

Plan

- I. Evolution des structures et des fonctions
- II. Les relations phylétiques : certitudes et incertitudes actuelles
- III. Incertitudes phylétiques: quelles conséquences ?

Plan

I. Evolution des structures et des fonctions

1. Type de symétrie
2. Tégument
3. Squelette
4. Mouvement (locomotion)
5. Circulation et respiration
6. Excrétion et osmorégulation
7. Système nerveux
8. Digestion
9. Développement
 - * Nombre de feuilletts embryonnaires
 - * Cavités coelomiques
 - * Segmentation

Buts :

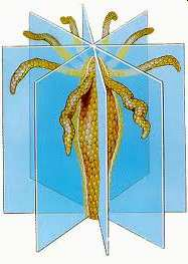

- 1) Comment la morphologie et la physiologie du groupe sont-elles adaptées à son mode de vie et à son environnement?
- 2) Comment la morphologie et la physiologie du groupe reflètent-elles son origine évolutive et ses relations phylétiques aux autres taxons?

Type de symétrie

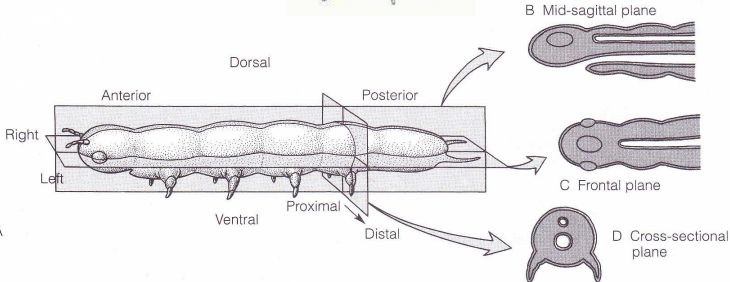
Absence de symétrie

Symétrie radiaire

Symétrie bilatérale

Placozoaire *Trichoplax adhaerens*



B Mid-sagittal plane

C Frontal plane

D Cross-sectional plane

Type de symétrie

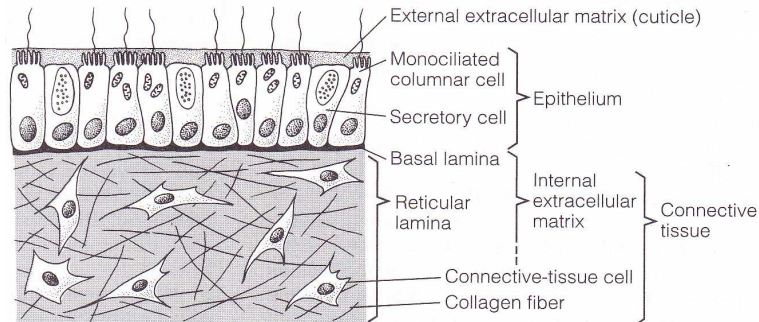
Le type de symétrie est associé au mode de vie sessile ou mobile

Sessile	Mobile
<p>L'animal perçoit son environnement de façon égale dans toutes les directions</p>	<p>L'animal se déplace dans une direction donnée et explore par cette extrémité son environnement</p>
<p>Associé à ...</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Alimentation par filtration - Fécondation externe ou via le courant d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Céphalisation : <ul style="list-style-type: none"> * organes sensoriels * bouche * cerveau

Tégument (*integumentum* : « couverture ») :

Ensemble des tissus et formations organiques qui constituent le revêtement externe des animaux

* Formé d'un épithélium et de tissu conjonctif

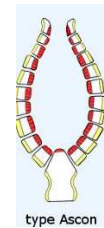


^B
 NB: La *matrice extracellulaire* comprend le tissu conjonctif, la lame basale et la cuticule

Types de tégument

* Epiderme simple (pinacoderme Spongiaire) et tissu conjonctif

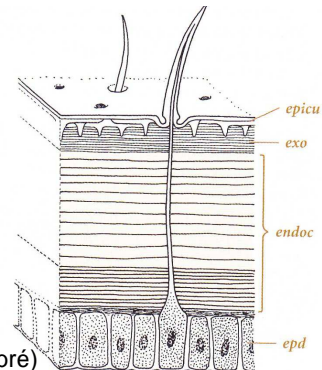
* Epiderme cilié simple parsemé de cellules glandulaires, sensorielles, et tissu conjonctif (Cnidaire avec cnidocytes, Plathelminthe)



* Epiderme sécrétant un exosquelette:

- une « cuticule » de biopolymères (chitine, tunicine, ... de Cnidaire, Annelide, Nématode, Arthropode, Urochordé)
- une coquille de calcaire (Mollusque)

* Epiderme couvert de poils, plumes, écailles (vertébré)



Tégument

Fonctions du tégument

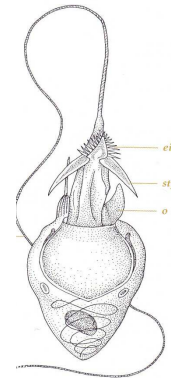
- * Protection: prédation, radiation UV,...

