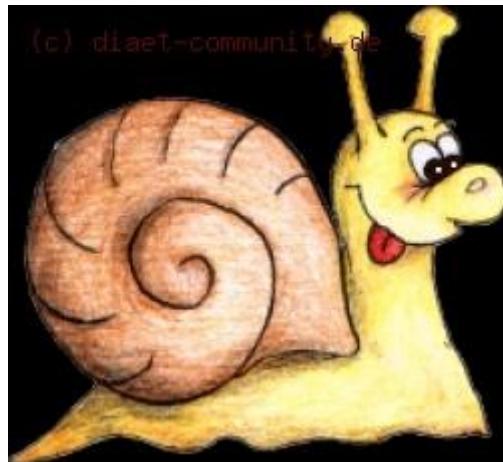


Embranchement des Mollusques



A- Introduction

B- Caractéristiques générales

C- Classification

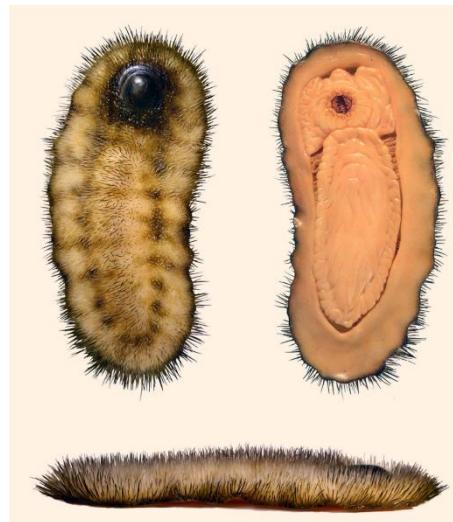
D- Le cas des Céphalopodes

Le diaporama projeté en cours est disponible sur l'intranet

UE Biologie animale : plan d'organisation, reproduction et développement chez les animaux (BAN)

A- Introduction

- **72 319 espèces actuelles**
60 000-100 000 espèces fossiles, dont les plus anciennes datent du Cambrien
(ère I = -541 MA à -485 MA)
- Apparition en milieu marin et colonisation des milieux terrestre et dulcicole
- Diversité apparente



Calvapilosa kroegeri (Aculifera)
(-478 MA, Maroc) (Vinther et al., 2017)

aculi- = spicule



Coq. St Jacques



Caudofauvéate



Nautilé



Solénogastre



Escargot
© Stephen Bay



Aplysie



Helicoradomenia sp.



Planorbe



Chiton



Pieuvre

A- Introduction

- 117 000 espèces actuelles
70 000 espèces fossiles, dont les plus anciennes datent du Cambrien (ère I)
- Apparition en milieu marin et colonisation des milieux terrestre et dulcicole
- Diversité apparente ⇒ **HOMOGENEITE**

Classification phylogénétique :

Métazoaires
Eumétazoaires
Bilatériens
Protostomiens
Spiraliens
Trochozoaires

- Corps mou, triploblastiques, hyponeuriens, coelomates, non métamérisés
- Quelques caractères dérivés propres des **Mollusques** :
 - le **manteau** (partie du tégument qui sécrète des formations calcaires)
 - la **radula** (dans la cavité buccale, impliquée dans la prise de nourriture)
 - les **osphradies** (organes sensoriels chémorécepteurs)

- Points communs avec les Annélides :

Segmentation spirale des œufs (Spiraliens)
Larve trochophore (Trochozoaires)

- Mais origine différente :

Perte précoce de la métamérisation
Cœlome et métamérisation indépendants

Les Mollusques sont des coelomates non métamérisés
(cœlome non associé aux muscles)
≠ Annélides, Arthropodes, Vertébrés



Fausse métamérisation
chez les Polyplacophores
et les Monoplacophores

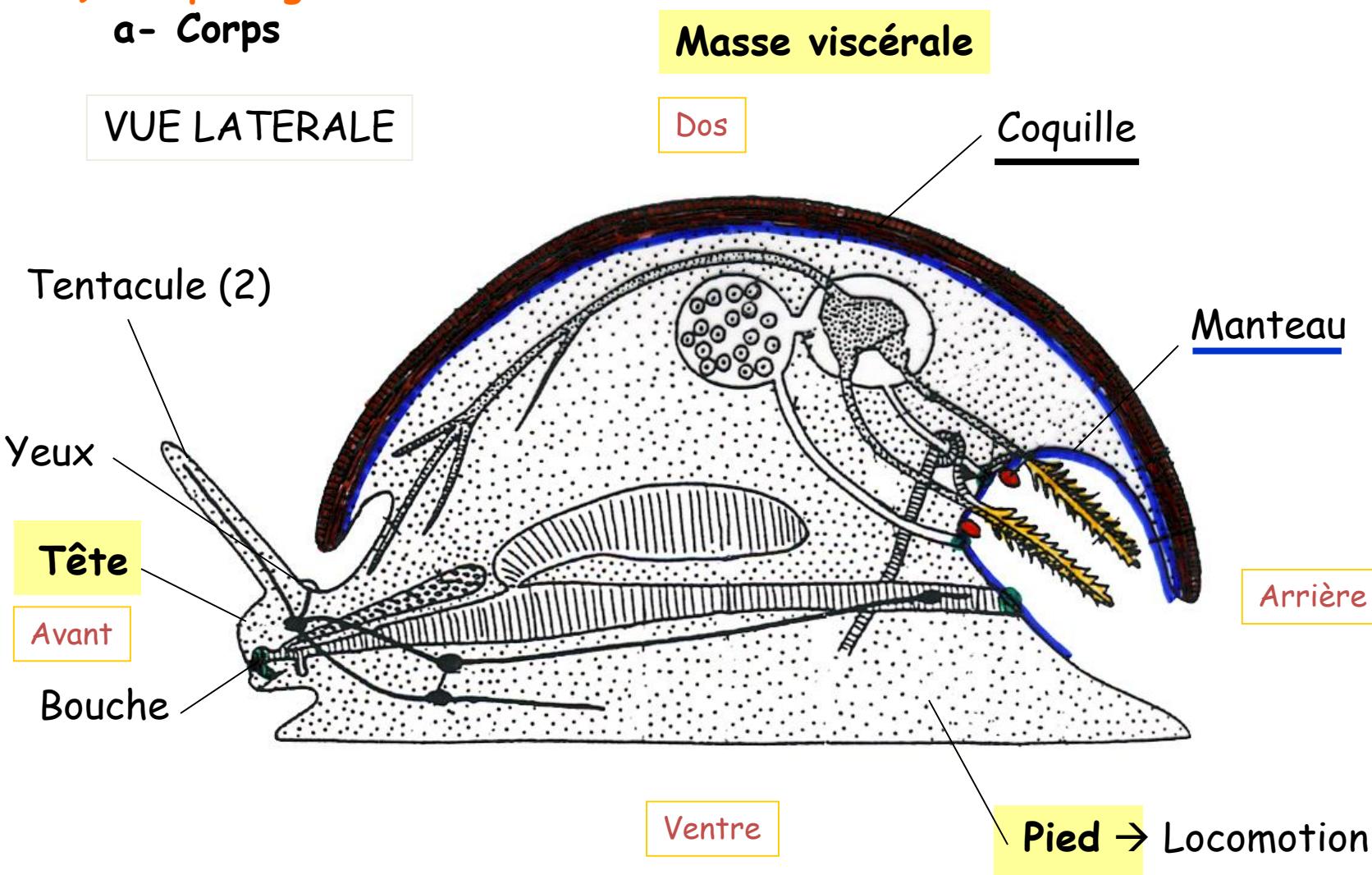


B- Caractéristiques générales

= à partir d'un morphotype hypothétique, sans valeur phylogénétique, proche d'un gastéropode prosobranche

1) Morphologie

a- Corps



Pied = organe locomoteur



Gastéropodes : sole de reptation

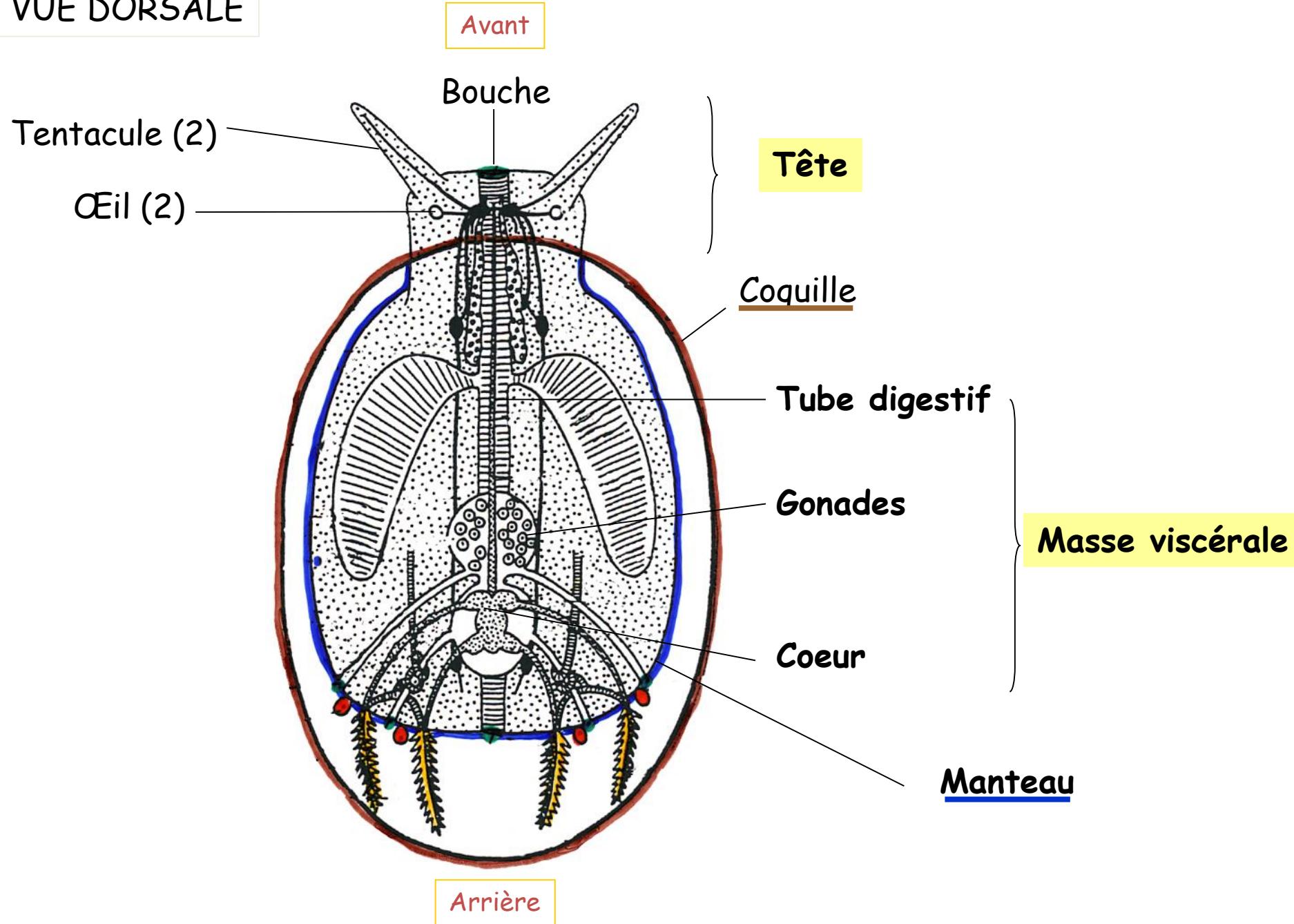


Bivalves : pied fouisseur



Céphalopodes : bras buccaux + tentacules + entonnoir

VUE DORSALE



1) Morphologie

b- Manteau (= pallium)

