaire et un appareil digestif à  
deux branches.  
A ce stade, il y a sortie de l’hôte intermédiaire  
puis enkystement qui donne la forme métacercaire : c’est le stade  
infectant de l’hôte définitif, qui donnera l’adulte.  
Un œuf donnera de nombreux individus grâce aux diverses multiplications larvaires asexuées du cycle.     
*Exemple*: la petite douve du foie, *Dicrocœlium dendriticum*.  
Cette  
douve vit dans les canaux biliaires du mouton. L’adulte mesure environ  
10 millimètres de long et 2 à 3 millimètres de large. Il existe deux  
hôtes intermédiaires :

* **Un gastéropode terrestre** (*Hélix*)
* et **une fourmi** (*Formica*).

Les  
œufs sont rejetés avec les excréments du mouton, mangés par un  
gastéropode (avec une coquille blanche à bandes brunes). A l’automne,  
il y a éclosion des œufs àlarve miracidium mobile). Ces larves se  
dirigent vers la glande digestive où elles s’enkystent en sporocystes.  
Ces derniers donnent des cercaires (il n’y a pas de stade rédie). Les  
cercaires sortent du gastéropode pour être avalés par une fourmi. Il va  
y avoir enkystement dans la cavité générale des fourmis : c’est le  
stade métacercaire. Les fourmis vont alors avoir un comportement  
parasité et grimper sur des brins d’herbe pour être avalées par un  
mouton.  
La petite douve peut infecter l’Homme par ingestion de foie de mouton mal cuit, mais c’est une infestation accidentelle.  
*Exemple*: La grande Douve du foie, *Fasciola hepatica*.  
L’adulte  
se trouve dans le foie de mouton. L’hôte intermédiaire est un  
gastéropode aquatique (Limnée) infesté par le stade miracidium (qui est  
libre et nageur dans le milieu aquatique).  
La larve miracidium, par  
enkystement en sporocyste, donne des rédies. Selon les conditions de  
température, les rédies ont deux devenirs possibles : si l’eau a une  
température supérieure à 25°C, elles redonnent des rédies (rédies  
filles) ; si la température est inférieure à 25°C, on passe au stade  
cercaire.  
Le stade cercaire se fixe et s’enkyste en métacercaire sur  
les plantes aquatiques comme le cresson. Si l’Homme consomme des  
végétaux souillés, il peut être contaminé et être atteint de  
distomatose. Toutefois, l’Homme n’est pas indispensable au cycle de  
Fasciola.  
*Exemple*: la douve pulmonaire.  
Cette douve  
provoque des bronchites sanglantes ressemblant à la tuberculose ou à la  
pneumonie. Son cycle fait intervenir : l’Homme, un mollusque (*Melania*) et un crabe (*Potamon*).  
Le  
mollusque est le lieu de développement de stades larvaires, jusqu’au  
stade cercaire. Le crabe permet le passage du stade cercaire au stade  
métacercaire.  
*Exemple*: Schisostome (bilharziose).   
Ici,  
les sexes sont séparés. Les adultes vont dans le système veineux des  
mammifères. Il y a dimorphisme sexuel important : le mâle possède un  
canal gynécophore, une gouttière dans laquelle la femelle s’installe  
pendant l’accouplement.  
L’hôte intermédiaire est un mollusque où la  
larve miracidium donne un sporocyste puis le stade cercaire (nageur)  
qui sera libéré. Les furocercaires vont contaminer l’Homme en pénétrant  
par la peau lors d’une baignade (15 minutes sont nécessaires pour qu’un  
furocercaire rentre complètement).  
Dans ce cycle, il y a absence des  
stades rédies et métacercaires : c’est une diminution des formes  
larvaires. Le cycle devient plus rapide avec moins d’évènements  
hasardeux

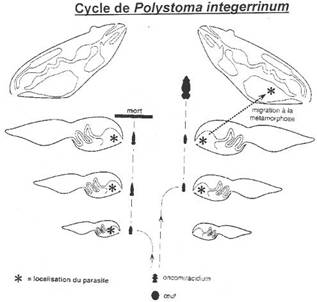
**3\ Les Monogènes (= Polystomiens).**

   
Les  
monogènes sont des parasites monoxènes et monogéniens (une seule forme  
larvaire). Selon les espèces, on peut avoir des parasites externes de  
poissons, de crustacés, de céphalopodes ou de batraciens. Généralement,  
ce sont des parasites provoquant peu de dommages. Ils sont surtout  
dangereux pour les élevages intensifs.

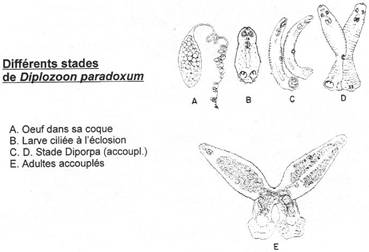
**α\ Morphologie.**

La  
bouche est antérieure ou ventrale. Il y a plusieurs ventouses : la  
ventouse antérieure est appelée « cotylophore » ; les autres ventouses  
sont postérieures, accompagnées de crochets.  
On note la présence d’un canal génito-intestinal servant à évacuer le trop plein de cellules vitellines.

**β\ Exemple : *Polystoma integerrinum*.**

C’est  
un parasite de la grenouille rousse (Rana temporaria). Il y a un  
synchronisme entre les cycles biologiques de ces deux espèces  
(certaines phases du cycle sont conjointes). Au moment de la  
reproduction (ponte) de la grenouille, les Polystoma adultes pondent  
des œufs dans les urines (et sont évacués en milieu aquatique).  
Ces œufs donnent une larve ciliée nageuse ; un oncomiracidium qui peut se fixer sur les têtards de grenouille rousse.  
Si  
le têtard a plus de 10 jours, la larve gagne l’appareil digestif du  
têtard et va atteindre la vessie pour donner un adulte. L’adulte est  
apte à se reproduire au bout de trois ans, comme les batraciens.  
Si la larve rencontre un têtard de moins de 7 à 10 jours, la suite du cycle parasitaire ne peut avoir lieu : pas d’infestation.  


**γ\ Exemple: *Diplozoon paradoxum*.**

   
L’adulte  
se fixe sur les branchies d’un poisson d’eau douce (Cyprinidés). Le  
parasite présente une espèce constituée de la fusion de deux individus  
où chacun est incapable de survivre isolément.  
Les larves sont  
aspirées par les poissons et se fixent sur les branchies. Elles y  
subissent une métamorphose qui différencie une ventouse circulaire dans  
la partie médiane ventrale (de la larve) et un petit bouton sur la face  
dorsale, formé par un soulèvement de la cuticule. Ce sont des larves  
diporpas qui se nourrissent du sang du poisson pendant plusieurs  
semaines. La suite du développement se fait si deux larves entrent en  
contact l’une avec l’autre. L’accolement se fait par la ventouse qui  
attrape le bouton, chez l’un comme chez l’autre.  
Si l’accolement se  
fait, il y a fusion de ces larves au niveau de leurs points d’attache :  
c’est une anastomose entre les deux intestins ; la nourriture ingérée  
par l’une est alors utilisable par l’autre. Il y a aussi fusion des  
conduits sexuels mâles et femelles.  
**Les deux individus sont définitivement accouplés**. La fusion met en connexion les canaux déférents de l’un avec le vagin de l’autre : c’est une fécondation réciproque croisée.

**4\ Les Cestodes (classe).**

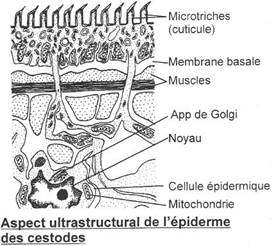
Les  
cestodes sont des parasites du tube digestif de vertébrés supérieurs.  
Leur corps est aplati, segmenté, plus ou moins rubané. Ce sont des  
animaux généralement longs : 12 à 20 centimètres pour les plus grands.  
Ils n’ont ni tube digestif ni appareil respiratoire.

**α\ Morphologie.**

Le corps est divisé en trois parties :

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

**β\ Le tégument.**

   
Le  
tégument est composé d’une cuticule épaisse permettant une protection  
face aux enzymes digestives de l’hôte. Cette cuticule est recouverte  
par des microtriches (épines). Elle repose sur la membrane basale. En  
dessous, on observe deux couches musculaires : une couche musculaire  
circulaire externe et une couche musculaire longitudinale interne. Sous  
les muscles, on trouve des cellules épidermiques profondes gardant des  
relations avec les couches superficielles du tégument.

**γ\ Le système nerveux.**

Le  
système nerveux est situé dans le scolex et est constitué de deux  
ganglions cérébroïdes présentant des prolongements antérieurs et  
postérieurs.  
Les prolongements antérieurs s’unissent par une commissure circulaire où se situent deux ganglions dorsaux et deux ventraux.  
De chaque ganglion part un cordon nerveux, à l’intérieur du strobile.  
Vers l’arrière, on trouve une commissure avec deux ganglions latéraux d’où partent deux cordons latéraux dans le strobile.  
A  
l’extrémité postérieure des proglottis, on a une liaison (commissure)  
qui relie les six cordons nerveux avec les deux ganglions.  
Il n’y a pas d’organe sensoriel différencié mais de nombreuses terminaisons nerveuses aboutissent à la cuticule.

**δ\ L'appareil excréteur.**

Cet appareil excréteur est composé de 4 canaux excréteurs tout le long du strobile : deux ventraux et deux latéraux.  
Dans  
la région postérieure de chaque proglottis, on a une anastomose qui  
réunie les canaux ventraux. Ils débouchent à l’extérieur, au niveau du  
dernier proglottis du strobile alors que les canaux dorsaux  
s’atrophient avant d’atteindre l’extrémité du strobile.

**ε\ L’appareil reproducteur.**

L’appareil  
reproducteur rappelle celui des trématodes ; il y a hermaphrodisme. Un  
pore génital est commun aux deux sexes : c’est l’atrium génital.  
L’hermaphrodisme est protandre. On trouve les appareils mâle et femelle  
dans le même proglottis.   
Les proglottis antérieurs porteront l’appareil mâle.  
Les proglottis moyens auront un appareil mâle et un appareil femelle bien développé.  
Les  
proglottis âgés auront un appareil mâle dégénéré et un développement  
important de l’utérus qui se ramifie et va contenir de nombreux œufs en  
développement (5000 œufs par utérus).

**ζ\ Classification.**

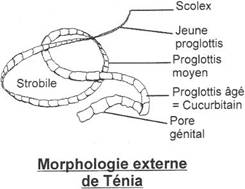
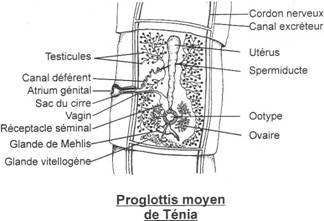
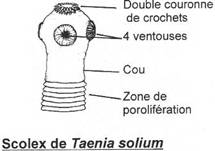
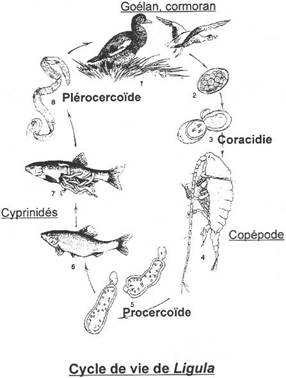
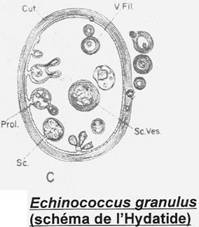
La  
classification des cestodes est réalisée à partir de la structure du  
scolex, de l’appareil génital et sur les particularités du cycle  
parasitaire. On distingue deux sous-classes :

* **Les Cestodaires** : ils n’ont pas de scolex.
* **Les Eucestodes** : ils possèdent un scolex. Cette sous-classe regroupe deux ordres :
  + **L’ordre des Cyclophyllidiens**. Le scolex possède quatre ventouses avec des fibres musculaires radiaires.
  + **L’ordre des Pseudophyllidiens**. Le scolex présente deux dépressions (pseudobothridies), une dorsale et une ventrale. La musculature est peu différenciée.

**η\ Développement.**

Les  
cestodes sont dans le tube digestif de leur hôte définitif et s’y  
nourrissent par osmose et n’ont donc pas de tube digestif : ce sont des  
« osmotrophes ». Ils n’ont pas d’appareil respiratoire car ils ont une  
vie en anaérobiose.  
Pour pouvoir réaliser tout leur cycle de  
développement, ils se sont glissés dans la chaîne alimentaire. Ils ont  
un grand pouvoir reproducteur ; ils sont composés d’un grand nombre de  
segments (proglottis) formés par strobilation, ce qui est assimilable à  
une reproduction asexuée (fournie par des entités reproductrices  
complètes).  
   
Les proglottis présentent un hermaphrodisme protandre  
La  
fécondation est réalisée quand un repli de l’animal met en relation des  
proglottis de sexe différent. A la suite de la fécondation, les  
cucurbitains donnent des millions d’œufs. Toutefois, tous les cestodes  
ne sont pas aussi féconds : de petites espèces compensent leur faible  
nombre d’œufs par une multiplication asexuée à l’état larvaire.  
Un  
œuf fécondé donnera par divisions, un embryon entouré de 3 ou 4  
blastomères. Le tout est entouré d’une coque. L’embryon développe trois  
paires de crochets : c’est la larve hexacanthe enveloppée par une coque  
(embryonophore). Embryonophore + embryon hexacanthe = oncosphère. Cette  
dernière peut être aquatique et libre et elle sera appelée larve  
coracidium.  
Le cycle de développement ne se poursuit que si le stade  
oncosphère est ingéré. Les sucs digestifs détruisent la coque, cassent  
l’embryonophore et libèrent l’embryon. Ce dernier se fixe par les  
crochets, perfore l’épithélium et se dirige vers la musculature par la  
voie sanguine. Une fois dans les muscles, il y a perte des crochets. Il  
se forme alors une invagination qui donnera le futur scolex : c’est un  
cysticerque.  
Le stade cysticerque est infestant. S’il rencontre un deuxième hôte, il se transforme en procercoïde puis en plérocercoïde.  
Le  
cysticerque est une vésicule sphérique, creuse, avec un scolex  
invaginé. Pendant sa phase d’attente, le cysticerque s’enkyste dans les  
muscles.  
La larve procercoïde est une larve allongée, dépourvue de  
cavité interne. Son corps présente une constriction délimitant deux  
parties : à l’avant, on a la future larve et la partie postérieure  
dégénère.  
La larve plérocercoïde possède le scolex du vers adulte et  
un débutde segmentation. Le corps est allongé (plusieurs millimètres de  
long), d’une couleur blanchâtre qui est due à la présence de particules  
calcaires dans le parenchyme.

**θ\ Cycles.**

* *Tænia saginata*.  
    
  Ce  
  vers mesure de 4 à 12 mètres de long et sa durée de vie atteint 30 ans  
  et même plus. Son scolex est dépourvu de crochets mais il possède  
  quatre ventouses.   
  Les pores génitaux sont disposés irrégulièrement  
  à droite ou à gauche le long du strobile. Les cucurbitains sont libérés  
  au rythme d’une quinzaine par jour, de manière passive ou active (ils  
  peuvent forcer le sphincter anal du sujet parasité). Les cucurbitains  
  ont un utérus très ramifié (20 à 35 digitations chez le saginata). Dans  
  chaque cucurbitain, on peut trouver jusqu’à 80 000 œufs.  
     
  Les  
  stades cysticerques se rencontrent dans la musculature des bovidés  
  (c’est alors le Cysticercus bovis). L’infestation est possible par  
  ingestion de viande de bœuf crue ou pas assez cuite.
* *Tænia solium*.  
    
  Ce  
  vers peut mesurer jusqu’à trois mètres de long (soit » 1000  
  proglottis). Le scolex possède une double couronne de crochets. Les  
  pores génitaux alternent régulièrement le long du strobile. La  
  fécondation se fait par un repli du strobile sur lui-même.  
  Les cucurbitains se détachent par groupe de 5 ou 10 de façon passive. L’utérus comprend entre 10 et 12 digitations.  
  Les  
  formes larvaires sont dans la musculature du porc (cœur et langue). Les  
  cysticerques sont appelés « Cysticercus cellulosae ».  
  L’infestation  
  est réalisée en mangeant de la viande de porc crue ou pas assez cuite.  
  Le vers devient adulte en trois mois. L’Homme peut s’infester lui-même  
  en ingérant des oncosphères par l’intermédiaire de mains souillées ou  
  de remontée de cucurbitains dans l’estomac. C’est la cysticercose :  
  cette maladie peut atteindre le cerveau ainsi que les organes  
  sensoriels tels que les yeux.
* *Bothriocéphale* : *Diphyllobothrium latum*.  
  Ce  
  vers peut atteindre 2 à 8 mètres et même parfois, 20 mètres. Le scolex  
  est ovoïde et porte deux pseudobothridies (c’est un pseudophyllidé). On  
  y trouve entre 3000 et 4000 anneaux avec un pore génital en position  
  médiane. Les adultes se trouvent dans l’intestin de l’Homme, du chat,  
  du chien, du renard. Les oncosphères sont éliminées avec les selles.  
  La  
  larve est ciliée, nageuse à larve coracidium. Ce stade larvaire va être  
  avalé par un crustacé du genre copépode dans l’intestin duquel il perd  
  sa ciliature et puis, pénètre dans la cavité générale. C’est alors une  
  larve procercoïde.  
  Le développement s’arrête et la larve vit aussi  
  longtemps que le crustacé. Si ce dernier est capturé par des poissons  
  carnassiers, le cycle continue. Si le copépode est ingéré par un  
  poisson non carnassier, le cycle est bloqué et ne pourra reprendre que  
  si la larve se retrouve finalement dans un poisson carnassier.  
  Dans  
  l’estomac du poisson carnassier, les larves entrent dans la paroi et  
  vont se loger dans la musculature (surtout dans les flancs). Du stade  
  procercoïde, on passe ou stade plérocercoïde qui est infestant pour  
  l’Homme. Si cette dernière larve est mangée par un hôte définitif, elle  
  donnera le stade adulte assez rapidement.  
  Dans certains cas, le  
  poisson carnassier peut être mangé par un autre poisson : les larves  
  pleurocercoïdes ne restent alors pas dans l’estomac mais partent dans  
  les viscères du dernier poisson. Là, elles pourront survivre pendant  
  plusieurs années, sans grandir ni se différencier. Le cycle continue si  
  ce poisson est mangé par un poisson carnassier…
* La Ligule intestinale : *Ligula intestinalis*.   
  La  
  ligule adulte se trouve dans l’intestin d’oiseaux aquatiques piscivores  
  (comme les cormorans ou les canards). Le premier hôte intermédiaire est  
  un crustacé copépode. Le deuxième hôte intermédiaire est un poisson  
  cyprinidé. C’est dans la cavité abdominale de ces poissons que les  
  larves se rencontrent. Elles peuvent atteindre plus de 25 centimètres  
  de long et il peut y avoir plusieurs larves dans un même poisson. Il va  
  se produire une déformation importante de la partie ventrale : le corps  
  s’alourdie et la capacité de nage s’en trouve diminuée. Ces poissons  
  deviennent plus faciles à attraper par les oiseaux.  
  Ce parasitisme entraîne une stérilisation des poissons car il n’y a plus d’espace libre pour le développement des gonades.  
  
* *Tænia multiceps*.  
  Ce  
  tænia vit dans l’intestin grêle. Sa forme larvaire est localisée dans  
  le cerveau de mouton (c’est la forme cénure) dont la taille est celle  
  d’un œuf de poule (6 à 8 centimètres). La présence de cette larve  
  provoque des troubles de la mobilité : c’est la maladie du tournis.   
  C’est  
  sur la forme larvaire que vont bourgeonner de nombreux scolex, au  
  niveau de la membrane proligère. La formation de nombreux scolex  
  s’apparente à une multiplication asexuée.
* Tænia échinocoque : *Echinococcus granulus*.  
     
  On  
  trouve ce vers chez les canidés. Il peut mesurer 3 à 4 centimètres de  
  long ; il possède une double couronne de crochets et 3 à 5 proglottis  
  pour le strobile. Les deux premiers proglottis sont en cours de  
  maturation ; le troisième possède des organes génitaux formés ; les  
  deux derniers contiennent des œufs fécondés.  
  Les cucurbitains  
  renferment chacun 300 à 800 œufs. Ces derniers sont libérés avec les  
  excréments, puis ingérés par des herbivores. L’Homme peut être  
  contaminé accidentellement par l’intermédiaire de crudités souillées ou  
  bien, s’il touche un chien ayant portant le parasite (prurit anal).   
  Le  
  vers traverse la paroi intestinale et rejoint le foie de l’herbivore et  
  là, se différencie en une boule de 20 centimètres de diamètre : le  
  stade hydatide. Ce stade se développe lentement : 16 mois chez les  
  ovins et les bovins ; 18 mois à 30 ans chez l’Homme. Dans l’hydatide,  
  il y a un bourgeonnement de scolex à partir de la membrane interne  
  (proligère) : on peut arriver à 400 000 scolex par centimètre cube.  
  Chez l’Homme, il y a besoin d’une intervention chirurgicale. Les plus  
  grands foyers de développement sont les lieux d’élevage intensif de  
  mouton.
* *Echinococcus multilocularis* (*Echinococcus alveolaris*).   
  Ce  
  vers est un parasite du renard (hôte définitif). L’hôte intermédiaire  
  est le campagnol. L’Homme peut être hôte intermédiaire s’il consomme  
  des baies sauvages souillées. Il existe une forme hydatide (dans le  
  foie) qui provoque des nécroses hépatiques très graves.  
  Chez l’Homme, cette maladie est l’échinococcose alvéolaire ; 200 cas étaient recensés en France, vers 1980.
* *Diphylidium cannium* (cyclophyllidés).  
  C’est  
  un vers dont la taille varie entre 50 et 80 centimètres. L’adulte est  
  dans l’intestin de chien. L’œuf se développe quand il est avalé par des  
  larves de puces.  
  La puce subit des mues ou des métamorphoses et le chien se contamine en ingérant des puces adultes.

**II\ Les Pseudocœlomates.**

Les  
pseudocœlomates ont leurs organes situés dans une cavité corporelle qui  
a des avantages réels. Celle-ci est appelée cavité viscérale ou  
primaire. Toutefois, le mésoderme ne participe que partiellement à la  
délimitation de cette cavité (du coté externe uniquement).  
La cavité renferme quelques cellules amiboïdes. Le tube digestif et les gonades sont suspendus dans cette cavité.  
On  
définit sept embranchements dont trois qui seront étudiés en cours :  
les Nématodes, les Nématomorphes et les Rotifères. Anciennement, les  
nématodes et les nématomorphes composaient le groupe unique des  
némathelminthes.   
Les pseudocœlomates ont tous un plan d’organisation et des caractères semblables :

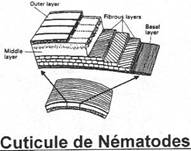
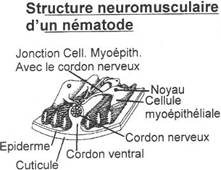
* + Ils sont tous plus ou moins vermiformes.
  + Leur corps est recouvert d’une cuticule.
  + La paroi du corps ne possède pas de couches musculaires circulaires et transversales.
  + La  
    paroi du tube digestif est généralement simple (cellules épithéliales  
    sur une couche) avec parfois une couche musculaire autour de la paroi.
  + Il n’y a ni système respiratoire ni système circulatoire.
  + Le système excréteur est le plus souvent protonéphridien.
  + Les pseudocœlomates présentent un cloaque où débouchent les systèmes digestif, urinaire et génital.

Toutefois, les nématodes femelles ont un gonopore séparé.  
La  
plupart des pseudocœlomates présente un nombre défini de cellules dans  
chaque organe. à C’est l’eutélie. La croissance se fait grâce à  
l’augmentation du volume cellulaire et non du nombre de cellules. On  
pourra fréquemment observer des cellules géantes.  
Toutefois, cette tendance limite les possibilités de régénération. En fait, cette tendance a été étudiée chez *Cœnorhobditis elegans*  
(génétiquement très connu, comme la drosophile) et il a été montré un  
même complexe de gènes homéotiques que chez la drosophile, la souris et  
l’Homme (HOM/HOX).  
A\ Les Nématodes (semblables à un fil).  
Chez  
les nématodes, on observe l’absence totale de cellule flagellée ou  
ciliée (même chez les spermatozoïdes). Les spermatozoïdes sont ronds ou  
coniques et se déplacent grâce à des mouvements amiboïdes.  
Il existe  
plusieurs dizaines de milliers d’espèces (80 000) mais elles sont  
difficiles à identifier. Les nématodes sont souvent parasites de  
végétaux ou d’animaux (dont l’Homme) et provoquent des nématodoses  
(dangereuses).  
D’un point de vue écologique, on les trouve sous  
toutes les latitudes (des glaciers jusqu’aux sources thermales) et ils  
présentent une grande uniformité structurale.

**1\ Morphologie**

Les  
nématodes sont des vers blancs à section circulaire, effilés aux deux  
extrémités Les mâles ont une taille comprise entre 12 et 15 centimètres  
alors que les femelles sont bien plus grandes. La bouche s’ouvre à  
l’extrémité antérieure et est entourée de trois lèvres (une dorsale et  
deux ventrales) portant des soies céphaliques à rôle sensoriel.  
La  
femelle a une extrémité postérieure qui porte l’anus. Le mâle a une  
extrémité postérieure enroulée ventralement, en crosse, et qui porte,  
en position sub-terminale, un orifice sub-cloacal où l’on trouve des  
spicules sexuels copulateurs.   
La femelle présente une constriction  
annulaire dans le tiers antérieur du corps et c’est à ce niveau que  
s’ouvre l’orifice génital ventral.  
Lors de l’accouplement, le mâle enroule sa crosse autour de la femelle, dans le tiers antérieur.

**2\ Tégument.**

   
L’épiderme  
est recouvert par une cuticule épaisse, imperméable, pouvant avoir  
jusqu’à neuf couches cellulaires (dont trois couches de fibres obliques  
croisées). Ces fibres permettent de résister à la très forte pression  
interne car ils n’ont pas de musculature interne. Cette cuticule limite  
aussi les pertes par évaporation.  
Sous la cuticule se trouve  
l’épiderme avec deux épaississements longitudinaux (un dorsal et un  
ventral) où sont localisés les cordons nerveux (un dorsal et un  
ventral). Latéralement (à gauche et à droite) on trouve deux gouttières  
au niveau desquelles on a les canaux excréteurs.  
   
Le  
mésoderme est représenté par des cellules myo-épithéliales. Elles sont  
implantées dans le feuillet ectodermique externe ; elles vont définir  
la paroi externe de la cavité primaire (ou cavité viscérale) è la  
somatopleure.   
Ces cellules sont sur une assise et forment quatre  
champs musculaires (deux dorsaux et deux ventraux). Ces champs sont  
délimités par quatre cordons (un dorsal, un ventral, un à droite et un  
à gauche). Ces cellules différencient des myofibrilles du côté de  
l’épiderme : c’est un dispositif original car d’habitude, ce sont les  
nerfs qui envoient des fibrilles vers les organes. La contraction de  
ces cellules donnera uniquement des enroulements.

**3\ Les organes des sens.**

Il existe des organes classiques mais aussi :

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

Les organes sensoriels permettent de distinguer deux sous-groupes.