Cnidocyte des Cnidaires

- * Régulation et excrétion: ions, gaz, eau, température

Quand la plupart des cellules sont en contact direct avec le milieu extérieur, les échanges se font par diffusion; rejet de NH_3 , NH_4^+ , OH^- , CO_2 et résidus inassimilables, et absorption d' O_2

Placozoaire, Spongiaire, Cnidaire, Platyhelminthe et Annélide



Squelette

Mais aussi.... rôle de squelette :

- * Soutien de la forme du corps

Exosquelette de chitine, collagène et/ou calcaire des Cnidaire (thèque), Annélide, Nématode, Arthropode (articulé et se prolongeant jusque dans les trachées) et Mollusque (coquille)

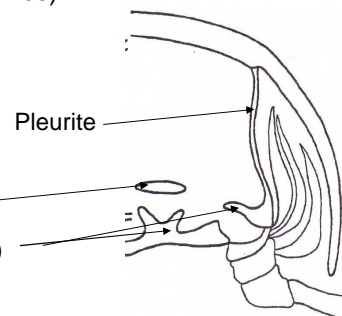
Endosquelette

- pièces calcaires (tissu conjonctif des Echinodermes)
- coquille internalisée (Céphalopodes)

- * Insertion muscles pour locomotion

Expansions endosquelettiques des Crustacés

- Plaque calcifiée interne
- Apodème (expansion cuticulaire chitineuse)



Autres formes de squelette que celui sécrété par le tégument:

1) Cuticule, coquille, spicules

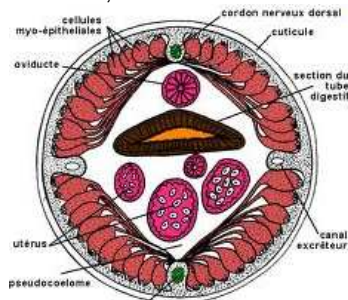
2) Squelette hydrostatique :

Le liquide interne maintient l'organisme sous pression

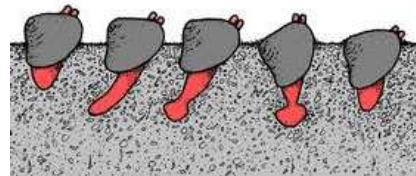
Cavité(s) (pseudo) coelomique(s)

Lacunes du mésenchyme
Sinus veineux

Annélide, Nématode



Platyhelminthe
Mollusque

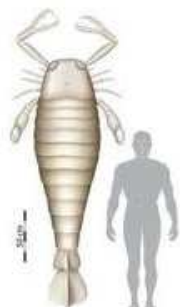


Tous les animaux à exosquelette sont de petite taille, tandis que les animaux à endosquelette atteignent plusieurs (dizaines de) mètres

L'exosquelette limite-t-il la taille des animaux plus que l'endosquelette ?

- Risque d'affaissement de la cavité interne à cause de la pression externe
- Pourtant, des animaux géants à exosquelette ont existé par le passé!

Jusque 3 m de long dans l'eau



Euryptère (Silurien – 430 Millions d'années)

Jusque 1 m d'envergure sur terre



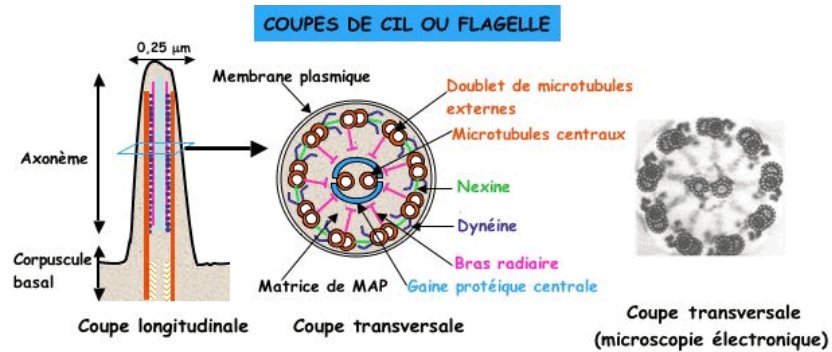
Protodonate (Carbonifère -325 Millions d'années)

Le mouvement est permis par:

1) Cils et flagelles

La structure des flagelle et cil est identique:

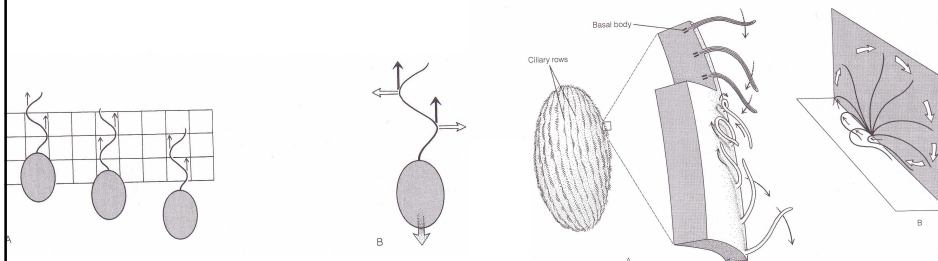
9 doublets périphériques et un doublet central de microtubules, qui associés à la dynéine, produisent la courbure des cils/flagelles



Chez les protistes, choanocytes des Spongiaires, et la plupart des épithéliums ecto- et endodermiques non couverts d'un exosquelette

Rappel: locomotion des « Flagellés » (dont les Choanoflagellés):

La distinction entre ces deux types (flagelle et cil) est basée sur la façon dont ils fonctionnent pour la locomotion:



7 Cell motility: ciliary propulsion. A, Metachronal waves of cilia beating in a ciliated protozoan (paramecium (left)). Along the length of each row, adjacent cilia are in different phases of the beat cycle (right). B, The effective (outlined arrow) and recovery (solid arrow) strokes in the beat cycle of a single cilium.

Flagellés: fonction « fouet » :
propagation d'une vague de l'avant vers l'arrière; les forces latérales s'annulent, la force longitudinale permet d'avancer, en réaction

Cilié: fonction « rame » :
d'avant vers l'arrière, le cil est dressé, d'arrière en avant, le cil est couché le long de la membrane.

