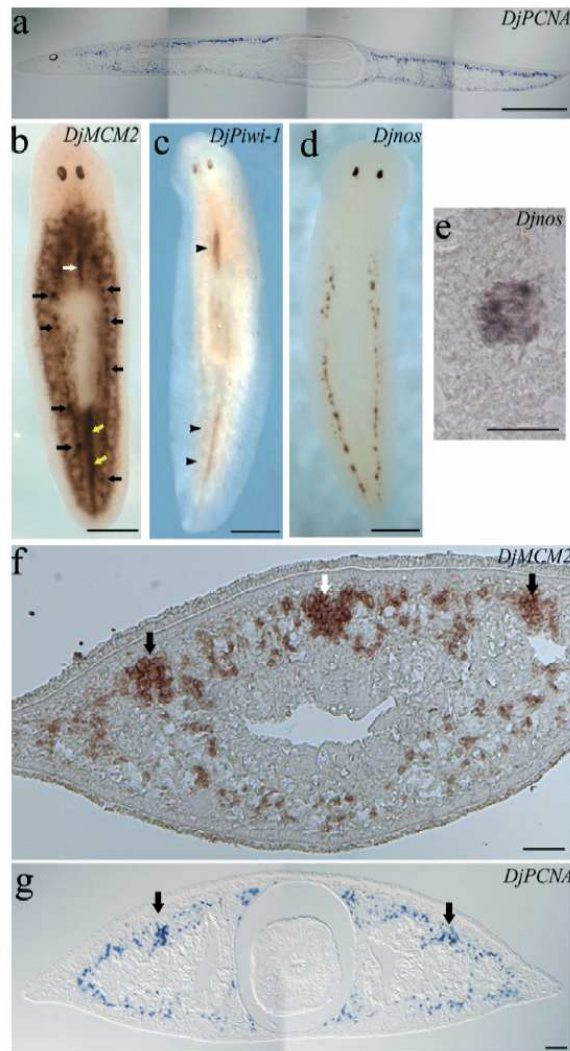


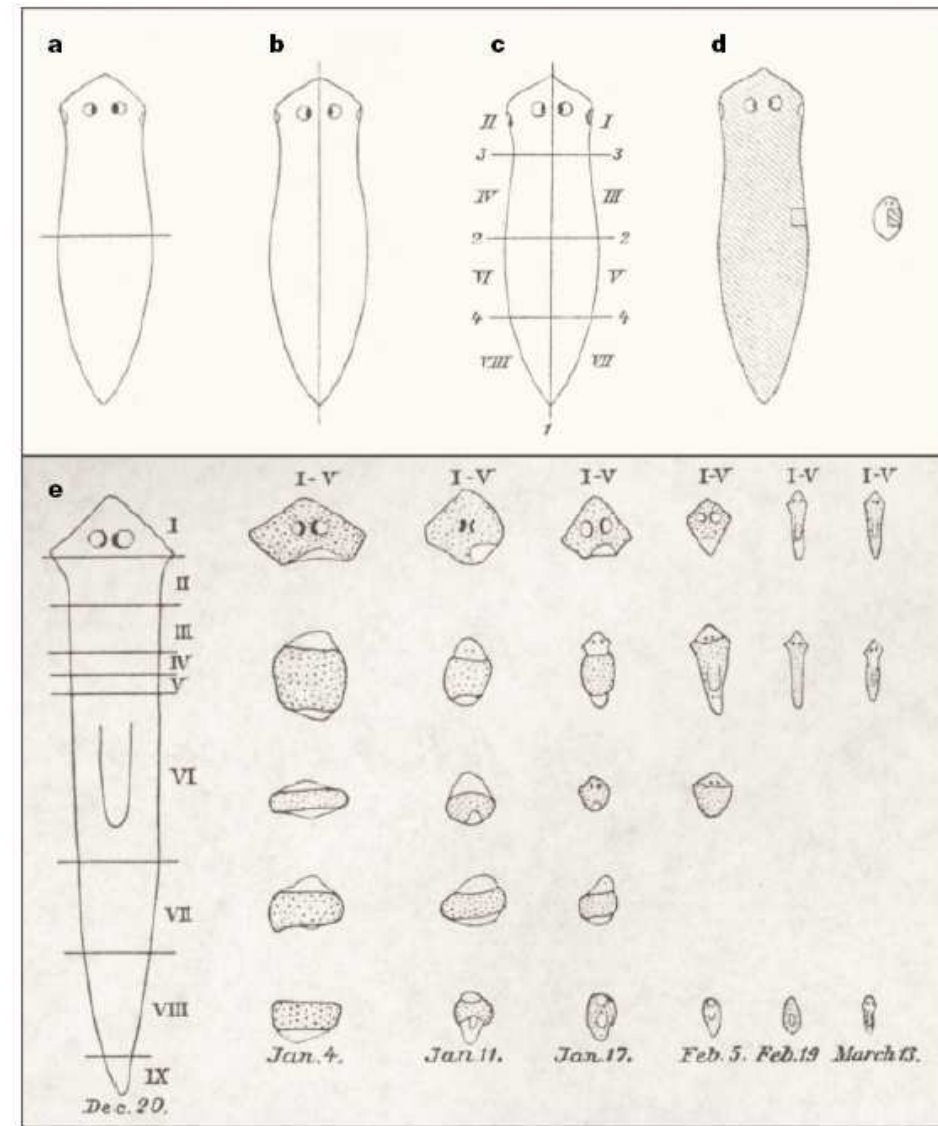
LV 301 – Biologie Comparée et Evolution des Animaux

Chapitre Les Plathelminthes





Expression de gènes marqueurs de cellules souches chez *Dugesia japonica*
D'après Rossi & al., 2008, *Molecular and Cellular life sciences*



Travaux classiques sur la régénération des planaires démontrant leur extraordinaire plasticité
Randolph, 1897 et Morgan, 1898

The *Schistosoma japonicum* genome reveals features of host–parasite interplay

The *Schistosoma japonicum* Genome Sequencing and Functional Analysis Consortium*

Schistosoma japonicum is a parasitic flatworm that causes human schistosomiasis, which is a significant cause of morbidity in China and the Philippines. Here we present a draft genomic sequence for the worm. The genome provides a global insight into the molecular architecture and host interaction of this complex metazoan pathogen, revealing that it can exploit host nutrients, neuroendocrine hormones and signalling pathways for growth, development and maturation. Having a complex nervous system and a well-developed sensory system, *S. japonicum* can accept stimulation of the corresponding ligands as a physiological response to different environments, such as fresh water or the tissues of its intermediate and mammalian hosts. Numerous proteases, including cercarial elastase, are implicated in mammalian skin penetration and haemoglobin degradation. The genomic information will serve as a valuable platform to facilitate development of new interventions for schistosomiasis control.

monographie de la planaire dugesia :

du gesier a l'arriere de l'animal l'epithelium est cilié. ils ont une lame basal ainsi que des rhabdites : sorte de cylindre en couche. ces rhabdites forme un mucus couvrant l'animal après dissolution.

cela a un role de protection mécanique, antimicrobien et de defence (glisse et poison).

il y a un épithélium unistratifié et cilié uniquement sur la face ventral et les cotés. sur la face dorsal on a les rhabdites.

le tube digestif est en 3 lobes chez les triclades et les polyclades ont un tube digestif avec beaucoup de diverticules.

il y a du mesenchyme plein entre le tube digestif et l'épiderme. il n'y a donc pas de coelome.

le mesenchyme est fait de 2 types cellulaire : des cellules avec un vacuole, ancré les une aux autres et pouvant se déformer (la pression des vacuole forme l'hydrosquelette, des cellules musculaire et deux cordons nerveux ventraux bien visible.

le deuxième type de cellules sont des cellules souches.

beaucoup de plathelminthes sont hermaphrodites, protandre sans autofécondation.

ils possèdent des nephridies débouchant sur l'extérieur. sur les aricule, il y a des mécanorecepteurs et des chemorecepteur.

il y a des commissure entre les deux cordons nerveux. l'ocelle est faite de cellule photoreceptrice dans une cupule tapisser de cellule pigmentaire.

la bouche se situe au milieu du corps. il y a d'abord digestion externe puis interne (ce qui est digéré extérieurement est ensuite aspiré). ils ne disposent pas d'anus.

les nephridies sont composées de cellules à flamme faisant battre leur cils attirant l'eau et la faisant passer à travers ces cellules. il existe une forme de multiplication asexuée. mais la reproduction sexuée avec un penis et des sacs copulateurs existe aussi. la fécondation est interne dans la cavité génitale.

helminthe vient du grec ver.

à l'époque de Lamarck il y avait les annelides et les helminthes.

il en existe environ 20000 espèces.

il y a beaucoup de plathelminthes parasites environ 80% le sont.

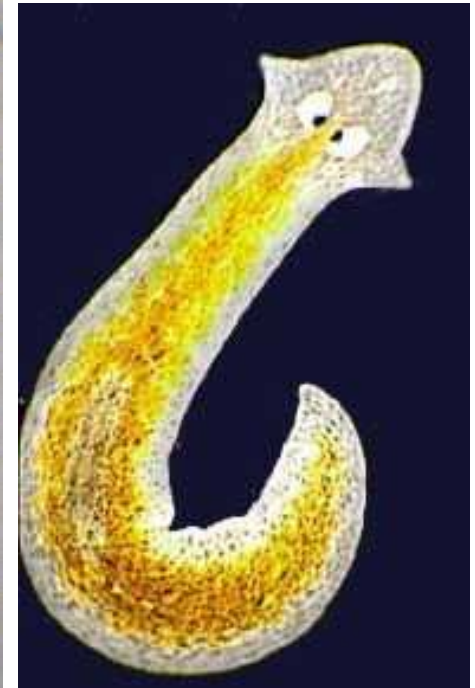
les plathelminthes libres sont des planaires (marin majoritairement mais aussi terrestre et ducacicole)

ils mesurent de quelques millimètres à quelques mètres (le parasite de la baleine peut mesurer jusqu'à 30 mètres de long)

les planaires ont un pouvoir de régénération très important.

ils ont pleins de cellules souches diffusées dans leur mésoderme.

La planaire *Dugesia* sp. (Tricladida, Rhabditophora)



La planaire *Dugesia* sp. (*Tricladida*, *Rhabditophora*)



diversité et evolution des plathelminthes :

les caténulides sont petit et énigmatiques. se serai le premier groupe émergé.

les triclades ont tous une forme semblable ; ils sont marins, ducacicole ou terrestres.

s'il sont terrestre, ils vivent dans une pression de vapeur saturante pour ne pas se deshydrater.

les polyclades sont exclusivement marins.

ils sont prédateurs d'animaux fixés, de mollusques et de crustacés. ils sont hermaphrodite et il peut y avoir une multiplication asexué.

ils ont une larve caractéristiques : le larve müller.

les néodermates sont parasites.

au stade libre des larves, ils ont un épithélium semblable aux planaires.

après l'entrée dans l'hôte, l'épithélium change et devient résistant aux système immunitaire.

le neoderme est formé des cellules épithéliale qui migrent sous la lame basal et laisse des prolongement cytoplasmique au dessus de la lame basal.

ces prolongement forme un syncitium. le néoderme est très dynamique.

la grande douve du foie possède deux ventouse. elle se nourit par osmotrophie et n'a pas de bouche. ils sont protandre et ne pratique pas d'autofécondation.

l'hôte définitif est celui où se passe la reproduction sexuée.

après fécondation on obtient une larve miracidium éjecté dans les cellules. si elles tombent dans l'eau, elles parasitent des gastéropodes pulmonés après les avoir repérés par chemoreception. elles migrent dans les tissus et se transforment en sporocyste qui se transforme ensuite en redies remplies de cercaire pouvant nager.

les cercaires sortent et vont se fixer sur des plantes aquatique en kyste.

si un mouton broute alors ces algues, le kyste donnera une larve dans le tube digestif et ira infesté le foie.

le schistosome male fait un repli ventral et héberge la femelle. l'infection se fait à travers la peau.