**4\ Le système nerveux.**

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

**5\ L’appareil excréteur.**

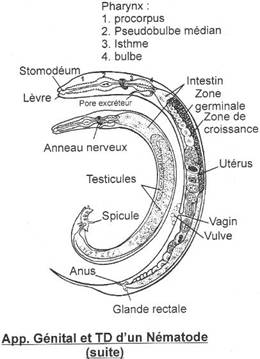
L’appareil excréteur ne porte pas de protonéphridie. On a deux types distincts :

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

**6\ L’appareil digestif.**

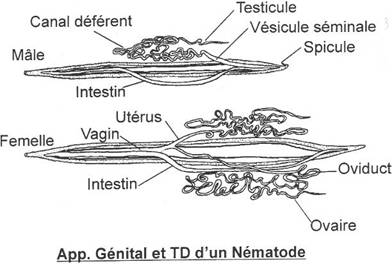
L’appareil digestif est pratiquement rectiligne et comporte cinq éléments principaux :

* + La bouche (en position terminale avant) est entourée par trois lèvres hémisphériques (une dorsale et deux ventrales).
  + La  
    cavité (ou capsule) buccale est tapissée par une mince couche  
    cuticulaire ; l’organisation est fonction du comportement alimentaire  
    des différentes formes. Cette capsule buccale peut être armée de dents,  
    denticules ou râpes. Chez les nématodes marins les plus primitifs,  
    quatre formes existent :
    - Forme simple sans armature : elle permet l’absorption de nourriture liquide.
    - Forme conique sans armature : on la trouve chez les nématodes microphages.
    - Forme  
      à armature réduite (denticules ou râpes) : elle est présente chez les  
      mangeurs d’algues ou chez certaines formes mégalophages (qui mangent de  
      tout).
    - Forme à armature développée : existe chez les nématodes prédateurs.
  + Le  
    pharynx est musculeux à parois épaisses, tapissé d’une couche  
    cuticulaire. C’est à ce niveau que l’on trouve des glandes à fonction  
    anti-coagulantes (pour les formes parasites de vertébrés).
  + L’intestin est droit et mince (une seule couche cellulaire endodermique).
  + Le  
    rectum est d’origine ectodermique car il est tapissé d’une couche  
    cuticulaire. Les femelles ont un rectum terminé par un anus qui s’ouvre  
    en position sub-terminale. Chez le mâle, le rectum débouche dans un  
    cloaque où l’on trouve les spicules copulateurs. C’est ici que  
    s’ouvrent les canaux déférents.

   
Les  
nématodes ingèrent souvent de la nourriture liquide, et, pour se faire,  
il existe chez eux, un dispositif pouvant contrebalancer leur pression  
interne importante. Ce dispositif est présent au niveau du pharynx et  
terminé par une valve. Au milieu du pharynx, on a une sorte de pompe  
pharyngienne :

* + D’abord, la partie antérieure se dilate : il y a aspiration de liquide; la valve terminale est fermée.
  + Ensuite,  
    le pharynx se contracte : la partie antérieure va avoir un diamètre  
    plus petit ; la valve postérieure s’ouvre et le liquide passe par cette  
    valve.

**7\ L’appareil génital.**

   
Les nématodes sont des animaux gonochoriques.  
**L’appareil mâle** :  
Cet  
appareil est constitué d’un testicule tubulaire, filiforme, très long  
(1 mètre ou plus). Il est entouré sur lui-même et autour de l’intestin.  
Ce testicule se renfle dans la portion terminale et forme la vésicule  
séminale qui stocke les spermatozoïdes. Cette vésicule débouche dans le  
cloaque.  
**L’appareil femelle** :  
L’appareil femelle  
est composé de deux ovaires tubulaires filiformes (un à deux mètres).  
Ces ovaires se transforment ensuite en oviductes puis en utérus bien  
développés. Ils vont se rejoindre pour donner le vagin qui est beaucoup  
plus grêle. Il aboutit à l’orifice génital femelle (dans le tiers de la  
partie antérieure, ventral).  
Les femelles fécondées pondent de 70 000 à 240 000 œufs par jour pendant 12 à 18 mois.  
La fécondation est toujours croisée et interne grâce aux stylets copulateurs du mâle.  
Les œufs sont pondus à différents stades selon l’espèce. La ponte peut donner :

* + Des œufs non segmentés.
  + Des œufs à segmentation débutée.
  + Des œufs à embryon complètement formé.

Il existe une exception au gonochorisme des nématodes chez le genre *Rhabdite* : l’hermaphrodisme est protandre, avec autofécondation.  
La  
cuticule externe oblige l’accroissement à se faire par mues successives  
(en général, il y a quatre mues dans la vie d’un animal).

**8\ Les grands groupes de nématodes.**

On distingue deux principaux groupes :

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

**9\ Ecologie et éthologie des formes libres.**

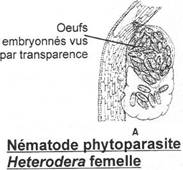
Les  
formes libres représentent la moitié des nématodes. On les rencontre  
dans la plupart des habitats (eau douce, eau de mer, sol humide,  
mousse, matière organique en décomposition).  
Souvent, les nématodes pullulent :

* + Dans les fruits pourris des vergers : on trouve plusieurs milliers d’individus d’espèces différentes.
  + Dans  
    les milieux hostiles au développement de la vie. Exemple : l’anguille  
    du vinaigre (Anguillula) se développe dans le vinaigre, avec 6 à 7%  
    d’acide acétique pur. Elle se nourrit du cadavre des bactéries  
    acétiques, responsables de la fermentation. Elle supporte des pH allant  
    de 2,5 à 11,5.

**10\ Ecologie et éthologie des formes parasites.**

Généralement,  
en cas de parasitisme, il y a des modifications structurales  
importantes et présence d’une reproduction asexuée possible à l’état  
larvaire.  
Ces modifications ne se voient pas chez tous les  
nématodes. Le développement des formes libres ou parasites est  
identique. Les parasites vont s’attaquer aux végétaux ou aux animaux.

**a\ Les parasites de végétaux.**

   
Ces  
nématodes sont des destructeurs redoutables des végétaux cultivés. Ils  
provoquent l’interruption de la croissance de la plante, une castration  
(par suppression des fruits et des graines), entraînent l’apparition de  
galles spécifiques. Les galles sont des kystes sur les tiges ou sur les  
racines où vivent les femelles qui se nourrissent de cellules géantes,  
produites par la plante parasitée.

**b\ Les parasites d’animaux.**  
  
  
**Exemple 1 : *Enterobius vermicularis*.**

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

**Exemple 2 : *Trichurus trichuria* (monoxène).**

Ces  
vers sont des parasites des cæcums digestifs. Ils ont une partie  
antérieure effilée, implantée dans la muqueuse digestive des mammifères  
(la partie postérieure est libre). Ce sont des hématophages. Une  
centaine d’individus consomment 50 millilitres de sang par jour.  
Les  
œufs pondus ne donnent pas directement des larves (en restant à  
l’intérieur). Pour la suite de leur développement, un séjour de trois  
semaines à l’extérieur est obligatoire.  
La durée de vie de l’adulte  
est de cinq ans. Les femelles donnent 10 000 œufs par jour et  
l’infestation se fait par l’intermédiaire de boissons et de légumes mal  
lavés.  
Les œufs donnent des adultes en un mois.

**Exemple 3 : *Ascaris*.**

Les larves d’ascaris font d’importants déplacements dans l’organisme parasité : migration dans l’hôte (à cycle avec migration).  
Les lombricoïdes provoquent l’ascaridiose humaine.  
Les  
adultes s’accouplent et pondent dès l’intestin grêle. La femelle donne  
240 000 œufs par jour. Ces derniers seront évacués avec les excréments  
et donnent des larves infestantes au bout de 30 à 40 jours si la  
température externe est voisine de 30 degrés, avec des sols humides et  
ombragés.  
L’infestation est réalisée par ingestion d’aliments  
souillés. Après la digestion de la coque, la larve va migrer dans  
l’organisme. Les larves traversent d’abord l’épithélium digestif avant  
d’atteindre le foie par voie sanguine. Elles y restent pendant trois à  
quatre jours puis, gagnent le cœur droit par la circulation veineuse  
puis rejoignent les poumons par les artères pulmonaires et y restent  
environ une semaine. Elles vont y subir deux mues. Elles remontent  
ensuite les voies respiratoires (bronchioles, bronches, trachée) et  
arrivent au niveau du carrefour bucco-pharyngé et prennent alors la  
voie digestive et rejoignent le grêle où elles deviendront adultes. La  
migration dure environ 15 jours. Après le grêle, les larves passent au  
gros intestin, puis au rectum où elles sont matures sexuellement.  
L’homme  
est le seul réservoir de ce parasite et cette maladie touche environ ¼  
de la population mondiale, surtout dans les pays pauvres.  
Les  
symptômes observés sont : des occlusions intestinales, des  
invaginations intestinales (et des étranglements de ce tube digestif à  
hernies), des péritonites aiguës et des dégâts dans le foie  
(pancréatites). De plus, ces ascaris rejettent des substances toxiques  
pour le système nerveux de l’Homme. D’autres vertébrés or l’Homme  
peuvent être parasités par pratiquement la même espèce (cheval, porc,  
chien, chat).

**Exemple 4 : *Trichinella spiralis* (hétéroxène).**

On  
trouve ce parasite dans l’intestin grêle de nombreux animaux (chien,  
chat, rat, porc, sanglier, phacochère, Homme). Les femelles pénètrent  
dans la muqueuse intestinale et y pondent deux larves par heure pendant  
les vingt-huit jours de leur vie.  
Les femelles sont vivipares et  
donnent des larves qui gagnent le cœur droit par le liquide lymphatique  
puis, les poumons, passent dans le cœur gauche et seront distribuées  
dans tout l’organisme par la circulation aortique. Ces larves vont se  
fixer dans les muscles striés et s’enkyster pendant 12 à 18 mois. Les  
kystes se calcifient et sont infestant. Les Hommes se contaminent en  
consommant de la viande mal cuite.  
Chez les rats, l’infestation est  
propagée par le cannibalisme caractérisant cette espèce : l’hôte  
intermédiaire et l’hôte définitif peuvent être de la même espèce. Dans  
ce cas, on parle alors de cycle auto-hétéroxène.

**Exemple 5 : *Wuchereria bankrofti* (Filaire de Bancroft).**

Les  
adultes de ce parasite vivent dans les vaisseaux lymphatiques. Le mâle  
fait environ 4 centimètres et la femelle mesure aux alentours de 8  
centimètres. Les larves circulent dans le liquide lymphatique et  
migrent périodiquement dans les vaisseaux sanguins périphériques selon  
un rythme nycthéméral (jour/nuit) correspondant à la sortie de  
l’insecte vecteur (Anophèle : moustique). Grâce aux piqûres, les  
moustiques pompent le sang de vertébrés alors que les larves se  
concentrent sur les pièces buccales du moustique, Elles seront  
transmises à la victime suivante par une nouvelle piqûre. Les larves  
deviennent adultes en trois mois. Les parasites sont surtout dans les  
zones tropicales (Afrique, Amérique du sud, Asie).   
Ce parasite  
provoque l’éléphantiasis : les membres inférieurs deviennent énormes à  
cause de la présence du parasite dans le système lymphatique de ces  
membres. Le scrotum peut aussi être atteint.  
B\ Les nématomorphes.  
Les  
nématomorphes sont des vers longs (environ 1,5 mètre) qui ressemblent  
aux nématodes. Leur intestin est réduit, les larves sont parasites  
alors que les adultes sont aquatiques libres.   
La vie adulte est  
brève et ces adultes ne se nourrissent pas : l’anus et la bouche sont  
non-fonctionnels. La larve va donc se nourrir par osmose, au travers du  
tégument.  
Le système nerveux est intra-épidermique ; canaux  
excréteurs et protonéphridies sont absents ; on note la présence de  
cellules myo-épithéliales sur un seul champ ventral. Les sexes sont  
séparés ; il y a un dimorphisme sexuel ; la fécondation est interne.   
On  
trouve environ 250 espèces de nématomorphes, regroupées en deux ordres  
: les Gordiens (larves parasites d’insectes en eau douce) et les  
Nectonématoïdes (parasites de crustacés, marins).

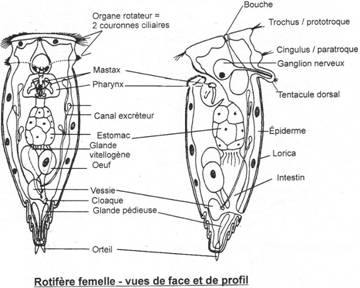
**1\ Les Gordiens.**

Chez les gordiens, le pseudo-cœlome est pratiquement rempli par du mésenchyme.  
Exemple : *Paragordius tolosanus*.  
Ce parasitepossède deux hôtes intermédiaires.  
Les  
œufs donnent des larves qui vont au fond de l’eau. Elles seront  
ingérées par une larve d’insecte névroptère (Sialis) qui doit être  
mangée par un carabe (coléoptère). Une fois dans ce carabe, la larve se  
métamorphose en un vers adulte, libre. Ce dernier pourra réaliser la  
fécondation.

**2\ Les Nectonématoïdes.**

Les  
nectonématoïdes sont parasites de crustacés. Les adultes sont libres et  
pélagiques ; mesurent environ 20 centimètres de long. On note la  
présence d’une double rangée de soies sur le corps. Ces soies  
favorisent la nage par ondulation. Le pseudo-cœlome n’est pas comblé  
par du mésenchyme.  
Exemple : *Nectonema*.  
C\ Les Rotifères.  
Les  
rotifères ont une taille généralement inférieure à celle des ciliés  
(ils dépassent rarement deux millimètres). Leur corps est non-segmenté  
et la partie antérieure du corps est pourvue d’un appareil rotateur  
cilié (caractéristique de cet embranchement).

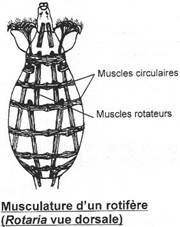
**1\ L’appareil rotateur.**

Cet  
appareil est constitué par un ou deux anneaux de cils entourant une  
zone centrale déprimée en entonnoir (l’aire buccale). Au fond de cette  
aire s’ouvre la bouche. Cet appareil sert à la locomotion et à la  
nutrition. Il est très développé, ou réduit, ou absent, pour des formes  
de rotifères semi-terrestres.  
La couronne extérieure postérieure est  
appelée paratroque (ou cingulum). La couronne interne antérieure est  
appelée prototroque ou trochus.  
Sur la face dorsale, on peut trouver  
des tentacules garnis de soies sensorielles tactiles (le nombre de  
tentacules est fonction de l’espèce).  


**2\ Le pied.**

La  
région postérieure est appelée « le pied ». Celle-ci est terminée par  
deux orteils plus ou moins longs entre lesquels débouchent les glandes  
pédieuses qui sécrètent un liquide visqueux.  
Chez certaines espèces,  
les orteils forment des ventouses ou des disques adhésifs qui servent  
aux déplacements ou à la fixation de l’animal un substrat dur.  
Chez  
les espèces pélagiques, le pied peut être réduit ou absent. Il est très  
développé chez les formes primitives qui sont rampantes.

**3\ Paroi et musculature.**

   
La  
paroi des rotifères est constituée par une cuticule (épiderme simple  
avec quelques faisceaux musculaires). La couche cuticulaire peut être  
très épaisse et divisée en plaques : on parle alors de « cuirasse » ou  
de lorica.  
L’épiderme du pied (glandes pédieuses) sécrète une  
substance pour la synthèse de tubes chez les rotifères fixés. Cet  
épiderme donne chez les formes pélagiques, une substance gélatineuse.  
La  
musculature est essentiellement constituée de faisceaux circulaires,  
longitudinaux et discontinus. Il existe des muscles rétracteurs du pied  
et de l’appareil rotateur.  
Il existe un organe rétro-cérébral dans  
la région antérieure (au niveau du système nerveux central) qui a la  
forme d’un sac ouvert à l’extérieur. La fonction de cet organe est  
inconnue.

**4\ L’appareil digestif.**

La bouche s’ouvre au fond de l’aire buccale (antérieure). Celle-ci communique avec un pharynx de deux manières :

* + Directement chez les espèces prédatrices.
  + Par l’intermédiaire d’un tube buccale à paroi interne ciliée.

Le  
pharynx est une chambre musculaire possédant un appareil masticateur  
(le mastax) qui est caractéristique de l’embranchement. Le mastax est  
formé de pièces mobiles d’origine cuticulaire. Les mâchoires sont  
appelées « tropi ».  
On peut distinguer sept pièces cuticulaires principales : le fulcrum, les ramus (´2), les uncus (´2), les manubrium (´2).  
Les  
ramus et le fulcrum constituent la mâchoire inférieure alors que les  
uncus et les manubriums constituent la mâchoire supérieure. Chez les  
espèces prédatrices, cet appareil peut faire saillie par l’orifice  
buccal pour permettre la capture et la dilacération des proies. Les  
pièces de cet appareil ont une morphologie différente, comme la  
formation des pinces ou des pièces perforantes.  
Au niveau du  
pharynx, on trouve des glandes salivaires (entre deux et sept en  
fonction des espèces). L’œsophage est court et cilié. L’estomac est  
glandulaire ; on y trouve deux glandes gastriques. L’intestin est  
court, suivi d’un rectum qui débouche dans un cloaque. L’orifice  
cloacal est dorsal, au niveau de la descente du pied.

**5\ L’appareil excréteur.**

L’appareil  
excréteur est formé par deux protonéphridies. Les canaux en partant  
débouchent dans une vessie contractile (ou urocyste). Elle débouche  
ventralement dans le cloaque. Chez certaines espèces, la vessie est  
absente : ce sont alors les canaux qui débouchent dans le cloaque. Cet  
appareil contrôle la pression interne et joue donc un rôle  
osmo-régulateur.

**6\ Système nerveux et organes des sens.**

Le  
système nerveux est composé par un volumineux ganglion cérébral. De ce  
ganglion partent deux nerfs ventraux et deux terminaisons nerveuses  
secondaires vont innerver l’appareil rotateur, les yeux, la musculature  
et partent vers le corps.  
Les organes sensoriels se situent au  
niveau de la double couronne ciliaire de l’appareil rotateur. On  
distingue trois types d’organes : les chémorécepteurs, les  
tangorécepteurs (rôle tactile), les photorécepteurs.   
Les organes  
sensoriels sont : des soies, des papilles, des fossettes ciliées. On  
trouve aussi deux yeux qui vont fusionner en un œil unique rouge vif.

**7\ L’appareil reproducteur.**

Les  
sexes sont séparés (gonochorisme) et le dimorphisme sexuel est très  
marqué (les mâles sont plus petits que les femelles). Pour de  
nombreuses espèces, la forme mâle n’a jamais été découverte.  
L’appareil mâle:  
Cet  
appareil est constitué d’un testicule (donc impair) poursuivit par un  
canal déférent qui s’ouvre au niveau du pied. Il peut y avoir formation  
d’une papille à l’ouverture, représentant un pénis.  
L’appareil femelle:   
Cet  
appareil est formé d’un ovaire en position ventrale, suivie d’un  
oviducte qui débouche dans le cloaque. L’ovaire est composé de deux  
parties : la partie antérieure comprend les ovules alors que la partie  
postérieure à un rôle vitellogène. On observe donc une séparation des  
fonctions gamétogènes et vitellogènes.

**8\ Systématique.**

Les Rotifères sont divisés en trois ordres :

* + **L’ordre des Seisonidés.**  
    Dans  
    ce groupe, on trouve quelques espèces marines dont certaines qui sont  
    épizoïques (vivant fixées sur d’autres organismes). Leur reproduction  
    est bisexuée, sans parthénogenèse.
  + **L’ordre des Bdelloïdés.**  
    Les  
    bdelloïdés colonisent les mousses, les lichens d’eau douce. Ils sont  
    nageurs ou rampants. On ne connaît pas les formes mâles et il y a  
    parthénogenèse thélytoque (femelle à femelle), indéfinie et  
    obligatoire.
  + **L'ordre des Monogonontes.**  
    Les monogonontes vivent dans les eaux douces, saumâtres, dans les mousses, les lichens. Ils peuvent être nageurs ou fixés.

**9\ Mode de vie.**

Actuellement,  
on connaît environ 2000 espèces. On les trouve dans les différents  
milieux de vie mais particulièrement en eau douce et dans les mousses  
et lichens. On note quand même la présence de quelques formes parasites  
de végétaux et d’animaux.  
Les formes aquatiques sont surtout  
benthiques et se déplacent à la recherche de nourriture. Les autres  
formes sont fixées (généralement sur des algues). Les formes  
planctoniques ont une morphologie externe modifiée par les conditions  
du milieu.  
Pour une même espèce, on va avoir une morphologie  
différente selon le milieu de vie, ce qui entraîne des difficultés de  
détermination.   
Les rotifères mangent des animaux, des végétaux  
(souvent de petite taille) qui seront attirés par la (les) couronne(s)  
ciliaire(s). Le mastax, chez les formes prédatrices est la première  
manifestation de la fragmentation des aliments dans le tube digestif.

**10\ Reproduction.**

Les œufs ont une segmentation totale et égale.  
Chez  
les Seisonidés, la reproduction est simple, normale. Il n’y a jamais de  
parthénogenèse. Chez les Bdelloïdés, toutes les femelles donnent des  
œufs qui se développent seulement par parthénogenèse. En revanche, les  
Monogonontes ont une reproduction sexuée compliquée (avec trois sortes  
d’œufs). Il y a alternance de générations parthénogénétiques et d’une  
génération sexuée.   
Les femelles parthénogénétiques sont appelées «  
femelles amictiques ». Elles sont diploïdes et ne peuvent s’accoupler.  
Elles donnent des embryons à développement immédiat ne subissant pas la  
réduction chromatique. Ces embryons donnent des femelles diploïdes.  
Sous l’influence de certaines conditions du milieu (photopériode,  
température, pH, densité de population) apparaissent des femelles  
fécondables (« femelles mictiques »). Ces dernières vont donner des  
ovules qui émettent deux globules polaires. Si les ovules sont non  
fécondés, on aura des mâles haploïdes. Ces mâles pourront s’accoupler  
avec les femelles mictiques. La fécondation aboutit à des œufs à  
coquille épaisse à « œufs de durée ». Ces œufs peuvent supporter  
l’hiver. Quand ils se trouvent dans de bonnes conditions, ils se  
développent et produisent des femelles amictiques.  
Les rotifères  
peuvent être dits monocycliques quand ils présentent plusieurs  
générations parthénogénétiques pendant la même saison et une génération  
sexuée à l’automne. Les rotifères polycycliques ont au moins deux  
périodes de reproduction sexuée (automne et printemps).  
Pour tous, à la belle saison, il y a succession de femelles amictiques (diploïdes).  
Il  
existe des affinités nématodiennes : symétrie bilatérale,  
pseudo-cœlome, cuticule, absence d’appareil respiratoire et circulaire.  
Il  
existe aussi des différences fondamentales avec les mêmes nématodes :  
les nématodes ont une croissance discontinue par mues, ils n’ont pas de  
formations ciliaires ni d’appareil excréteur de type protonéphrien.  
**Nématodes et rotifères n’ont donc pas d’ancêtre commun.**  
Par  
contre, on trouve des ressemblances remarquables avec les  
plathelminthes. Le système excréteur est proche, il y a séparation des  
fonctions gamétogènes et vitellogènes. On trouve les mêmes modalités de  
développement des rotifères et des turbellariés. Il y a la présence  
d’une ciliature assurant la locomotion. On peut aussi comparer les  
pièces du mastax et les pièces du pharynx de certains turbellariés.  
Une parenté entre turbellariés et rotifères est donc probable.

**Chapitre 4, partie 1 : Les Métazoaires Triploblastiques Cœlomates.  
L’embranchement des annélides.**

Les  
annélides sont des protostomiens, hyponeuriens à symétrie bilatérale.  
Leur corps est constitué de métamères (unités anatomiques) disposés les  
uns à la suite des autres. Tous les métamères de la région moyenne sont  
à peu près identiques : on parle alors de métamérie homonome.   
Le  
segment antérieur est le prostomium et le segment postérieur est le  
pygidium : ils ne sont pas métamérisés car ils n’ont pas de vésicule  
cœlomique.  
La chaîne ganglionnaire est ventrale, traverse tous les  
métamères de l’avant vers l’arrière et dans chaque métamère, on trouve  
une paire de ganglions nerveux.  
L’appareil excréteur est métamérisé, constitué d’une paire de néphridies par segment.  
L’appareil circulatoire est clos.  
Le tube digestif est complet et bien différencié.  
Le  
développement des œufs se fait par segmentation inégale, spiralée. Le  
développement embryonnaire donne, après la gastrulation, une larve  
nageuse (larve trocophore)  

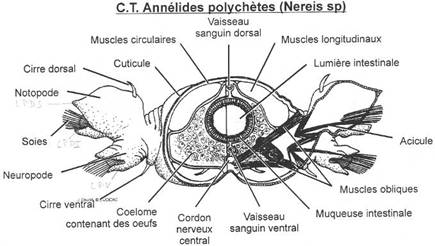
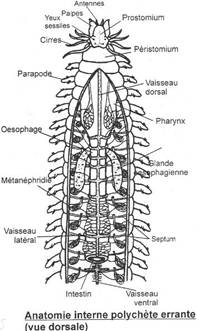
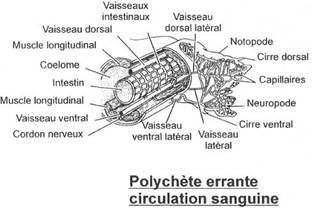

**I\ La classe des Polychètes.**

Les  
polychètes portent sur chaque segment, des parapodes (extensions  
latérales locomotrices) où sont implantées des soies chitineuses. Ils  
sont presque tous marins et les sexes sont séparés (gonochorisme).  
A\ Morphologie externe.  
La taille varie de quelques centimètres jusqu’à trois mètres. Le corps comprend trois parties :

* **La région céphalique (ou prostomium)**  
  : cette région porte des appendices sensoriels comme les yeux (au  
  nombre de deux) rudimentaires et sessiles. Ils portent aussi des  
  antennes, des palpes (une paire). Les antennes et palpes assurent les  
  fonctions tactiles et gustatives.
* **Le soma**  
  : le soma comprend un grand nombre de segments identiques. Il commence  
  par un métamère particulier : le péristomium. Ce dernier provient des  
  la fusion des deux premiers métamères. Il entoure la bouche qui s’ouvre  
  légèrement sur la face ventrale. On y trouve quatre cirres  
  tentaculaires sur la face dorsale (à gauche et à droite). L’innervation  
  de ces tentacules et des cirres est assurée par un ganglion de la  
  chaîne ventrale.
* **La région caudale ou pygidium**  
  : c’est en avant du pygidium que les nouveaux métamères se forment. Le  
  pygidium porte un anus en position terminale et deux grands cirres.

Les parapodes sont constitués de deux rames :

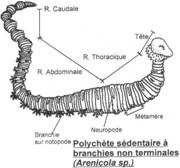
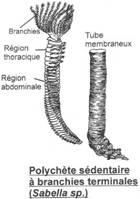
* **Le notopode (rame dorsale)**  
  comprend un mamelon sétigère qui porte les soies. Ce dernier est  
  encadré par deux languettes parapodiales (une dorsale inférieure et une  
  dorsale supérieure). Dorsalement, on trouve un cirre dorsal.
* **Le neuropode (rame ventrale)**.  
  Cette rame est constituée d’un mamelon sétigère plus développé que le  
  précédent : on a ainsi une languette parapodiale ventrale. Le neuropode  
  va porter un cirre ventral.

Les rames sont soutenues par un acicule.  
B\ Cœlome, métamérie et tégument.  
   
Chaque  
métamère est constitué de deux vésicules cœlomiques. Celles-ci sont en  
contact dans le plan médian par leurs deux feuillets splanchnopleuraux.  
Cet accolement donne le mésentère. Les parois cœlomiques de deux  
métamères consécutifs sont accolées et forment un dissépiment. La paroi  
du corps est formée d’une cuticule constituée de deux couches  
cutinisées. Elles sont striées et perpendiculaires.  
Sous la  
cuticule, on trouve un épiderme monostratifié et une membrane basale  
d’importance variable. Cet épiderme renferme des cellules à mucus  
utilisées chez les espèces tubicoles pour synthétiser un tube  
membraneux ou calcaire.  
C\ L’appareil digestif.  
L’appareil  
digestif commence par une bouche qui porte intérieurement une trompe  
dévaginable qui peut être inerme ou armée chez les espèces prédatrices.  
Dans ce dernier cas, on aura apparition de mâchoires à l’extrémité de  
la trompe et de paragnathes sur les cotés.   
   
Les  
mâchoires servent à la capture. Une fois la proie attrapée, la trompe  
s’invagine et les paragnathes vont triturer cette proie.  
Cet  
appareil se continue par une cavité buccale avec des glandes  
salivaires, puis un œsophage, un intestin (rectiligne) qui débouche à  
l’extérieur par un anus au niveau du pygidium.  
D\ L’appareil circulatoire.  
   