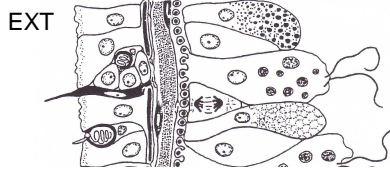
2) Cellules myoépithéliale et musculaire

Cellule myoépithéliale

Cellule épithéliale (contenant de la kératine), polarisée, ayant une propriété contractile grâce à des fibres d'actine, myosine et fibres associées situées du côté basal de la cellule.

Origine endodermique ou ectodermique

Placozoaire, Spongiaire, Cnidaire



Cellule musculaire vraie (myocyte)

Cellule mésodermique non polarisée formée de fibres d'actine et de myosine et fibres associées

Origine mésodermique

Tous les Eumétazoaires triblastiques

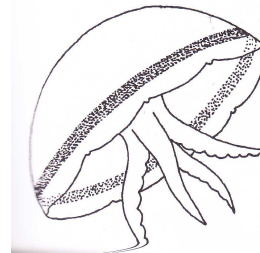


2) Cellules myoépithéliale et musculaire

Traces de myocytes chez des diblastiques ?

Cnidaire

Les méduses présentent des cellules myo-épithéliales sur le contour de l'ombrelle, formant un anneau. La méduse se déplace en éjectant l'eau par la contraction de son ombrelle



Cténophore

Ont de vrais myocytes mais d'origine indépendante à celle des Triblastiques

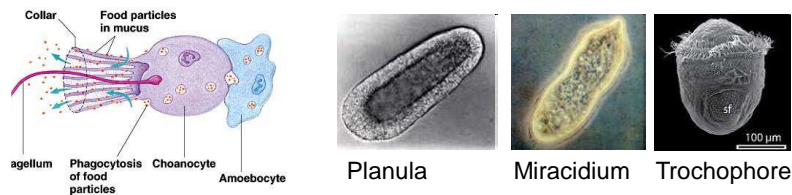
Les gènes exprimés dans la formation des myocytes des Cténophores sont différents des gènes exprimés chez les Triblastiques (i.e. *snail*, *twist*, *forkhead*, *brachyury*, *mef2* et *GATA*)

→ CONVERGENCE évolutive

L'origine du mouvement est lié à l'environnement et à la taille de l'organisme

1) Cils, flagelles Utilisés dans l'eau:

- * Mouvement du courant d'eau permettant l'alimentation des organismes sessiles: Spongiaire, Cnidaire, branchie ciliée de Mollusque, couronne ciliée de Rotifère



- * Locomotion des larves et des adultes de petite taille aquatiques : Placozaire, Platyhelminthe, Némertien, Rotifère
Les cils sont associés à des cellules glandulaires

2) Cellules myo-épithéliales et myocytes: Propulsion par...

A/ Déformation du corps

Et expulsion de la colonne d'eau
Méduse, Céphalopode

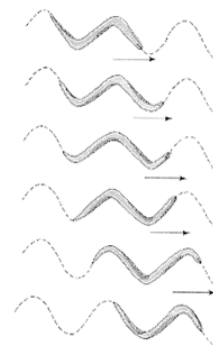
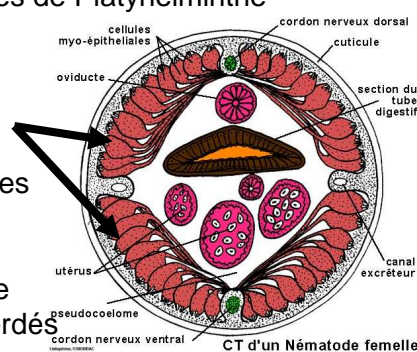


B/ Ondulation : corps, queue

Stades larvaires de Platyhelminthe

Nématoïde: fibres musculaires antéro-postérieures uniquement

Polychète, Achète
Nage des Prochordés

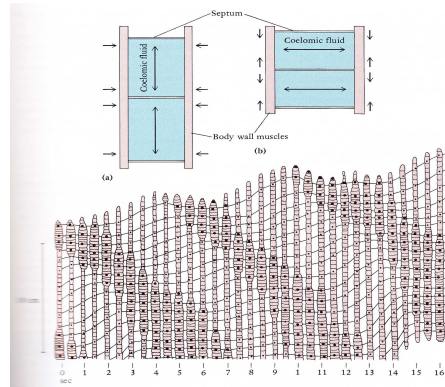


2) Cellules myo-épithéliales et myocytes: Propulsion par...

C/ Contraction et extension du squelette hydrostatique

Annélides

- Action des muscles longitudinaux et circulaires pour déformer le squelette hydrostatique
- Métamérisation limite la déformation localement
- Setae ancrant le métamère dans le sol



D/ Appendices : membres articulés, ailes

Arthropodes, et Vertébrés

I. Evolution des structures et des fonctions

1. Type de symétrie
2. Tégument
3. Squelette
4. Mouvement (locomotion)
5. **Circulation et respiration**
6. Excrétion et osmorégulation
7. Système nerveux
8. Digestion
9. Développement
- * Nombre de feuilletts embryonnaires
- * Cavités coelomiques
- * Segmentation

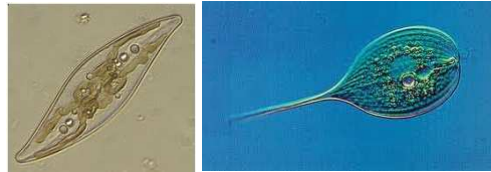
Buts :

- 1) Comment la morphologie et la physiologie du groupe sont-elles adaptées à son mode de vie et à son environnement?
- 2) Comment la morphologie et la physiologie du groupe reflètent-elles son origine évolutive et ses relations phylétiques aux autres taxons?

