

LV 301 – Biologie Comparée et Evolution des Animaux

Chapitre **Les mollusques**





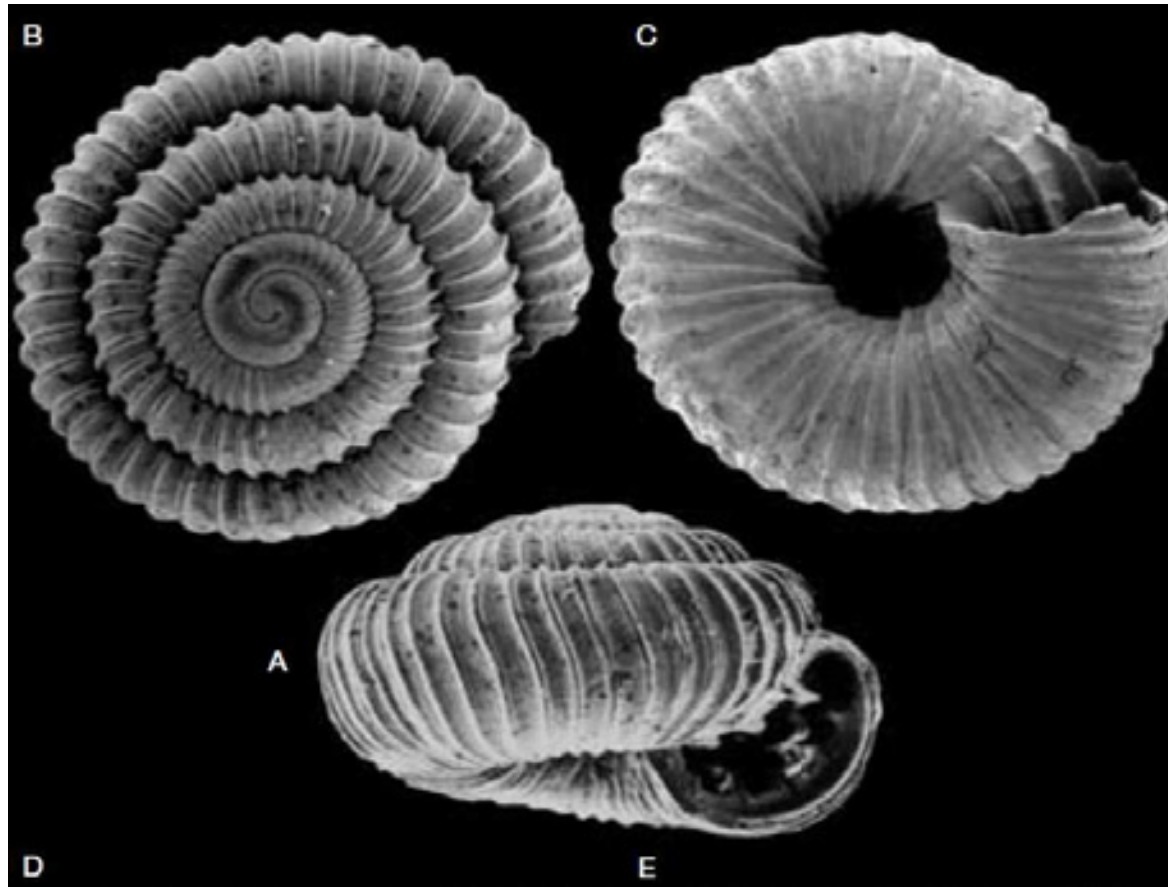
les mollusques forment un phylum de 100 000 espèces et on en trouve partout, à toutes les profondeurs. il y en a des aquatique et d'autre terrestre.

ce phylum a réalisé un véritable succès évolutif
 certains sont utilisés en labo tel l'aphysie (lièvre de mer) les nerfs sont gros et les ganglions sont les mêmes d'un individu à l'autre
 les gastéropodes sont souvent des hôtes secondaires pour des parasites.



**Système nerveux
antérieur de l'aplysie**

L'aplysie ou lièvre de mer (*Aplysia*) (*Heterobranchia*, *Gastropoda*)



Une espèce d'escargot endémique de la Polynésie, déjà éteinte lors de sa description en 2000.

Dans cette famille d'escargots il y avait 30 espèces endémiques rien qu'en Polynésie orientale, elles sont TOUTES éteintes (à cause des perturbations anthropiques)

Abdou & Bouchet 2000. *Zoosystema*, 22(4): 689-707.

les coquilles se fossilisent très bien et servent alors de fossile stratigraphique.

Reportages ouest france

Des histoires, des lieux, des hommes

TRIMESTRIEL 111
NOUVEAU 2010 - 3€

Nouveau
3€

Alerte sur les huîtres

ENQUÊTE
chez nos ostréiculteurs



L'hôpital où
l'on répare
les corps abîmés

La Manche,
mer de famille
nombreuse

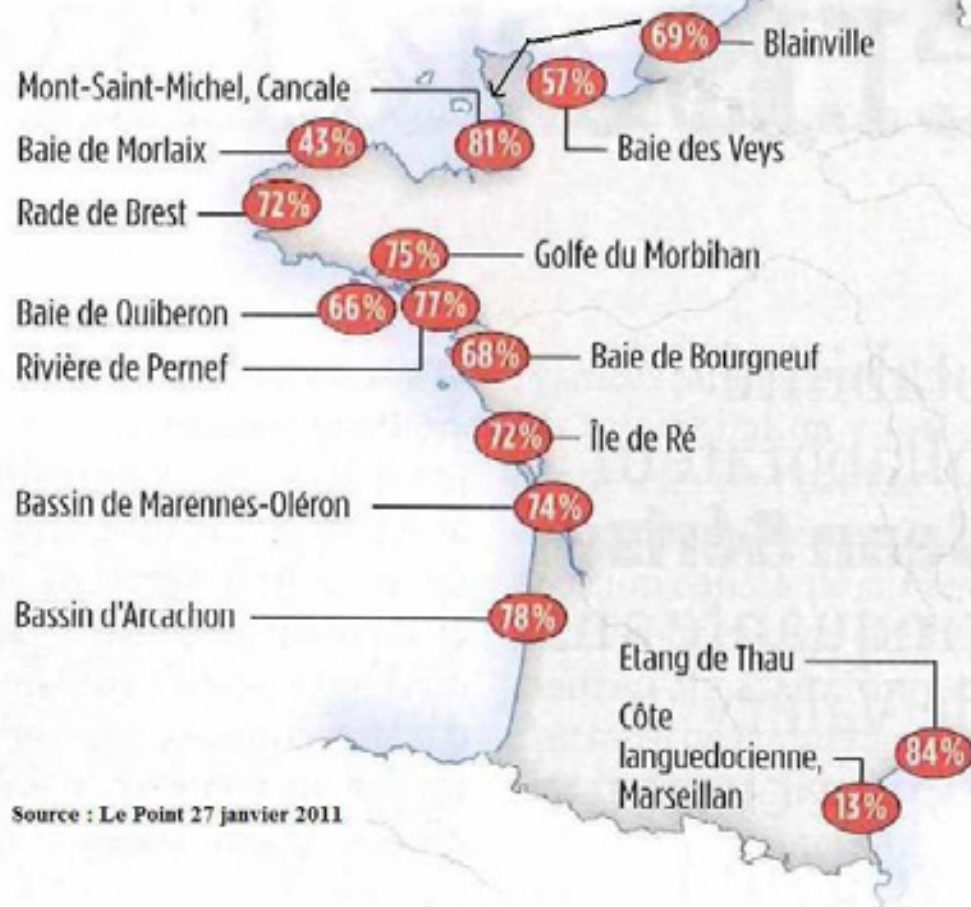
Des quartiers
pour mieux
vivre ensemble

Nos roses
fleurissent
au Kenya

Ouest-France

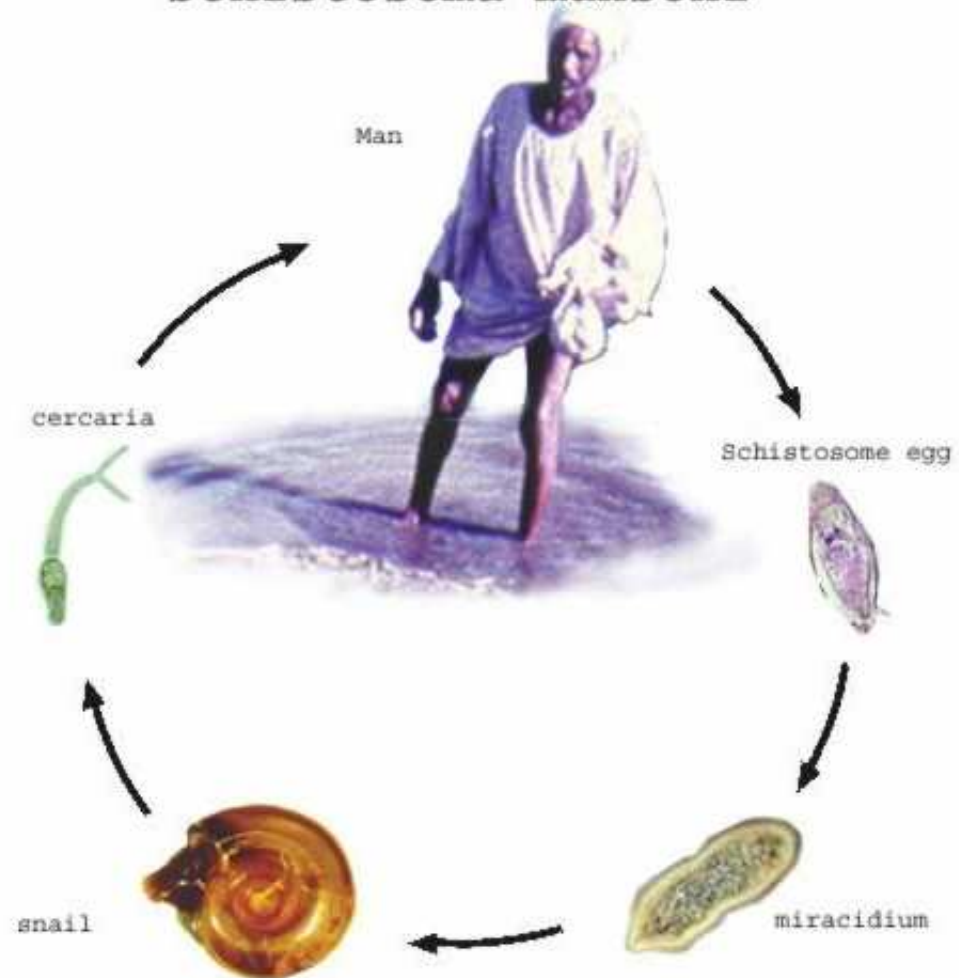
La mortalité des juvéniles

Taux de mortalité des naissains et huîtres
de moins de 18 mois (juvéniles) sur les
bassins témoins de l'Ifremer en 2010



Source : Le Point 27 janvier 2011

The life cycle of *Schistosoma mansoni*



Le bigorneau. *Littorina littorea*



Longueur de l'adulte: 2-3 cm

monographie du bigorneau, *Littorina littorea* :

les bigorneau mesure de 2-3 cm. tous les organes sont bien marqués. s'est un gastéropode marin que l'on retrouve en atlantique et dans la manche. ils vivent dans la zone de balancement des marées.

ils ont une coquille très épaisse et solide. ils peuvent la fermer grace à un opercule corné. ils retiennent ainsi l'eau a l'intérieur.

- on regarde toujours un mollusque par sa face dorsale.

la coquille est un cone enroulé autour de la columelle (axe d'enroulement passant par l'apex et l'ombilic).

l'animal vie dans le dernier tour de spire. plus il y a de tour et plus l'animal est agé. l'apex étant la partie la plus vieille de la coquille.

les larve benthique donnerons des animaux a coquille petite et épaisse. les larves pélagique donnerons des animaux a coquille large et fine.

il y a des strie d'ornementation (perpendiculaire au bord de la coquille) et des strie d'accroissement (parallele au bord de la coquille)

la coquille est secrété par le manteau depuis le bord de la coquille.

le pied secrete du mucus et l'épithélium est cilié.

le muscle columelaire est attaché à la columelle et permet à l'animal de se retracté dans sa coquille.

les yeux sont assez performant et il y a des statocytes dans le pied. l'osphradium sert à la chemoreception.

le manteau est fixé au bord du péristome. il fait un repli et délimite la cavité paléale.

bigorneaux

Bulots
(buccins)



la cavité paléale contient et protège la branchie mais regroupe l'anus et les orifice uro et génitaux.

l'oeil est composé d'un épithélium formant une cornée, un cristallin, une rétine et de l'humeur vitrée.

le système nerveux est composé de ganglions nerveux postérieur et autour de l'oesophage.

ils sont quasi tous paires et relient par des commissures.

les ganglions cérébroïdes innervent les tentacules et les yeux.

ils sont plutôt au-dessus de l'oesophage (réunis de manière dorsale)

les ganglions pleuroïdes innervent le manteau et les muscles columellaires..

il y a un croisement des connectifs au-dessus et au-dessous de l'oesophage.

les ganglions pédiés innervent le pied et sont reliés aux ganglions cérébroïdes et pleuroïdes grâce à des commissures.

il y a donc un triplet droit de ganglions (et gauche forcément).

la commissure des 3 ganglions forme un triangle où les ganglions sont au sommet.

c'est le triangle de Lacaze-Dathiers (fondateur des stations biologiques de Roscoff et Banyuls)

il y a des ganglions buccaux près de la bouche sous l'oesophage. la paire de ganglions viscéraux est jointive.

il n'y a pas de commissure pleurale. mais il y a une boucle pleuro-viscérale.

il y a une pièce cartilagineuse attachée et orientable par des muscles portant la radula. la radula est une pièce cornée sécrétée par la gaine radulaire. elle est continuellement renouvelée et sécrétée.

l'animal broute des algues. le tube digestif est en U et spiralé. il n'y a pas d'étopancréas mais une glande digestive pleine de replis où se fait la digestion.

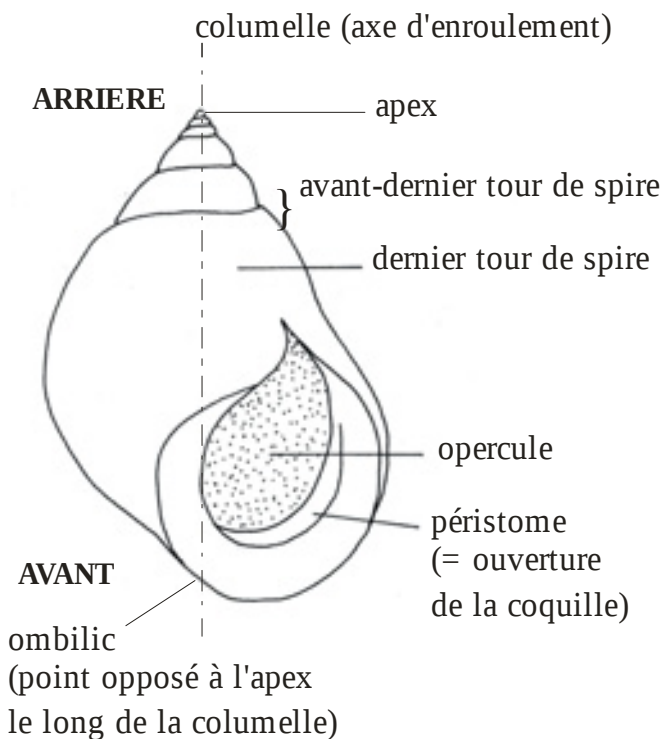
la cavité paléale contient l'osphradium captant les signaux chimiques de l'eau de mer ainsi que la cténidie (ctène = pègne en grec).

le cœur reçoit le sang oxygéné et l'envoie dans le pied.

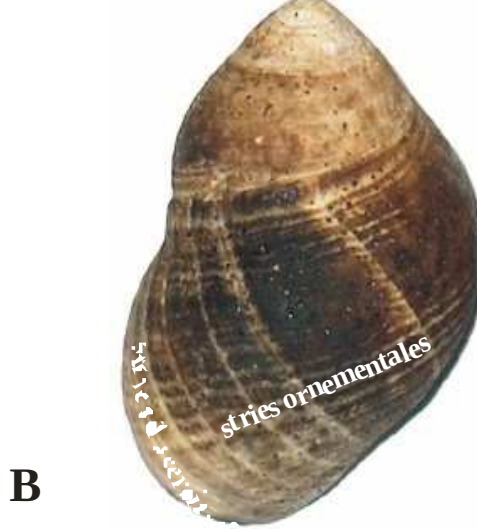
les sexes sont séparés chez la litorine et l'orifice sexuel débouche dans la cavité paléale.

autour du cœur, de la glande génitale et du rein, il y a des arcs coelomiques.

le coelome n'est pas développé et la cavité générale contenant les organes n'est pas du coelome.



A



B

Fig. 1 : La coquille du bigorneau (*Littorina littorea*). A - Dessin de la coquille en vue ventrale. Attention, l'opercule est représenté bien qu'il ne fasse pas partie de la coquille

B - Photo de la coquille en vue dorsale montrant les stries d'accroissement et les stries ornementales. A d'après Fox (2004).

la glande hypobranchiale sert à nettoyer la cténidie. le cœur a un ventricule et une oreillette.
 l'eau passe de l'osphradium à la cténidie puis par les orifices excréteurs et ainsi la cténidie n'est jamais souillée ("l'anus s'ouvre dans les poumons")
 il n'y a qu'un rein, une cténidie alors qu'il est bilatérien.
 il y a un pénis renfermé en gouttière et un sillon génital.
 embryogénèse : à la 3ème division, il y a mise en place de 4 micromères et de 4 macromères. les micromères ont un cytoplasme dépourvu de lipide. les macromères ont plein de lipide.
 à partir du stade 8 cellules, les divisions ne sont plus synchrones et il y a un angle de 45° (division spirale).
 la larve véligère a une symétrie pouvant être perdue secondairement. elle a un velum cilié à l'extrémité (velum=extension pare)
 tous les organes sont mis en place. la larve véligère est planctonique et va se fixer.
 la cavité paléale chez la larve véligère est tournée vers l'arrière. il y a une rotation qui la ramène vers l'avant et il y a une torsion du système nerveux et de la masse viscérale.
 la cavité paléale dirigée vers l'avant est un avantage pour l'arrivée de l'eau et pour laisser une place pour la tête lors du repli.

diversité et évolution :

les aplousophores comptent environ 400 espèces. ils ont une radula et une cavité paléale. et se sont soit des animaux nus soit ils possèdent des spicules calcaires.

les polyplousophores (chitons) possèdent 8 plaques calcaires et peuvent avoir des spicules. il y en a environ 1000 espèces.

**Muscle
columellaire**



**Opercule, fixé
à l'arrière du pied**

la cavité paléale des chitons est un repli autour du pied de l'animal.
les monoplacophores représente environs 25000 espèces qui vivent par 2000 metre de fond. métamérisé ou présence de métamérie ?
les bivalves ont une coquilles en deux valves et sont aquatique (pricipalement marin) il en existe 20000 espèces
les scaphopodes représente 900 espèces.
les gastéropode représente les 3/4 des mollusque
les cephalopodes ont des tentacules homologues au pied des gastéropodes.

il semblerai que les conchifère soit monophylétique .
la coquille est réalisée en 3 couches différente : le périostracum (couche proteique)
l'astracum (CaCO₃ sous forme prismatique et perpendiculaire au periostracum)
l'hypostracum (nacre) sécrété par tout l'épithélium en contact avec l'ostracum

le nautille rempli sa coquille d'un gaz pour avoir une flotabilité nul.
les bivalves ont leur coquilles reliaer par la charnière qui est faite par le périostracum. au repos les deux valves sont ouverte.



pied

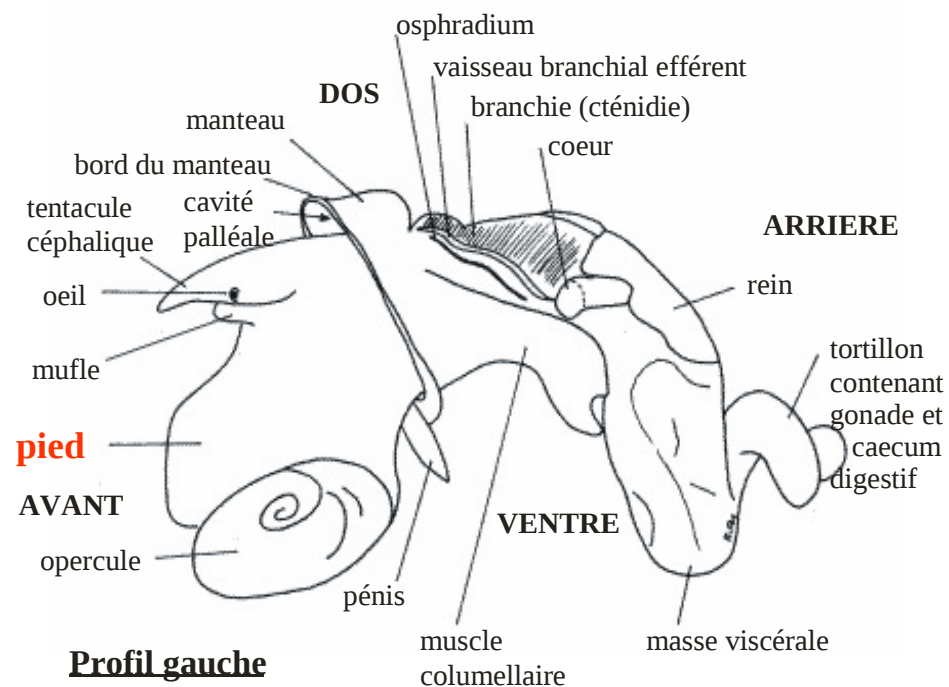


Fig. 2 : Morphologie externe du bigorneau dégagé de sa coquille
L'individu est un mâle. En haut, le côté gauche ; en bas, le côté droit. D'après Fox (2004).

la torsion ferait perdre la symétrie bilatérale au mollusque gastéropode.

les bivalves sont acéphales. le byssus est fait de protéine, la glande byssogène sécrète un liquide dans le sillon pédieux et est déposé sur un rocher. au contact de l'eau de mer le byssus se rigidifie et se densifie.

les branchies ont deux rôles chez les bivalves : respiratoire et nutritif.

tout le long du manteau de certains bivalves il y a des yeux (coquilles saint Jacques).

les bivalves fouisseurs ont un pied musculueux déformable, ils glissent leurs pieds dans le sable, le remplissent alors de lymphes et s'en servent d'encre pour ramener leur corps.

les hétérobranchies ont perdu leur cténidie, ils mangent des cnidaires et digèrent tout sauf les nématocytes qui vont ensuite vers l'épithélium.

la plupart des gastéropodes planctoniques sont des hétéropodes.

il existe des gastéropodes parasites.

chez les toxoglosses, la radula se casse à chaque injection dans une proie.

chez les pulmonés, l'anus et les orifices uro et génitaux sortent de la cavité palléale.

les céphalopodes décapodes sont les seiches et les calmars. ils possèdent 8 tentacules et deux fouets. au repos les fouets sont repliés dans des cavités.

le bec de perroquet permet de briser des coquilles et d'injecter un poison plus ou moins violent.

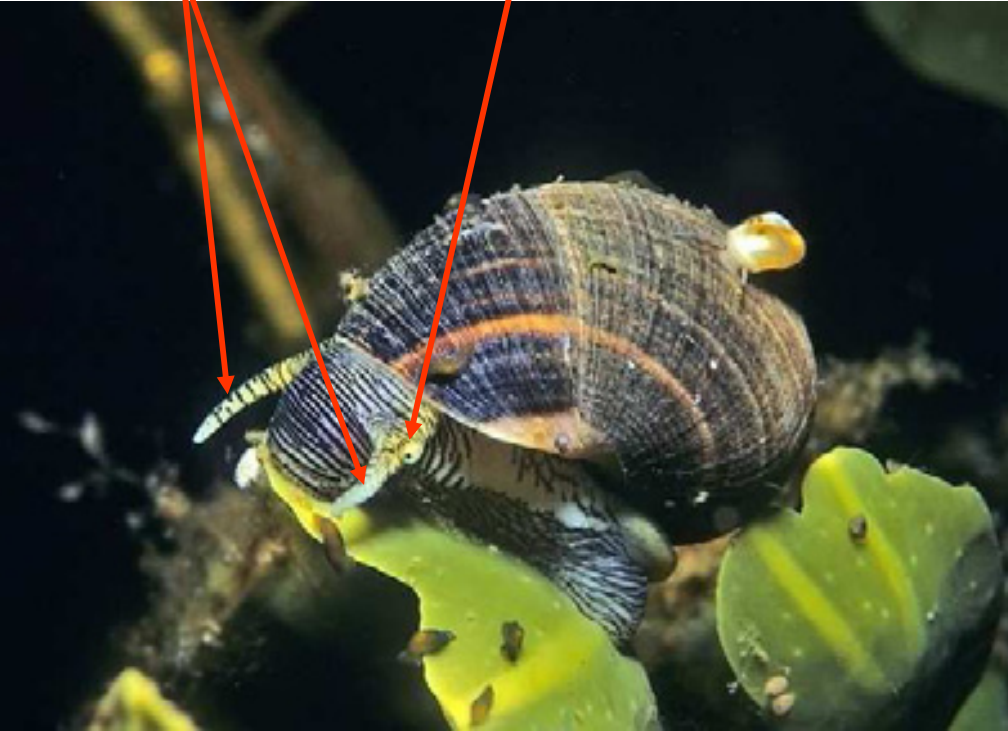
les céphalopodes octopodes sont les pieuvres.

l'os de seiche est homologué au cloisonnement du nautilus. la partie dure est homologuée du periostracum.

la cavité palléale sert au déplacement par contraction et expulsion de l'eau.

**Tentacules
céphaliques**

oeil

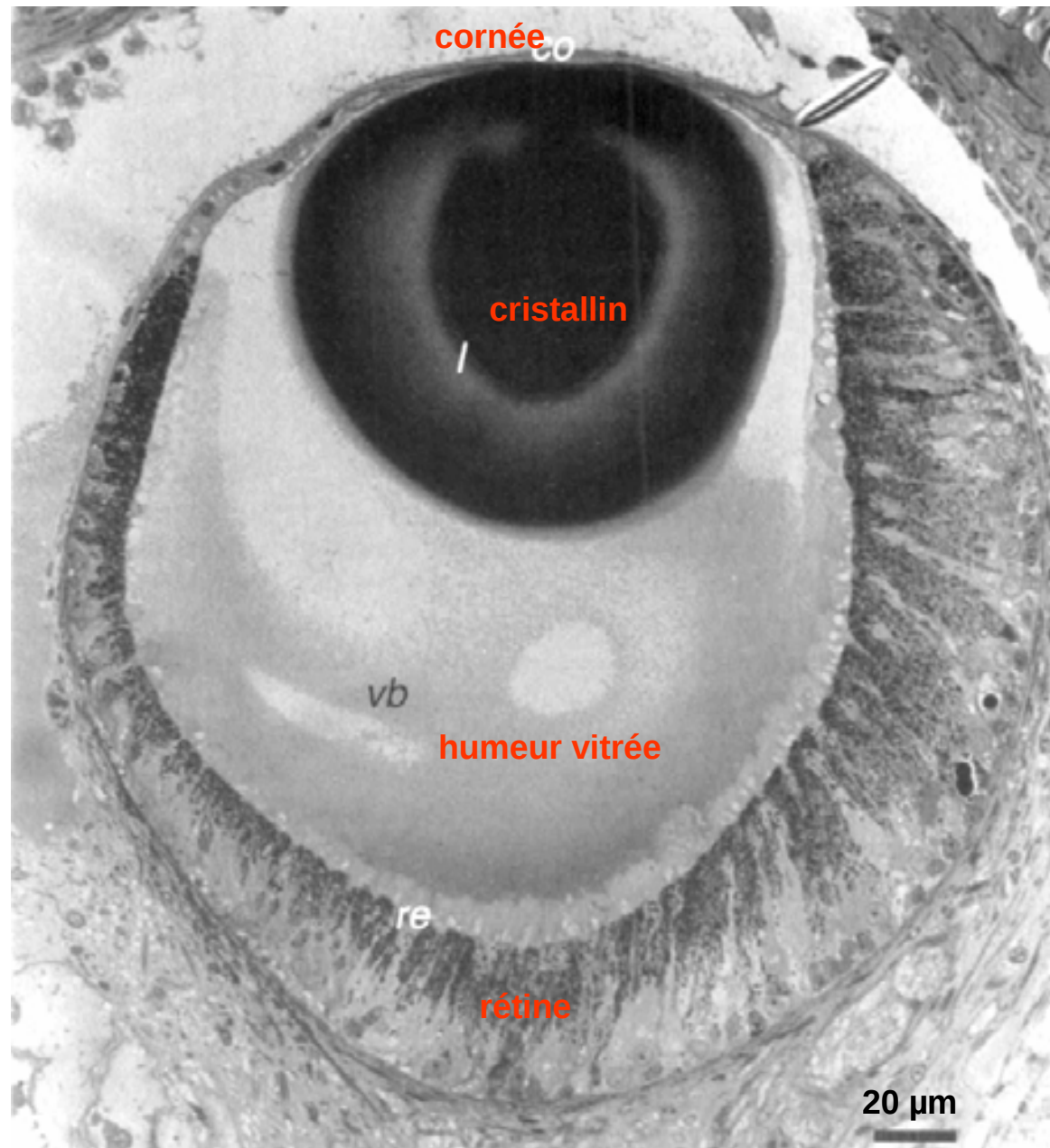


**Tentacule céphalique
+ œil (gros plan)**

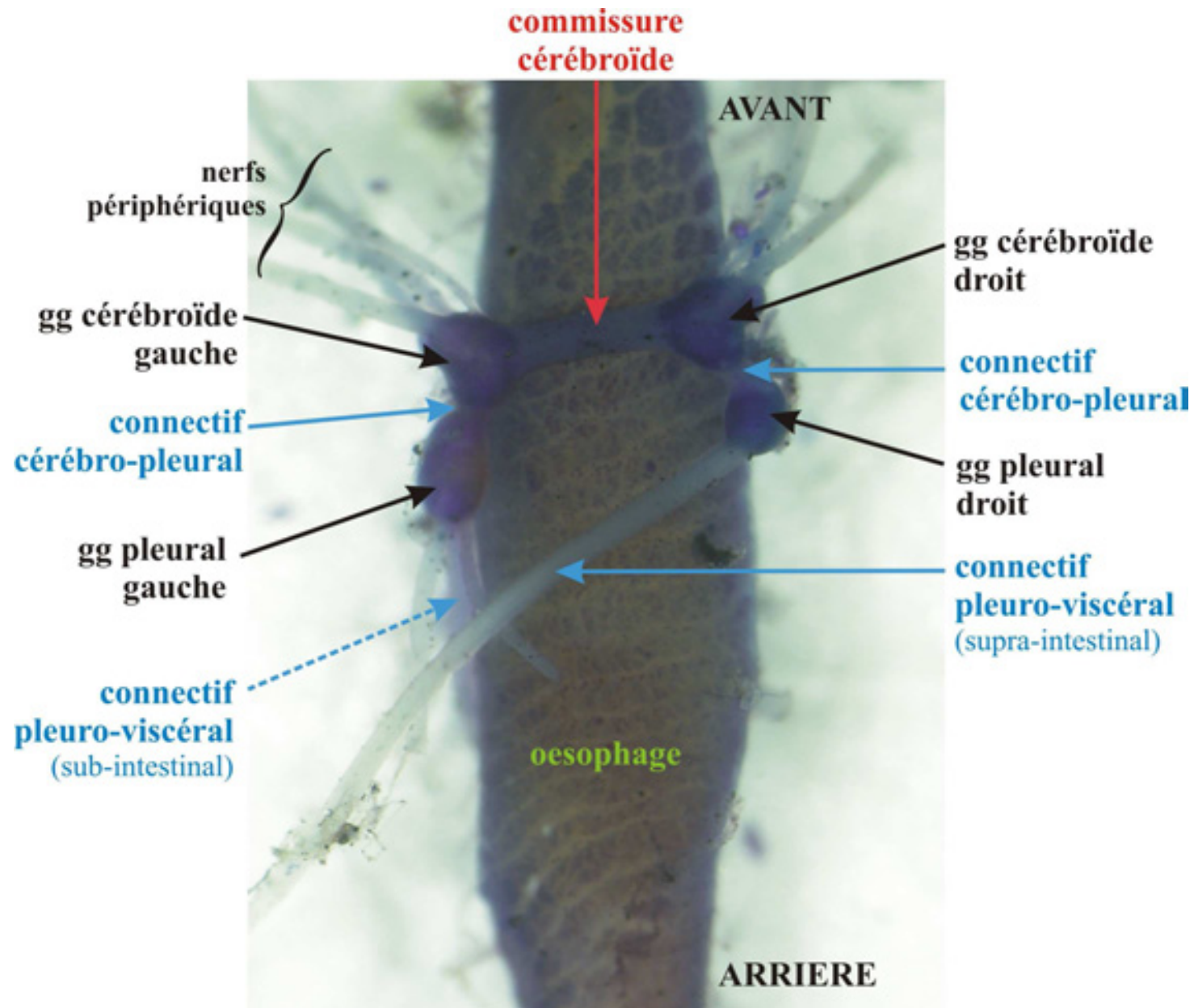
plusieurs neurones fusionnent leurs axones chez les céphalopodes. il y a différentes tailles et diamètres des axones pour compenser l'éloignement de la zone à informer du cerveau et cela permet d'avoir une synchronisation et une contraction simultanée. les céphalopodes ont un système sanguin clos sous pression.