L’appareil  
circulatoire est clos, composé de deux vaisseaux médians (un dorsal et  
un ventral) réunis dans chaque segment par une paire d’anses  
vasculaires. Dans le tronc dorsal, le sang circule d’arrière en avant  
et c’est l’inverse pour le tronc ventral. Chez beaucoup de polychètes,  
le sang est coloré en rouge par des substances oxydables comme la  
chlorocruorine et/ou l’hémoglobine.  
E\ L’appareil respiratoire.  
La  
respiration est surtout cutanée et se fait particulièrement au niveau  
des parapodes. Chez certaines formes, il existe des branchies (exempl :  
l’arénicole) ou des extensions en panache rencontrées chez les sabelles  
et les serpules.  
F\ L’appareil excréteur.  
La communication entre  
le cœlome et le milieu extérieur se fait par les néphridies, au nombre  
d’une paire par segment. Chez les larves, les néphridies sont absentes,  
précédées par des protonéphridies. Chez les adultes, les néphridies  
comprennent un pavillon cilié ouvert dans la cavité cœlomique (=  
néphrostome). Du pavillon part un petit canal glandulaire qui traverse  
le dissépiment : chaque néphridie chevauche deux segments consécutifs.  
Ce canal glandulaire s’élargie pour donner une vessie qui débouche à  
l’extérieur (au niveau du segment n+1) par le néphridiopore.   
Chez  
de nombreuses espèces, le néphrostome ne forme pas de pavillon et est  
donc fermé. Quand ce pavillon est absent, on parle alors de néphridium.  
D’autres organes participent à l’excrétion comme la région postérieure  
de l’intestin et le tissu chloragogène.   
G\ Système nerveux et organes des sens.  
Chez les polychètes errantes, on trouve de nombreux organes :

* **Tactiles** : situés au niveau des tentacules et des palpes céphaliques.
* **Nucaux** : situés à la base du prostomium, chargés d’apprécier la qualité de la nourriture.
* **Yeux**  
  : situés au niveau de la région céphalique ou dans d’autres régions du  
  corps. Ces yeux sont plus évolués que ceux des planaires. Le tégument à  
  ce niveau est transparent, permettant ainsi l’entrée de lumière.

Le  
système nerveux est composé d’une succession de ganglions. Les premiers  
ganglions (cérébroïdes) sont soudés et forme une masse unique. Ils vont  
innerver les organes sensoriels céphaliques (palpes, tentacules, yeux  
et organes nucaux). Les ganglions sont sur la face dorsale. Il se forme  
à l’arrière des ganglions céphaliques un collier péri-œsophagien à la  
suite duquel on trouve le ganglion sous œsophagien, situé dans le  
péristomium, sur la face ventrale. Ce dernier vient de la soudure des  
ganglions nerveux des deux premiers métamères. Il en part la chaîne  
nerveuse, constituée de deux cordons nerveux longitudinaux. Sur ces  
deux cordons, on trouve, dans chaque métamère, une paire de ganglions  
réunis par de petites commissures.  
Chez les formes primitives, la  
chaîne nerveuse centrale est constituée de quatre cordons : on parle  
alors de disposition tétraneure.  
H\ L’appareil reproducteur.  
Les  
polychètes sont, pour la plupart, gonochoriques. Les organes génitaux  
ne sont pas bien différenciés. Les gonades sont de simples  
différenciations du revêtement péritonéal du cœlome (la  
splanchnopleure). Les produits génitaux tombent dans le liquide  
cœlomique. Chez le mâle, on obtient des spermatogonies et des ovogonies  
chez la femelle. Chez les mâles, les spermatogonies se multiplient et  
forment une masse glandulaire. Ces dernières seront libérées à  
l’extérieur par des canaux cœlomoductes. Quand ces cœlomoductes sont  
absents, les spermatogonies utilisent les canaux néphridiens ou bien,  
sont libérées par rupture du tégument.  
I\ Reproduction et développement.  
La  
fécondation est externe. La majorité des polychètes est ovipare mais il  
existe quelques formes vivipares. La maturité sexuelle s’accompagne de  
modifications morphologiques et comportementales : c’est la  
métamorphose ou épitoquie. Cette métamorphose entraîne des  
modifications surtout dans les segments postérieurs où sont stockés les  
gamètes. Les parapodes de ces segments développent des dilatations  
lamellaires. Les soies vont se développer. Dans la région antérieure,  
il y a aussi des modifications comme une hypertrophie des yeux et une  
régression des palpes et des antennes. L’épitoquie s’accompagne aussi  
de modifications comportementales : il y a un changement complet du  
milieu de vie. Par exemple, la Néréis, benthique, devient pélagique et  
l’on va parler d’Hétéronéréis.   
Les mâles et les femelles nagent,  
remontent à la surface et libèrent les produits génitaux (c’est  
l’essaimage). L’essaimage s’effectue à des périodes bien déterminées  
(avec les phases lunaires). Après la reproduction, les mâles meurent.  
Les œufs vont se segmenter, donner une gastrula, puis, une larve  
trocophore ciliée, en forme de toupie, nageuse et se nourrissant de  
petites proies.  
L’appareil digestif est différent : on a une bouche,  
un estomac et un intestin qui s’ouvre à l’extérieur, au niveau de  
l’anus. Le mésoderme est indifférencié ; au niveau de l’intestin, il va  
donner le mésoblaste par bourgeonnement ; les îlots mésodermiques se  
creusent en vésicules cœlomiques.   
Chez les polychètes, il peut aussi exister une multiplication asexuée qui est présente sous diverses modalités :

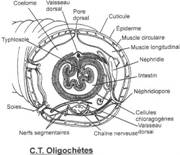
* **Gemmiparité**  
  : il y a formation de bourgeons qui, chacun, donneront un individu  
  adulte. Le bourgeonnement peut se situer à différents endroits du corps  
  d’un adulte.
* **Scissiparité**  
  : des fragments d’un adulte pourront régénérer les parties manquantes.  
  Exemple, Dodecaceria : chaque métamère peut donner un animal entier.
* **Schizogamie**  
  : elle est observée chez les polychètes libérant la partie postérieure  
  du corps. La partie antérieure va alors bourgeonner et régénérer un  
  individu entier.   
  J\ Ecologie et systématique.  
  Chez les  
  polychètes, il existe des formes libres, ectoparasites, endoparasites  
  ou bien commensales (vivant associées avec d’autres espèces, mais pas  
  parasites).
  + **Ectoparasites** : ces formes parasitent les branchies de homards.
  + **Endoparasites** : ces formes parasitent d’autres polychètes.
  + **Commensales** : ces formes s’associent avec des annélides ou bien des éponges.
  + **Libres** : ces formes sont marines ou d’eau saumâtre. Il existe quelques formes d’eau douce (dulçaquicoles).

On va ensuite diviser les polychètes en formes errantes et sédentaires :  
Le groupe des polychètes errantes : 17 familles.  
Dans  
ce groupe, on trouve les Néréidés. Elle est caractérisée par un grand  
prostomium, quatre yeux, deux antennes (ou tentacules) et deux palpes.  
On y trouve une trompe dévaginable avec deux mandibules et de petites  
dents cornées.   
L’exemple des Aphroditidés : ils sont caractérisés  
par un corps large et court. Sur la face dorsale se différencient des  
cirres en forme de lame aplatie, « les élytres ».  
Le groupe des polychètes sédentaires :   
Ils  
ont deux régions au niveau du métasoma (région moyenne) : un thorax et  
un abdomen. La tête est souvent petite et donc peu différente du reste  
du corps. Les parapodes de la région moyenne sont dépourvus d’acicules.  
Sur ces parapodes, on a des soies en crochet au niveau des rames  
ventrales. On trouve aussi des branchies réparties selon une région  
déterminée (selon l’espèce). La trompe est sans mâchoire. Ils vivent le  
plus souvent dans des tubes (espèces tubicoles) et ce groupe comprend  
21 familles.  
   
Exemple  
des Arénicolidés. Ils ont des parapodes biramés ; les branchies sont  
situées sur les segments abdominaux des parapodes (exemple : *Arenicola marina* qui vit dans le sable, dans un tube en « U »).  
   
Exemple  
des Sabellidés. Cette famille présente de longs filaments branchiaux  
formant une couronne tentaculaire qui peut être soit circulaire, soit  
en spirale. Ils vivent dans des tubes membraneux, souples et implantés  
verticalement dans le sable.  
Exemple des Serpulidés. Ils vivent dans  
des tubes calcaires souvent spiralés. Ces tubes sont généralement fixés  
sur des coquilles de bivalves.

**II\ La classe de clitellates.**

Le  
groupe des clitellates comprend les oligochètes et les achètes. Les  
espèces de cette classe n’ont plus de parapodes. Ils présentent un  
renflement glandulaire se développant en période de reproduction, dans  
le tiers antérieur du corps : c’est le clitellum. Ce dernier se situe  
sur la face dorsale. Chez les lombrics, le clitellum occupe du 33ème au  
38ème anneau (qui sont dans ce cas de vrais métamères). Les clitellates  
sont des hermaphrodites à développement direct s’effectuant dans un  
cocon, sans larve trocophore.  
A\ Les Oligochètes.

**1\ Morphologie.**

   
La  
taille des oligochètes est variable : de quelques centimètres à 3  
mètres dans certains cas. Par exemple, le lombric est généralement  
constitué d’une centaine de métamères. L’annélation externe correspond  
à la métamérie. On y retrouve les différentes parties du corps des  
polychètes (prostomium, péristomium, soma, pygidium). Contrairement aux  
polychètes, les soies sont insérées dans le tégument. Chaque métamère  
porte quatre faisceaux de soies.

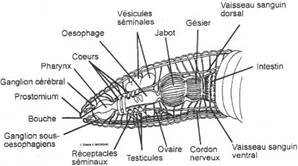
**2\ Le tégument.**

Le  
tégument des oligochètes comprend un épiderme simple, constitué de  
trois catégories cellulaires : des cellules épithéliales, des cellules  
muqueuses (mucocytes), des cellules sensorielles. L’épiderme est  
recouvert d’une fine couche cuticulaire qui donne des reflets irisés au  
lombric.   
Il y a modification du tégument au moment de la  
reproduction. Ce dernier présente un renflement glandulaire du à la  
multiplication des cellules muqueuses de l’épiderme.  
Sous cet  
épiderme, on trouve deux couches de fibres musculaires superposées (une  
circulaire et une longitudinale). Ces couches de fibres musculaires  
sont réparties en quatre champs : un dorsal, un ventral et deux  
latéro-ventraux.

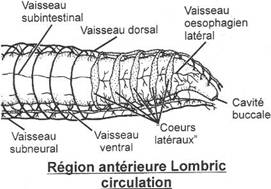
**3\ Le cœlome.**

Le  
liquide cœlomique, blanchâtre, contient des cœlomocytes à fonction  
phagocytaire (défense contre les bactéries) ou à fonction  
nutritionnelle. Le cœlome communique avec la surface corporelle par  
l’intermédiaire de pores cœlomiques médio-dorsaux.   
Au niveau du  
tissu péritonéal, situé autour du tube digestif, on trouve des cellules  
de grande taille constituant le tissu chloragogène. Ces cellules sont  
chargées du métabolisme du glycogène et vont intervenir dans  
l’excrétion des déchets azotés.

**4\ Le tube digestif.**

   
Après  
la bouche, on trouve une région orale située du segment 1 à 3, puis, un  
pharynx (segments 4 et 5). Ce pharynx comprend un renflement dorsal  
dévaginable (le bulbe pharyngien). Ensuite vient un œsophage dans les  
segments 6 à 13 qui présente des différenciations suivant le mode  
d’alimentation. Chez les oligochètes limicoles, la paroi interne sera  
ciliée. Chez les terricoles, l’épithélium est non-cilié.   
Après  
l’œsophage, chez les terricoles, on trouve un jabot (des segments 14 à  
16) qui sert à stocker les aliments, succédé par un gésier (segments 17  
à 19) permettant la trituration des aliments. Après le gésier, on a un  
intestin rectiligne se terminant par un anus. Cet intestin peut  
présenter une invagination médio-dorsale appelée typhosole. Le  
typhosole augmente la surface intestinale et est rempli par un tissu  
chloragogène.

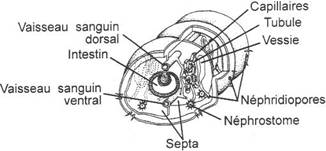
**5\ L’appareil circulatoire.**

L’appareil  
circulatoire des oligochètes est semblable à celui des polychètes  
(clos). On y trouve un vaisseau dorsal et un vaisseau ventral. Ces deux  
vaisseaux sont reliés par des anses latérales (au niveau de chaque  
métamère). Dans la région antérieure, les anses vont être contractiles  
et prendre le nom de « cœurs latéraux ». Ces « cœurs » se contractent  
rythmiquement mais de manière asynchrone. La contraction favorise le  
mouvement du flux sanguin. Chez les oligochètes primitifs, le sang est  
incolore. Quand on passe à des espèces un peu plus évoluées, on note la  
présence d’érythrocruorine (proche de l’hémoglobine).   


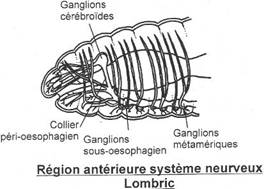
**6\ L’appareil respiratoire.**

La  
plupart des oligochètes n’ont pas d’appareil respiratoire différencié.  
Les échanges gazeux se font alors sur toute la surface du corps, par  
simple diffusion pour les espèces de petite taille. Pour les espèces de  
grande taille, l’épiderme sera traversé de petits capillaires.

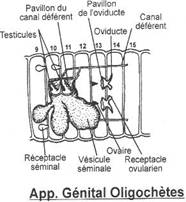
**7\ L’appareil excréteur.**

   
Cet  
appareil est semblable à celui des polychètes, avec une paire de  
néphridies par métamère. Les canaux sont plus longs que chez les  
polychètes.

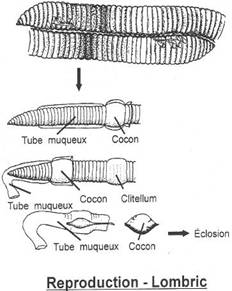
**8\ Système nerveux et organes sensoriels.**

   
Le  
système nerveux rappelle en tous points celui des polychètes sauf le  
cerveau qui est plus simple et les organes sensoriels bien différenciés  
qui sont absents.   
Au niveau de la chaîne nerveuse ventrale, de  
chaque ganglion partent trois paires de nerfs segmentaires : une paire  
vers la région antérieure de chaque segment et deux paires vers la  
partie postérieure du même segment. Les nerfs segmentaires assurent  
l’innervation de l’épiderme.  
On note la présence de fibres géantes, multicellulaires, dont la taille peut atteindre l’équivalent de la longueur de l’animal.

**9\ L’appareil reproducteur.**

   
Les glandes sont nettement différenciées et localisées dans la région antérieure du corps, en avant du quinzième métamère.   
L’appareil  
femelle comprend deux minuscules ovaires situés au niveau du  
dissépiment (métamères 12-13). Les ovaires lâchent leurs produits de  
sécrétion dans des oviductes captés par des pavillons femelles, situés  
dans le dissépiment 13-14. L’orifice de ponte s’ouvre au niveau du  
quatorzième segment.   
Il existe quatre réservoirs séminaux, les  
spermathèques, au niveau des métamères 9 et 10. Les spermathèques  
interviennent lors de l’accouplement et de la ponte.  
L’appareil mâle  
est constitué de deux paires de testicules situés dans les segments 10  
et 11. Sous les testicules sont présentes d’énormes vésicules séminales  
où les spermatogonies vont mâturer. Après la maturation, les  
spermatozoïdes obtenus vont utiliser deux canaux déférents s’ouvrant  
par des orifices mâles, au niveau de segment 15.

**10\ La reproduction sexuée chez les Lombrics.**

   
L’accouplement  
a lieu chez deux individus protérandriques. Ces deux animaux s’unissent  
tête-bêche par la face ventrale du clitellum : la région génitale de  
chaque individu coïncide. Les spermatozoïdes de l’un vont passer dans  
les réceptacles séminaux de l’autre (et inversement). L’accolement est  
favorisé par la sécrétion de mucus (au niveau du clitellum).  
Une  
fois l’échange de spermatozoïdes réalisé, les deux individus vont se  
séparer. Chacun synthétise un cocon au niveau du clitellum où sont  
déposés les ovocytes. Le lombric va reculer en laissant le cocon sur  
place. Une fois ce cocon au niveau des orifices mâles, les  
spermatozoïdes y seront libérés : c’est la fécondation.   
Le développement est direct: l’embryon donne un jeune ressemblant à l’adulte.  
Il  
existe chez les oligochètes asexués, une multiplication par  
scissiparité (chez les limicoles), se faisant par deux phénomènes :  
architomie ou paratomie.

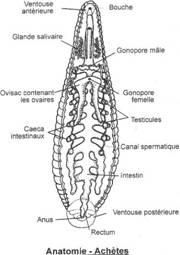
**11\ Biologie des Oligochètes.**

La  
plupart des oligochètes se déplacent par reptations péristaltiques :  
par des contractions alternatives des muscles longitudinaux et  
transversaux. Les soies jouent un rôle d’accrochage. Les oligochètes  
ont la possibilité de passer dans des orifices de diamètre inférieur à  
celui de leur corps, grâce à la mobilité du liquide cœlomique.

**12\ Régime alimentaire.**

Les  
Oligochètes se nourrissent de détritus organiques variés. Ils peuvent  
être aussi bien marins que d’eaux douces ou terrestres, dans des sols  
humides. Il existe quelques espèces prédatrices et quelques espèces  
parasites. On peut distinguer trois catégories d’oligochètes :

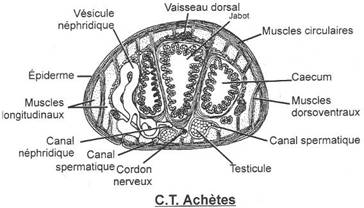
* + Les Oligochètes Limicoles nageurs : ils vivent sur des plantes immergées.
  + Les Oligochètes limicoles fouisseurs : ils vivent dans les sédiments des lacs et des rivières.
  + Les  
    Oligochètes strictement terrestres : ces formes ont un rôle important  
    dans la formation des sols : rôle mécanique et chimique. On estime la  
    quantité de lombrics par hectare à une tonne (par hectare). Ils peuvent  
    ingérer 200 à 300 tonnes de terre par an. Ils produisent la plus grande  
    quantité d’humus recouvrant la terre. Ils ont aussi un rôle  
    d‘oxygénation et de drainage des sols.

B\ Les Achètes.  
   
Les  
achètes sont majoritairement représentés par les sang-sues. Ces formes  
peuvent être libres ou ectoparasites. On les trouve principalement en  
eau douce. Il existe quand même quelques formes marines et terrestres.

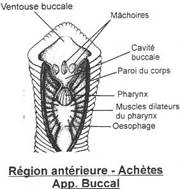
**1\ Le cas de *Hirudo medicinalis*.**

Cette  
espèce ne possède ni parapode ni soie. Le nombre de segments  
métamérique est fixe (33), auquel on rajoute le prostomium. Les anneaux  
externes ne correspondent pas à la métamérie interne : on observe 102  
anneaux externes chez la sang-sue.  
La région antérieure porte les  
yeux, rudimentaires (cinq paires), sur le premier anneau des cinq  
premiers métamères. Les métamères 1 et 2 n’ont qu’un anneau externe. Le  
troisième en possède deux. Les 4 et 5 en ont trois chacun. On trouve  
aussi une ventouse buccale en arrière du prostomium et une ventouse à  
l’extrémité postérieure du corps qui est non perforée.  
On trouve un  
clitellum moins marqué que chez les oligochètes. Ce clitellum est situé  
du neuvième au douzième métamère. Là, s’ouvrent les orifices génitaux  
males et femelles en position médio-ventrale. Les orifices males sont  
sur le métamère 10 (M10) et les orifices femelles sont sur M11.

**2\ Le tégument.**

L’épiderme  
est mono-stratifié, recouvert par une cuticule plus ou moins épaisse,  
selon la région du corps et selon l’espèce. La cuticule s’interrompt au  
niveau d’un petit orifice correspondant aux glandes cutanées.   
Le  
derme est formé d’un tissu conjonctif. Sous le derme, on trouve une  
musculature très développée, présente sous trois formes : circulaire,  
longitudinale et dorso-ventrale.   
Le cœlome est réduit car un tissu  
de remplissage (tissu botryoïdal) est présent : il a le même rôle que  
le tissu chloragogène des oligochètes.   


**3\ L’appareil digestif.**

   
L’appareil digestif est composé de :

* + La partie antérieure, d’origine ectodermique, avec une cavité buccale, le pharynx et l’œsophage.
  + La  
    partie moyenne correspond à l’estomac, d’origine endodermique. On y  
    trouve des cæcums digestifs dont la taille croit de M7 à M18.
  + La  
    partie postérieure, d’origine endodermique, est la partie où se déroule  
    la digestion. Elle est terminée par le rectum (ou canal rectal),  
    débouchant à l’extérieur par un anus en position dorsale, dans M26.

**4\ L’appareil circulatoire.**

Quand  
l’appareil circulatoire est présent, il forme un système vasculaire  
clos, à parois contractiles. Il est constitué d’un vaisseau dorsal dans  
lequel le sang circule d’arrière en avant, et d’un vaisseau ventral.  
Les deux vaisseaux sont réunis aux extrémités par de nombreuses anses  
vasculaires.  
Certains achètes n’ont pas d’appareil circulatoire ;  
c’est alors le système cœlomique et la lymphe qui vont jouer le rôle du  
sang.

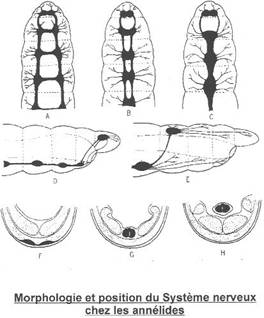
**5\ L’appareil respiratoire.**

Il  
n’existe pas d’appareil respiratoire. Les échanges gazeux se font au  
travers de l’épiderme. Certaines espèces parasites de poissons marins  
ont des replis cutanés fonctionnant comme des branchies.

**6\ L’appareil excréteur.**

L’appareil  
excréteur comporte une quinzaine de paires de métanéphridies qui  
s’ouvrent à l’extérieur au niveau de néphridiopores, situés  
ventralement, au niveau de M7 à M23.

**7\ Le système nerveux et organes sensoriels.**

Le  
système nerveux est plus complexe que chez les polychètes et les  
oligochètes. Il est constitué de 34 paires de ganglions répartis ainsi  
: les six premières paires fusionnent pour donner le « cerveau » et une  
masse nerveuse sous-œsophagienne. Les 21 paires de ganglions suivants  
sont réparties le long de la chaîne nerveuse. Les sept dernières paires  
de ganglions fusionnent en une masse nerveuse pygidiale.  
Les organes  
sensoriels sont relativement réduits. On trouve des yeux céphaliques,  
un grand nombre de papilles sensitives et des cellules tactiles.  
   
De A à C, on observe une fusion des ganglions puis des cordons nerveux.  
En  
D et E, on voit les ganglions cérébroïdes qui reculent en arrière du  
prostomium, vers M3. Les ganglions sous-œsophagiens sont repoussés dans  
M4. On a aussi un développement des prolongements des chaînes nerveuses  
vers l’avant pour les organes sensoriels et les muscles.  
De F à H,  
on observe un enfoncement de la chaîne nerveuse à l’intérieur de  
l’animal. Primitivement (en F), la chaîne nerveuse est sous-épidermique  
; elle s’enfonce ensuite (en G) dans les muscles longitudinaux  
(sous-dermiques) et finie (en H) dans la chaîne de la cavité cœlomique.

**8\ Les appareils génitaux.**

**L’appareil mâle.**  
L’appareil  
male se compose d’un nombre variable de testicules selon les espèces.  
Chez Hirudo, on trouve dix paires de testicules de M12 à M21. Ces  
testicules sont reliés par de longs spermiductes longitudinaux. Ils  
s’élargissent en vésicules séminales pour se terminer en canal  
éjaculateur (un seul orifice mâle).  
**L’appareil femelle.**  
L’appareil  
femelle est constitué d’une paire d’ovaires qui sont contenus dans des  
ovisacs. C’est là que les cellules germinales se forment. De ces  
ovaires partent deux oviductes courts, débouchant dans deux utérus. Ces  
deux derniers confluent dans un vagin qui s’ouvre à l’extérieur par un  
pore génital unique (M11).

**9\ Les différents ordres d’Achètes.**

L’ordre des Acanthobdelliformes.  
Dans cet ordre, on ne trouve qu’une seule espèce : *Acanthobdella peledina*.  
Elle est parasite de poissons salmonidés (truites, saumons) du lac  
Baïkal. Cette espèce possède des caractères communs avec les  
oligochètes, comme la présence de soies sur le corps et l’absence de  
ventouse antérieure.  
L’ordre des Rhyncobdelliformes.  
Cet ordre  
regroupe les sang-sues à trompe dévaginable. Toutes les formes sont  
aquatiques. On peut distinguer deux familles. La famille des  
Glossiphoniidés comprend des espèces, toutes parasites de mollusques ou  
d’amphibiens. La seconde famille, celle des Pissicolidés comprend des  
individus parasites de poissons.  
L’ordre des Gnathobdelliformes.  
Cet ordre regroupe des sang-sues aquatiques ou terrestres présentant trois mâchoires dentées au niveau du pharynx. On y trouve *Hirudo officinalis*.   
L’ordre des Pharyngobdelliformes.  
Ces  
individus sont d’eaux douces ou terrestres de milieux humides. Ils sont  
presque tous prédateurs. Leur pharynx est long, sans mâchoire.

**10\ Biologie et Ecologie.**

Il  
n’existe pas de multiplication asexuée chez les achètes. La fécondation  
sexuelle est soit réciproque, soit unilatérale (= autofécondation). Les  
œufs fécondés sont pondus dans un cocon selon la même modalité que chez  
les oligochètes. Le cocon contient un liquide « albumineux » servant de  
nourriture à l’embryon.  
**Régime alimentaire**.  
Il  
existe de nombreuses formes parasites ou prédatrices. Pour les formes  
parasites, on parle de parasitisme temporaire car ces sang-sues se  
détachent de l’hôte, une fois le repas terminé. Elles sont encore  
utilisées en chirurgie réparatrice pour relancer la circulation  
veineuse dans les membres accidentés (elles créent un appel du sang).