BUT: Echanges des produits de dégradation (azotés,...) du métabolisme, les nutriments, l'eau, l'O₂, le CO₂ entre les cellules et le milieu extérieur

1) Ces éléments diffusent à travers les surfaces cellulaires, ce qui suffit pour les organismes de petite taille (1 mm ou moins)

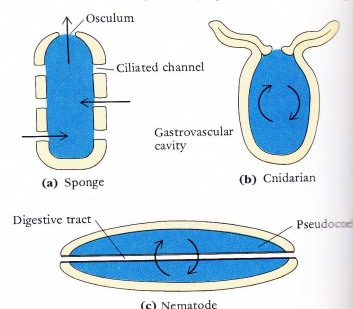
→ Protistes



La diffusion devient inefficace pour les organismes de plus grande taille. Différents types de cavités et de mécanismes jouent le rôle de système de transport:

2) Spongiaires, Cnidaires, Echinodermes (étoiles de mer):

Cavité = canaux, cavité gastro-vasculaire ou cavité cœlomique
Circulation : flagelles (des choanocytes), cils (cellules ciliées) ou variations de pression du liquide cœlomique (système aquifère)



3) Nématodes:

Cavité = pseudocœle non segmenté
Circulation : déformation de la cavité par contractions musculaire (muscles longitudinaux)

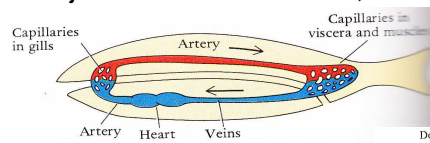
La plupart des autres organismes ont un système circulatoire distinct, dérivé du mésoderme:

4) Annélides Oligochètes, Mollusques Céphalopodes, Vertébrés

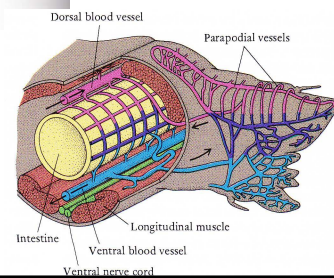
Cavité: système circulatoire **fermé**: artères, veines, capillaires, cœur(s)

Circulation : pompes variées : vaisseaux sanguins musculeux, cœurs latéraux, muscles adjacents aux vaisseaux, cœurs spécialisés

Liquide : sang



Annélides: connexion aux néphridies, au tube digestif, au tégument et aux parapodes (Polychètes)



La plupart des autres organismes ont un système circulatoire distinct dérivé du mésoderme:

5) Mollusques, Arthropodes, Urochordés et Céphalochordés

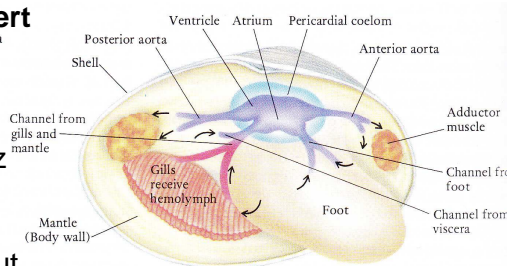
Cavité: système circulatoire **ouvert**

(dérivé mésoderme): les artères

débouchent sur l'hémocoèle

Circulation : idem; l'espace péricardique est coelomique chez les Mollusques, pas chez les Arthropodes

Liquide : hémolymphe (on ne peut distinguer le liquide dans les vaisseaux de celui dans les espaces interstitiels)



Espèces aquatiques: le système circulatoire est couplé aux branchies
Le sang est oxygéné avant de retourner au « cœur »

Pourquoi un système circulatoire ouvert ou fermé?

En cas de locomotion rapide (vol,...), un métabolisme élevé est nécessaire

→ Il faut un apport d'oxygène rapide et efficace au niveau des muscles

→ Deux solutions:

1) Vertébrés et Mollusques Céphalopodes: système circulatoire fermé qui supprime les volumes morts et permet un pompage efficace du sang

2) Insectes: trachées et sacs aériens répartis dans tout le corps malgré un système circulatoire ouvert, facilitant la diffusion de l'oxygène.

Pourquoi un système circulatoire ouvert ou fermé?

Lié aussi aux autres fonctions du fluide corporel (cœlome, pseudocœle, hémolymphe, sang,...):

Une fonction hydrostatique du fluide corporel favorise un système circulatoire ouvert:

* Arthropodes: l'augmentation de pression de l'hémolymphe permet de rompre l'exosquelette et de maintenir une forme jusqu'au durcissement de la cuticule suivante, pendant la mue

* Araignées sauteuses et Mollusques bivalves: se déplacent variation de pression de l'hémolymphe des pattes ou du pied locomoteur

Une interaction majeure entre les organismes et l'environnement est liée au maintien de la balance osmotique des fluides internes

Deux fonctions associées:

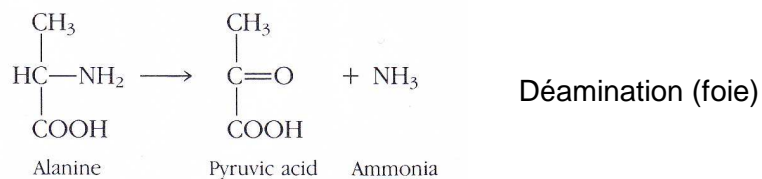
- 1) Elimination des déchets azotés
- 2) Le maintien de la balance interne en sels et en eau

Le catabolisme produit:

- 1) glucides, lipides \rightarrow H₂O, CO₂
- 2) protéines \rightarrow H₂O, CO₂, NH₃

D'où viennent les déchets azotés?

- 1) Dégradation des acides nucléiques et des protéines:



- 2) $\text{NH}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_3$ Formes très solubles, ammoniac et ammonium
 $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$ Premières formes d'élimination
 500 ml eau pour éliminer 1g de « N »
 Perturbateur du pH à concentration élevée

\rightarrow Forme d'élimination par les organismes aquatiques

D'où viennent les déchets azotés?