Coupe longitudinale de l'œil du bigorneau

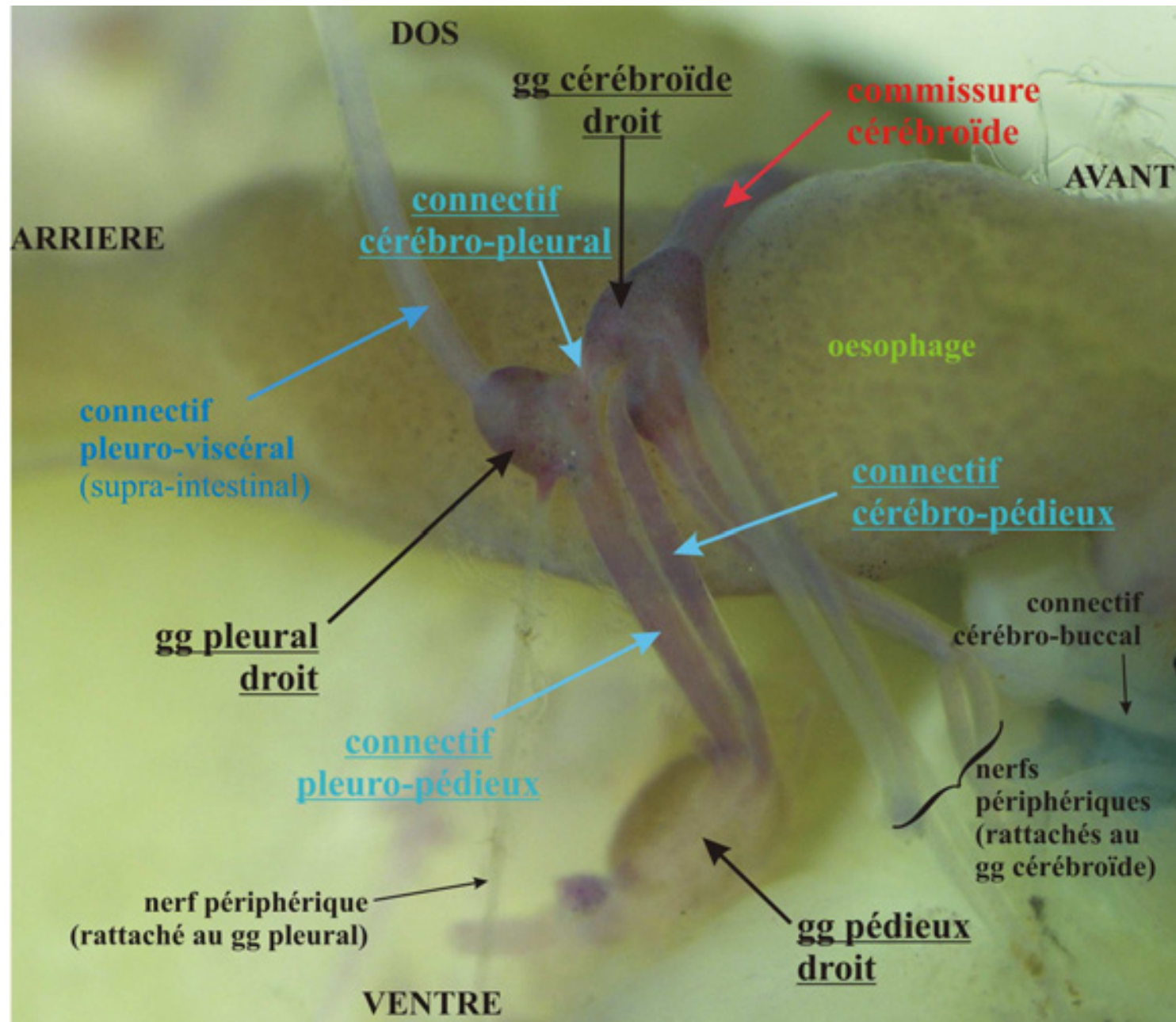
Seyer 1992. J. Exp. Biol. 170: 57-69.



Système nerveux du bigorneau, détail région antérieure, vue dorsale

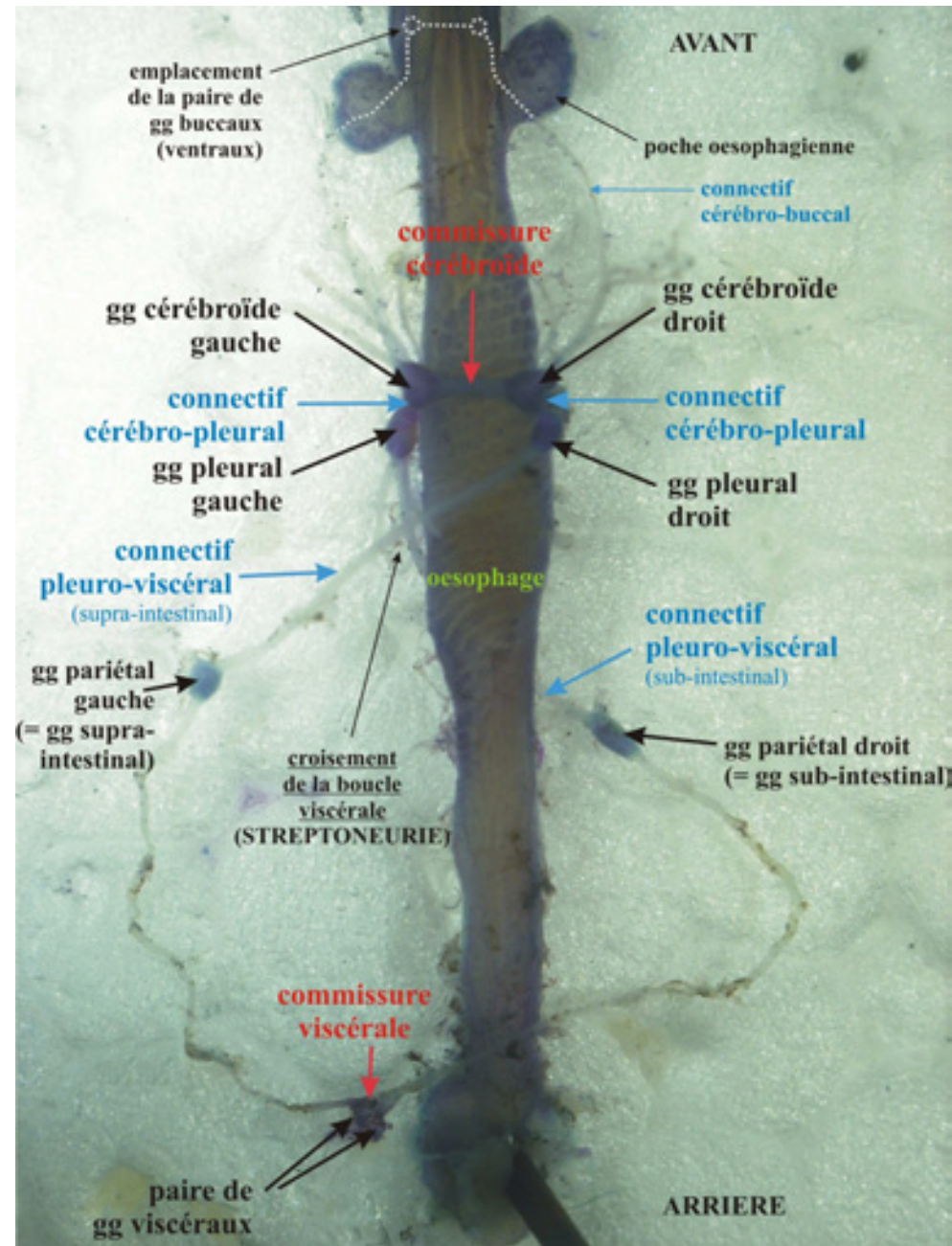


Système nerveux du bigorneau, détail région antérieure, vue de profil



Cf. poly
Fig. 4

Système nerveux du bigorneau, vue générale de la dissection



Cf. poly Fig. 3

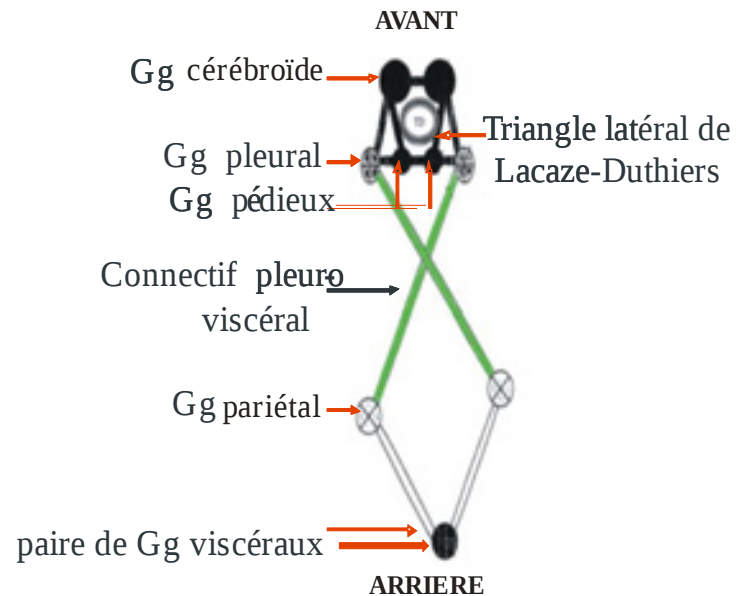


Fig. 5 : Représentation schématique du système nerveux central du bigorneau Remarquer que les connectifs reliant les gg pleuraux aux viscéraux sont croisés (streptoneurie = chiastoneurie).

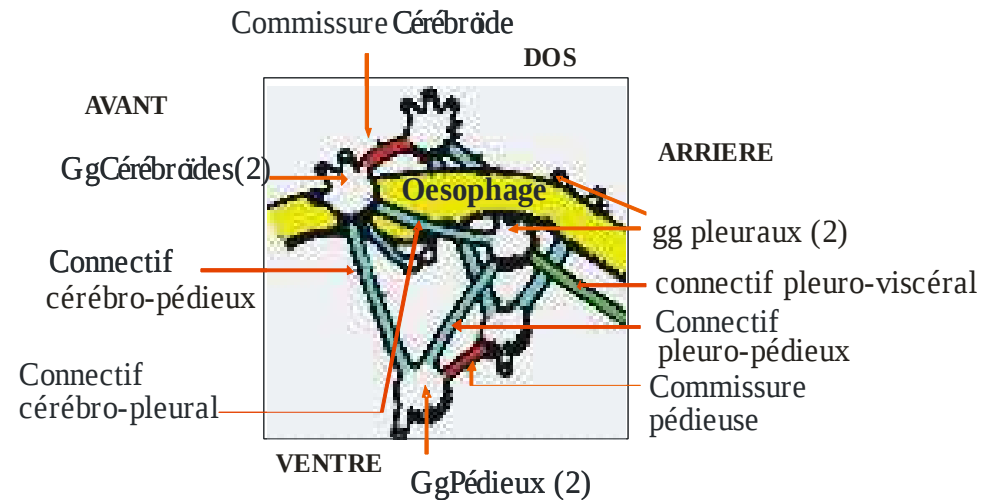


Fig. 6 : Détail en vue latérale de la partie antérieure du SNC d'un gastéropode.

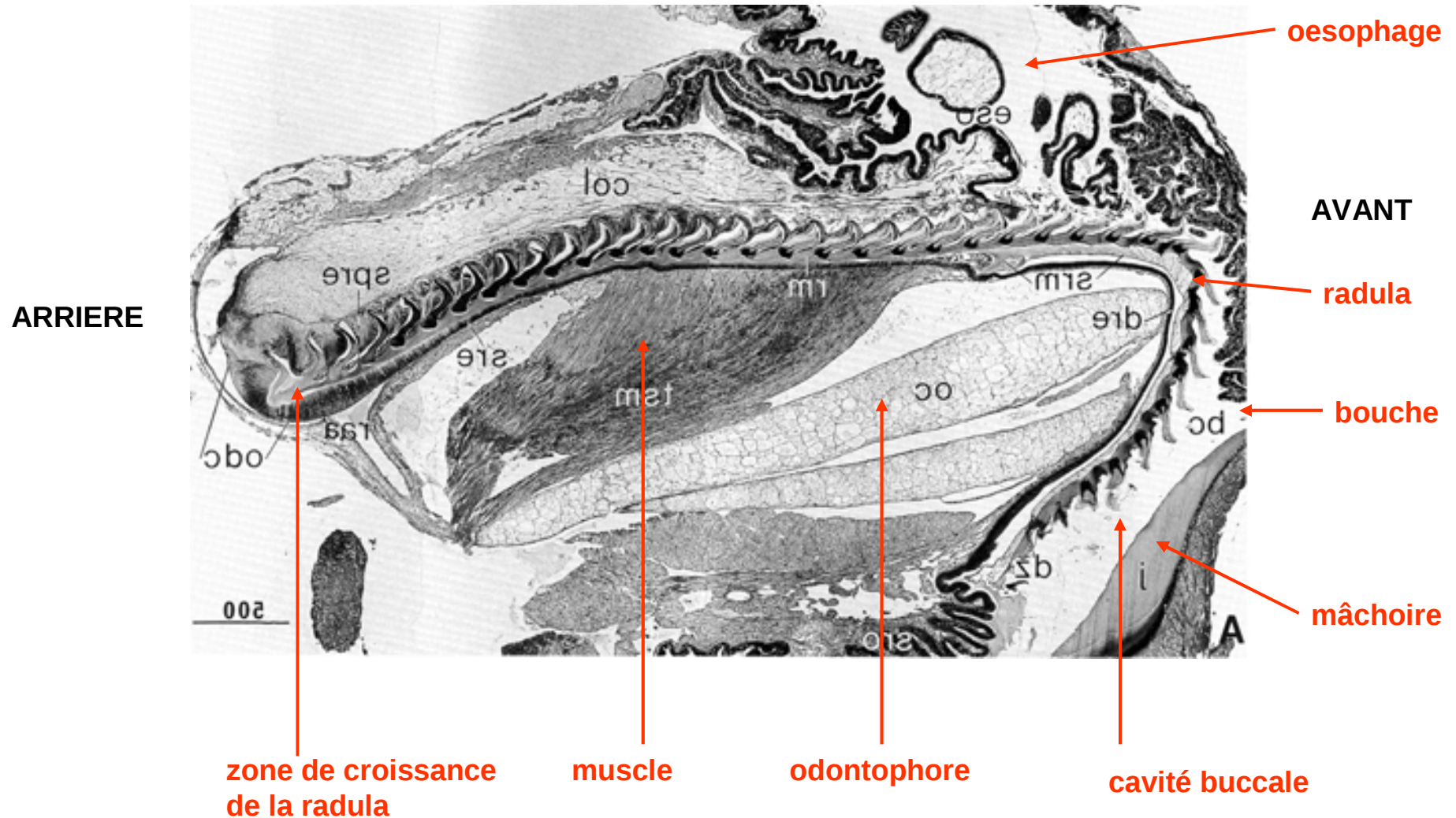
Remarquer l'absence de commissure pleurale

Fonctionnement de la radula (film)



La radula en coupe longitudinale au M.E.T.

DOS



VENTRE

(*Pomacea bridgesi*. Voltzow 1994. Chap. 4. Prosobranchia in Microscopic Anatomy of Invertebrates. Wiley-Liss, Inc.)

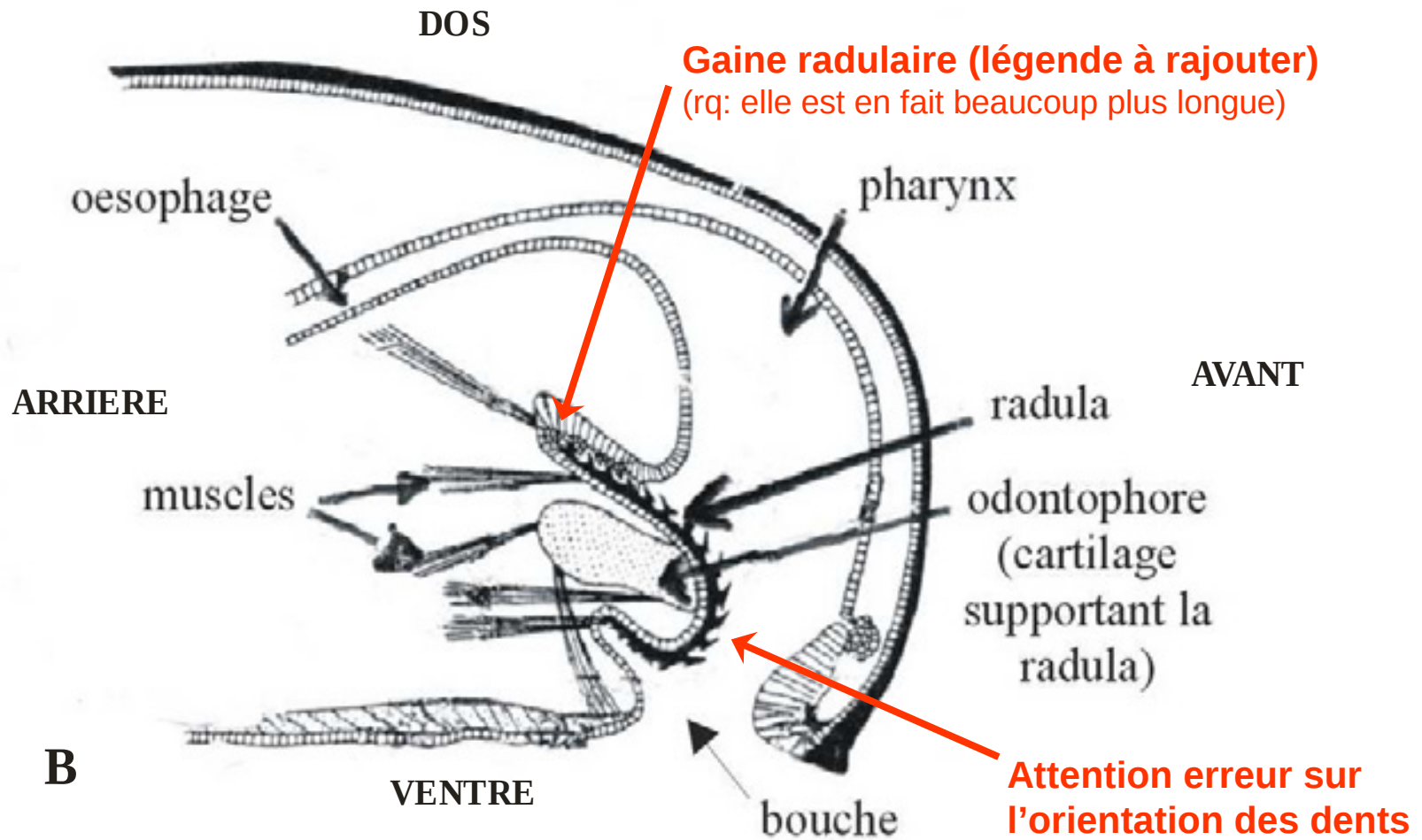
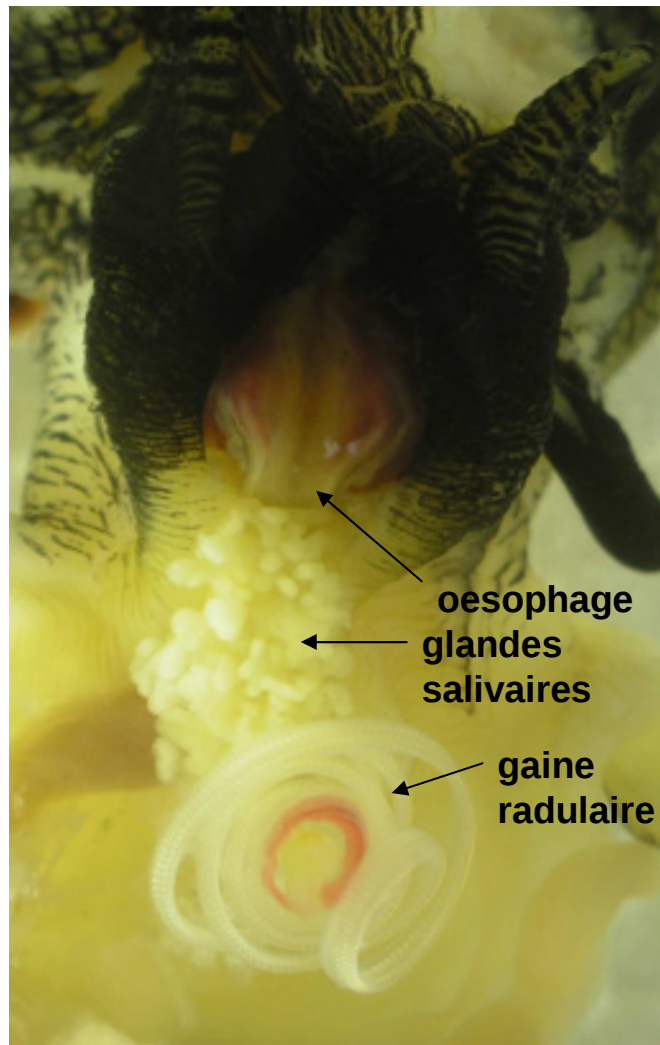
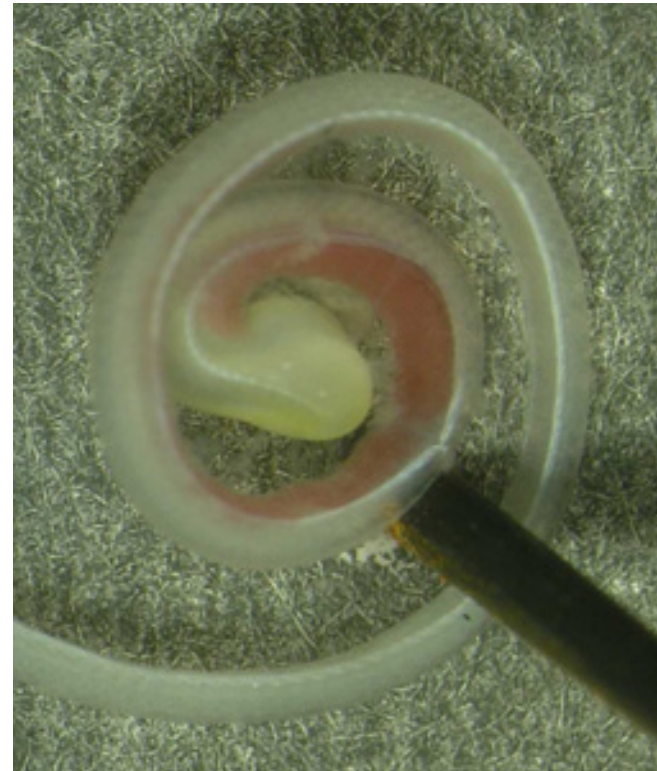


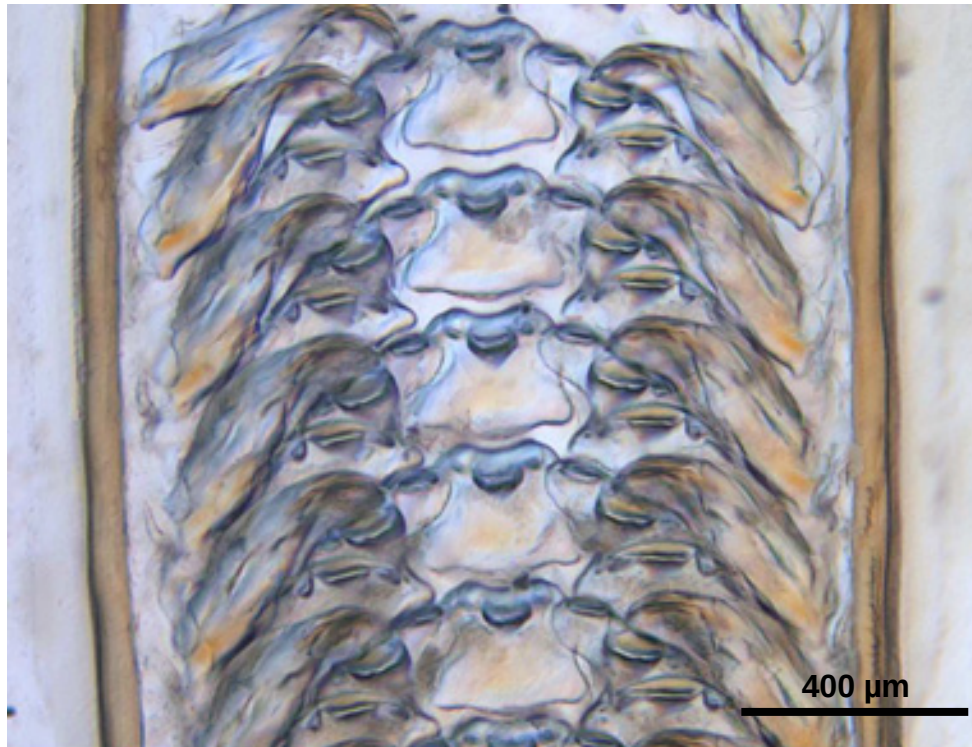
Fig. 7B



La gaine radulaire
(après ouverture de la cavité générale)