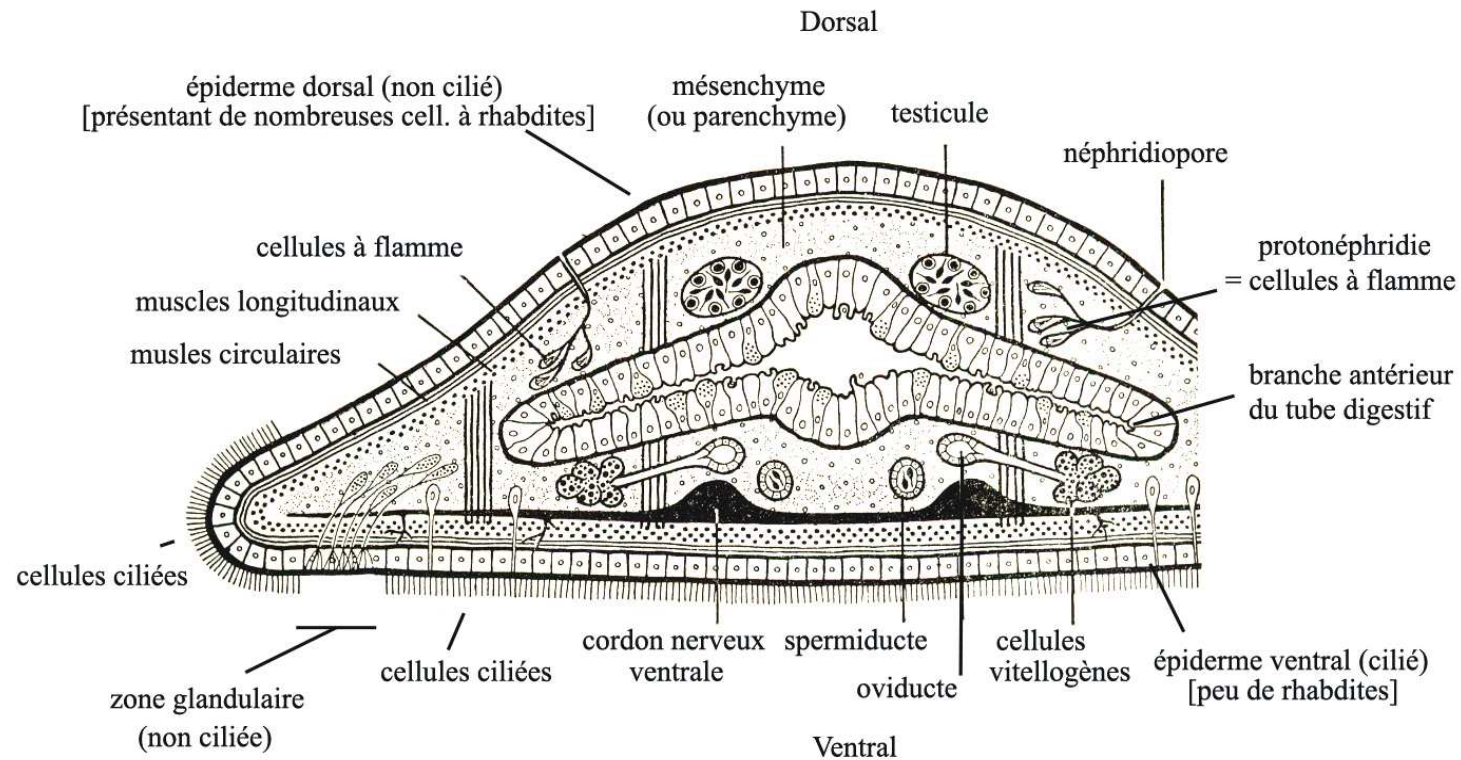
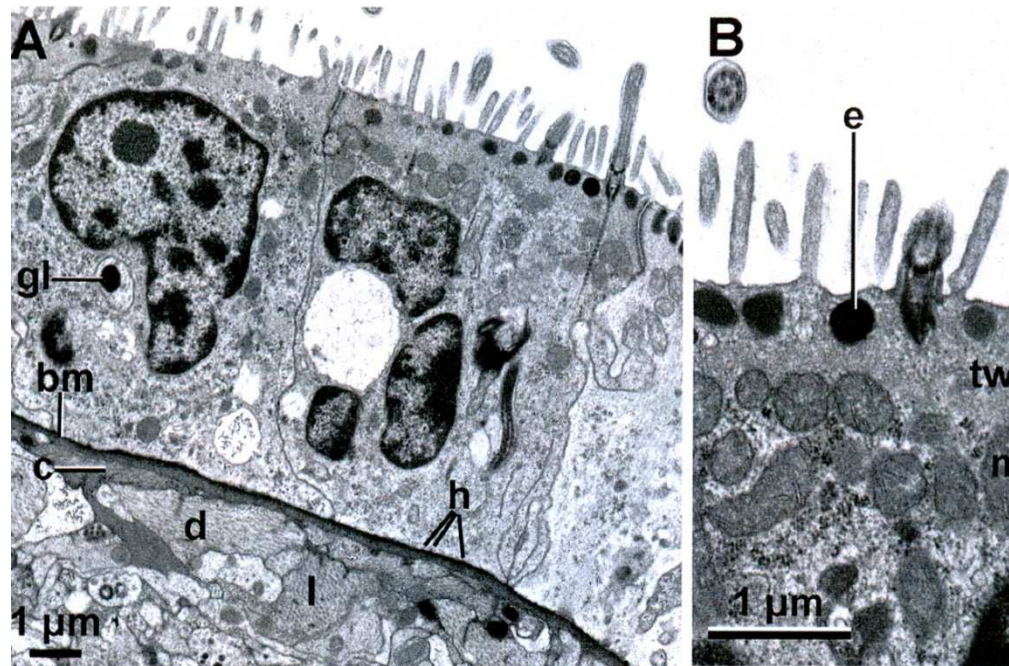
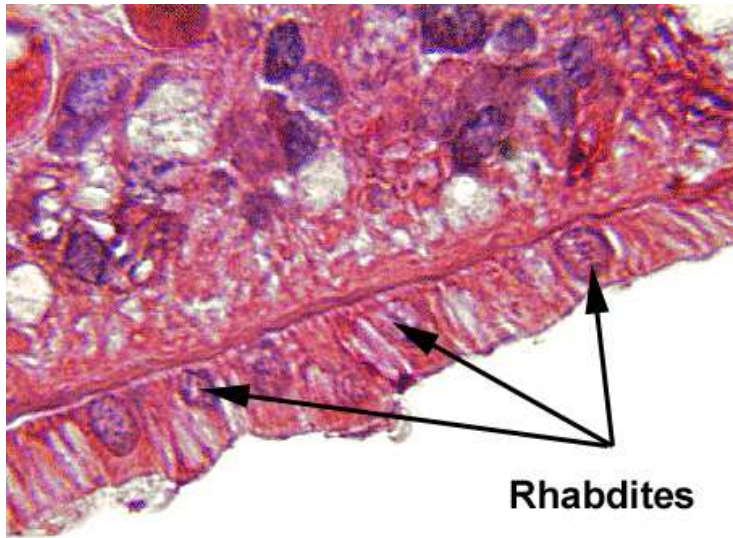


Fig.4 : Coupe transversale de *Dugesia* sp. (Tricladida, Platyhelminthes) réalisée au niveau de la branche antérieure du tube digestif. D'après Buchsbaum, 1961.



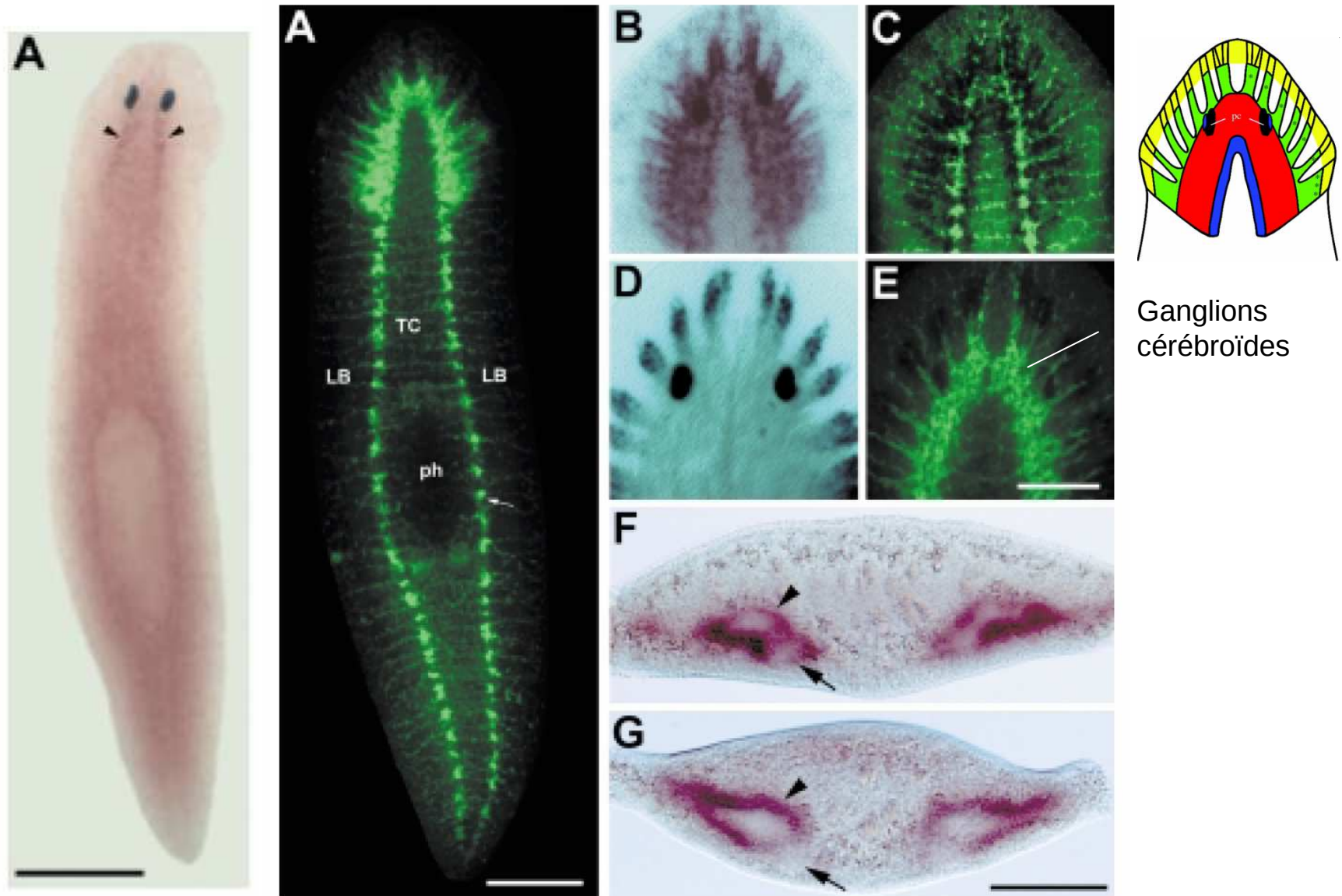
**A et B – Epithélium pluricilié
de planaire. Bm = lame basale**



Rhabdites



Coupe transversale dans
une rhabdite lamellaire
(rhabditophora)
Barre d'échelle : 0.5 μ m



Immunomarquage du système nerveux central de *Dugesia japonica*.

Ph = Pharynx, LB = cordons ventraux, Tc = commissures.

D'après Cebria & al. 2002, *Development, Growth and differentiation*

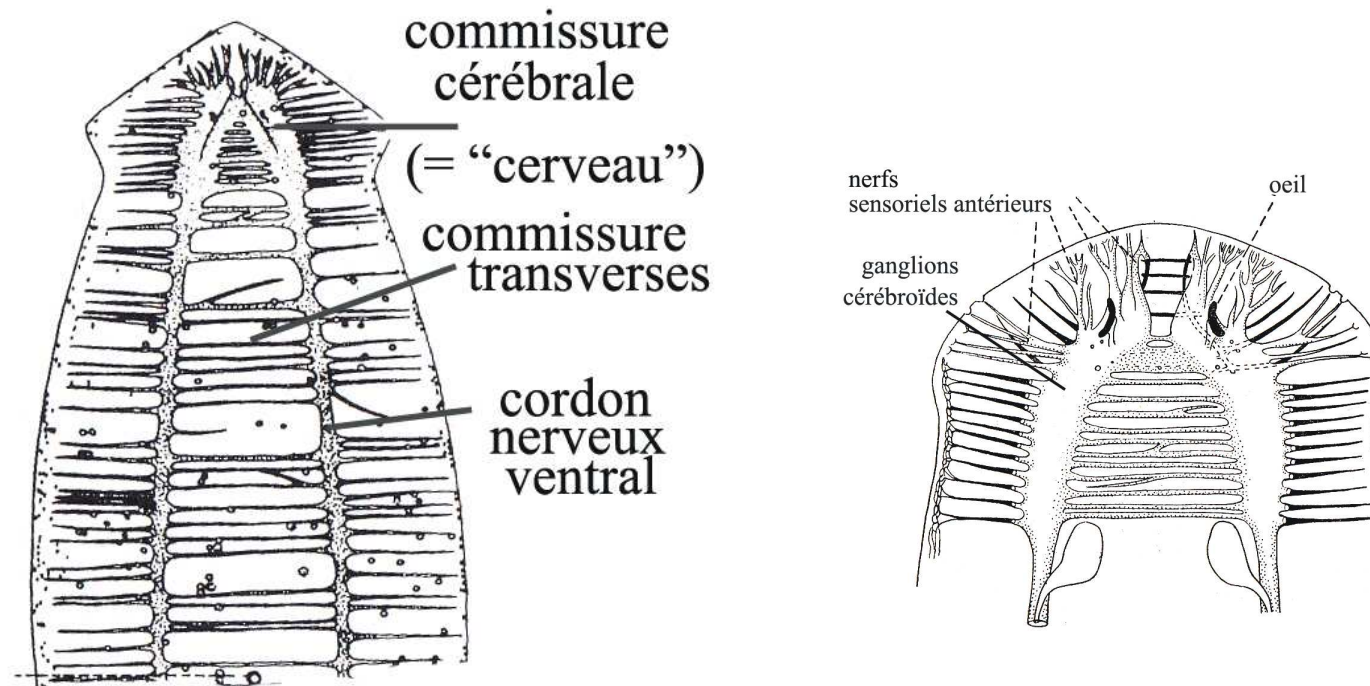


Fig.9 : Organisation du système nerveux de *Dugesia sp.* (Tricladida).

