

BIOLOGIE ANIMALE

I : Origines de la vie sur la Terre

2 phases dans l'évolution de la Terre :

- Evolution chimique : ~ 1 million d'années
Apparition des premiers composés organiques (formés à partir du carbone)
Puis la condensation de ces composés conduit à la formation de composés complexes, stables : POLYSACHARIDES
POLYPEPTIDES
GLUCIDES
 Cellules primordiales.
- Evolution biologique :
Evolution des protéines.
Apparition de l'ARN.
Double hélice de l'ADN.
Apparition des 1^{ère} cellules procaryotes photosynthétiques.
Apparition des cellules eucaryotes il y a 1000 million d'années.
Apparition des cellules diploïdes il y a 700 million d'années.
...

Tous les organismes ont une origine commune.

Les animaux sont répartis en deux groupes :

- LES PROTISTES : Organisme unicellulaire
Protozoaires
- REGNE ANIMAL : Organisme pluricellulaire

II : Particularités, évolution des organismes animaux.

Animaux = être vivant

Il naît, il grandit, se multiplie et meurt.

Tous les organismes animaux sont constitués de cellules.

Caractéristique de ces cellules : Un noyau, un cytoplasme, une membrane cellulaire ...

Différence entre cellules animales et cellules végétales :

- Les chloroplastes
 AUTOTROPHES (photosynthèse)
- La membrane pectocellulosique

Les cellules animales ne sont pas capables d'autotrophie. Elles sont califiées d'hétérotrophes. De plus, ces cellules se déplacent pour capturer leurs proies.

Exception : Les Euglènes → Cellules végétales mais qui se déplace.
Dégradation des chloroplastes à l'obscurité. Elles deviennent hétérotrophes.

Importance de l'espèce animale : 1,5 millions d'espèces.
2,5 millions depuis quelques années.
Certains pensent qu'il en existe 10 millions.

Chaque espèce appartient à un grand groupe.

Chaque groupe possède des « sous-groupe ».

DENOMINATION BINOMIALE : Genre : Homo
Espèce : Sapiens

LES PROTISTES ANIMAUX ou PROTOZOAIRE

Ce sont des organismes unicellulaires qui possèdent toutes les fonctions fondamentales des organismes pluricellulaires.

Ces fonctions sont assurées par des ORGANITES (exemple : Vacuole digestive à ne pas confondre avec le tube digestif qui est un organe).

I : Structure

1 - Taille

- Petite taille (microns)
Leishmania = parasite d'un micron
Amibe = 0,6 mm
Stentor = 4 à 5 mm
Foraminifères = 2 à 3 mm

2 - Organisation

- Cytoplasme
- Noyau avec une membrane nucléaire
- Mitochondrie
- Vacuole digestive
- Réticulum endoplasmique
- Lysosomes (pour détruire des molécules organiques)

II : Reproduction

2 types :

- Reproduction asexuée = multiplication
- Reproduction sexuée

1 - Multiplication

- Succession de mitoses.
C'est une division BINAIRE.
- Schizogonie —→ division du noyau dans une même cellule.
Lorsque la cellule contient un certain nombre de noyaux elle éclate. Du cytoplasme vient entourer chacun des noyaux pour reformer des nouvelles cellules.
- Le bourgeonnement.

2 - Reproduction sexuée

PRINCIPE : Fusion de deux gamètes (mâle et femelle)
Fécondation du gamète femelle par le gamète mâle
Formation d'un œuf = ZYGOTE
Les gamètes sont haploïde
L'œuf subit des mitoses

3 - Les cycles de reproduction

2 TYPES de reproduction : SEXUEE et ASEXUEE.

3 CYCLES : Phase haploïde
Phase diploïde
Phase haploïde et diploïde

a : Cycle haplobiontique

Les individus sont haploïdes.

● Schizogonie

La cellule grossie car le noyau se multiplie. Elle éclate et libère des individus haploïdes (n chromosomes)

● Gamogonie

Formation des gamètes (2n chromosomes)

● Sporogonie

b : Cycle diplobiontique

Les individus sont essentiellement diploïdes.

c : Cycle haplodiplobiontique

2 phases distinctes qui correspondent à 2 générations distinctes.

III : Les formes de résistance

Pour supporter certain désagrément de l'environnement, certaines espèces ont des protections : des KYSTES.

Lorsque les conditions redeviennent favorable, le kyste s'ouvre, une cellule va en sortir et va reformer les organites qui avaient disparu. Puis par la suite il y a une multiplication suivit d'une reproduction sexuée.

IV : La diversité des protistes animaux

Les unicellulaires sont très diversifiés :

- Phylum Flagellis : Trypanosomes, transmit par piqûre (mouche Tsé-tsé) ou par contact avec les déjections d'un insecte (Punaise)
- Phylum Sporozoaires : Dans les globules rouges.
- Phylum des Actinopodes : Protiste vivant en eau douce ou milieu marin. Possède une enveloppe siliceuse.
- Rhizopode : Pseudopode, milieu claire.
- Ciliés : corps bordé de cils permettant le déplacement dans l'eau.

CARACTERISTIQUE ET GRANDES DIVISIONS DU REGNE ANIMAL

Un animal est un organisme pluricellulaire, un métazoaire.

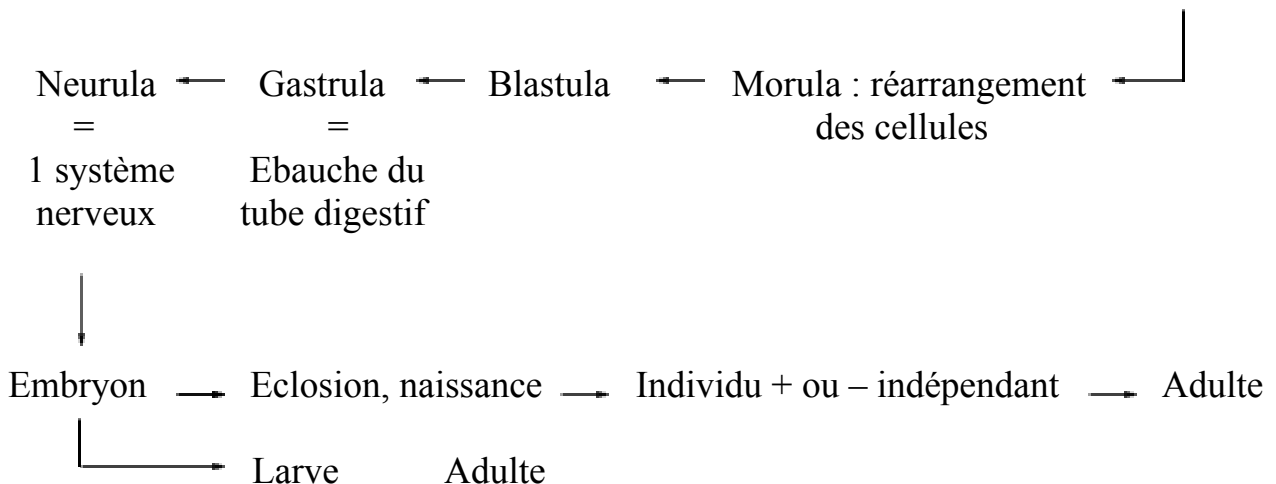
Comment définir précisément un animal ???