**Extrémité de la gaine radulaire
avec zone de croissance de
la radula**



Disposition des dents sur la radula du
bigorneau

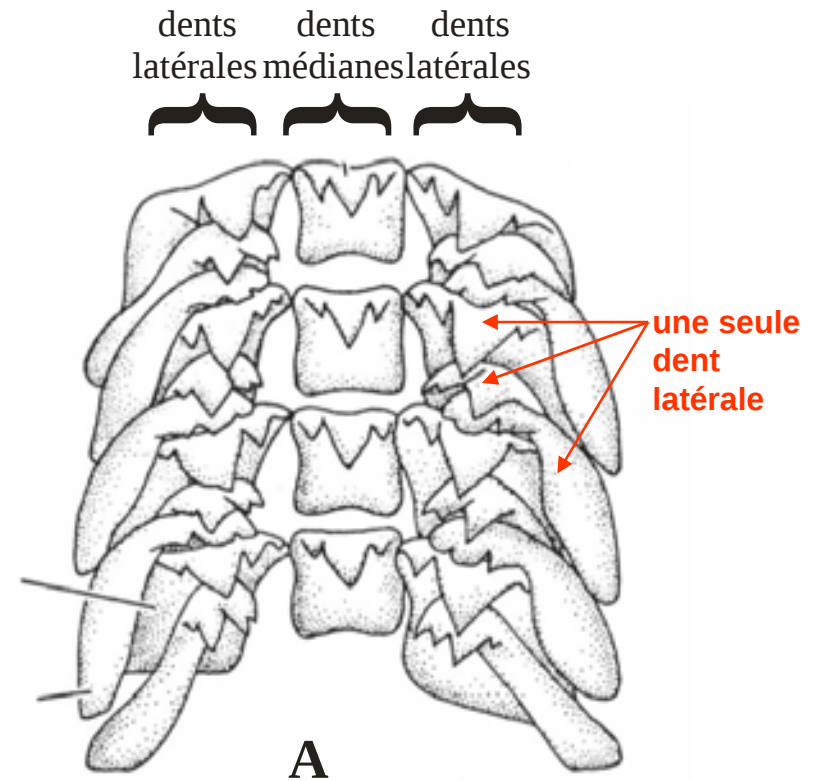


Fig. 7A

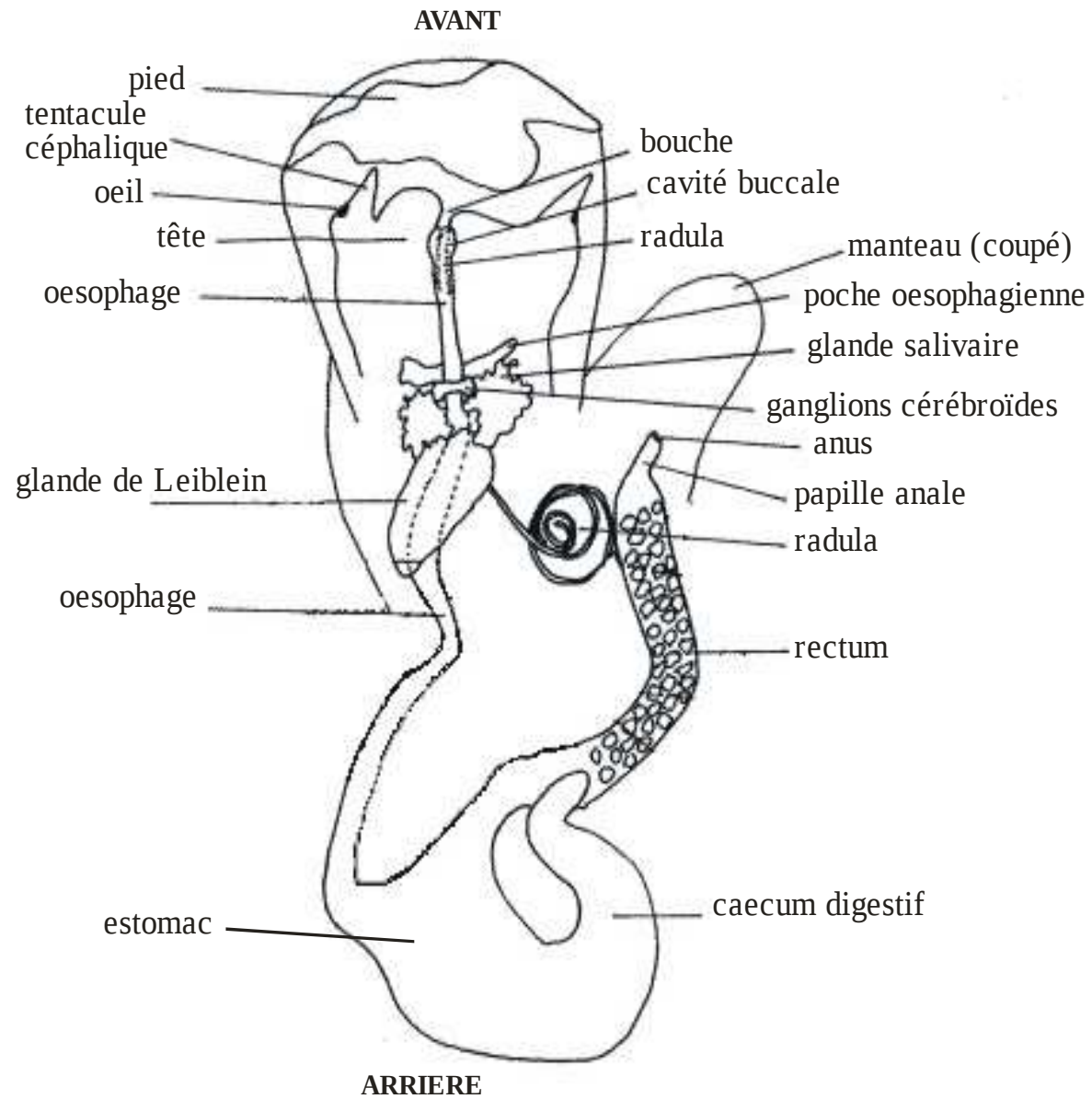
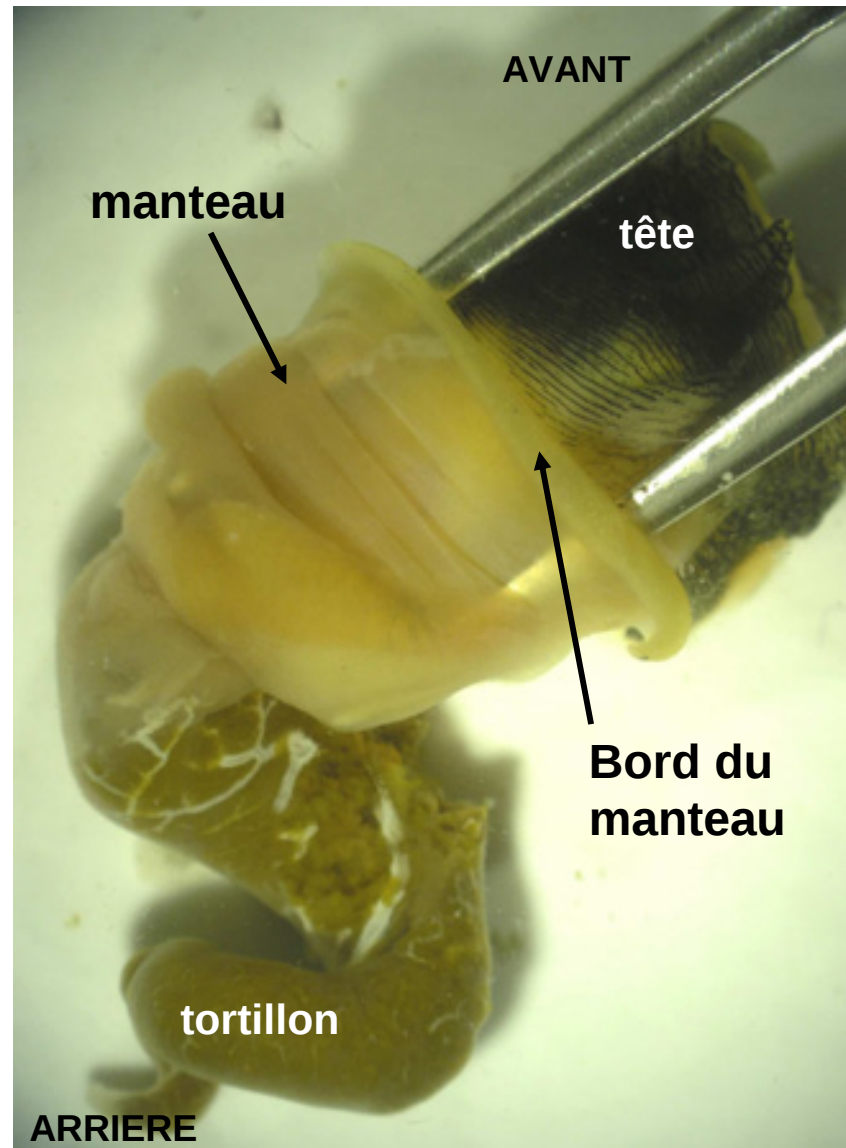


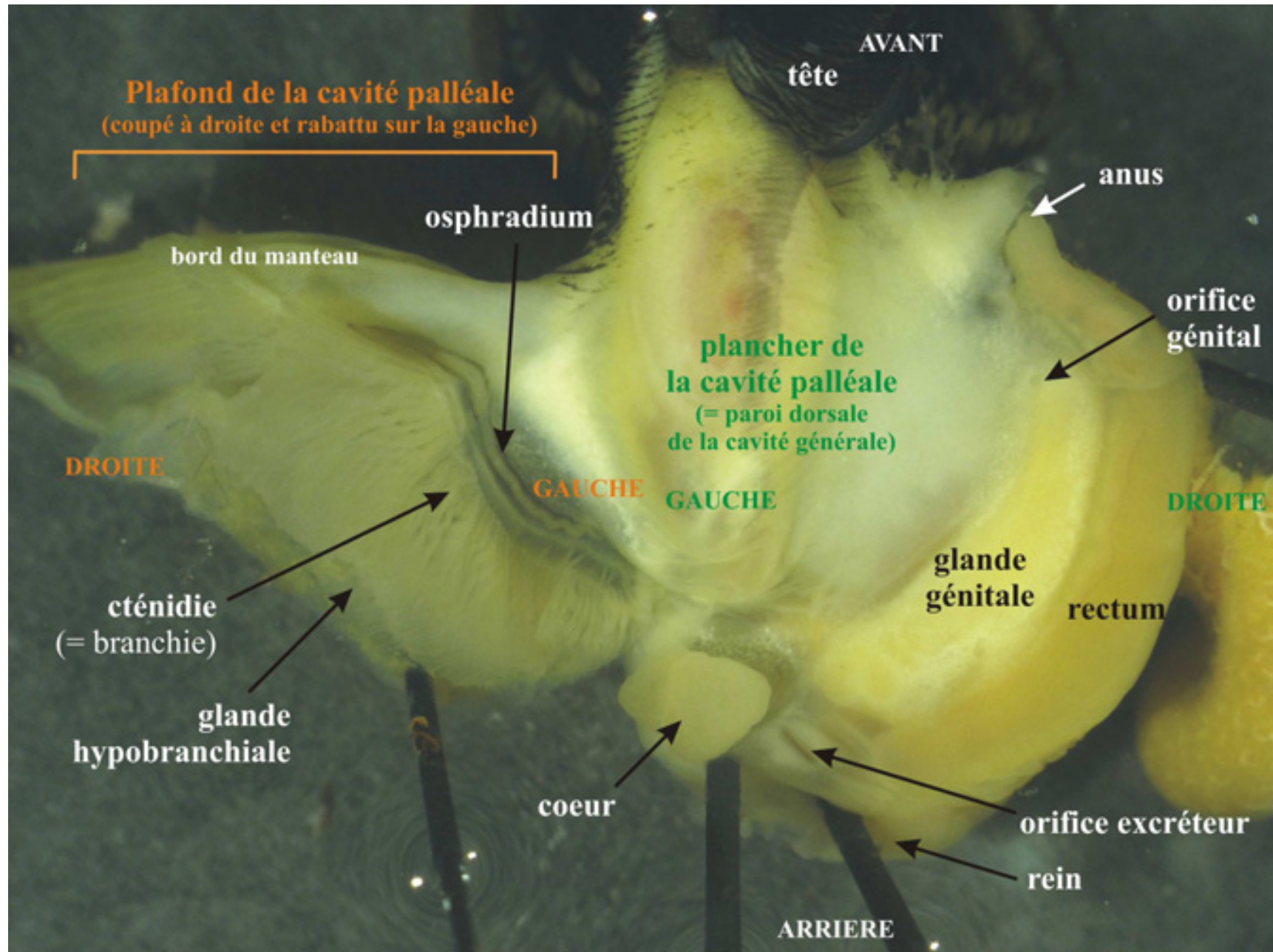
Fig. 8 : Dessin de dissection de l'appareil digestif du bigorneau.
Modifié d'après Fox (2004).



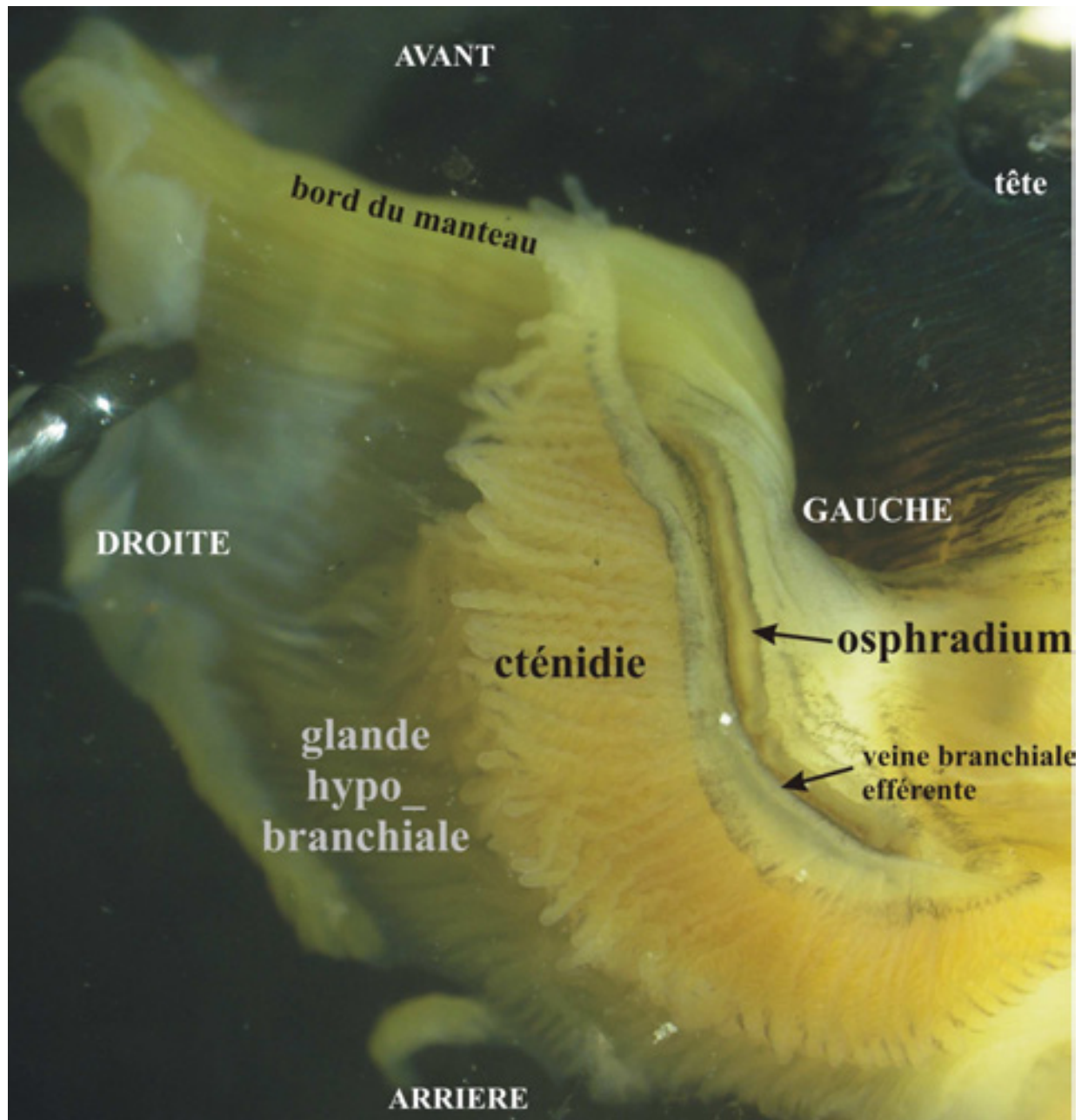
Bigorneau extrait de la coquille ; mise en évidence de la cavité palléale

Organisation de la cavité palléale (*Littorina littorea*, femelle)

cf. poly Fig. 9A



Vue rapprochée du plafond de la cavité palléale (*Littorina littorea*)



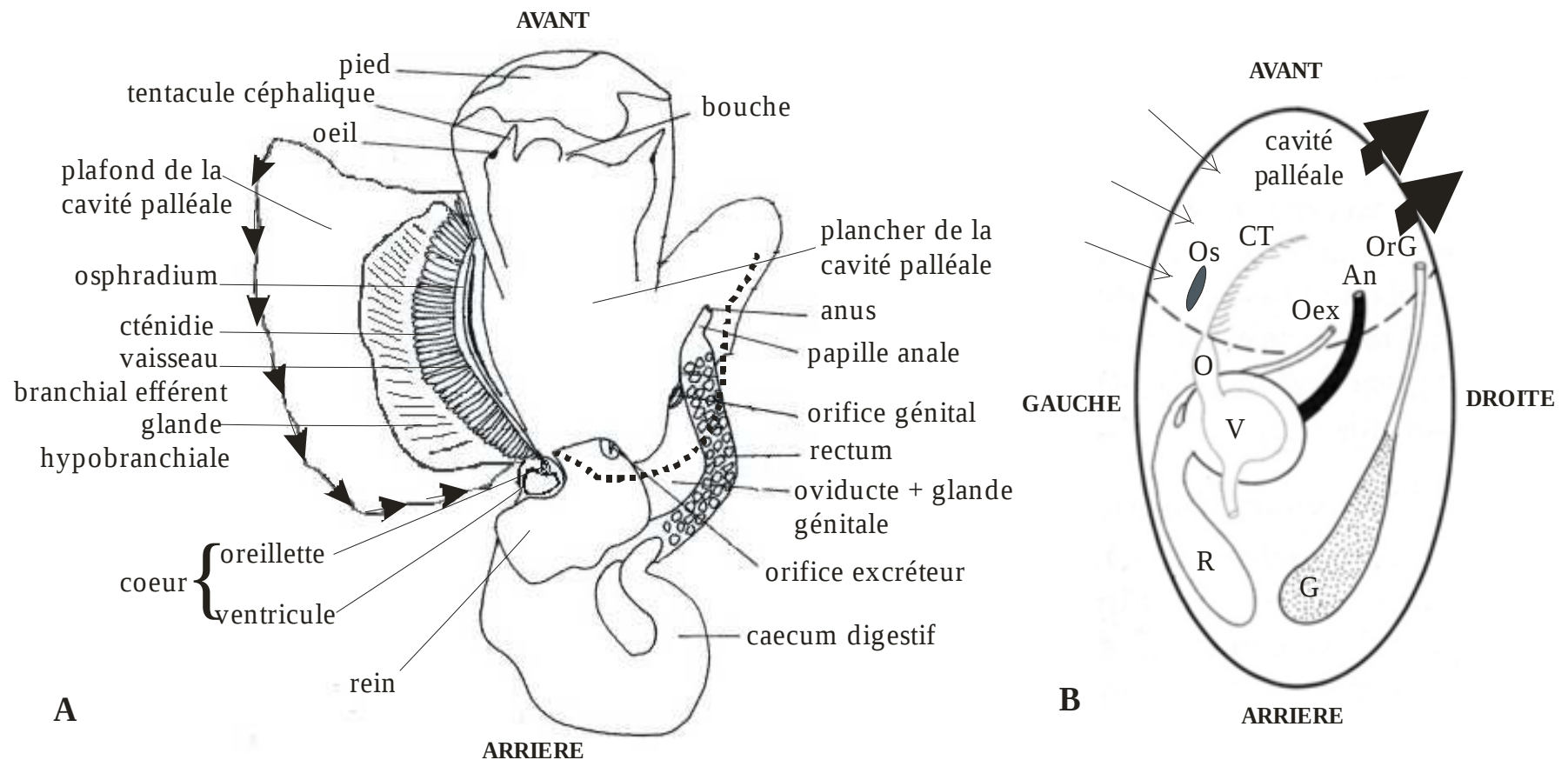
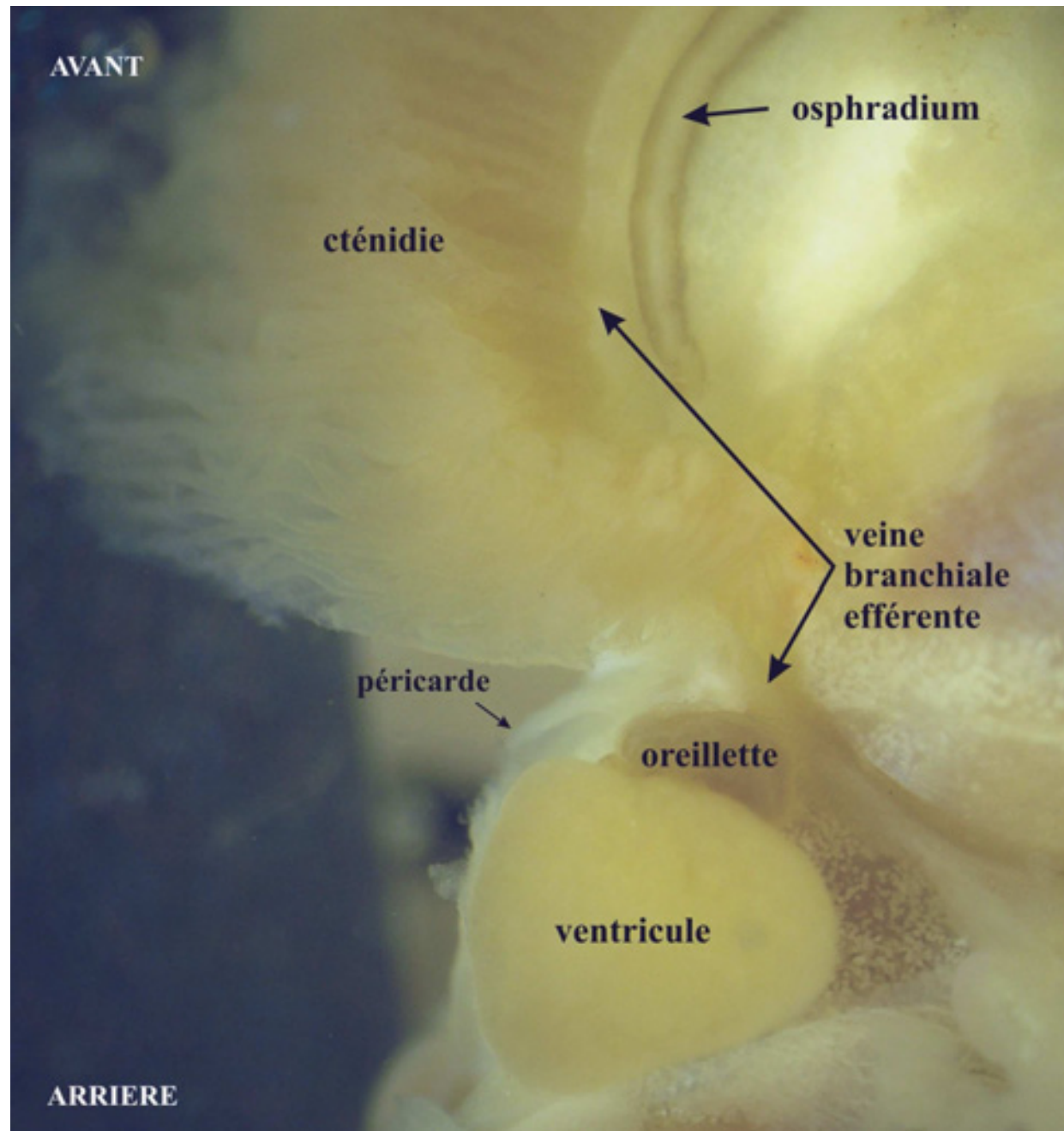


Fig. 9 : La cavité palléale du bigorneau. A - Dessin d'une dissection. La paroi de la cavité palléale a été incisée sur la partie droite et le plafond de la cavité palléale ainsi libéré a été rabattu sur la gauche. Les flèches matérialisent le bord coupé du manteau ; les pointillés délimitent l'extension (avant l'incision) de la cavité palléale vers l'arrière et vers la droite. B - Schéma fonctionnel de la cavité palléale. Les flèches fines indiquent le courant d'eau entrant dans la cavité palléale ; les flèches épaisses le courant sortant. An : anus; CT : cténidie; G : gonade; O : oreillette; Oex : orifice excréteur; OrG : orifice génital; Os : osphradium; R : rein; V : ventricule. A, modifié d'après Fox (2004); B d'après Brusca & Brusca (2003).

Le cœur du bigorneau



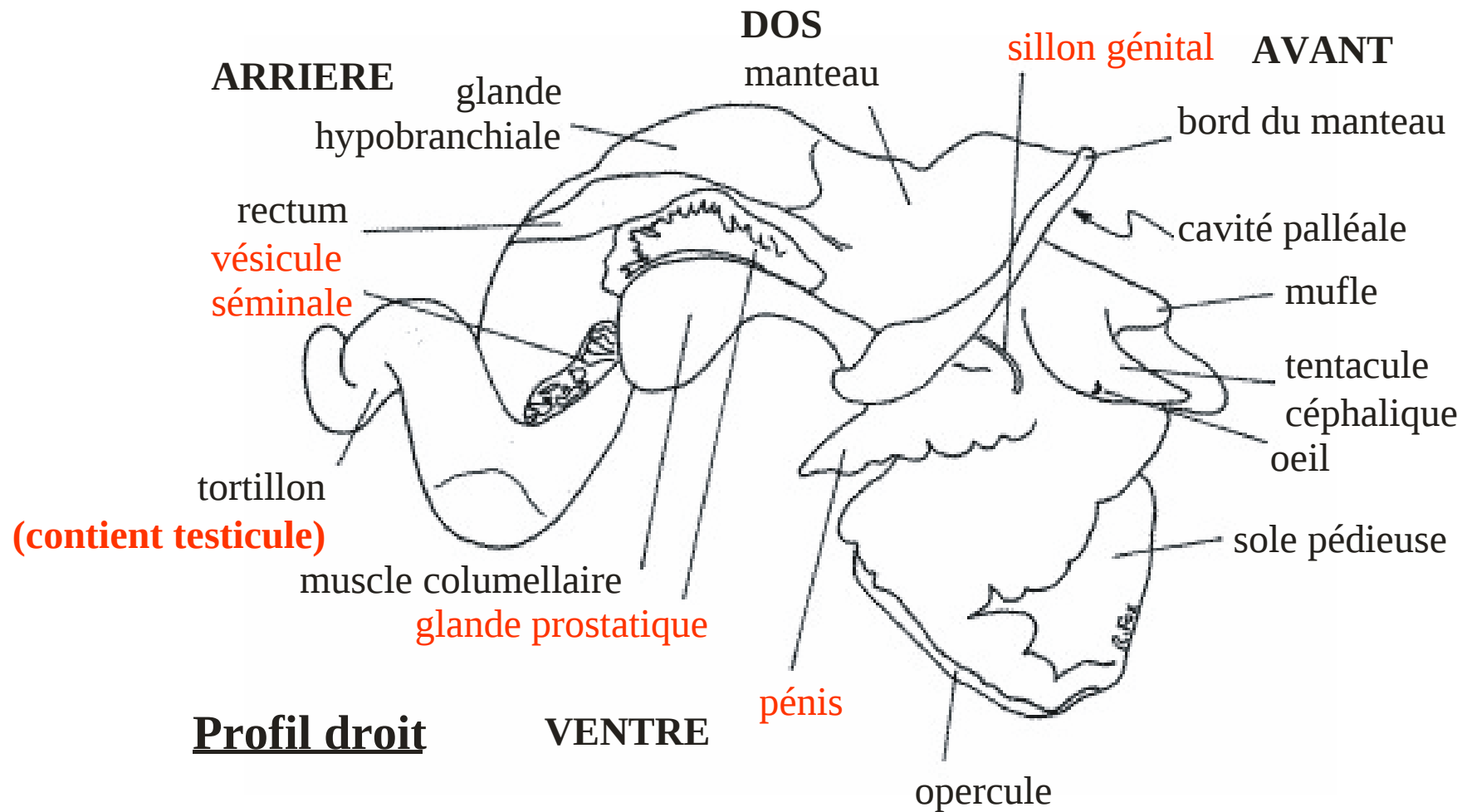


Fig. 2 : Morphologie externe du bigorneau dégagé de sa coquille.

L'individu est un **mâle**. En haut, le côté gauche ; en bas, le côté droit. D'après Fox (2004).

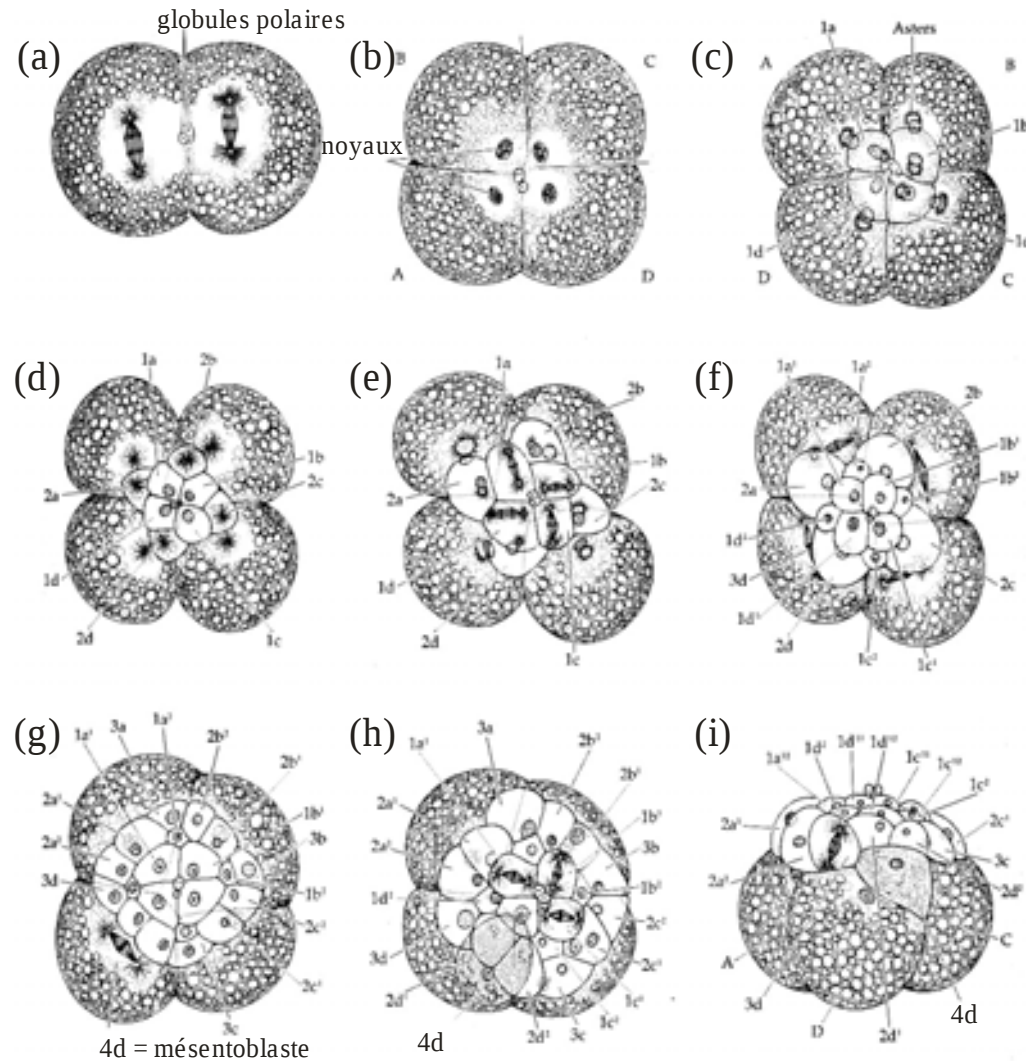


Fig. 10 : Premières étapes du développement (clivage de l'embryon) chez le gastéropode *Crepidula fornicata*.

Tous les embryons sont vus du pôle animal. On a ici une belle illustration d'un **clivage de type spiral**. Le mésentoblaste (ou blastomère 4d) donnera la majeure partie du mésoderme. D'après Collier (1997).

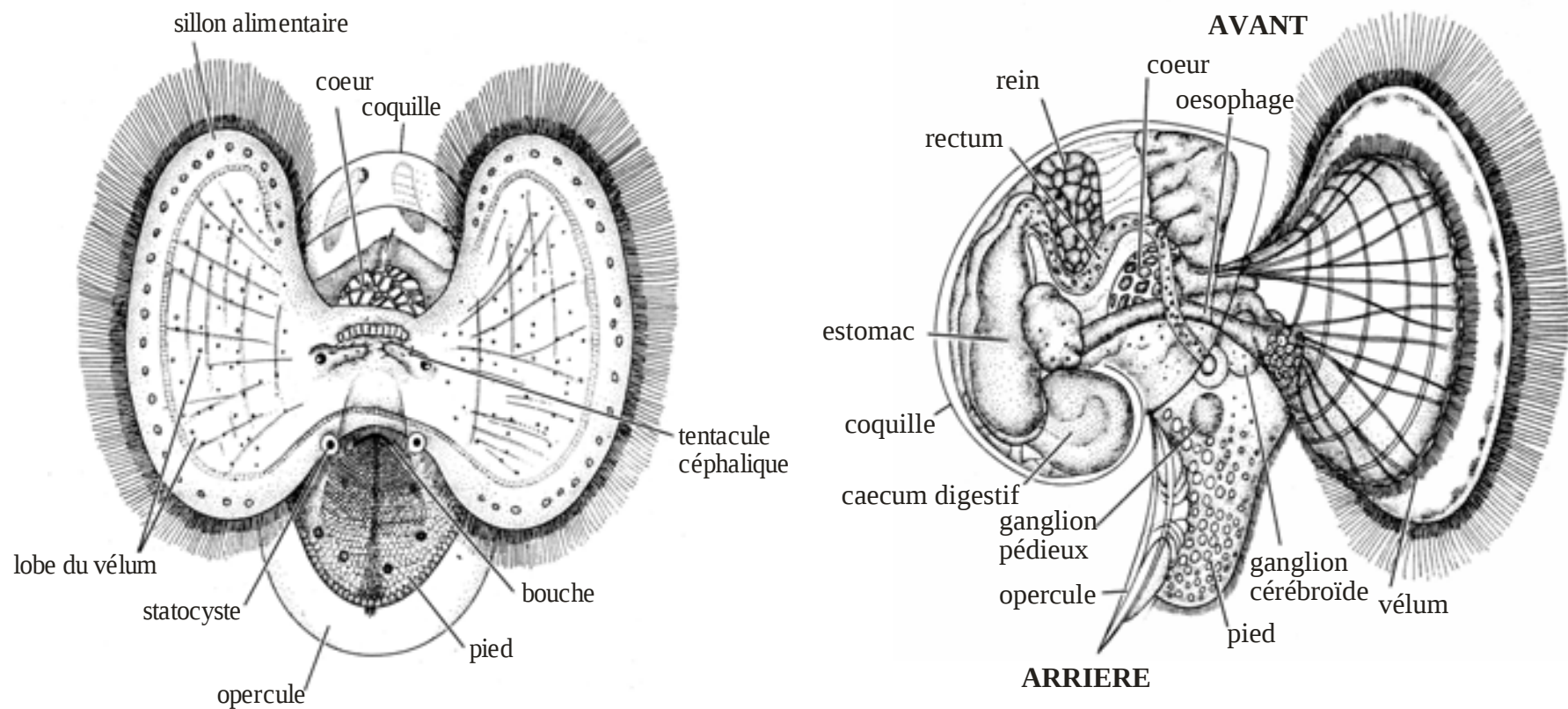


Fig. 11 : Larve véligère du gastéropode *Crepidula fornicata*. En haut, vue de face. En bas, vue de profil.
D'après Brusca & Brusca (2003).