VUE DORSALE

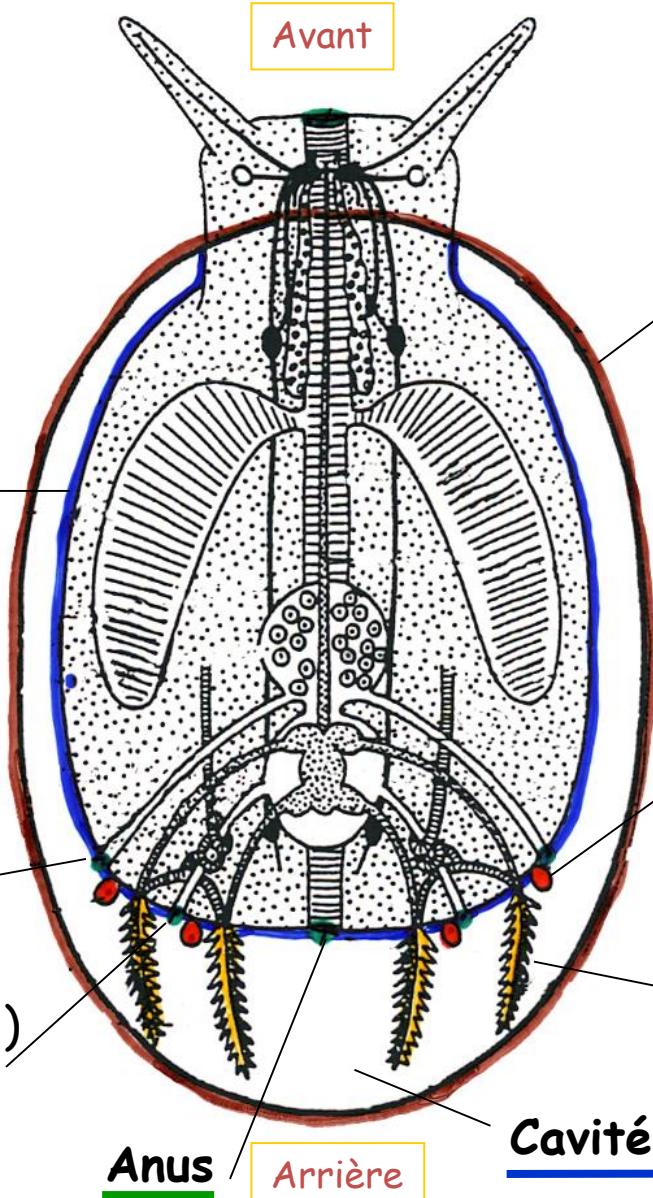
= Caractère dérivé propre des Mollusques

Manteau = pallium

= Repli périphérique dorsal du tégument, spécialisé dans la production de CaCO₃

Orifice génital (2)

Orifice excréteur (2)



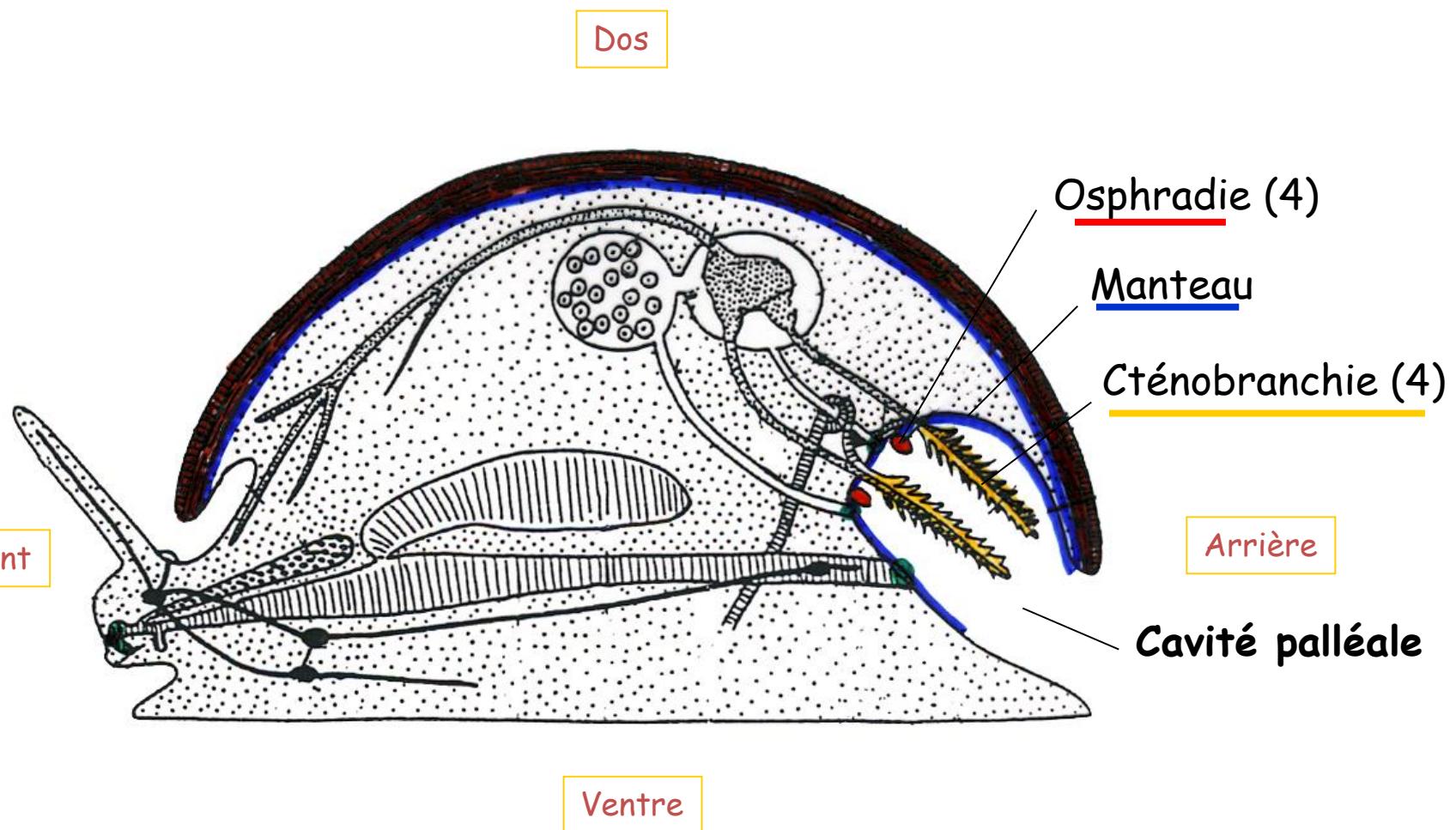
Oosphradie (4)

Caractère dérivé propre des Mollusques
→ chémoréception

Cténobranchie (4)
→ Respiration

Cavité palléale (entrée et sortie d'eau)

VUE LATERALE



1) Morphologie

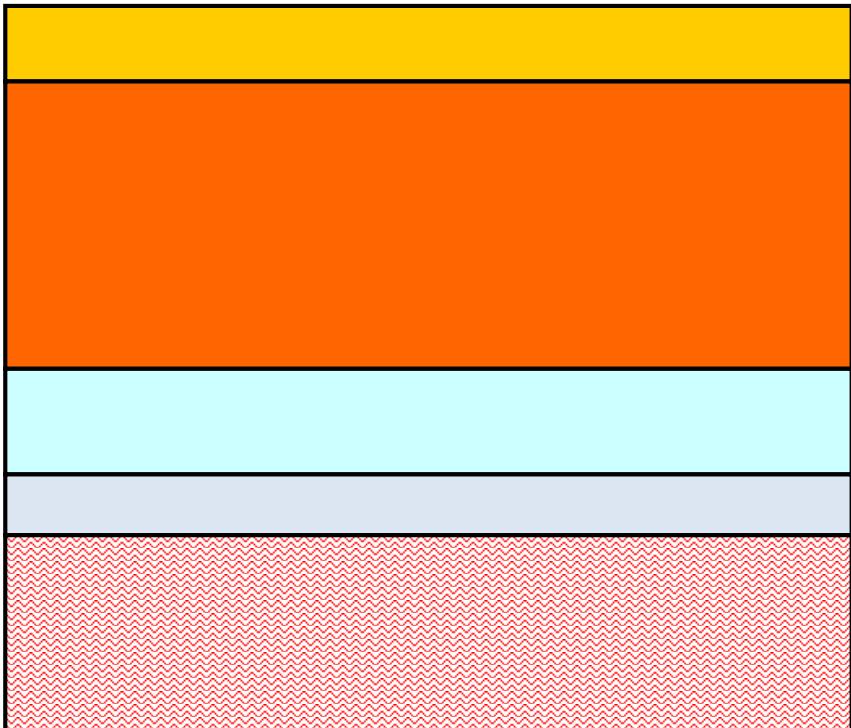
c- coquille

- Sécrétée par le manteau
- Calcaire CaCO_3 (calcite + aragonite), origine alimentaire
- Forme variable (externe ou interne, développée, réduite ou absente)
- Structure standard : 3 couches

Structure de la coquille (coupe transversale)

Coquille

(extérieur)



(intérieur)

Manteau (ou pallium)

Périostracum (conchyoline)

Ostracum (calcite + conchyoline)
→ couleur

Hypostracum = Nacre (aragonite)

Epiderme (épithélium)

Derme (tissu conjonctif)

coquille

- Périostracum + ostracum : - sécrétion par les bords du manteau
- croissance en surface
- Hypostracum : - sécrétion par toute la surface du manteau
- croissance en épaisseur

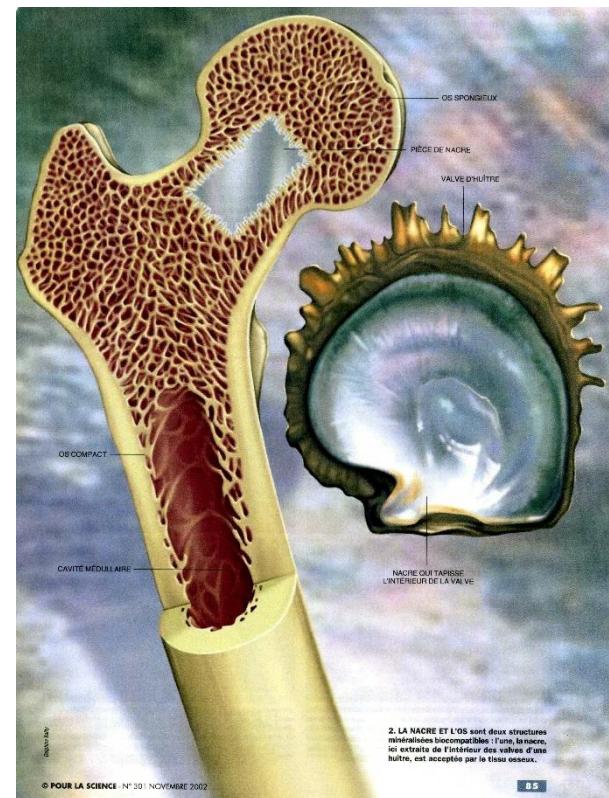
NB : La nacre résiste mieux aux acides que les deux couches plus externes et se reconstitue après avoir été percée ou abîmée.