5 CRITERES :

- Organisation pluricellulaire, eucaryote, hétérotrophe
- Les animaux transforment les glucides en glycogènes.
- Pas de parois.
- Tissus nerveux spécialisé pour la conduction des messages nerveux et un tissu musculaire spécialisé.
- La plupart des animaux se reproduisent de façon sexuée et c'est le stade diploïde qui est prédominant au cours du stade de développement.

Mâle + femelle → Œuf = zygote (2n)

Division cellulaire : 1 cellule → 2 cellules → 4 cellules → 8 cellules



Les animaux sont des organismes qui occupent tous les milieux. L'habitat d'origine est le milieu marin. C'est le milieu qui regroupe la plus grande partie des animaux.

2 adaptations sont nécessaires : La respiration

La perte d'eau à combattre

Phylogénèse animale = histoire évolutive des animaux

Origine de l'histoire évolutive = précambrien ou début cambrien.

Problème : Il reste très peu de fossile de cette époque.

PRINCIPALES DIVISION DU REGNE ANIMAL :

- Organisation des cellules en tissus.

TISSUS = ensemble de cellules ayant une même structure et assurant une même fonction.

Les parazoaire non pas cette organisation en tissus.

Les Eumétazoaire, eu, ont cette organisation.

- Symétrie corporelle : 2 grands types

- Symétrie radiaire → les radiaires
- Symétrie bilatérale → les Artiozoaires

- L'organisation des cellules des embryons au stade Gastrula

- 2 couches = feuillets embryonnaires → Diploblastique
 - 3 couches = feuillets embryonnaires → Triploblastique
- Ectoderme = peau
Endoderme = tube digestif
Mésoderme = muscle

- L'apparition au cours du développement d'un cœlome = cavité cœlomique

- 3 configurations : - Pas de cœlome → 3 feuillets tous collés les uns aux autres.
- Mésoderme plaqué contre l'ectoderme mais avec une cavité entre le mésoderme et l'endoderme. C'est ce qu'on appelle un PSEUDOCŒLOME.
 - Les coelomates : le mésoderme c'est creusé d'une cavité interne.

Le cœlome protège les organes en amortissant les chocs et elle permet une indépendance des organes.

- Les types de segmentation

LES PARAZOIRE

Ce sont des organismes pluricellulaires (métazoaire), diplobiontiques, ils n'ont pas de tissus organisés ni de symétrie.

Ce sont des sporifères (Phylum spongiaire).

Milieu de vie : Organisme aquatique. Une grande partie en eau de mer et certain en eau douce (les Dulcicoles).

I : Organisation

- Organismes diploïdes fixés sur un substrat (rocher, algues ...)
Leurs corps est au contact de substrat, ils n'ont pas de pédoncule. On dit qu'ils sont SESSILES.
Ils n'ont pas d'organes définies mais des cellules spécialisées qui sont disséminées dans les enveloppes internes et externes.
- Du côté interne de la paroi, il y a des cellules appelées les Choanocytes. Ce sont les cellules qui vont capturer les proies de l'animal.
- Du côté externe, il y a également une couche de cellules allongées qui forment le revêtement externe.
- Les éponges ont une grande élasticité et peuvent se régénérer facilement.

II : Reproduction sexuée

- Ce sont des organismes gonochoriques (= sexe séparé) mais certaines espèces peuvent être hermaphrodites. Toutefois il n'y a pas autofécondation.
Lors de la formation des gamètes (gamétogenèse), les spermatozoïdes sont libérés dans la cavité gastrale puis évacués par l'oscule.
- Certaines éponges ne libèrent pas l'ovocyte. Elles vont incuber leurs œufs. Le spermatozoïde va passer par les porocytes afin d'aller féconder l'ovocyte.
- Chez les éponges, on a une segmentation totale. Très rapidement, l'embryon est expulsé dans le milieu marin.
Cette segmentation aboutit à une larve ciliée (Parenchymula). Elle fait d'abord partie du plancton, puis par la suite elle perd ces cils, tombe dans le fond et se fixe sur un substrat.

III : Multiplication asexuée

2 GRANDS TYPES :

- Le bourgeonnement externe :
Dans les bourgeons, ce sont des cellules non différenciées qui sont majoritaires.
- Le bourgeonnement interne :
Formation de Gemmule (cellules non différenciées limitées par une enveloppe relativement dure). Ces Gemmules sont produites lorsque l'éponge commence à

mourir. Ensuite, elles s'ouvrent et libèrent les nouvelles éponges.
Ce type de multiplication n'existe pas chez toutes les éponges.

IV : La diversité

3 GROUPES D'EPONGES EN FONCTION DE LA NATURE DES SPICULES :

- Les éponges calcaires avec des spicules calcaires.
Soit isolées soit en colonies (entre 0 et 100m de profondeur).
- Les éponges siliceuses ou Démospouges avec soit des spicules silices soit des spicules cornés.
Peuvent vivre jusqu'à -1600m de profondeur.
- Les Héxactinellides → éponge de grande taille avec axes de symétrie.

V : Conclusion

Structure simple, pas de tissus spécialisés, pas d'organe différencié ;..
On constate une certaine cohésion entre l'ouverture et la fermeture des pores de l'oscul. Il y a donc des messages qui passent entre les cellules.

TISSUS ANIMAUX

Chez les protistes, toutes les fonctions sont assurées par une seule cellule.

Chez les parazoaires, pas de tissus organisés.

Chez les Eumétazoaires apparaissent des tissus spécialisés.

I : Tissu, organe, appareil

1- Tissu

TISSU = Assemblage de cellules différenciées spécialisées en vue d'assurer une fonction déterminée.

Origine des tissus : A la fécondation, l'œuf se divise en cellules identiques et au fur et à mesure, les cellules s'organisent en feuillet et ces feuillets vont se différencier, se spécialiser et s'organiser en tissus.