Larves véligères de gastéropode (film)



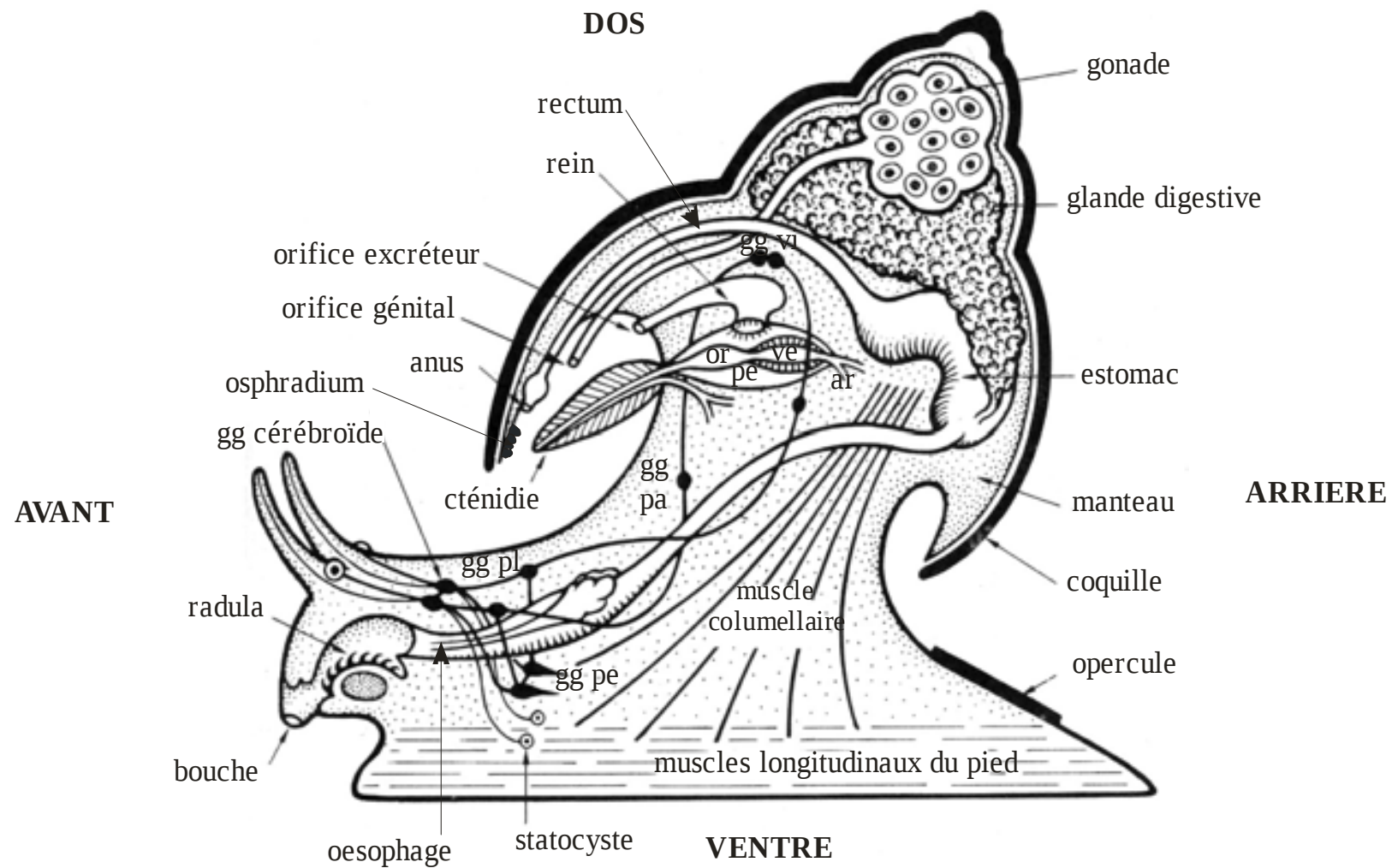
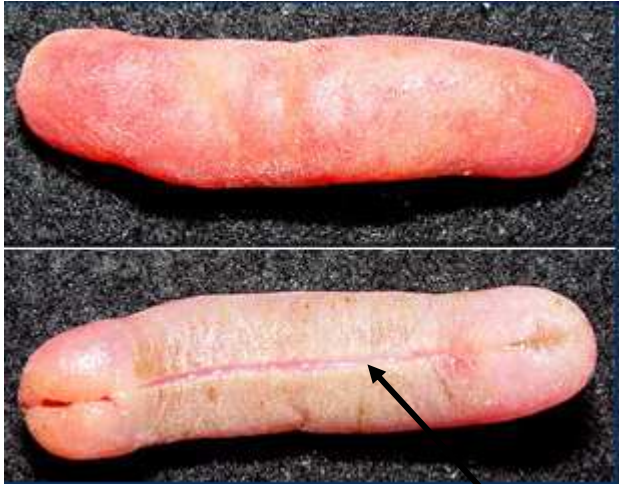


Fig. 12 : Schéma récapitulatif de l'organisation du bigorneau. ar : aorte ; gg pa : ganglion pariétal ; gg pe : ganglion pédieux ; gg pl : ganglion pleural ; gg vi : ganglions viscéraux ; or : oreillette ; pe : péricarde ; ve : ventricule. D'après Pearse & Buchsbaum (1987).

Les aplacophores (*Aplacophora*)



Neomenia yamamotoi
Golf d'Alaska, 11 cm.

Sillon pédieux



Chaetoderma nitidulum
(env. 4 cm)



Image au M.E.B.
montrant le
squelette de
spicules calcaires

(*Eleutheromenia* sp.)



Fig. 13 : Un exemple d'aplacophore.
Kruppomenia minima. D'après Brusca & Brusca
(2003).

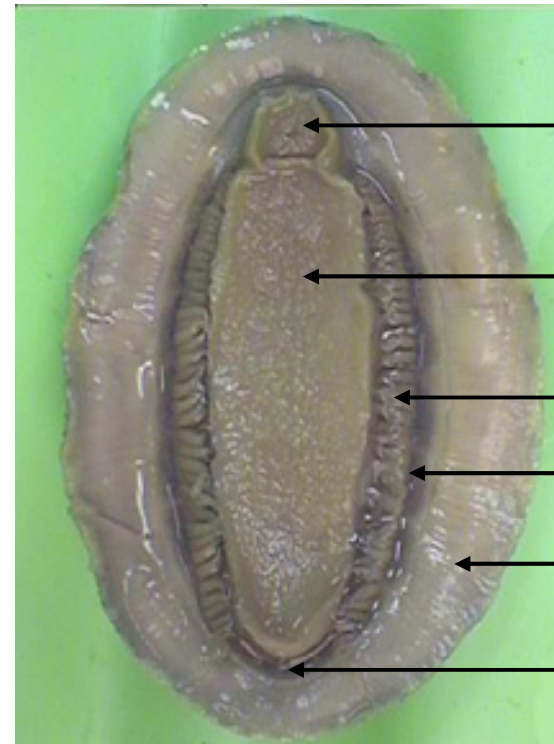
Les polyplacophores ou chitons (*Polyplacophora*)



8 plaques

spicules

Face dorsale



bouche

pied

cténidies

cavité palléale

manteau

anus et orifices
excréteurs

Face ventrale

Les polyplacophores ou chitons (*Polyplacophora*)

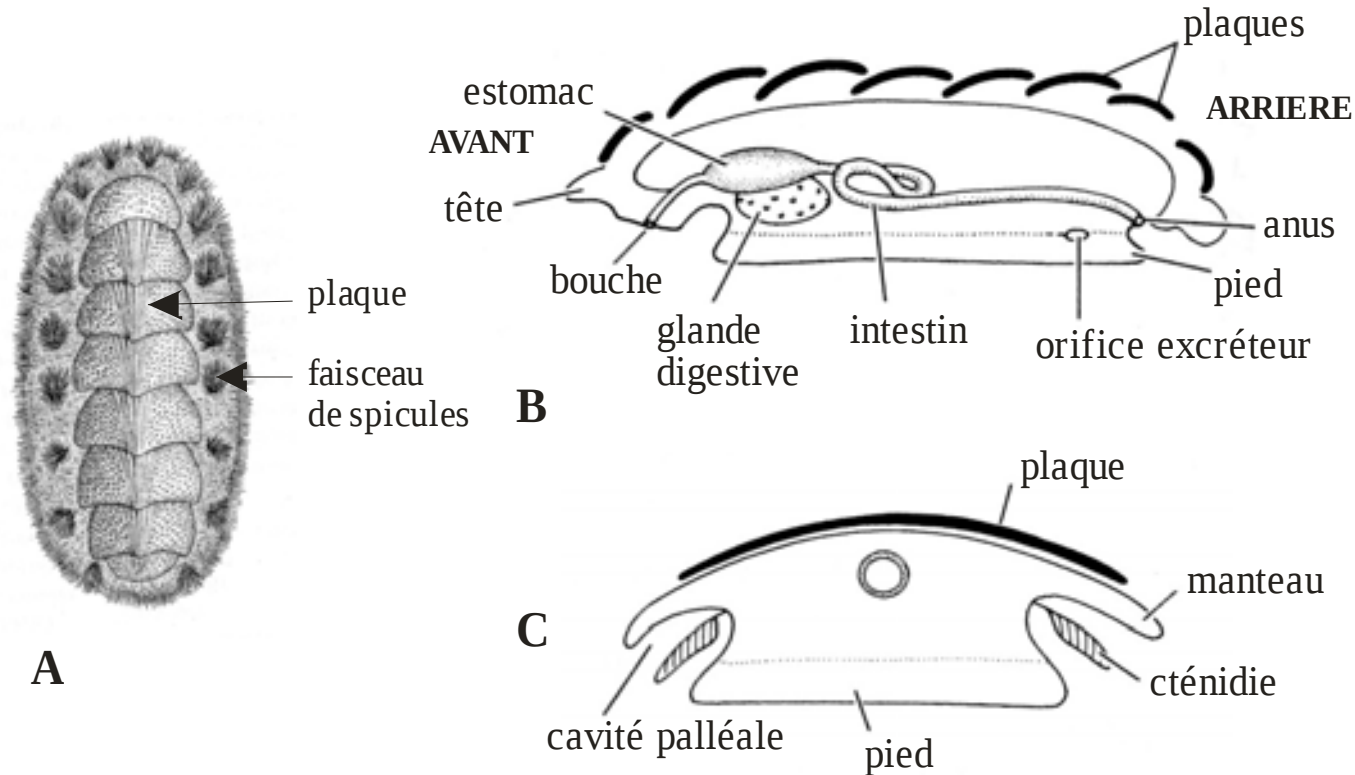


Fig. 14 : Les polyplacophores (= chitons). A - un exemple de chiton, *Acanthochitona* sp. B - Schéma en vue longitudinale de l'organisation des polyplacophores. C - Schéma en coupe transversale de l'organisation des polyplacophores. Attention, dans le plan de coupe du schéma C on ne voit qu'une paire de cténidies, mais en fait il en existe de nombreuses paires le long de la cavité palléale, située de chaque côté du pied. D'après Brusca & Brusca (2003).

Les monoplacophores (*Monoplacophora* ou *Tryblidia*)

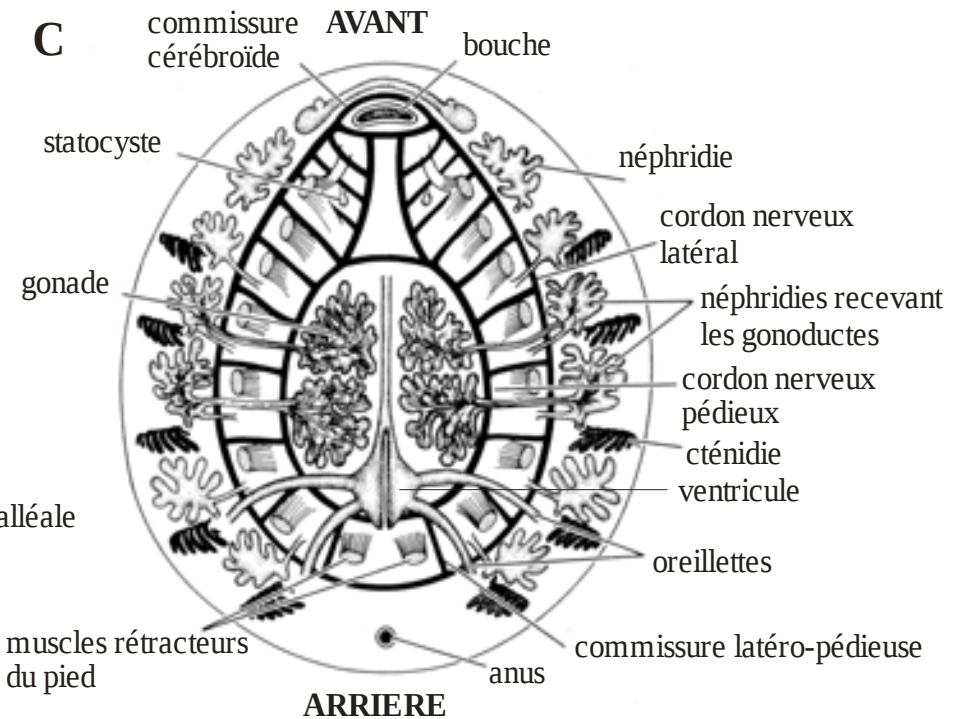
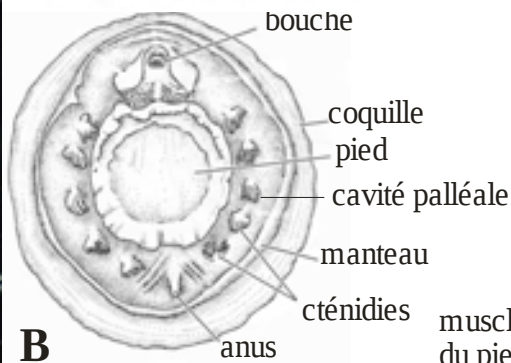


Fig. 15 : Les monoplacophores. A et B - morphologie externe de *Neopilina galathaea*, en vue dorsale (A) et en vue ventrale (B). L'extrémité antérieure est en haut. C - Schéma de l'organisation d'un monoplacophore. D'après Brusca & Brusca (2003).

Laevipilina hyalina

Les bivalves (*Bivalvia*)



Moule
(*Mytilus edulis*)



Coquille St Jacques
(*Pecten maximus*)



Palourde
(*Ruditapes decussatus*)

Les scaphopodes (*Scaphopoda*)



Coquilles de dentale
(*Dentalium* sp.)

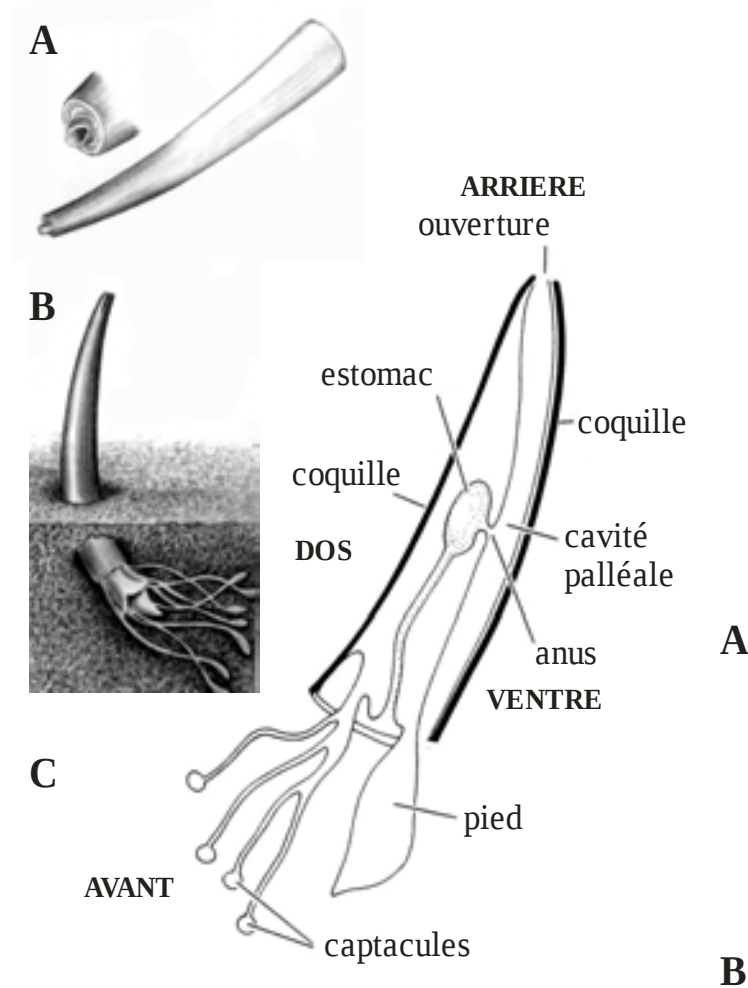


Fig. 16 : Les scaphopodes. A - Coquille (vide) de *Dentalium* sp. L'agrandissement montre l'orifice situé à l'arrière de la coquille. B - Un scaphopode en position de vie. C - Schéma de l'organisation d'un scaphopode. C d'après Brusca & Brusca (2003).

Les gastéropodes (*Gastropoda*)

Ce n'est pas une fote d'orthographe



Le bigorneau !



Coquille de l'ormeau
(*Haliotis tuberculata*)



**Etrange gastéropode
planctonique** (*Carinaria* sp.)



Un nudibranche
(*Chromodoris elizabethina*)



Un escargot
(*Cepea nemoralis*)

Les céphalopodes (*Cephalopoda*)



Nautilé
(*Nautilus pompilius*)



Calmar
(*Loligo vulgaris*)



Pieuvre ocellée
Récifs du Pacifique;
Morsure mortelle
(*Hapalochlaena* sp.)

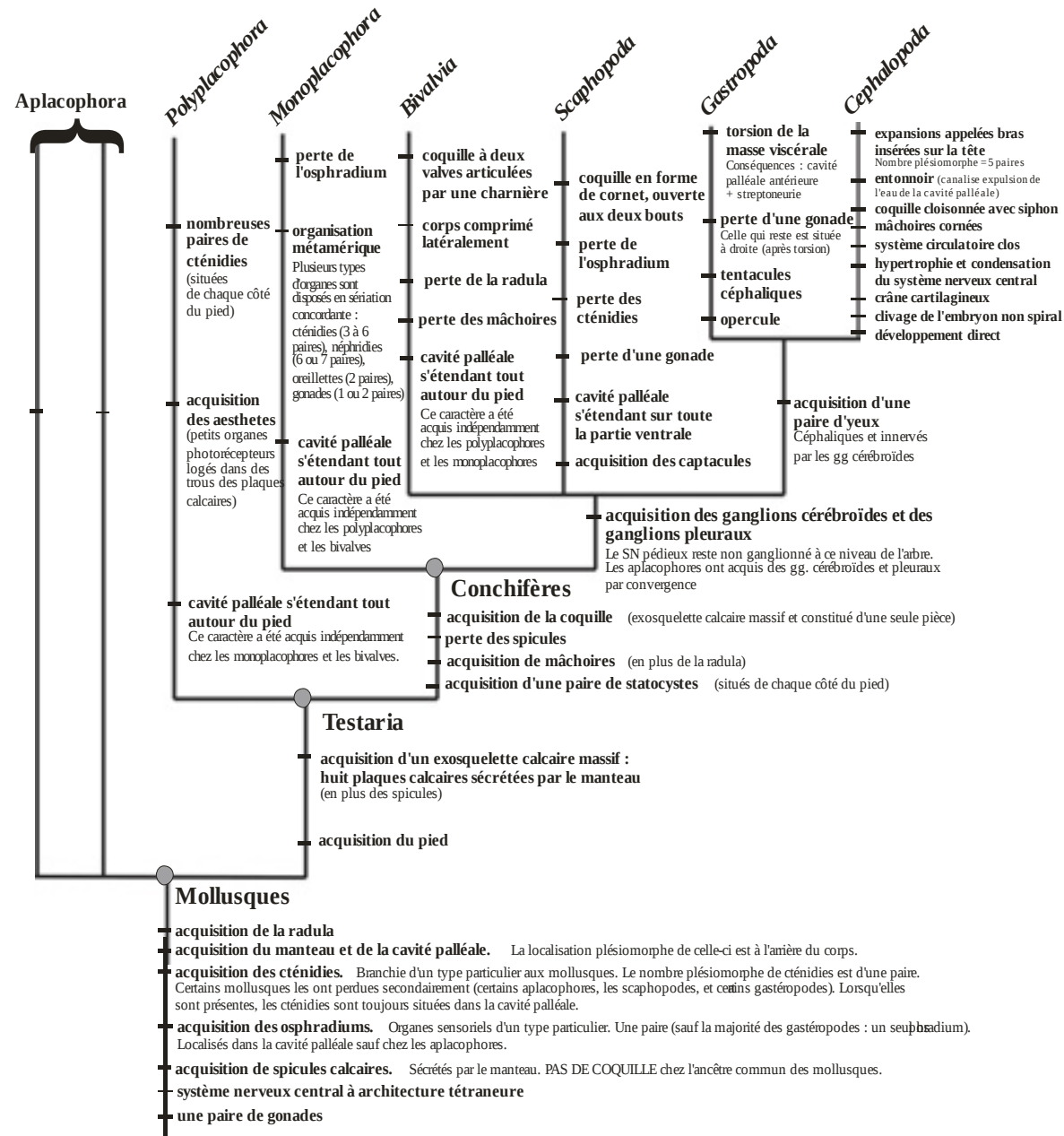


Fig. 18 : Relations phylogénétiques entre les classes de mollusques et évolution des principaux caractères anatomiques. Il s'agit d'une hypothèse parmi d'autres, la phylogénie et l'évolution des mollusques restant très discutées. Cet arbre est issu de l'analyse cladistique des caractères morpho-anatomiques. Principales références : Salvini-Plawen & Steiner (1996), Haszprunar (2000).

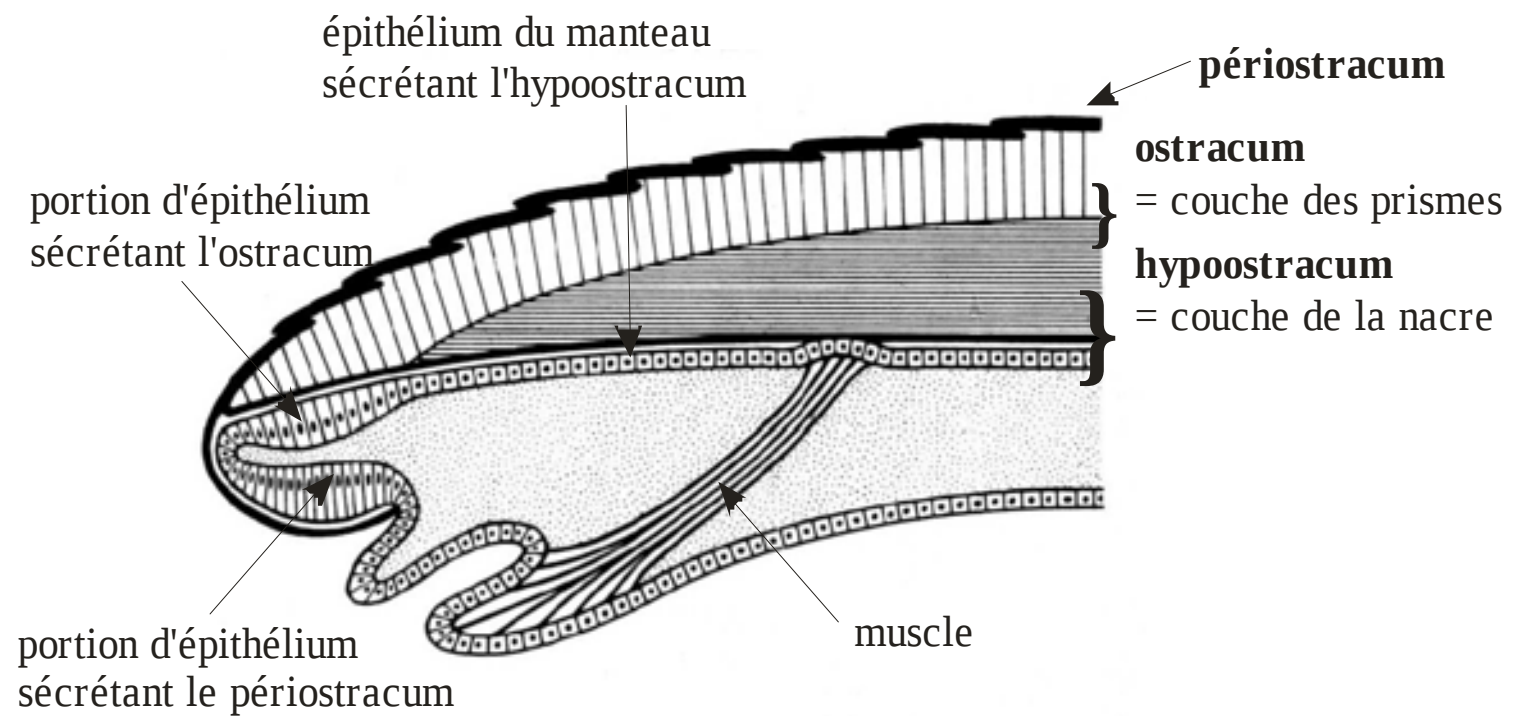


Fig. 19 : Structure caractéristique et sécrétion de la coquille chez les mollusques conchifères D'après Pearse & Buchsbaum (1987).

Aspect de la nacre (= hypoostracum)

Ex. chez les
gastéropodes :



Haliotis sp.

Ex. chez les bivalves:



Pinctada margaritifera
Huître perlière



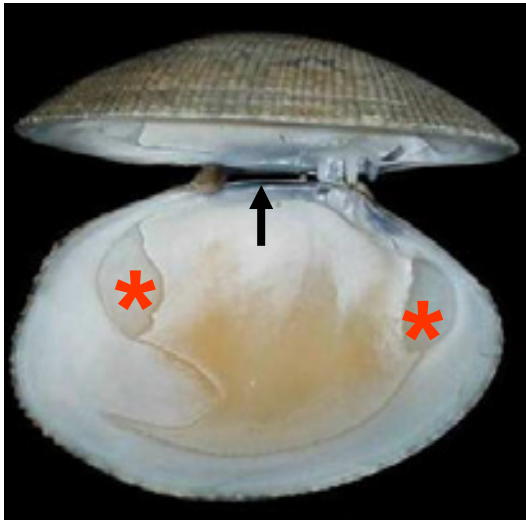
Ex. chez les
céphalopodes :



Nautilus sp.

Apomorphies concernant la coquille

Bivalves



Coquille à deux valves

Flèche = ligament

* = traces d'insertion
des muscles adducteurs

Gastéropodes



dextre

sénestre

Enroulement hélicoïdal

Céphalopodes



Coquille cloisonnée

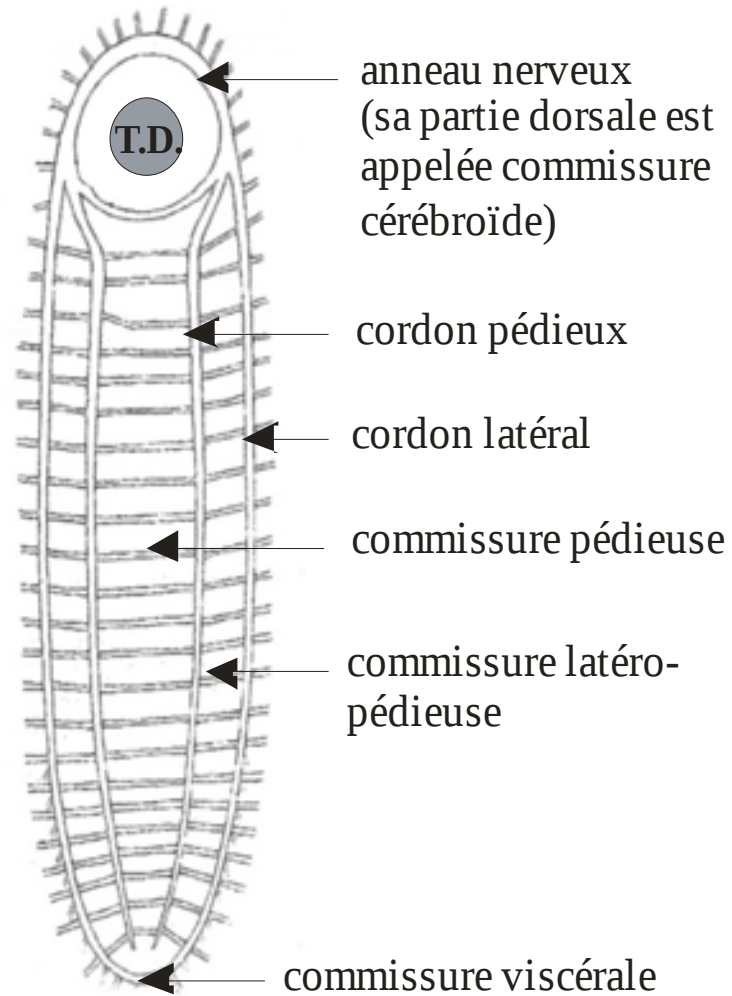


Fig. 20 : Système nerveux d'un chitor

T.D. = tube digestif (oesophage). D'après
Beaumont & Cassier (1981).

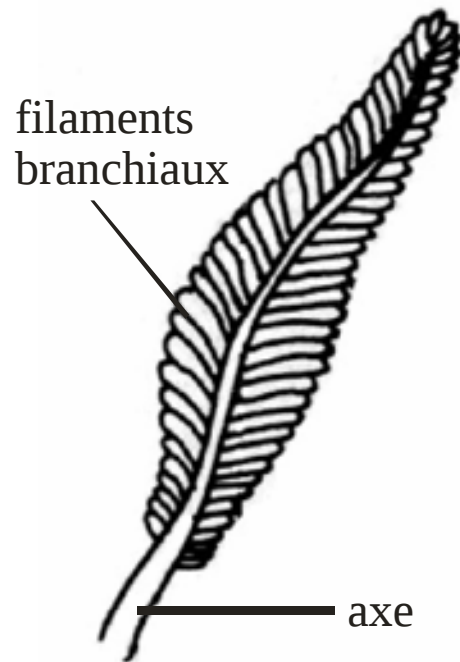


Fig. 23 : Morphologie plésiomorphe de la cténidie, la branchie caractéristique des mollusques.