3) Espèces terrestres (conservation eau) :

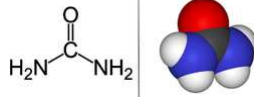


Production d'urée

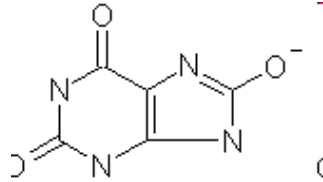
Foie

50 ml d'eau pour 1g N

Mais coûteux énergétiquement
(3 ATP par molécule d'urée)



Production d'acide urique (insectes, mollusques)

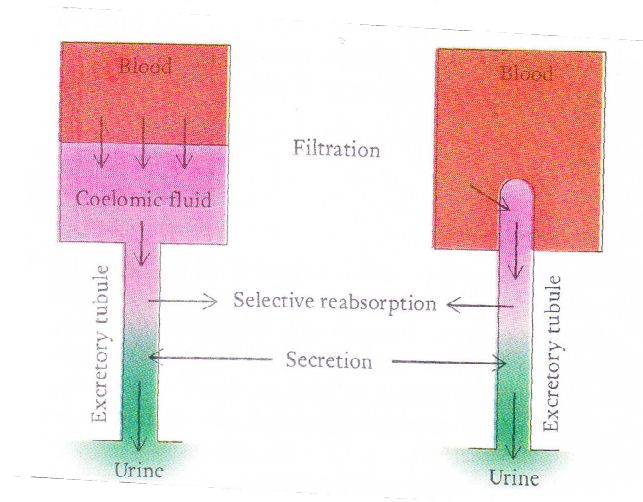


10 ml d'eau pour 1g N

Encore plus coûteux
énergétiquement

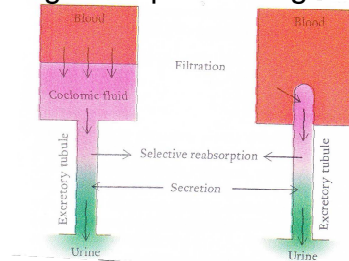
Types d'organes excréteurs

Deux grands plans d'organisation



Types d'organes excréteurs

Deux grands plans d'organisation



L'extrémité intérieure de l'organe excréteur est ouverte dans la cavité coelomique. Les fluides corporels sont d'abord filtrés au passage du sang vers la cavité coelomique

L'extrémité intérieure de l'organe est fermée. Les fluides corporels proviennent directement du sang

En passant dans le tubule entouré de sang, il y a:

- (1) réabsorption sélective (sucres, aa, sels et eau en fonction de la balance osmotique);
 - (2) sécrétion des déchets
- Concentration des déchets sous forme d'une urine

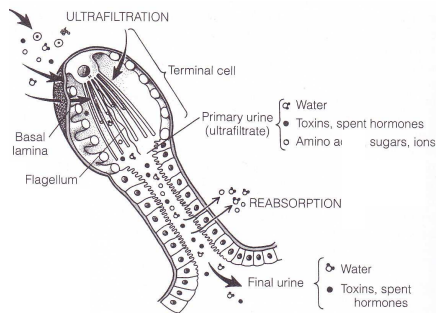
1) Néphridies

Protonéphridie

Platyhelminthes, Rotifères, larve trochophore, certains annélides marins

Tubule fermé avec cellule terminale :

- * ciliée (cellule flamme)
- * Paroi formant un filtre appelé membrane d'ultrafiltration (interdigitations)



Cellule sécrétrice (cellule flamme)

Canal collecteur

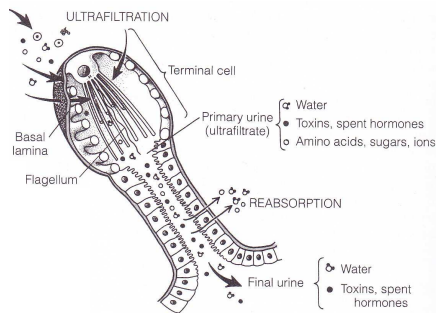
1) Néphridies

Protonéphridie

Tubule fermé avec cellule terminale :

- * ciliée (cellule flamme)
- * Paroi formant un filtre (microvillosités ou interdigitations)

Sert surtout à éliminer l'excès d'eau: les animaux aquatiques ne se servent pas de leurs organes excréteurs pour éliminer les déchets azotés. Les animaux aquatiques de petite taille éliminent les déchets azotés par leur tégument. ... de grande taille... par les branchies.



1) Néphridies

Métanéphridie

Mollusques, Annélides adultes, Céphalochordés, Vertébrés

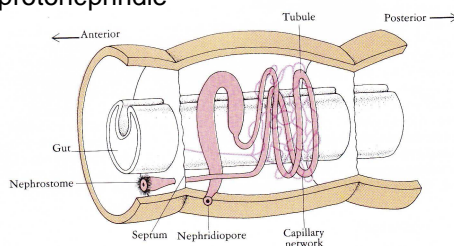
Tubule ouvert sous forme d'entonnoir cilié donnant dans la cavité coelomique (néphrostome). Le fluide est filtré au niveau du passage sang-coelome et le tubule néphridien joue ensuite le même rôle que dans la protonéphridie

