

CHAPITRE IV. Les Vertébrés (50911 espèces)

Quelques caractères dérivés propres

➤ Des pièces squelettiques entourent la chorde et se succèdent antéro-postérieurement, ce sont les vertèbres (Fig. 1, Fig. 2). Ce sont des éléments squelettiques cartilagineux ou osseux entourant ou remplaçant la chorde.

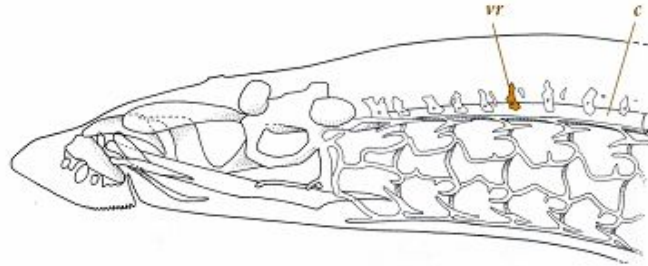


Figure 1. La chorde et les vertèbres rudimentaires d'une lamproie. *c* : chorde ; *vr* : vertèbre

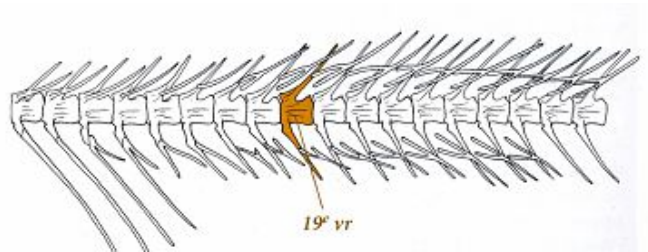
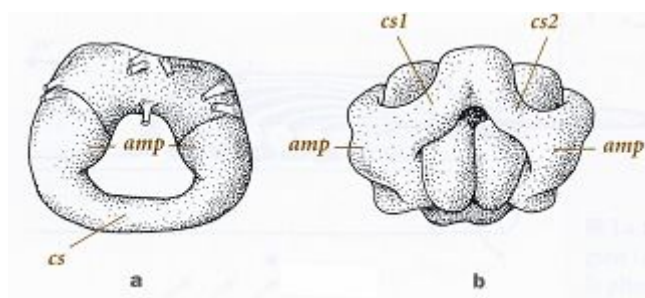


Figure 2. Chez les vertébrés d'émergence plus récente, la chorde disparaît au profit des vertèbres, ne laissant que des reliques entre les vertèbres

➤ Il existe 2 à 3 canaux semi-circulaires (Fig. 3b) dans l'oreille pour l'orientation (=un seul chez les myxines (Fig. 3a)).

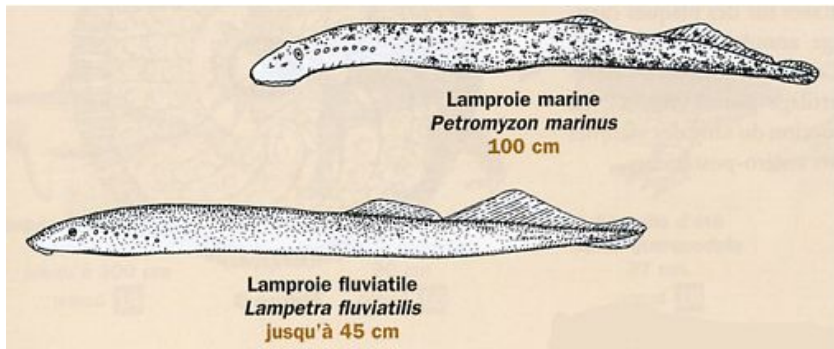


cs1 : canal semi-circulaire 1
cs2 : canal semi-circulaire 2
amp : ampoule
cs : canal semi-circulaire

Figure 3. Canaux semi-circulaires dans l'oreille (a) chez les myxines et (b) les vertébrés.

- Il existe une musculature extrinsèque de l'œil.
- Il existe une régulation nerveuse du cœur.
- Il existe un système de lignes sensorielles latérales présents chez les poissons et les anoures. Elle détecte notamment les forces d'écoulement ce qui permet au poisson d'adapter en permanence sa direction et sa vitesse.
- Apparition de la rate et d'un pancréas individualisé.

I. Les Pétromyzontides (38 espèces)



- Les adultes vivent en milieu marin tandis que les larves vivent en eau douce.
- Les *lamproies* passent par un stade larvaire, puis une métamorphose. La larve a longtemps été considérée comme un animal distinct de l'adulte, auquel on avait donné le nom d'ammocètes. Ce nom est resté pour désigner les larves; on parle, en effet, de **larves ammocètes**.
- Le plus souvent ectoparasites, ils se nourrissent du sang des poissons ou des cétacés. Ils disposent pour cela d'un système de piston qui leur permet de sucer à mort le sang de leurs victimes.
- Le système cartilagineux est complexe.

I.1. Quelques caractères dérivés propres

- Il existe un **squelette branchial** cartilagineux spécial, nommé « corbeille branchiale » (Fig. 4). Les tiges squelettiques assurant le soutien du système branchial, c'est-à-dire les arcs branchiaux, sont externes par rapport aux poches branchiales (Fig. 4).
- L'organe olfactif s'ouvre dans un conduit en « cul de sac », le **tube hypophysaire** (Fig. 4).
- La **bouche** est entourée d'une ventouse (Fig. 5) et constituée d'une « langue » portant des dents cornées fixées sur des plaques cartilagineuses (=cartilage annulaire et cartilages dentaires ; Fig. 4). Ces pièces pivotent à l'extrémité d'un long piston cartilagineux (Fig. 4). Ce dernier permet la succion du sang des victimes par des mouvements antéro-postérieurs.