A gauche, une vue d'ensemble de la partie antérieure du système nerveux, construit "en échelle" en position ventrale (la partie postérieure est identique), et, à droite, un grossissement des commissures cérébrales et des ganglions cérébroïdes qui forment le "cerveau" de la planaire.

D'après Hyman, 1951.

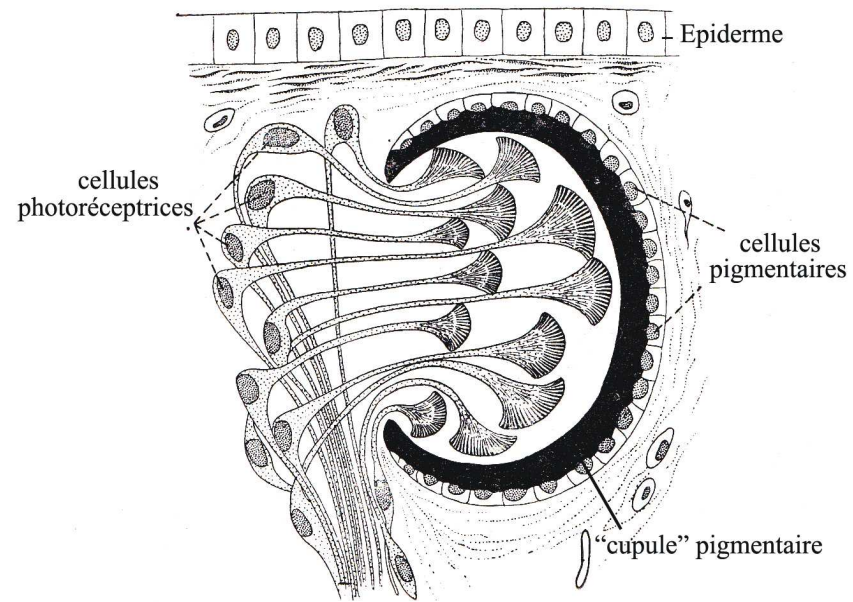


Fig.6 : Schéma d'une cupule photoréceptrice de *Dugesia sp.* Cet organe, parfois qualifié d'ocelle, est un système photorécepteur de type inverse. D'après Brusca & Brusca, 2003.

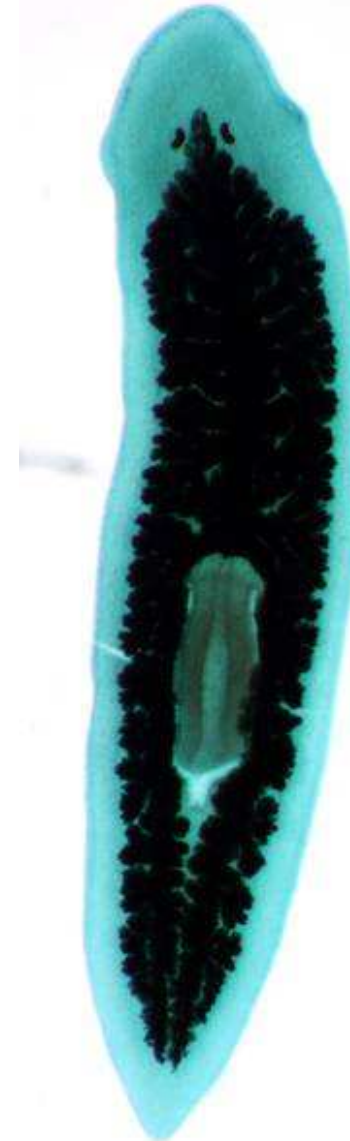
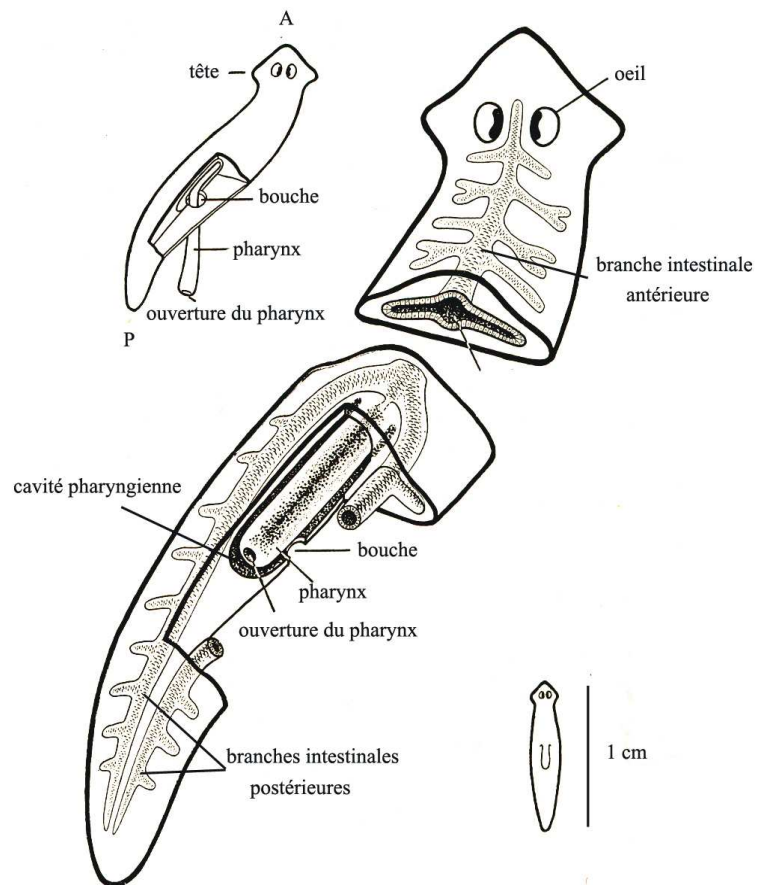


Fig.1 : Organisation du système digestif de *Dugesia sp.* (Tricladida, Platyhelminthes). D'après Buchsbaum, 1961.

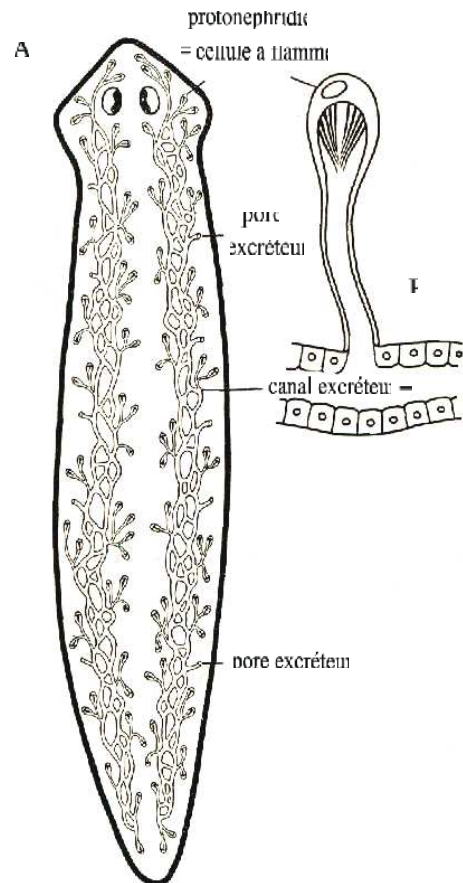
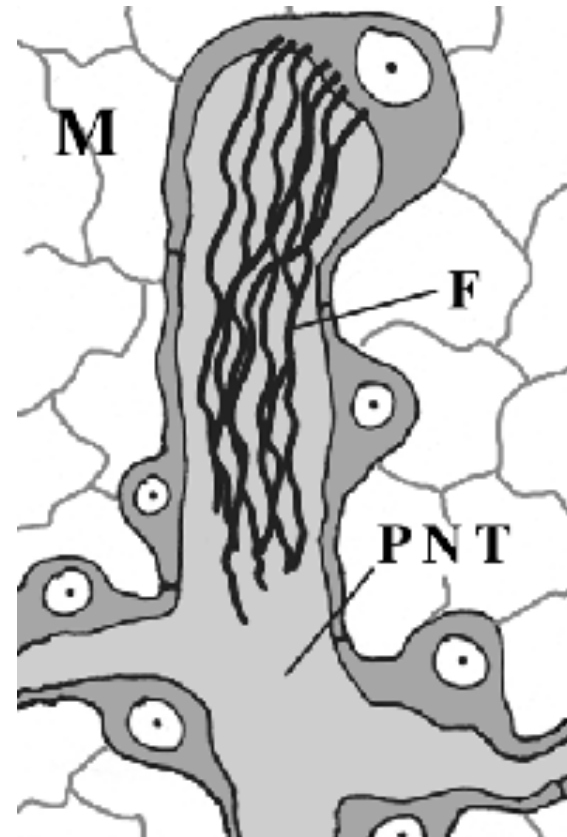
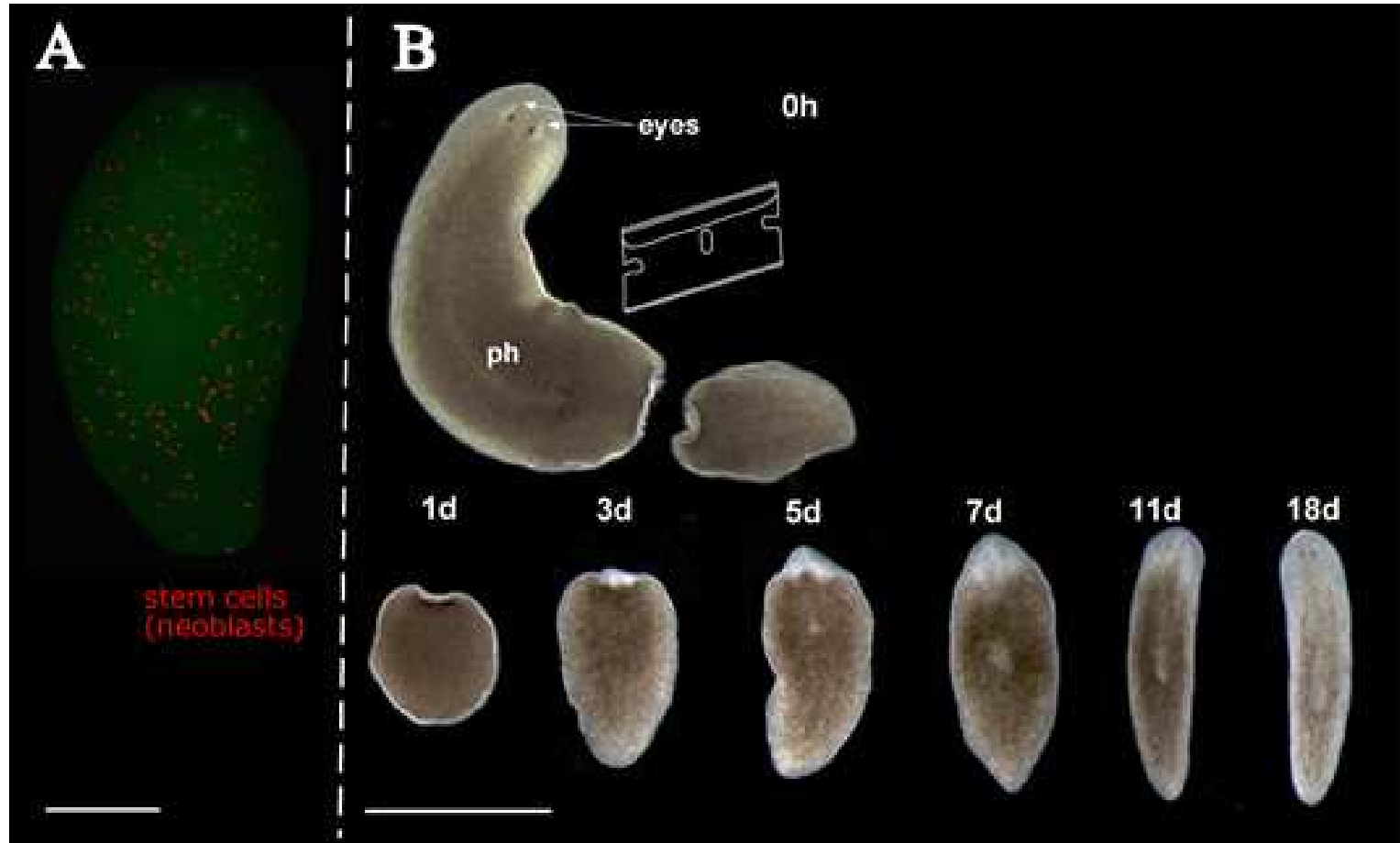