Protonéphridie

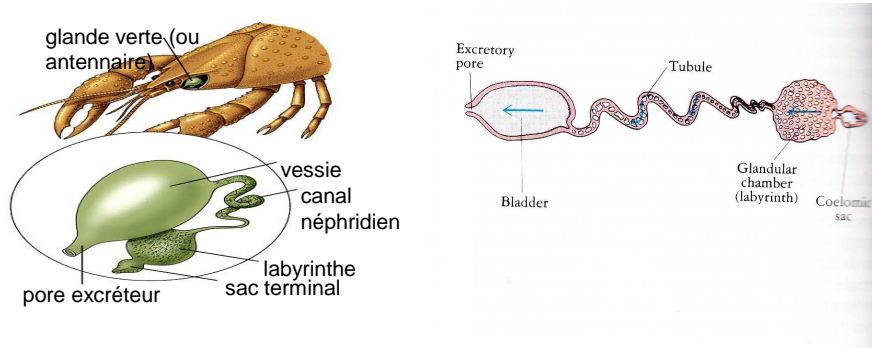
Tubule fermé avec cellule terminale :

- * ciliée (cellule flamme)
- * Paroi formant un filtre (microvillosités ou interdigitations)

Sert surtout à éliminer l'excès d'eau: les animaux aquatiques ne se servent pas de leurs organes excréteurs pour éliminer les déchets azotés. Les animaux aquatiques de petite taille éliminent les déchets azotés par leur tégument. ... de grande taille... par les branchies.



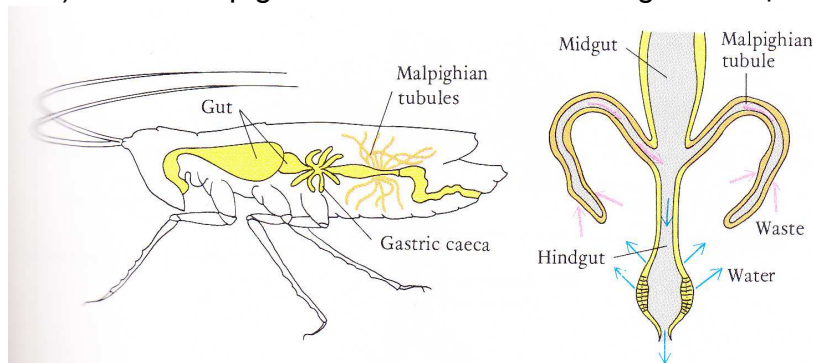
2) Glandes antennaires des Crustacés → métanéphridie



Au niveau de la tête,

- * Petit sac baignant dans l'hémocoèle. Le petit sac est un reste de cavité coelomique
- * La paroi du sac est formée de podocytes filtrant (comme dans les protonéphridies)
- * Le fluide filtré passe du sac au tubule, où il y a réabsorption sélective
- * Elimination de l'urine au niveau du pore antennaire
- * Structure proche de la métanéphridie

3) Tubes malpighiens des Insectes et Araignées → protonéphridie



Au niveau du tube digestif,

- * Tubules fermés baignant dans l'hémocoèle et s'ouvrant sur le tube digestif
- * Les déchets sont sécrétés de l'hémolymphe vers les tubules
- * La réabsorption d'eau (essentiellement) se fait dans le tube digestif au niveau du rectum
- * Elimination de l'urine hyperosmotique au niveau de l'anus
- * Structure proche de la protonéphridie

Osmorégulation et adaptation

= Régulation de la concentration en sels dissous dans les fluides internes

En eau de mer Océan: 3,5% sels

La concentration en sels des fluides internes des Invertébrés marins est similaire à celle du milieu extérieur.
La composition en ions est toutefois différente.

* Espèces généralement **osmoconformes**:

Sténohalin: tolérance faible aux variations de salinité

Élimination de NH_3 , urine iso-osmotique

* Espèces **osmorégulatrices**:

Euryhalin: tolérance forte aux variations de salinité

Colonisation des zones estuariennes

Élimination de l'excès d'eau par l'urine, pompage d'ions par les branchies

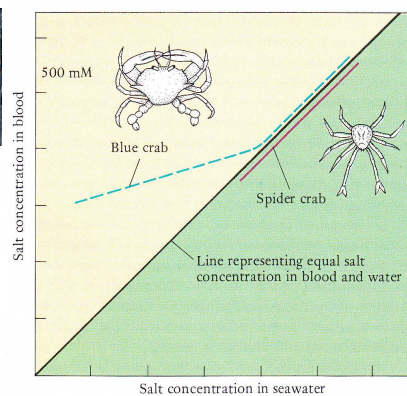
Osmorégulation et adaptation

= Régulation de la concentration en sels dissous dans les fluides internes

En eau de mer Océan: 3,5% sels



Callinectes sapidus
(crabe bleu)

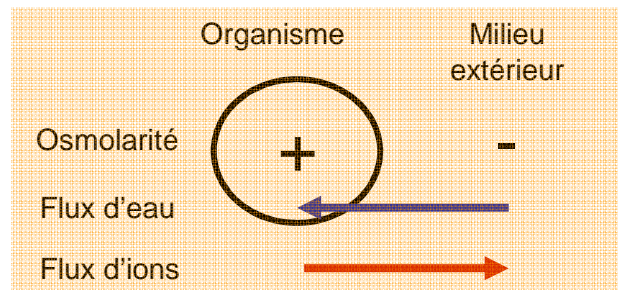


Libinia emarginata
(crabe araignée)

Osmorégulation et adaptation

En eau douce

Problème accentué: l'environnement est hypo-osmotique et les ions s'échappent tandis que l'eau s'accumule dans les tissus



Conséquences
générales :

- * Espèces osmorégulatrices
- * Organes excréteurs (vacuoles pulsatiles) = pompes à eau
- * Branchies = réabsorption sélective des ions
- * Urine hypo-osmotique
- * Elimination de N sous forme de NH_3

Osmorégulation et adaptation

Sur terre

Problème encore accentué: la perte d'eau a lieu principalement par évaporation au niveau des surfaces de contact (transpiration,...)