- Croissance discontinue
 - ↳ **stries d'accroissement**
(ex. anodonte)
- Indicatrice des conditions abiotiques et biotiques
(sclérochronologie, sclérochimie)
 - ↳ **température** (isotopie de l'oxygène)
 - ↳ **producteurs 1° consommés**
(ratio lithium/calcium ou barium/calcium)



© H. Vicentini

La nacre : des utilisations multiples passées et actuelles



2) Anatomie

a- tégument

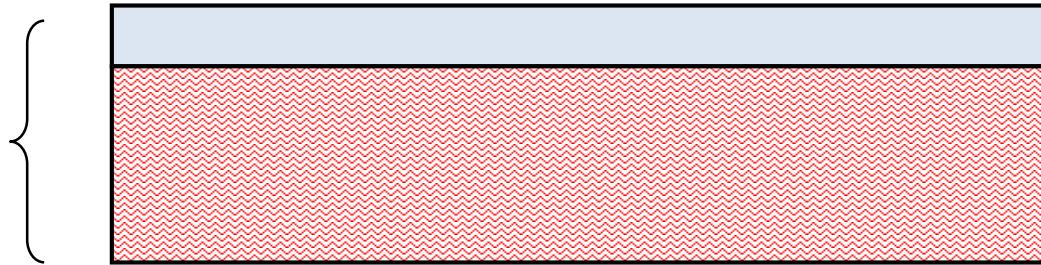
EPIDERME = Epithélium (\rightarrow cellules jointives) unistratifié :

- cellules ciliées
- cellules glandulaires muqueuses
- cellules sensorielles

DERME = Tissu conjonctif (\rightarrow cellules disjointes) :

- divers types de cellules (ex. fibroblastes, fibres musculaires lisses)
- fibres anhistes (ex. collagène)
- substance fondamentale

tégument



(intérieur)

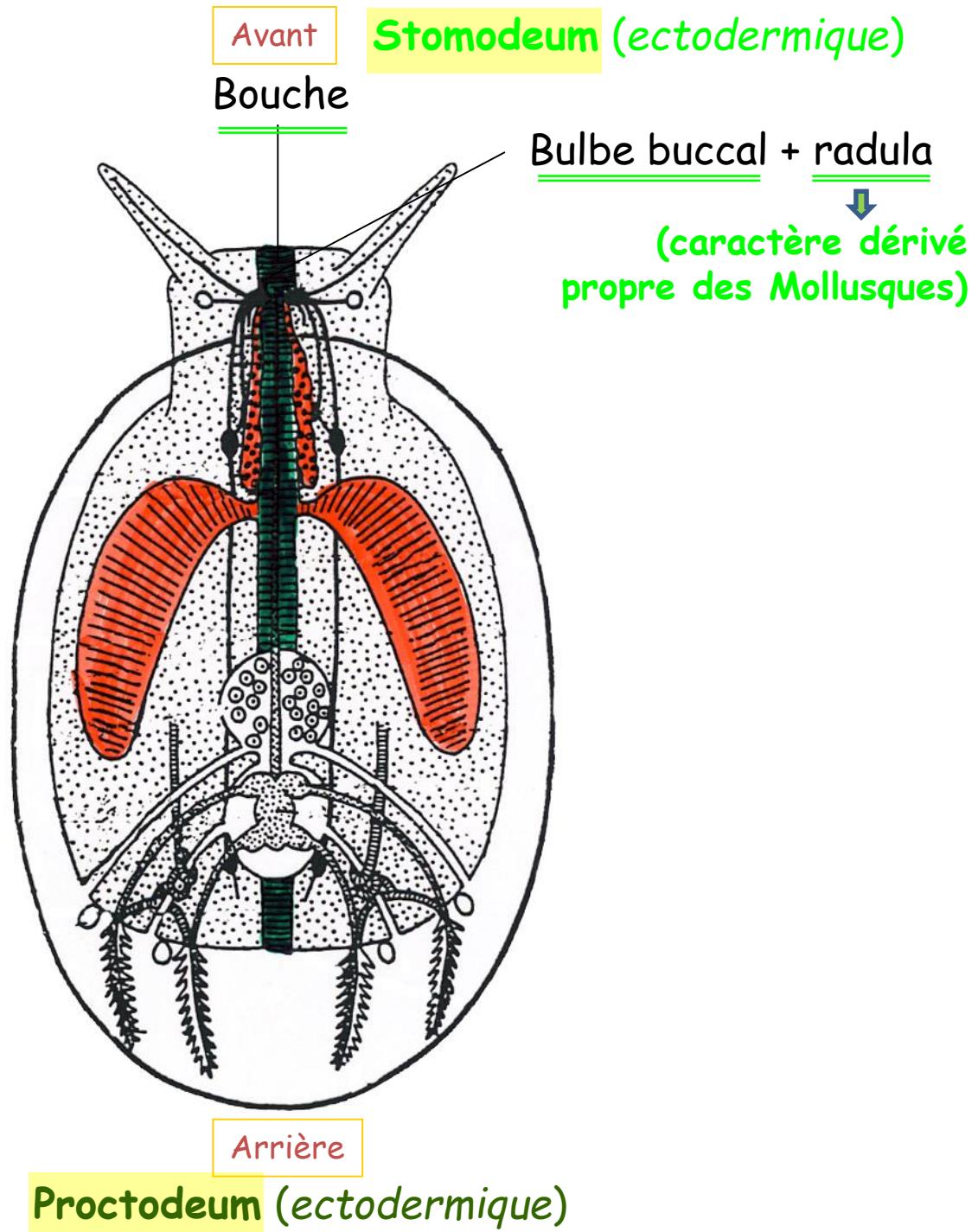
Epiderme (épithélium)

Derme (tissu conjonctif)

2) Anatomie

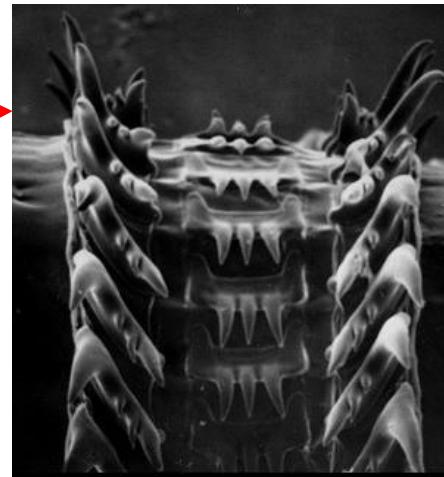
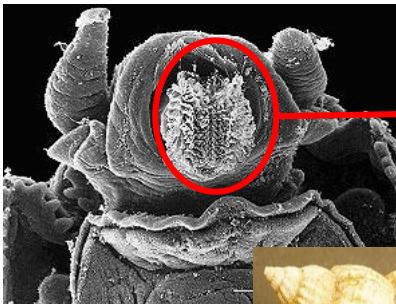
b- appareil digestif

VUE DORSALE

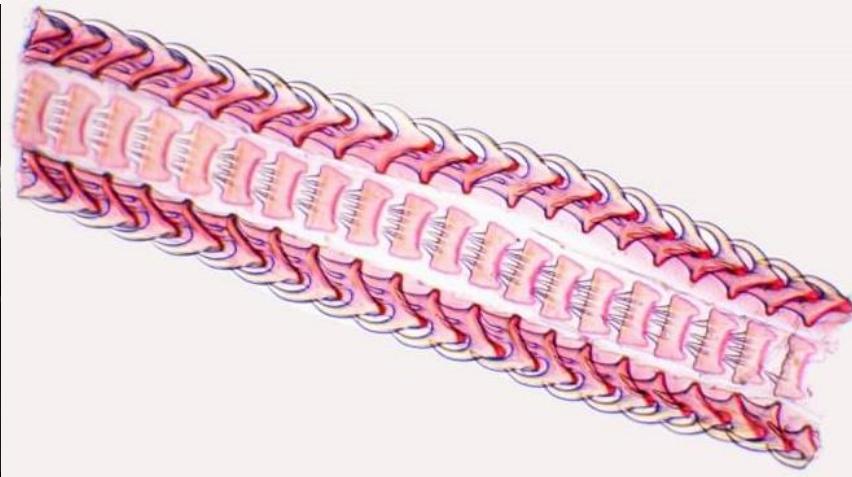


La radula des Mollusques (langue rubanée ornée de dents)

ex. bulot : zoophage nécrophage



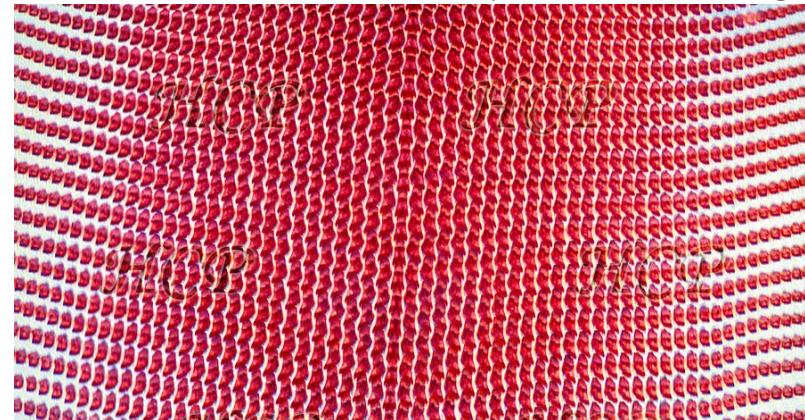
3 dents puissantes et multicuspides / rangée