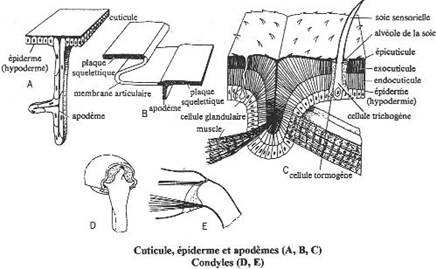
**III\ les Pogonophores.**

L’embranchement  
des annélides comprend en plus un autre groupe, les pogonophores,  
uniquement constitué d’espèces (peu nombreuses) cantonnées aux fonds  
abyssaux.  
A\ Morphologie externe.  
Les pogonophores ont souvent  
une forme de fil fin (inférieur à 1mm) d’une longueur d’environ 8cm.  
Certaines espèces peuvent mesurer jusqu’à 2,5mm de diamètre pour 30cm  
de long. On a même trouvé un individu de 1,5m de long et de 5cm de  
diamètre.  
Ces animaux vivent dans des tubes et possèdent des  
couleurs vives et contrastées. La partie antérieure porte de nombreux  
tentacules garnis de pinnules. Cette partie avant est appelée le «  
prosome ».  
La partie moyenne (le mésosome) et la partie terminale  
(le métasome) portent des papilles et des plaquettes chitineuses que  
l’animal utilise pour se déplacer dans son tube.  
B\ Morphologie interne.  
Le  
système nerveux est cutané ; il n’y a pas d’organes des sens ; le  
système circulatoire est clos et formé de deux vaisseaux (un dorsal et  
un ventral). Dans le vaisseau dorsal, le sang circule d’avant en  
arrière.  
Ces animaux sont gonochoriques. La fécondation se fait dans  
le tube de la femelle. Les œufs se développeront dans la partie  
antérieure du tube.  
Les pogonophores sont caractérisés par l’absence  
de tube digestif bien que non parasites. Deux hypothèses existent pour  
expliquer le mode d’alimentation :

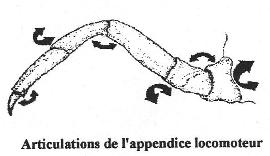
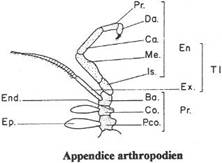
* + Il  
    y aurait absorption, au niveau des cellules épithéliales du tégument,  
    de substances dégradées par les bactéries qui vivent en contact avec  
    eux.
  + Il  
    y aurait une digestion externe de particules qui seraient ensuite  
    récoltées par les tentacules pinées. Toutefois, aucune glande  
    enzymatique pour la digestion externe n’a pu être mise en évidence.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  | | --- | | **Chapitre 4, partie 2 : Les Métazoaires Triploblastiques Cœlomates. L’embranchement des Mollusques.**   Cet embranchement compte *plus de 130 000 espèces* et occupe donc une place importante dans le règne animal par le nombre (d’espèces) et par le rôle écologique. Certaines espèces servent de nourriture pour l’Homme. Ce sont les seuls invertébrés avec les crustacés à être consommés (très fréquemment). On distingue **sept classes de mollusques** : les **Monoplacophores**, les **Aplacophores**, les**Polyplacophores**, les **Scaphopodes**, les **Lamellibranches** (= Bivalves), les **Gastéropodes** et les**Céphalopodes**. Nous verrons en détail les trois dernières classes.  Chez les mollusques, on parle de **radiation adaptative** car, à partir d’un ancêtre commun, une grande quantité d’espèces a évolué. **Les sept classes ont un ancêtre commun**. Ces espèces ont principalement conquis le *milieu marin* où l’on trouve des mollusques dans les zones de balancement de marées, dans le milieu pélagique (en pleine eau), dans les substrats meubles (comme le sable), dans les substrats durs (les rochers) et à de grandes profondeurs marines. *Seuls deux groupes se sont adaptés avec succès à l’eau douce* : les **gastéropodes** et les**lamellibranches** ; et quelques gastéropodes sont même passés à la vie terrestre. On pense que ces mollusques ont été les premiers à sortir de l’eau. Bien que les espèces de ces diverses classes soient différentes, on peut quand même définir des caractères communs à ces sept groupes.  **I\ Les caractères communs.**   * Il n’y a **jamais de segmentation**, *sauf chez les monoplacophores*. * Les mollusques sont tous **fortement céphalisés** avec la présence d’une **tête** et **d’organes sensoriels spécialisés**. * Le **cœlome est réduit** et la *paroi du corps est épaisse et musculeuse*. * La partie ventrale de la paroi du corps est transformée en un **pied musculeux** habituellement utilisé pour la *locomotion*. * La partie dorsale du corps va former le **manteau** (ou **pallium**). Celui-ci *sécrète une coquille* et délimite la **cavité palléale** dans laquelle sont situées les *branchies*. * Dans la **cavité palléale** s’ouvrent **l’anus** et tous les **autres pores excréteurs**. * Le **tube digestif est bien développé et régionalisé**. La cavité buccale contient presque toujours un *organe tubulaire d’alimentation* (= la **radula**). Cette dernière est *armée de dents et fonctionne comme une râpe*. On trouve ensuite un **œsophage** qui est composé de régions spécialisées : *une région pour le stockage de la nourriture* et une *région pour le morcellement de celle-ci*. Il vient ensuite un **estomac associé à une paire de glandes digestives**. La partie postérieure de ce tube digestif forme *l’intestin*, souvent long et terminé par un *anus*. * On trouve presque toujours un **système circulatoire avec un cœur bien défini**. Ce cœur est constitué **d’une ou plusieurs oreillettes** et **d’un ventricule médian**. Le sang circule dans les*vaisseaux* (sanguins) mais aussi dans les *espaces inter-viscéraux* entourant le cœlome. Le pigment respiratoire est **l’hémocyanine**. * On trouve **une paire de reins** *pouvant fusionner*. Ils sont en liaison étroite avec la cavité péricardique. * Le système nerveux. On trouve un **anneau nerveux circum-entérique** (= *péri œsophagien*). A cet anneau sont associées **deux paires de connectifs** (nerveux). Une des deux paires innerve le pied (**connectifs cérébropédieux**), l’autre innerve les viscères et le manteau (**connectifs cérébropleuraux**). Sur l’anneau nerveux et les connectifs, on trouve des ganglions (nerveux) plus de vastes réseaux nerveux sous-épidermiques. * Les **œufs** sont généralement de **taille réduite**, avec **peu de vitellus**. La **segmentation est spirale**. La larve caractéristique des mollusques est une **larve trocophore** (pour les mollusques primitifs) ou une **larve velligère** (pour les mollusques moins primitifs). Elles sont toutes les deux très proches.   Tous ces caractères ne sont pas forcément présents en même temps dans les sept classes. A\ Le mollusque primitif. http://www.biodeug.com/cours/balic/4245.jpg  Ce mollusque a une **tête bien définie**, avec des **tentacules céphaliques** portant des **yeux**. La face ventrale est modifiée en **sole de reptation** : **le pied**. La partie dorsale (ou **masse viscérale**) est recouverte par un repli de la paroi du corps (le **manteau**) qui peut sécréter soit une **coquille** soit des spicules calcaires. Vers l’extrémité postérieure, le *manteau délimite une cavité* (**palléale**) dans laquelle on trouve les*branchies* (ou **cténidies**) *et l’ouverture de l’anus* et des **néphridiopores**. La *structure branchiale* est avec un *axe central*, à partir duquel partent, *de chaque côté, des filaments aplatis*. Sous la tête, on trouve l’ouverture de la bouche avec la cavité buccale, musculeuse. A ce niveau, on trouve des glan*des salivaires qui produisent un mucus servant à agglutiner les fragments de nourriture*pour faciliter le passage de cette nourriture dans l’œsophage. Il s’y ouvre un **sac radulaire**, contenant la **radula** qui est un *ruban garni de dents*, pouvant être projeté hors de la bouche et utilisé par l’animal, pour arracher la nourriture du substrat sur lequel elle se trouve. La paroi interne de **l’œsophage est tapissée de cils** qui facilitent le passage de la nourriture dans l’estomac. Dans **l’estomac**, on a une **région sclérotinisée**, où la nourriture la plus dure peut être broyée. La*cœlome comportait deux compartiments largement communicant et dont l’un entoure le cœur et l’autre, une partie de l’intestin*. Dans ce cœlome, on trouve aussi les gonades. C’est aussi à ce niveau cœlomique, que sont collectés les déchets, au niveau des **néphrostomes**. Les déchets sont libérés dans la cavité palléale par l’intermédiaire des **néphridiopores**. B\ Les points communs entre les sept classes actuelles. En partant de ce mollusque primitif, en *aplatissant la masse viscérale* et en *prolongeant la cavité palléale* en forme de sillon entourant le pied, on obtient la **structure des polyplacophores**. http://www.biodeug.com/cours/balic/4246.jpg  **Pour avoir un lamellibranche**, il faut *élargir le manteau*, *le diviser en deux moitiés symétriques* : cette transformation définie alors une **cavité palléale immense**. La surface des branchies est beaucoup plus importante. Il faut *étirer le pied vers le bas de la région antérieure*. Le pied donne une lame et va pouvoir aller à l’extérieur de l’animal en passant entre les deux moitiés du manteau. http://www.biodeug.com/cours/balic/4247.jpg  **Le passage à la forme scaphopode** se fait *en prenant un lamellibranche*, en *soudant les bords inférieurs du manteau* et en *l’étirant en longueur* (sens antéro-postérieur). On a finalement une**structure tubulaire** à l’intérieur de laquelle le *corps va s’allonger*. http://www.biodeug.com/cours/balic/4248.jpg  **Pour avoir un gastéropode ou un céphalopode**, le processus est différent. La *masse viscérale doit se développer en hauteur et donner une bosse*. Au fur et à mesure qu’elle s’élève, elle va avoir*tendance à s’enrouler*. *Tous les céphalopodes n’ont pas de masse viscérale enroulée*; cependant, les premières espèces de céphalopodes et la forme nautilus avaient un corps enroulé. La différence importante entre les céphalopodes et les gastéropodes vient de *la tête et du pied qui sont mieux individualisés chez les gastéropodes*. Il se rapproche plus de la forme ancestrale.  C\ Quelques caractères communs aux sept classes. Tous les **mollusques** sont des **métazoaires triploblastiques cœlomates**. Le **cœlome**, constitué au début par **une paire de sacs cœlomiques**, se transforme en *trois cavités communiquant entre elles*. La **cavité génitale** entoure les *gonades* ; la **cavité péricardique** entoure le *cœur* ; un **néphrocœle**entoure les *néphridies*. Les de*ux dernières cavités peuvent fusionner pour donner une***cavité réno-céphalique**. La *cavité palléale est délimitée par le pallium*. Elle joue un rôle important chez les mollusques. Il y débouche le tube digestif par l’intermédiaire de l’anus, les néphridiopores. Cette cavité renferme le plus souvent une paire de **branchies constituées de cellules ciliées**. La vibration de ces cils entraîne un *fort courant d’eau*, obligatoire pour la respiration et même parfois, pour l’alimentation (surtout chez les lamellibranches). On peut aussi trouver, dans la cavité palléale, des *organes sensoriels* comme les **osphradies**, qui permettent à l’animal *d’apprécier la qualité de l’eau « inhalée »*. On a aussi des **glandes** sécrétant une substance qui permet le *nettoyage de cette cavité* : les **glandes hypobranchiales**. Cette *cavité se transforme chez les gastéropodes terrestres* (les Pulmonés). Elle se renferme en un sac (le « **poumon** ») qui communique avec le milieu extérieur par un *orifice pulmonaire* : le **pneumostome**. On pourra observer au niveau du manteau, une ou plusieurs soudures délimitant des ouvertures avec le milieu extérieur. On peut y trouver des *prolongements tubulaires* : les**siphons**.  **1\ L’appareil digestif des mollusques.**  Le *tube digestif* commence par une **bouche** s’ouvrant sur le **bulbe buccal**, au niveau duquel se trouve la **radula**. Celle-ci est constituée de *dents chitinisées* fonctionnant comme une râpe. La radula est enveloppée par une *gaine* *constamment régénérée au fur et à mesure de la vie de l’animal*. Chez les gastéropodes, le nombre, la forme et la disposition des dents sont fonctions du régime alimentaire (*les dents sont un des caractères de la systématique de la classe des gastéropodes*). Chez *certains mollusques*, on va trouver des *mâchoires*, par exemple, le **bec de perroquet des céphalopodes**. Au niveau du *bulbe buccal* vont **arriver deux glandes salivaires**. La bouche se prolonge d’un**œsophage** puis, d’un **estomac** on l’on trouve l’arrivée d’une **glande digestive** (dans l’estomac). Il est parfois appelé « hépato-pancréas » mais ce terme est à proscrire. Il suit **l’intestin** qui est *souvent long*, débouchant dans la cavité palléale par un **anus**. Un élément particulier de ce tube digestif est le **protostyle** qui permet la *trituration et la digestion des aliments*. Il se trouve **dans l’intestin**. Comme la radula, il *se régénère au cours de son utilisation*. Il a une forme de bâtonnet et a deux rôles dans la digestion :     * Un **rôle chimique** par *l’action d’enzymes*. * Un **rôle mécanique** : il peut tourner rapidement sur lui-même et *provoquer un écrasement*.   **2\ La coquille.**  **3\ Le système nerveux.**  Le système nerveux est constitué de **plusieurs paires de ganglions** *reliés entre eux par des***commissures** (pour les mêmes paires) *ou par des* **connectifs nerveux** (pour les ganglions de paires différentes). La **disposition des ga**nglions est particulière et dite « **en triangle** » (*ganglions cérébroïdes, pleuraux et pédieux*). *Excentrés* par rapport au triangle, on trouve les *ganglions viscéraux* reliés aux ganglions pleuraux. Cette disposition est plus ou moins visible chez toutes les classes de gastéropodes (il peut y avoir fusion des ganglions et/ou liaisons entre ganglions). On pourra trouver une fusion totale des ganglions pour former un « cerveau ». Les céphalopodes sont les mollusques les plus évolués.  **4\ L’appareil circulatoire.**  L’appareil circulatoire comporte **un cœur** enveloppé par un **péricarde**. Le cœur est constitué **d’un ventricule et de deux oreillettes**. *Chaque oreillette est en communication avec une branchie*. Le sang d’une oreillette va vers le ventricule avant d’aller irriguer les différents organes par l’intermédiaire des artères. Tous les mollusques ont un **système circulatoire complètement clos**. Dans certains cas, il *peut y avoir disparition d’une oreillette* (très souvent chez les gastéropodes). Le pigment respiratoire est**l’hémocyanine**. Il renferme du *cuivre* qui correspond à l’élément métallique de l’hème.  **5\ L’appareil respiratoire.**  L’appareil respiratoire est *étroitement lié à la cavité palléale*. Il est constitué de **branchies** qui vont être remplacées par un **poumon** chez les gastéropodes terrestres (les pulmonés). Les branchies ont une *forme variable*. Elles constituent le lieu d’échanges respiratoires chez les mollusques aquatiques.  **6\ L’appareil excréteur.**  L’appareil excréteur est représenté par **deux reins** qui sont à l’origine de la formation des*cœlomoductes à paroi excrétrice*. Ces cœlomoductes *communiquent avec la cavité péricardique et s’ouvrent à l’extérieur au niveau de la cavité palléale par* **l’orifice excréteur**.  La *communication entre rein et péricarde* se trouve *dans la plupart des groupes*. Elle est absente chez les gastéropodes terrestres.  **7\ L’appareil génital.**  Les **sexes sont généralement séparés** chez les mollusques mais on trouve des exemples*d’hermaphrodisme* et *quelques cas d’ambisexualité* (inversion du sexe durant la vie).  Les **gamètes**, produits par les **gonades**, *passent dans la* **cavité péricardique** puis dans les **canaux excréteurs** (*cœlomoductes*) pour être amenés *dans la***cavité palléale**.  La *fécondation est externe pour les lamellibranches*. Il y a *accouplement chez les céphalopodes et les gastéropodes*. Après la fécondation, **l’œuf** subit une **segmentation spirale**. Cet œuf donnera dans la majorité des cas une **larve trocophore** (libre et nageuse). Il existe quelques exceptions : la larve trocophore peut être modifiée rapidement pour former la larve velligère (avec une couronne ciliée développée  **prototroche**). *Sur la face dorsale de cette larve se présente rapidement une coquille*. Les **céphalopodes** n’ont **pas de développement stade larvaire libre** : le *développement embryonnaire a lieu chez la femelle*. Les gastéropodes n’ont pas tous de larve velligère.  **II\ Etude de classes.**  Avant, les amphineures regroupaient les polyplacophores et les aplacophores. Ces deux classes sont caractérisées par **l’absence de torsion du tube digestif** : la *bouche et l’anus sont terminaux et opposés*. Le **manteau** va synthétiser des **plaques calcaires** qui donnent la *carapace* ou bien des *spicules*. Les**aplacophores** comprennent des *spicules* dans leur masse viscérale. A\ Les Aplacophores. http://www.biodeug.com/cours/balic/4249.jpg  Les aplacophores sont de petits animaux vivant dans le sol ou vivant fixés sur des plantes ou d’autres mollusques. B\ Les Polyplacophores. Un des représentants de ce groupe est le **Chiton**. On le trouve sur les rochers d’Atlantique ou de Méditerranée. Le **corps est aplati dorso-ventralement**. La coque dorsale est constituée de **huit plaques calcaires articulées entre elles**. Ventralement, on trouve un **pied large** ou sole de reptation. La cavité palléale va former le **sillon palléal autour du pied**. Dans le sillon, on trouve les branchies. http://www.biodeug.com/cours/balic/4250.jpg http://www.biodeug.com/cours/balic/4251.jpg http://www.biodeug.com/cours/balic/4252.jpg http://www.biodeug.com/cours/balic/4253.jpg  Le chiton possède une gonade qui provient de la fusion des deux gonades primitives. Il reste deux conduits génitaux. La fécondation est externe et les sexes sont séparés. C\ Les Monoplacophores. http://www.biodeug.com/cours/balic/4254.jpg  Au début des années 50, on ne les trouvait qu’à l’état de fossiles. En 1952, on a trouvé des exemplaires vivants du genre **Néopilina** à plus de 4000 mètres de profondeur, dans le pacifique, au niveau du Mexique. C’est un **animal circulaire** d’environ *quatre centimètres de diamètre*, montrant une *symétrie bilatérale nette*. Néopilina possède une *coque dorsale mince* et est caractérisé par une **répétition d’un certain nombre d’organes** pouvant faire penser à une *métamérisation de l’animal*. Dans la région antérieure s’ouvre la *bouche, entourée par des palpes ciliés et des tentacules buccaux*. Le *pied* est circulaire et contient *huit paires de muscles rétracteurs*. Dans le sillon palléal, on trouve **cinq paires de branchies**. Dans ce sillon débouchent **six paires de néphridies** et **deux paires de gonades**. Chez *Néopilina*, les *sexes sont séparés* et la *fécondation externe*.  Le **cœur** est composé **d’un ventricule** et de **deux oreillettes**. Le cœlome est plus développé que chez les autres mollusques. *Néopilina galathea* possède des *caractères primitifs* comme le *sillon palléal*. Cela le rapproche du mollusque ancestral type. Cependant, cette espèce se distingue des autres mollusques par la répétition d’un certain nombre d’organes (musculature, néphridies, …) : c’est une *forme de métamérie*. Les monoplacophores *sont rapprochables des annélides*. On y trouve une **segmentation spirale** des œufs ainsi que *quelques ressemblances larvaires*. Ils descendraient de formes annélidiennes métamérisées. **Cette** **hypothèse a été abandonnée** : maintenant, *on pense qu’ils viendraient de plathelminthes turbellariés primitifs*. De nombreux travaux de taxonomie moléculaire sont effectués pour connaître la phylogénie de cette classe. D\ Les Scaphopodes. http://www.biodeug.com/cours/balic/4255.jpg  Les scaphopodes sont de *petits animaux marins*. Le plus connu d’entre eux est le **dentale**(*Dentalium*) qui vit *dans les sables*. Son *corps est allongé* et enveloppé d’un **manteau tubulaire**sécrétant une *coquille en forme de cône*.  On va trouver deux ouvertures :     * Une *ouverture large* dans la *région antérieure* (dans le sable). * Une *ouverture étroite*, qui fait saillie *hors du sédiment*.   C’est par *l’ouverture antérieure* que s’ouvre la *bouche*. Celle-ci est entourée de **tentacules** appelés «**captacules** ». Le *pied est peu développé* et a un *rôle fouisseur*. La **cavité palléale** s’ouvre par **l’orifice le plus étroit** (postérieur). Les **branchies ont disparues** et les *échanges respiratoires se font alors au niveau du manteau*. Le *système nerveux* est constitué de **quatre paires de ganglions** (cérébroïdes, pleuraux, pédieux et viscéraux). Les **sexes sont séparés** et l’on ne trouve **qu’une gonade**. Ce groupe est rapproché des gastéropodes car leur coquille est unique et leur masse viscérale se développe en hauteur. Ils sont aussi rapprochés des lamellibranches car leur tête est réduite, leur pied fouisseur et la coquille, chez la larve de scaphopode, est bivalve. E\ Les Gastéropodes. La classe des gastéropodes regroupe les ¾ des espèces de mollusques. Ils se distinguent par la**disparition de la symétrie bilatérale** au profit d’un **enroulement hélicoïdal** de la masse viscérale.  **1\ Caractères généraux.**  http://www.biodeug.com/cours/balic/4256.jpg http://www.biodeug.com/cours/balic/4257.jpg http://www.biodeug.com/cours/balic/4258.jpg http://www.biodeug.com/cours/balic/4259.jpg  La **tête est bien individualisée**, porte des **organes sensoriels** comme les *yeux* ou les *tentacules*. Le **pied** est très musculeux et souvent appelé « **sole de reptation** ». Celle-ci sert à l’appui de l’ensemble de la masse viscérale qui est protégée par une coquille. La **coquille** est formée par un **tube conique entouré en spirale autour d’un axe rigide** (la**columelle**). Cette columelle peut être *creuse ou pleine*. Au cours du développement larvaire, on observe **trois phénomènes caractéristiques** de cette classe : la **flexion endogastrique**, la **torsion** et la **spiralisation**. La *flexion endogastrique va provoquer un changement d’orientation au niveau de la cavité palléale*. La *torsion va amener cette cavité en avant, du côté dorsal*. La *spiralisation va entraîner l’enroulement de toute la masse viscérale qui se retrouve dans la coquille*. Elle entraîne aussi la **perte de la symétrie bilatérale**. Toutefois, il faut noter que **tous les gastéropodes ne subissent pas la spiralisation**. C’est la torsion qui permet la différenciation des sous-groupes de gastéropodes.  **2\ La sous-Classe des Prosobranches.**  Les Prosobranches ont subit une **torsion complète** (180°). La cavité palléale se retrouve en avant (elle comporte les branchies). Les **sexes sont séparés** ; la **coquille** est bien développée et **peut être refermée par un opercule** rigide d’origine organique ou calcaire. On y trouve 3 ordres :  [/center]   * [center]Les **Archéogastéropodes**. C’est le groupe le plus primitif. Les individus le composant sont **tous marins**, généralement **herbivores**. Exemples : *Patelle*, *Haliotis*, *Ormeaux*. * Les **Mésogastéropodes**. Ce groupe est celui qui comprend le plus d’individus et c’est aussi le plus varié des Prosobranches. Ces espèces ont **en général une branchie**, **un rein** et **une oreillette**. Ils sont **souvent herbivores** mais on y trouve quand même des *carnivores se nourrissant de lamellibranches* (comme les **bigorneaux**). * Les **Néogastéropodes** : Ce sont **les plus évolués**. Ils sont **carnivores** et certains possèdent un *venin toxique pouvant être mortel pour l’Homme*. Exemples : **Buccin**, **Murex**.   **3\ La sous-Classe des Opisthobranches.**   La **torsion** des opistobranches **est incomplète**, *ne dépassant pas 90*°. Ils n’ont en général **qu’un rein**, **qu’une oreillette**, **qu’une branchie**. La *coquille est réduite*, *souvent interne* et parfois absente. On y distingue **deux ordres** :     * Les **Tectibranches**. Exemple : le lièvre de mer (genre *Apbysia*). Il y a un développement des*expansions latérales du pied* : les **parapodies**. La *coquille est très mince* et le manteau tend à la recouvrir. Les *parapodies s’hyper-développent* et *fonctionnent comme des nageoires ou des ailes* : aptitude à la nage. Ce lièvre de mer est un *brouteur d’algue*. * Les **Nudibranches**. Il y a **disparition totale de la coquille et de la cavité palléale**. Les*branchies sont remplacées par des expansions du tégument* : les **papilles**. Ces nudibranches *se nourrissent de cnidaires* mais ils ne digèrent pas les cnidoblastes ; ils stockent parfois ces derniers au niveau des papilles, ce qui les protège.   **4\ La sous-Classe des Pulmonés.**   On trouve les **pulmonés** en *eau douce* ou en *milieux terrestres* ; exceptionnellement en mer. Chez les*formes terrestres*, les *branchies disparaissent*. Le plafond de la cavité palléale forme un poumon.*L’ouverture de la cavité se rétrécie* et elle communique à l’extérieur par le **pneumostome**.  L’appareil génital est **hermaphrodite**. Il y a **accouplement et fécondation croisée** mais aussi **auto-fécondation** possible. On distingue **deux ordres** :     * Les **Basomatophores**. Ils ont les **yeux situés à la base des tentacules** qui ne sont pas invaginables. La **coquille est bien développée**. Ce sont les pulmonés qui *retournent à la vie aquatique*. On les trouve en eau douce. Exemple : *Planorbe* dont la coquille s’enroule dans un plan. * Les **Stylomatophores**. Ils sont **presque tous terrestres** (genre *Hélix*). La **coquille extérieure est bien développée**. La *columelle est creuse chez l’escargot de Bourgogne*. Chez les *limaces, la coquille est réduite voir interne*.   F\ La classe des Lamellibranches (ou Bivalves). Cette classe ne comprend que des **individus marins**.  **1\ Caractères généraux.**  **Le manteau.** Le **manteau** est développé et **donne deux lobes symétriques** enveloppant la totalité du corps et constitue la *cavité palléale*. Les deux lobes pourront être libres sur toute leur surface sauf dorsalement où l’on trouve une *soudure au niveau de la***charnière**. Ces deux lobes du manteau vont laisser une *empreinte sur la face interne des valves* : c’est la **coquille** **intégripalliée** (*empreinte continue*). Chez quelques formes, il existe d’autres types d’empreintes (chez les lamellibranches fouisseurs) : *une ou plusieurs soudures ventrales*. Quand on a deux soudures ventrales, il y a deux orifices dont un est inhalant et l’autre exhalant. Chez les fouisseurs les mieux adaptés, les *orifices sont prolongés par des* **siphons**. L’empreinte laissée est donc discontinue : c’est la **coquille sinupalliée**. **Les muscles adducteurs.** On trouve **généralement deux muscles adducteurs** (*un antérieur et un postérieur*) : espèce**dimyaire**. Ces deux muscles traversent de part en part l’animal et s’insèrent sur la face interne des deux valves. La fixation laisse des **empreintes**.  Le rôle de ces muscles est de **fermer ou de rapprocher rapidement les deux valves**.  Il existe quelques formes avec un *muscle adducteur postérieur unique* : espèce **monomyaire**. **La tête.** On note une **absence de tête bien différenciée**. Il n’y a donc *pas d’organes sensoriels* *céphaliques*. Ces organes se retrouvent plutôt sur les bords du manteau. **Le tube digestif.** http://www.biodeug.com/cours/balic/4260.jpg  La partie antérieure du tube digestif ne comporte **pas de mâchoire**, **ni de radula**, **ni de pharynx**. La bouche est entourée par des **palpes** (*deux paires de palpes labiaux*) et s’ouvre sur l’œsophage. **L’appareil respiratoire.** http://www.biodeug.com/cours/balic/4261.jpg  Les **branchies** sont recouvertes par un **épithélium cilié** dont les battements créent un **puissant courant entrant d’eau**. Il favorise la respiration par apport d’eau oxygénée et l’entrée de petites particules alimentaires qui pourront progresser jusqu’à la bouche. Le pouvoir filtrant de ces animaux est très important. Par exemple, *Corbicula* (1 centimètre de diamètre) filtre une dizaine de litres d’eau par jour. **La reproduction.** Les **males** et les **femelles** émettent leurs produits génitaux dans l’eau (**fécondation externe**). Il existe un phénomène particulier pour les lamellibranches d’eau douce : *après le développement embryonnaire*, on observe le *développement d’une larve* **glochidie** (**parasite**) qui se fixe *sur les branchies ou les nageoires de poissons*. Cette fixation confère aux mollusques d’eau douce, un **grand pouvoir de dissémination**. La première **classification** des lamellibranches est basée **sur la structure et la forme des branchies**.  **2\ L’ordre des Protobranches.**  Les branchies sont constituées de **filaments simples** et le *manteau est largement ouvert*. Exemple*Nucula sp*.  **3\ L’ordre des Mésobranches (ou filibranches).**  Les branchies sont **plus complexes**, constituées de **filaments directs et réfléchis**. Ils sont *en liaison par une jonction simple*. Les branchies prennent une forme de « W ». Les **deux muscles adducteurs** sont présents mais le **muscle antérieur est réduit**. On trouve une**soudure dorsa**le (la charnière). Exemples : *Mytilus* (moule), *Pecten* (coquille St Jacques).  **4\ L’ordre des Métabranches (ou Eulamellibranches).**  On trouve des **filaments directs et réfléchis mais soudés**. Les **liaisons entre les filaments** sont plus importantes et **constituées de ponts conjonctifs** : on a une **rigidification** de la structure. Le manteau présente **une ou deux soudures ventrales** (un orifice inhalant et un orifice exhalant). Exemples : Coque, Palourde. http://www.biodeug.com/cours/balic/4262.jpg http://www.biodeug.com/cours/balic/4263.jpg  **5\ L’ordre des Septibranches.**  Les **branchies sont réduites** et forment une sorte de **membrane percée de pores** où passe le manteau et la masse viscérale. On détermine une « **chambre branchiale** ». G\ La classe des Céphalopodes. Les céphalopodes sont les **mollusques les plus différenciés**. Ils sont souvent considérés comme les invertébrés les plus évolués. Leur *système nerveux est concentré* et les**yeux sont de type camérulaire** (*semblables à ceux des vertébrés*). Ce sont toutes des espèces marines. Leur taille est variable (de quelques centimètres à plusieurs mètres). Les plus grands sont les calmars géants et ils sont en concurrence alimentaire avec les gros vertébrés comme le cachalot…  http://www.biodeug.com/cours/balic/4264.jpg http://www.biodeug.com/cours/balic/4265.jpg  **1\ Organisation des céphalopodes.**  Cf. TP. Exemple de la **Sèche**.  **2\ La sous-classe des Tétrabranchiaux.**  Les tétrabranchiaux furent un **groupe important au Primaire**. Maintenant, ils ne sont plus représentés que par **un genre** : *Nautilus*.  Sa *coquille est enroulée sur un plan*. Elle est *divisée en loges*, séparées par des cloisons. L’animal vit dans la dernière loge. Il existe un **siphon** qui traverse toute les loges pour se terminer dans la loge initiale. Ce siphon contient un ligament qui va rejoindre la dernière loge. Ils ont **quatre branchies**, **quatre oreillettes**, **quatre reins**. Ils présentent *entre 40 et 50 tentacules rétractiles*.  On les trouve dans *l’océan Pacifique* et dans *l’océan Indien*.  **3\ La sous-classe des Ammonoïdés.**  Cette sous-classe est *uniquement présente au Secondaire*, après, ils disparaissent. Leur coquille est traversée par un siphon. Ils avaient *deux ou quatre branchies*.  **4\ La sous-classe des Dibranchiaux.**  Les dibranchiaux possèdent **deux branchies**, **deux oreillettes**, **deux reins**.  **a\ L’ordre des Décapodes.**  Les décapodes ont **dix bras péribuccaux** et une **coquille interne**. Le *manteau forme deux replis latéraux qui donnent une nageoire de chaque côté* de l’animal. Exemples : Sèche, Sépia, Calmar.  **b\ L’ordre des Octopodes.**  Les octopodes ont **huit bras**. Ils sont **dépourvus de coquille**. Le manteau est sous les replis latéraux. Ce sont des **animaux benthiques**. Exemple : la Pieuvre.  **c\ L’ordre de Bélemnitoïdés.**   Les bélemnitoïdés sont un **groupe fossile** qui présentait une **coquille externe**.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ http://www.gifsmaniac.com/gifs-animes/drapeaux/algerie/drapeaux-algerie-3.gif | | |
| [Revenir en haut](http://biodz.discutforum.com/t324-toutes-les-cours-de-zoologie#top) [Aller en bas](http://biodz.discutforum.com/t324-toutes-les-cours-de-zoologie#bottom) | |  | | --- | | [Voir le profil de l'utilisateur](http://biodz.discutforum.com/u1) [Envoyer un message privé](http://biodz.discutforum.com/privmsg?mode=post&u=1) [Envoyer l'e-mail](http://biodz.discutforum.com/profile?mode=email&u=1) [http://biodz.discutforum.com](http://biodz.discutforum.com/) [111silandsou@live.fr](msnim:chat?contact=111silandsou@live.fr) [souad.2007@yahoo.fr](http://edit.yahoo.com/config/send_webmesg?.target=souad.2007@yahoo.fr&.src=pg) [souadbek](callto://souadbek/) | |
| **[Sou-Ad-min](http://biodz.discutforum.com/u1)** Fondatrice Fondatrice [http://r22.imgfast.net/users/2213/36/57/02/avatars/1-60.gif](http://biodz.discutforum.com/u1)  Nombre de messages: 1453 Féminin Age: 22 Localisation: Alger Points: 1943 Réputation: 32  http://illiweb.com/fa/empty.gif | |  |  | | --- | --- | | MessageSujet: Re: Toutes les cours de zoologie   http://hitskin.com/themes/12/97/69/i_icon_minitime.gifJeu 28 Jan - 13:24 | Sélectionner/Désélectionner multi-citation [Répondre en citant](http://biodz.discutforum.com/post?p=4391&mode=quote) | |  | | | [**+**](http://biodz.discutforum.com/t324-toutes-les-cours-de-zoologie?p_vote=4391&eval=plus)  ----  [**-**](http://biodz.discutforum.com/t324-toutes-les-cours-de-zoologie?p_vote=4391&eval=minus)  **Chapitre 5-1 : Les Arthropodes, Généralités.**    **I\ Caractères généraux.**  Les animaux de la lignée protostomienne ont subit des modifications considérables avec des*spécialisations selon les milieux colonisés*. Les arthropodes sont les mieux céphalisés avec les céphalopodes.  Ces arthropodes présentent des *caractères d’annélides* comme une *chaîne nerveuse ventrale* et une *segmentation apparente*. Ils ont aussi des *caractères de mollusque* avec par exemple, un *cœlome réduit* et un *appareil circulatoire ouvert*.  Les arthropodes :  - Sont des **protostomiens segmentés**, équipés à l’origine, **d’une paire d’appendice par segment**. Certains de ces appendices disparaissent ; d’autres se spécialisent.  - Montrent des **formes primitives** avec des *appendices post-oraux tous égaux*. Les formes « modernes » vont présenter des **appendices spécialisés** en *fonction de leur position sur le corps*.  - Ont une **cuticule externe** qui recouvre tout le corps : c’est un **exosquelette rigide** qui oblige la **croissance par mue(s)**.  - N’ont des *vésicules cœlomiques que chez les embryons précoces* : elles vont *régresser chez l’adulte* alors que*l’hémocœle prend de l’importance*. L’hémocœle est la cavité générale où circule le sang.   - Possèdent un **cœur contractile**, *formé à partir d’un vaisseau dorsal*. Ce vaisseau est placé dans un **sinus péricardique** et le sang pénètre dans le cœur par des orifices latéraux paires : les **ostioles**.   - Ont un *système nerveux bâtit sur le plan annélidien* (la **chaîne nerveuse est ventrale**, reliée au « cerveau » par le **collier péri-œsophagien**). Le *cerveau est hautement différencié* et divisé en **trois vés**icules : **protocérébron**,**deutérocérébron**, **tritocérébron**.  - Ont leurs *mouvements qui ne dépendent que de la musculature* animant ces appendices locomoteurs, rattachés à l’exosquelette.  - Ont des *œufs très riches en vitellus* et ne présentent **pas de larve trocophore** (ce qui est le cas des annélides et des mollusques).  Le **système excréteur néphridien des annélides a disparu**.  http://www.biodeug.com/img/fleche.gif Les arthropodes présentent 7/8ème des espèces vivantes. Ces points évolutifs fondamentaux ont été déterminant dans leur succès écologique et leur réussite.    **II\ La diversité des arthropodes.**  Chez les arthropodes vrais, on trouve **trois sous-embranchements** : les **Trilobitomorphes**, les**Chélicérates**, les **Antennates** (ou Mandibulates).   Cet embranchement est représenté dès le cambrien (-560 millions d’années) avec des formes aquatiques.   **A\ Le sous-embranchement des Trilobitomorphes.**  http://www.biodeug.com/cours/balic/5113.jpg  Ces trilobitomorphes sont des *arthropodes primitifs*, *aquatiques*, avec des *antennes pré-orales* et des**appendices biramés sur tous les métamères**. Aucun trilobitomorphe n’a atteint l’ère secondaire. On compte 3950 espèces.   **B\ Les Chélicérates.**  63000 espèces sont actuellement connues. Elles n’ont **pas d’antennes**. La *première paire d’articles est en avant de la bouche* et forme des *pinces préhensiles* : les **chélicères**. On y trouve *aussi une paire d’appendices tactiles* : les **pédipalpes**.   Le **corps** est divisé en deux régions ou **deux tagmes** :   - Un **prosoma**, antérieur, *portant les chélicères*, *les pédipalpes* *et tous les segments munis de pattes marcheuses*.  - Un **opistosoma**, *portant des appendices réduits ou bien absents*.  Les chélicérates sont divisés en trois classes :  Les **mérostomes** : leur *respiration est branchiale, aquatique*. Ce sont les **limules** (ou xiphosures). Le corps est recouvert d’une **carapace dorsale**.  http://www.biodeug.com/cours/balic/5103.jpg  Les **arachnides** : la **respiration est aérienne** et ils sont *majoritairement terrestres*. On en connaît 15 ordres et les plus connus sont les scorpions, les araignées, les opilionides ou les acariens.  http://www.biodeug.com/cours/balic/5104.jpg  Les **pycnogonides** : ce sont les « araignées de mer ». Ce sont des *formes aquatiques* à **respiration cutanée**. Le *prosoma est très développé* alors que *l’opistosoma est très réduit*.  http://www.biodeug.com/cours/balic/5105.jpg  **C\ Les antennates (ou mandibulates).**  http://www.biodeug.com/cours/balic/5106.jpg  Les **antennates** ont des **antennes et des mandibules**. Ils regroupent les **crustacés** et les **uniramés**(myriapodes + insectes). La **différence** entre les sous-groupes est surtout faite à partir des**appendices céphaliques**.  **1\ La Super-classe des Crustacés.**  Les crustacés **sont aquatiques**, à **respiration branchiale**. Ils possèdent **deux paires d’antennes**. On en connaît 40 000 espèces réparties en **10 classes**.  **2\ La Super-classe des Uniramés.**  Cette super-classe comprend près d’un million d’espèces. Elles sont **pourvues d’une seule paire d’antennes**. Les *appendices locomoteurs n’ont qu’une rame*.  **\ La classe des Myriapodes.**  On trouve **plus de trois paires d’appendices locomoteurs**.  **\ La classe des Insectes (ou hexapodes).**  On trouve **trois paires d’appendices locomoteurs**.    **III\ Les Pararthropodes, groupe associé aux arthropodes.**  http://www.biodeug.com/cours/balic/5107.jpg  Les pararthropodes regroupent **trois classes** : les **tardigrades**, les **onychophores** et les**pentastomides**. Ces derniers seraient des arthropodes vrais déformés par le parasitisme.  Les tardigrades et les onychophores sont beaucoup plus énigmatiques. Ils possèdent des caractères d’arthropodes comme une segmentation, une cuticule, une croissance par mue. Ils présentent toutefois des particularités pouvant être considérées comme des régressions : les tardigrades n’ont ni antennes, ni pièces buccales, ni système respiratoire. Les appendices articulés peuvent être présents ou non.  *http://www.biodeug.com/img/fleche.gif Le problème de l’intégration de ces trois classes aux arthropodes n’est pas résolu.*  **IV\ Signification fonctionnelle de la métamérie.**  Comme chez les annélides, le corps est à **symétrie bilatérale**, avec une succession de segments : les **métamères**. Il y a *segmentation ganglionnaire du système nerveux*.  **A\ La métamérie des arthropodes.**  http://www.biodeug.com/cours/balic/5114.jpg  *Chaque segment est entouré de plusieurs plaques* (*sclérites*) et sont unis (les segments) entre eux et aux métamères voisins par une **membrane ventriculaire**.  On trouve un **tergite dorsal**, un **sternite ventral** et **deux pleurites ventraux**.  *Un métamère est traversé*par : le **tube digestif**, le **cœur** (vaisseau contractile dorsal), la **chaîne nerveuse**, des **faisceaux musculaires** longitudinaux dorsaux et ventraux.  La *musculature circulaire a disparu*. A la série des métamères s’ajoutent :  - **L’acron** dans la *région antérieure*, qui porte le **protocérébron**.  - Le **telson**, *à l’arrière*, qui **porte l’anus**.  Cette **métamérie hétéronome** résulte de la *différenciation de régions* (les tagmes). *Chaque tagme comprend une série de métamère pour la même fonction*.  Les *appendices des tagmes sont spécialisés* dans des différentes fonctions. Les *arthropodes primitifs*ont un *grand nombre de segments*, pouvant être indéfini, alors que les *formes spécialisées* ont un*nombre de segments réduit et fixe*. Il y a donc une **division du travail** entre les différents groupes de segments. La *région antérieure* est *sensorielle et masticatrice* ; la *région moyenne* est *locomotrice* ; la*région postérieure* porte les *organes génitaux*.  **B\ Signification fonctionnelle de la métamérie.**  La *segmentation* chez les cœlomates semble avoir une *double signification* : *collecte de nourriture et locomotion*. Chez les annélides, la segmentation est d’abord liée à la locomotion : toute réduction de la mobilité s’accompagne d’une altération de la métamérie. Par exemple, les annélides sédentaires ont une métamérie altérée par rapport aux annélides errantes.   *Chez les arthropodes*, on pense que la *segmentation est d’abord liée à la collecte de la nourriture*. Cela est basé sur un groupe de crustacés, soit fixés, soit parasites : les **cirripèdes**. *Chez les formes fixées, on trouve deux types morphologiques :*  - Les *Lepas*, à *aspect de fleur composée*, avec une *carapace de plusieurs plaques calcaires* (le **capitulum**) et un *pédoncule* de fixation.  - Les *Balanes*, **dépourvus de pédoncule** mais protégés par une **muraille calcaire**.  Dans les deux cas, le *corps a six paires d’appendices troncaux en forme de fouet*. Les cirres sont munis de soies plumeuses pour la capture du plancton. La *sédentarité n’affecte pas la segmentation*, probablement, car celle-ci est liée à la collecte de nourriture, d’où, les six paires d’appendices.  *L’altération de la métamérie ne peut donc être associée qu’à un changement radical des habitudes alimentaires, comme chez les parasites*. C’est le **cas chez les cirripèdes rhizocéphales**comme la *Sacculine*.   ** La segmentation n’est que secondairement associée à la locomotion qui se fait dans un premier par nage appendiculaire.**  **V\ La céphalisation.**  http://www.biodeug.com/cours/balic/5110.jpg  La **tête** résulte de la **fusion de l’acron avec les cinq premiers métamères**. *L’acron porte* les **ocelles**et les **yeux composés**. Les *métamères 1 à 5 portent* les *appendices spécialisés dans les fonctions sensorielles* (exemples : **antennes** et **antennules**) *et/ou dans les fonctions masticatrices* (exemples :**mandibules**, **pattes-mâchoires**).   Les *métamères 1 et 2* sont en **position pré-orale** et leurs *centres nerveux* (deuto et tritocérébron)*vont fusionner avec le protocérébron pour former le cerveau*.  Les *métamères 3 à 5* sont **post-oraux** et *leurs ganglions fusionnent en un ganglion* **sous-œsophagien***innervant les pièces masticatrices*.  Ces deux *ensembles sont liés par un* **collier péri-œsophagien**. La tête des arthropodes reste controversée sur plusieurs points. Les formes primitives étaient proches des crustacés céphalocarides : une tête bien individualisée avec un acron plus cinq métamères. La tête est séparée du premier métamère thoracique par une limite inter segmentaire. On admet que cette disposition représente la structure fondamentale des arthropodes. Cette structure fondamentale est conservée chez les myriapodes avec une meilleure individualisation, grâce à un cou. C’est la même chose chez les insectes.  Toutefois, la tête de nombreux crustacés et de tout les chélicérates s’éloigne de ce type fondamental. *Les crustacés ont une céphalisation qui fait intervenir les deux premiers segments du tronc qui vont se souder à la tête primitive*. La partie dorsale de la carapace recouvre plus ou moins l’ensemble du corps. Les *premiers appendices thoraciques forment des pattes-mâchoires*(PMX) venant participer à la mastication. La *tête est une unité anatomique mais aussi fonctionnelle*. Elle regroupe les éléments pour les fonctions nerveuses (et sensorielles) et de nutrition.  Chez les *chélicérates*, la *partie antérieure est longue*, d’un seul tenant. De l’avant vers l’arrière, on trouve *une paire de chélicères*, *une paire de pédipalpes* (deuxième métamère plus bouche) puis *quatre paires locomotrices*. Le **premier segment est dépourvu d’appendice**. Le *premier métamère porte les chélicères*. Tout cet ensemble peut être assimilé à une tête primitive mais il assure aussi la fonction locomotrice.  http://www.biodeug.com/img/fleche.gif *On doit admettre que les pattes locomotrices correspondent à des segments du tronc ayant fusionné avec la tête ; l’ensemble formant le prosoma*. | | | |