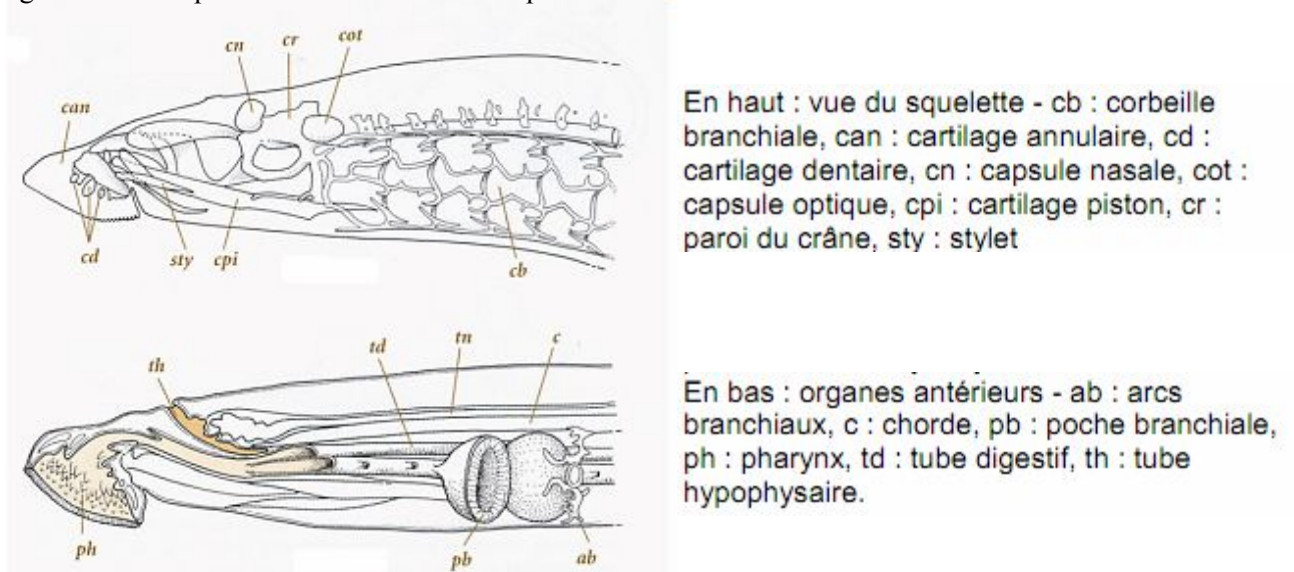


Figure 4. vue du squelette (en haut) et organes antérieur (en bas)

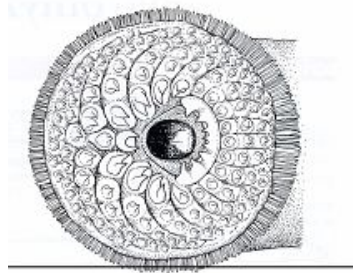


Figure 5. La bouche

I.2. Description morphologique

- Il s'agit de vertébrés sans mâchoires (= **Agnathes**) au corps allongé (= **corps anguilliforme**), sans nageoires paires.
- La tête est pourvue d'une **ventouse** entourant la bouche et porte dorsalement un petit orifice naso-hypophysaire par lequel s'ouvre l'organe olfactif dans le tube hypophysaire. Il y a 7 paires d'orifices branchiaux latéraux (Fig. 6) et une ou deux nageoires dorsales et une caudale.
- Leur oreille interne possède 2 canaux semi-circulaires.



Figure 6. Les lamproies

II. Les Gnathostomes (50 873 espèces)

II.1. Quelques caractères dérivés propres

- Des mâchoires qui dérivent du premier arc viscéral :
 - Il existe en effet une mandibule supérieure bilatérale (Fig. 7), constituée des cartilages ptérygopalatocarrés,
 - Il existe une mandibule inférieure bilatérale, constituée des cartilages de Meckel (Fig. 7).

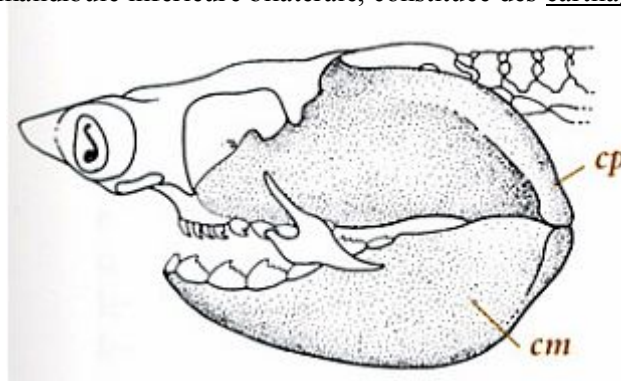


Figure 7. Mâchoires d'un Gnathostome (ici un requin). cm : cartilage de Merckel, cp : cartilage ptérygopalatocarré.

Cet ensemble serait issu de l'arc branchial le plus antérieur, qui se serait modifié. La fente branchiale associée produit, juste en arrière, le spiracle ou évent, un orifice qui communique avec le pharynx par un canal (canal spiraculaire)

- Le squelette branchial est interne par rapport aux branchies (Fig. 8).