ex. escargot : phytopophage



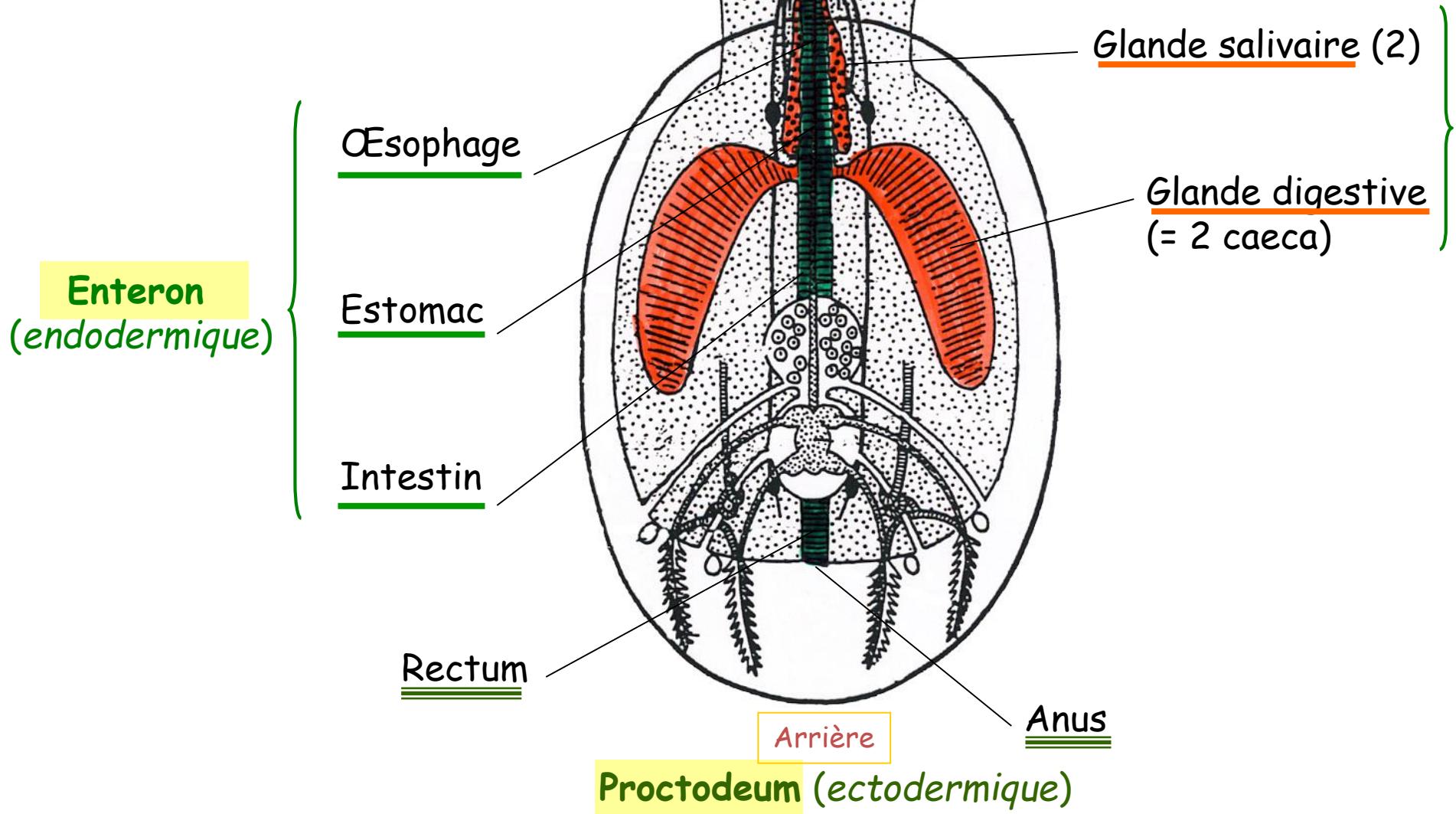
Nombre élevé de dents non spécialisées / rangée



2) Anatomie

b- appareil digestif

VUE DORSALE



appareil digestif

VUE LATERALE

Dos

Glande digestive
(= 2 caeca)

Glande salivaire (2)

Avant

Mâchoire

Bouche

Radula

Œsophage

Estomac

Intestin

Rectum

Arrière

Anus

Ventre

Stomodeum

Enteron

Proctodeum

2) Anatomie

c- coelome

↳ Réduit et non associé aux muscles
(2 cavités reliées entre elles)

VUE LATERALE

Coelomoductes :

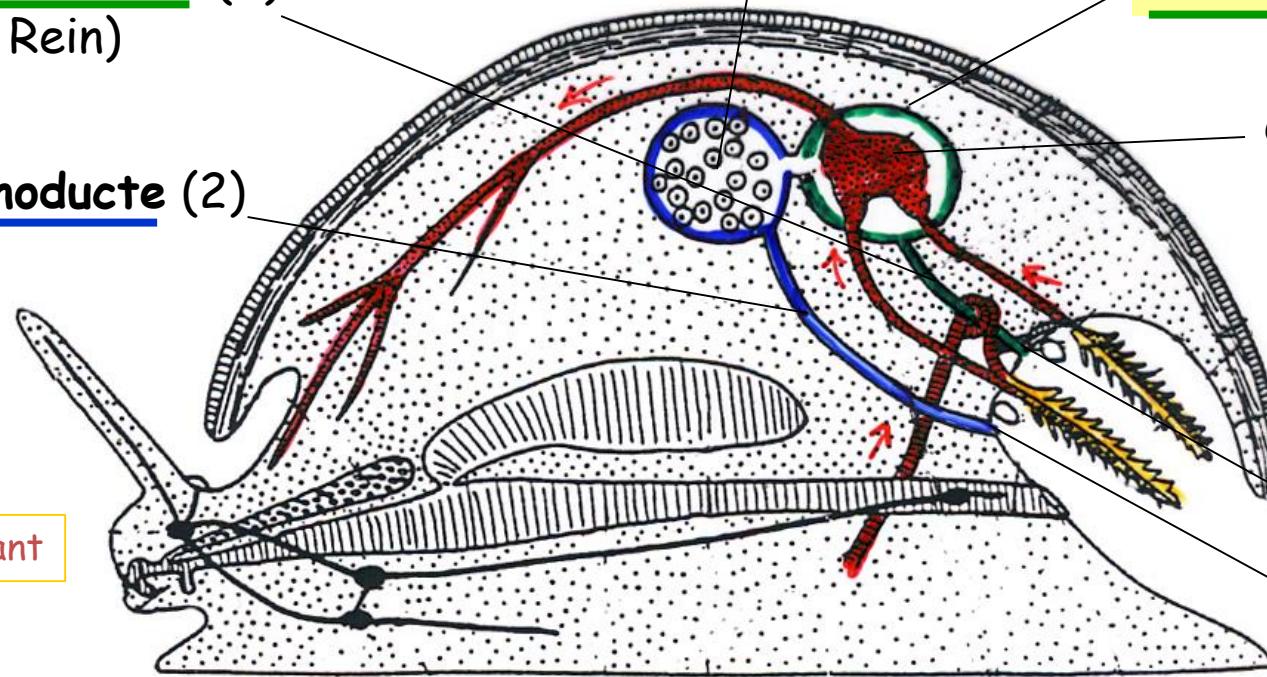
Tube rénal (2)
(= Rein)

Gonoducte (2)

Cavité génitale (= Gonade)

Cavité rénopéricardique

Cœur



2) Anatomie

d- appareil circulatoire

Avant

↳ Lacuneux = ouvert = non clos (sauf Céphalopodes)

Pigment respiratoire = hémocyanine (en général)

VUE DORSALE

Vaisseau dorsal (1) (O₂)

Cavité rénopéricardique

Vaisseau ventral (2)

(CO₂)

Oreillette (4)
Ventricule (1)

Cœur
(O₂)

Tube rénal (2)
(=rein)

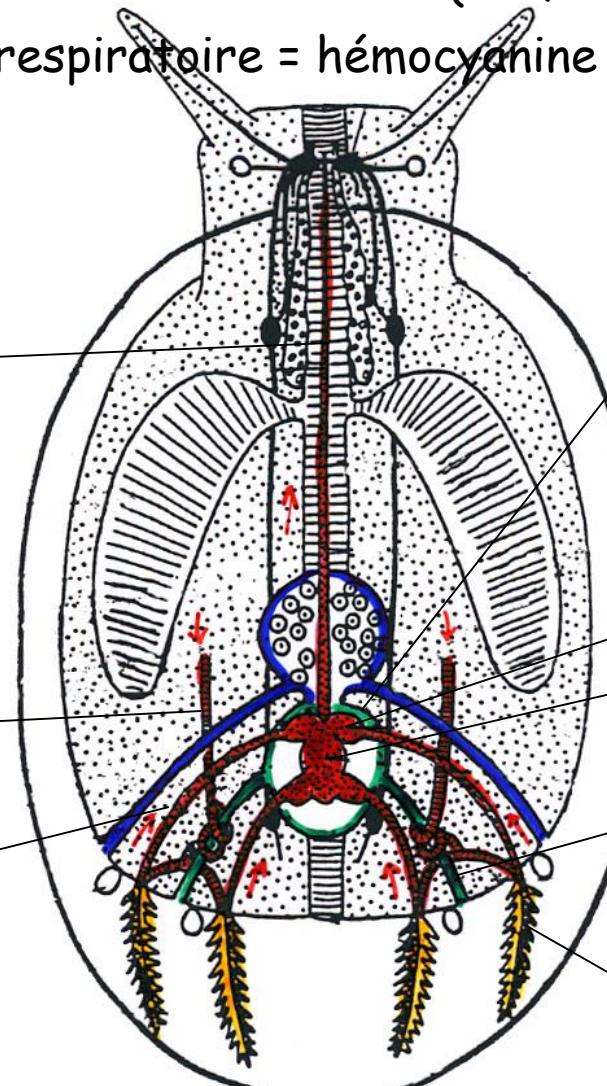
↳ filtration

Vaisseau transversal (4)

(O₂)