Adaptations

- * Absorption d'eau par l'alimentation
- * Surface d'échanges gazeux internalisée (trachées insectes)
- * Réduction de la perméabilité des téguments (cuticule insectes, chélicérates, lombric, nématodes terrestres...)
- * Niche écologique adaptée (milieu humide, ombrage,...: lombric)
- * Activité nocturne (espèces désertiques) ou estivation
- * Elimination des déchets azotés sous forme d'acide urique (insectes, gastéropodes terrestres)
- * Production d'une urine hyper-osmotique (insecte)
- * Tolérance à une certaine dessiccation interne (12% humain, 50% *Helix*)

I. Evolution des structures et des fonctions

1. Type de symétrie
2. Tégument
3. Squelette
4. Mouvement (locomotion)
5. Circulation et respiration
6. Excrétion et osmorégulation
- 7. Système nerveux**
8. Digestion
9. Développement
- * Nombre de feuilletts embryonnaires
- * Cavités cœlomiques
- * Segmentation

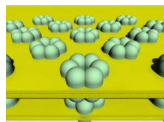
Buts :

- 1) Comment la morphologie et la physiologie du groupe sont-elles adaptées à son mode de vie et à son environnement?
- 2) Comment la morphologie et la physiologie du groupe reflètent-elles l'origine évolutive du groupe et ses relations phylétiques aux autres taxons?

Il existe deux types de cellules nerveuses:

Synapse électrique

Directe, par jonctions communicantes *
*canaux traversant les deux membranes cellulaires



2 nm

quasi-inexistant
non

conduction dans
les 3 directions de
l'espace

Transmission du
signal électrique
(dépolariation
membranaire)

Fente synaptique
Délai transmission
Période réfractaire

Et...

Synapse chimique

Indirecte, par
neurotransmetteurs
contenus dans des
vésicules synaptiques

10 à 40 nm

Plus long
oui

Directionalisation du
signal (dendrites et
axone)

Les Spongiaires

Pas de cellules nerveuses

L'information est transmise par diffusion de messages chimiques et déplacement de cellules amiboïdes.

Présence de jonctions communicantes entre cellules, mais pas de cellules nerveuses proprement dites.

Pas de directionnalité des échanges entre cellules.

Les Cnidaires

Cellules nerveuses ectodermiques, innervant les cellules sensorielles, épithélio-musculaires et cnidoblastes, formant une *toile nerveuse*.

Synapses électriques. Pas de directionnalité dans les échanges, pas de coordination centrale.

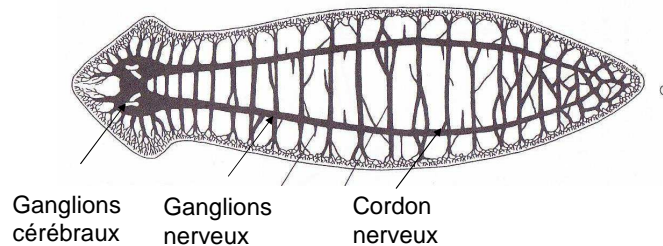
Concentration nerveuse à la base rhopalies, chez la méduse *Aurelia* sp.

Les Bilateria

Système nerveux :

- * Synapses chimiques
- * Transmission orientée de l'information
- * Centralisé : (« cerveau ») et deux cordons nerveux ventraux
- * Céphalisation: concentration des organes sensoriels et du « cerveau » à l'extrémité antérieure (qui devient la tête)

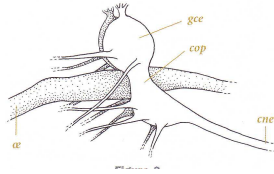
Platyhelminthe :



Disposition du système nerveux:

Hyponeurien Système nerveux ventral, à l'exception des ganglions céphaliques (collier périoesophagien)

NB: corps des neurones en périphérie et axones au centre
Tous les groupes d'Invertébrés
vus en cours sauf...



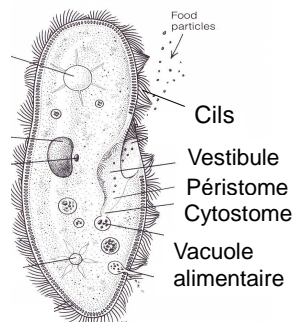
Epithélioneurien Neurones sous l'épiderme;
cordons mais pas de ganglions
Echinodermes

Epineurien Urochordés, Céphalochordés, Chordés
NB: corps des neurones au centre et axones en périphérie

1) Digestion intracellulaire (phagocytose)

Internalisation de particules organiques via les vacuoles alimentaires, qui fusionnent ensuite avec des lysosomes (contenant des enzymes digestives)

* **Protistes** Le flagelle ou les cils créent un courant d'eau qui permet d'attirer les bactéries et particules organiques

Paramecium

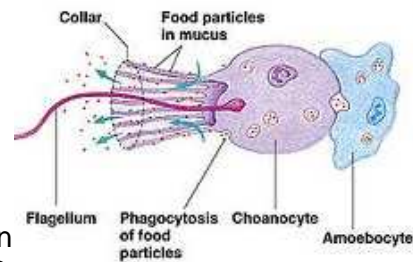
- Détritivore, bactérivore, herbivore ou prédateur
- Comportements de prédation variés (embuscade, poursuite,...)
- Prédation d'autres Protistes, de Rotifères, ...

1) Digestion intracellulaire (phagocytose)

Internalisation de particules organiques via les vacuoles alimentaires, qui fusionnent ensuite avec des lysosomes (contenant des enzymes digestives)

- * Protistes Le flagelle ou les cils créent un courant d'eau qui permet d'attirer les bactéries et particules organiques

Choanoflagellé



- * Spongiaires

Choanocyte : cellule digestive ressemblant à un Choanoflagellé ?