Elle est dite **bipectinée** (deux rangées de filaments).



Exemple (*Diodora graeca*, vétigastéropode)

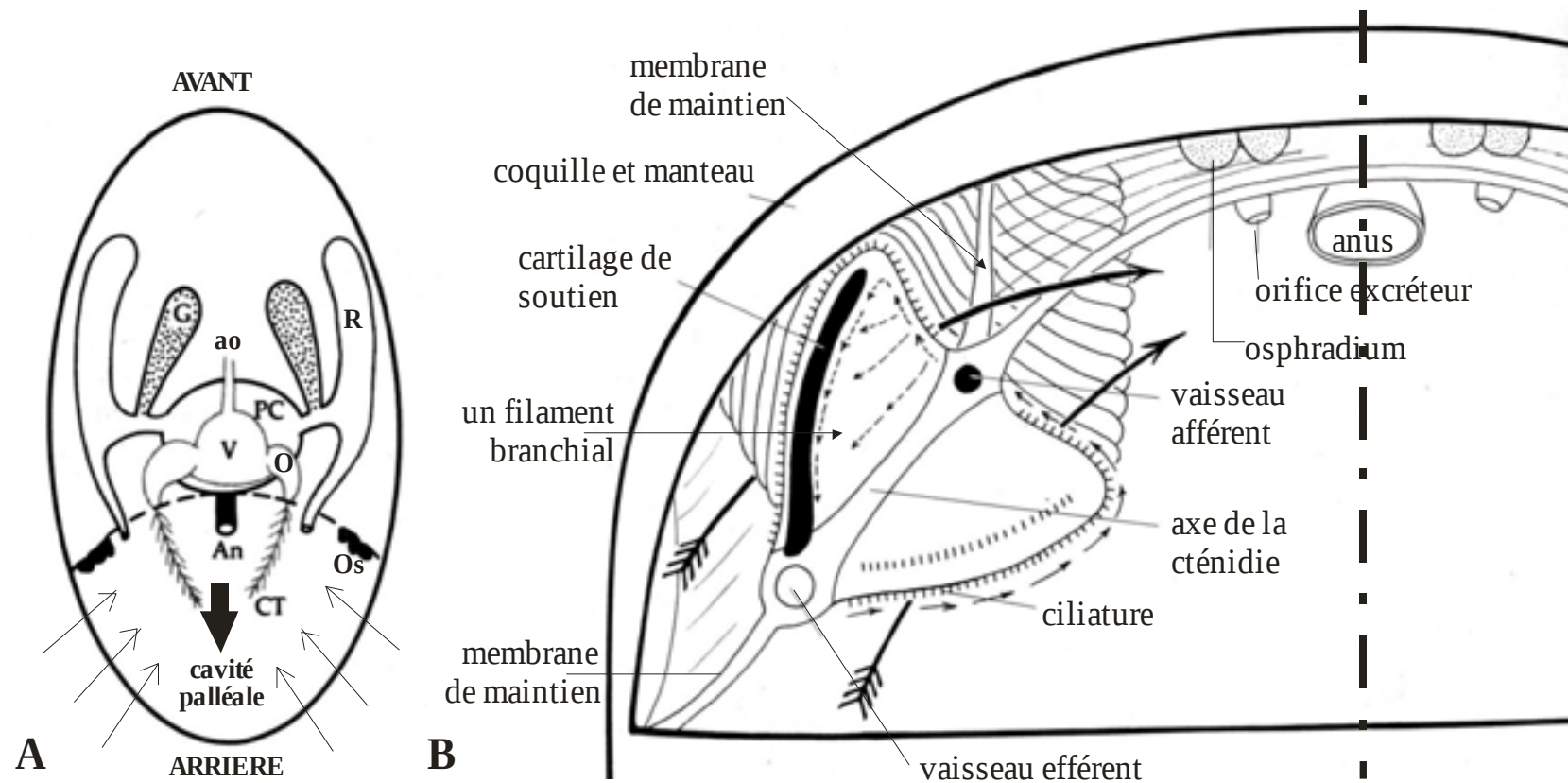
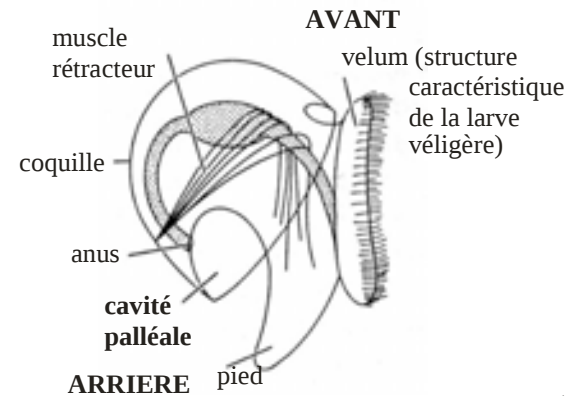


Fig. 24 : Organisation et fonctionnement plésiomorphes de la cavité palléale des mollusque

A - Schéma en vue de dessus, représentant la cavité palléale ainsi que le coeur et les trois systèmes coelomiques (péricardique, rénal, gonadique). An : anus ; ao : aorte ; CT : cténidie ; G : gonade ; O : oreille ; Os : osphradium ; PC : péricarde ; R : rein. Les flèches fines représentent le courant entrant dans la cavité palléale ; la flèche épaisse le courant sortant. B - Schéma détaillé d'une des deux cténidies, replacée au sein de la cavité palléale. Le trait vertical indique le plan de symétrie de l'animal. Les grandes flèches à extrémité frangée indiquent le sens de circulation de l'eau. Les petites flèches pleines correspondent à l'évacuation des particules par la ciliature superficielle (nettoyage de la branchie). Les petites flèches pointillées indiquent le sens de circulation de l'hémolymphe à l'intérieur d'un feuillet ; remarquer qu'on a un **système à contre-courant**. A d'après Brusca & Brusca (2003), B d'après Meglitsch (1967).

Avant la torsion (cavité palléale postérieure)



Après la torsion (cavité palléale antérieure)

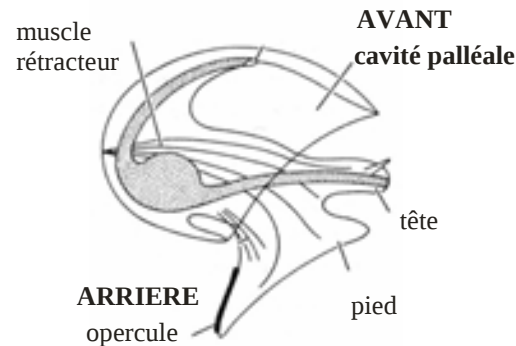


Fig. 21 : Le phénomène de torsion dans la réalité

Schémas d'une larve véligère de gastéropode avant (en haut) et après (en bas) qu'elle ait subi la torsion. D'après Brusca & Brusca (2003).

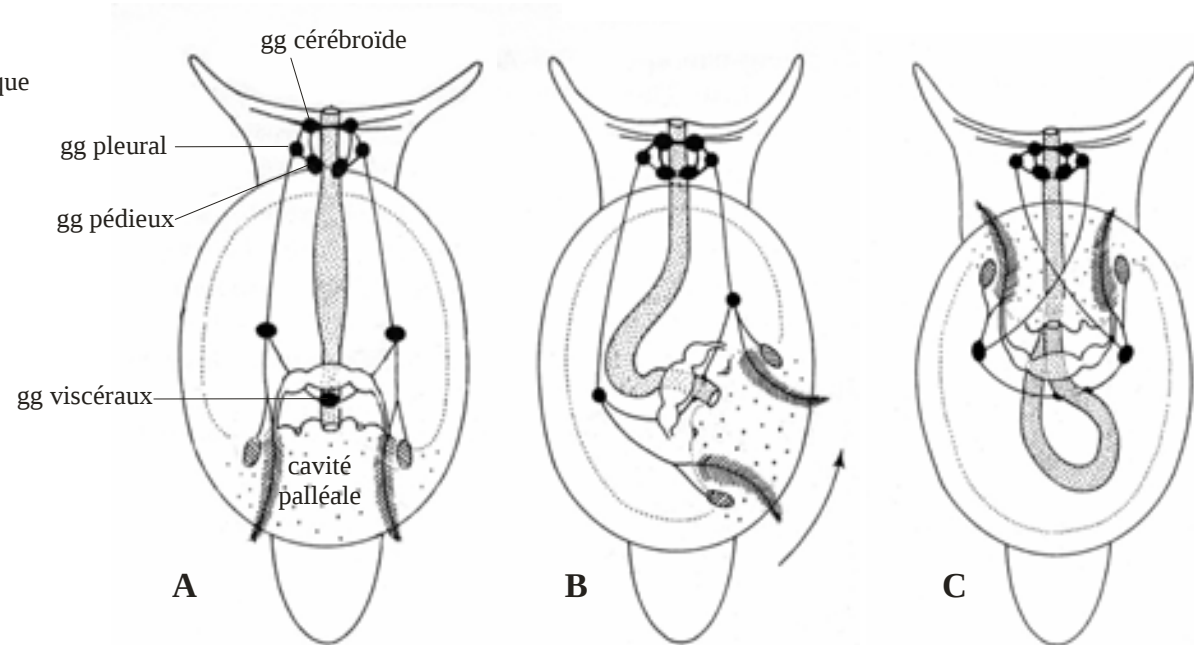


Fig. 22 : Schémas purement théoriques ayant pour but de comprendre pourquoi la torsion a pour conséquence le croisement des connectifs pleuro-viscéraux (streptoneurie).

- schéma théorique d'un gastéropode adulte qui ne serait pas du tout tordu (cela n'existe pas) ; la cavité palléale (pointillés) est vers l'arrière. B - On fait tourner la masse viscérale de ce gastéropode dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, la tête et le pied restant fixes. C - Résultat après 180° de torsion : le tube digestif est en U, et les connectifs pleuro-viscéraux sont croisés. D'après Brusca & Brusca (2003).

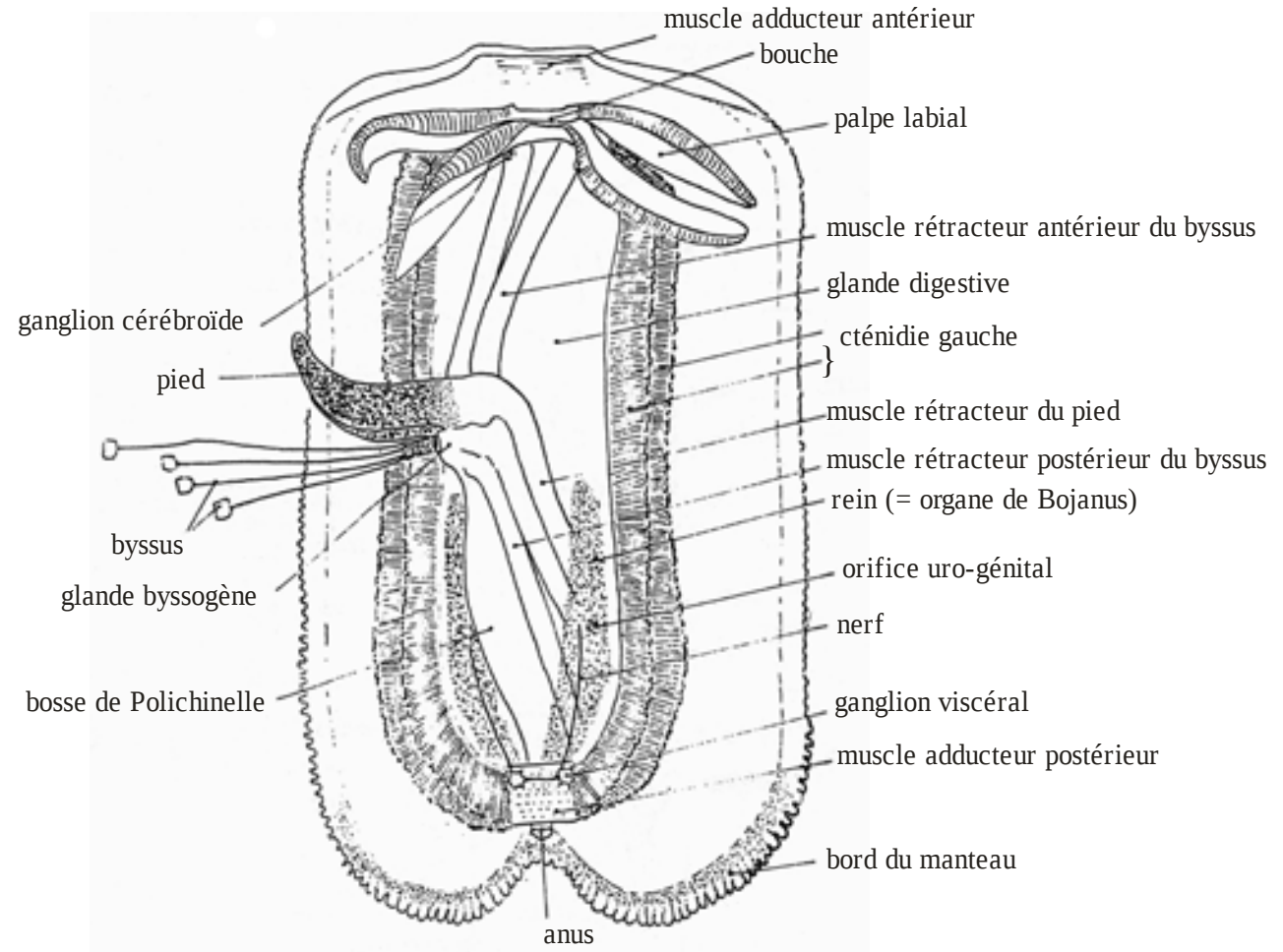
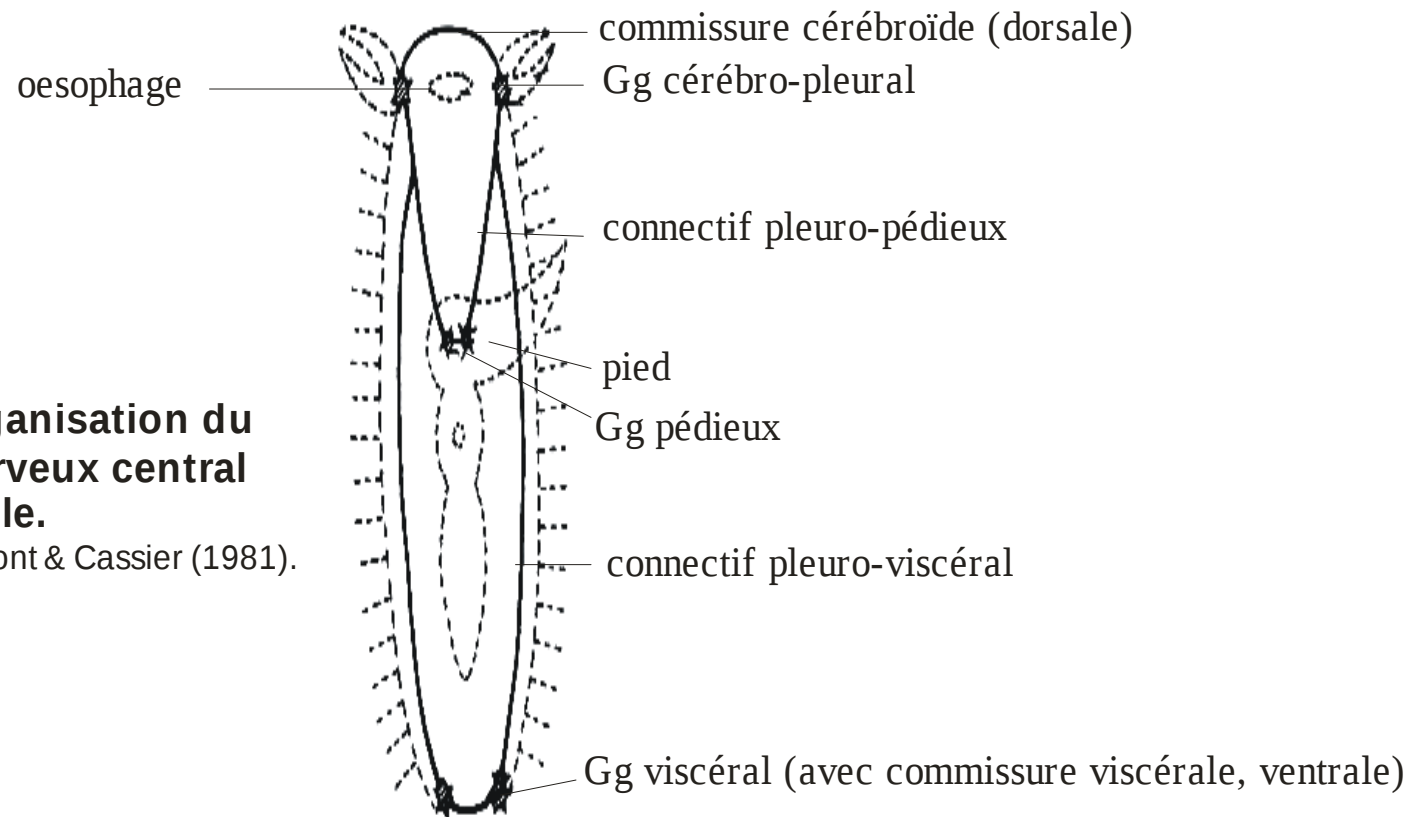


Fig. 25 : Morphologie de la moule (*Mytilus edulis*), en vue ventrale, cavité palléale ouverte.

Fig. 28 : Organisation du système nerveux central chez la moule.

D'après Beaumont & Cassier (1981).



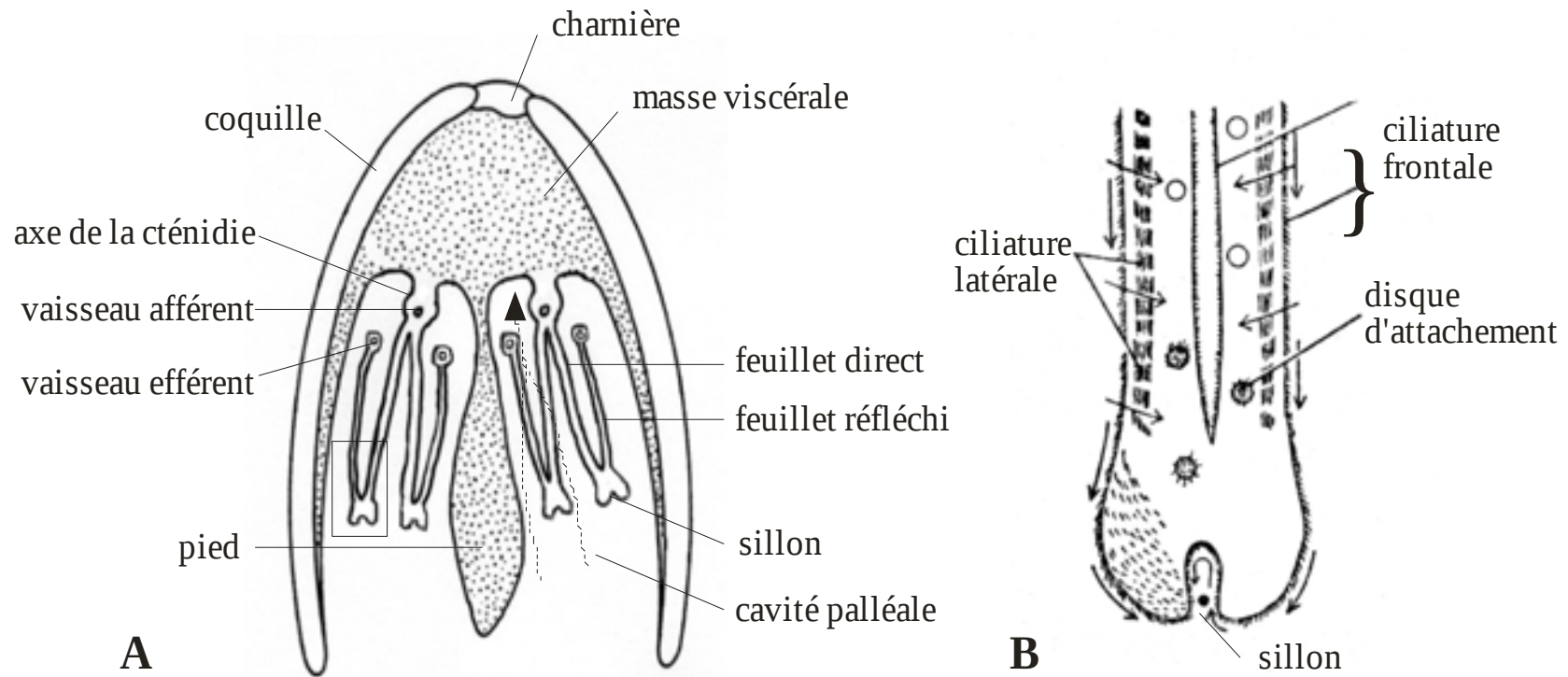


Fig. 26 : Structure et fonctionnement des cténidies chez la moule. Schéma en coupe transversale montrant la forme en W des deux cténidies, leur disposition et leur vascularisation. Les pointillés indiquent le courant d'eau traversant la moitié d'une des cténidies. B - Détail de la zone encadrée dans le dessin A. Les flèches indiquent le sens de déplacement des particules alimentaires à la surface de la cténidie. Celles-ci s'accumulent dans le sillon où elles seront transportées vers l'avant pour être prises en charge par les palpes labiaux. A, dessin original ; B d'après Morton (1967).

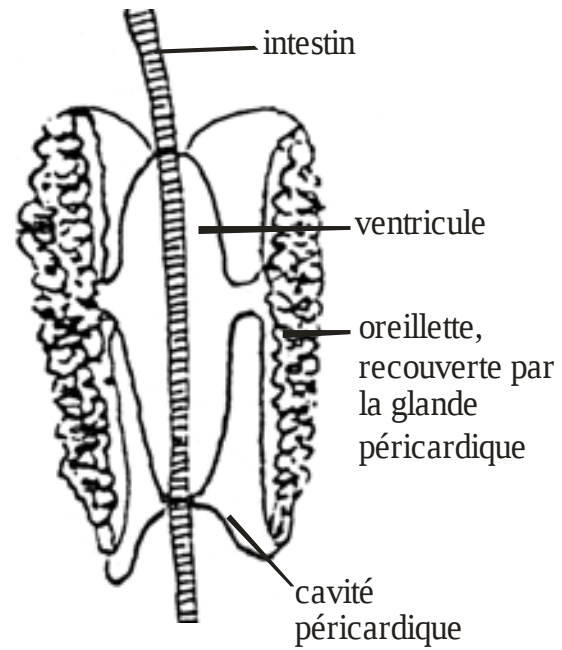
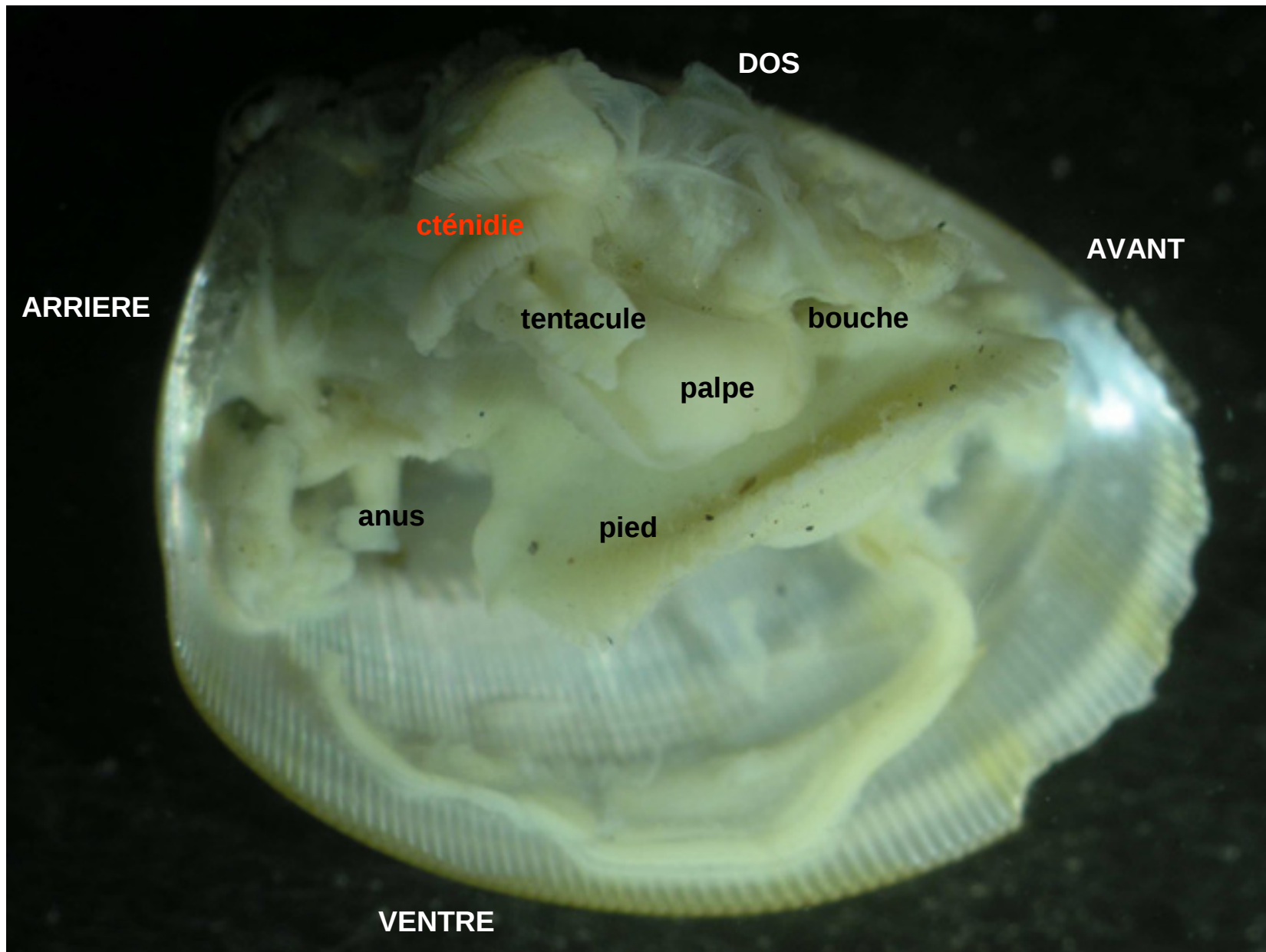


Fig. 27 : Structure du coeur de la moule.

Il est localisé dans la partie moyenne du corps, dorsalement. Le ventricule est traversé par l'intestin.

	Etat plésiomorphe	Etat plus dérivé	Etat encore plus dérivé
Vue latérale (AVANT à GAUCHE sur les 3 dessins)			
Coupe transversale (selon la flèche du dessin du haut) DOS en haut sur les 3 dessins.			
Terme pour désigner le type de cténidie	protobranch	filibranch	eulamellibranch



Cavité palléale de la nucule (*Nucula* sp.)

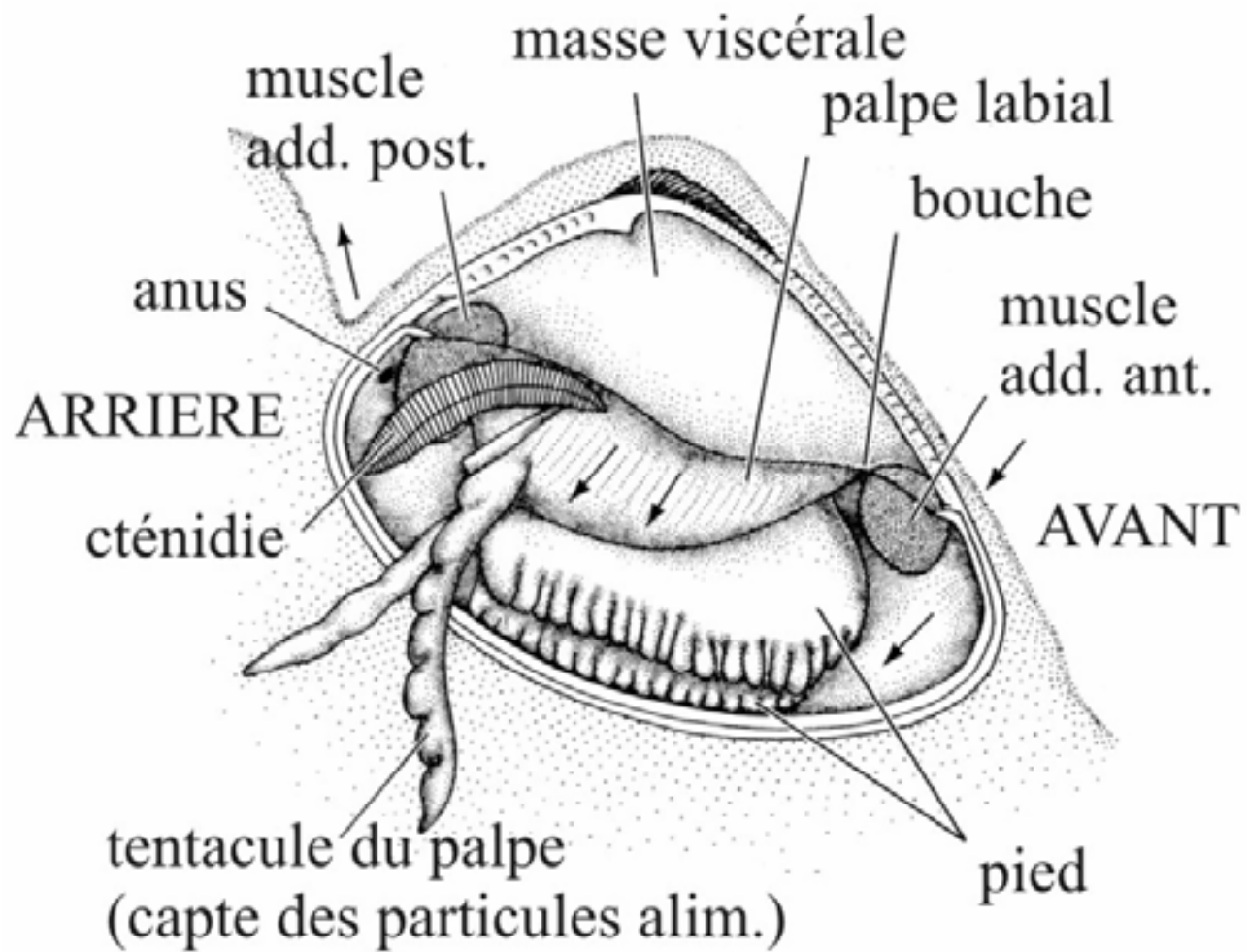


Fig. 29

Cavité palléale de la nucule (*Nucula* sp.)