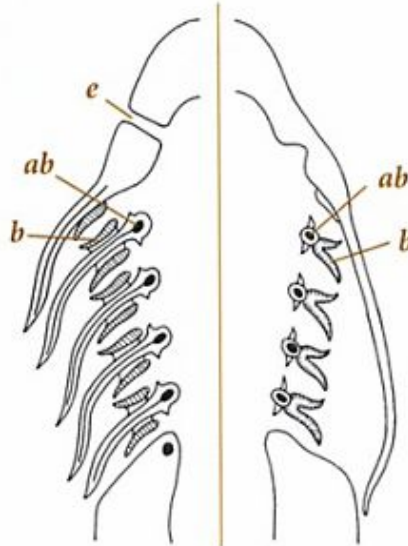


Figure 8. Le squelette : on aperçoit la disposition chez un chondrichthyen (à gauche) et chez un ostéichthyen (à droite). **ab** : arcs branchiaux, **b** : branchies, **e** : évent.

- Il existe un 3^{ème} canal semi-circulaire (cs) dans l'oreille interne. Les « cs » sont orientés dans 3 plans orthogonaux (Fig. 9).

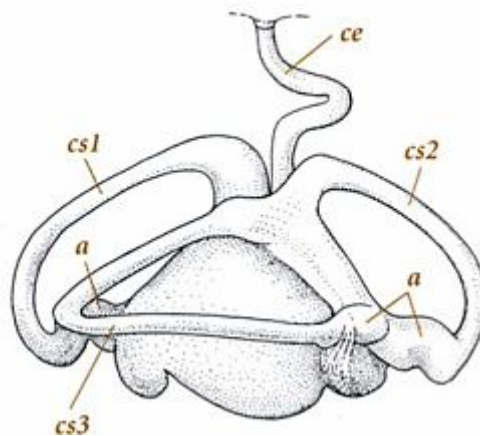


Figure 9. Canaux semi-circulaires dans l'oreille interne d'un Gnathostome. a : ampoule, ce : canal endolymphatique, cs1 + cs2 : canaux semi-circulaires verticaux, cs3 : canal semi-circulaire horizontal.

- Les fibres nerveuses sont enveloppées par des gaines de myélines (Fig. 10).

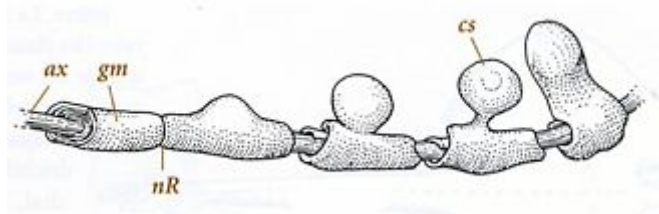


Figure 10. Les fibres nerveuses d'un Gnathostome. ax : axone, cs : cellule de Schwann, gm : gaine de myéline, nR : nœud de Ranvier.

- La molécule d'hémoglobine comporte 2 types de chaînes d'acides aminés, l'une de type a et l'autre de type b. La molécule est tétramérique 2a et 2b.
- Les ceintures squelettiques sont associées aux membres / nageoires pectoraux et pelviens.

II.2. Les Chondrichthyens

- Ils sont en général marins, sont pélagiques ou vivent sur le fond, le plus souvent prédateurs d'autres poissons. Il existe quelques espèces d'eau douce.
- Ils n'ont pas de vessie natatoire (organe de flottaison); ils nagent en permanence de ce fait.
- Après observations des fossiles des placodermes, il semblerait que les chondrichthyens aient perdus secondairement leurs poumons.
- Certaines espèces se nourrissent de plancton (requin pèlerin), d'autres de mollusques (certaines raies).
- La fécondation est interne. Les espèces sont :
 - Ovipares
 - Ovovivipares
 - Vivipares, avec des cas d'alimentation et même de cannibalisme in utéro

II.2.1. Quelques caractères dérivés propres

- Une couche de cartilage calcifié prismatique, de structure très caractéristique, tapisse le cartilage du squelette (Fig. 11).

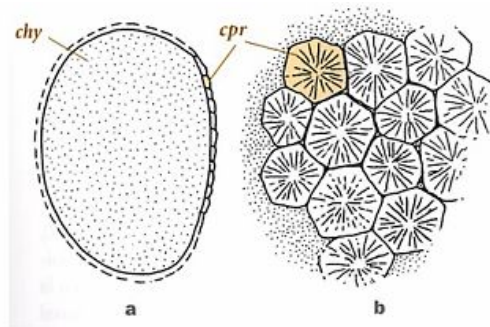


Figure 11. Sur **a.** est présentée une coupe d'un élément squelettique d'un chondrichthyen. Les pointillés indiquent le cartilage, à la surface duquel les tirets indiquent les structures prismatiques qui adoptent une disposition montrée sur **b.**

- Chez les mâles, les nageoires pelviennes ont des appareils spéciaux servant à l'accouplement : ce sont les pérygopodes (Fig. 12).
- Le crâne est fait d'une seule pièce, sans suture.
- On observe des valves en forme de spirale dans l'intestin.
- Il existe de plus un mécanisme de remplacement des dents.