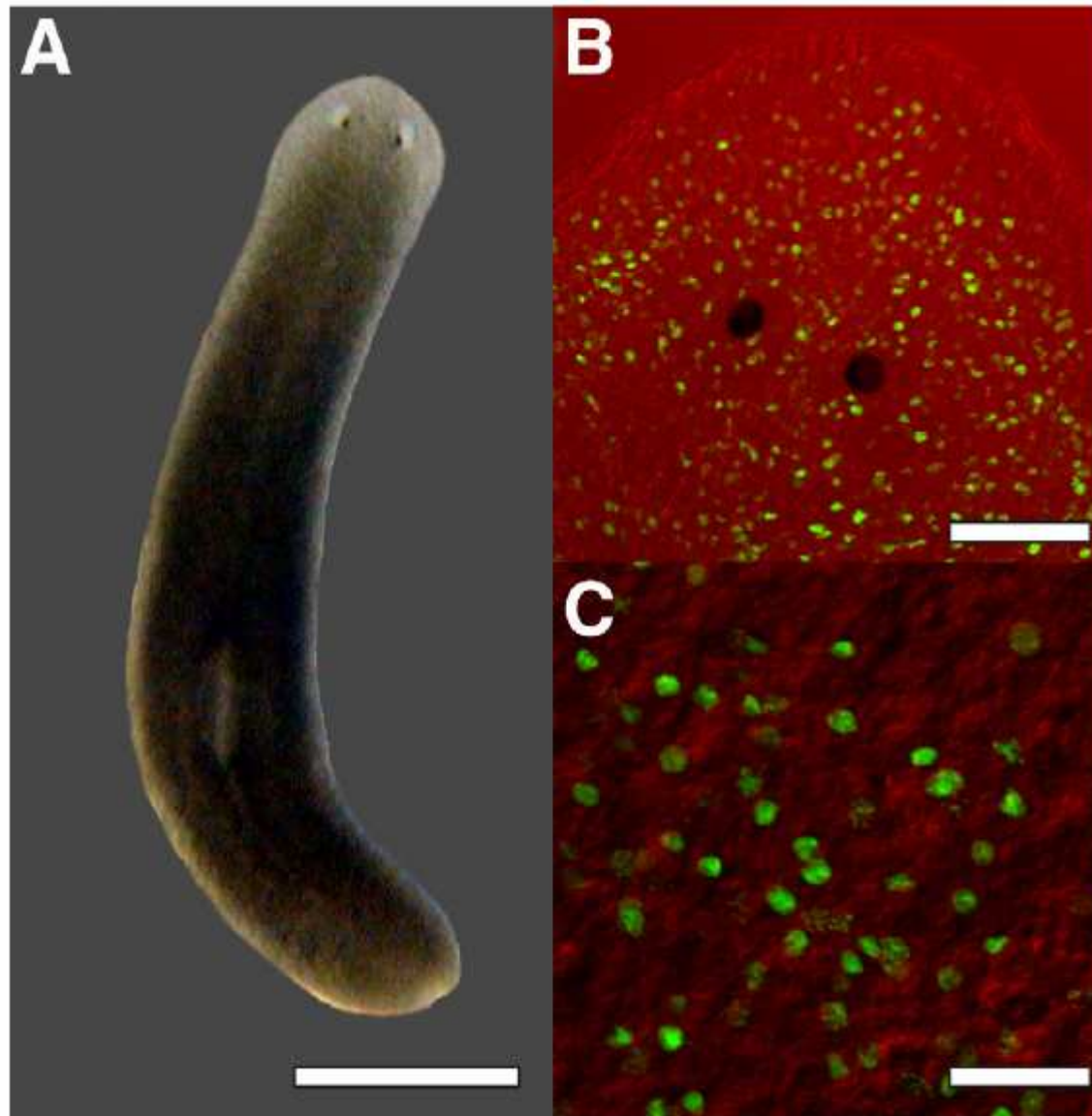
Fig.2 : Organisation du système excréteur de *Dugesia sp.*
En (B), une protonéphridie ou cellule à flamme. D'après Buchsbaum, 1961.



Schématisation d'une protonéphridie
F = cils de la cellule à flamme
PNT = canal excréteur
M = mésenchyme

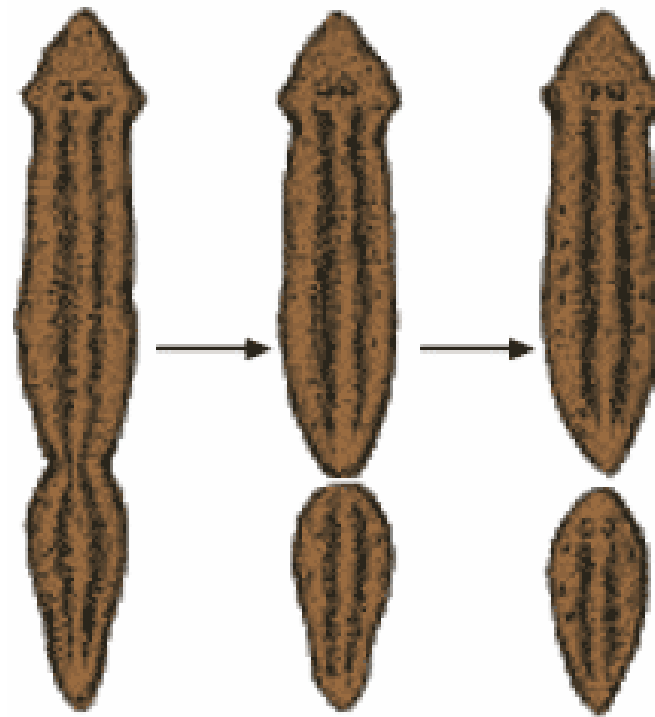
Quelques étapes de la régénération
chez une *Dugesia* sp.





Marquage des néoblastes (au BrDU, 5 Bromodeoxyuridine)
chez la planaire *Schmidtea mediterranea*.
D'après Sanchez Alvarado 2007

Reproduction asexuée par fission transverse chez *Dugesia*



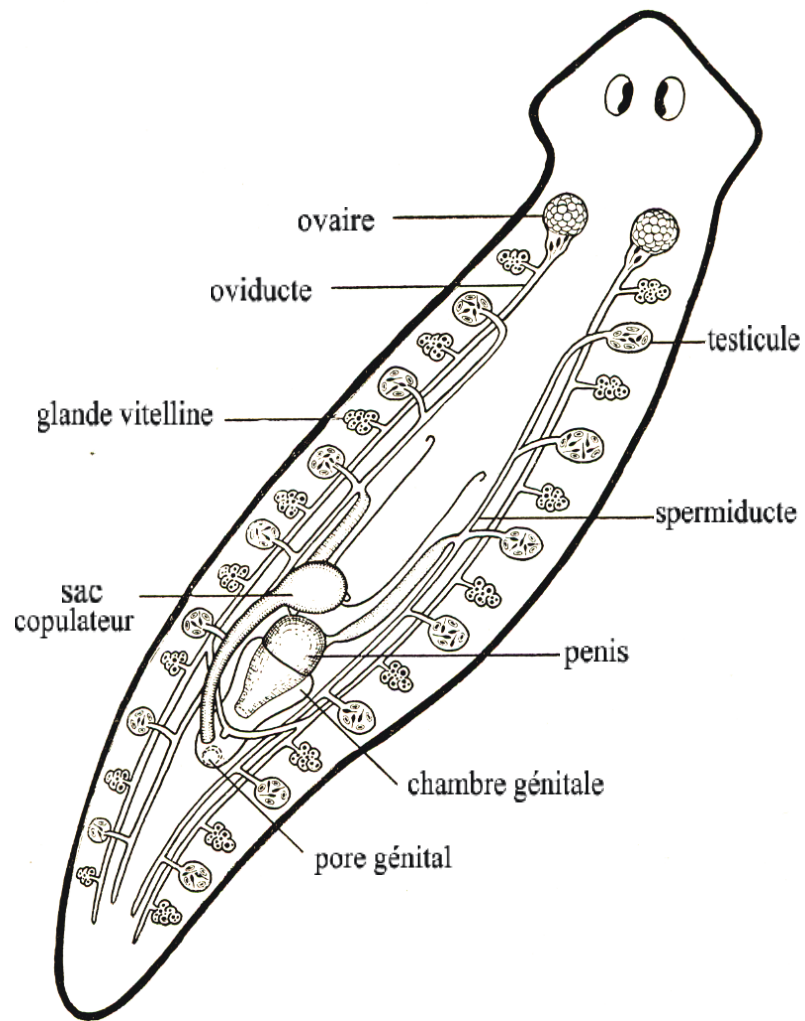


Fig.3 : Organisation du système reproducteur de *Dugesia sp.* D'après Buchsbaum, 1961.

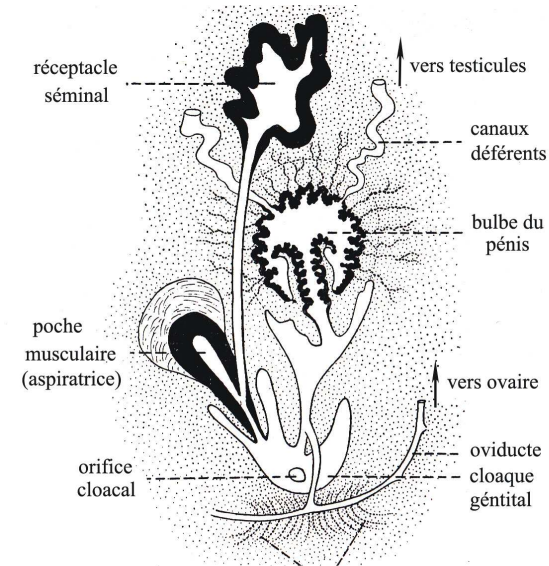


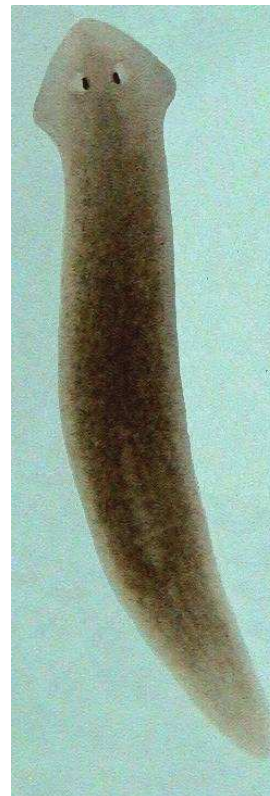
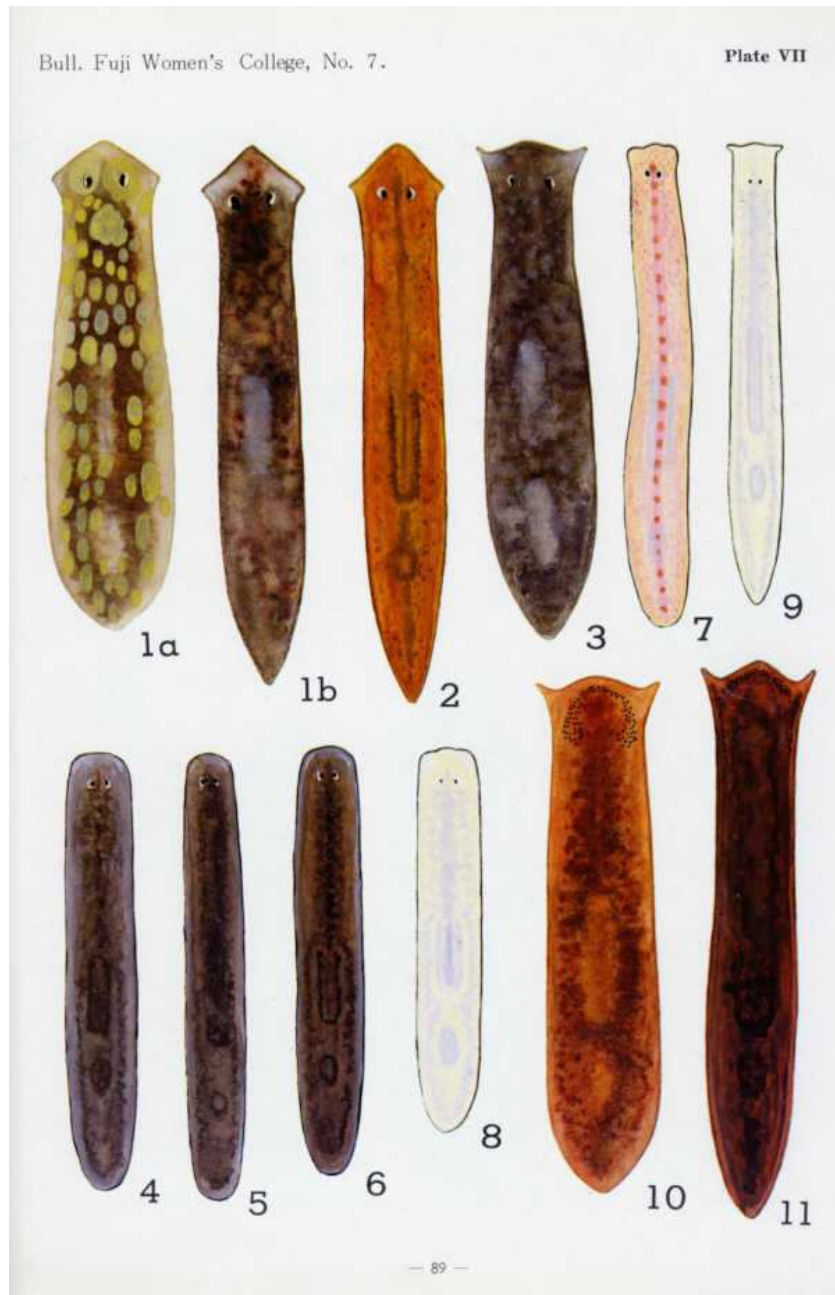
Fig.8 : Organisation de l'appareil génital d'une triclade *Dendrocoelum sp.* Les triclades, ainsi que la plupart des plathelminthes, sont hermaphrodites. D'après Buchsbaum, 1961.