Il existe 4 types de tissus :

- Epithélial
- Nerveux
- Conjonctif
- Musculaire

2- Organe et appareil

Un organe peut-être formé de différentes couches de tissus.

Ne pas confondre un organe et un appareil. Un appareil est formé de plusieurs organes (ex : appareil digestif).

Si tous les organes d'un même appareil sont formés du même tissu, on parle de système (ex : système nerveux).

II : Les différents tissus et leurs fonctions

1- Tissu épithélial

Un épithélium est constitué de cellules jointives reliées entre elles pour former une lame continue.

L'épithélium repose toujours sur une membrane basale. Ce tissu est un tissu de surface. Il n'est jamais vascularisé.

2 TYPES D'EPITHELIUM :

- De revêtement
- Glandulaire (propriété sécrétrice)

ORIGINE :

- Epithélium épidermique
- Epithélium endodermique
- Epithélium mésodermique

2- Tissu conjonctif

Une seule origine : origine mésodermique.

Les organismes diploblastiques en sont démunis.

Il est formé de cellules non jointives noyées dans une substance fondamentale (du collagène)

On constate aussi des fibres de collagène et des fibres élastiques. C'est un tissu bien vascularisé.

DIFFERENTS RÔLES :

- Passif → Rôle de soutien (le squelette)
- D'emballage (certains organes)
- De réserve (tissus adipeux)
- De défense (globule blanc) ...

3- Tissu musculaire

Origine mésodermique.

3 PROPRIETES :

- L'excitabilité
- La conductibilité
- La contractilité

Le tissu musculaire a un rôle essentiellement moteur. C'est un tissu très vascularisé car il a besoin de beaucoup d'oxygène et le sang doit évacuer les déchets du métabolisme.

3 TYPES :

- Tissu constitué de fibre lisses qui se caractérisent par une contraction lente et involontaire.
- Fibre striée cardiaque qui sont à contraction involontaire et automatique.
- Fibre striée squelettique à contraction volontaire.

Une fibre musculaire est une cellule géante à plusieurs noyaux et avec des myofilaments bien rangés.

4- Tissu nerveux

Origine ectodermique.

2 PROPRIETES :

- Excitabilité
- Conductibilité

2 TYPES :

- Neurone = cellules nerveuses
- Les cellules glios qui ont un rôle alimentaire des neurones.

Les dendrites acheminent le message nerveux vers les pénicaryons. Le message passe ensuite par les axones pour aller vers les organes. Cet axone est protégé par une gaine (cellules de Schwann).



LES CNIDAIRES

Ce sont des Eumétazoaires radiaires, pluricellulaires et qui présentent des tissus organisés.

Ils sont également diploblastiques (sans mésoderme). Ce sont les métazoaires les plus primitifs et ils vivent en milieux marins.

I : Organisation

- Un corps tubulaire.
- Forme de sac allongé avec une bouche de côté supérieur.
- Une cavité gastrale mais une seule ouverture qui sert à la fois d'orifice buccal et d'orifice excréteur.
- Cellules spécialisées au niveau des tentacules : les cnidoblastes qui ont une fonction urticante.
- Entre l'endoderme et l'ectoderme il y a une substance gélatineuse, la mésogée.

2 FORMES DE CNIDAIRE :

- Forme Polype (forme fixée) = hydres
- Forme libre (invertée) = méduses

1- Ectoderme

C'est une couche unicellulaire. Ce sont des cellules alignées avec différentes spécialités :

- Cellules épithéliomusculaire
- Cellules sensorielle
- Cellules embryonnaires
- Cellules de blaste = cellules urticantes

2- Endoderme

C'est la cavité gastrale donc essentiellement des cellules digestives :

- Cellules glandulaires
- Cellules avec flagelles pour terminer la digestion

On trouve à la base des cellules digestives des miofilaments.

3- Mésogée

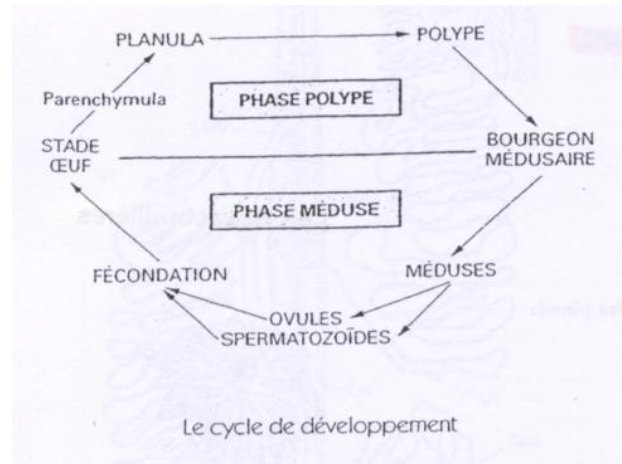
Substances plus ou moins visqueuses contenant des neurones.

→ Présence d'un système nerveux

II : Reproduction

Différentes modalités : Soit reproduction sexuée soit multiplication asexuée.

Développements type : Alternance d'une phase polype et d'une phase méduse.



Toutes les méduses issues de la même colonie sont de même sexe.

III : Diversité des cnidaires

Elle st surtout basé sur l'importance des différentes phases lors de la reproduction.

- HYDROZOAIRE : Ils présentent les 3 possibilités de cycles reproducteurs. Parmi eux on trouve les Hydraires qui sont des hydres. On les trouve aussi bien en milieux d'eau douce qu'en milieux marin. Il n'y a pas de stade méduse chez les hydres et ils ont un grand pouvoir de régénération. Les Siphonophores (physalis) possèdent un gros flotteur avec dessus une partie plus rigide. Ce sont les plus mortelles.
- SCYPHOZOAIRE : Alternance polype/méduse.
- ANTHOZOAIRE : Que le stade polype. Ce sont des organismes fixés sur un substrat.

LES PLATHELMINTHES

Ils sont Eumétazoaires, artiozoaires (symétrie bilatérale), triploblastiques et acœlomates.

Un seul groupe : les vers plats.

I : Organisation

- Ce sont des vers non métamérisés qui vivent dans des environnements liquides ou humides.
- 2 régions : Région céphalique (la tête) avec les organes sensoriels.
Région caudale.
- Certain de ces vers peuvent être segmentés, d'autre non.
- Pas d'appareil respiratoire différencié. Les échanges gazeux se font aux niveaux de la peau.
- Pas de sang
- Tube digestif plus ou moins développé voir absent chez certaines espèces (espèces parasites)
- Présence d'un appareil excréteur formé de protonephridies (= rein)
- Système nerveux bien développé avec ganglions au niveau céphalique ainsi qu'un appareil musculaire également développé.