**Chapitre 5-2 :**  
**La locomotion chez les Arthropodes.**  
  
  
  
Connaître les *mécanismes de la locomotion* permet de *comprendre les origines d’un groupe animal*:*tout ancêtre supposé devra fonctionner de la même façon*. La *locomotion nécessite* toujours un *système squelettique* transmettant une force générée par l’activité musculaire. Chez les arthropodes, c’est*l’exosquelette associé à la musculature* qui remplie ce rôle.   
  
**I\ L’exosquelette et l’appendice locomoteur.**  
  
**A\ L’exosquelette.**  
  
*L’exosquelette* permet d’avoir des **appendices articulés**  
: les arthropodes ont un avantage locomoteur sur tous les animaux  
vermiformes, d’où, leur succès écologique. Ce squelette procure la **rigidité nécessaire au mouvement**. Il fournit les *points d’appuis pour les mouvements de leviers* et *fournit des points d’ancrage pour les muscles*.  
  
Les appendices permettent le *déplacement de l’animal* **sans avoir à utiliser toute la musculature**, comme chez les animaux à squelette hydrostatique type annélides.  
  
Chez les **insectes ptérygotes**, la **cuticule donne les ailes**, ce qui permet un *déplacement sur de grandes distances*. Par exemple, certaines libellules sont capables de traverser la méditerranée.   
  
La **paroi du corps** comprend la **cuticule**, **l’épiderme** et une **membrane fondamentale**. Toutes les *couches musculaires circulaires, diagonales des annélides se sont transformées* et se sont dispersées pour constituer la**musculature spécifique** qui actionne les articulations du corps.



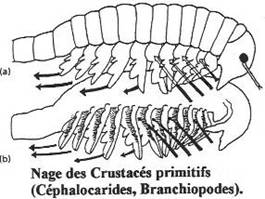
La cuticule est formée de *trois couches* :  
  
- La couche externe ou **épicuticule**. Cette couche est *très fine*, *imperméable*, *inextensible*, constituée de**lipoprotéines associées à des cirres** et des **composés phénolés** *limitant les pertes d’eau*.  
  
- La couche moyenne ou **exocuticule**. Cette couche est *souvent pigmentée* et *forme des plaques squelettiques* (les**sclérites**) qui sont constituées de **scléroprotéines associées à de la chitine**.  
  
- La couche interne ou **endocuticule**. Cette couche est **continue**, **flexible** et forme les **membranes articulaires***entre deux sclérites successives*. Elle est essentiellement composée de **chitine associée à des polysaccharides**.  
  
Il existe également des **structures fines** aux endroits où *l’épiderme s’invagine* en formant des**apodèmes**.  
  
Les sutures mobiles pourront montrer *deux types d’adaptation*. Les *sclérites protecteurs se chevauchent* alors que*l’endocuticule forme une membrane articulaire repliée vers l’intérieur du corps*.  
L’articulation des appendices est différente : s’il n’y a qu’un repli  
de l’endocuticule, tout le poids du corps reposerait sur une structure  
fragile : la *surface d’articulation va être renforcée par des points de contact*  les **condyles**.   
  
Face aux condyles, la *membrane art*iculaire (plus souple) *assure la jonction entre les deux éléments squelettiques*. La membrane *ne sert qu’à refermer les espaces entre les deux articles*.  
  
**B\ Les appendices locomoteurs.**  
  
Les *articulations des pattes* comprennent **entre un et trois condyles**. Leur forme et leur position vont déterminer la liberté de mouvement de l’appendice.

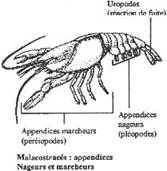
Sur l’ensemble de l’appendice, les **articulations** ne permettent que des **mouvements de flexion et d’extension** : ce sont des mouvements de **type charnière**. *Seule l’articulation de la base est capable de rotation* ; elle est responsable du mouvement vers l’avant.  
  
Le corps des arthropodes est suspendu entre les appendices ; la *marche n’implique ni élévation ni abaissement du centre de gravité*. Les muscles qui animent les appendices sont situés à l’intérieur du corps.  
  
La **structure est uniforme**. L’appendice est constitué d’une *série d’articles* qui *s’affinent en allant vers l’extrémité*. Les *articulations fonctionnent chacune comme une charnière mais sont orientées dans des plans différents*. Ce système permet à l’extrémité de l’appendice de se déplacer dans toutes les directions.  
  
**L’appendice est biramé** ; il comporte une *région basale* : le **protopodite**. Cette région est constituée de *trois articles* : le **pré-coxa**, le **coxa** et le **basis**.  
  
On *retrouve ces trois articles chez les crustacés* mais les *insectes ne conservent que le basis* qui sera appelé « **la hanche** ». Dans ce cas, *on suppose que les deux articulations précédentes se sont intégrées au pleurite*.  
  
A partir des protopodites se sont développés des *expansions*, les **épipodites**, *à rôle surtout respiratoire*.  
  
Ensuite on trouve une *rame externe*, *l’exopodite*, qui prend une *fonction respiratoire* en se *transformant en branchies*. Cette expansion n’existe **que chez les crustacés et les trilobites**.  
  
Finalement, on a une *rame interne*, **l’endopodite**, qui est composée de **cinq articles** :

|  |
| --- |
| http://www.biodeug.com/cours/balic/5201.gif |

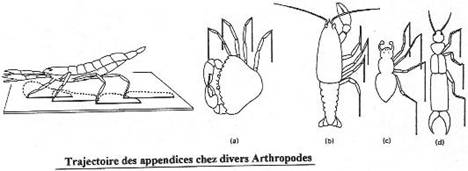
**II\ La locomotion chez les crustacés.**  
  
**A\ Les crustacés primitifs.**



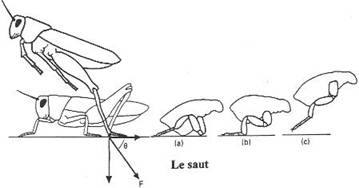
Chez les *crustacés primitifs*, représentés par les *léphalocarides* et les *branchiopodes*, les s*egments thoraciques portent des appendices qui servent à la fois* à la **nutrition** et à la **locomotion**.  
  
  
*L’appareil locomoteur* agit comme une **pagaie** et la surface présentée à l’eau est maximale à l’impulsion et minimale au reploiement.  
  
La *nage est favorisée par la contraction des espaces formés entre les appendices*.  
L’eau est aspirée entre les appendices dans la région antérieure puis  
est expulsée latéralement dans la région postérieure. Le *mouvement d’eau est unidirectionnel* et *ne peut s’inverser* car, une fois que l’eau est aspirée dans la région antérieure, les **exopodites**(externes) vont *jouer un rôle de valve*.  
  
Les *particules sont captées au passage par les soies de l’endopodite* ; elles passent ensuite vers une **gouttière médio-ventrale**, puis sont **dirigées bers la bouche**.  
  
  
Les appendices servent à la fois à la locomotion et à la nutrition :  
ils ne sont que peu spécialisés. Les crustacés sont uniquement nageurs.  
  
  
**B\ Les crustacés supérieurs : les malacostracés.**

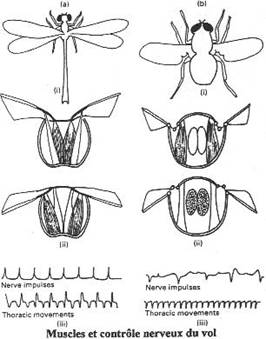


Chez ces crustacés, on observe le *passage à la marche benthique*, ils conservent quand même une *capacité à nager*. Ils conservent à la fois des *appendices marcheurs thoraciques* (les **péréiopodes**) et des *appendices nageurs* (les**pléopodes**).  
  
  
Une *tendance évolut*ive peut conduire à une *réduction*, voir même une perte, *de la capacité à marcher* : c’est le cas des **Eucarides**. D’autres espèces peuvent *perdre la capacité à nager*, par *réduction ou disparition des pléopodes* : cas chez les **décapodes Brachyoures** (crabe) et les **Macroures** (*langouste*).  
  
*Chez les macroures*, les **pléopodes sont réduits** et ne peuvent pas servir à la nage. Les animaux *ont développé une rame caudale*, *formée du pléopode 6 et du telson*. Un **retour b**rutal de cette rame permet la réaction de **fuite vers l’arrière**.  
  
*Chez les crabes, l’abdomen est très réduit*. Ces animaux *marchent sur le fond grâce à leurs péréiopodes*. Il y a quelques **exceptions** car certains crabes nageurs (genre *Callinecte*) ont *modifié la forme du péréiopode 5 qui devient aplati à son extrémité*. La nage est réalisée par la rotation de ces péréiopodes.  
  
**III\ La locomotion en milieu terrestre.**  
  
Les  
arthropodes sont plus denses que l’air et leur exosquelette va  
interagir avec le support. Les appendices supportent des forces de  
flexions orthogonales à leur axe et des forces de torsion qui agissent  
dans l’axe de l’appendice.  
  
D’un point de vue physique, la structure qui supporte le mieux ces contraintes est un cylindre creux.  
  
On reconnaît **trois types de locomotion** : la *marche, le saut, le vol.*  
  
**A\ La marche.**  
  
La **marche** implique une **rotation axiale de l’appendice**, réalisée *par l’article basal* (hanche). On distingue **quatre phases** :  
  
- **Elévation** de l’appendice.  
  
- Mouvement **vers l’avant**.  
  
- **Abaissement**.  
  
- **Rétraction** vers l’arrière du corps (*l’extrémité de la patte reste en contact avec le sol*). L’animal *se déplace en avant de ce point fixe*.  
  
C’est le jeu des diverses articulations de l’appendice qui maintien le corps à la bonne hauteur.  
  
Chez les myriapodes, on distingue les Diplopodes, herbivores (mille-pattes) et les Chilopodes, carnivores (Scolopendre).  
  
Chez les **diplopodes**, il y a un **grand nombre d’appendices courts**, chacun entrant vers l’avant juste après celui qui le précède. Il se forme une **onde locomotrice** dirigée vers l’avant, qui *ne déplace qu’une patte à la fois*. Ce mécanisme ne permet qu’une **locomotion très lente**  
car une force assez importante s’exerce vers la patte antérieure pour  
obtenir une vitesse faible. Le type de locomotion convient à ces  
animaux herbivores qui vivent souvent dans le bois en décomposition ou  
dans la terre meuble.  
  
Les **chilopodes** (prédateurs actifs), *doivent être capables d’une grande vitesse* de déplacement. *Plus  
la vitesse augmente, plus le nombre d’appendices en contact avec le sol  
va diminuer et les ondulations du corps s’amplifient*. Le *but des ondes est d’accroître l’enjambée*. Ce type de locomotion demande une **grande dépense énergétique**  
vu que le corps est mis en jeu. Le problème est résolu par  
l’accroissement de la longueur des pattes et par la réduction du nombre  
de pattes. C’est une tendance évolutive très marquée chez les  
arthropodes.  
  
Les **crustacés décapodes** ont **cinq paires de péréiopodes** mais *3 ou 4 servent à la marche*. *Les autres sont transformés en pinces*.  
  
Les *arachnides ont quatre paires de pattes*. Les *insectes ont trois paires*.  
  
La *trajectoire de chaque appendice est différente* pendant la marche et *ces trajectoires ne se recoupent jamais*.



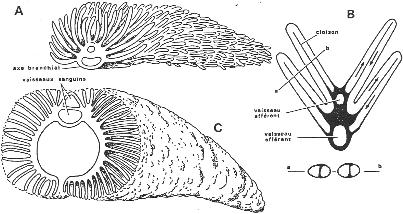
Moins il y a de pattes, plus il est difficile d’obtenir la stabilité.  
  
Chez les *hexapodes*, la séquence de marche fait qu’il y a *toujours trois pattes en contact avec le sol*, formant ainsi un **trépied**. Le centre de gravité de l’insecte se projette toujours dans le triangle formé par les extrémités des pattes.  
  
Les *crabes se déplacent latéralement*. La traction est réalisée par les articulations inférieures de l’appendice.  
  
**B\ Le saut.**



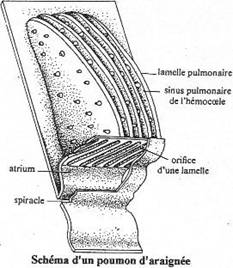
Certains insectes présentent une **adaptation au saut** qui est avant tout une **réaction de fuite**.  
Pour sauter, un insecte doit exercer une force sur le support afin  
d’obtenir une vitesse de décollage qui soit en accord avec sa masse.  
  
½  m  v² = m  g h.  
  
v est la vitesse au décollage, m est la masse de l’insecte.  
  
H = v² / 2g ; h = Ec / mg.  
  