Répartition des substances digérées à toutes les cellules de l'organisme (amibocytes)

2) Etape de digestion extracellulaire (sécrétion d'enzymes digestion)

Les particules organiques, les proies, sont décomposées par l'émission d'enzymes digestives dans une cavité particulière de l'organisme. Une fois décomposées, les particules sont absorbées et la digestion se poursuit en intracellulaire.

A/ Formation d'une cavité par surélévation du corps et sécrétion des enzymes digestifs par les cellules glandulaires (estomac temporaire)

- * Placozoaire :

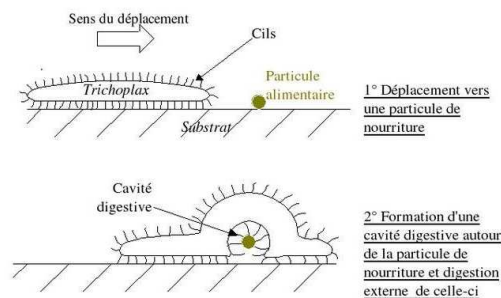


Schéma de l'exodigestion chez *Trichoplax adhaerens*

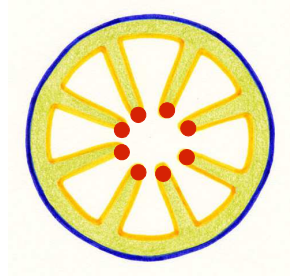
2) Etape de digestion extracellulaire (sécrétion d'enzymes digestion)

B/ Cavité gastro-vasculaire (CGV) différenciée permanente

* Cnidaires

- Gastrozoïde et CGV communicant entre polypes (Hydrozoaire)
- Différenciation de zones de digestion centrale et d'absorption périphérique (septa); accroissement de la surface d'absorption (sycon,..) (Anthozoaire)

- Zone centrale de cellules glandulaires
- Zone périphérique d'absorption



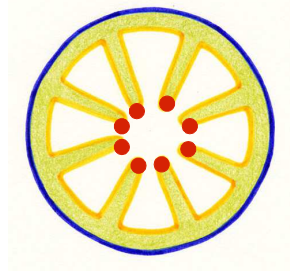
Etape de digestion extracellulaire (sécrétion d'enzymes digestion)

2) Cavité gastro-vasculaire (CGV) différenciée permanente

* Cnidaires

- Gastrozoïde et CGV communicant entre polypes (Hydrozoaire)
- Différenciation de zones de digestion centrale et d'absorption périphérique (septa); accroissement de la surface d'absorption (sycon,..) (Anthozoaire)

- Zone centrale de cellules glandulaires
- Zone périphérique d'absorption

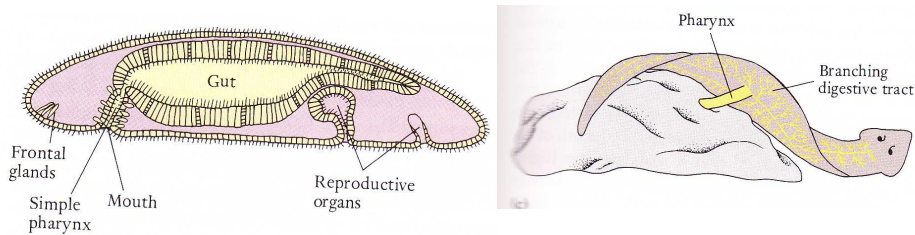


Etape de digestion extracellulaire (sécrétion d'enzymes digestion)

2) Régionalisation d'un tube digestif différencié

* Platyhelminthes

Bouche ou cavité buccale qui joue aussi le rôle d'anus, pharynx (évaginable des Planaires), cavité intestinale



Tout comme dans la cavité gastro-vasculaire, la nourriture qui vient d'être ingérée est mélangée à celle qui est déjà décomposée par les sucs digestifs, et aux déchets également. Ce système manque d'efficacité

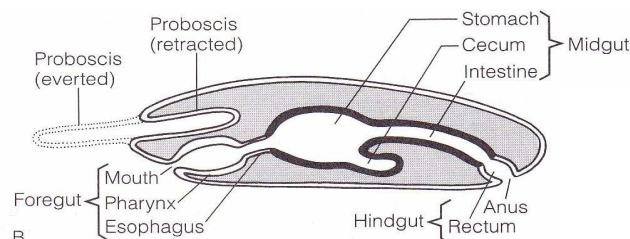
* Platyhelminthes parasites : absorption tégumentaire

Etape de digestion extracellulaire (sécrétion d'enzymes digestion)

3) Régionalisation d'un tube digestif différencié à DEUX ouvertures

* Autres taxa:

- (Proboscis des Némertiens)
- **Bouche** ou cavité buccale (et appendices buccaux; digestion)
- Pharynx (musculaire: succion nourriture)
- Œsophage (section tubulaire)
- **Estomac** (digestion)
- **Intestin** (digestion et absorption)
- Rectum (formation faeces; récupération eau)
- Anus



I. Evolution des structures et des fonctions

1. Type de symétrie
2. Tégument
3. Squelette
4. Mouvement (locomotion)
5. Circulation et respiration
6. Excrétion et osmorégulation
7. Système nerveux
8. Digestion

9. Développement

- * **Nombre de feuilletts embryonnaires**
- * **Cavités cœlomiques**
- * **Segmentation**

Buts :

- 1) Comment la morphologie et la physiologie du groupe sont-elles adaptées à son mode de vie et à son environnement?
- 2) Comment la morphologie et la physiologie du groupe reflètent-elles l'origine évolutive du groupe et ses relations phylétiques aux autres taxons?