4 GRANDS GROUPES :

- Turbellariés = planaires
 - Trématodes (les douves)
 - Cestodes (vers solitaire)
 - Munogènes
- } Parasites

II : Plathelminthes libres : les Planaires

- Corps non segmenté, petite taille, forme de feuille allongée.
- Milieux aquatique.
- Epithélium dorsal et ventral
- Orifice digestif ramifié
- Nombreux pores excréteurs
- Système nerveux bien développé
- Appareil reproducteur bien différencié. La plus part sont hermaphrodites
- Chez les mâles : très nombreux testicules de petite taille.

1 – Reproduction

a : Sexuée

Fécondation normale mais parfois il peut y avoir accouplement épidermique (n'importe quelle endroit du corps).

Chez les femelle : cocons de ponte = 4 à 6 œufs qui deviennent des larves.

b : Asexuée

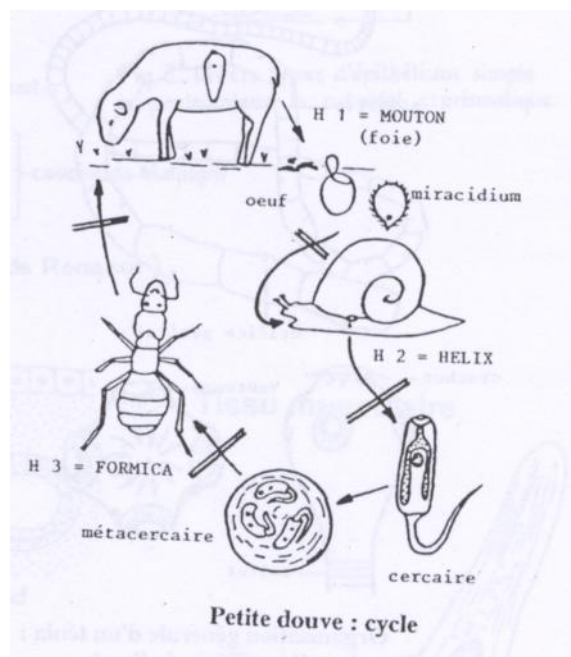
Multiplication normale.

III : Plathelminthes Parasites

- Parasites vertébrés à cycle biologique compliqué qui font intervenir plusieurs hôtes successifs et obligatoires.

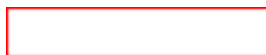
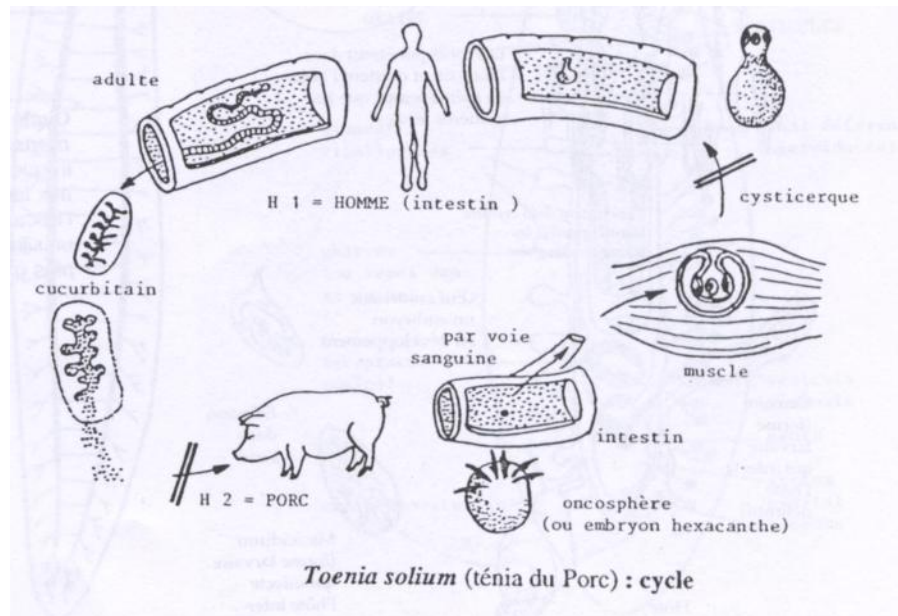
Exemple : La petite Douve du foi (*Dicrocoelium Dendriticum*)

- 1 cm de longueur, 2 ventouses (buccale et ventrale), 1 seul orifice (buccale), appareil génitale développé, hermaphrodite, système nerveux aux niveau du pharynx, appareil excréteur formé de deux protonéphidie.
- Cycle biologique comprenant un hôte définitif et deux hôtes intermédiaire. La reproduction sexuée a lieu dans l'hôte définitif. Les œufs produits par les douves sont évacués par le tube digestif de l'hôte. Pour poursuivre leurs développement, les œufs doivent être ingéré par un gastéropode.



2 – Les cestodes (Ténia)

- Parasite de plusieurs mètres de longueur et composé d'un grand nombre d'anneaux (proglottis)
- Organe de fixation : crochet, ventouse ou les deux
- Pas de tube digestif, animal hermaphrodite. A chaque anneaux il y a un appareil génitale mâle et un appareil génitale femelle.



NEMATODES

- Eumétazoaire, pseudocoeleomates.
- Vers rond, allongée et de forme effilée vivant en milieu humide (milieu aquatique ou matière organique en décomposition)
- Ce sont soit des espèces libres soit des espèces parasites.
- Corps protégé par une cuticule. Elle permet de protéger le vers mais elle permet également les échanges respiratoires et l'excrétion.
Inconvénient : Cette cuticule ne peut pas augmenter de taille.
Sous cette cuticule : ectoderme, muscle ...
Présence d'un pharynx, d'un intestin, d'un rectum qui débouche dans un cloaque.
- Appareil génitale mâle très long, filiforme tout comme l'appareil génitale femelle.

I : Reproduction

Par voie sexuée. Chez quelques rares espèces, il y a hermaphrodisme et chez certaines de ces espèces il peut y avoir autofécondation.

II : Biodiversité

1 – Nématode Libre

- Organismes qui peuvent être très nombreux, pullulants dans certains milieux. Les espèces libres représentent 50% des Nématodes.
- Milieux de vie très variés voir extrêmes (dans les glaciers ou à l'inverse les sources thermales)
- Petite taille (quelques mm)

2 – Nématode parasite

- 2 TYPES :
Parasite de végétaux (Phytophages) : ce sont de redoutables destructeurs de plantes.
Parasite d'animaux (zoophages) : ce développe dans le tube digestif, vaisseaux sanguin ... Cycle biologique comprenant un ou deux hôtes successifs.