Exemples de bivalves à branchie de type filibranche



Moule (*Mytilus edulis*)



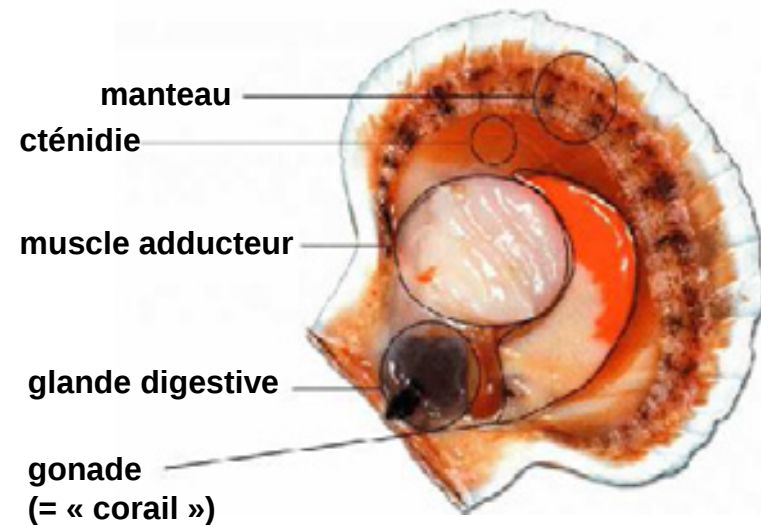
Huîtres (ici *Ostrea edulis*)



Coquille St Jacques (*Pecten maximus*)



Amande de mer (*Glycymeris glycymeris*)



Exemples de bivalves à branchie de type filibranche

Groupe des ptériomorphes (*Pteriomorpha*)



Moule (*Mytilus edulis*)



Huîtres (ici *Ostrea edulis*)

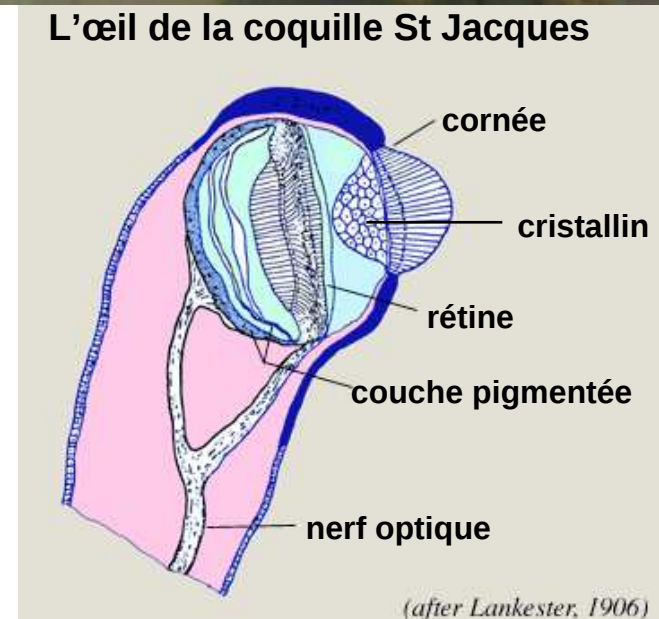


L'œil de la coquille St Jacques



**Charnière
taxodonte**

Amande de mer (*Glycymeris glycymeris*)



Exemples de bivalves à branchie de type eulamellibranche

Groupe des hétérodontes (*Heterodonta*)



Coque
(*Cerastoderma edule*)



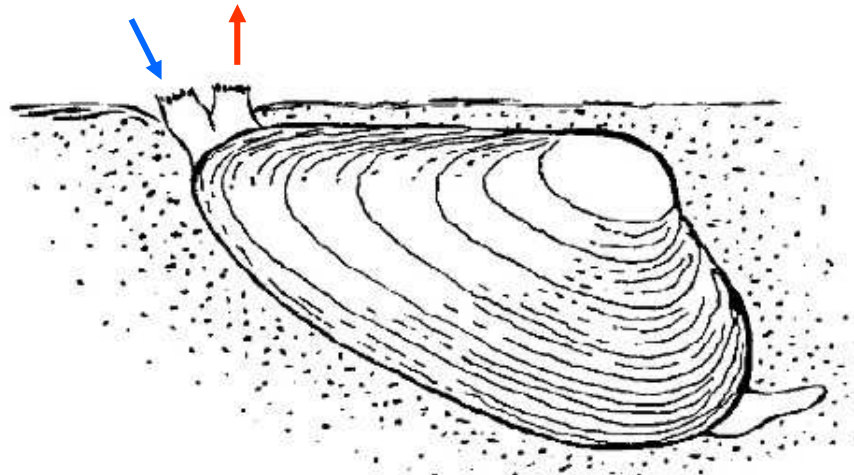
Praire
(*Venus verrucosa*)



Palourde
(*Venerupis decussata*)



Couteau
(*Solen marginatus*)



Un hétérodonte en position de vie



Charnière de type hétérodonte



Siphons

Exemples de bivalves à branchie de type eulamellibranche

Deux exemples de bivalves d'eau douce

Groupe des hétérodontes (*Heterodonta*)



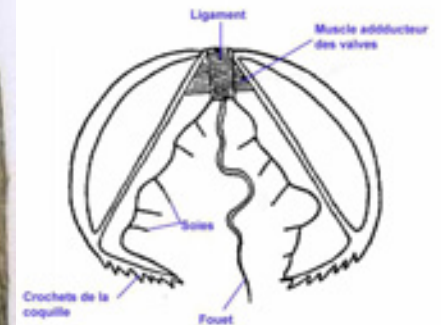
« Moule zébrée »
Dreissena polymorpha



Groupe des unionoïdes (*Unionoidea*)



Unio sp.



Larve glochidium
(parasite sur branchies
de poissons)

Patellogastéropodes (*Patellogastropoda*)

Voir Fig. 30



Patelle ou « chapeau chinois »
(ici *Patella vulgata*)



Patine
(*Patina pellucida* = *Helcyon pellucidum*)

Vétigastéropodes (*Vetigastropoda*)

Voir Fig. 30

Avec coquille percée de trou(s) ou munie d'une fente :



Ormeau (*Haliotis tuberculata*)



Diodore (*Diodora aspera*)



Emarginula sp.

Avec coquille sans trou ni fente :

Famille des trochidés (*Trochidae*)



Calliostome (*Calliostoma zizyphinum*)



Gibbule (ici *Gibbula umbilicalis*)

Caenogastéropodes (*Caenogastropoda*)

Voir Fig. 30



Le bigorneau !
Famille des littorines (*Littorinidae*)



Crépidule (*Crepidula fornicata*)



Paludine : vit en eau douce (*Viviparus viviparus*)

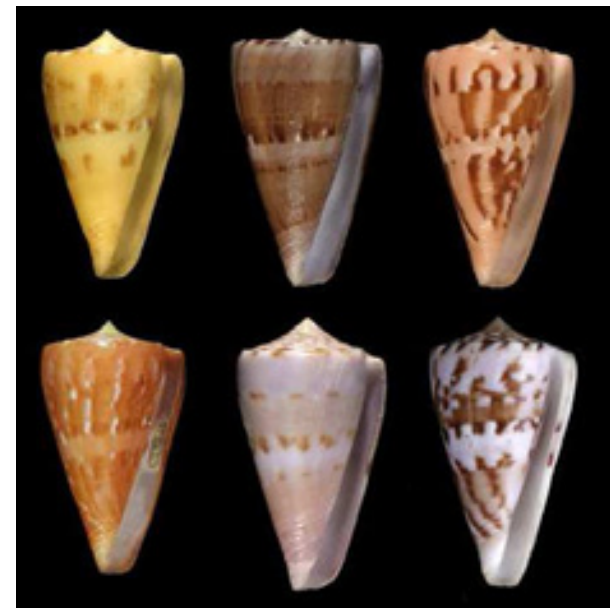
Caenogastéropodes (*Caenogastropoda*)

Voir Fig. 30

Les néogastéropodes (*Neogastropoda*)



Buccin ou bulot (*Buccinum undatum*)



Cônes (*Conus* spp.)

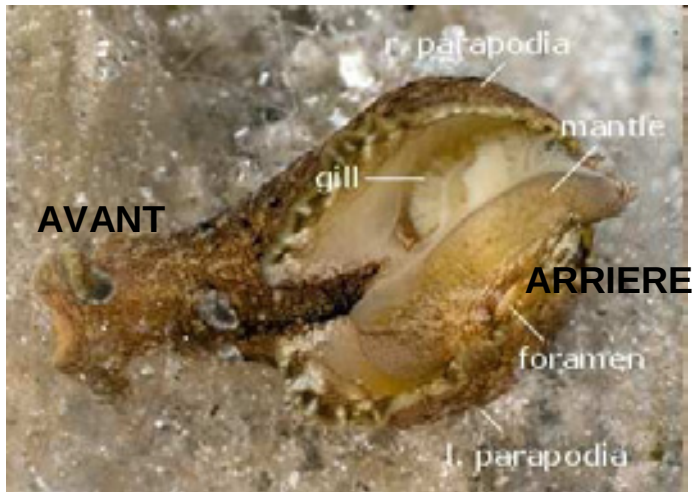
Attention danger !!!

Les hétérobranches (*Heterobranchia*)

Voir Fig. 31

1. Opisthobranches

Aplysie ou lièvre de mer
(*Aplysia* sp.)



Ouverture de la cavité palléale sur le côté droit.
La branchie n'est pas une cténidie.
Coquille très réduite.

Nudibranches (*Nudibranchia*)

Doridiens



Archidoris pseudoargus



Chromodoris elizabethina

Aeolidiens



Flabellina exoptata

Les hétérobranchés (*Heterobranchia*)

Voir Fig. 31

2. Pulmonés

D'eau douce (*Hygrophila*)



Limnées

Terrestres (*Stylommatophora*)



Un escargot, le « petit gris » (*Helix aspersa*)



Planorbe



Une limace (*Limax maximus*)

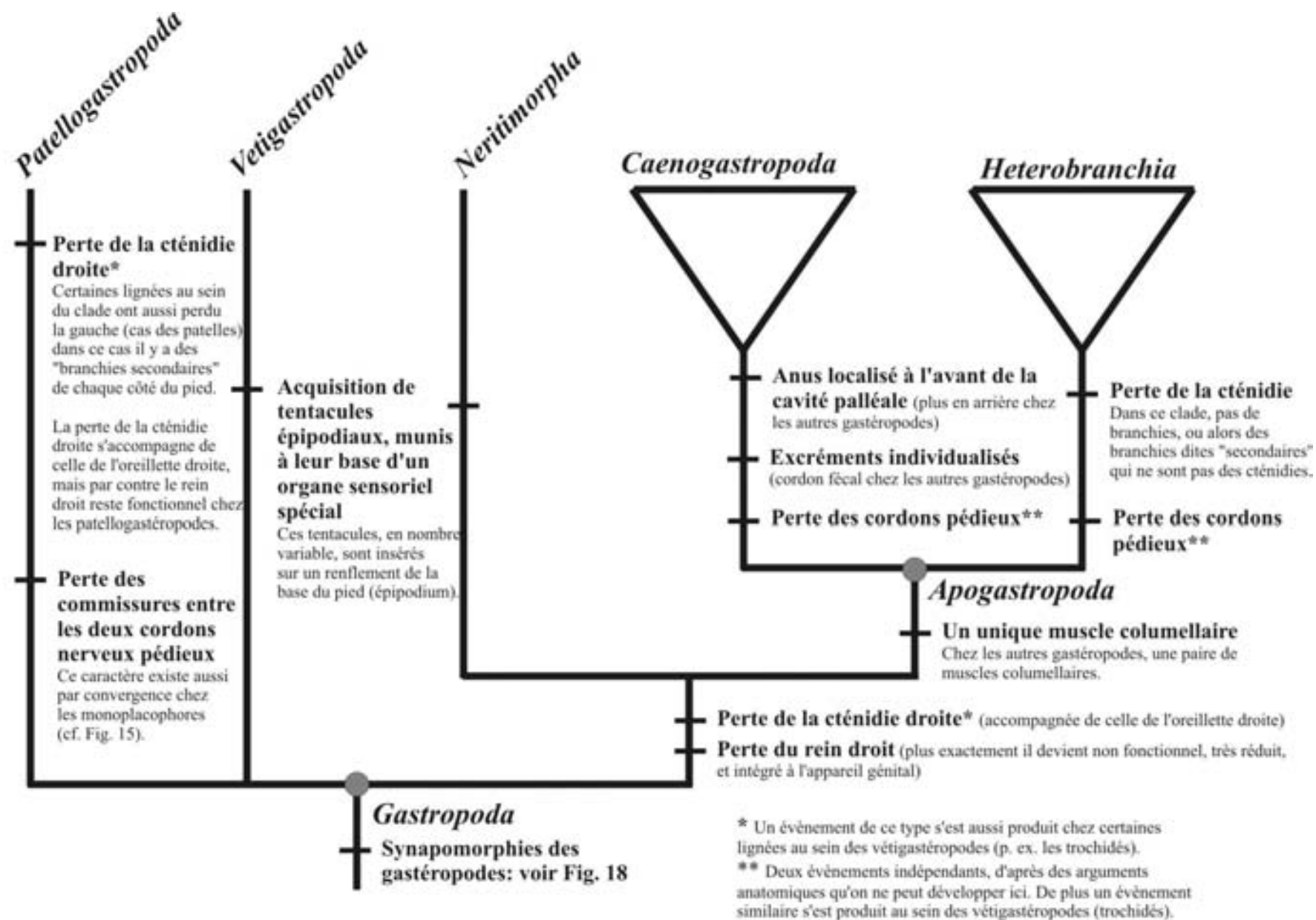


Fig. 30 : Phylogénie et diversité des Gastéropodes.

Arbre issu d'une synthèse de résultats récents de phylogénie morpho-anatomique et moléculaire. Principales références pour la phylogénie : Haszprunar (1988), Ponder & Lindberg (1997), Dinapoli & Klussmann-Kolb (2010), Aktipis & Giribet (2010).

Gastéropodes planctoniques

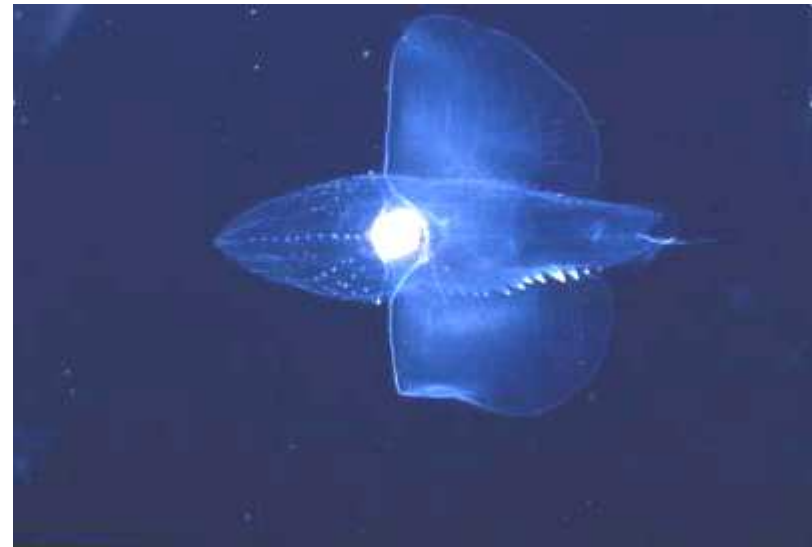
Voir Fig. 31

Un exemple d'hétéropode
(*Heteropoda*, *Caenogastropoda*)



Carinaria lamarcki

Un exemple de ptéropode
(*Pteropoda*, *Opisthobranchia*, *Heterobranchia*)



Cymbulia peroni

Gastéropodes parasites

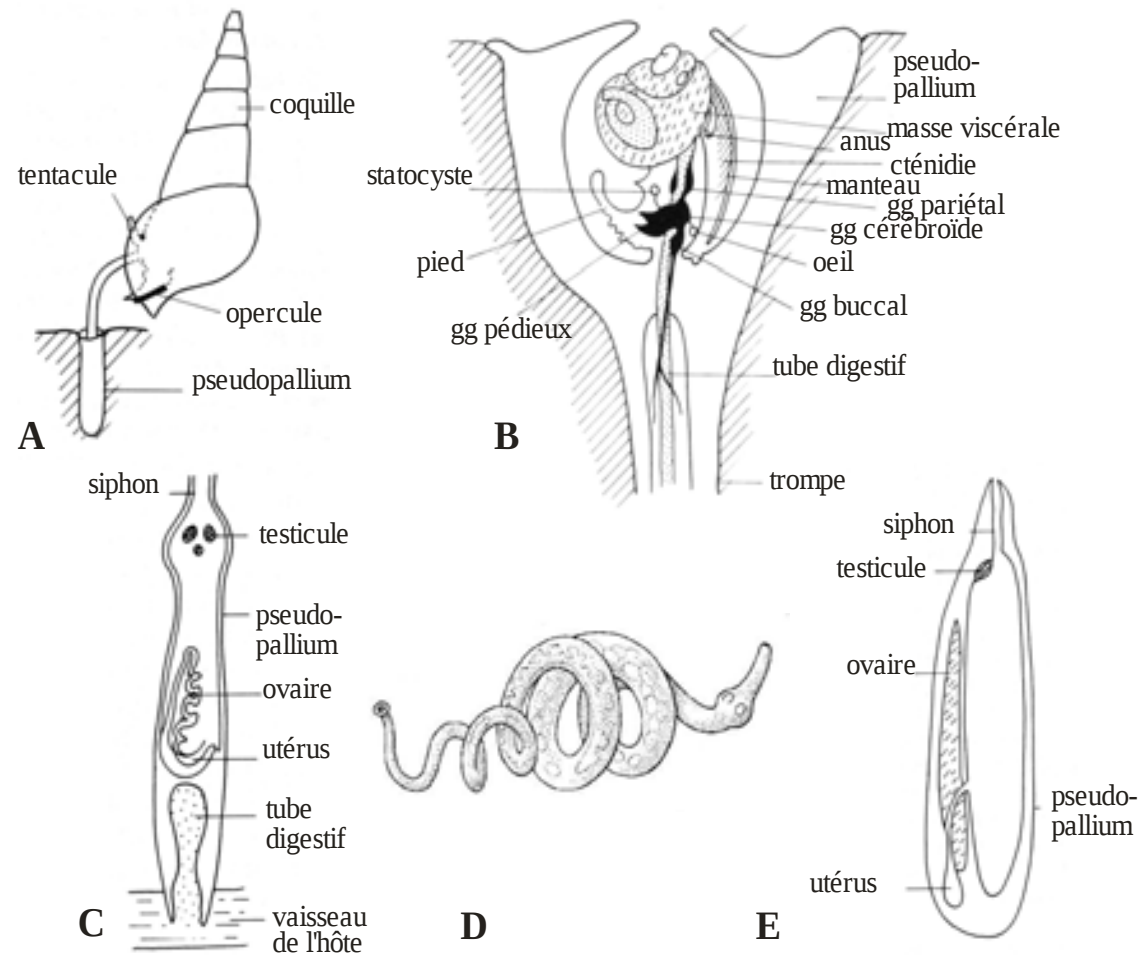


Fig. 33 : Différents degrés de modification liée au parasitisme chez les gastéropodes de la famille des eulimidés (caenogastéropodes). Ils sont tous parasites d'échinodermes. A - *Eulima*, B - *Stylifer*, C et D - *Entoconcha*, E - *Enteroxenos*. *Eulima* et *Stylifer* sont des ectoparasites, tandis que *Entoconcha* et *Enteroxenos* sont des endoparasites (l'adulte baigne dans la cavité générale de l'hôte). A-C, E, d'après Beaumont & Cassier (1981) ; D d'après Riedl (1986).

Gastéropodes à coquille patelliforme

(caractère dérivé, acquis de multiple fois par convergence)



Patelle (*Patellogastropoda*)



Diodore (*Vetigastropoda*)



Crépidule (*Caenogastropoda*)



Ancyle (*Hygrophila*, *Heterobranchia*)

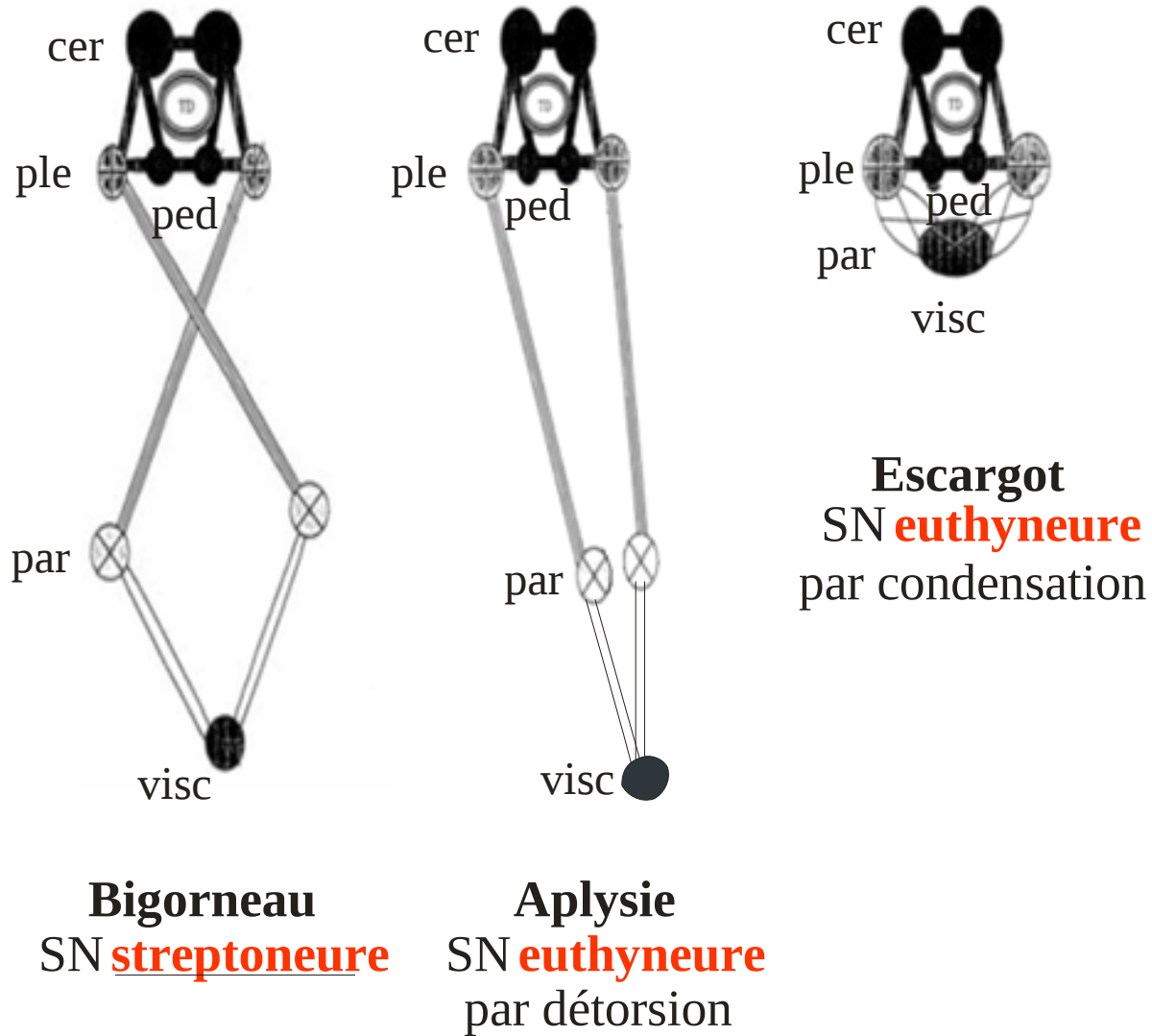
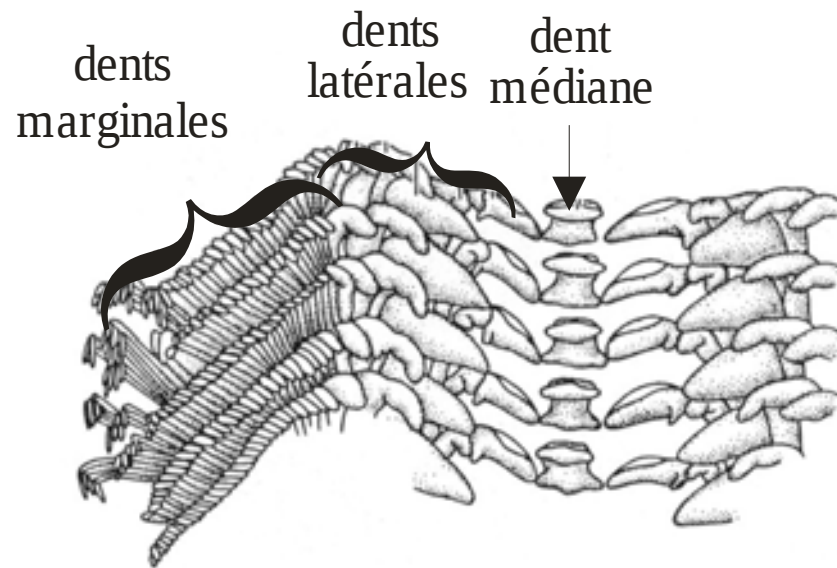
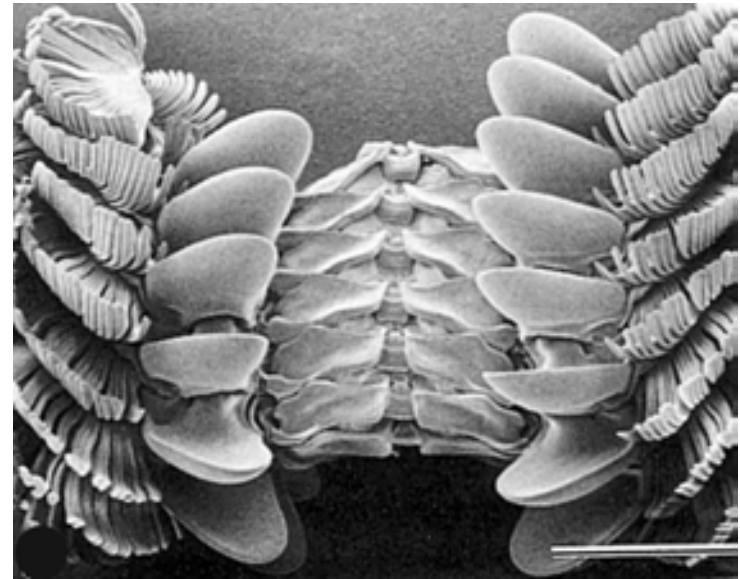


Fig. 34 : Comparaison de l'architecture du système nerveux central de trois gastéropodes.

Type rhipidoglosse



Radula d'une gibbule (vétigastéropode)



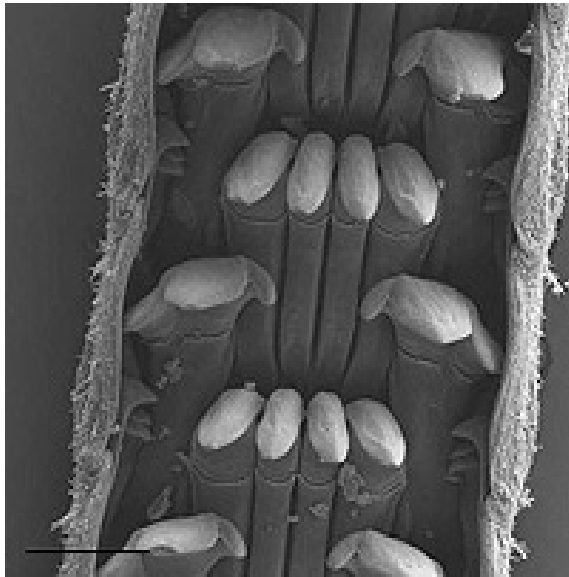
Radula d'une nérite (néritimorphes)
au M.E.B.

Types radulaires chez les gastéropodes

Fig. 35

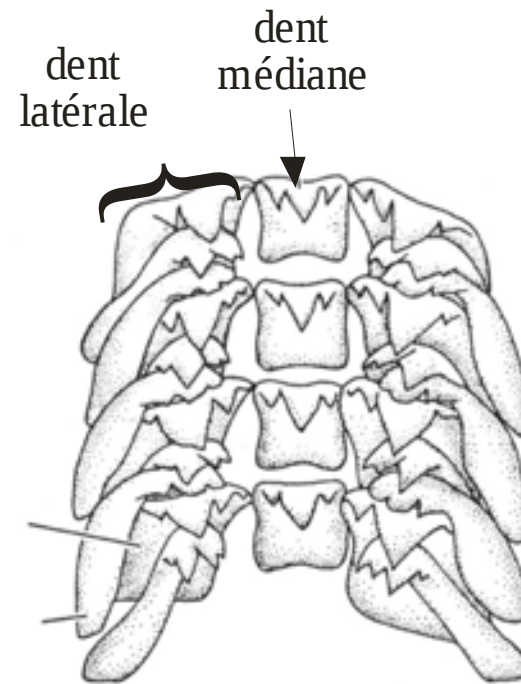
Type docoglosse

Seules les dents latérales sont développées, et elles sont munies d'une extrémité très renforcée. Dents marginales absentes ; dent médiane réduite ou absente.