Cténobranchie (4)
↳ oxygénéation

Arrière

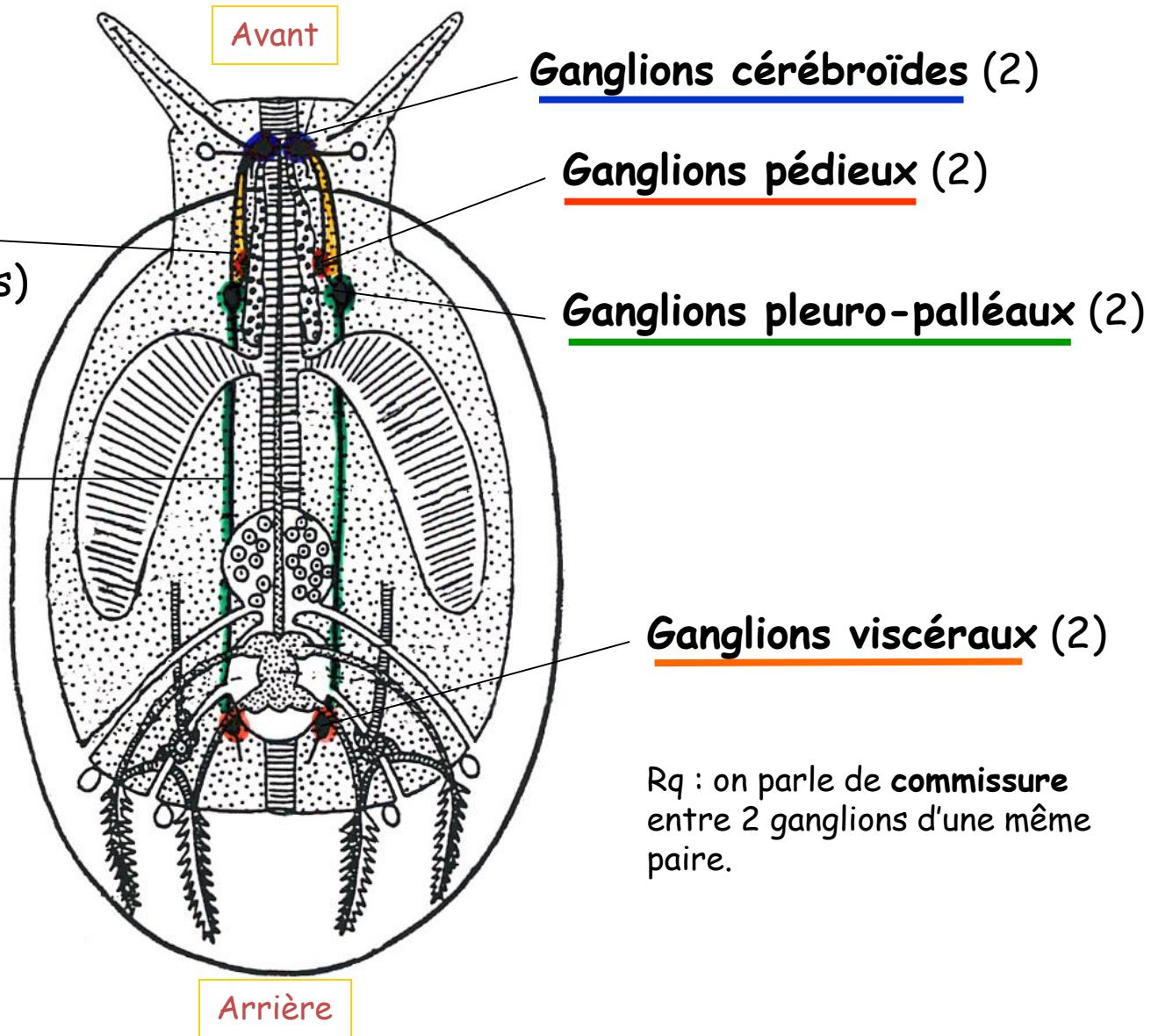


2) Anatomie

e- système nerveux

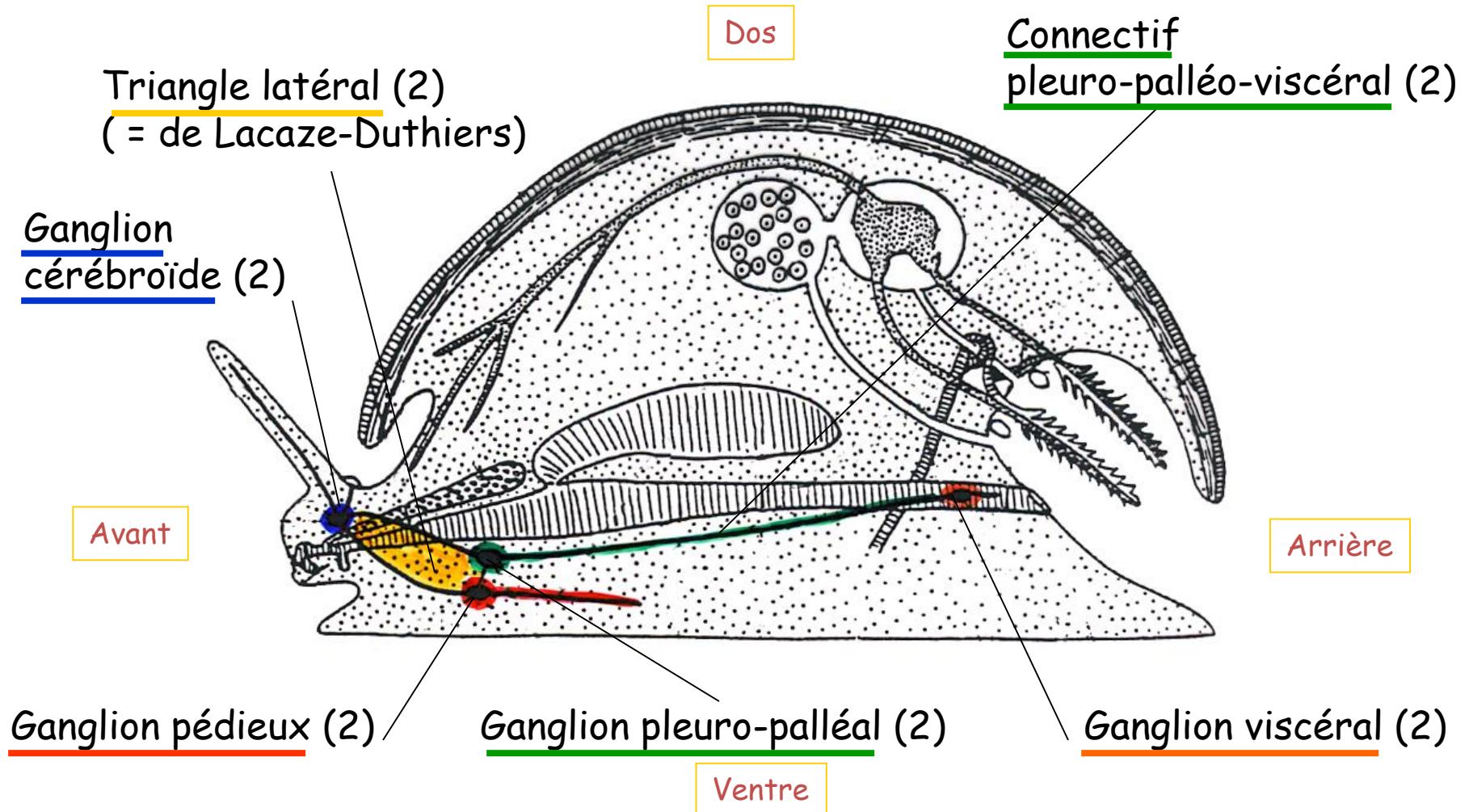
ventral ⇒ HYPONEURIENS

VUE DORSALE



2 tendances évolutives ⇒ CÉPHALISATION et CÉRÉBRALISATION

VUE LATERALE



3) Reproduction et développement

- **Reproduction sexuée** (pas de multiplication asexuée)

- **Gonochoriques** (sexes séparés)

- **Ovipares**



Nucelle en train de pondre

} En général



Pontes de bulot et d'aplysie

- **Œufs hétérolécithes**

(sauf Gastéropodes Pulmonés terrestres et Céphalopodes = télolécithes)



Œufs de seiche

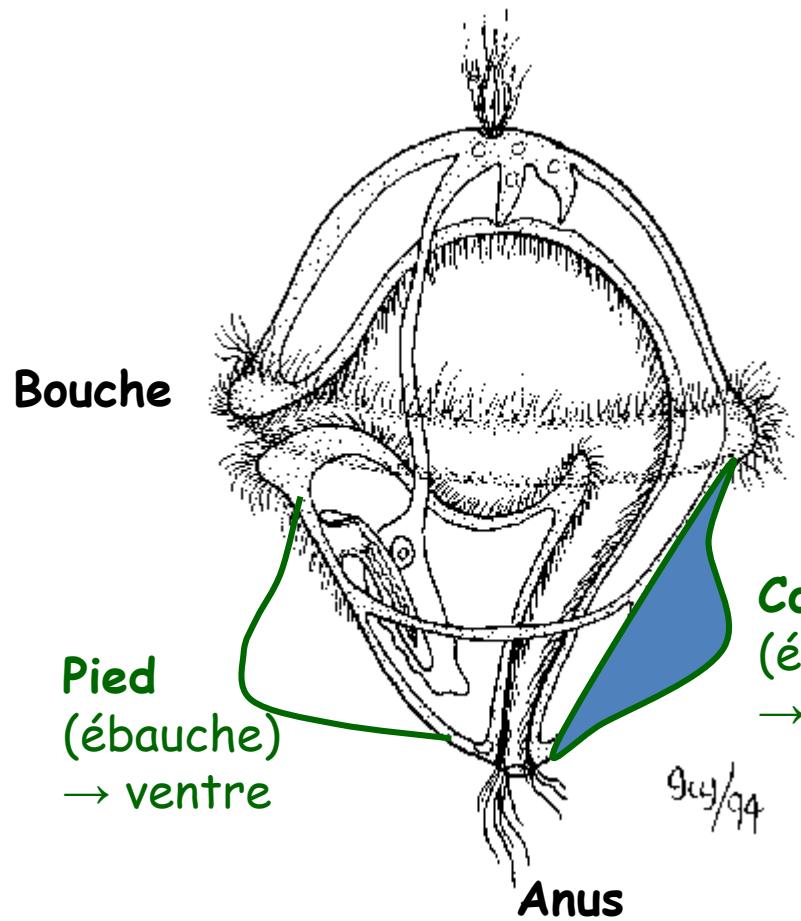
- **Segmentation spirale**

(comme Plathelminthes et Annélides → Spiraliens)

- **Développement indirect avec larve végétale**

(sauf Gastéropodes Pulmonés terrestres et Céphalopodes = direct)

La larve véligère dérive de la larve trochophore des Annélides
(Trochozoaires)



LARVE TROCHOPHORE

LARVE VELIGERE

prototroque ⇒ VELUM (2 lobes natatoires)
Cils disposés en couronne



Larves véligères
de Gastéropodes

C- Classification

⇒ 8 Classes

Mollusques

Aplacophores

Aculifères

Conchifères

2 Solénogastres



3 Caudofovésates



5 Polyplacophores



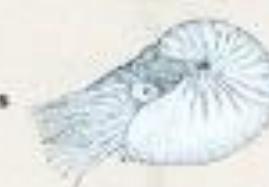
7 Monoplacophores



10 Gastéropodes



11 Céphalopodes



13 Bivalves



14 Scaphopodes



Cf. Lecointre & Le Guyader (2017)