Annélides

I : Organisation

Les Annélides modifient l'architecture **eucoelomate** que nous avons découverte chez les **Mollusques** en la poussant un peu plus loin. Au lieu d'avoir un **cœlome** et toutes les structures qui lui sont associées, ils ont une série d'unités répétées qui contiennent chacune une cavité interne remplie de fluide.

Cet arrangement d'unités répétées donne une apparence segmentée aux Annélides, une **homologie sérielle**. Cette transformation de l'architecture est appelée **métamérisation**, et chaque segment produit est un **métamère**.

Dans la forme ancestrale, tous les métamères sont semblables, et les structures dérivées de **l'ectoderme** et du **mésoderme** sont répétées dans chaque segment. On peut presque considérer chaque segment comme un organisme indépendant, avec son propre système excréteur, des muscles circulaires et longitudinaux servant à faire fonctionner le **squelette hydrostatique**, et un ganglion pour coordonner les influx nerveux dans le métamère. On retrouve également une paire de **métanéphridies** pour filtrer le fluide cœlomique et éliminer les déchets métaboliques, et des **gonades** pariées dans la paroi du **septa** de chaque métamère.

Cependant, les structures dérivées de l'endoderme ne sont pas métamériques. L'apparition d'un **tube digestif complet** peut être considéré comme un grand progrès dans l'évolution animale car elle permet une spécialisation des différentes sections et une meilleure digestion. Toutefois, cela cause un problème potentiel pour les segments adjacents à la partie antérieure du tube digestif où la digestion n'est pas commencée, et pour les segments les plus postérieurs recevant une nourriture déjà complètement digérée et sans valeur nutritive. Le développement d'un **système circulatoire fermé** qui alimente toutes les parties du corps permet de résoudre ce problème.

Le succès des Annélides est attribué en grande partie à leur **squelette hydrostatique** segmenté. Chaque partie du corps peut changer de forme sans affecter les autres. Chez les vers de terre (**Oligochaete**), le diamètre et la longueur de chaque segment peut varier indépendamment. Chez les vers marins (**Polychaetes**) chaque côté peut bouger indépendamment.

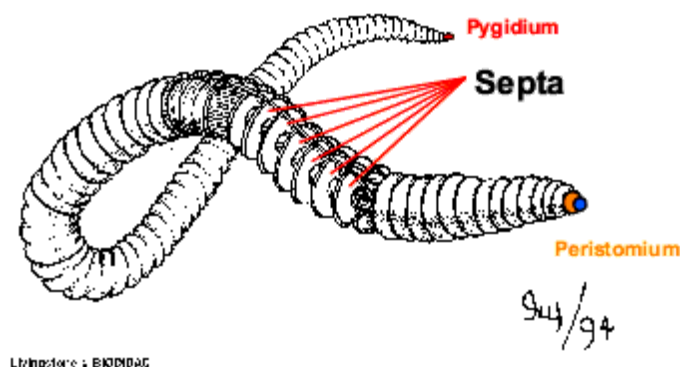
II : Architecture et Classification

Les Annélides sont un des rares embranchements à avoir colonisé l'environnement marin, dulcicole et terrestre. C'est le groupe d'animaux vermiformes qui a en moyenne la plus grande taille. On attribue ce succès à la présence d'un **cœlome** véritable. Notez que près de **90% des espèces vivant actuellement** possèdent un véritable cœlome (Annélides, **Mollusques**, **Arthropodes**, **Chordés**). Un autre facteur qui peut expliquer le succès des Annélides est la **métamérisation**, ou la division du corps en plusieurs unités (appelées des métamères ou segments).

Les Annélides ont un corps segmenté. Chez les membres les plus primitifs les métamères sont presque tous semblables. Ces métamères dérivent du **mésoderme**, et les organes mésodermiques sont arrangés de façon métamérique: muscles, système circulatoire, système respiratoire, système osmorégulateur et les gonades. Par contre, les organes qui dérivent de l'**endoderme**, comme le tube digestif, ne sont pas métamériques.

Chez le lombric, ou ver de terre, chaque métamère est séparé par des cloisons d'origine mésodermique: les **septa**. Cette division du coelome en compartiments indépendants permet d'améliorer l'efficacité du **squelette hydrostatique**. Elle permet également à l'animal d'effectuer des ondulations lentes et un mouvement péristaltique. L'épiderme des Annélides forme également des **soies** ou des **parapodes** qui sont utilisées pour la locomotion.

Figure 56. Segmentation du corps du ver de terre, *Lumbricus terrestris* (Oligochaete) © BIODIDAC



Chez le lombric, les segments sont apparemment semblables extérieurement, sauf les deux premiers et le dernier. Le premier segment, situé devant la bouche, est appelé le **prostomium**. La bouche est située sur le deuxième segment, le **péristomium**. Le dernier segment, quant à lui, est appelé le **pygidium**.

La paroi corporelle des Annélides est formée de plusieurs couches. Il y a une **cuticule** sécrétée par l'épiderme sous-jacent. Sous l'épiderme se trouve une couche de muscles circulaires, et une couche de muscles longitudinaux.

Il y a trois classes principales d'Annélides. **Les Polychètes** (du grec polys = plusieurs, et chaete = soie ou long poil) sont caractérisés par la présence de nombreuses **soies** souvent portées sur des parapodes de formes très variables. **Les Oligochètes** (du grec oligos = peu) ont des soies réduites ou de très petite taille et ne possèdent pas de parapodes. **Les Hirudinées** (du latin hirudo = sangsue), ou sangsues, sont aplaties dorso-ventralement et ont des ventouses sur le prostomium et le pygidium.

III : Locomotion

La contraction des muscles circulaires d'un segment provoque son allongement et la rétraction des soies ce qui fait avancer l'extrémité antérieure du segment. Ensuite, les muscles longitudinaux se contractent. Cette action est accompagnée de l'extension des soies qui s'ancrent dans le substrat, et le segment se raccourcit en tirant vers l'avant l'extrémité postérieure du segment. Cette action se propage de l'avant vers l'arrière du ver lui permettant d'avancer. Notez que la contraction des muscles circulaires provoque

l'étirement des muscles longitudinaux et vice-versa. L'enfouissement est facilité par l'ingestion des sédiments.

IV : Alimentation et digestion

Les lombrics sont des détritivores qui ingèrent la terre et en retirent le matériel organique. Leur pharynx musculueux leur permet d'avaler la terre qui est par la suite broyée dans le gésier. Le bol alimentaire voyage le long du tube digestif grâce aux contractions des muscles entourant l'intestin qui provoquent le péristaltisme.