La force transmise aura une composante verticale et une composante horizontale. La résultante donne la direction du saut. **L’accélération continue tant que les pattes sont en contact avec le sol**. C’est pour cela que les insectes sauteurs ont des **pattes III allongées** ; elles *augmentent le temps d’action de saut et contribuent à accroître l’accélération*.  
  
**C\ Le vol.**  
  
La **cuticule va jouer un rôle important**, elle comprend les propriétés idéales pour former une aile.  
  
C’est toujours une **membrane fine**, à la fois **légère et flexible**, supporté par des **nervures chitinisées**. Les*insectes ailés sont des* **ptérygotes**. On distingue deux types d’adaptation structurale.  
   
  
  
Chez les formes primitives comme les *Odonates* (Libellules), les *ailes sont animées par des muscles directs* : ils sont directement *rattachés à la base des ailes*. Il existe une relation entre les impulsions et les mouvements d’air : **une contraction provoque un battement**. On observe entre *20 et 40 battements par seconde*, le **contrôle nerveux étant synchrone**.  
  
Chez les formes évoluées (la majorité), le *mouvement des ailes* est obtenu par *l’action de muscles indirects qui vont s’attacher aux sclérites thoraciques*. Ces *muscles changent la forme du thorax*, ce qui *provoque les battements*. Les ailes sont articulées sur le thorax. Le *moustique* peut atteindre ***2 218 battements* *par seconde***. Les muscles jouent sur les *propriétés élastiques du thorax*. Le **contrôle nerveux est asynchrone**. *Une contraction déclenche donc plusieurs battements*.  
  
  
*Le mécanisme du vol.*  
  
Le *vol* est induit par des *flux d’air*, générés par les battements d’ailes. Les *battements induisent des vortex*(masses de fluide en rotation annulaire). Le *vortex est ensuite rejeté vers l’arrière* avec une direction donnée et*libère de l’énergie*.  
  
Le  
battement des ailes génère la circulation de l’air à partir de la  
surface ; l’air est rejeté vers l’arrière quand l’aile se reploie ou  
simplement quand elle change d’inclinaison.  
  
L’insecte est propulsé par la force de réaction qui résulte de l’expulsion du vortex.  
  
*Exemple des différentes phases de vol du décollage d’un papillon.*  
  
1- *Les ailes sont accolées en position haute*.  
  
2 et 3- Les *ailes s’écartent* et une *circulation d’air est induite* sur le bord d’attaque et est *dirigée vers la face dorsale*.  
  
4- La *masse d’air accélère*, ce qui *aspire l’insecte* qui décolle du support.  
  
5 et 6- Les *ailes atteignent la position basse* et *l’air en circulation est projeté vers le bas* sous la forme d’un*vortex qui va à la fois soutenir et propulser l’animal*.  
  
Les insectes capables de vol présentent un **avantage écologique** : ils se déplacent très **rapidement**sur de **grandes distances**. Ils pourront coloniser des aires très vastes. Certains acquièrent des**capacités de migration** (recherche de conditions favorables).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

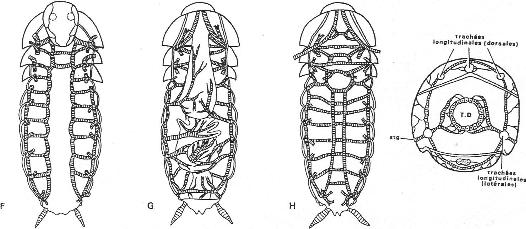
**Chapitre 5-3 :**  
  
**La respiration chez les Arthropodes.**  
  
  
  
La respiration est l’étude des *mécanismes et des structures grâce auxquelles l’oxygène est capté*. Les arthropodes ont colonisé tous les milieux (aquatiques et terrestres). Il faut donc considérer *deux situations différentes*. Les animaux vont prélever de *l’oxygène soit sous forme dissoute dans l’eau, soit sous forme gazeuse dans l’air*. Il existe deux problèmes fondamentaux :  
  
- Problème pour les animaux vivant dans les *zones de balancement de marées* (crabes)  
  
- Retour au *milieu aquatique sur une partie du cycle de développement* (larve aquatique et adulte terrestre).  
  
  
  
**I\ Les arthropodes aquatiques stricts.**  
  
Dans l’eau, *l’oxygène est présent sous forme dissoute*. Il provient d’une part de la *production par des autotrophes*et d’autre part, de la *diffusion depuis la surface*. Ce gaz est présent en *faible concentration*. Les structures les plus efficaces pour capter l’oxygène sont les **branchies**. Ce sont toujours des *expansions du tégument très fines*, dont le but est d’augmenter la surface d’échange avec le milieu extérieur.  
  
Même chez les arthropodes, des branchies devront toujours répondre à trois exigences :  
  
- La *surface d’échange doit être rapport avec la consommation d’oxygène*.  
  
- La barrière entre le milieu intérieur et le milieu extérieur doit être amincie  *épithélium branchial mince*.   
  
- L’animal doit mettre en œuvre une *convection externe* : la **ventilation**. Il y a création de *mouvements d’eau continus autour des branchies*. Il doit aussi y avoir une **circulation sanguine** qui permet le *transport de l’oxygène*.  
  
 Ces problèmes sont résolus par les crustacés : ce sont des arthropodes à respiration branchiale.  
  
A\ Les crustacés : organes et mécanismes respiratoires.  
  
**L’exosquelette** forme une *barrière à la diffusion des gaz*,  
sauf chez les formes de petite taille comme le zooplancton où la  
cuticule est très mince et permet des échanges à son travers.   
  
*L’épiderme ne porte pas de cils*. La ventilation branchiale ne peut pas être réalisée par des courants ciliaires typiques des invertébrés.  
  
On constate une **augmentation des surfaces spécialisées** (branchies) qui vont progressivement *devenir internes*avec pour étape ultime, la **cavité branchiale des décapodes**. Les **branchéostèges** sont des *expansions latérales de la carapace*. *La ventilation est assurée par le jeu d’appendices spécialisés ou non*.  
  
On distingue trois types de respiration.  
  
**1\ La respiration palléale.**  
  
Ce type de respiration est rencontré **chez les crustacés primitifs** (Ostracodes) et chez les **formes fixées**(*Cirripèdes*). Le corps est enfermé dans la cavité délimitée par un *repli tégumentaire latérale* qui va former un*manteau comparable à celui des mollusques*.  
  
L’hématose  
(oxygénation du sang) se fait directement au travers de la face interne  
du manteau. Ce dernier prend le rôle de branchie.   
  
Chez les *cirripèdes*, la ventilation est assurée par les *mouvements de va et vient thoraciques liés à la prise de nourriture* (**activité trophique**).  
  
Chez les *ostracodes*, la *face interne de la carapace* qui joue le *rôle de branchie* (elle est *mince et vascularisée*). La**ventilation** est assurée par **l’exopodite** (ou lame branchiale) **de la Mx1**.  
  
**2\ La respiration appendiculaire.**  
  
Ce type de respiration est trouvé chez les **crustacés branchiopodes** dits « phyllopodes » (ex : *Artenia*).  
  
Les *branchies sont localisées au niveau des appareils locomoteurs*, ce qui permet *à la fois la ventilation et l’extraction de l’oxygène* (plus locomotion et nutrition).  
  
C’est un dispositif qui **ne permet pas la marche benthique** vu que les *surfaces branchiales sont vulnérables*. Ce sont donc des **formes nageuses**.  
  
**3\ La respiration branchiale.**  
  
Cette respiration fait intervenir **l’apparition de courants ventilatoires** propres aux *branchies et à la cavité branchiale*.  
  
Les branchies *les plus simples* sont observées chez les *amphipodes*. Ce sont simplement des *différenciations des épipodites* et elles ne bénéficient *d’aucune protection*. La ventilation est assurée par le *mouvement des appendices*eux-mêmes.   
  
Chez les *malacostracés*, on trouve de **véritables branchies** *distinctes des appendices locomoteurs*. Elles y restent quand même associées par le fonctionnement. Les branchies sont *protégées par un repli du tégument* : le**branchiostège**. Ce dernier va former une *cavité branchiale qui est soustraite aux courants*. La *ventilation sera assurée par les épipodites et les exopodites des appendices antérieurs*.  
  
*Le dispositif le plus complexe est présent chez les décapodes.*  
  
B\ L’appareil respiratoire des décapodes.  
  
**1\ Les branchies.**  
  
Les *branchies sont directement associées aux péréiopodes* et peuvent s’insérer à trois niveaux différents :  
  
- *sur le coxa* (article basal) : on parle de **podobranchies** ;  
  
- *sur une* *membrane articulaire*, entre l’appendice et le corps : ce sont les **arthrobranchies** ;  
  
- *sur un pleurite* : ce sont des **pleurobranchies**.  
  
Chaque branchie possède *un axe vasculaire* (le **raphé**) qui porte un *ensemble de ramifications*constituant une surface d’échanges. Sur le *bord interne*, on trouve des *vaisseaux efférents* alors que sur le *bord externe*, on a des *vaisseaux afférents*.   
  
Le sang est collecté dans le corps par un *sinus ventral* puis, amené aux branchies. A la sortie de ces dernières, le*sang oxygéné passe dans la cavité péricardique*.  
  
Il existe deux types morphologiques de branchies : les *trichobranchies* (Homard) et les *phyllobranchies* (Crabe).

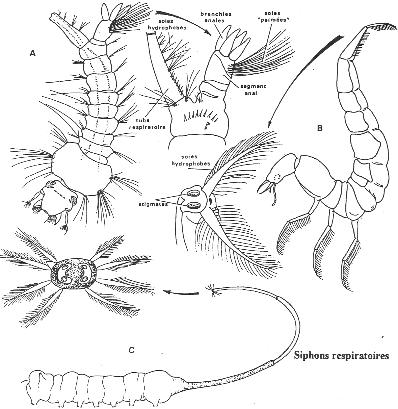


Pour les **trichobranchies**, les ramifications sont des *filaments disposés de part et d’autre du raphé* : « **brosse** ».*Chaque filament est divisé par une cloison axiale*, déterminant le trajet en « U » du flux sanguin dans les filaments.  
  
Pour les **phyllobranchies**, le *raphé est aplati et porte latéralement des lamelles disposées par paire symétrique*. Les deux épithéliums de chaque lamelle sont écartés par des faisceaux de fibres conjonctives.  
  
**2\ La cavité branchiale et la ventilation.**  
  
La disposition des branchies délimite deux compartiments : le *compartiment situé entre la face interne des branchies et le pleurite* est le **compartiment hypobranchial**, *afférent*. Le *compartiment entre la face externe et le bronchiostège* forme le **compartiment épibranchial** qui est *efférent*.  
  
*L’eau entre* dans le compartiment hypobranchial en passant *entre les bases des péréiopodes*. Elle *traverse les filaments et les lamelles* des branchies et se retrouve dans le *compartiment épibranchial avant d’être évacuée*.   
  
Ces *mouvements de circulation* sont entretenus par les *battements de l’exopodite du maxille 2* (le **scaphognathite**). Ce dernier est également *capable d’inverser brièvement son sens de battement* et provoquant ainsi le **nettoyage de la cavité branchiale**. *La fréquence des battements est fonction de la concentration en O2*.   
  
**II\ La vie de la zone de balancement des marées.**  
  
*Ces variations de marée soumettent des organismes à des exondations*. Là, ces animaux ont deux solution :  
  
- **Résister à l’anoxie** et se placer en **anaérobiose**.  
  
- Développer des **structures spécialisées** leur permettant de *consommer l’O2 de l’air*.   
  
  
On retrouve ce dernier cas chez des décapodes comme le crabe qui  
présentent un appareil respiratoire permettant la consommation d’O2 dissout ou gazeux.   
  
Cet appareil respiratoire présente trois étapes évolutives : respiration branchiale  respiration tégumentaire  respiration pulmonaire.  
  
**A\ La respiration branchiale.**  
  
Quand les animaux sont exondés, ils modifient l’approvisionnement en O2 des branchies. Il existe deux procédés différents :  
  
- *Aération de l’eau prisonnière dans la cavités branchiale*. Ce cas existe chez les crabes de nos côtes (*Carcinus maenas*). C’est **l’inversion du mouvement du scaphognathite** qui permet **l’aération de l’eau mise en réserve**.  
  
- *Aération en dehors de la cavité branchiale*. On trouve ça chez les *crabes pompeurs* de la famille des*Grapsidés* et des *Ocypodidés*. Quand ils sont exondés, ces animaux *pompent l’eau par une fis*sure se trouvant *dans la partie postérieure du corps*. L’eau circule vers la cavité branchiale puis *est rejetée par des orifices exhalants* dans la région antérieure. Cette eau *va s’écouler le long de sillons latéraux sur la carapace*. Pendant ce trajet, elle *se ré-oxygène* et *est récupérée par la fissure d’aspiration* postérieure.  
  
**B\ La respiration tégumentaire.**  
  
Les structures de respiration tégumentaire sont **chez les formes tropicales**.  
  
Chez les crabes *Scopimera*, les **péréiopodes** ont une *surface élargie et déprimée*. La *cuticule y est très amincie* et la *veine drainant l’hémolymphe se capillarise et se plaque contre l’épiderme*. Ce système assure 60% des besoins en O2.   
  
Chez les **pagures** (genre *Cœnobita*), ce type de *respiration tégumentaire* est localisée sur la *face dorsale de l’abdomen*. Le principe est lui, toujours le même.   
  
**C\ La respiration pulmonaire.**  
  
Certains phénomènes sont rencontrés chez des *crabes menant une vie particulièrement terrestre* : ils présentent une **réduction du nombre et du volume de branchies**. Ils vont alors développer des*organes respiratoires de substitution*. Ces organes se localisent *dans la cavité branchiale* qui se transforme en un *poumon*.  
  
Ce phénomène implique quatre modifications :   
  
- **Le bronchiostège se bombe dorsalement** et peut ainsi délimiter une **vaste chambre épibranchiale**. Le *compartiment pulmonaire s’isole des bran*chies par un **repli tégumentaire** et se situe *dans la partie inférieure du bronchiostège*.  
  
- La *face interne du bronchiostège* acquière un **rôle respiratoire**. Elle se plisse et *se hérisse de microvillosités*. L’ensemble prend un *aspect spongieux*.  
  
- La vascularisation des poumons implique une **modification de l’appareil circulatoire** : *apparition de vaisseaux afférents et efférents*. Dans tous les cas, la circulation pulmonaire *n’est qu’une dérivation*par rapport au schéma de base des arthropodes.  
  
- La **ventilation est assurée par un scaphognathite** mais le *rôle ventilatoire* est essentiellement pris en charge *par la musculature du bronchiostège* : elle soulève la paroi en créant ainsi des appels d’air.  
  
  
  
**III\ Les arthropodes terrestres.**  
  
Ces arthropodes trouvent de l’O2 en quantité « illimitée ». Leur seul problème est de *maintenir humides les surfaces d’échange* (afin de faciliter les échanges gazeux). Il doit donc y avoir une *lutte contre la dessiccation* : **appareil respiratoire d’origine tégumentaire** et **appareil trachéen**.  
  
**A\ L’appareil tégumentaire.**  
  
Les appareils tégumentaires sont *les plus simples, primitifs*. On note une **absence de ventilation**. Les pertes d’eau sont mal maîtrisées. Les animaux possédant ce mode de respiration *vivent en milieu humide*.  
  
Par exemple, les araignées et les scorpions possèdent **au niveau de l’opisthosoma** plusieurs *paires d’appareils respiratoires* : les **phyllotrachées** (= poumons). Chaque poumon est une *invagination du tégument dont la paroi forme de nombreux replis se disposant en lames successives*.



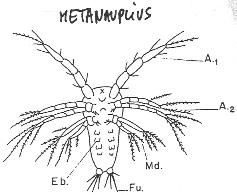
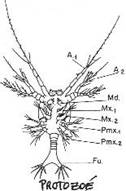
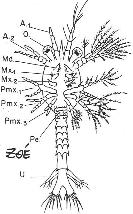
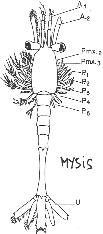
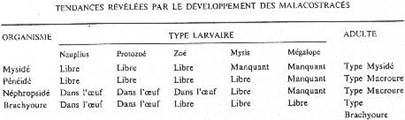
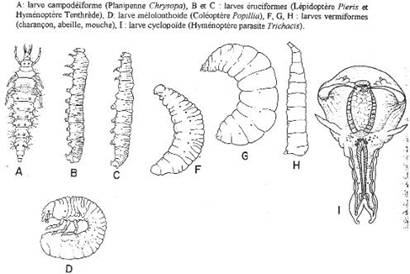
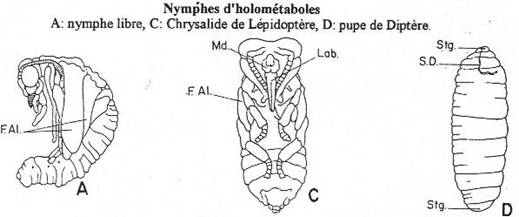
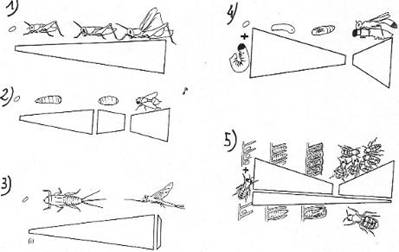
Au niveau des lamelles, la *cuticule est mince* et les espaces inter-lamellaires *communiquent avec une cavité* (**l’atrium**) s’ouvrant à l’extérieur par un **spiracle**.  Les échanges respiratoires se font par*simple diffusion*.  
  
On observe des *pulsations rythmiques au niveau des replis pulmonaires*. Ces pulsations sont déterminées par le rythme cardiaque. C’est un **phénomène typique des chélicérates**  
  
  
*Chez certaines araignées très actives*, il semble que l’approvisionnement par la voie pulmonaire soit insuffisant. Elles ont donc *développé un système trachéen vrai* qui amène l’O2 gazeux directement à proximité des tissus consommateurs. Ces ramifications peuvent même atteindre les pattes. *Le développement de cet appareil est fonction du comportement actif de l’espèce*.  
  
**B\ Les appareils trachéens.**  
  
C’est le système de la plupart des **arthropodes terrestres et des péripattes**. Cet appareil trachéen*amène l’O2 gazeux aux tissus consommateurs* et, approvisionnent les cellules par *simple diffusion*. Le*sang va perdre une partie de son rôle de transporteur et ainsi perdre ses pigments*.  
  
**1\ La structure des trachées.**  
  
Les **trachées** sont des *invaginations tubulaires de l’épiderme* qui communiquent avec l’extérieur par un **stigmate**. La lumière est recouverte d’une *fine couche de cuticule*, en continuité avec l’exosquelette : elle est **soumise aux mues**.  
  
Dans les trachées, la cuticule forme des *anneaux épaissis* (les **taenidis**) qui maintiennent ces trachées ouvertes.  
  
Les trachées se ramifient en diminuant de diamètre. Les ramifications ultimes mesurent 3 à 5 µm et aboutissent à une **cellule trachéolaire étoilée**, se ramifiant en **trachéole**. Ce sont les *extrémités aveugles* des trachéoles qui sont au contact des tissus. La partie terminale de ces trachéoles est remplie d’un liquide dans lequel l’O2 se diffuse avant de pénétrer dans le tissu.  
  
**L’avantage de l’O2 gazeux est qu’il diffuse plus vite que l’O2 dissout**.  
  
**2\ Les appareils trachéens.**  
  
L’appareil trachéen comprend tout le réseau de trachées. On distingue deux situations :  
  
- Chez les *péripattes, araignées, diplopodes et insectes aptérygotes*, les **trachées sont indépendantes**et **peu ramifiées**. Elles conservent leur **disposition métamérique**, chacune *se terminant par un stigmate qui lui est propre*.  
  
- Chez les *arthropodes les plus évolués*, les **trachées vont se ramifier** afin d’accroître la distribution locale d’O2. *Chaque trachée va se diviser en trois systèmes de distribution* :   
  
F : Un système de **ramification dorsale** qui irrigue les **muscles pariétaux** et le **cœur**.  
  
G : Un **système latéral** irriguant les **viscères**.  
  
H : Un **système ventral** qui irrigue les **muscles pariétaux** et la **chaîne nerveuse ventrale**.



Tous ces systèmes trachéens, métamériques, *sont reliés par des troncs longitudinaux* et *transversaux*. Par conséquent, *l’approvisionnement d’un organe en O2 est indépendant de la localisation des stigmates*.  
  
*Les stigmates :*  
  
Chez les **aptérygotes**, ces stigmates sont **l’ouverture directe des trachées** sur le milieu extérieur. Chez les **formes les plus évoluées**, les **stigmates s’ouvrent sur une petite cavité**, **l’atrium**, qui assure *l’isolation et la protection des conduits respiratoires*. Le stigmate peut être refermé par une*lèvre chitineuse mobile*. Chez les **fourmis**, des **muscles** sont responsables de *l’ouverture et de la fermeture des stigmates*.  
  
**3\ Le fonctionnement.**  
  
Le principal avantage de l’appareil trachéen est la **vitesse de diffusion de l’O2 gazeux**. *L’élimination du CO2 se fait par les mêmes voies* mais ce gaz diffuse facilement au travers des tissus : *une part importante de CO2 est éliminée en passant par les trachées, puis dans l’hémolymphe puis dans le milieu extérieur*.  
  
**Les mouvements ventilatoires.**  
  
Les mouvements ventilatoires *améliorent la circulation en O2*. Les trachées sont en relation avec des*muscles locomoteurs*, ce qui *accroît la circulation de l’air*. **L’expiration est active** et c’est la **contraction des muscles abdominaux dorsaux-ventraux**  
qui font diminuer le volume de la cavité viscérale et donc, expulser  
l’air vers l’extérieur. Les muscles longitudinaux peuvent intervenir en  
télescopant les métamères abdominaux.  
  
**L’inspiration est passive**, résultant du *relâchement de ces mêmes muscles*.  
  
*L’intensité des mouvements musculaires dépend des besoins en O2*.  
Un criquet (migrateur) pompe entre 40 et 250mL/g/h selon son activité.  
Une abeille a un volume maximum de ventilation de dépassant 400 fois le  
volume de repos.  
  
La consommation d’O2 est à peu près constante mais le **CO2 est rejeté de façon cyclique** : les*insectes évolués* ont une **respiration cyclique**. La *périodicité de CO2 est variable* selon l’espèce (30 secondes à plusieurs heures). Entre les expirations, la quantité de CO2 rejetée est très faible. Dans le même temps, la consommation d’O2 peut être jusqu’à 100 fois plus importante.  
  
Puisque le bilan respiratoire est déséquilibré, on peut se demander ce que devient le CO2 formé pendant que l’O2 est consommé. Comment les stigmates permettent un flux constant d’O2 en ne laissant pas sortir d’O2?  
  
*http://www.biodeug.com/img/fleche.gif Les réponses ne sont que des hypothèses :*  
  
- L’excès de *CO2 serait stocké sous forme dissoute dans l’hémolymphe et les tissus* ; puis, serait*brusquement libéré à l’ouverture des stigmates*.  
  
- On constante que pendant un cycle respiratoire, les *stigmates sont ouverts au moment de l’expulsion de CO2*,  
puis, se ferment hermétiquement et après quelques minutes, on observe  
une série de palpitations très rapides qui se prolongent jusqu’à  
l’ouverture suivante.  
  
http://www.biodeug.com/img/fleche.gif *Pendant  
l’ouverture, la pression gazeuse trachéenne devient égale à la pression  
atmosphérique. Lors de la seconde phase, celle de fermeture des  
stigmates, la pression trachéenne diminue car l’O2 est  
consommé. Pendant les palpitations, la dépression du mélange gazeux  
provoque des appels d’air et la pression interne se rapproche  
progressivement de la pression atmosphérique : le flux entrant est donc  
faible, mais aussi constant*.   
  
La teneur en CO2  
varie : environ 6,5% en fin de cycle et 3% pendant la fermeture des  
stigmates. La majeure partie étant dans les tissus et l’hémolymphe, sa  
concentration dans le mélange gazeux augmente progressivement jusqu’à  
l’ouverture de stigmates (**décharge de CO2**).   
  
On trouve aussi un **mécanisme cyclique pour l’économie de l’eau**, réduisant le temps pendant lequel la vapeur d’eau est dissipée.   
  
  
  
**IV\ Le retour au milieu aquatique.**  
  
Même si de nombreux arthropodes se sont *affranchis du milieu aquatique*, un *certain nombre d’espèces y reste inféodé*. Ce sont surtout des *insectes à adulte aérien et à larve aquatique*. Par exemple, on peut citer les *odonates* (libellule), les *éphémères*, les *coléoptères*, les *dycticidae*. Dans tous ces cas, l’adulte reste proche du milieu aquatique. D’autres espèces vont être tout le temps dans l’eau.  
  
Dans tous les cas, *selon l’importance de la phase aquatique*, les *modifications de l’appareil respiratoire seront plus ou moins importantes* : il y obligatoirement **réapprovisionnement à la surface**.  
  
Certaines espèces ont des **structures néoformées** leur permettant la **consommation d’O2 dissout** : c’est alors un véritable *retour à la vie aquatique*.  
  
**A\ Utilisation de l’O2 atmosphérique.**  
  
L’ap*pareil respiratoire n’est pas modifié* ; l’approvisionnement en O2 est assuré soit par des **siphons en surface**, soit par des **réserves emportées** pendant la plongée.  
  
**1\ Les siphons respiratoires.**   
  
  
Chez les **espèces à siphons**, les *stigmates ont disparu sauf la dernière paire abdominale*. Ils *sont portés par le siphon*. Ces stigmates *s’ouvrent à la base du siphon* (Hétéroptères, Nèpes), *soit à l’extrémité* (larves de *Culicidae* [moustiques], larves de *Dycticidae*, larves d’Eristoles [diptères]). Chez les Eristoles, les siphons sont extensibles jusqu’à vingt fois la longueur du corps.  
  
Parfois, les *orifices respiratoires* sont entourés de **soies hydrophobes** qui permettent la retenue de l’eau à l’extérieur.  
  
**2\ Les réserves immergées.**  
  
L’animal constitue une **réserves d’air sous forme d’une bulle** qu’il emmène avec lui. Ce moyen de respiration est *fréquent chez les adultes* (Dyctidae, Gyrinidae). La bulle permet **l’utilisation de l’O2par les stigmates qui sont non modifiés**. Cette bulle peut être *sous les élytres ou à l’extrémité de l’abdomen*.  
  
Chez les *Notonectes*, la *bulle est retenue par un tapis de soies microscopiques hydrophobes*. Chez les**Coléoptères Elmidae**, les adultes sont aquatiques, vivant dans des eaux courantes, froides et oxygénées. La *bulle est localisée au niveau du sternum* : elle forme le « **plastron** » qui joue un rôle de**branchie physique**. Du fait de la respiration (où l’O2 est consommé), la pression en O2 diminue dans la bulle et devient inférieure à la pression en O2 dissout, donc, l’O2 dissout diffuse dans la bulle.  
  
L’azote gazeux est beaucoup plus soluble que l’O2 et s’échappe de la bulle : *l’animal doit alors remonter pour reconstituer sa réserve en azote*.   
  
Chez certains arthropodes, on trouve des animaux qui vivent dans des cavités remplies d’air. C’est le cas de **l’Argyronète** (araignée de mer) et là, la *bulle est maintenue dans un tissage de soie*.  
  
**B\ Utilisation de l’O2 dissout.**  
  
Dans ce cas, on note l’apparition de **structures néoformées**. Il s’agit souvent de *larves d’insectes dont l’adulte est aérien*. On y trouve les *Ephémères*, les *Odonates* et les *Plécoptères*. Le **système trachéen existe chez les formes larvaires mais les stigmates sont clos.**  
  
**1\ Les trachéo-branchies.**  
  
Les trachées sont approvisionnées en O2 après la *diffusion au travers des structures néo-formées rappelant les branchies*. Ce sont de simples exp*ansions de tégument renfermant des trachées fines et très découpées*. Elles sont **reliées au système trachéen** comme chez les formes terrestres.  
  
Chez les *Odonates anisoptères*, la *surface respiratoire est localisée au niveau de la cavité rectale*. La*musculature rectale* assure le *renouvellement de l’eau* par des mouvements d’aspiration et de rejet.  
  