Radula d'une patelle (patellogastéropodes)

Type taenioglosse



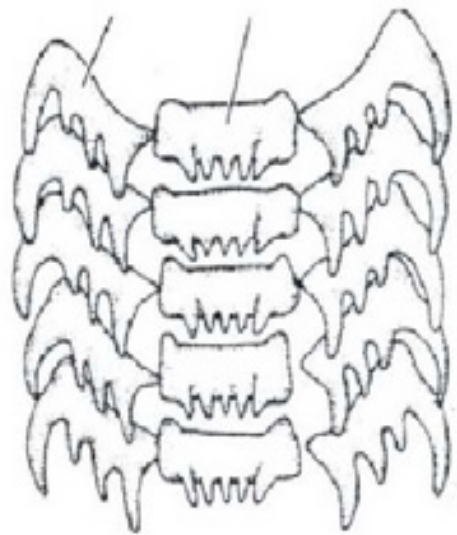
Radula du bigorneau
(caenogastéropode)

Types radulaires chez les gastéropodes

Fig. 35

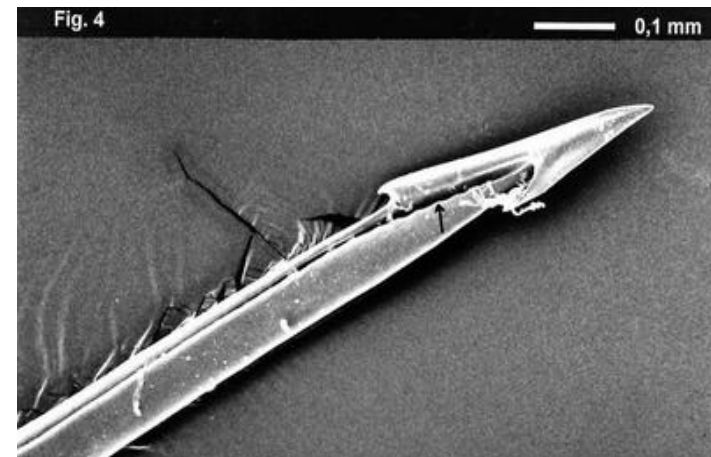
Type rachiglosse

dent latérale dent médiane



Radula du buccin (caenogastéropode, néogastéropode)

Type toxoglosse



Dent de cône (caenogastéropode, néogastéropode)

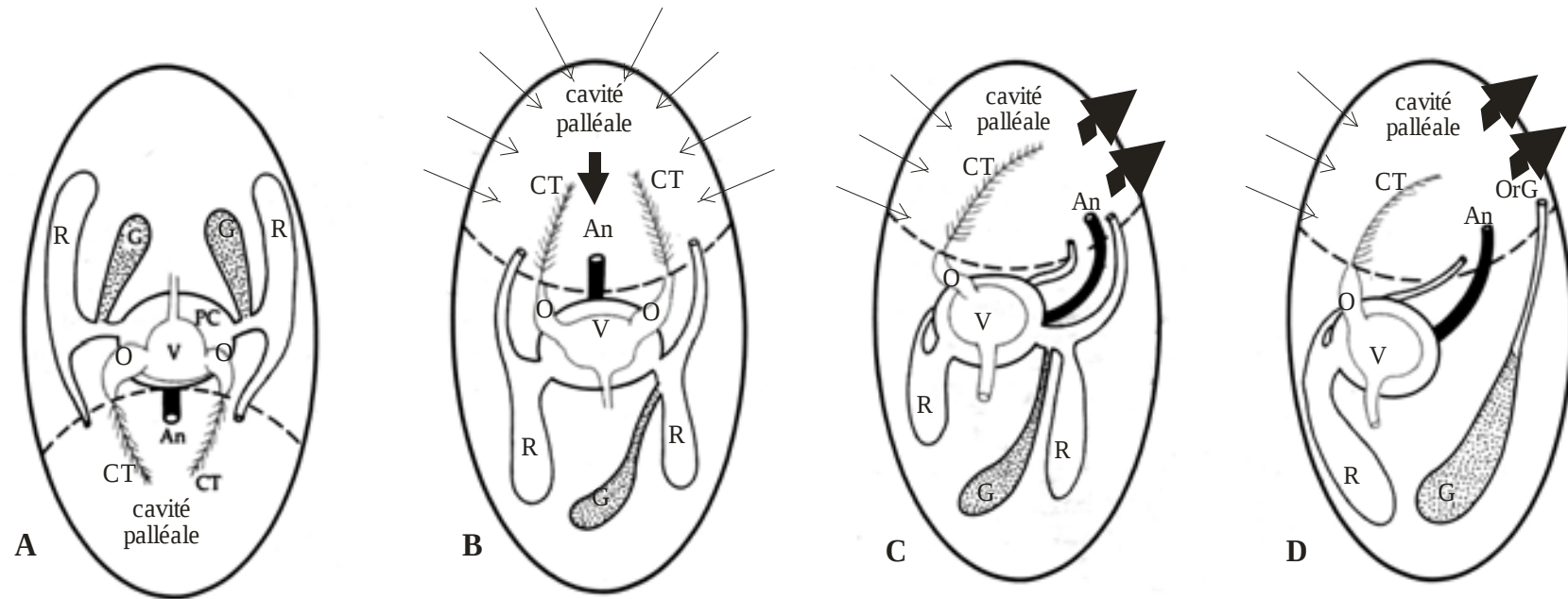
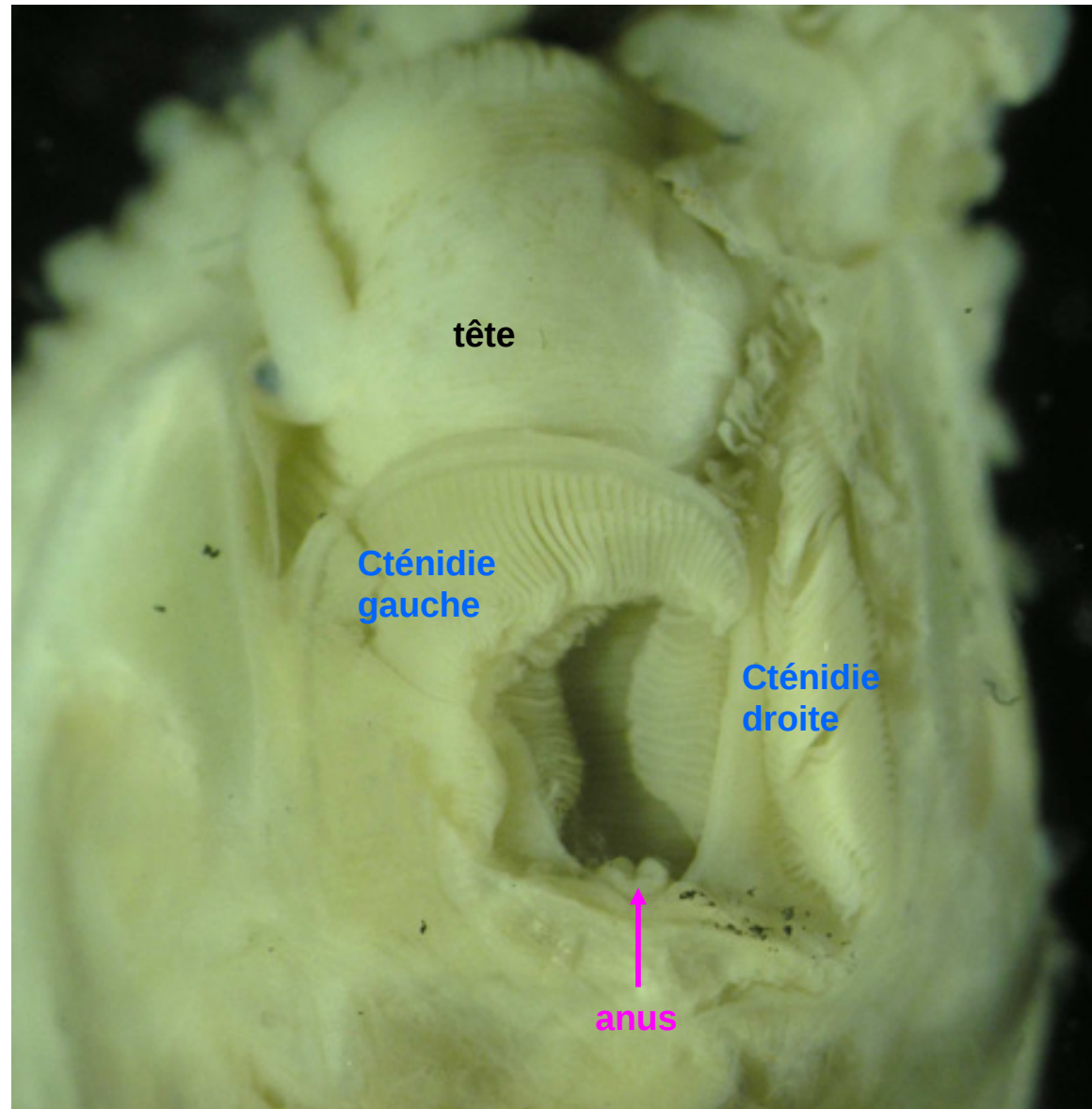


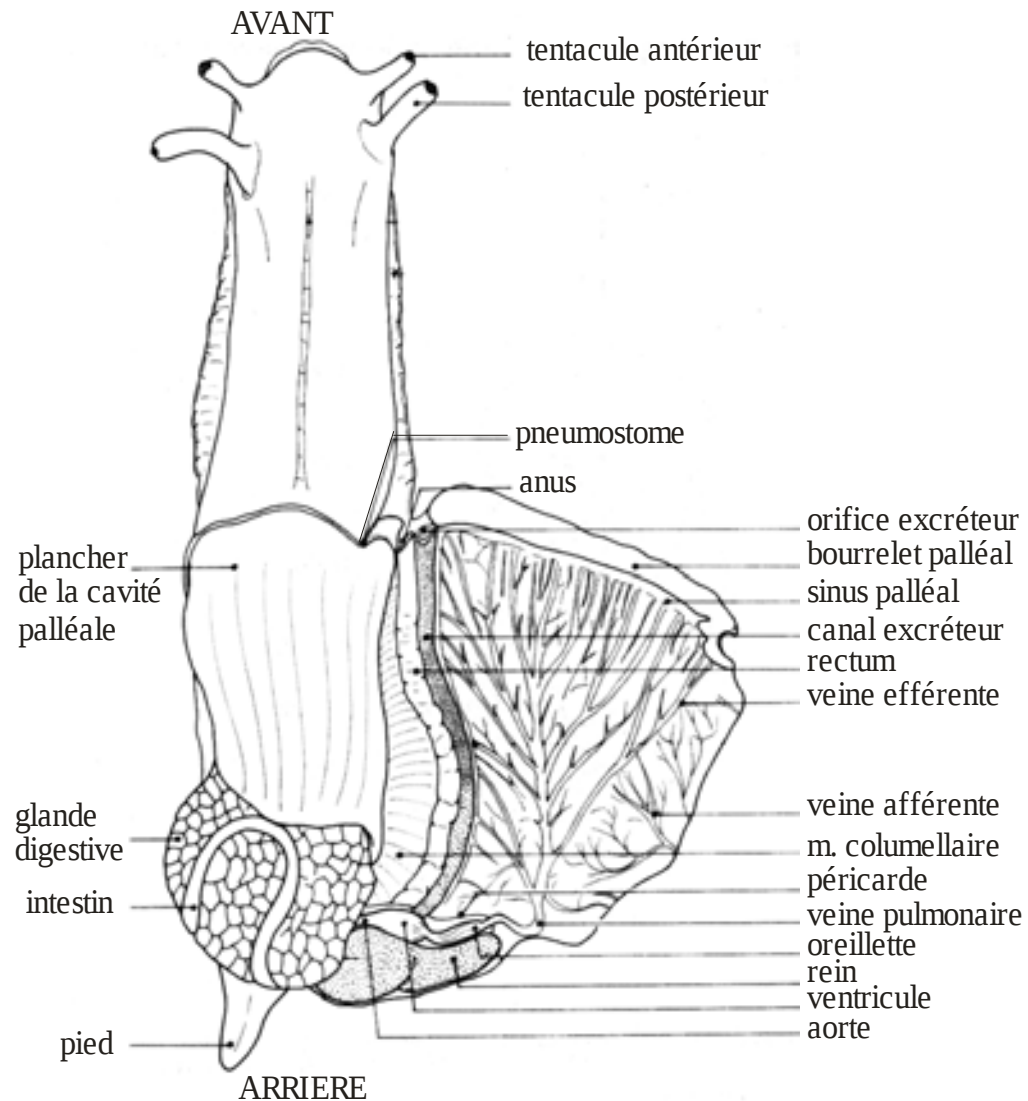
Fig. 36 : Principaux types d'organisation du système cténidie(s)-coeur-rein-gonade en lien avec le mode de circulation de l'eau dans la cavité palléale, chez les gastéropodes.

**Exemple de gastéropode possédant une paire de cténidies
(cav. palléale symétrique: Fig. 36B)**

Diodora sp.

Plafond de
la cavité palléale
retiré.





pneumostome

Fig. 37 : Structure de la cavité palléale (transformée e poumon) d'un escargot (*Helix aspersa*). Vue dorsale après ouverture de la cavité palléale et basculement de son plafond vers la droite. D'après Beaumont & Cassier (1998).

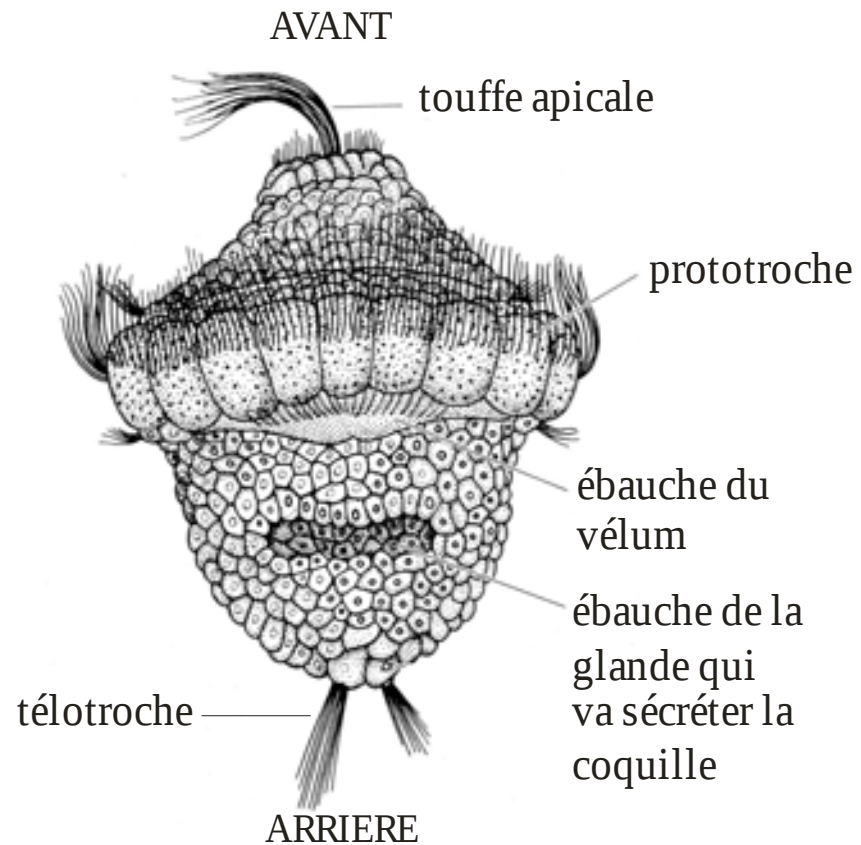


Fig. 38 : Larve trochophore de patelle
Dessin en vue dorsale. D'après Collier (1997).

Seiche
(*Sepia officinalis*)



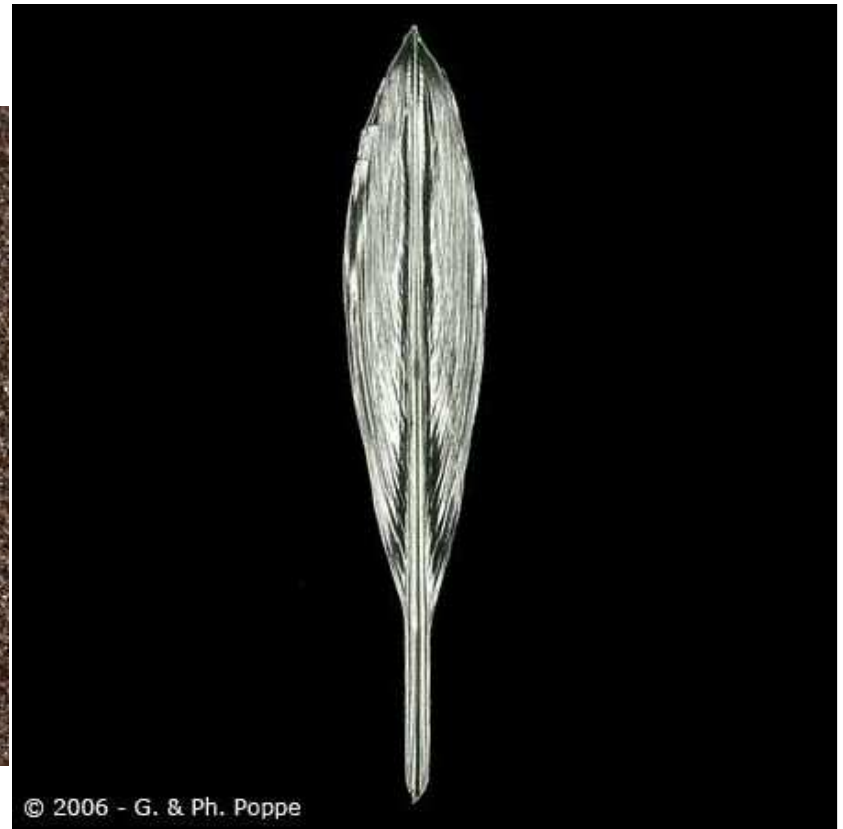
Calmar
(*Loligo vulgaris*)



Coquille internalisée et réduite



« os de seiche »



« plume de calmar »

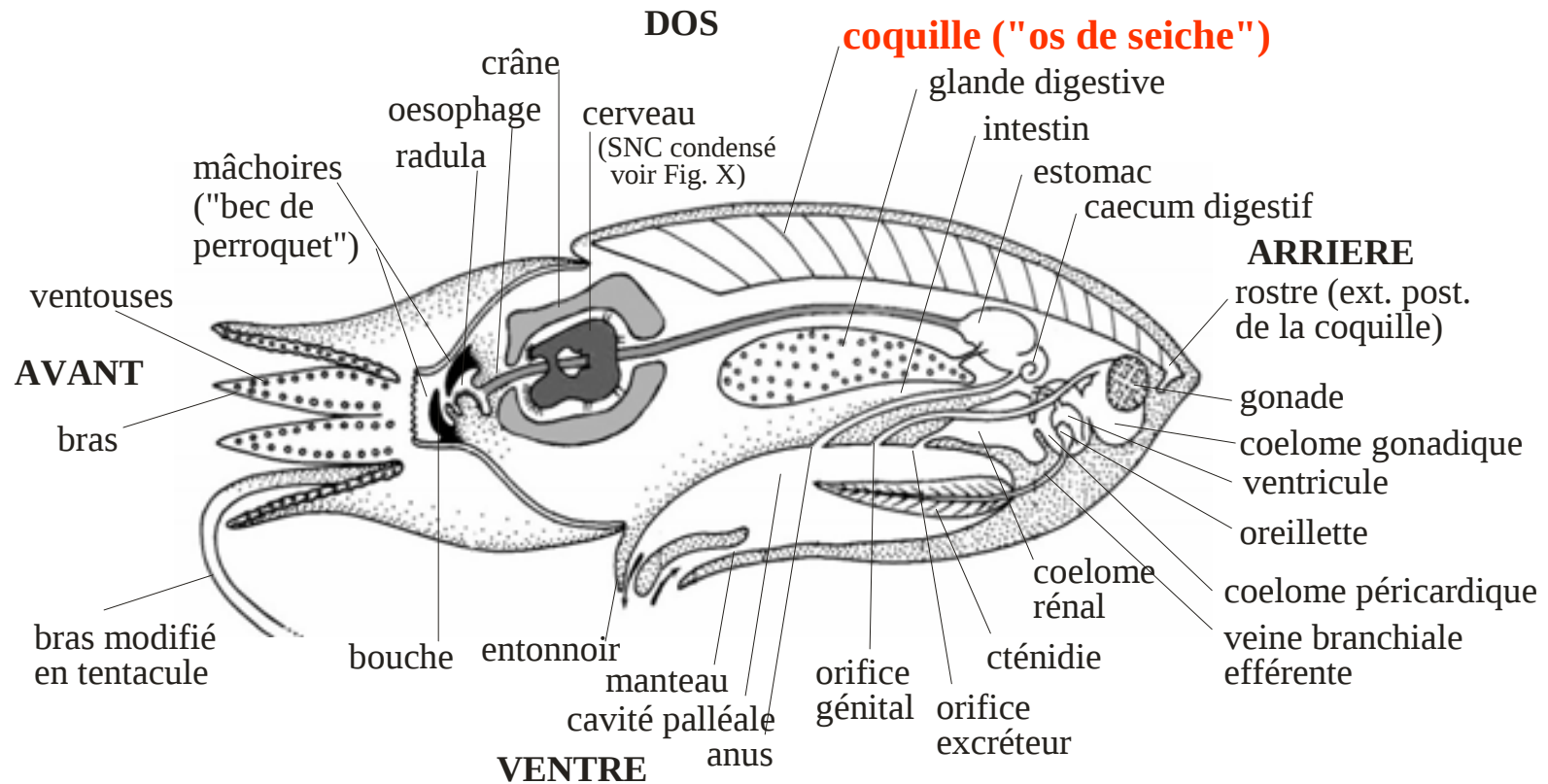
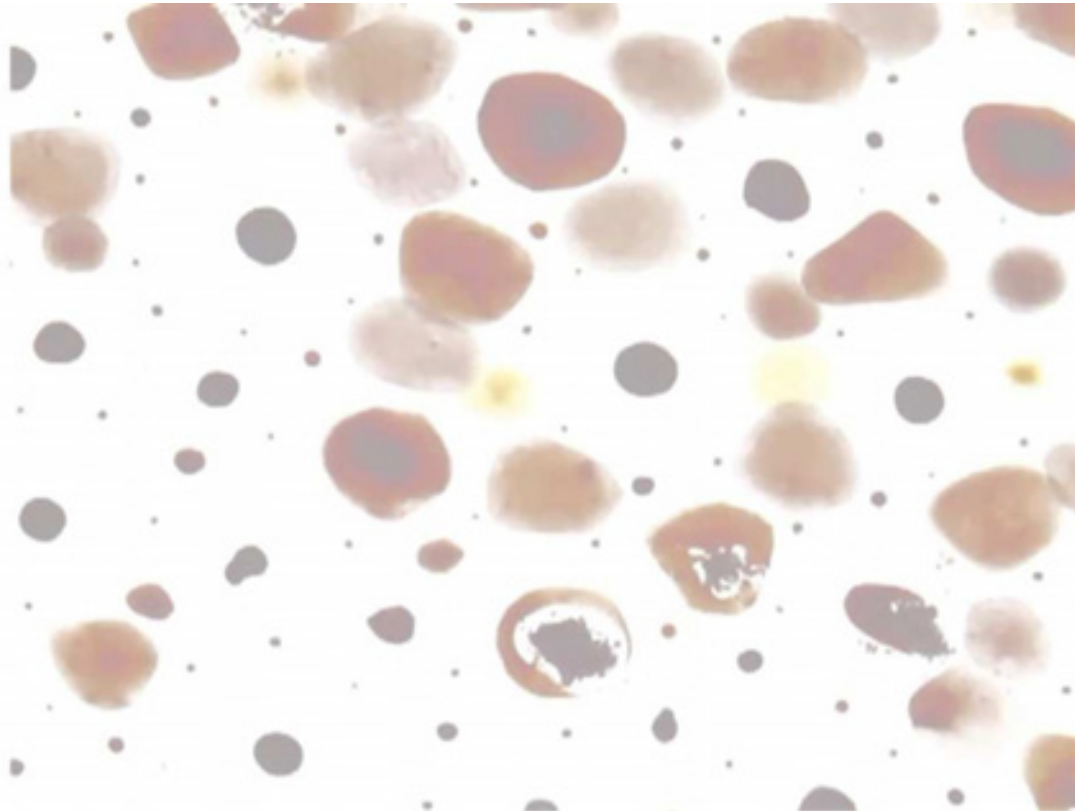


Fig. 39 : Schéma de l'organisation d'un céphalopode en coupe longitudinale.
Exemple de la seiche (*Sepia*). D'après Beaumont & Cassier (1981).

Film montrant la nage rapide, les changements de couleur, et la projection d'encre chez la seiche



Film montrant les mouvements de contraction/extension des cellules pigmentées (chromatophores) dans le tégument d'un calmar (vitesse réelle).



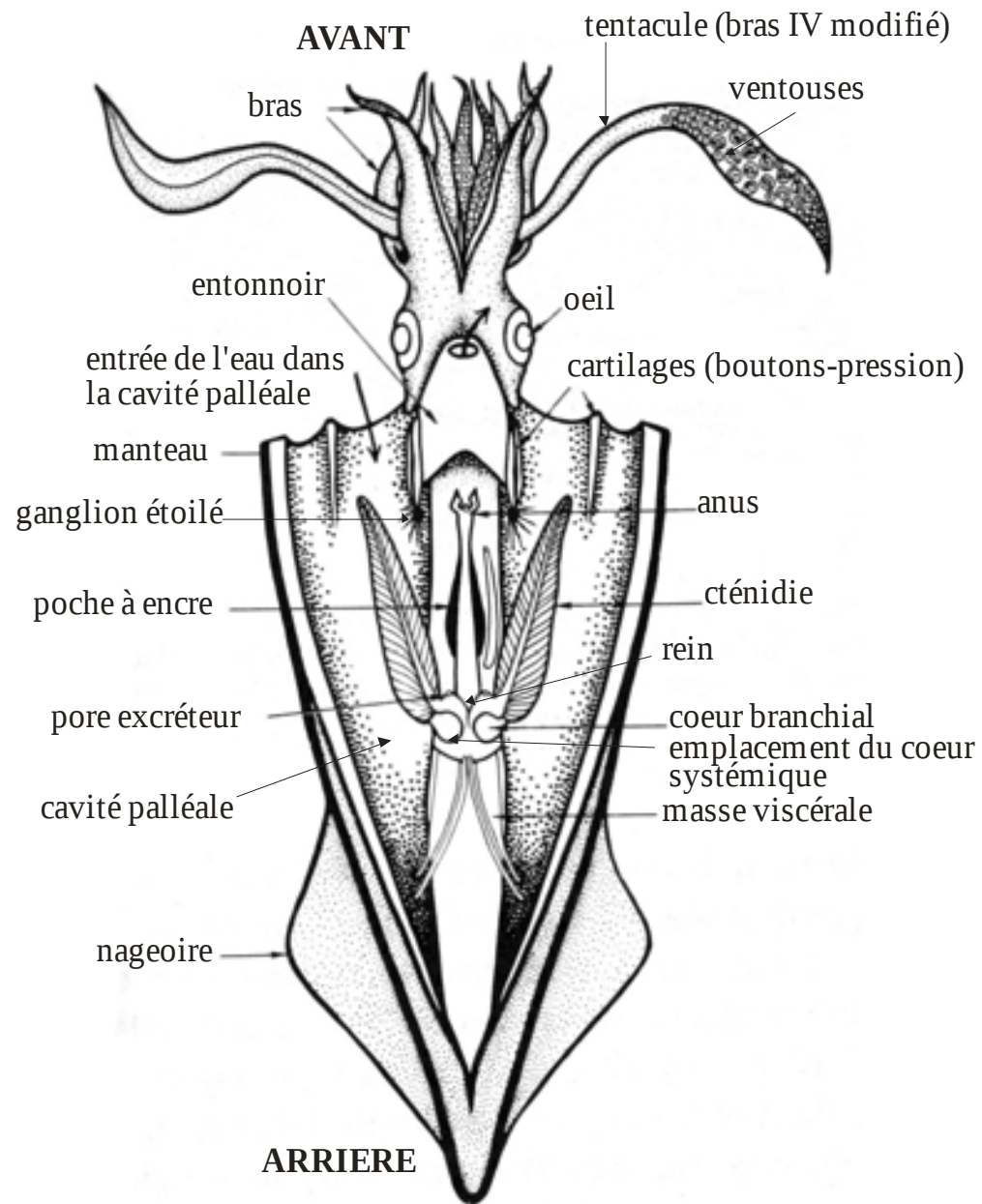
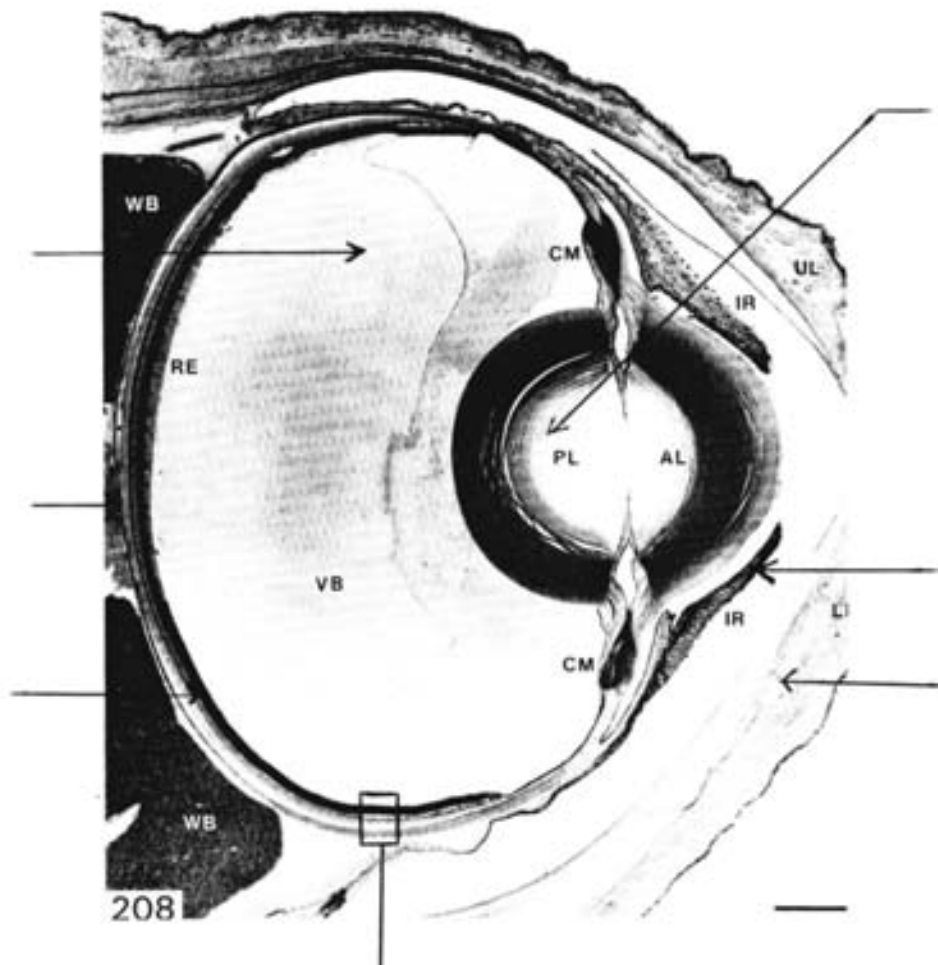
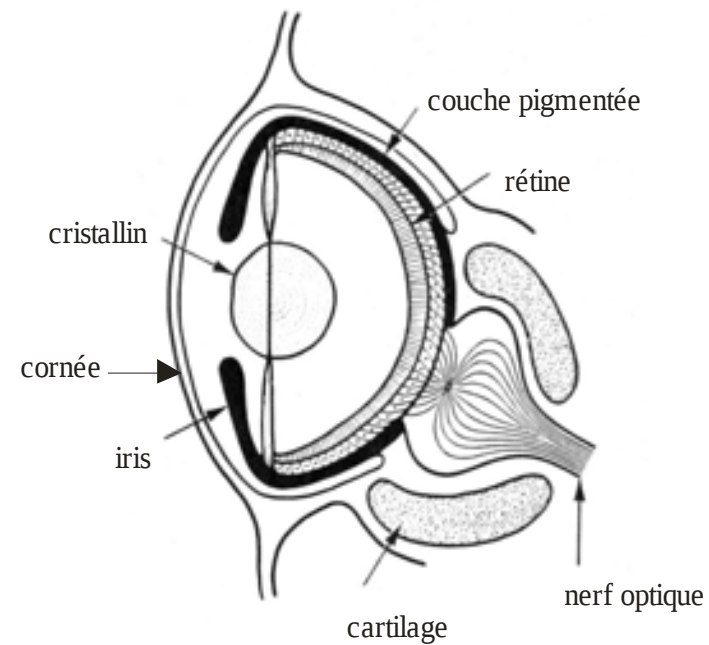


Fig. 40 : Vue ventrale d'un calmar (*Loligo* sp.) après ouverture du manteau pour montrer les structures de la cavité palléale. D'après Pearse & Buchsbaum (1987).



Coupe dans un œil de céphalopode



l. 42 : Organisation de l'oeil d'un céphalopode coupe longitudinale. D'après Pearse & Buchsbaum 37).