La paroi du tube digestif forme un repli dorsal, le typhlosole, qui augmente la surface de contact entre les aliments ingérés et la surface de diffusion des aliments digérés.

Les Polychètes peuvent également être des détritivores fouisseurs, mais certains sont des suspensivores et d'autres des prédateurs. Les sangsues sont la plupart des détritivores et des prédateurs. Certaines se nourrissent du sang des Vertébrés (elles sont hématophages). Ces dernières ont typiquement un jabot et de nombreux caeca qui servent à emmagasiner le sang dont elles se gorgent, ce qui leur permet de survivre entre deux repas éloignés.

V : Reproduction

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

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

LES MOLLUSQUES

Les mollusques habitent principalement le milieu marin, mais certains groupes ont colonisé avec succès les milieux **dulcicoles** et terrestres.

Les Mollusques comprennent des animaux qui ont des formes et des modes de vie très différents, comme l'huître, la limace et la pieuvre. C'est un groupe qui a subi une **radiation adaptative** prononcée, et qui a jadis dominé l'environnement marin.

I : Caractéristique

Les Mollusques possèdent un **pied ventral musculeux**, souvent cilié, qui joue un rôle dans la locomotion.

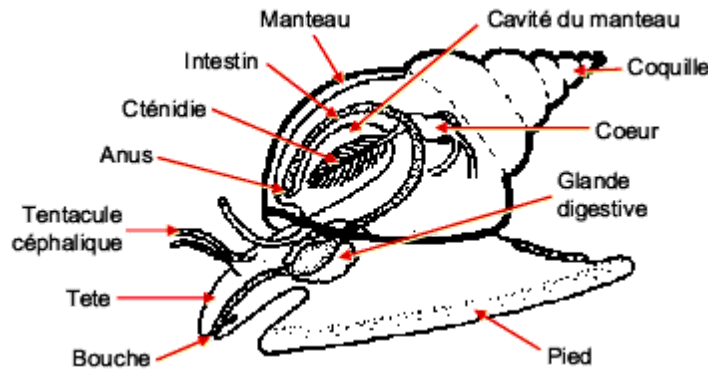
Ils ont un **manteau** qui enveloppe la masse viscérale dorsale et qui sécrète la **coquille** composée principalement de carbonate de calcium (CaCO_3). La coquille forme l'armure de l'animal mais, contrairement aux **Arthropodes**, ne l'entoure pas entièrement. Le manteau forme généralement un repli vers l'intérieur de la coquille à la jonction du pied, la cavité formée par ce repli (**cavité du manteau** ou **cavité palléale**) renferme typiquement les organes respiratoires, les **cténidies**. Presque tous les Mollusques (sauf les Bivalves) possèdent une **radula** qui est une structure en forme de râpe utilisée pour l'alimentation.

Caractéristiques des Mollusques.

Il y a sept classes de Mollusques, mais 99% des espèces vivant actuellement appartiennent aux **Bivalves** (huître, moule, palourde) et aux **Gastéropodes** (limace, escargot). À ces deux classes principales, s'ajoutent deux classes qui ont un intérêt particulier: celle des **Polyplacophores** parce que ses représentants ressemblent à l'ancêtre hypothétique du groupe, et celle des **Céphalopodes** (pieuvre, seiche, calmar) car c'est le groupe le plus évolué.

Les **Polyplacophores** (chitons) sont des animaux marins benthiques des zones littorales et qui se nourrissent principalement d'algues microscopiques poussant sur les substrats durs. Leur forme aplatie et le pied bien développé leur permet de se déplacer sur le substrat et de résister à l'action des vagues. La coquille est toutefois modifiée ; elle est formée de plusieurs plaques, les valves, et permet de mieux épouser le contour de substrats inégaux. Les cténidies sont disposées de chaque côté de l'animal.

Anatomie d'un Gastéropode.



Chez les **Gastéropodes** (escargots, bigorneaux, limaces) il y a une torsion des organes internes qui amène les cténidies et l'anus au dessus de la tête. Les facteurs qui ont pu donner un avantage aux animaux ayant cette torsion demeurent obscurs. Ce pourrait être pour empêcher le colmatage de la cténidie par les particules resuspendues par les déplacements de l'animal, ou encore pour concentrer les structures importantes là où elle peuvent être bien protégées. Il est possible que se soit au stade larvaire que cette torsion procure un avantage.

Les **Bivalves** (moule, huître, coquille Saint-Jacques) ont, comme leur nom l'indique, une coquille divisée en deux valves reliées par une charnière dorsale. Ce sont des animaux sédentaires qui se nourrissent en filtrant l'eau.

Le manteau des Bivalves a des extensions, les **siphons**, qui servent à aspirer et expulser l'eau de sa cavité. Les cténidies sont hypertrophiées et transformées en organes de filtration. La **radula**, par contre, ayant peu d'utilité pour ces filtreurs, est absente.

Les **Céphalopodes** sont des animaux très mobiles, chez qui la **coquille** a perdu de l'importance, et peut être entièrement recouverte par le **manteau** (comme chez la seiche). Ce sont des prédateurs actifs, capables d'une locomotion rapide, et dotés de structures leur permettant de détecter et de capturer des proies mobiles. Leur architecture et leur morphologie interne, très différentes de celles des autres Mollusques, sont le reflet de leur mode de vie.

II : Locomotion

Les cils et le mucus jouent un rôle dans la locomotion des chitons et des **Gastéropodes**, comme chez les vers plats qui ont un mode de vie libre.

Plusieurs **Bivalves** ne se déplacent pas du tout, et leur pied est transformé en filaments collants (les byssus) qui servent à attacher l'animal au substrat.

Les Bivalves qui vivent dans les sédiments doivent toutefois se déplacer pour éviter d'être enfouis. Leur pied musculueux est utilisé pour tirer l'animal. Le squelette hydrostatique permet de modifier la forme du pied qui peut alors pénétrer dans les sédiments, puis servir de point d'ancrage pour que la contraction des muscles permettent à l'animal de se tirer vers l'avant.

Les **Céphalopodes** se déplacent principalement en projetant l'eau contenue dans la cavité du manteau par un **siphon**, un peu à la manière des moteurs à réaction. L'eau est expulsée lors de la contraction des muscles du manteau, et le siphon peut être orienté de manière à diriger l'animal vers l'endroit voulu.