Catenulida



Stenostomum sp.

Les triclades (*Tricladida*)



Dugesia sp.



Dendrocoelum lacteum

Les triclades (*Tricladida*)
Planaires terrestres (*Terricola*)



Bipalium kewense



Petit film d'une planaire terrestre de Bornéo

Les polyclades (*Polycladida*)



Prostheceraeus vittatus
(commune sur nos côtes)

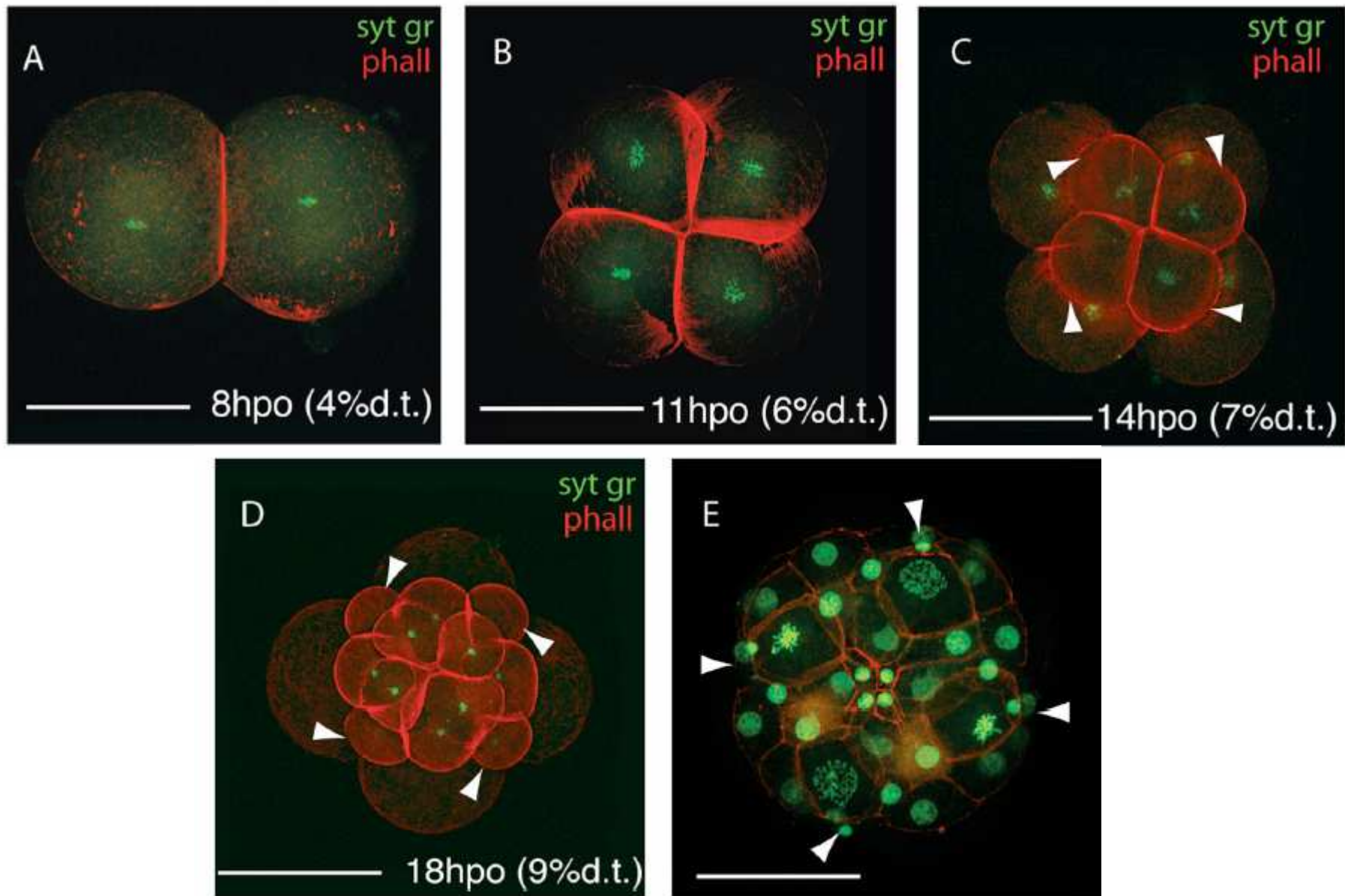


Les polyclades (*Polycladida*)



Nage d'une planaire marine (*Pseudoceros* sp.)

Clivage spiral chez la polyclade *Maritigrella crozieri*



En rouge, immunomarquage de la F-actin (phalloïdine: mise en évidence des membranes) et **en vert** des acides nucléiques (Sytox: noyaux). D'après Rawlinson 2010, *Frontiers in Zoology*

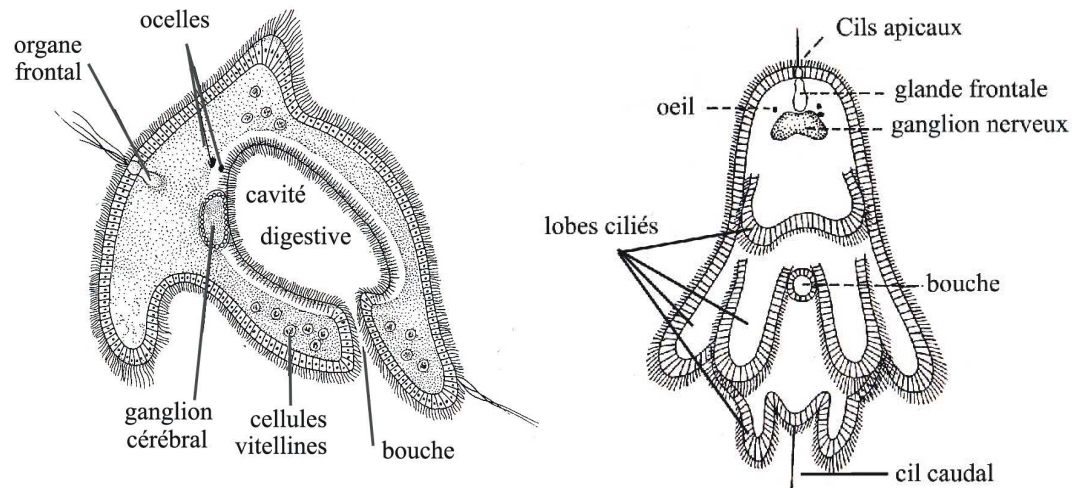
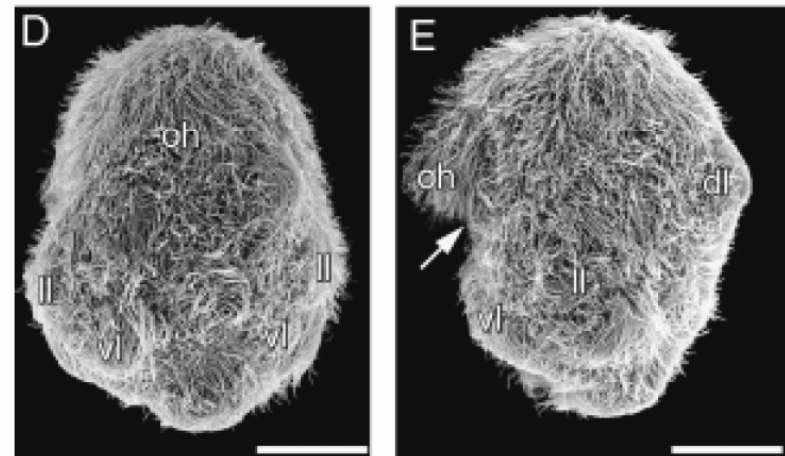


Fig.13 : Larve de Müller des polyclades (Polycladida)

A gauche, en coupe sagittale; à droite, vue générale de la face ventrale. La larve de Müller, caractéristique des polyclades, est une larve marine, pélagique et ciliée. D'après Brusca & Brusca, 2003, et Brien, 1966

Larve de Müller de *Pseudoceros canadensis*

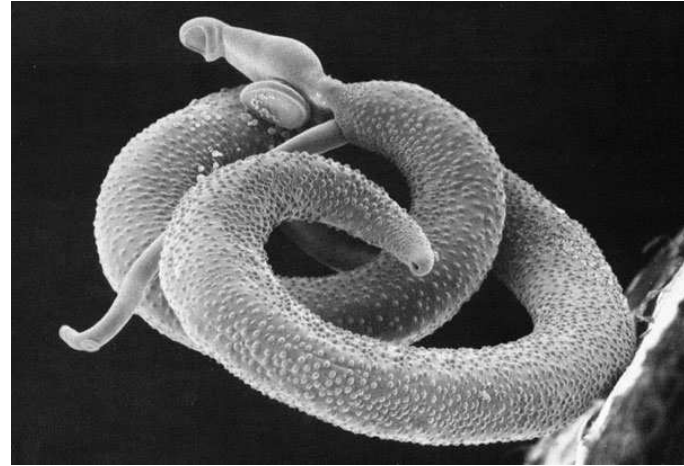
D'après Semmler & al 2010,
Evolution & Development



Les néodermates (*Neodermata*)



Grande douve du foie
(*Fasciola hepatica*)



Schistosoma mansoni agent de la bilharziose



Un **ténia** (*Taenia* sp.) adulte

Le néoderme

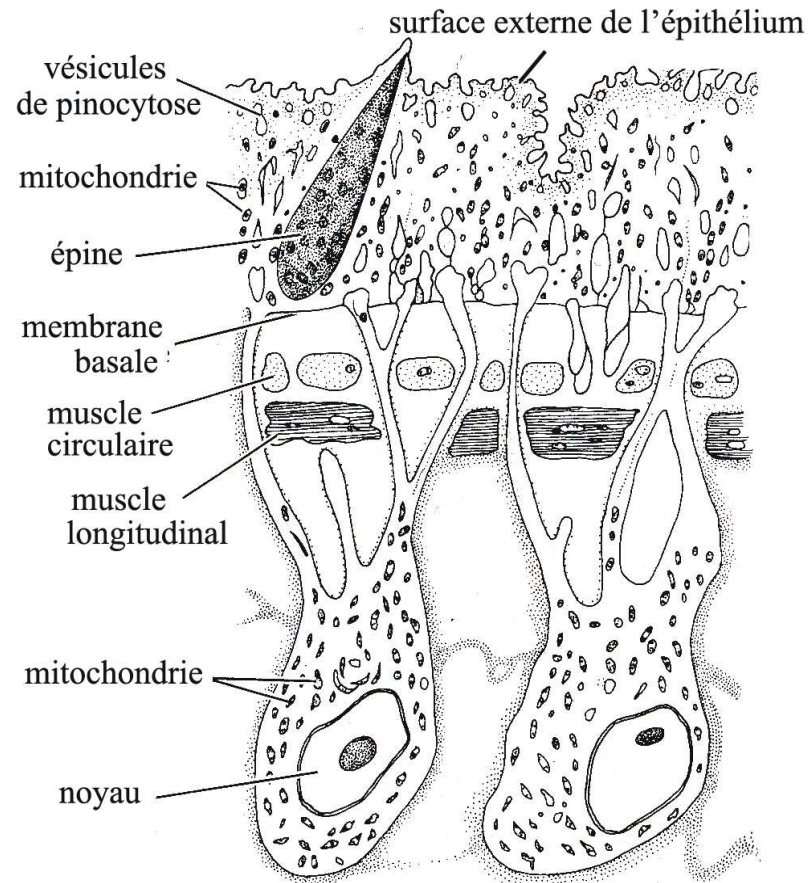
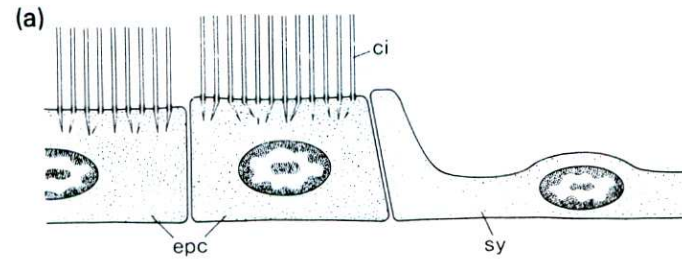


Fig.18 : Schématisation du tégument de *Fasciola hepatica* (Trematoda, Neodermata, Platyhelminthes).