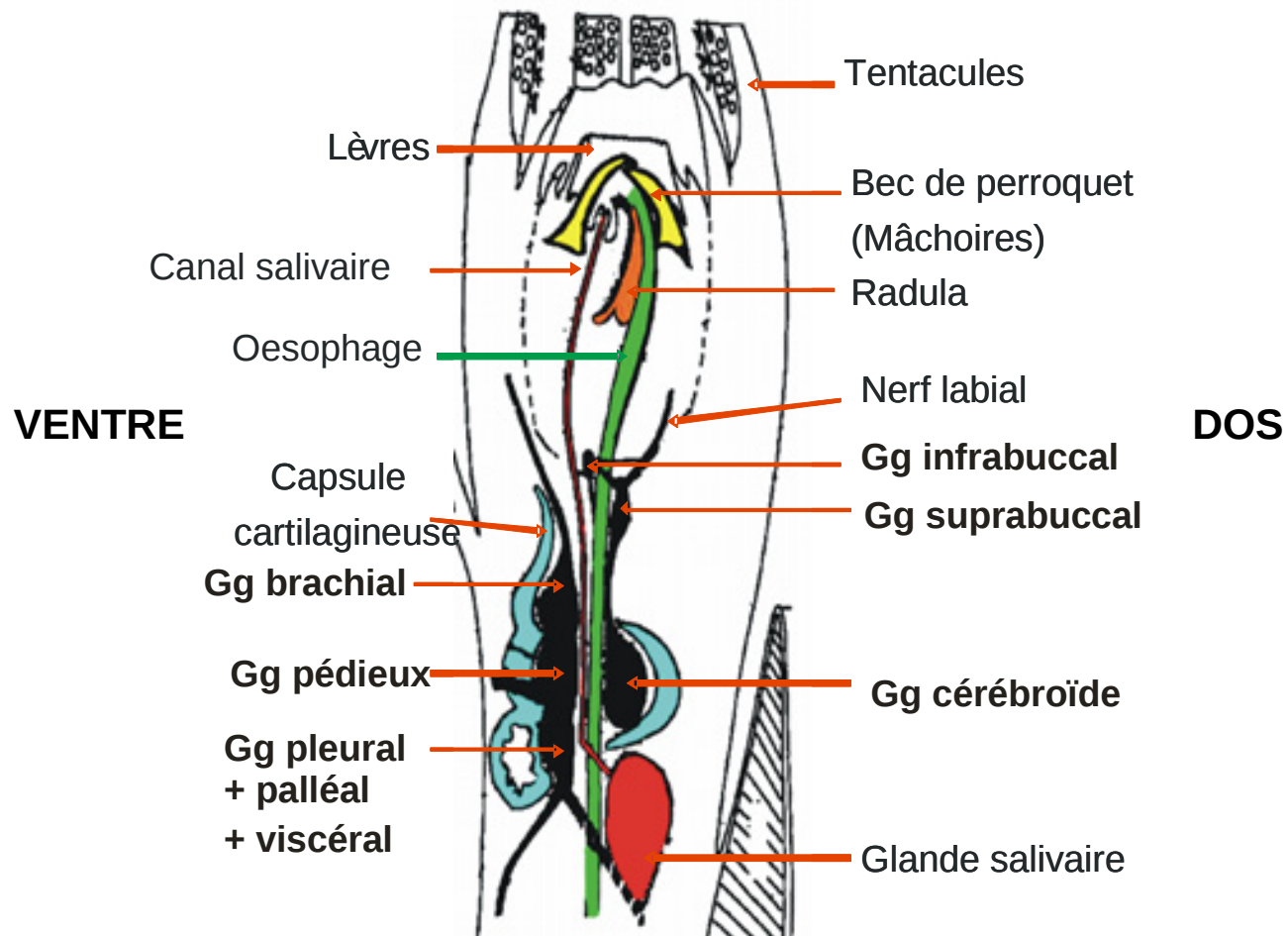


Fig. 43 : Organisation du système nerveux central des céphalopodes.

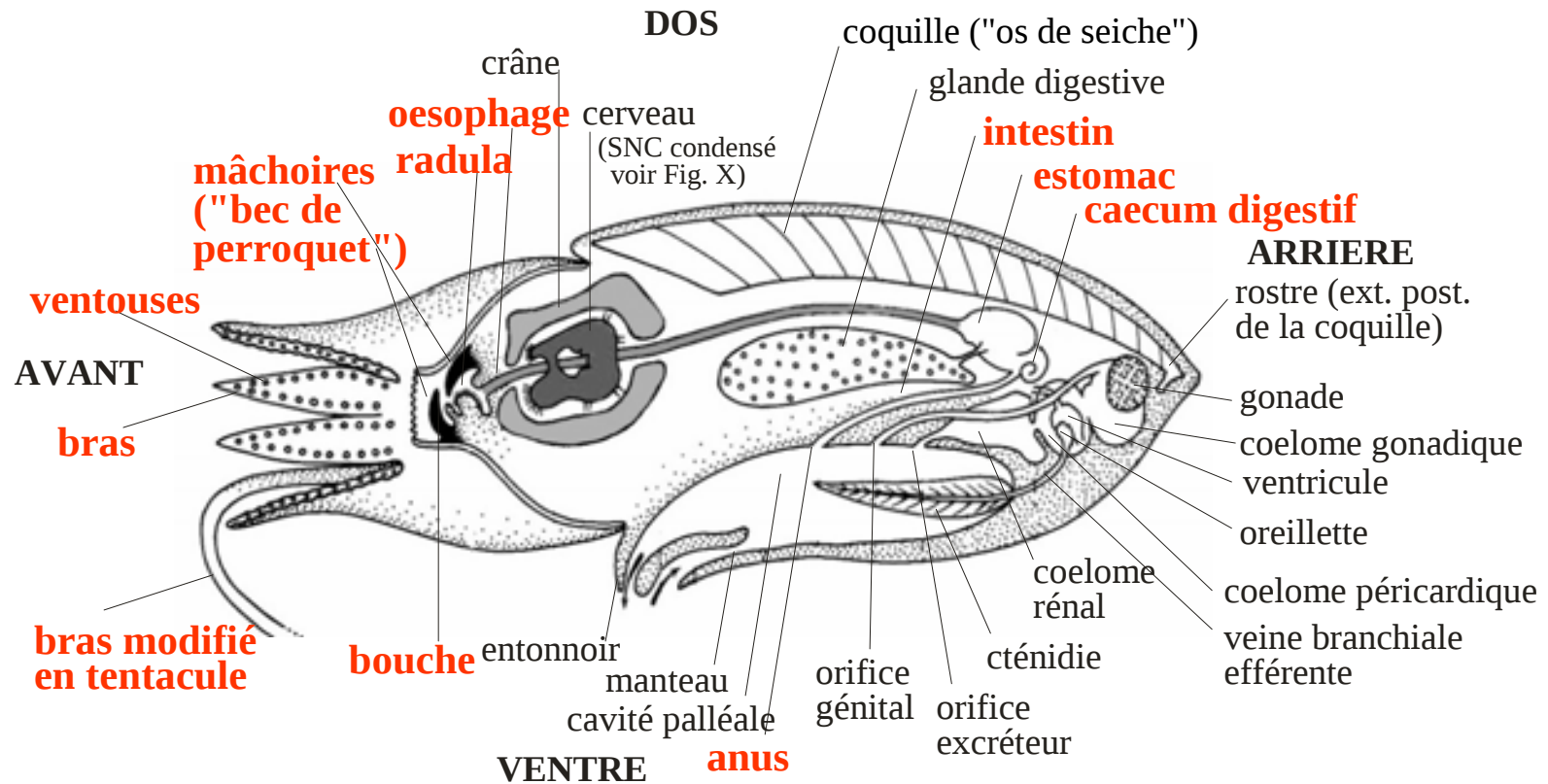


Fig. 39 : Schéma de l'organisation d'un céphalopode en coupe longitudinale.

Exemple de la seiche (). D'après Beaumont & Cassier (1981).

Sepia

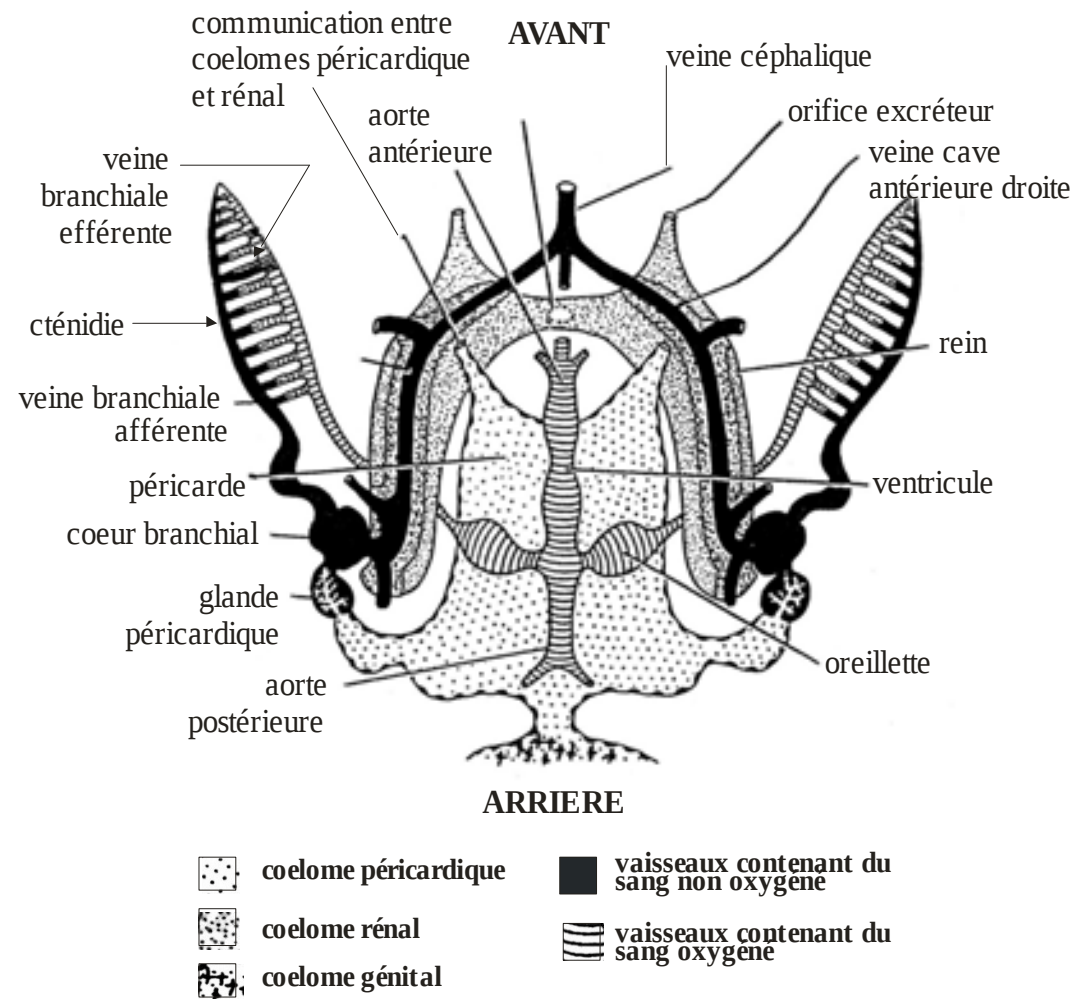


Fig. 41 : Appareil circulatoire (de la région moyenne) et coelome chez les céphalopodes. Exemple de la seiche (*Sepia*).

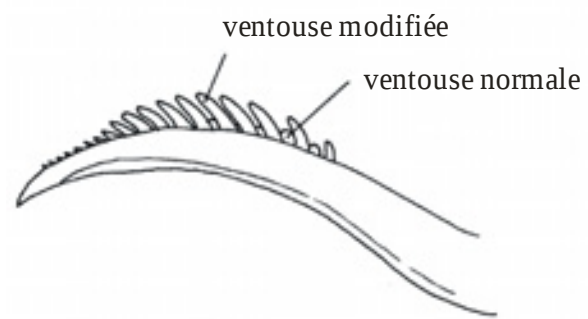


Fig. 44 : Extrémité modifiée du cinquième bras gauche (bras hectocotyle) chez un mâle de calmar (*Lolliguncula* sp.).
D'après Fox (2004).

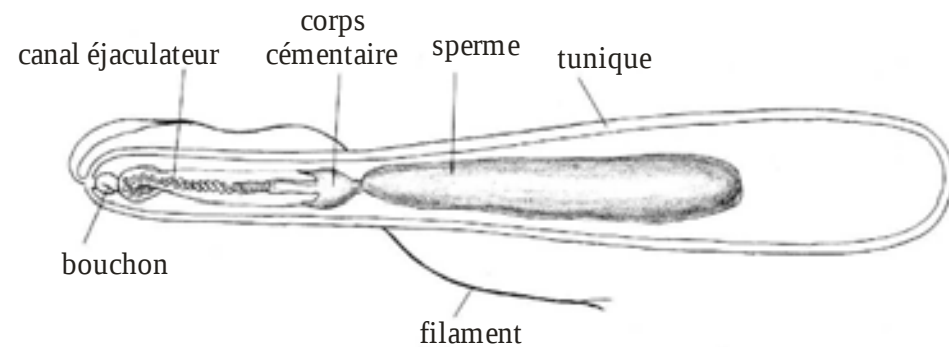
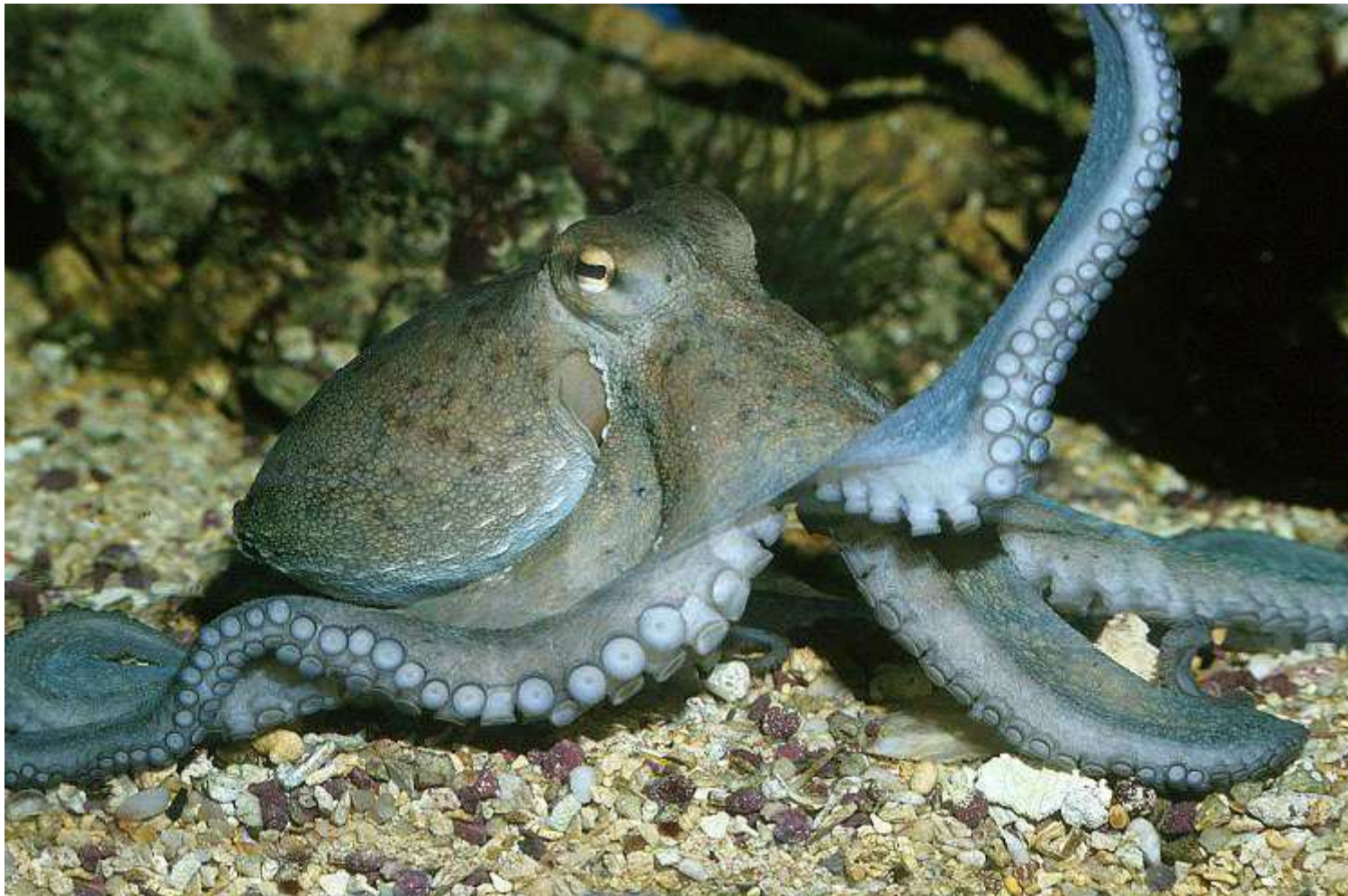


Fig. 45 : Spermatophore de calmar (*Loligo* sp.).
D'après Meglitsch (1967).

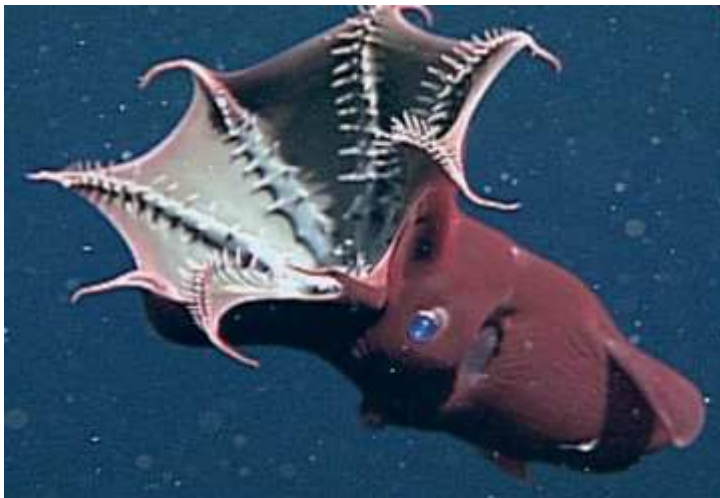
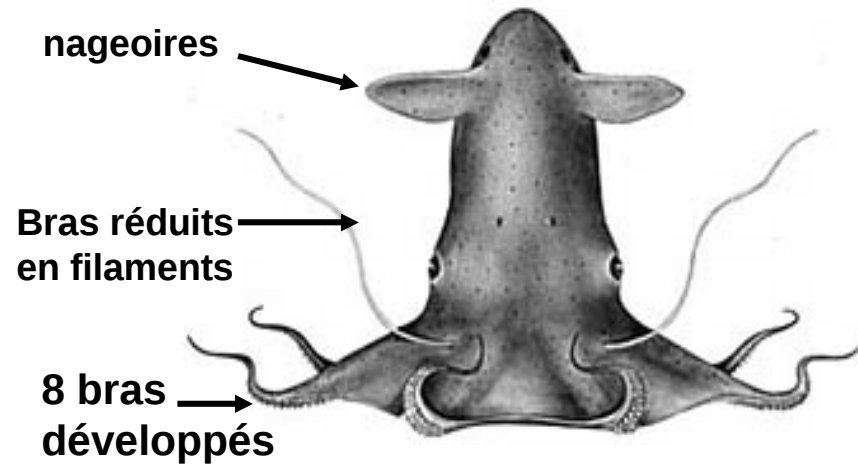
Octopodes (*Octopoda*)



Poulpe commun (*Octopus vulgaris*)

**Petites lignées proches des octopodes
(pieuvres des profondeurs)**

vampyromorphes



Cirrata



« Pieuvre Dumbo » *Grimpotheutis* sp.

Nautiloïdes (*Nautiloidea*)

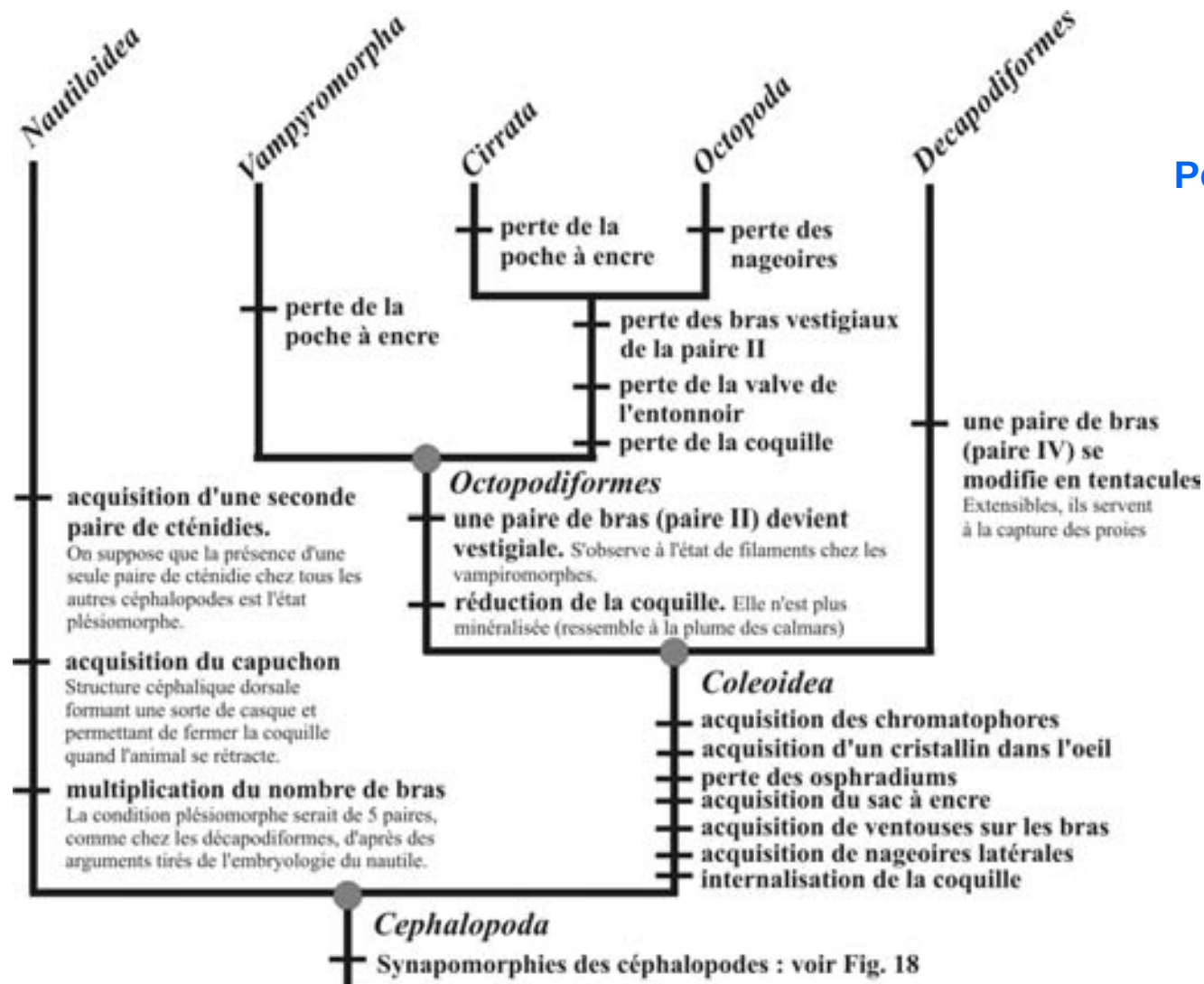
Le genre *Nautilus*



Nautilus pompilius



Coquille coupée longitudinalement



Poly Fig. 46

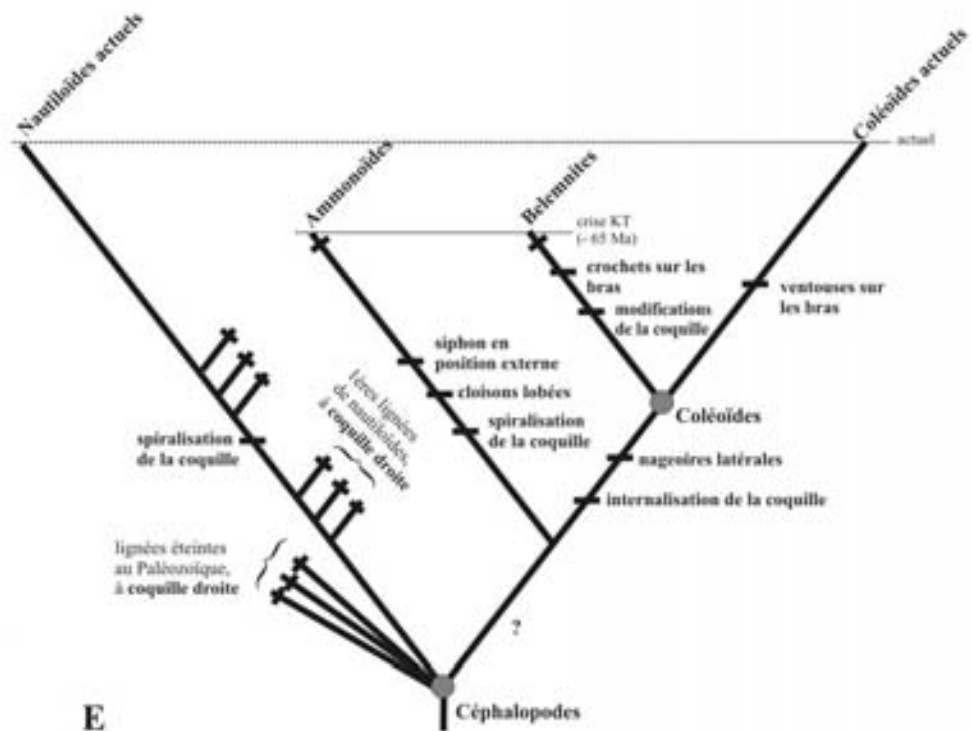
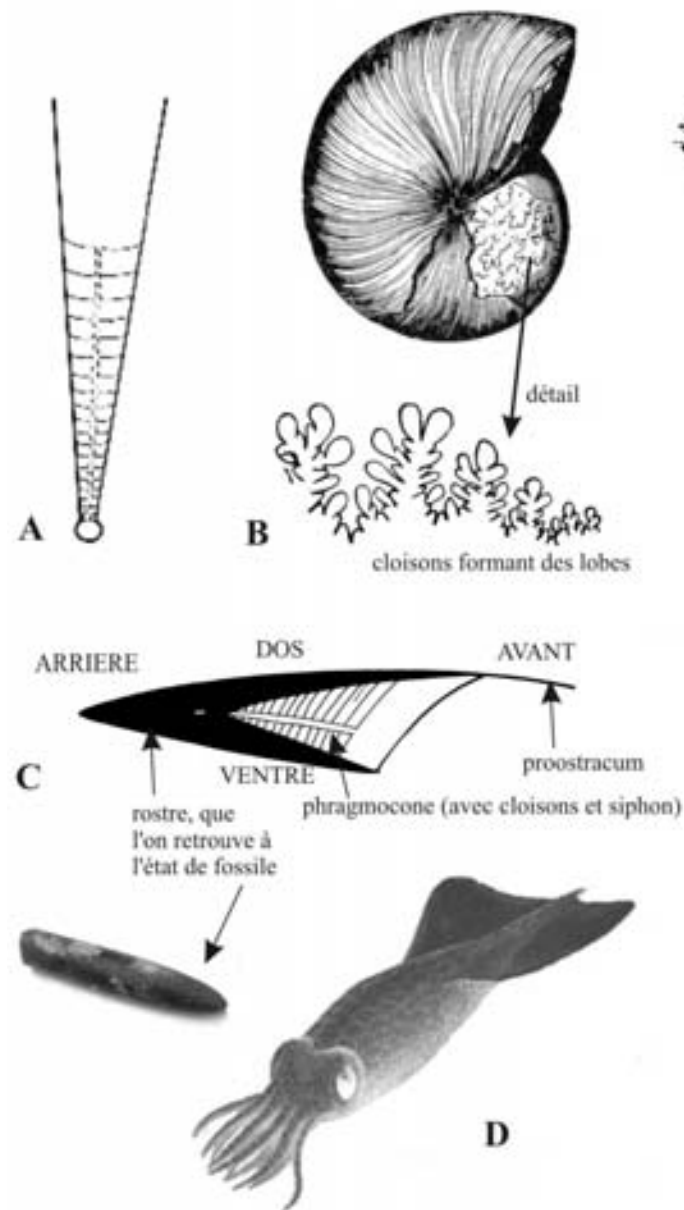


Fig. 47 : Céphalopodes disparus et leur intérêt pour comprendre l'évolution du groupe. A - Schéma de la coquille d'un nautiloïde orthocone, c'est-à-dire à coquille droite (Paléozoïque). B - Les ammonites (ici *Phylloceras heterophyllum*) sont les représentants les plus connus des ammonoïdes, groupe disparu au moment de la crise Crétacé/Tertiaire (- 65 Ma). C - Structure de la coquille des bélemnites, dont généralement seule la partie postérieure (rostre) s'est fossilisée. D - Reconstitution de la morphologie d'une bélemnite. Les bélemnites étaient abondantes au Mésozoïque et ont disparu comme les ammonoïdes lors de la crise Crétacé / Tertiaire. E - Une phylogénie des céphalopodes incluant les groupes fossiles. L'analyse phylogénétique montre notamment que la coquille des céphalopodes n'était pas enroulée à l'origine, la spiralisation ayant été acquise par convergence au sein des nautiloïdes, dans la branche commune des ammonoïdes, ainsi que chez certaines lignées des coléoïdes actuels (voir spirule, Fig. 46). Les Bélemnites partageaient avec les coléoïdes actuels la localisation interne de la coquille et la présence de nageoires latérales, mais n'avaient pas de ventouses sur les bras, ni, probablement, de paire de bras modifiés en tentacules. Dessins d'après Meglitsch (1967) et Borradaile et al. (1961).

- Métazoaires triploblastiques, à symétrie bilatérale ou secondairement asymétriques ; **non métamérisés** (à l'exception des monoplacophores).
- **Coelome réduit** à des cavités autour du rein, du cœur (péricarde), des gonades. La cavité générale est un hémocoele.
- Système circulatoire ouvert ; le liquide circulant est donc appelé hémolymphe (exception : les céphalopodes, qui ont un appareil circulatoire clos).
- *Corps recouvert d'un épais tégument, le **manteau**, qui délimite une cavité, la **cavité palléale*** (dont la position plésiomorphe est à l'arrière de l'animal). Dans la cavité palléale se trouvent la ou les **branchies**, d'un type particulier aux mollusques qu'on appelle **cténidie** (nombre plésiomorphe = une paire), *les **osphradiums*** (organes sensoriels particuliers mollusques), ainsi que les orifices excréteurs et génitaux, et l'anus. Certaines de ces structures (cavité palléale, cténidie, osphradium) ont été secondairement perdues dans certaines lignées.
- *Le manteau sécrète un **exosquelette calcaire** : **spicules*** (squelette plésiomorphe) et / ou **plaques** (chez les polyplacophores) ou **coquille** (synapomorphie des conchifères). Secondairement, certains conchifères sont dépourvus de coquille.
- Possèdent un volumineux **pied** musculueux (absent chez les aplacophores), servant à la locomotion (très fortement modifié en bras entourant la bouche chez les céphalopodes).
- Le plancher buccal porte un ruban couverte de rangées de dents chitineuses, *la **radula***, utilisée pour râcler les aliments (la radula a été secondairement perdue chez les bivalves).
- Appareil excréteur de type métanéphridien.
- *Système nerveux comprenant **4 cordons nerveux longitudinaux** (architecture **tétraneure**)*, évoluant de façon convergente au sein des conchifères en un système ganglionné avec une paire de **triangles latéraux**.
- **Clivage spiral** (sauf céphalopodes). Larve **trochophore** (perdue chez beaucoup de conchifères), suivie chez les conchifères d'un autre stade larvaire, la larve **véligère**. De manière dérivée, les céphalopodes et de nombreuses lignées de gastéropodes ont acquis un développement direct.

Fig. 48 : Résumé des principales caractéristiques de l'organisation des mollusques.
Synapomorphies indiquées en italiques.