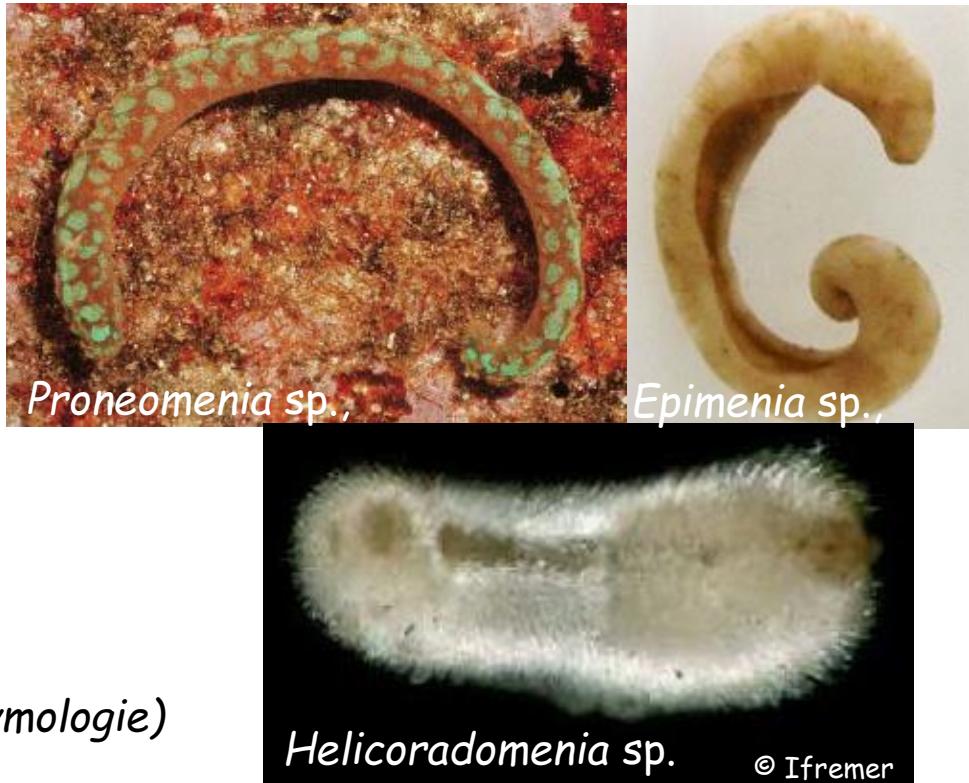
ET Maxime HERVE & Denis POINSOT (2017)

<https://sites.google.com/site/systematiquemetazoaires/home>

⇒ 8 Classes

1) Solénogastres (~ 350 espèces)

- Pas de coquille
- Spicules calcaires
- Marins
- Vermiformes
- Tête peu différenciée
- Pied peu développé,
logé dans un sillon ventral
(caractère dérivé propre et étymologie)
- Prédateurs de petits invertébrés
(ex. colonies d'Hydrozoaires)



2) Caudofovéates (~ 100 espèces)

- Pas de coquille
- Spicules calcaires
- Marins
- Vermiformes
- Bouclier pédiéux péribüccal
(vestige du pied, rôle dans le fouissage et le tri des particules alimentaires)
- Microphages

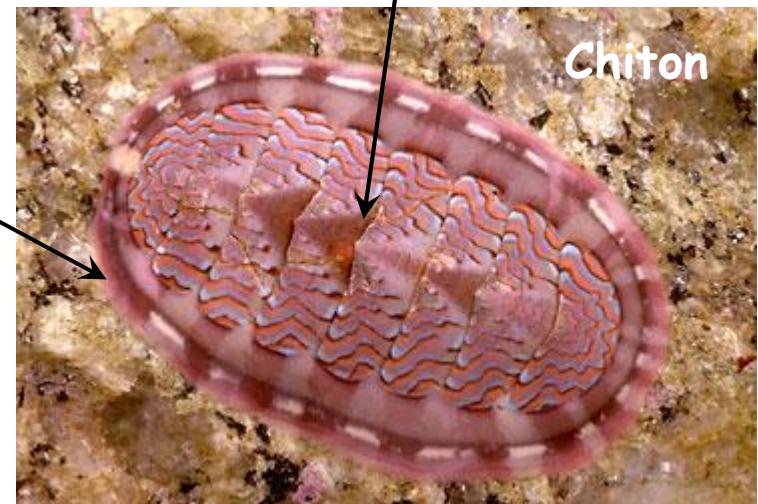


Rq : Solénogastres et Caudofovéates sont regroupés sous le nom d'Aplacophores.

© Barwick & Cadien

3) Polyplacophores (~ 940 espèces)

- Marins
- Coquille = 8 plaques calcaires articulées = cérames
- Corps aplati dorso-ventralement
- Tête bien différenciée
- Pied développé
= vaste sole de reptation
- Herbivores brouteurs
(sur substrat dur)



Rq : Les Aplacophores et les Polyplacophores forment les Aculifères et s'opposent aux Conchifères (coquille formée d'une seule pièce).

4) Monoplacophores (~ 31 espèces)

- Marins
- ~ Tous fossiles (Paléozoïque)
- **Sauf genre Neopilina** (découvert en 1952
à 3500m de profondeur dans le Pacifique)
- Coquille conique en 1 seule plaque

- Anatomie interne seriée
(fausse métamérisation)
- Pied circulaire
= sole de reptation
entouré de la cavité
palléale avec 5 paires
de branchies

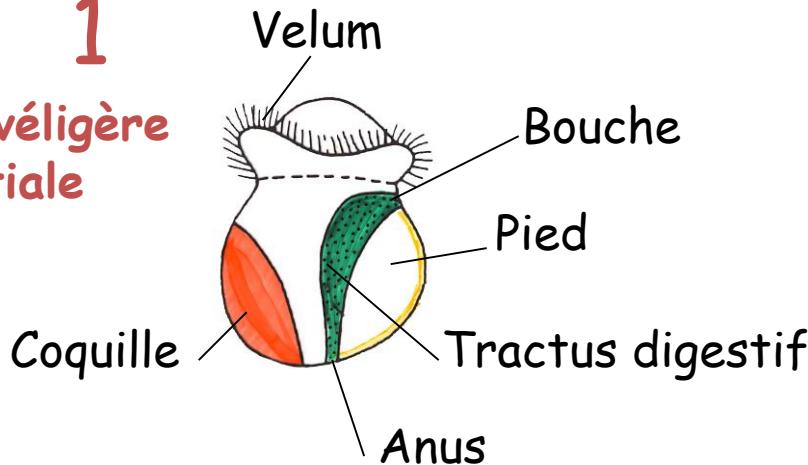


5) Gastéropodes ($\sim 103\ 000$ espèces)

- Marins, dulcicoles ou terrestres ; libres ou parasites
(de -5000 m dans les océans à +5500 m dans l'Himalaya)
- Perte de la symétrie bilatérale

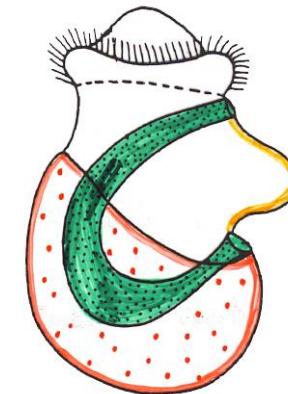
1

Larve végétale
initiale

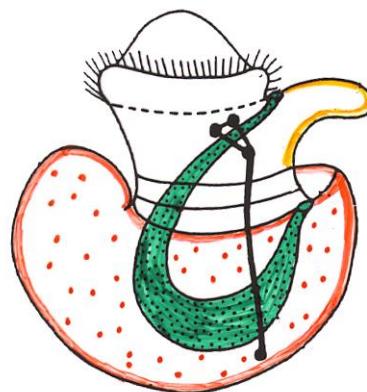


2

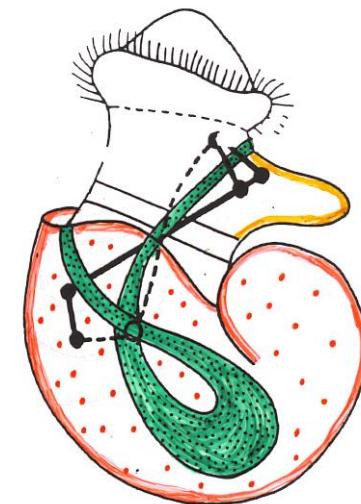
Flexion endogastrique



3



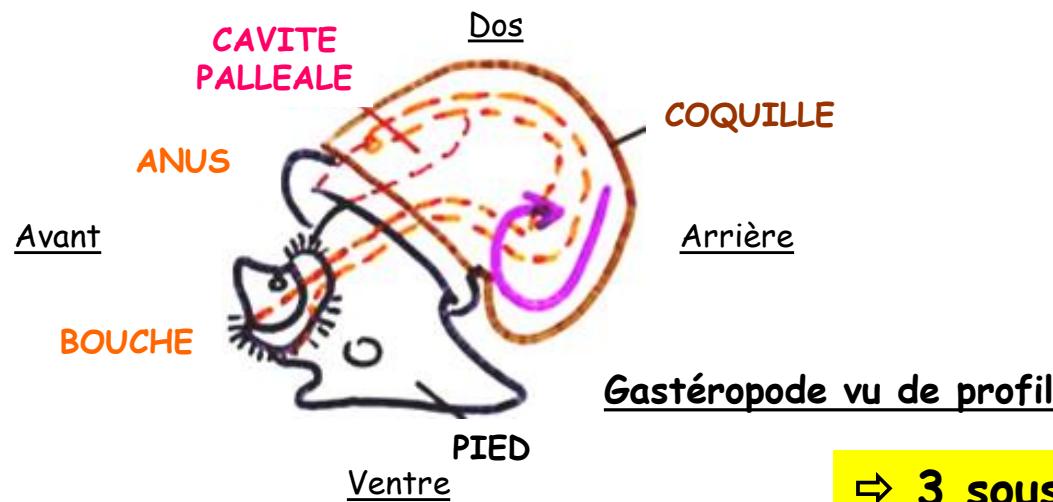
4



Enroulement et torsion à 180° de la masse viscérale (sur le côté droit = dextre)

Conséquences :

- Organes initialement à gauche ⇒ atrophiés
à droite ⇒ à gauche
- Rapprochement bouche et anus (flexion endogastrique)
- Cavité palléale ⇒ déportée vers l'avant (ouverture antérieure)
- Coquille spiralée (extériorise l'enroulement viscéral)
- Pied très développé ⇒ sole de reptation ventrale
(« pied ventral » = étymologie de gastéropode)

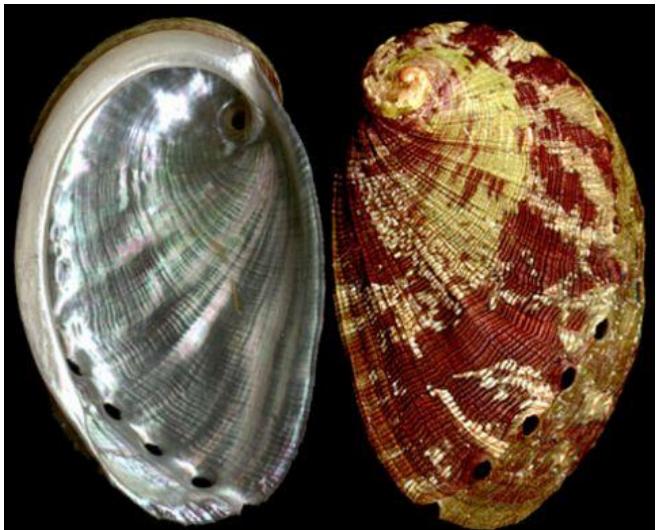


Prosobranchia (majorité des gastéropodes)