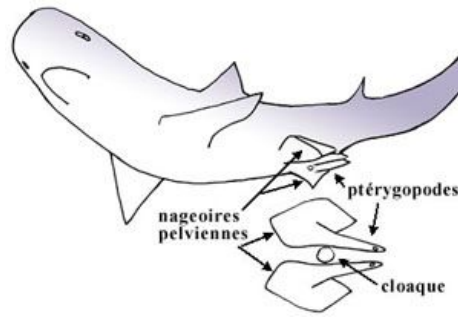


Figure 12. Les ptérygopodes

II.2.2. Description morphologique (Fig. 13)

- Ce sont des animaux marins surtout, le plus souvent prédateurs et bons nageurs.
- Primitivement, il y a :
 - 2 nageoires dorsales
 - Une nageoire anale (parfois absente)
 - Une nageoire caudale hétérocerque (=dissymétrique)
 - 2 paires de nageoires paires
- Les raies sont à considérer comme des requins très modifiés, aplatis dorso-ventralement.
- La bouche et les narines sont inférieures. La mâchoire supérieure des requins et des raies (les **élastomobranches**) n'est pas complètement soudée au neurocrâne et peut s'attacher de diverses manières à celui-ci.
- Ils sont dépourvus « d'os vrai » et leur squelette est cartilagineux. En fait, les chondrichthyens possèdent un peu d'os péricondral, mais celui-ci est réduit à une mince couche tapissant par endroits le cartilage ptérygopalatocarré. Leurs dents et leurs écailles sont de structures identiques.
- Leurs écailles sont de type placoïde : ce sont de minuscules dents pointues à base creuse et couronne de dentine, qui donne à leur peau un aspect rugueux, voire abrasif. L'aspect placoïde permet de réduire fortement les turbulences.

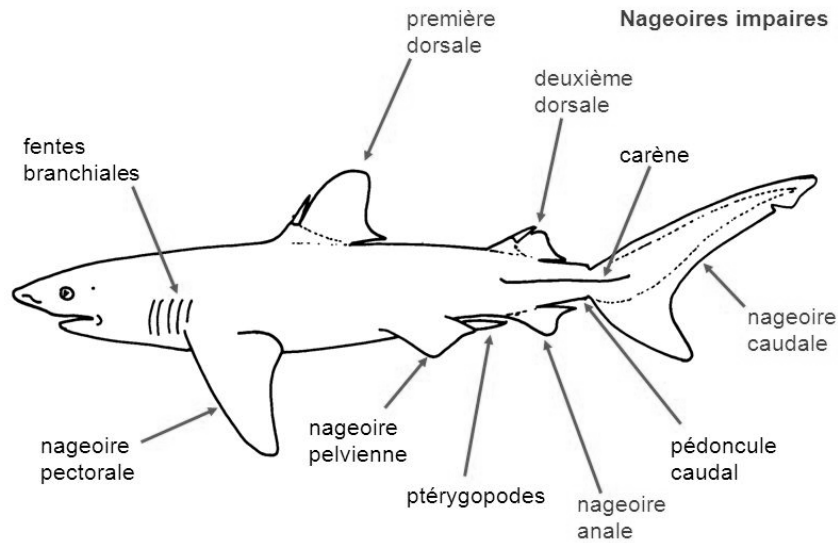


Figure 13. Morphologie externe

II.2.3. Phylogénie des chondrichthyens (Figure 13)

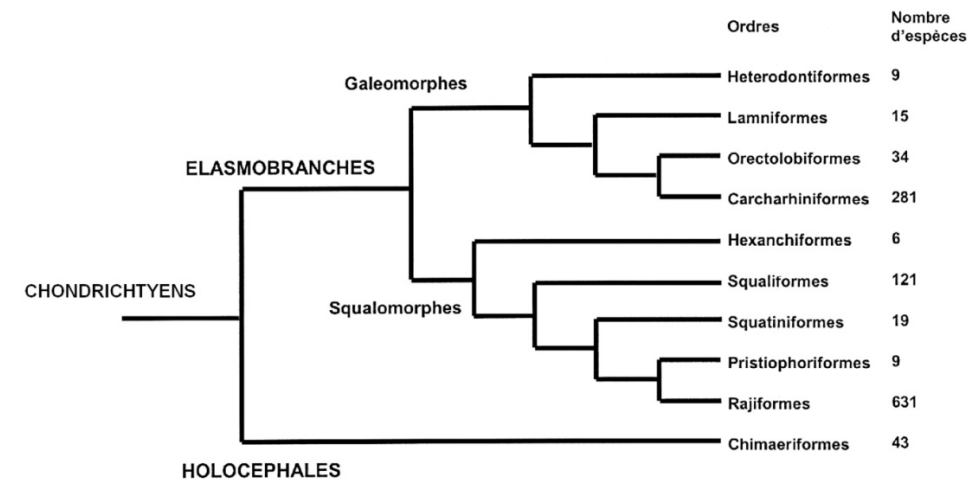


Figure 12. Phylogénie des Chondrichthyens

a) *Les Elasmobranches (~812 espèces)*

Il s'agit des *requins*, des *raies*.