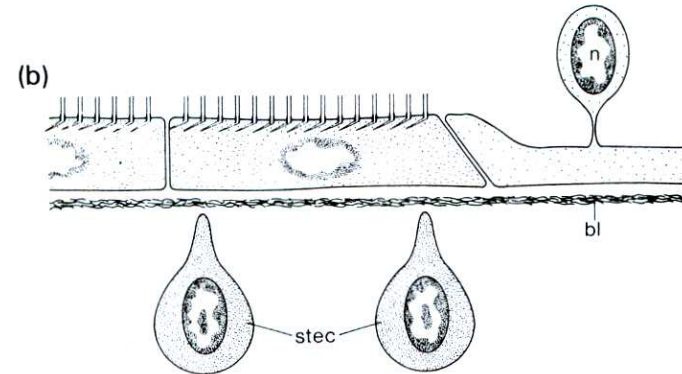
Notez l'invagination des cellules épithéliales sous la musculature, la présence d'épines en surface du tégument et l'absence de cils. Ce tégument est non seulement une structure protectrice mais également une surface d'échange respiratoire et de nutriments (pinocytose). D'après Brusca & Brusca, 2003.

Remplacement de l'épithélium lors de la métamorphose larvaire chez un néodermate.

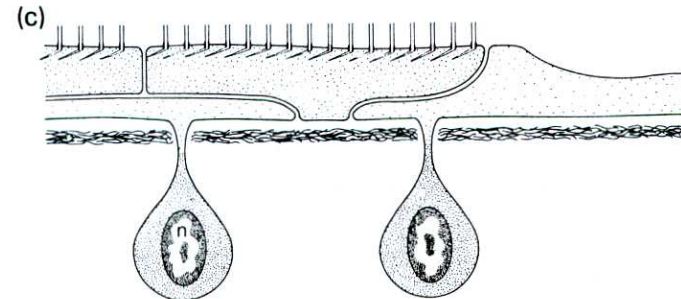
(a) épithélium larvaire pluricilié (epc)



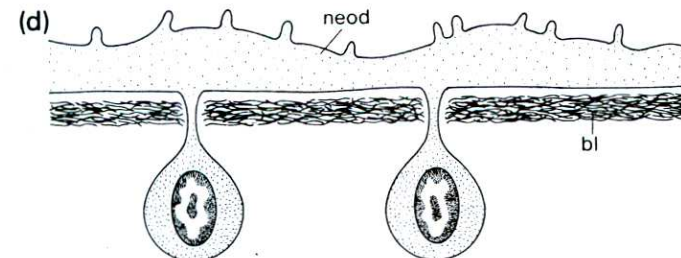
(b) Migration des néoblastes (stec) sous la lame basale (bl) + dégénérescence des cellules épithéliales



(c) Émission de prolongements cytoplasmiques des néoblastes au travers de la lame basale



(d) Formation du néoderme (neod): Disparition de la ciliature, les noyaux demeurent ss la basale (bl), Ils sont unis en un syncytium par fusion des membranes



D'après Ehlers, 1985

La grande douve du foie *Fasciola hepatica* (Trematoda)

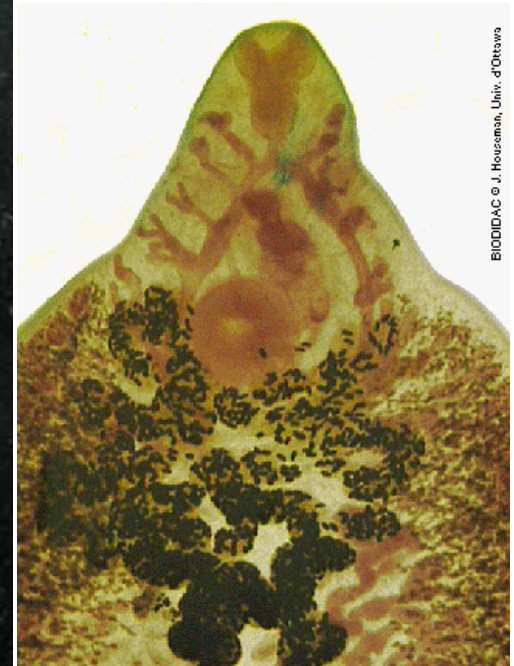
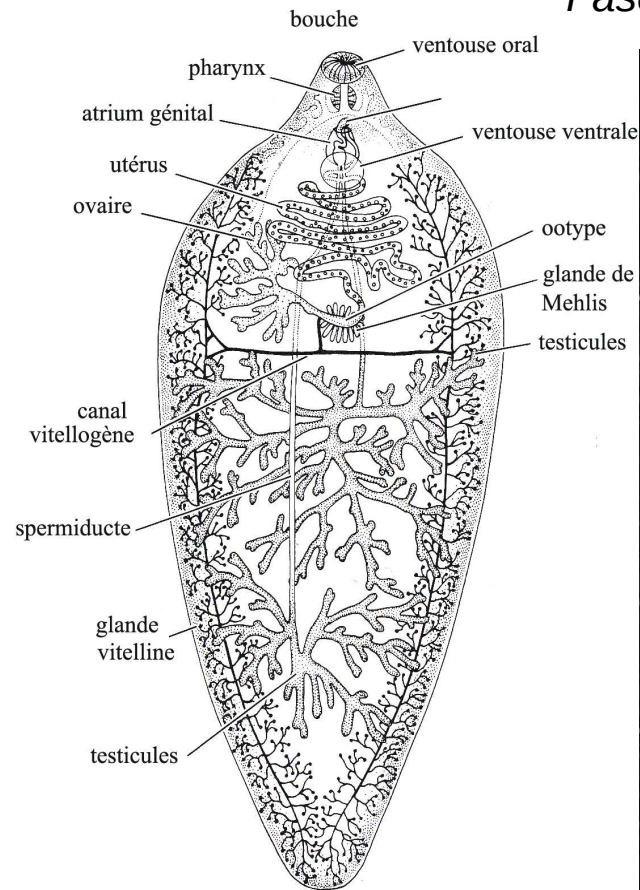


Fig.15 : Anatomie de *Fasciola hepatica* (Trematoda, Neodermata, Platyhelminthes). La douve du foie du mouton est hermaphrodite. Sur ce schéma sont figurés les appareils génitaux mâle et femelle et les glandes associées. Seule la partie antérieure du tube digestif est figurée. Sa structure générale s'apparente à celle des planaires. D'après Brusca & Brusca, 2003.

Le cycle de vie de la grande douve : *Fasciola hepatica* (Digenea, Trematoda, Neodermata)

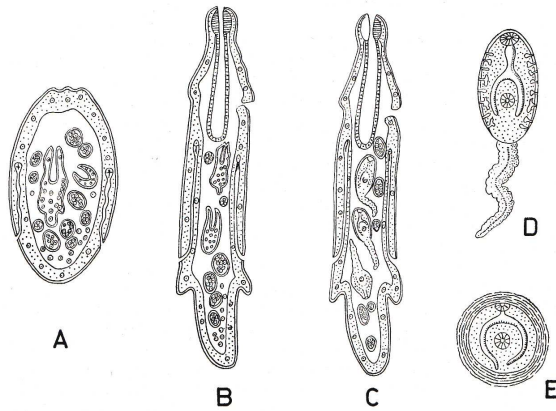
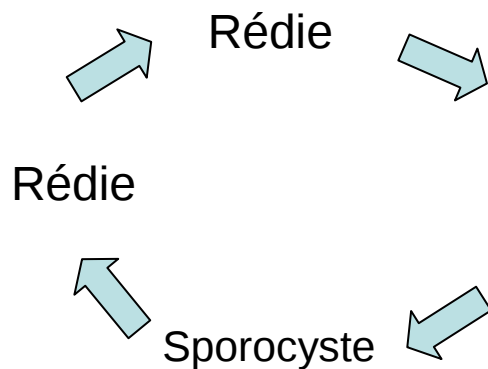
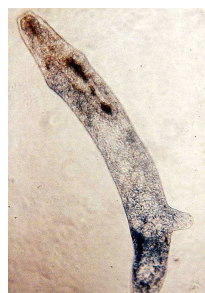


Fig.19 : Différents stades de propagation de *Fasciola hepatica* (Trematoda, Neodermata, Platyhelminthes).

A - Sporocyste; B et C - rédies; D - cercaire; E - cercaire enkysté. D'après Brien, 1966.



Hôte Intermédiaire :
Oncomelaria sp.
(Gastéropode, Pulmoné)
l'un des vecteurs de la douve

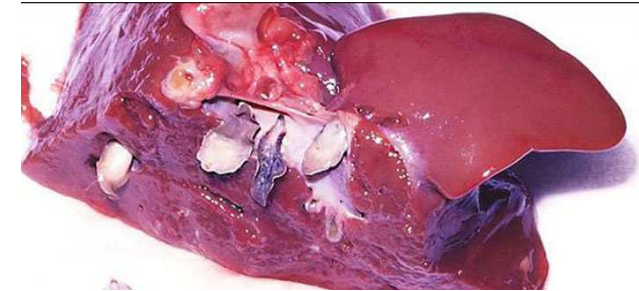


Cercaire enkysté

Cercaire



Adulte : canaux hépatiques



Miracidium

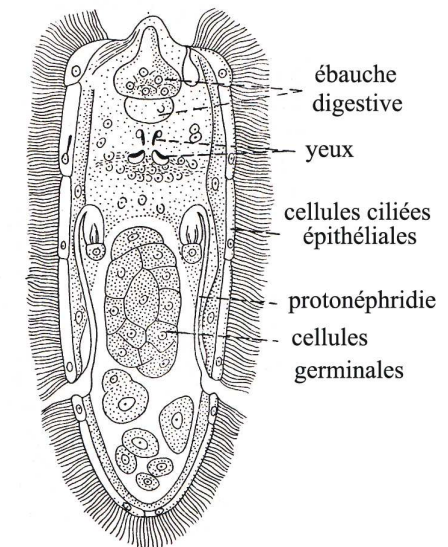
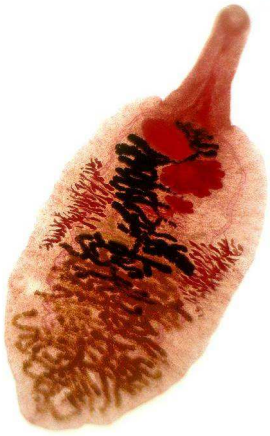


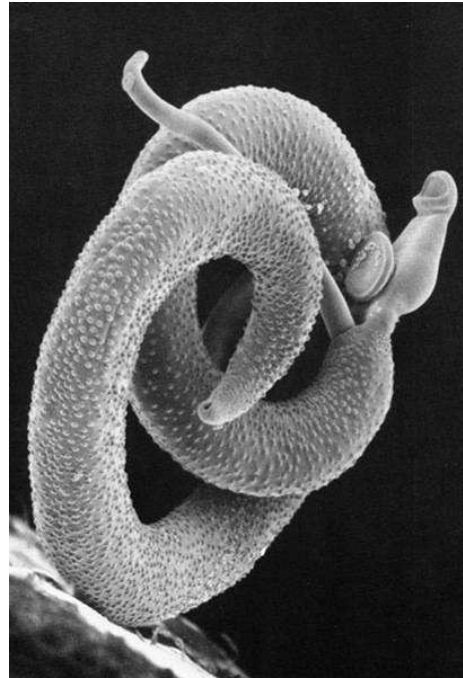
Fig.17 : Stade larvaire "miracidium" de *Fasciola hepatica* (Trematoda, Neodermata, Platyhelminthes).
D'après Brien, 1966.