⇒ 1 ou 2 branchies antérieures, aquatique, gonochorique, torsion évidente



Patelles



Ormeaux



Gibbules



Buccin = Bulot

Opisthobranches ⇒ 1 branchie à l'arrière, marins, hermaphrodites



Aplysies
(Lièvres de mer)



Doris



Pulmonés \Rightarrow pas de branchies, "poumon" (invagination épidermique), terrestres (Stylommatophora) ou dulcicoles (Basommatophora, retour 2° à la vie aquatique), généralement hermaphrodites



Escargot



Limace



Limnée

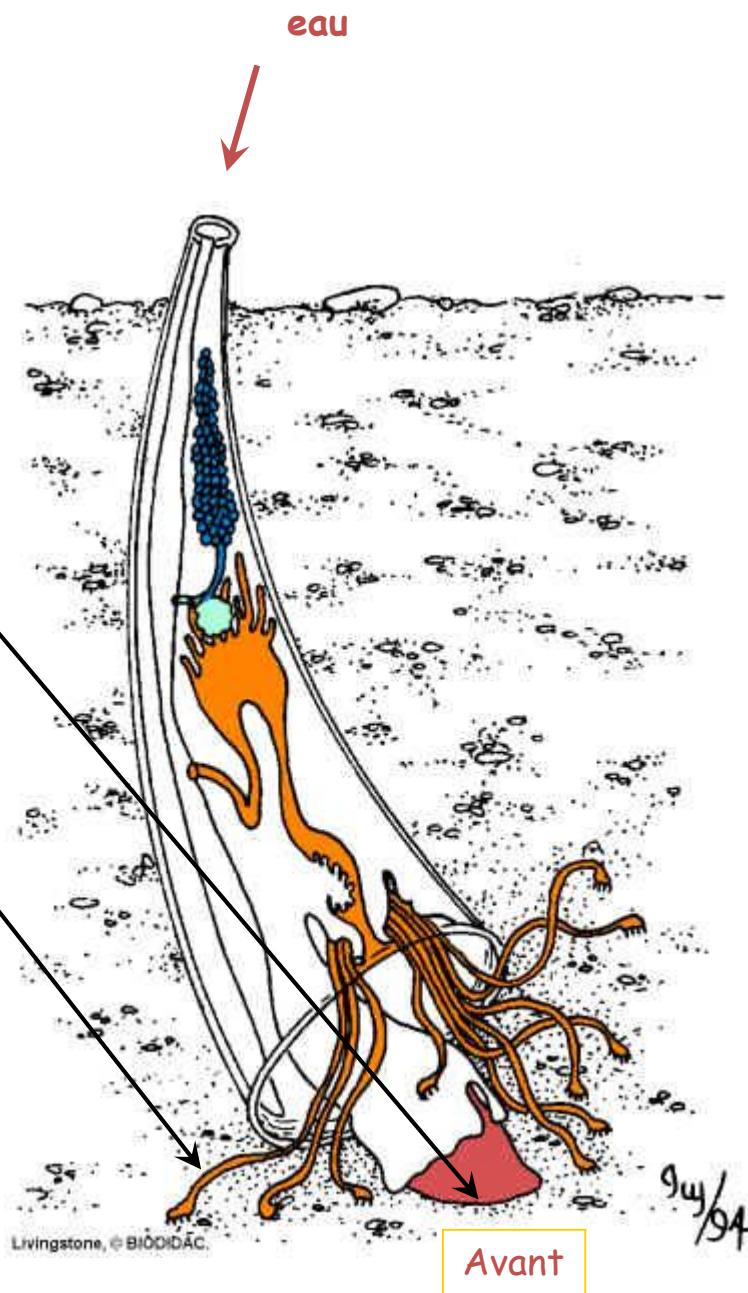


Planorbe

Selon les dernières données phylogénétiques, les gastéropodes se divisent en Caenogastropoda (la plupart des Prosobranches) et en Heterobranchia.

6) Scaphopodes (~ 600 espèces)

- Marins
- 1 seule famille : Dentalidés
- Coquille tubulaire ouverte
- Pied fouisseur (sous la bouche)
- Captacules (tentacules contractiles)
microphagie, mais radula dvpée
- **Absence de branchies** (respiration transtégumentaire)



7) Bivalves (~ 12 000 espèces, certaines importantes économiquement)

- Aquatiques
- Fousseurs en g^{al} (pied en forme de hache ⇒ Pélécypodes)
- Corps aplati latéralement
- Coquille à 2 valves (⇒ Bivalves)
- Microphages (qqs exceptions) : PAS de radula
- Tête réduite (⇒ Acéphales)
- Branchies lamelleuses (pour la plupart) = cténides (⇒ Lamellibranches) impliquées dans la respiration et le tri des particules alimentaires
- Gonochoriques ou hermaphrodites



⇒ 4 ordres :

Lamellibranches

Protobranches, Filibranches, Eulamellibranches, Septibranches

Protobranches



Nucule

Microphages détritivores (dépositivores)

(palpes labiaux hypertrophiés qui fouillent le sédiment)

Filibranches



Coquille
Saint-Jacques



Huître



Moule

Microphages filtreurs (suspensivores) (acquisition de la nourriture via les branchies)

Vie épigée (non fouisseurs)

Eulamellibranches

Anodonté

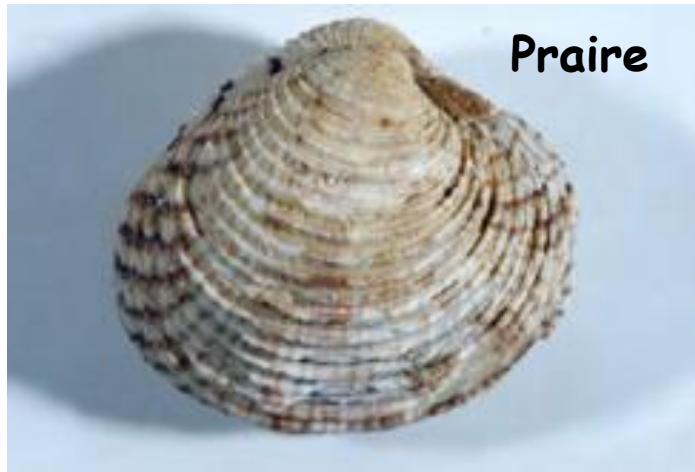


© H. Vicentini

Palourde



Praire



Couteau



Microphages filtreurs (suspensivores) (acquisition de la nourriture via les branchies)

Vie endogée (fouisseurs)

Septibranches



Cuspidaria

Zoophages ou nécrophages (branchies septales ou absentes)
Vivent en eaux profondes

7) Céphalopodes (~ 800 espèces actuelles, 40 000 espèces fossiles)

- Marins
- Prédateurs
- De grande taille
(ex. calmar géant *Architeuthis* jusqu'à 20 m de long)
- Pied ⇒ couronne brachiale + entonnoir
- Céphalisation et cérébralisation maximales
- Capables d'apprentissage et de conditionnement



⇒ 2 sous-classes :

Tétrabranchiaux = Nautiloïdes
(4 sp. actuelles)

Dibranchiaux = Coleïdes
(Sépioïdes, Teuthoïdes, Octopodes)

Tétrabranchiaux = Nautiloïdes



Nautilus
(4 espèces actuelles)

Coquille externe multiloculaire



Dibranchiaux = Coleïdes



Seiche (Sépioïdes)



Calmar (Teuthoides)



Pieuvre (Octopodes)

D- Le cas des Céphalopodes, un groupe particulièrement évolué

1 - Evolution de la coquille

Nautiloïdes



Nautile

Coléïdes (coq. ext. pdt dvpt embryo.)



Seiche



Calmar



Pieuvre

Coquille multiloculaire

externe



interne
(sépion, os)



Coquille non multiloculaire, interne

réduite

(plume, gladius
= bouclier dorsal
en conchyoline)



vestigiale ou
absente



☞ Protectrice et hydrostatique

☞ Protectrice

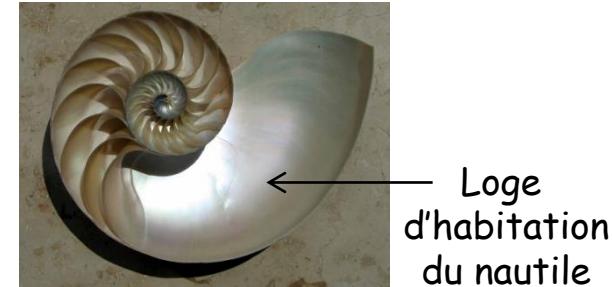
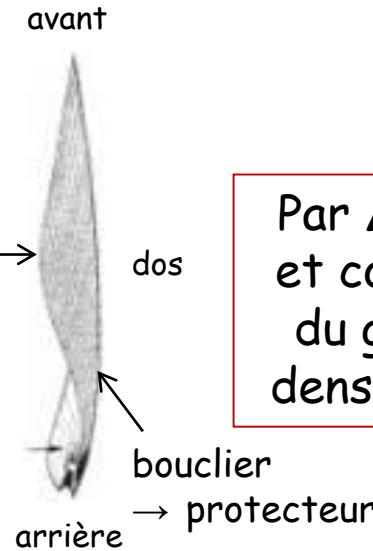
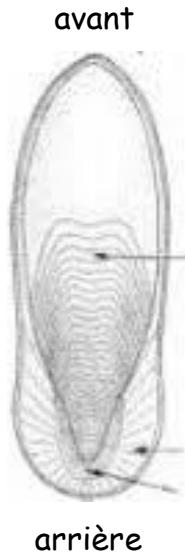
☞ Insertion musculaire
(si vestige)

Mécanismes de flottabilité

Flottabilité généralement négative (animaux plus lourds que l'eau)
☞ les animaux tendent à être naturellement benthiques

* Rôle hydrostatique de la coquille cloisonnée

Les loges de la coquille contiennent du liquide (sang, NaCl, H₂O) et/ou du gaz (N₂).



Par Δ de la pression osmotique et compression/décompression du gaz, l'animal fait varier sa densité, et donc sa flottabilité.