Quelques caractères dérivés propres :

- Ils possèdent **5 paires de fentes branchiales**, précédées d'une **fente accessoire régressée, le spiracle**.
- L'articulation de la mâchoire est de type **hyostylique**, c'est-à-dire que l'arc hyoïde est l'élément essentiel de la suspension.

b) Les Holocéphales

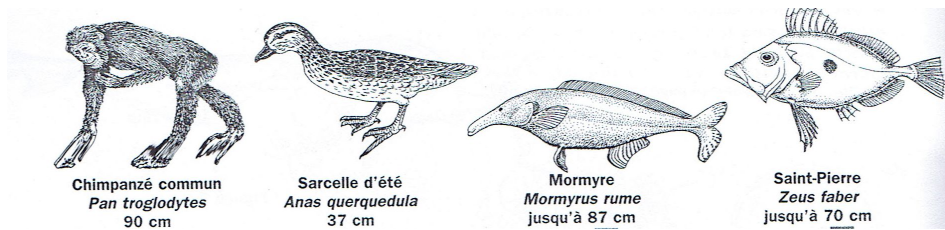
- Il s'agit des *chimères*
- Ce sont des organismes marins qui vivent en profondeur
- Ils sont ovipares
- Ils se nourrissent de crevettes, de gastéropodes, d'oursins, ...
- Il existe, chez certaines espèces, une glande à venin.

Quelques caractères dérivés propres :

- L'articulation de la mâchoire est de type **autostylique**, c'est-à-dire que la mâchoire supérieure est soudée au crâne et est indépendante de l'arc hyoïde.
- Il existe **4 paires de fentes branchiales** recouvertes par replis cutanés.
- Le **spiracle est fermé**.
- Les dents sont regroupées en **plaques dentaires**.
- La **ligne latérale** est proéminente.

II.3. Les Ostéichthyens

-Quelques représentants



- Nombre d'especes : 50 027.

- Plus ancien fossile connu : *Andreolepis hedei*, Silurien supérieur de Suède (- 420 M.A.), mondiale.

- Exemples :

ACTINOPTERYGIENS: Daurade Royale: *Sparus aurata*; anguille: *Anguilla anguilla*; perche: *Perça fluviatilis*; saumon atlantique: *Salmo salar*.

SARCOPTÉRYGIENS : protoptère: *Protopterus dolloi*; grenouille verte: *Rana esculenta* lézard vert: *Lacerta viridi*; souris domestique: *Mus musculus*; chat: *Felis catus*.

- Quelques caractères dérivés propres

- Os enchondral: résulte d'une destruction des cartilages embryonnaires et d'une construction de la même pièce en os (os spongieux et os de l'endosquelette).
- Os dermique : se forme par une minéralisation du derme.
- Nouveaux os dermiques dans le crâne, notamment les os maxillaires, prémaxillaires et dentaires (portant tous des dents) (Fig. 14).

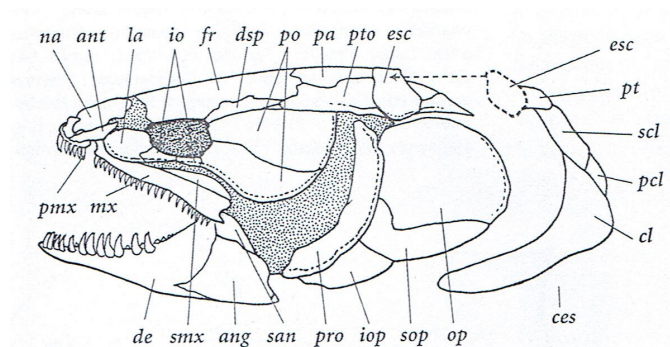
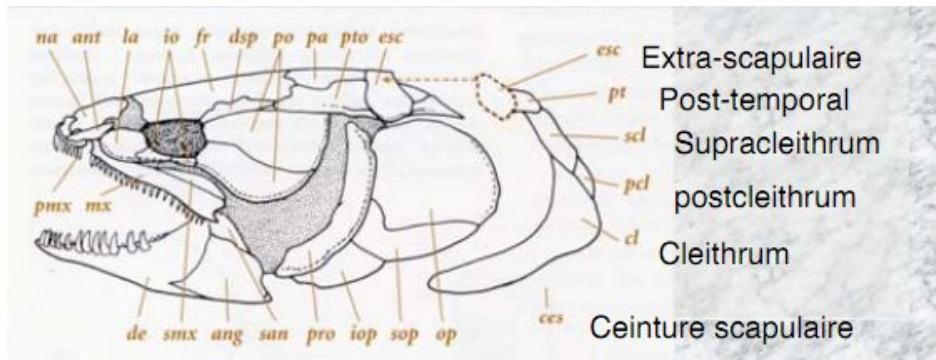
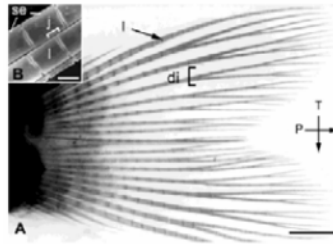


Fig. 14. Nouveaux os dermiques dans le crâne. Mx : maxillaires, pmx : prémaxillaires, d : dent

- La ceinture scapulaire (ces), c'est-à-dire l'ensemble des os joignant les membres antérieurs à la colonne vertébrale, porte aussi des os dermiques.



- Les arcs branchiaux 1 et 2 s'articulent sur une même pièce osseuse, ventralement, le basibranchial.
- Sacs aériens connectés au tube digestif. Ces sacs sont primitivement des poumons, mais peuvent fournir une vessie gazeuse ou natatoire jouant le rôle de flotteur
- Rayons dans la membrane des nageoires, les lépidotriches.