**2\ La respiration branchiale ou cutanée.**  
  
**L’appareil de respiration aérienne disparaît** (exemple : Hydracoriens). Dans le cas où il persiste, il sera remplie d’hémolymphe et clos. C’est le cas des **Diptères chironome** et **simulie**. *L’O2 va pénétrer à travers le tégument au niveau des organes d’échanges* et va *diffuser dans l’hémolymphe*  ce sont des « **branchies sanguines** ».  
  
L’intérêt de cet appareil : les chironomes peuvent vivre dans un milieu avec une concentration en O2très faible car ils vont synthétiser un **pigment respiratoire**.

**Chapitre 5-4 :**  
  
Le Développement Embryonnaire des Arthropodes.  
  
**I\ Généralités.**  
Dans la *majorité des cas*, le *jeune arthropode*, au moment de l’éclosion, a un *aspect larvaire*. Les formes larvaires varient fortement d’un groupe à l’autre. On distingue **deux types de développement embryonnaire**.  
**A\ Développement de type anamorphique.**  
Ce type développement est aussi appelé **développement dilaté**. *Au moment de l’éclosion*, **tous les segments ne sont pas formés**. Les *nouveaux segments s’ajouteront en avant du pygidium* au fur et à mesure des mues. On peut citer l’exemple des **limules** (Xiphosures) dont la *larve trilobitomorphe* va acquérir progressivement le nombre de segments et d’appendices définitifs. Dans le cas des *araignées de mer* (Lycmogonides), on a *trois paires d’appendices au départ* ; les autres se formeront au cours des mues.  
**La plupart des chélicérates et des crustacés sont anamorphiques**, ainsi que les **insectes amétaboles** (sans ailes).  
**B\ Le développement épimorphique.**  
Ce type de **développement est direct**. Le **nombre de segments est définitif** au moment de l’éclosion. C’est le type**le plus répandu chez les insectes** (**ptérygotes**) *bien que les larves ne ressemblent pas à l’adulte*.  
http://www.biodeug.com/img/fleche.gif Le *développement post-embryonnaire est très riche en variations de détails*. On détaillera les types les plus intéressants et les plus complexes : les crustacés et les insectes.  
  
II\ Le développement post-embryonnaire des crustacés.  
On passe d’un *développement anamorphique* (*formes nageuses*) à un *développement épimorphique* (*forme benthiques*). On prendra comme exemple les crustacés pénéïdes (**décapodes**). On distingue **plusieurs stades larvaires** et ce sont les *mues successives* qui permettent de passer les divers stades. Le schéma général est :  
1-**Nauplius** http://www.biodeug.com/img/fleche.gif 2-**Métanauplius** http://www.biodeug.com/img/fleche.gif 3-**Protozoé** http://www.biodeug.com/img/fleche.gif 4-**Zoé** http://www.biodeug.com/img/fleche.gif 5-**Mysis**.  
**A\ Le stade Nauplius.**

|  |
| --- |
| http://www.biodeug.com/cours/balic/5401.jpg |

A l’éclosion apparaît cette *larve nageuse et planctonique*. Le corps mesure *0,5mm de long*. C’est la *forme la plus primitive* chez les crustacés. Son existence n’est pas généralisée car les crustacés peuvent éclore à divers stades larvaires.  
Le *corps est ovoïde*, sans trace de segmentation apparente. Il est prolongé par *deux soies caudales* et il porte*trois paires d’appendices* (**antennes**, **antennules**, **mandibules**). Le **protopodite des antennes et des mandibules**porte sur sa **face interne**, des **endites à rôle masticateur**.  
Dans la *région antérieure*, on a un **œil nauplien** (impair) et **dorsal**. Celui-ci résulte de la *fusion de plusieurs ocelles* (deux latérales et une médiane).  
http://www.biodeug.com/img/fleche.gif Le corps, apparemment non segmenté, *comprend en réalité l’acron, les segments oculaire, antennulaire, antennaire et mandibulaire et le telson*.   
Il existe **plusieurs stades nauplius** qui *ne diffèrent que par l’ornementation de la cuticule* et par une organisation croissante de l’anatomie. La durée de vie cette larve est de **1,5 jours**. La dernière mue permet le passage au stade suivant.  
**B\ Le stade métanauplius.**  
   
La larve a une **forme de raquette**. Elle mesure au maximum *0,6mm de long*. Elle possède des *ébauches des quatre métamères post-mandibulaires* qui ont donc les *bourgeons des maxillules*, *des maxilles* et des *deux premières paires de pattes mâchoires*.  
Le *telson* est pourvu d’une **furca** donnant *deux expansions latérales*.  
Cette larve subit *jusqu’à sept mues sans modifications majeures*, le tout en *1 jour et demi*.  
La dernière mue permet le passage au stade suivant.  
**C\ Le stade protozoé.**  
   
On commence à reconnaître la *forme des la crevette* : on a alors **deux régions** : une *région antérieure*, *ovale avec carapace* et une *région postérieure*, *cylindrique*, *allongée*, portant des *traces de segmentation* (**furca développée**).  
On trouve ensuite **cinq paires d’appendices céphaliques** qui ont acquis leur organisation définitive.*L’œil nauplien est encore fonctionnel*, mais **sans carapace**. Les *yeux composés sont pédonculés*.  
C’est le **stade le plus long** ; les mues se poursuivent sur **4 à 5 jours** et la larve atteint **1,5mm**.  
*A la fin de ce stade, les yeux sont bien différenciés et la segmentation de l’abdomen est achevée*.  
**D\ Le stade zoé.**  
   
Ce stade dure **trois jours** et se caractérise par **l’apparition de la troisième paires de PMx** (pattes mâchoires). On voit *apparaître l’ébauche des cinq segments* *du* *péréion*.  
Les *segments abdominaux sont bien disti*ncts mais seuls le dernier segment abdominal porte des appendices : *les uropodes et le telson  la lame caudale*.  
**E\ Le stade mysis.**  
   
http://www.biodeug.com/cours/balic/5408.jpg  
Au cours de ses mues, *la larve acquière des pléiopodes*. Les *segments thoraciques sont différenciés* et portent les **péréiopodes P1 à P5**. Le *céphalon et le péréion se recouvrent d’une carapace non divisée* : le **céphalopéréion**.  
La dernière mue donnera l’adulte.  
**Les stades larvaires des groupes primitifs s’insèrent dans le développement post-embryonnaire des groupes les plus élevés**.  
   
Chez les **Mysidés** (crevettes nageuses), le développement post-embryonnaire *commence avec la larve nauplius et s’achève au stade zoé*. L’adulte est de type mysidé.  
Chez les **Péréidés**, on **retrouve les cinq stades**, de nauplius à mysis.  
Chez les **Malacostracés**, comme la langoustine, il y a **éclosion au stade mysis**.  
Chez les **Brachyoures**, il y a **rajout d’un stade mégalope** dont la structure rappelle celle de l’adulte.  
*Chaque fois que les crustacés sont adaptés aux eaux douces, les stades larvaires sont abrégés* et **chez les écrevisses, le développement est direct**.  
  
III\ Développement post-embryonnaire des insectes.  
A l’exception des aptérygotes, la *larve possède tous ses segments à l’éclosion*.  
Cette larve devra subir des transformations plus ou moins importantes avant d’atteindre le *stade adulte reproducteur* (le **stade imago**).  
On distingue **quatre types de développement post-embryonnaire** d’où quatre groupes d’insectes.  
**A\ Le développement amétabole.**  
On rencontre ce type développement chez les **aptérygotes** (Collemboles, Thysanoures). Les jeunes ressemblent aux adultes mais sont plus petits. *Le nombre de segments définitifs s’acquière définitivement mais sans métamorphose*. La mue d’adulte, ou imaginale, donne l’imago qui possède des gonades fonctionnelles.  
*Les adultes continuent à grandir par mues successives qui alternent avec des cycles de reproduction*.  
**B\ Les insectes hétérométaboles paurométaboles.**  
Ces insectes sont des **ptérygotes**. On trouve différents ordres comme : les **Orthoptères**, les **Dictyoptères**, les**Phasmoptères**, les **Dermaptères** (perce-oreille) et les **Hyménoptères** (punaises).  
L’éclosion va libérer une *larve différant de l’adulte par sa taille et l’absence de pièces génitales et d’ailes*. Ce cycle de développement est dit **holobiontique** (*dans le même milieu*).  
Le *développement est progressif* : il y a augmentation de la taille et développement des pièces génitales et des ailes. Les *ailes apparaissent au niveau du mésothorax et du métathorax* (en position *dorsale*). Elles *sont d’abord enfermées dans les replis du tégument* (les **ptérothèques**). *Chez les larves, les* *ébauches d’ailes sont visibles extérieurement* : ce sont des **exoptérygotes**.  
La *mue ima*ginale montre une *croissance accélérée des pièces génitales et des ailes* on obtiendra alors un **adulte qui ne mue plus et qui pourra connaître plusieurs cycles de reproduction**.  
**C\ Insectes hétérométaboles hémimétaboles.**  
Ce type d’insecte est notamment représenté par les **Ephéméroptères** et les **Odonates**. L’éclosion va libérer une*larve différant de l’adulte par sa taille, l’absence de pièces génitales et d’ailes*. Toutefois, *la larve se distingue de l’imago par son habitat et son mode de vie*.  
 Le cycle se déroule sur deux type de milieu avec souvent, une **larve aquatique** et un **adulte terrestre** : **cycle amphibiontique**.  
La *larve* possède des *pièces buccales broyeuses*. La mue imaginale implique d’importantes modifications.   
Dans tous les cas, des *ébauches ailes n’apparaissent que dans le dernier stade larvaire* : *chez la nymphe* (**insectes exoptérygotes**). *L’adulte ne grandit plus et peut connaître plusieurs cycles de reproduction*.  
**D\ Insectes holométaboles à métamorphose vraie.**  
*La  
larve est très différente de l’adulte, par son organisation  
morphologique et anatomique, par son habitat et mode de vie, par son  
régime alimentaire*. Dans ce cas, on trouve les **Coléoptères** et les **Diptères** (mouches et moustiques).  
Le *développement des ailes est masqué* et elles ne seront pas visibles en surface, avant la fin du dernier stade larvaire : ce sont des **insectes endoptérygotes**.  
Le *nombre de mues est en général fixe pour une espèce*. Dans certains cas, il est soumis aux conditions environnementales (température et nourriture).  
La *mue imaginale donne l’adulte* mais c’est une **véritable métamorphose** car l’animal (adulte) *change complètement d’organisation, de physiologie et de milieu* (par rapport à la larve). La **nymphe diffère des stades larvaires** par les trois mêmes critères. **Avant la mue imaginale, il y aura une mue nymphale**.  
**1\ Les cinq catégories de larves.**  
   
**\ La larve campodéiforme.**  
La **carapace est rigide**, les **ocelles sont fonctionnelles** et **trois paires de pattes** locomotrices sont présentes : c’est une **larve carnassière**. Cette larve existe pour de nombreux **Coléoptères carnassiers** (coccinelles, dytiques, carabes).  
**\ La larve mélolonthoïde.**  
Ce type de larve ressemble aux **larves de hanneton** : elle a un **corps mou**, **trois paires de pattes thoraciques**, des**pièces buccales broyeuses** et **pas d’ocelle**. Ces larves vivent dans du bois pourri, dans des souches…  
**\ La larve éruciforme.**  
C’est la **larve type des chenilles de papillons**. Elles ont **trois paires de pattes thoraciques** et *n paires de pseudopodes abdominaux*.  
**\ La larve vermiforme.**  
C’est la **larve des abeilles et des mouches**. On note la **disparition des appendices locomoteurs** et la *disparition régressive des pièces buccales et de la tête*.   
**\ La larve cyclopoïde.**  
On rencontre ce type de larve **chez quelques Hyménoptères parasites**.  
**2\ Les nymphes.**  
   
**La nymphe est partiellement ou totalement immobile**. L’organisation de la forme de la larve est fortement remaniée en vue de la transition vers la phase adulte.  
**\ La nymphe libre (nue).**  
Les nymphes de ce type sont *blanchâtres*, *immobiles* et possèdent des *appendices libres mais immobiles*. On les trouve chez les **coléoptères** et typiquement chez ***Ténébrio***.  
**\ La chrysalide ou nymphes momies.**  
Ces *nymphes sont enfermées dans un cocon de soie*. C’est le cas des papillons (**lépidoptères**). La nymphe possède des*appendices qui sont collés au corps*.  
**\ La pupe des Diptères.**  
Les pupes sont **totalement enfermées dans la dernière exuvie** de la dernière larve vermiforme. Cette larve est**totalement immobile**, de **couleur foncée**.  
*Dans  
tous les cas, la nymphe a comme l’adulte des yeux composés, des  
antennes, des appendices et des fourreaux alaires (replis de tégument  
enfermant les ailes).*  
La dernière mue va libérer l’adulte. *Cette métamorphose débute avec la mue nymphale et se poursuit pendant tout le stade nymphal et se termine avec la mue imaginale*. Durant cette période, l’insecte subit des **phénomènes d’histogenèse**, **d’histolyse** et de **remaniements**.  
3\ Histogenèse : exemple du remplacement du tube digestif larvaire par le tube digestif adulte.  
Pendant le développement embryonnaire, des *amas de cellules non différenciées forment des disques imaginaux* et des *éléments diffus* (**histoblastes**). Au cours de la vie larvaire, les *disques sont stationnaires* (*amas blanchâtres*)  
et seront à l’origine des organes spécifiques à l’adulte. Ces disques  
s’accroissent et poursuivent leur évolution après la mue de la nymphe.  
4\ Histolyse.  
Les *organes détruits* sont le **tube digestif**, **des muscles**, la **trachée**, **des glandes thoraciques et séricigènes**(pour la soie). Des hydrolases provoquent **l’autolyse des cellules concernées** et des *cellules phagocytaires vont absorber les débris*.  
5\ Remaniements.  
Les remaniements **affectent les organes communs** : le **cœur**, **certains muscles**, les **tubes de Malpighi** (à fonction excrétrice). Les cellules subissent une **dé-différenciation** puis acquièrent les caractères imaginaux sans changer de destinée.  
**E\ Analyse fonctionnelle des cycles de développement.**  
Principe  
: On peut reconnaître, pendant le même cycle développement, plusieurs  
fonctions remplies par divers stades de développement (stades  
pré-adultes et adultes). On distingue différentes fonctions : **une fonction de développement et de différenciation** (*larves*) ; une **fonction d’acquisition de la nourriture** ; une **fonction de dispersion** ; une **fonction d’accouplement** ; une **fonction de distribution de la nourriture à la progéniture** ; une **fonction de sélection des sites de croissance** ; une **fonction de ponte**.  
On reconnaît cinq cycles fondamentaux chez les arthropodes.  
   
La  
largeur de la bande représente la quantité de ressources disponibles.  
Une augmentation de cet largeur montre une acquisition de cette  
nourriture alors qu’une diminution de cette même bande indique une  
utilisation de ces ressources.  
En 1, on voit une *transition graduelle vers l’adulte*. La *larve et l’adulte* sont impliqués dans *l’exploitation des mêmes ressources*. Les adultes ont en plus les fonctions d’accouplement, de ponte et de dissémination.  
En 2, on voit que les *larves et les adultes* se nourrissent en exploitant des *ressources différentes*.  
La larve se nourrit avec des cadavres d’animaux morts : c’est une  
fonction de développement et d’acquisition des ressources. On obtiendra  
alors une *pupe* qui *va utiliser les ressources acquises par la larve pour son développement et sa différenciation*.**L’adulte** va continuer à se nourrir mais à partir d’une *autre source de nourriture*. Ce dernier possède les fonctions d’accouplement et de sélection du site de développement des larves, de ponte.  
En 3, on observe les **insectes amphibiontiques** (à larves aquatiques et à adultes aériens). Il y a *séparation du rôle d’acquisition et de dispersion d’une manière très marquée*. **L’adulte ne se nourrit pas ou seulement très peu**. C’est le cas des éphémères, des trichoptères et des plécoptères.  
*La larve est herbivore ou carnivore*. Sa durée de vie varie entre quelques mois et trois ans. Elle possède **la fonction de nutrition**.  
L’adulte ne vit que quelques heures pendant lesquelles il doit  
s’accoupler puis pondre dans un site convenable aux larves. C’est  
ensuite sa mort.  
En 4 et 5,  
on voit des adultes de certaines espèces qui remplissent les fonctions  
de dispersion, de ponte mais aussi de stockage et de mise à disposition  
des ressources sous formes provisions pour les larves.  
En 4, c’est le cas des **guêpes solitaires** où *l’adulte pond un œuf sur une proie paralysée*. Cet adulte a alors remplie son rôle de dispersion, d’accouplement de sélection du cycle de ponte et de ponte. La *larve doit acquérir la nourriture et la fonction de développement*.  
En 5, on observe les **hyménoptères sociaux**. Il y a un *partage des fonctions* assuré par une *différenciation des individus en castes*.  
Les larves utilisent les ressources mises à leur disposition pour leur  
croissance. Les ouvrières sont stériles et ont la fonction  
d’acquisition des ressources. La reine est un adulte fertile regroupant  
les fonctions d’accouplement, de ponte et de dispersion. Les males sont  
des adultes fertiles avec la fonction d’accouplement mais n’ont aucun  
rôle dans l’acquisition.

**Chapitre 5-5 :**  
  
**Prédation et Défense chez les Arthropodes.**  
  
  
  
  
**I\ La Prédation.**  
  
Un prédateur est un animal qui attrape, tue et consomme d’autres animaux.  
  
On verra la *capture de proies mobiles* (par des systèmes de capture) et des *modalités de consommations spécialisées*.  
  
**A\ La capture.**  
  
Les prédateurs peuvent *rechercher leurs proies* (**scorpions**), les *guetter en embuscade* (**araignées, mantes**). Tous possèdent des systèmes (armes) de capture et d’immobilisation. De plus, des *soies sensorielles portées par les pédipalpes* transmettent des *informations* afin de faciliter la *capture par les pédipalpes* (trichobothrie) *ou les chélicères*.  
  
Par exemple, les **chilopodes** présentent, *près de la bouche*, *une paire d’appendices locomoteurs* *qui est transformé en***forcipules** (à venin). La *première paire de pattes est souvent devenue ravisseuse* (mante).  
  
http://www.biodeug.com/img/fleche.gif **Les systèmes de capture proviennent d’appareils pré-existant**.  
  
*L’exemple des araignées*.  
  
Les araignées possèdent des *glandes filières* et des *glandes séricigènes* qui produisent de la **soie** (afin de former des pièges). La **toile est souvent un piège passif** mais **peut être actif**. Des araignées vont synthétiser une **toile conique**, *tendue entre leurs pattes postérieures*, qu’elles vont *lâcher sur les proies*.  
  
Dans certains cas, les *soies forment des sphères visqueuses* qui sont pendues à l’extrémité d’un fil. Les proies seront saisies par des *chélicères transformés en crochet*.  
  
Les **orthognathes** ont un déplacement des *chélicères perpendiculaire à l’axe du corps* : la **taille des proies est donc illimitée**. Les **labidognathes** ont leurs *chélicères qui se déplacent dans le plan du corps*, ce qui **limite l’ouverture des chélicères**.  
  
**B\ Consommation.**  
  
La **majorité des insectes** dont tous les arachnides, formes prédatrices, **consomment leurs proies par succion**. *Les fluides corporels produits sont aspirés après la percée du tégument*. Les arachnides ont des **enzymes salivaires**qui sont *injectées à la proie* et qui commencent la digestion de l’animal : les *tissus seront liquéfiés*. Pendant ce temps, la proie est tenue par les chélicères. Les *sucs digestifs seront enfin ré-ingurgités*.   
  
L’appareil consommateur sera simplifié chez les acariens parasites comme les tiques (les proies sont seulement ponctionnées).  
  
Chez les **pseudo-scorpions**, ce phénomène de *digestion extérieure est poussé au maximum* car la *bouche est entourée de soies*, fonctionnant comme un **filtre** : la *proie est maintenue par les chélicères et sera entièrement dissoute*. Seul l’exosquelette restera intact. Ces arthropodes réaliseront seulement une **aspiration de bouillie alimentaire**. Les *déchets grossiers seront rejetés par les soies*.  
  
Les **chilopodes et les insectes broyeurs** vont **triturer les aliments** avec leurs **pièces buccales chitineuses**. Cette nourriture sera ensuite triée dans un premier intestin (antérieur) puis, digérée dans l’intestin moyen).  
  
II\ La réponse des proies : défense contre les prédateurs.  
  
Les arthropodes sont eux-même les proies de vertébrés ou d’invertébrés. Ils ont mis au point trois réponses.  
  
**A\ L’évitement.**  
  
La proie doit rester hors de portée du prédateur ou être invisible : migration, fuite, camouflage.  
  
**1\ La migration.**  
  
La **migration** est caractéristique des **crustacés zooplanctoniques** (*copépodes*). Ils vont effectuer des **migrations verticales** où ils s’enfoncent dans une colonne d’eau et *ne remontent que la nuit* : ils sont *peu visibles à la lumière*, surtout pour les poissons qui pratiquent une chasse visuelle.  
  
Des *migrations sont observées chez des insectes aquatiques* où les larves dérivent pour aller coloniser les mers en aval. Un *pic de migration existe dans ce cas en début de nuit*.  
  
**2\ La fuite.**  
  
La **fuite** est une **forme extrême d’évitement**. Souvent, elle implique des **réponses locomotrices spécialisées**. Il peut y avoir *utilisation de la rame caudale* comme chez les dodécapodes ou **utilisation des pattes 3** chez les sauteurs.  
  
**3\ Le camouflage.**  
  
Chez les arthropodes, **se camoufler** correspond à **se confondre avec son milieu**.  
  
De nombreux insectes comme les *papillons ont des ailes ou un corps dont la coloration les rend invisibles sur les arbres* : c’est le **mimétisme de couleur**.   
  
Le **mimétisme de forme** se trouve par exemple chez les **Phasmoptères**, les **Dictyoptères**. Ces animaux prennent la*forme de brindilles ou de feuilles*.  
  
**B\ La dissuasion.**  
  
Cette **dissuasion** va être réalisée par des **moyens physiques ou chimiques**.  
  
**1\ Dissuasion physique.**  
  
Dans ce cas, il peut y avoir **utilisation de l’exosquelette** qui constitue une *fortification, renforcée par des expansions* (exemple des crustacés qui forment des extensions de précipitations calcaires). La *muraille peut être fermée par un opercule*.  
  
Dans d’autres cas, une *protection externe peut être utilisée*. Par exemple, *les pagures protègent leur corps dans une coquille de gastéropode*. En fait, les pagures réalisent une économie d’énergie en ne synthétisant pas eux-mêmes une coquille.   
  
Il peut aussi y avoir **utilisation d’un bouclier**. Par exemple, le genre *Cassida* (**coléoptère**) possède un *bouclier formé de matières fécales compressées*. Ce bouclier est porté dorsalement par une extension de la carapace et il est orientable.  
  
**2\ Dissuasion chimique.**  
  
La dissuasion chimique indirecte existe chez les **pagures** qui s’abritent dans des *coquilles de gastéropodes recouvertes de cnidaires*.  
  
La dissuasion chimique directe est présente, par exemple, chez les insectes. Les *toxines sont très souvent extraites des plantes consommées*. Les *Poikilocerus* extraient des toxines de graminées et les stockent dans des**glandes à poison** avant de les projeter lorsqu’ils sont attaqués. Cette *présence de toxine est souvent associée à des couleurs vives* (**aposématiques**). Ces mêmes couleurs pourront être imitées par des espèces non-toxiques (**mimétisme batésien**).  
Toutefois, pour que cette imitation, ce mimétisme, fonctionne  
correctement, il faut que l’espèce non toxique soit en nombre inférieur  
à celui des toxiques.  
  
**C\ La répulsion.**  
  
Les arthropodes prédateurs peuvent devenir des proies : *les organes de capture peuvent devenir des organes de défense active*.  
  
Chez les **hyménoptères**, *l’organe de ponte* (ovipositeur) est *transformé en dard* et ne sert plus à la ponte. Il est *en relation avec la glande à venin*, dans l’abdomen.  
  
Le cas du **Coléoptère bombardier** (Brachinus).  
  
Les coléoptères de ce genre *projettent une sécrétion* depuis une paire de glandes post-abdominales (principe actif : benzoquinone synthétisée de façon explosive). *Ces sécrétions sont projetées à 100°C et accompagnées d’une détonation audible*.  
  
Le cas des **Diplopodes**.  
  
Les diplopodes sont lents et donc, des proies faciles. Ils portent **une paire de glandes répulsives** **par segment**qui *va sécréter du cyanure*. Le *fluide est libéré sous forme de jet sous pression*. A chaque sac glandulaire est associé un muscle qui assure la *décharge jusqu’à trente centimètres*.  
  
**D\ L’imitation d’un prédateur.**  
  
De nombreux Lépidoptères vont pratiquer ce type de dissuasion : ils portent des ocelles sur leurs ailes qui *imitent des yeux d’oiseaux*.  
  
http://www.biodeug.com/img/fleche.gif  
La prédation a des modalités diverses et des réponses qui sont autant  
diversifiées : les phénomènes adaptatifs et évolutifs sont très  
poussés. Les réponses à la prédation sont très coûteuses en énergie :  
la croissance des populations soumises à la prédation est souvent  
réduite.