III : Respiration et circulation

Tous les Mollusques aquatiques ont des **cténidies**. La ventilation de ces organes respiratoires est assurée par le mouvement de l'eau qui est provoqué par l'action des **cils** ou la contraction des muscles de la cavité du manteau. Les **Gastéropodes** terrestres ont un poumon, qui est une simple invagination du manteau avec une petite ouverture vers l'extérieur afin de limiter les pertes d'eau.

Le système circulatoire de la plupart des Mollusques est ouvert et ressemble à celui des **Arthropodes**. Le sang pénètre dans les cœur par les **ostia** et est pompé dans les diverses régions du cœur le long d'artères. Ce sang baigne les tissus et revient dans la cavité qui entoure le cœur, la **cavité péricardique** pour être pompé à nouveau.

Les **Céphalopodes** ont cependant un **système circulatoire fermé** qui est beaucoup plus efficace et peut supporter les taux métaboliques élevés associés à la nage rapide. Ces animaux ont deux cœurs, un cœur branchial qui pompe le sang vers les **cténidies** pour y être oxygéné, et un cœur systémique qui repompe le sang dans toutes les régions du corps. Cet arrangement permet de maximiser la redistribution de l'oxygène en éliminant le mélange de sang oxygéné avec celui qui est chargé de gaz carbonique.

IV : Alimentation et digestion

La **radula** est impliquée dans l'alimentation de tous les Mollusques, sauf évidemment chez les **Bivalves** qui en sont dépourvus. Cette structure en forme de râpe est bien adaptée au broutage des algues sur les substrats durs. Chez les **Gastéropodes** prédateurs, elle est transformée, et peut servir de lance.

Chez les **Bivalves**, les particules filtrées par les **cténidies** sont imbibées de mucus et acheminées vers la bouche sous l'action de mouvements ciliaires. Dans l'estomac, elle sont triées et exposées à l'action des enzymes digestives. On retrouve chez les Bivalves un **stylet cristallin** qui n'est autre chose qu'un cône d'enzyme digestives cristallisées. Ce stylet est mis en mouvement par l'action des cils, et est lentement râpé sur une structure semblable à une meule, le **moulin gastrique**.

V : Reproduction

La reproduction est sexuée chez les Mollusques. La plupart sont **dioïques**, mais plusieurs **Bivalves** et **Gastéropodes** sont **hermaphrodites**. Les gonades se développent

dans la **cavité péricardique**. La plupart des Bivalves n'ont pas d'organes copulateurs et relâchent leur gamètes dans l'eau. Chez les Gastéropodes terrestres, la fécondation est toujours interne.

Le zygote de plusieurs Mollusques se développe en larve **trochophore** semblable à celle de certains **Annélides**, puis en larve **veliger** qui est unique aux Mollusques.

VI : Défenses

Les Mollusques des zones intertidales sont équipés pour résister à la dessiccation entre les marées hautes (**opercule** des **Gastéropodes**, valves des **Bivalves**). Les Gastéropodes pulmonés peuvent sceller leur coquille et entrer en dormance pour survivre aux périodes sèches.

Les pieuvres et les seiches peuvent relâcher de l'encre pour confondre leurs attaquants; cet encre forme un écran visuel et chimique qui leur laisse le temps de s'enfuir.

LES ARTHROPODES

L'embranchement des Arthropodes est celui qui a le plus de succès sur notre planète. On retrouve des Arthropodes en abondance dans tous les habitats, des pics de montagne neigeux aux fosses abyssales, et des déserts aux forêts tropicales. La caractéristique principale de ce groupe est la présence d'appendices articulés (grec Arthron= articulation) et d'un **exosquelette**. Ce dernier est formé d'une **cuticule** qui recouvre entièrement l'extérieur de l'animal et même la portion antérieure et postérieure du tube digestif.

I : Caractéristique

La **cuticule**, qui est sécrétée par l'épiderme, est rigide. Elle est composée de deux couches principales: l'**épicuticule** et la **procuticule** (subdivisée en **exocuticule** et **endocuticule**). La rigidité de la cuticule provient de la procuticule composée de **chitine** (hydrate de carbone similaire à la cellulose) dans une matrice de protéines. L'ensemble est durci (tanné) par l'action de phénols oxydés en quinones qui relient la matrice de fibrilles de chitine aux autres protéines de l'endo et exocuticule. Cette réaction est appelée **sclérification**. Chez les **Crustacés** s'ajoutent des dépôts de carbonate de calcium et de phosphate de calcium. L'épicuticule est formée de protéines et de cires hydrophobes (surtout chez les Insectes); son rôle est d'imperméabiliser la cuticule. Comparativement au **squelette hydrostatique** des **Annélides**, par exemple, l'**exosquelette** des **Arthropodes** est beaucoup plus robuste et permet des mouvements plus efficaces. Toutefois la sécrétion de la cuticule exige un investissement d'énergie considérable, et le squelette ajoute beaucoup de poids à l'animal. La présence d'un exosquelette ne permet pas une croissance continue ; les Arthropodes doivent donc **muer**.

Les Arthropodes ont en commun une organisation **métamérique** avec une spécialisation de certaines régions du corps (**tagmose**), la présence d'appendices pairés et de pattes articulées. L'embranchement se divise en trois sous-embranchement principaux d'après le type d'appendices : les **Chélicérates**, les **Crustacés** et les **Uniramés**.

Les Chélicérates sont représentés par la classe des **Arachnides** (araignée, scorpion, tique, limule). Ces animaux n'ont pas d'antennes et sont munis de **chélicères** qui portent un croc qui sert à injecter le venin. Leur corps est divisé en deux parties : le **prosoma** (tête et thorax) et l'**opisthosoma** (abdomen) reliés par un rétrécissement du corps, le pédicelle. Les Arachnides ont 4 paires de pattes **uniramées**.

Les Crustacés (homard, copépode, balane) sont les maîtres du milieu marin. Leur corps est généralement divisé en deux tagmes : le **céphalothorax** et l'**abdomen**. Ils possèdent deux paires d'**antennes**, des **mandibules**, deux paires de **maxilles** et des branchies sur les segments de l'abdomen. Leurs appendices sont **biramés** et sont souvent similaires sur la majorité des segments (**homologie sérielle**).