II.3.1. Les actinoptérygiens

Les **actinoptérygiens** sont pour la plupart des «poissons» au sens populaire du terme (sauf requins et raies, coelacanthe et dipneustes). Ils regroupent la moitié des espèces de vertébrés actuels. La vessie natatoire (organe de flottaison remplie de gaz) est en général bien développée. Les écailles sont assez caractéristiques, couvertes d'un tissu dur spécial, la ganoïne. Elles sont losangiques dans leur épaisseur, ou plates, de taille importante. Chez les groupes d'**actinoptérygiens** tardifs (les téléostéens), les écailles s'amincissent. La nageoire a des rayons typiques, d'où leur nom de «poissons à nageoires rayonnées».

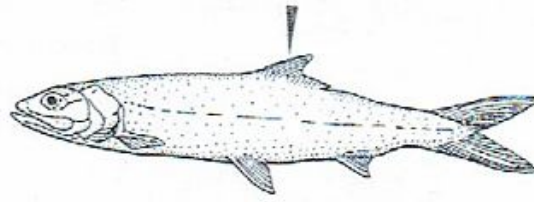
- Ecologie

Les **actinoptérygiens** constituent presque la moitié des espèces de vertébrés. Ils colonisent tous les habitats aquatiques, de - 11000 m à + 4500 m, des sources chaudes (43 °C) jusqu'aux eaux très froides (- 1,8 °C). Ils sont très diversifiés sur le plan morphologique, écologique et comportemental.

- Quelques caractères dérivés propres :

- Chaque dent porte un petit capuchon de tissu minéralisé spécial: l'acrodine (Fig. 15a).

- Perte de la nageoire dorsale antérieure: celle qui reste est l'homologue de la nageoire dorsale postérieure des chondrichthyens. Elle peut se subdiviser secondairement.



- Les écailles s'articulent entre elles par un système particulier de tenon-mortaise (Fig. 15b).

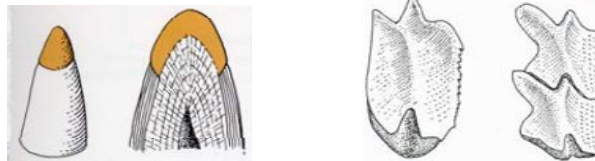


Fig.15. (a) Dent avec acrodine

(b) écailles

Exemple : anguille : *Anguilla anguilla*; saumon atlantique : *salmo salar*; thon rouge : *Thunnus thynnus*; perche : *Perca fluviatilis*

1) Phylogénie (Figure. 16)

Les actinoptérygiens comprennent 4 lignées monophylétiques et un énorme groupe, les téléostéens, composant à lui seul la quasi-totalité du groupe, c'est-à-dire la moitié de craniates.

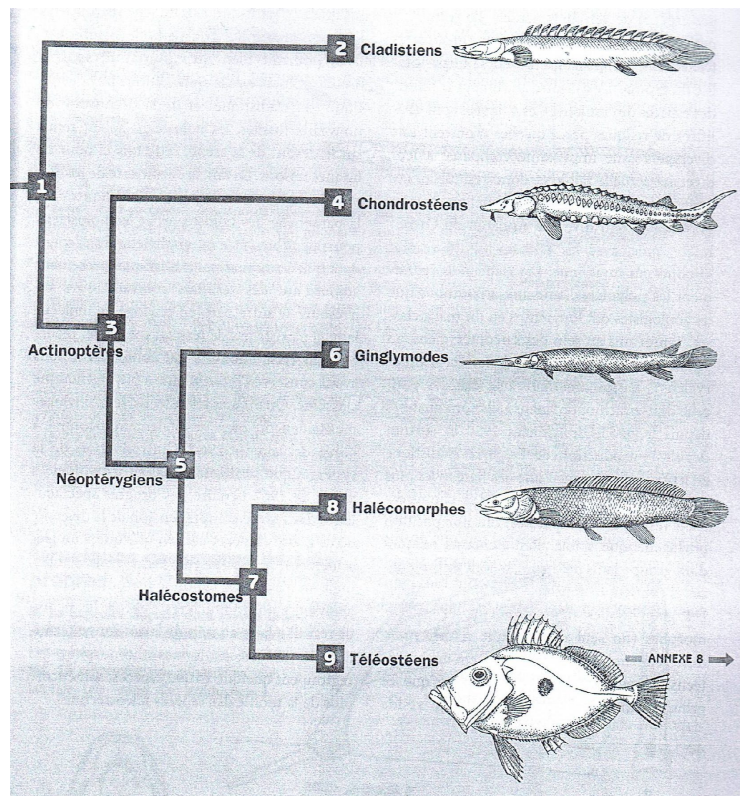
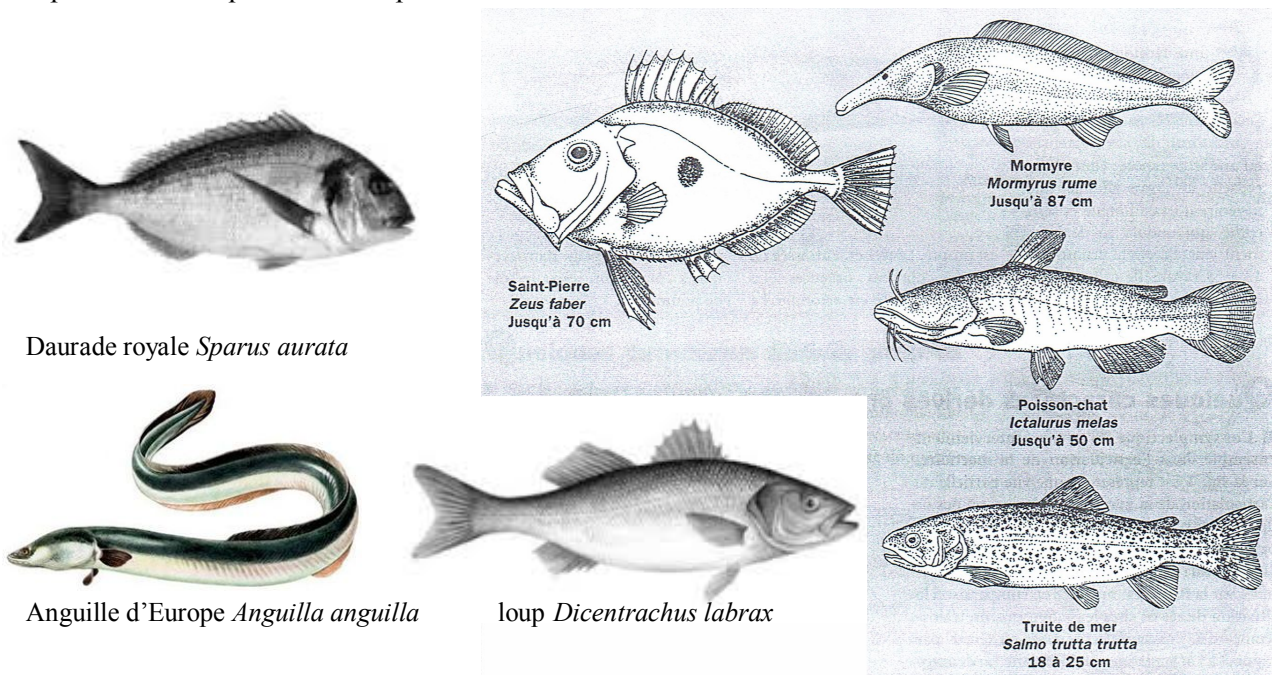