Deux autres exemples de trématodes



Petite douve du foie

Dicrocoelium dendriticum



Schistosoma mansoni agent de la bilharziose

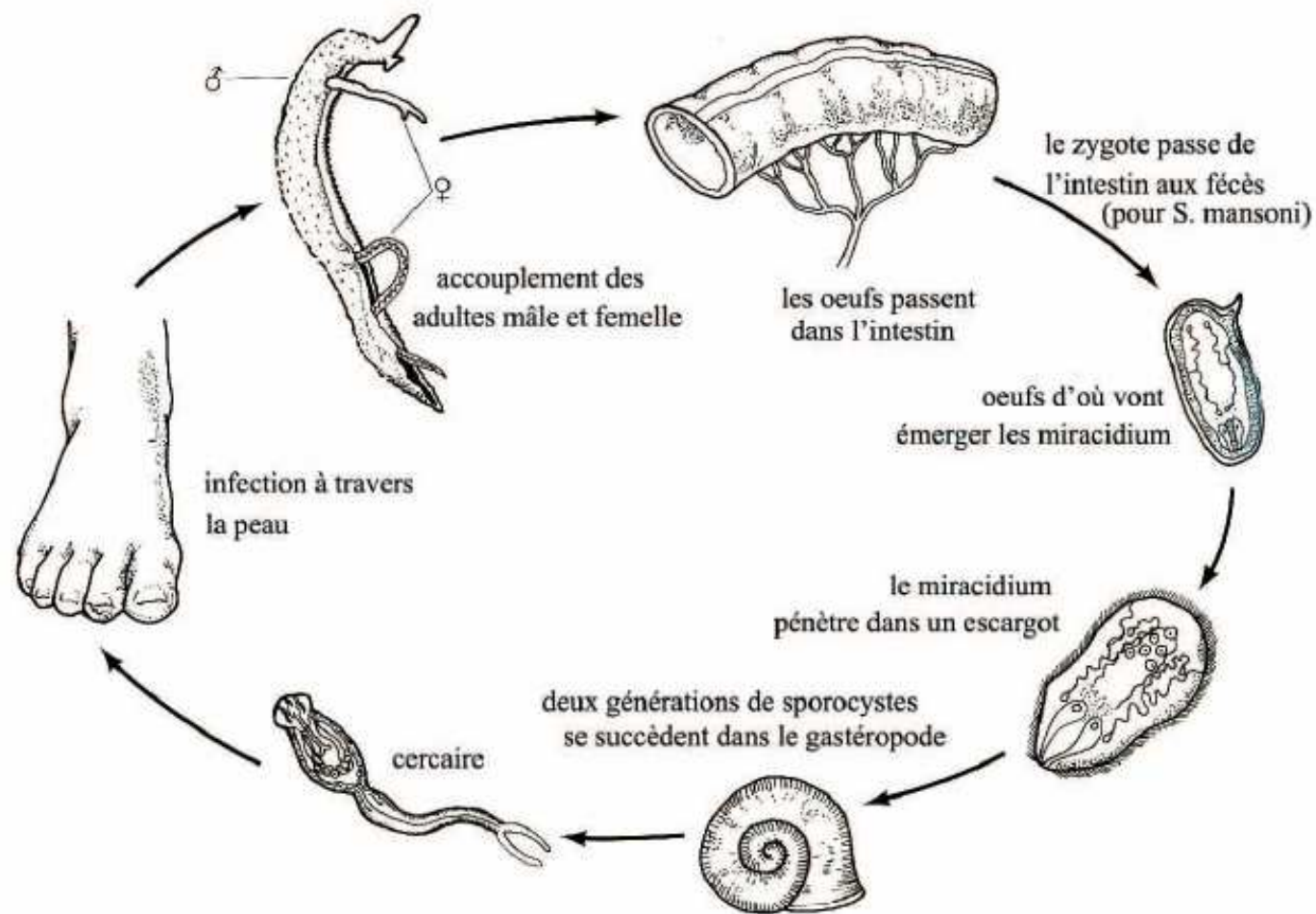


Fig. 20 : Cycle de développement de *Schistosoma* (ici *mansoni*) (Trematoda, Neodermata, Platyhelminthes).
D'après Brusca & Brusca, 2003.

Le ver solitaire *Taenia sp.* (Cestoda, Neodermata)

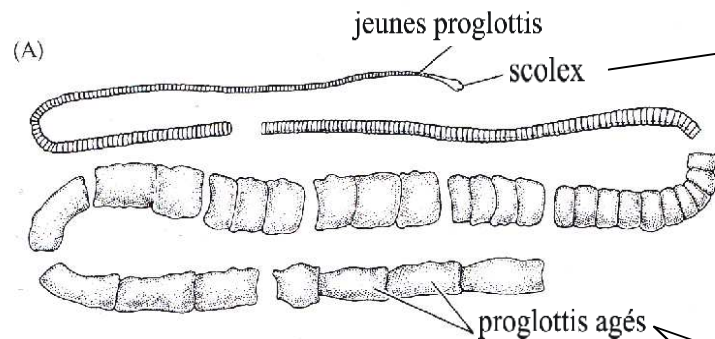
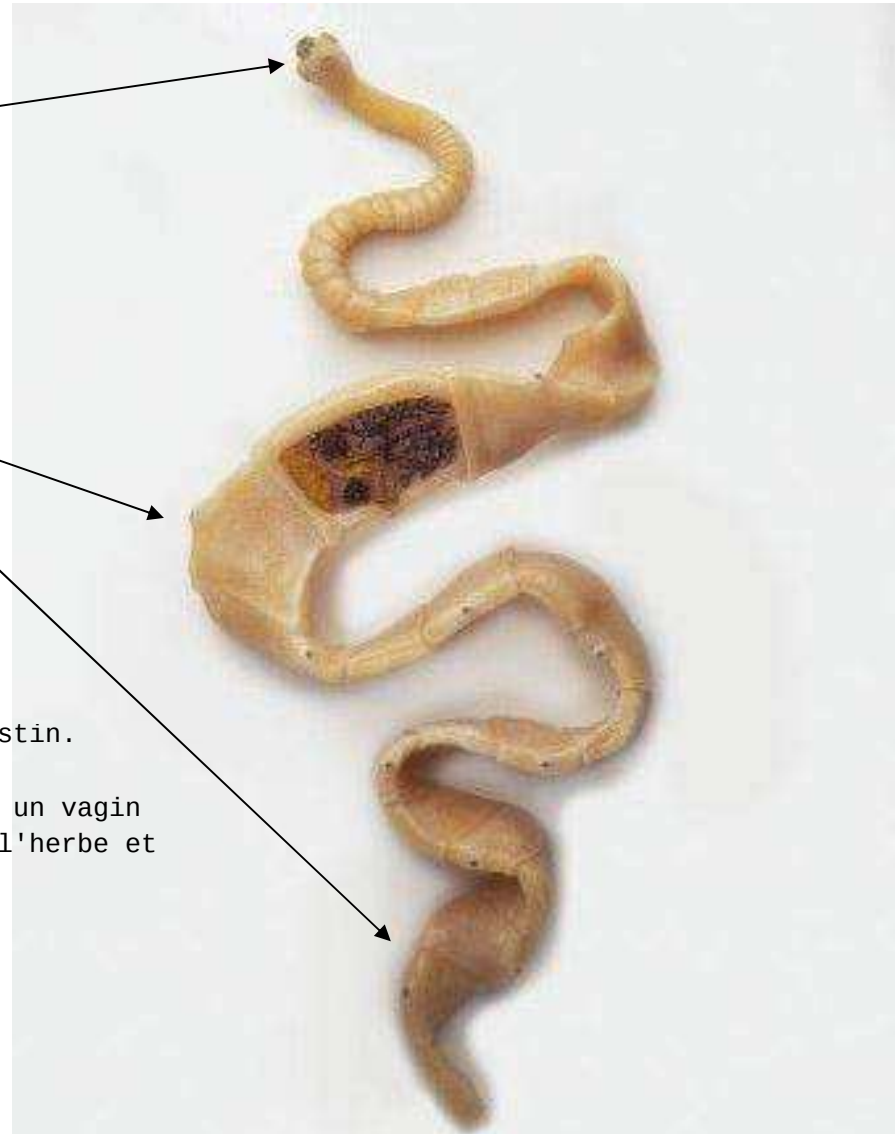


Fig.21 : Morphologie générale de *Taenia saginata*
(Cestoda, Neodermata, Platyhelminthes).
Les proglottis croissent en taille au fur et à mesure de
leur maturation. D'après Brusca & Brusca, 2003. *saginata*

le taenia dispose d'un scolex pour s'encre dans la paroi de l'intestin.
derrière le scolex se forme les proglottis.
un proglottis est un sac avec un testicule, un ovaire, un penis et un vagin
les proglottis sont protandre. ils sortent par l'anous, tombe dans l'herbe et
sont broutés par des bovins.
les cysticerque se met dans le muscle de l'animal.



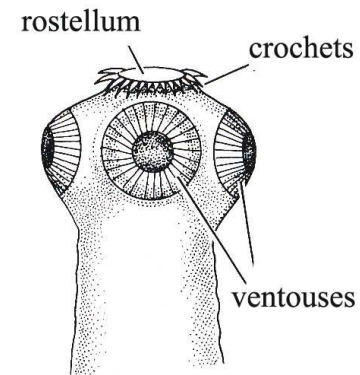
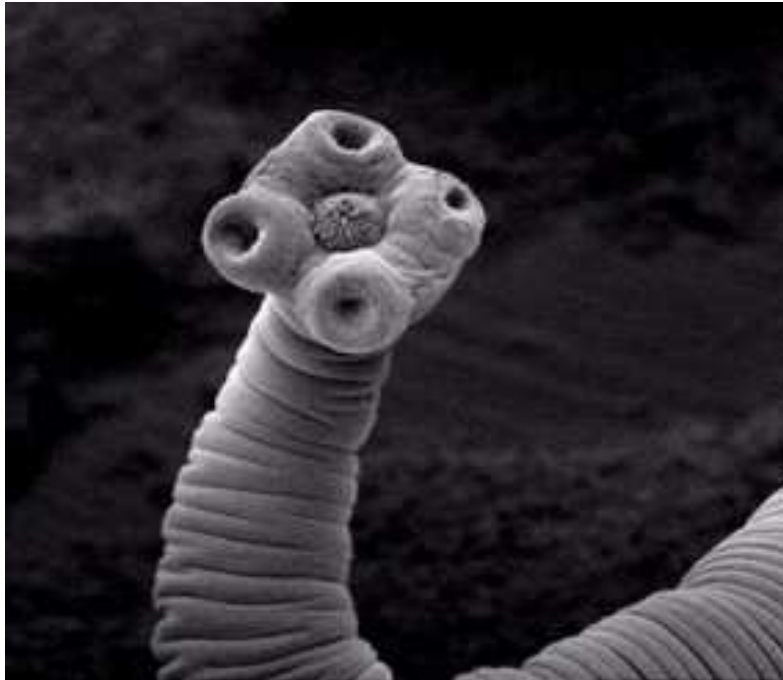
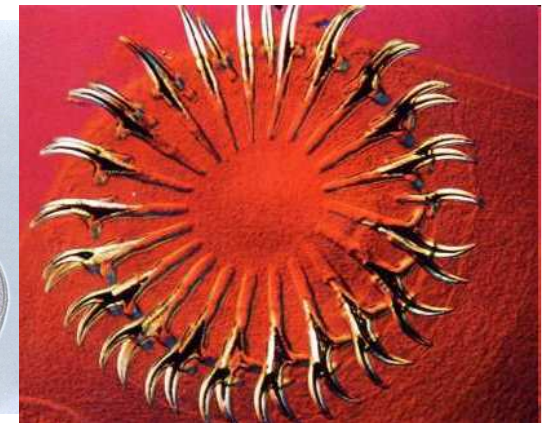
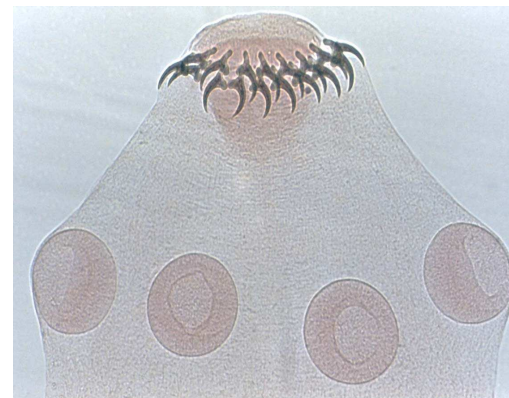


Fig.22 : Structure générale de la "tête", ou scolex, d'un *Taenia sp* (Cestoda, Neodermata, Platyhelminthes). Formée chez la larve, cette structure permettra la fixation dans les épithéliums de l'hôte. D'après Brusca & Brusca, 2003.