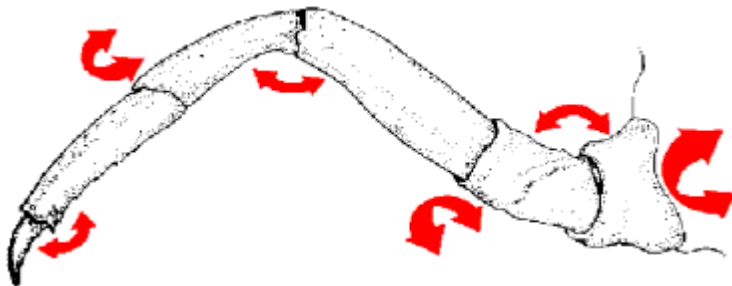
Les Insectes font partie du sous-embranchement des Uniramés, avec les millipèdes et centipèdes. Ils sont caractérisés par la présence d'une seule paire d'**antennes**, de **mandibules**, de une ou deux paires de maxilles, et de trois paires de pattes. Leur corps est divisé en trois tagmes: la tête, le thorax, et l'abdomen. La plupart des Insectes ont deux paires d'ailes sur le thorax.

II : Locomotion

L'**exosquelette** et la présence d'appendices articulés procure aux Arthropodes un avantage locomoteur marqué sur les animaux **vermiformes**. D'une part, l'exosquelette procure la rigidité nécessaire au mouvement, fournit des points d'attache solides pour les muscles et des points d'appui pour des mouvement de levier. D'autre part, les appendices permettent à l'animal de se déplacer sans avoir à utiliser toute sa musculature comme chez les animaux qui dépendent d'un squelette hydrostatique.

Les articulations des arthropodes ne permettent des mouvements que dans un seul plan (comme la reliure d'un livre). Par contre, les appendices sont composés de plusieurs unités dont les articulations sont orientées dans différents plans ce qui permet de déplacer l'extrémité de l'appendice dans toutes les directions.

Patte d'un Arthropode illustrant les plans de flexion de chaque articulation.



Les insectes qui ont des ailes (ptérygotes) ont un grand avantage car ils peuvent se déplacer rapidement sur de grandes distances. Les insectes les plus primitifs (comme les libellules) se servent de muscles antagonistes et de leviers pour mouvoir leurs ailes. Les insectes les plus évolués (les mouches et les abeilles) utilisent des muscles qui ne sont pas directement attachés à l'aile, mais plutôt au thorax. Leur action entraîne une déformation du thorax qui actionne les ailes. L'avantage de cette approche est que le système entre en résonance et réduit ainsi la dépense musculaire.

III : Respiration et circulation

La **cuticule** réduit énormément les échanges gazeux ou osmotiques au niveau de l'épiderme. Les Arthropodes sont donc munis d'organes spécialisés pour acquérir de l'oxygène.

Les araignées ont un **poumon** interne qui est composé de feuillets de tissus disposés comme les feuilles d'un livre, ce qui permet d'augmenter la surface de contact. Le poumon est ventilé par les mouvements de l'abdomen et l'action du **squelette hydrostatique** interne.

Les Crustacés ont des branchies protégées par la carapace qui forme une chambre branchiale. Les crabes terrestres ont des branchies beaucoup plus petites que ceux qui sont aquatiques, ce qui leur permet de réduire les pertes d'eau. Ces crabes ne peuvent toutefois vivre dans l'eau, leurs branchies ne leur permettant pas d'extraire suffisamment d'oxygène.

Les Insectes ont un système respiratoire unique et extrêmement efficace : le système trachéen. La **cuticule** est percée de pores, les spiracles munis de poils hydrophobes. Ces pores mènent à un réseau de trachées et de trachéoles qui peuvent occuper près de 50% du volume interne de l'insecte. Les trachéoles se ramifient en tubules qui entourent les muscles et les organes. Ces tubules sont remplis de fluide trachéolaire. La ventilation est assurée par des sacs aériens qui pompent ou expulsent l'air suivant les mouvements et contractions de l'animal. Dans les tissus très actifs, comme les muscles alaires, les métabolites sécrétées font augmenter la pression osmotique entre les cellules. Le fluide contenu dans les tubules est aspiré par osmose dans les tissus, ce qui crée une pression négative dans les trachéoles qui vont aspirer l'air de l'extérieur. Le fluide permet les échanges gazeux et augmente l'efficacité du système.

Les Arthropodes ont **un système circulatoire ouvert**, leur sang n'est donc pas continuellement dans les vaisseaux sanguins mais baigne les organes internes. Le cœur pompe le sang (hémolymphe) contenu dans la **cavité péricardique** par les **ostia** et le propulse vers les différentes régions du corps. La cavité interne est divisée par des diaphragmes, ce qui induit des courants et réduit le mélange du sang nouvellement pompé et celui déjà présent dans la cavité interne.

IV : Alimentation et digestion

On retrouve toutes les stratégies alimentaires chez un groupe aussi vaste et diversifié que les Arthropodes. Ces spécialisations alimentaires sont typiquement associées à des adaptations au niveau des appendices buccaux et du tube digestif.

Seule la partie centrale du tube digestif est utilisée pour la digestion car les parties antérieure et postérieure sont recouvertes de cuticule.

Les araignées sont des prédateurs qui paralysent leurs proies à l'aide de venin injecté par les crocs des **chélicères**. Elles injectent alors leurs enzymes digestives dans la proie et sucent ensuite le liquide produit. Elles peuvent emmagasiner la nourriture dans des caeca.

Les Crustacés sont typiquement filtreurs (zooplancton) ou détritivores (écrevisse, homard). Leurs appendices servent à créer un courant qui amène les particules à la bouche.

Les pièces buccales **des insectes** sont modifiées, parfois de façon surprenante, selon le type d'alimentation. Par exemple, la sauterelle est un brouteur qui possède de fortes mandibules très sclérifiées qui résistent à l'abrasion causée par la silice contenue dans les tissus de nombreuses plantes. Le moustique possède une trompe piqueuse qui lui permet d'injecter un anticoagulant et d'aspirer le sang. Le papillon a une longue trompe suceuse.

V : Cycle biologique

La reproduction chez les Arthropodes est sexuée et les animaux sont **dioïques**. Il y a généralement plusieurs stades larvaires dont la morphologie et l'écologie diffèrent de celles du stade adulte (**métamorphose**).

Chez les Insectes, la métamorphose peut être **complète** ou **incomplète**. Chez les sauterelles, par exemple, la métamorphose est incomplète et les larves ressemblent beaucoup aux adultes (moins les ailes et les organes génitaux). Par contre, chez les mouches et les papillons, la métamorphose est complète. La larve est très différente de l'adulte, et il y a un stade **pupe** au cours duquel la métamorphose s'effectue.

VI : Défenses

L'**exosquelette** est la première ligne de défense des Arthropodes. Leur petite taille et leur agilité peut également servir à tromper leurs prédateurs. En fait, tous les moyens sont bons et se retrouvent chez certains représentants du groupe : mimétisme, venin, acides, mauvais goût, épines, etc.