**hapitre 6 : L’embranchement des Cordés.**  
  
**I\ Généralités.**  
**L’embranchement des cordés regroupe un *grand nombre d’organismes issus d’une radiation adaptative importante* : un même ancêtre commun.**  
**On distingue trois sous-embranchements :**  
**·Les Urocordés.**  
**Le sous-embranchement des urocordés est formé d’un *petit groupe d’animaux à cycle vital dimorphique*  
(stades adulte et larvaire sont complètement différents). Le stade  
adulte est fixé et le stade larvaire est libre (aquatique). Le stade  
larvaire est dominant dans le cycle vital.**  
**· Les Céphalocordés ou acrâniens. Exemple : *Amphioxus*.**  
**· Les Vertébrés. Des agnathes aux mammifères.**  
  
  
  
**A\ Les caractères généraux.**  
  
  
**Les cordés ont une symétrie bilatérale, sont métamérisés.**  
**Ils ont tous une corde (ou chorde ou notocorde) qui est une *tige endo-squelettique* formée de*cellules remplies de fluide*, l’ensemble étant entouré d’un tissu conjonctif. Cette corde a pour*rôle d’assurer une rigidité de l’animal* (c’est un support longitudinal). *Elle est réduite chez les vertébrés car elle est remplacée par la colonne vertébrale*.**  
**Présence d’un tube nerveux dorsal ; *moelle épinière chez les vertébrés*.**  
**Présence  
de fentes pharyngiennes (pour la filtration chez les cordés primitifs).  
Ces fentes se développent de différentes façons chez les vertébrés.**  
**Présence d’une queue bien développée en *position post-anale*.**  
  
  
  
**B\ Origine de l’embranchement des cordés.**  
  
  
**L’embranchement  
des cordés remonterait à 500 millions d’années (cambrien) mais les plus  
vieux fossiles connus sont ceux de vertébrés. On pense que l’absence de  
structures calcaires expliquerait l’absence de traces.**  
  
  
  
**C\ Les vertébrés.**  
  
  
**Les vertébrés sont caractérisés par une *colonne vertébrale constituée de vertèbres métamériques*. Le *crâne sert à la protection du cerveau*. La *colonne est un support et une protection de la moelle épinière*.**  
**Classiquement,  
on divise les vertébrés en deux groupes : les agnathes et les  
gnathostomes. Ces derniers sont divisés en six groupes : les *chondrichtyens*, les *ostéichtyens*, les *amphibiens*, les *reptiles*, les *oiseaux* et les *mammifères*.**  
**Tous les vertébrés, pendant leur développement, on une série d’organes communs :**  
  
  
  
**- Le pharynx : *Chez les poissons, c’est de ce pharynx que dérivent les arcs branchiaux qui donnent les branchies*.  
- Présence d’un ou deux reins chargés de *filtrer les fluides internes*. Ils servent aussi à l’excrétion.  
- Présence d’un foie qui sert à la *transformation, au stockage et à la détoxication des substances nutritives*apportées par le sang.  
- Présence d’un arc neural qui forme la *partie inférieure et supérieure des vertèbres*.  
- Présence de deux yeux latéraux.  
- Présence d’un système acoustico-vestibulaire constitué de *canaux semi-circulaires*, de*statocystes* et de la *ligne latérale* pour certains vertébrés.  
- Présence d’un cerveau complexe comprenant le *bulbe olfactif*, le *bulbe visuel*, le *bulbe auditif*, les *hémisphères cérébraux et le cervelet*.  
- Présence d’un système endocrinien développé et de différentes glandes (thyroïde, surrénales, gonades).**  
  
**II\ Les Agnathes.**  
**Les agnathes sont les vertébrés les plus anciens. *Leur organisation est rudimentaire*.  
Ils ont longtemps été considérés comme des « poissons ». Il en existe  
deux types fondamentaux dont les descendants sont la Lamproie et la  
Myxine.**  
**Les agnathes sont aquatiques. Leur corde est persistante. *L’appareil respiratoire branchial est plus ou moins isolé du pharynx*. Les *branchies sont localisées dans les poches branchiales* ; chacune correspondant à un métamère. Les *poches sont séparées par les arcs squelettiques branchiaux*.**  
**Le  
squelette est rudimentaire, cartilagineux. Les agnathes présentent  
souvent un squelette dermique ossifié. Ils sont caractérisés par  
l’absence de mâchoire, de vraies dents, de ceintures, de nageoires ou  
de membres pairs.**  
  
  
  
**A\ Les agnathes fossiles ou classe des Ostrachodermes.**  
  
  
**Les Ostrachodermes possèdent une carapace sur le tégument. Leur nutrition est microphagique ; la *bouche restant constamment ouverte*. Ils sont regroupés en deux ensembles.**  
  
  
**1\ La sous-classe des Ptéraspidomorphes.**  
  
  
**Ce  
sont les plus anciens vertébrés connus. Les plus abondants des  
ptéraspidomorphes étaient les hétérostracés (du silurien au dévonien).  
On comptait 300 espèces.**  
**Les hétérostracés avaient un *squelette externe en deux parties* :**  
  
  
  
**- Un bouclier céphalo-thoracique avec *éventuellement un rostre*.  
- Une multitude de plaques recouvrant le corps un peu comme les écailles de poisson.  
- On pouvait aussi trouver des *épines sur ce squelette externe*, quelle que soit la partie du corps.**  
  
  
**La *chambre branchiale était recouverte par le bouclier*. Il y avait une *ouverture sur le coté*.**  
**La queue était hétérocerque où le *lobe ventral, développé, recevait le squelette axial*.**  
  
  
  
**2\ La sous-classe des céphalospidomorphes.**  
  
  
**Le super-ordre des Ostéostracés.**  
**Le groupe des ostéostracés est le mieux connu des agnathes fossiles. Ils avaient une tête large et aplatie. Les *yeux étaient sur la face dorsale*, rapprochés l’un de l’autre.**  
**Le *bouclier était bien développé* et pouvait avoir une *longue corne postérieure*.**  
**La *queue était hétérocerque* avec le *lobe supérieur plus grand que le lobe inférieur*.**  
**Les *nageoires* (une ou plusieurs) *dorsales* avaient des *appendices qui faisaient penser aux nageoires pectorales*.**  
  
  
  
**B\ La classe des cyclostomes.**  
  
  
**On a deux lignées diverses qui persistent : *les lamproies et les myxines*. Les deux lignées*perdent le bouclier céphalo-thoracique*. L’endo-squelette est cartilagineux ; le régime alimentaire microphage, au moins à l’état larvaire.**  
  
  
  
  
**1\ La sous-classe des Pétromyzonoïdes (des lamproies).**  
  
  
**Les lamproies forment le groupe le plus nombreux des cyclostomes avec neuf genres et trente cinq espèces.**  
**· Anatomie.**  
**Le *corps est long*, *cylindrique*, recouvert d’une peau nue et visqueuse, riche en *cellules à mucus*. Les *nageoires sont impaires*, dans le plan sagittal du corps avec *deux* *nageoires dorsales* séparées par un court intervalle et *une nageoire caudale*. Ce sont de simples replis du tégument. Qui n’ont *pas de rôle important dans la propulsion*. Celle-ci est assurée par des*mouvements ondulatoires du corps* (comme chez les anguilliformes). La bouche est arrondie,*antérieure* et sert à la succion. Elle ressemble à un *entonnoir tapissé de denticules cornés*, renouvelables périodiquement.**  
**· Le squelette.**  
**Le squelette est composé d’une série d’arcs cartilagineux, ouverts dorsalement. *C’est sur la face dorsale des arcs que passe le système nerveux*.**  
**· La musculature.**  
**Il existe des *masses musculaires disposées symétriquement le long de la corde*. Elles ne sont*pas divisées* comme on pourrait l’observer chez les poissons où l’on a des muscles latéro-dorsaux et latéro-ventraux.**  
**· L’appareil digestif.**  
**L’appareil digestif forme un *tube allongé et droit*. Au niveau de la bouche, on trouve une *langue râpeuse*. La bouche est suivie par un *œsophage* prolongé par *l’intestin* qui comprend une*valvule spirale*.**  
**·L’appareil circulatoire.**  
**L’appareil circulatoire rappelle celui des poissons. Le cœur a trois cavités successives : le *sinus veineux*, *l’oreillette* et le *ventricule*.  
L’hémoglobine du sang est légèrement différente de celle des vertébrés.  
Elle s’apparente plus à celle des invertébrés (érythrocruorine).**  
**·Les organes sensoriels.**  
**On trouve des yeux primitifs, une *oreille interne comprenant deux canaux semi-circulaires*. La région antérieure présente *dix paires de nerfs crâniens* qui se détachent du cerveau.**  
**·Biologie.**  
**La bouche fonctionne *comme une ventouse*  
: elle s’attache à un substrat dur (pour combattre le courant) ou sert  
à la nutrition en se fixant sur un poisson. Les adultes sont souvent  
des ectoparasites de poissons et sucent leurs proies. http://www.biodeug.com/img/fleche.gif Ce sont des carnassiers sans mâchoire. On trouve dans la bouche, des *glandes spécifiques* qui sécrètent des *substances anticoagulantes* pour avaler plus facilement le sang des proies.**  
**Les  
lamproies ne se reproduisent qu’une fois dans leur vie. Le cycle est à  
moitié en mer, à moitié en eau douce. Les œufs donnent des larves  
(larve ammocète) qui *vivent plusieurs années dans les sédiments des rivières*. Elles *subissent la métamorphose et retournent vers la mer* (en automne et hiver). Elles *subissent ensuite une phase de grossissement et de maturation sexuelle*.  
Les adultes font la montaison (au début de l’hiver) et la reproduction  
a lieu au cours du printemps. Le cycle est appelé « migration anadrome  
» (les adultes, marins, se reproduisent en eau douce) (les animaux  
catadromes ont les adultes qui vivent en eau douce et la reproduction a  
lieu en mer Exemple : les anguilles).**  
**La *remontée des adultes en eau douce*  
se fait par différents moyens : ils peuvent se déplacer seuls en  
nageant ou rampant ou prendre une « taxi ».Dans ce dernier cas, il  
s’accroche sur un poisson migrateur. *Pendant la montaison, ils vivent sur leurs réserves* (ne mangent pas) et s’amaigrissent. Ils *se reproduisent dans des petites rivières à fonds sableux ou pierreux*. Pendant l’accouplement, la femelle est fixée sur un substrat et le mâle, fixé sur la tête de la femelle. *La fécondation est externe et les œufs sont fécondés au fur et à mesure de la ponte. Les adultes meurent ensuite*.**  
**Certaines espèces vivent *constamment en rivière* (comme la « *lamproie de Planer* »). Là, la phase larvaire est de longue durée (7 à 8 ans dans les sédiments). Les adultes sont juste là pour la reproduction.**  
**La lamproie marine est consommée (Lamproie à la Bordelaise). La lamproie de Planer peut être utilisée comme appât.**  
  
  
  
  
**2\ La sous-classe des Myxinoïdes (des myxines).**  
  
  
**Les  
myxines n’ont pas de parenté directe avec les lamproies. On trouve chez  
les myxinoïdes six genres et une quinzaine d’espèces.**  
**· Anatomie.**  
**Le *corps a une forme proche de celle de la lamproie*. On ne trouve qu’une nageoire caudale, très réduite. La peau est visqueuse, riche en *cellules à mucus*.**  
**La *bouche est située ventralement* et est entourée de huit tentacules courts. Elle est en *forme de fente*.**  
**· Les organes sensoriels.**  
**Les organes sensoriels sont représentés par des yeux primitifs, situés *sous la peau* et par une*oreille interne à un canal semi-circulaire*.**  
**·Le squelette.**  
**Le squelette est beaucoup plus rudimentaire que celui des lamproies. Il ne contient pas d’éléments vertébraux.**  
**·Biologie.**  
**Quelques  
espèces sont hermaphrodites mais la majorité ont les sexes séparés.  
Toutes les myxines sont marines, dans les zones tempérées et froides  
(atlantique nord). Elles sont *benthiques, vivant en grande partie enfouies dans le sédiment*. Ce sont des carnivores qui vont faire des trous dans le corps de la proie pour en dévorer l’intérieur. *Elles vont essentiellement s’attaquer aux poissons blessés, mourant ou morts*.**  
  
  
  
**C\ Ressemblance gnathostomes/agnathes.**  
  
  
***Les lamproies sont beaucoup plus proches des gnathostomes que des myxines*. On trouve une*cinquantaine de caractères évolués chez les lamproies*. Le partage de caractères évolués est appelé « synapomorphie ». Par exemple, on peut citer : présence d’une *hypophyse subdivisée*,*innervation cardiaque*, *osmorégulation*, présence de *muscles associés aux nageoires impaires*.**  
**Les *myxines ont des caractères très primitifs*,  
comme : un système immunitaire très rudimentaire, un cœur sans  
innervation. Elles sont incapables de survivre à une petite  
modification de salinité.**  
**L’étude synapomorphique fait penser que les *lamproies et les gnathostomes ont un ancêtre commun différent de celui des myxines*.  
Dans la classification récente (20 ans !!!) il a été créé un groupe  
pour les myxines et un groupe pour lamproies et gnathostomes.**  
  
**III\ Les gnathostomes.**  
**Les  
gnathostomes apparaissent à l’ordovicien. Ils partagent plusieurs  
caractères évolués qui attesteraient d’une ascendance commune : la *myéline dans le système nerveux* ; dans l’oreille interne, la présence de *trois canaux semi-circulaires* formant l’organe de l’équilibration ; des *mâchoires qui dérivent des arcs squelettiques viscéraux 2 et 3* qui s’associent et s’articulent pour former la mâchoire et la suspension de la mâchoire sur le crâne.*Les mâchoires permettent la capture de proies plus importantes*.  
Il y a le développement de nageoires paires (qui donneront les membres)  
qui sont les éléments essentiels de la mobilité. La mobilité est  
importante pour la recherche de nourriture et de partenaire sexuel. Ces  
innovations font que les gnathostomes supplantent les agnathes et  
envahissent les eaux douces et les continents.**  
  
  
  
**A\ Les placodermes.**  
  
  
**Les placodermes sont les premiers gnathostomes à être apparus (silurien http://www.biodeug.com/img/fleche.gif carbonifère inférieur). Ils avaient une plaque dermique osseuse, une mâchoire inférieure bien développée et une *queue généralement hétérocerque*. Ils se rapprochent du groupe actuel des chondrichtyens par la présence *d’organes d’accouplement* (les claspers). Ils ont vite disparu et ce sont les chondrichtyens qui les ont supplantés.**  
  
  
  
**B\ Les chondrichtyens.**  
  
  
**Les  
chondrichtyens sont les poissons cartilagineux. Les premiers  
représentants sont apparus à la fin du dévonien. Ils persistent de nos  
jours par deux groupes.**  
  
  
  
**- Les sélaciens (ou élasmobranches) : ce sont les *requins et les raies*. Les requins ont leurs*fentes branchiales latérales* (pleurotrèmes) et les *raies les ont ventrales* (hypotrèmes).   
- Les holocéphales (ou chimères).**  
  
  
**Dans ce groupe (chondrichtyens), les principales innovations par rapport aux placodermes sont la *présence d’une dentition avec des dents non soudées à la mâchoire* qui sont remplacées successivement et la disparition du squelette dermique (bouclier) *qui est remplacé par un squelette cartilagineux*.**  
  
  
  
  
**1\ Les sélaciens.**  
  
  
**L’appareil mandibulaire est hypertrophié. *5 à 7 fentes branchiales sont ouvertes directement à l’extérieur*. Ils possèdent un spiracle (ou évent) situé *en arrière des yeux*. Ce spiracle permet l’entrée d’eau en direction des branchies quand la bouche est fermée ou quand les animaux mangent. *Les requins sont plutôt pélagiques alors que les raies sont plutôt benthiques*.**  
  
  
  
**2\ Les holocéphales.**  
  
  
**Les  
holocéphales ont très peu évolués depuis leurs origines. Ils sont  
caractérisés par une mâchoire supérieure soudée au neurocrâne et des  
fentes branchiales recouvertes par un repli tégumentaire. Il peut y  
avoir *fusion des dents pour former des plaques dentaires*.**  
***Ces deux groupes sont bien adaptés au milieu aquatique*. Ils n’ont *pas de paupières mais l’œil est en permanence humidifié et nettoyé*.  
Les deux groupes n’ont ni oreille moyenne ni oreille externe : ils  
n’ont pas d’audition. Ils peuvent analyser finement les vibrations du  
milieu aquatique grâce à la présence de récepteurs situés sur la «  
ligne latérale ». Ce sont les neuromastes, situés dans des petits  
canaux, qui forment la ligne latérale. Les neuromastes sont composés de  
*cellules ciliées entourées de mucus*.**  
**Les *requins* sont les plus spécialisés dans la *réception d’ondes sonores et électriques*. En effet,*en plus de la ligne latérale*, ils possèdent *au niveau du museau*, une série *d’organes électro-récepteurs* : les ampoules de Lorenzini. Ces organes sont *ultra-sensibles à des variations de tension électrique*. Ils détectent jusqu’à 10-6V de variation : ils détectent donc des tensions inférieures à celles qui existent dans le système nerveux de tout animal.**  
**Les chondrichtyens ont une *flottabilité négative*  
(coulent quand ils sont arrêtés) à cause de la densité de leur corps  
qui est supérieure à celle de l’eau de mer. Il va y avoir mise en place  
d’un processus leur permettant de dépenser moins d’énergie pour rester  
à la même profondeur : accumulation de corps gras dans le foie.**  
**Les sélaciens ont un foie qui représente 1/5ème du poids du corps alors que les poissons osseux ont un foie qui ne représente que 1/20ème du poids du corps.**  
**L’absence de pièces osseuses permet au squelette cartilagineux d’être trois fois moins lourd.**  
  
  
  
**C\ Les Téléostomes (acanthodiens, actinoptérygiens, sarcoptérygiens et tétrapodes).**  
  
  
**Tous les téléostomes ont un squelette interne ossifié. Ceux qui portent des *nageoires ont des rayons dermiques qui les soutiennent*. Ces rayons sont constitués de lépidotriches (écailles modifiées).**  
  
  
  
**1\ Les acanthodiens.**  
  
  
**Les  
acanthodiens n’ont pas de représentants actuels. Ce sont les premiers  
téléostomes et sont rencontrés dès le silurien inférieur. Ils se sont  
éteints entre le carbonifère et le permien.**  
**Ils avaient des *nageoires anale, dorsales, pectorales et pelvienne* soutenues par une grande épine osseuse. Leur *queue était hétérocerque*.**  
  
  
  
**2\ Les actinoptérygiens.**  
  
  
**Dans ce groupe, on trouve *tous les poissons osseux sauf évidemment les acanthodiens*.  
Ils sont apparus au silurien supérieur et sont caractérisés par la  
présence d’un opercule osseux qui recouvre la région branchiale. Les *dents ont fusionné aux os des mâchoires*. Le bord supérieur de la bouche est formé par deux os (pré maxillaire et maxillaire).**

**3\ Les sarcoptérygiens.**

**On pense que les sarcoptérygiens *sont les ancêtres possibles des tétrapodes actuels*. Ils ont encore une forme de poisson et l*eurs membres ressemblent plus à des ébauches de membres de tétrapodes qu’à des nageoires de poisson*. L’articulation est de type rotule, située *entre la ceinture et le membre*.**  
**Ils sont bien représentés à l’état fossile mais il existe quelques lignées ayant persisté (dipneustes, crossoptérygiens).**  
  
  
  
**a\ Les dipneustes.**  
  
  
**Les dipneustes présentent *deux types de respiration*, branchiale et pulmonée. Ils ont des caractères de poisson et de tétrapodes.**  
***Les caractères de poisson sont* :**  
  
  
  
**- Un *système sensoriel latéral* (ligne latérale)  
- Un *corps recouvert d’écailles*  
- Un *système circulatoire branchial*.**  
  
  
***Les caractères de tétrapodes sont* :**  
  
  
  
**- Un *cœur partiellement cloisonné* (au niveau des oreillettes)  
- Ils ont *une veine et une artère pulmonaire*  
- La *mâchoire inférieure a une suspension autostylique*  
- Ils possèdent un *véritable coude mobile* ainsi qu’un radius et un cubitus de longueur identique  
- Il y a présence de *deux poumons fonctionnels*.**  
  
**Les  
poumons dérivent de la vessie gazeuse. Le canal reliant les poumons au  
tube digestif débouche ventralement au niveau de l’œsophage. On trouve *une fente* : la glotte.**  
  
  
  
**b\ Les crossoptérygiens.**  
  
  
  
**b1\ Les actinistiens.**  
  
  
**Les actinistiens sont apparus au dévonien. Ils étaient bien diversifiés. Ils ont régressé et il*n’existe plus qu’une forme*,  
le cœlacanthe. Il a été découvert à la fin des années 30, au large de  
Madagascar. Les cœlacanthes sont caractérisés par l’absence de narines  
internes bien que l’on trouve deux orifices faisant penser à des  
choanes. *Ces orifices sont recouverts par une mince couche cellulaire, qui les rend non fonctionnels*.**  
**Ils ont aussi des *poumons, non fonctionnels*, car ils sont calcifiés et ossifiés. Les branchies sont bien développés et la *circulation sanguine est typique des poissons*.**  
  
  
**b2\ Les rhipidistiens.**  
  
  
**Les rhipidistiens n’existent que sous la forme de fossiles. Ils présentaient *un crâne dont l’architecture est semblable à celle des tétrapodes*.  
Il y a présence des maxillaires et des prémaxillaires. Le premier  
segment des nageoires pectorales ressemble à l’humérus des tétrapodes.**  
**On pense qu’ils *seraient les ancêtres les plus probables des tétrapodes actuels*.**  
  
  
  
**4\ Les tétrapodes ou la sortie des eaux.**  
  
  
**La *sortie des eaux*  
a nécessité des modifications anatomiques et physiologiques. Il y  
respiration pulmonée sauf chez certains animaux qui conservent des *branchies ayant surtout un rôle respiratoire à l’état larvaire.***  
**Les tétrapodes vont devoir *s’adapter à la dessiccation* et développer un *système de régulation du milieu interne* (osmorégulation) ; *lutter contre la gravité*  
(développement de membres puissants et rigidification de la colonne  
vertébrale). Les membres puissants servant à la locomotion voient leurs  
articulations se modifier (poignet pour les membres antérieurs,  
chevilles et genoux pour les membres postérieurs).**  
**On va observer une adaptation au niveau de la reproduction : il y a *deux choix comme stratégie de reproduction* :**  
**- La stratégie « r » : production d’un *grand nombre d’œufs* en espérant que quelques uns se développent. Les *œufs sont sans protection*.  
- La stratégie « K » : cette stratégie consiste à produire un *nombre d’œufs limité* tout en assurant la *protection de ces œufs* pendant leur développement.**  
**Les tétrapodes sont divisés en deux groupes :**  
  
  
  
**- Les amphibiens  
- Les amniotes.**  
  
**IV\ Les amphibiens.**  
**Les lépospondyles sont les amphibiens fossiles ; les lissamphibiens sont les amphibiens actuels. Ces derniers regroupent *les Anoures, les Urodèles et les Apodes* (ou Gymnophiones).**  
**Les lissamphibiens ont une peau lisse. Leurs caractères généraux sont :**  
  
  
  
**- *Tétrapodes,*  
- *Anamniotes,*  
- *Peau nue et humide,*  
- *Pentadactyles,* (sauf les apodes)  
- La *respiration larvaire est branchiale* et la *respiration adulte est pulmo-cutanée*,  
- Le *cœur* est constitué de *trois cavités* (deux oreillettes et un ventricule),  
- Le *crâne s’articule sur la colonne vertébrale par deux condyles avec l’atlas*.  
- Le *développement post-embryonnaire* comporte généralement une *métamorphose*. Ils passent une partie de leur vie en milieu aquatique.**  
**A\ Caractères de familles.**  
  
  
  
**1\ Les anoures (super-ordre).**  
  
  
**Les anoures regroupent environ 3800 espèces. Ils sont caractérisés par :**  
  
  
  
**- *L’absence de queue chez les adultes*.  
- Les *pattes postérieures sont longues*, repliées en « Z » (*pour le saut*).  
- Présence d’une *palmure entre les doigts des mains* et ceux *des pieds*.  
- La larve est un têtard avec des *branchies*.  
- Le *nombre de vertèbres est réduit* (5 à :lol:.  
- *Radius / cubitus* et *tibia/péroné* sont soudés**  
  
  
**Ces anoures sont ensuite *divisés en famille à partir de la structure des vertèbres.***  
  
  
**a\ La famille des Bufonidés.**  
  
  
**Il y a absence de dents sur les maxillaires. Exemple, le crapaud vulgaire ou *Bufo bufo* ; il vit en milieu terrestre. Il ne retourne à l’eau que pour la reproduction.**  
  
  
  
**b\ La famille des Hylidés (ou rainettes).**  
  
  
**Ces espèces sont arboricoles (dans les arbres). On peut observer une courbure des dernières phalanges qui donnent des crochets.**  
**Exemple : *Hyla arborea*.**  
  
  
  
**c\ La famille des Ranidés.**  
  
  
**Ce sont toutes les espèces du type *Rana*.**  
  
  
**2\ Les urodèles.**  
  
**Les urodèles regroupent environ 360 espèces.**  
**Il y a une *persistance de la queue chez les adultes* ; la *fécondation est semi-interne* ; les*branchies persistent jusqu’à la fin de la métamorphose* ; ils n’ont pas de tympan.**  
**On trouve plusieurs ordres comme les Salamandridae (salamandre et triton). Le plus grand des urodèles est *Megalobatrachus japonicus* (la salamandre géante) qui fait 1 mètre 60 pour 10 kilogrammes. Il appartient aux Cryptobronchidae.**  
  
  
**3\ Les apodes.**  
  
  
**Les  
apodes sont serpentiformes. Ils mesurent entre 10 centimètres et un  
mètre. Ils ont des écailles dans le derme ; leurs yeux sont atrophiés  
et les adultes pondent dans des terriers proches de pièces d’eau.**  
**Les *larves atteignent un développement avancé à l’intérieur de l’œuf*. L’éclosion donne des jeunes à respiration pulmonaire.**  
  
  
  
**B\ La reproduction chez les amphibiens.**  
  
  
  
**1\ Les anoures.**  
  
  
**Les mâles et les femelles vont se réunir dans des pièces d’eau où les mâles sont bruyant. Il y a*deux types d’accouplement* selon la position du mâle sur la femelle. L’accouplement axillaire et l’accouplement lombaire.**  
**La fécondation est externe et 2000 à 6000 œufs sont pondus. Les *œufs fécondés sont protégés par une enveloppe visqueuse pour éviter la dispersion*. En plus de l’enveloppe, certaines espèces produisent une *écume protectrice formée à partir de sécrétions cloacales, d’eau et de bulles d’air*. Le tout entoure la ponte et la partie extérieure se durcie, ce qui permet aux *œufs de résister à de courtes sécheresses*.**  
***De ces œufs vont éclore des têtards* (à tête globuleuse). La tête possède un bec à dents cornées. Le reste du corps est allongé, avec un *aplatissement latéral*. Dorsalement et ventralement, des *replis cutanés donnent des « nageoires »*. Ces larves ont un régime alimentaire herbivore. Les têtards *vivent 3 à 4 mois dans l’eau* avant de subir la métamorphose et de devenir de jeunes grenouilles pouvant quitter le milieu aquatique.**  
***Toutefois,  
toutes les espèces d’anoures ne se reproduisent pas dans l’eau.  
Certains pondent sur des rochers ou des plantes surplombant une pièce  
d’eau. A l’éclosion, les larves tombent dans l’eau*.**  
  
  
**2\ Les urodèles.**  
  
  
**Exemple du Triton palmé.**  
**Ces  
tritons passent l’hiver le plus souvent dans l’eau. Au printemps,  
l’activité est importante, avec les font qui font une parade nuptiale  
(ils replient leur queue sur le coté et frétillent). Les mâles déposent  
un spermatophore (contenant des spermatozoïdes) dans l’eau et reculent.  
La femelle va suivre son mâle et passer sur le spermatophore. *Elle va le capter avec ses lèvres cloacales* ; il y a alors fécondation interne ou semi-interne.**  
**Après la fécondation, la *femelle pond ses œufs sur les feuilles de plantes aquatiques* qu’elle va replier.**  
**Les larves ont des branchies extérieures bien visibles et les *membres sont beaucoup plus grêles que chez les adultes*.**  
**Ces larves ont une *croissance rapide* et la métamorphose a lieu en fin d’été.**  
  
  
  
**C\ La métamorphose chez les amphibiens.**  
  
  
**La métamorphose est un *ensemble de processus qui aboutissent d’un plan de fonctionnement et d’organisation à un autre*.  
Il y a des modifications structurales et fonctionnelles (apparition de  
nouveaux organes et/ou modifications et/ou disparition d’organes  
larvaires). Le *déterminisme est de nature hormonale*.**  
***La métamorphose est plus complexe chez les anoures que chez les urodèles*.**  
  
  
**1\ Les organes nouveaux.**  
  
**Il y a apparition de vraies dents, de paupières, de la langue, de glandes cutanées pluricellulaires, de poumons et de membres (*pour les anoures uniquement*).**  
**Les *pattes postérieures apparaissent en premier*. Les pattes antérieures commencent à se développer dans les chambres branchiales.**  
  
  
**2\ Les transformations.**  
  
  
**Il y a transformation de l’appareil circulatoire, de la musculature, de la peau. Il y a*raccourcissement de l’intestin.* La *bouche s’agrandit* et les *yeux font saillie*.**

**3\ Les disparitions.**

**Le bec et les dents cornées disparaissent, *ainsi que les branchies et la queue chez les anoures*.**  
  
  
  
**4\ Les modifications de la métamorphose et de la fécondation.**

**Il peut y avoir *réduction ou suppression de la métamorphose*. Chez certains anoures tropicaux qui pondent des *œufs riches en vitellus*, il y a disparition du stade têtard*. Les œufs donnent des jeunes semblables aux adultes*. Le nombre d’œufs pondus est réduit à cause de la grande quantité de vitellus à produire.**  
**De plus, tous les anoures et urodèles ne libèrent pas forcément les œufs dans le milieu extérieur. Par exemple, le *crapaud accoucheur récupère les œufs fécondés (forment un long chapelet). Il les entortille autour de ses pattes postérieures*.  
Il les garde pendant environ trois semaines. Quand les têtards sont  
près à sortit, le mâle va vers un point d’eau où les larves seront  
libérées.**  
**Il existe *d’autres espèces d’anoures qui portent les œufs sur le dos*. La peau de ce dos se gonfle et sécrète une substance protectrice qui enveloppe l’ensemble de la ponte.**  
***D’autres espèces portent les œufs et les larves au niveau de poches incubatrices* (parfois même dans les sacs vocaux). On trouve dans ce cas les espèces arboricoles qui portent leurs*œufs dans une poche dorsale*.**  
**Un *espèce d’anoures australiens* va, après la fécondation, *avaler les œufs* et les *incuber dans l’estomac*. Les femelles cessent alors de s’alimenter. La capsule des œufs synthétise une*substance qui arrête la production d’enzymes digestives chez la mère*. A l’éclosion, les têtards sont expulsés par la bouche. La femelle pourra alors recommencer à se nourrir.**  
**On trouve aussi des espèces vivipares. Chez elles, *il existe au niveau de l’oviducte, une poche incubatrice dans laquelle les têtards ont des rapports nourriciers avec la mère*. Ce phénomène est comparable à ce qu’il se passe chez les mammifères**