Détails du scolex de *Taenia solium*

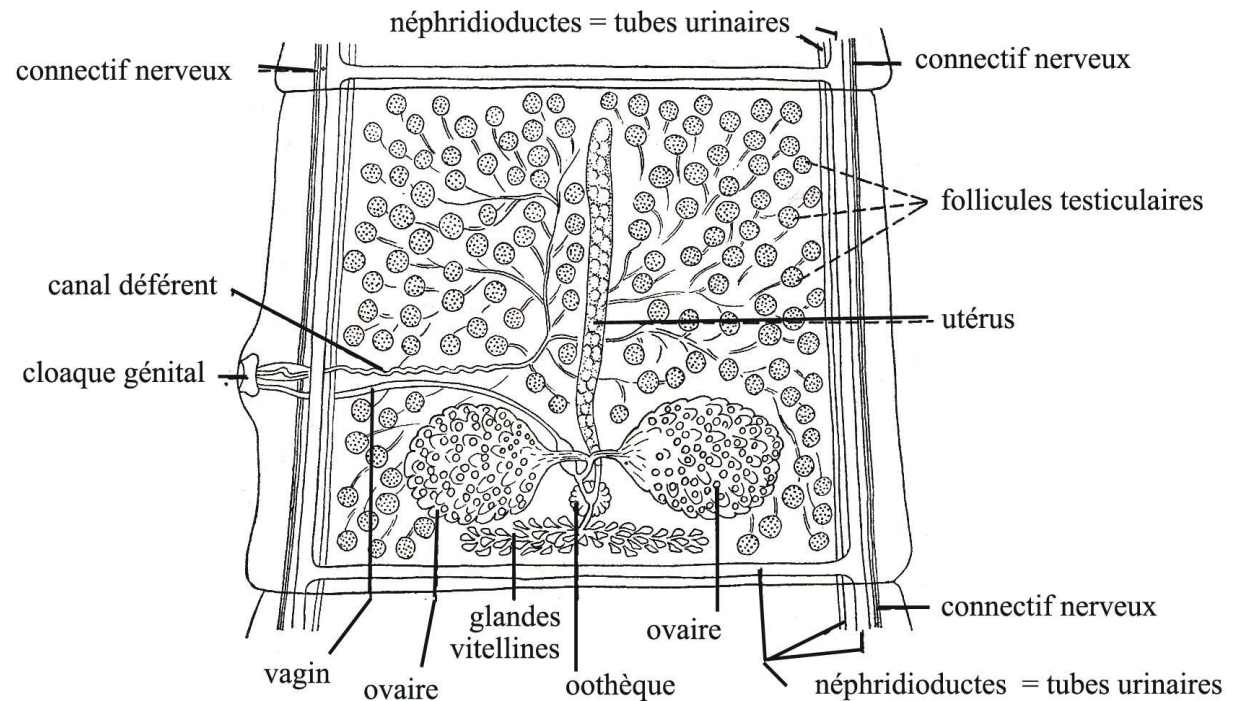
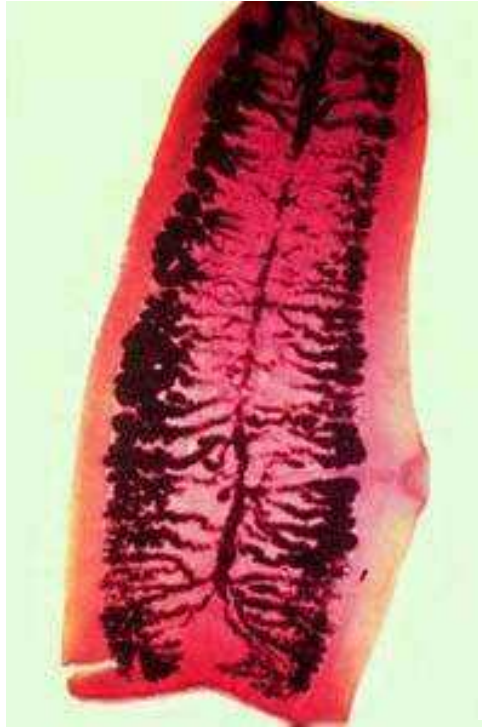


Fig.25 : Anatomie du proglottis d'un *Taenia* sp. (Cestoda, Neodermata, Platyhelminthes). Les proglottis correspondent à une répétition d'appareils génitaux hermaphrodites qui sont mis en place séquentiellement au cours de la croissance de l'animal. La zone de maturation est terminale et située à l'opposé du scolex.
D'après Hyman, 1951, et Coil 1991 .

Cycle de vie du *Taenia saginata* (Cestoda, Cercomeromorpha, Neodermata)

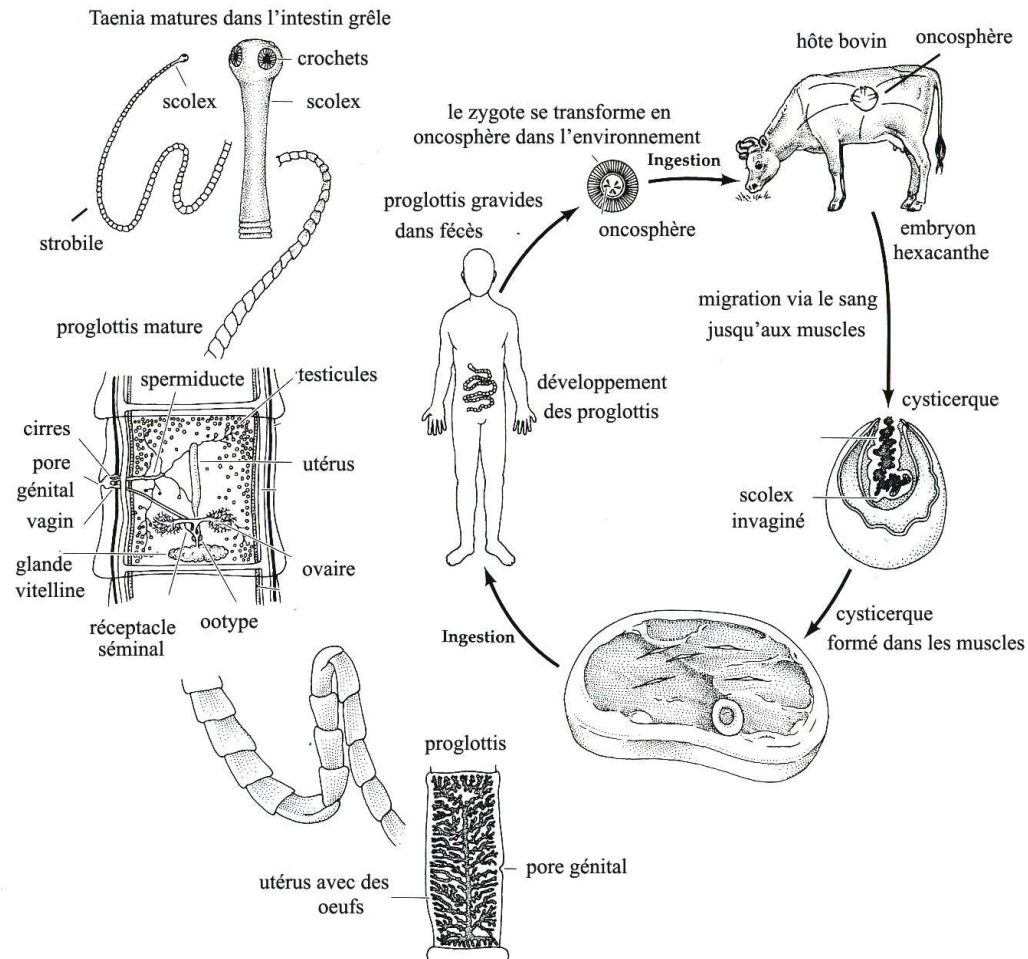


Fig.27 : Cycle de vie de *Taenia saginata* (Cestoda, Neodermata, Platyhelminthes). Ce cycle présente deux hôtes : un bovin et l'homme. D'après Brusca & Brusca, 2003.

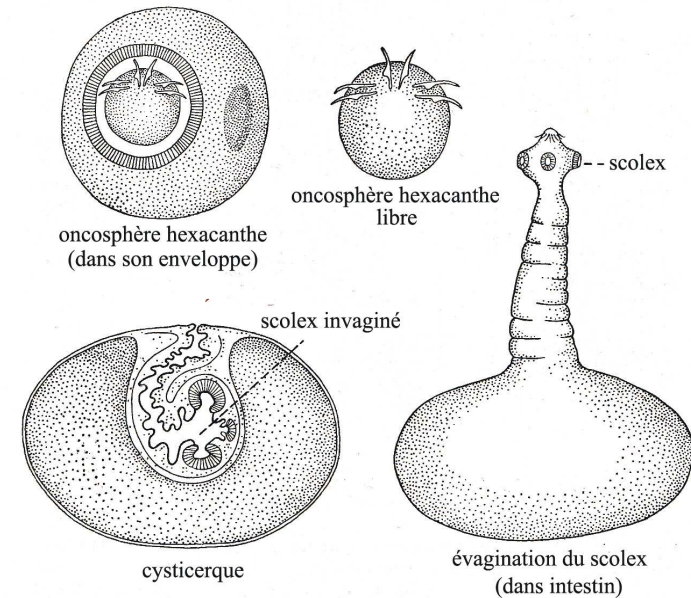
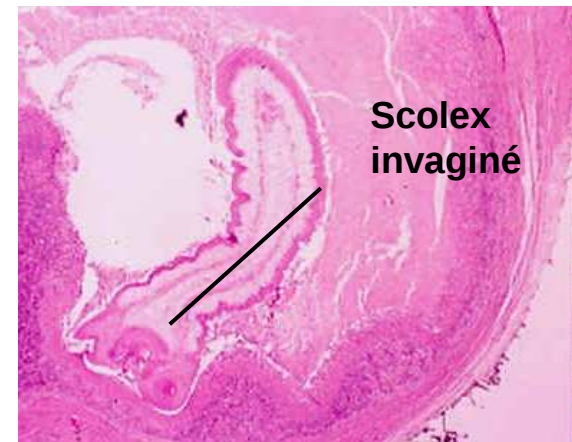
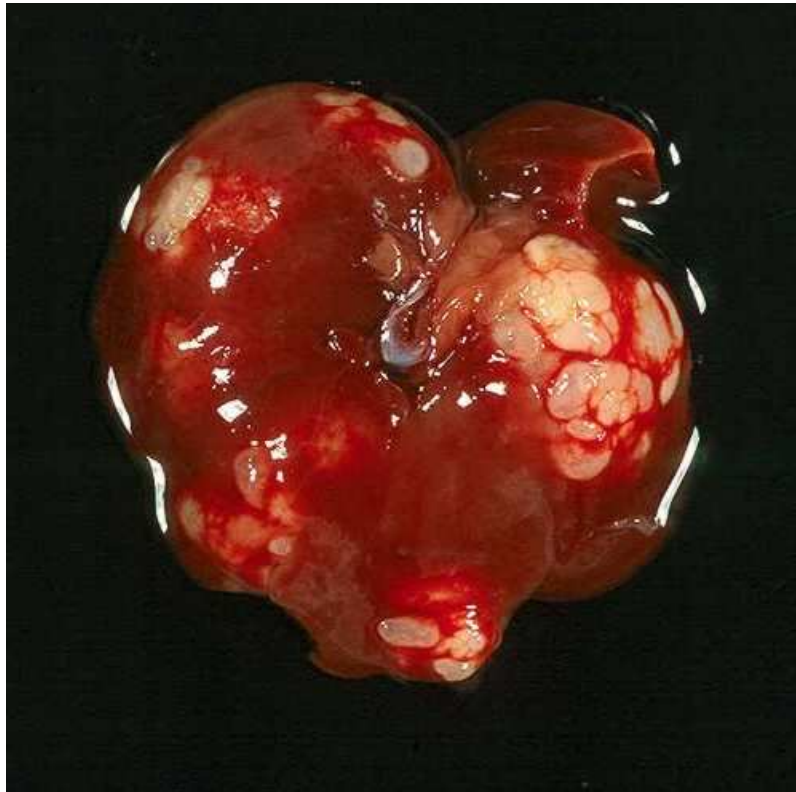


Fig.28 : Différents stades du cycle biologique de *Taenia* sp. (Cestoda, Neodermata, Platyhelminthes). D'après Brien, 1951.



cysticerque de *Taenia*



Foie de chien hypertrophié
par la présence d'un kyste
hydatique
d'Echinococcus sp. (Cestoda)

- Métazoaires constitués de trois feuillets, l'**ectoderme** et l'**endoderme**, séparés par un troisième feuillet, le **mésoderme**, plein (= sans cavité - l'organisation est dite "acoelomate") et constitué d'un parenchyme.
- **Symétrie bilatérale.**
- *Tube digestif présentant **un seul orifice.***
- Absence de système respiratoire et circulatoire
- Présence d'un appareil excréteur sous forme de **protonéphridies.**
- Système nerveux de **type orthogonal**, organisé en cordons longitudinaux et transverses.
- *Possède un type de cellules souches particulier : **les néoblastes.***
- Organisme généralement **hermaphrodite.**

Fig. 35 - Résumé des principales caractéristiques de l'organisation des plathelminthes
(synapomorphies en italique)