Figure 16. Cladogramme des actinoptérygiens

1-1) les téléostéens

Le groupe des téléostéens est un groupe extrêmement diversifié d'actinoptérygiens, qui représente en fait la majorité des « poissons » actuels.

Les téléostéens ont un mode de capture buccale qui leur est particulier. Le mécanisme de capture des proies, chez les premiers téléostéens diffère de celui des autres actinoptérygiens. D'une manière générale, la capture se fait par **inertie de succion** : le volume de la chambre orobranchiale, cavité de la bouche et des branchies, est subitement augmenté par des mouvements spéciaux de toutes les parois de cette chambre : élévation de la tête, abaissement de la mâchoire, dépression de l'appareil portant l'opercule, mouvements latéraux des opercules. Cela provoque une brusque dépression, et donc une aspiration d'eau qui entraîne la proie.



a) Ecologie

Les téléostéens colonisent tous les habitats marins et dulçaquicoles, de -11 000 m à + 4500, des sources chaudes (43°C) jusqu'aux eaux polaires très froides (-1,8°C). Ils sont très diversifiés sur le plan morphologique, écologique et comportemental.

b) Quelques caractères dérivés propres :

▬ **Dans la mâchoire supérieure, l'os prémaxillaire devient mobile.** la mobilité extrême du maxillaire et du prémaxillaire est montrée sur un crâne de carpe (Fig. 17c).

▬ **Dans le squelette caudal,** les arcs uraux neuraux s'individualisent du corps vertébral pour donner des couples de petites baguettes osseuses, les uroneaux pairs (un1, un2, un3 représentant le squelette caudal d'une truite (Fig. 18c).

▀ **Nageoire caudale** : il existe une symétrie apparente de la nageoire caudale (Fig. 18b). En effet, les téléostéens acquièrent une symétrie apparente de la queue par développement simultané des os suivants : les uroneureux (paires d'épines disposées sur les vertèbres caudales, un1-3 et les hypuraux (os plats du lobe inférieur de la nageoire caudale, hu1-6 (Fig. 18c).

▀ **Nageoire caudale asymétrique en profondeur** : puisque la colonne vertébrale se termine dans le lobe supérieur.