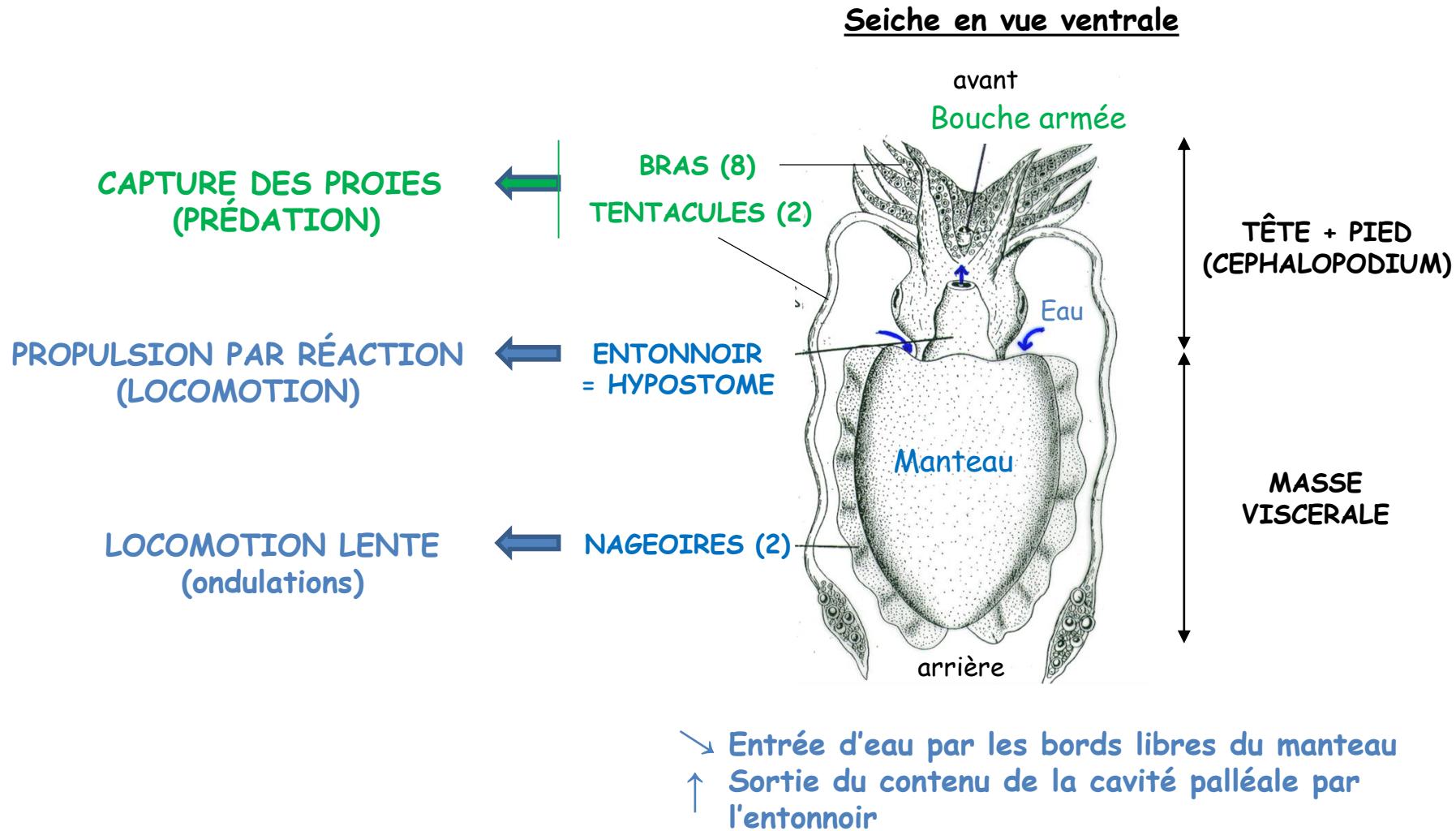
Vues ventrale et latérale d'un os de seiche

* Pas de coquille cloisonnée.

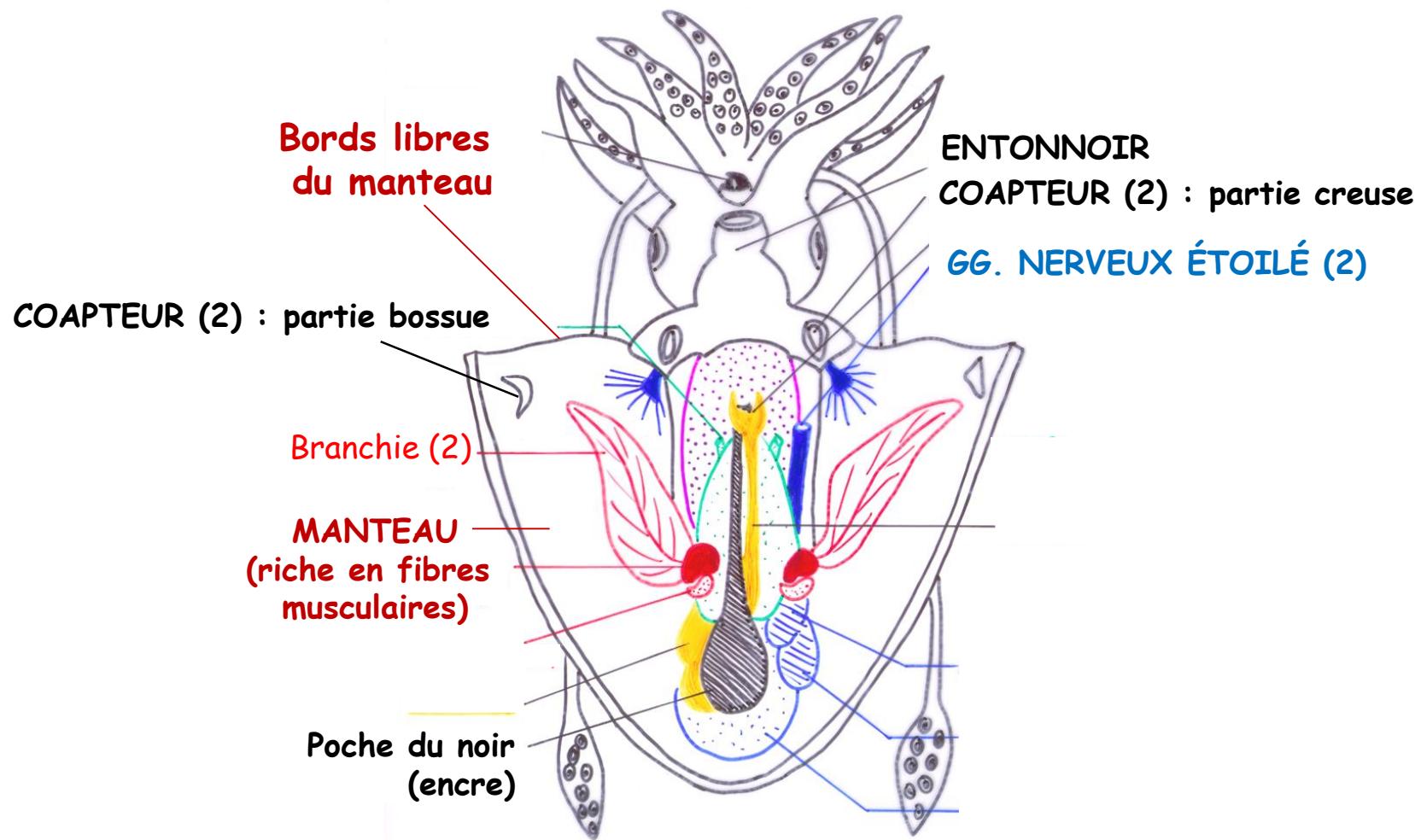
L'animal (ex. calmar, pieuvre) fait varier sa densité en intégrant, ou non, des ions « légers » (ion ammonium NH₄⁺) dans le coelome et les tissus.

2 - Transformation du pied et locomotion chez les Céphalopodes

pied = couronne brachiale (bras + tentacules) + entonnoir (= hypostome)



☛ Rôle locomoteur de l'entonnoir associé au manteau grâce aux coapteurs et aux muscles palléaux
= PROPULSION PAR RÉACTION avec commande nerveuse
(souvent accompagnée d'un jet d'encre)



Seiche en vue ventrale, cavité palléale ouverte

3 - Système nerveux : céphalisation et cérébralisation maximales

NERFS DE LA COURONNE BRACHIALE

GG. SUPRA-BUCCAL (1)

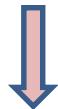
GG. OPTIQUE (2)

(latérales extensions du
« cerveau »,
130 millions de cell. nerv.)

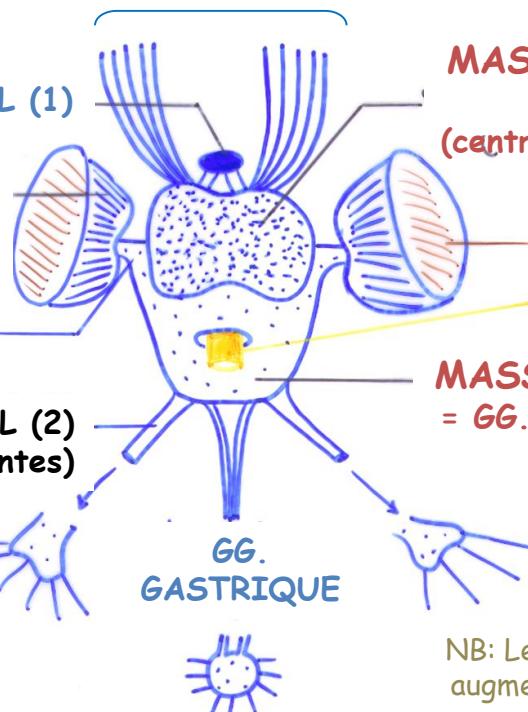
NERF OPTIQUE (2)

NERF PALLÉAL (2)
(fibres nerveuses géantes)

GG. ÉTOILÉ (2)
(manteau)



transmission directe
entre cerveau et
organe locomoteur



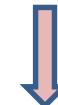
MASSE SUS-ŒSOPHAGIENNE
= GG. CÉRÉBROÏDES
(centres moteurs, d'analyse sensorielle
et de la mémoire)

ŒIL CAMÉRULAIRE (2)

MASSE SOUS-ŒSOPHAGIENNE
= GG. PLEURO-PÉDIEUX-VISCIERAUX
(centres moteurs)

NB: Le nombre de cellules nerveuses
augmente toute la vie chez *Octopus*

Pseudo-CERVEAU
500 millions de cell. nerveuses
(avec pseudocrâne)



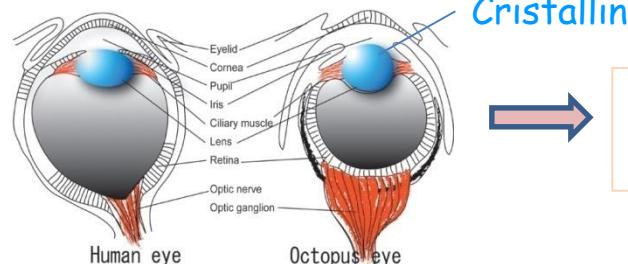
capacités
d'apprentissage et de
conditionnement,
psychisme élevé

Système nerveux de la seiche en vue dorsale (GG. = ganglion nerveux)

Chambre antérieure aqueuse

Chambre postérieure
remplie d'humeur vitrée

Œil camérulaire



Vision perfectionnée,
comparable aux Vertébrés

*"If the Creator had indeed lavished his best design
on the creature he shaped in his own image,
creationists would surely have to conclude
that God is really a squid." !!*

- Jared Diamond (evolutionary biologist)