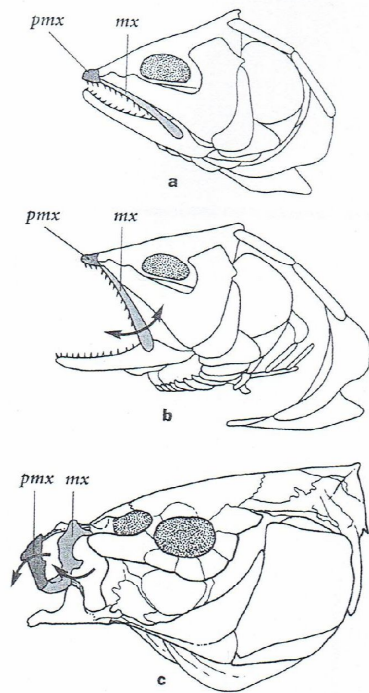


Figure 17

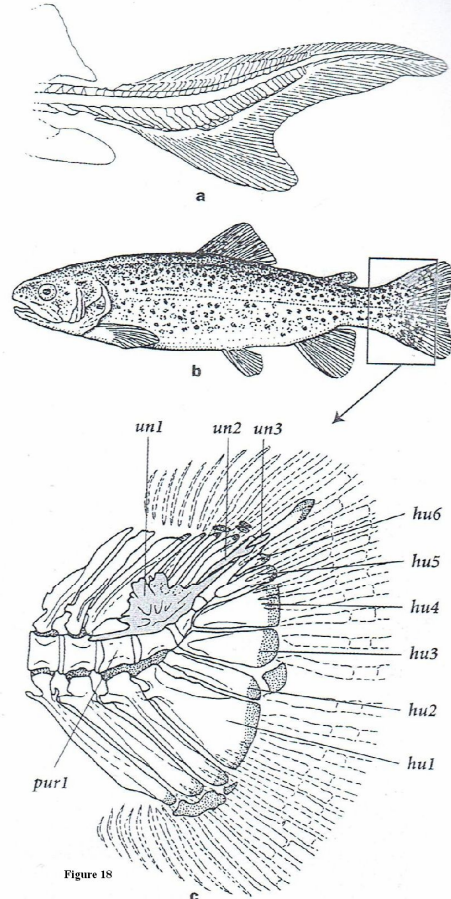


Figure 18

II.3.2. Les sarcoptérygiens

Le groupe des sarcoptérygiens comprend **les vertébrés à pattes** ainsi que des formes aquatiques actuelles et fossiles. Ces dernières illustrent chez les vertébrés le passage à la vie terrestre. La conquête de ces nouveaux milieux entraîne une grande diversité de formes, comprenant par exemple les oiseaux, les grenouilles et les singes. Les nageoires paires deviennent monobasales (apparition de l'humérus et du fémur) et « charnues » (d'où leur nom, en grec *sarkos* : chair) et très mobiles.

Nombre d'espèces : 26315

Plus ancien fossile connu : *Psarolepis romeri*, du Silurien supérieur de Chine et du Viêt-Nam (-420 M.A)

Répartition actuelle : mondiale

1) Quelques caractères dérivés propres

- **Le squelette interne des nageoires** (ou des « membres ») est **monobasal**, c'est-à-dire s'attachant sur les ceintures par un seul élément. La figure 19 représente les pièces endosquelettiques des nageoires pectorales de plusieurs sarcoptérygiens.

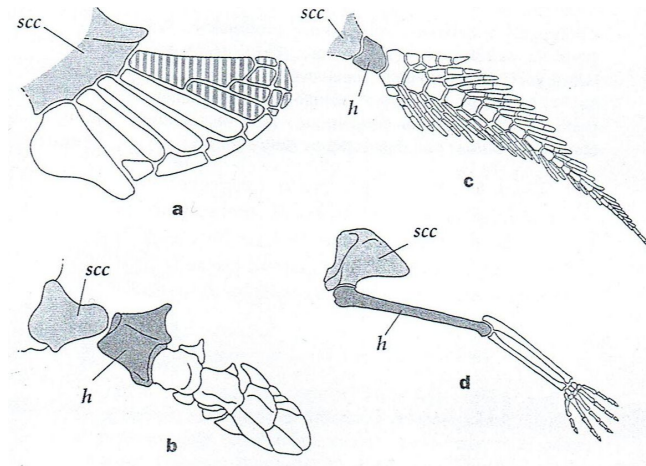


Figure 19. pièces endosquelettiques des nageoires pectorales chez plusieurs sarcoptérygiens. (a) chez un non-sarcoptérygien tel qu'un esturgeon, (b) : un actinistien (coelacanthé), (c) : un dipneuste (Neoceratodus) et (d) : un tétrapode (homme, h : premier segment ou humérus), scc : scapula

- Il existe de l'émail vrai sur les dents
- Arcs branchiaux: le dernier arc branchial (le cinquième, ab5) s'attache ventralement sur l'avant-dernier (le quatrième, ab4) (Fig. 20).

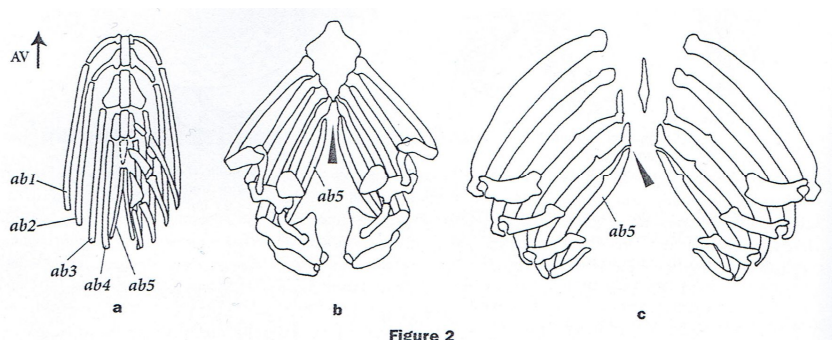


Figure 20. Le point de jonction ventral entre l'arc branchial 5 et l'arc 4 est indiqué chez deux sarcoptérygiens : (b : coelacanthé, c : dipneuste), (a) chez un actinoptérygien fossile.

2) Ecologie

Les formes actuelles sont surtout terrestres, où elles occupent tous les milieux, sous toutes les latitudes. Il y a beaucoup de formes aquatiques fossiles. Les espèces actuelles sont inféodées à l'eau sont principalement les dipneustes (eaux douces intertropicales), le coelacanthé (côtes des îles Comores, de l'Afrique du Sud et des îles Sulawesi) et les cétacés (toutes les mers).

3) phylogénie des sarcoptérygiens (Fig. 21)

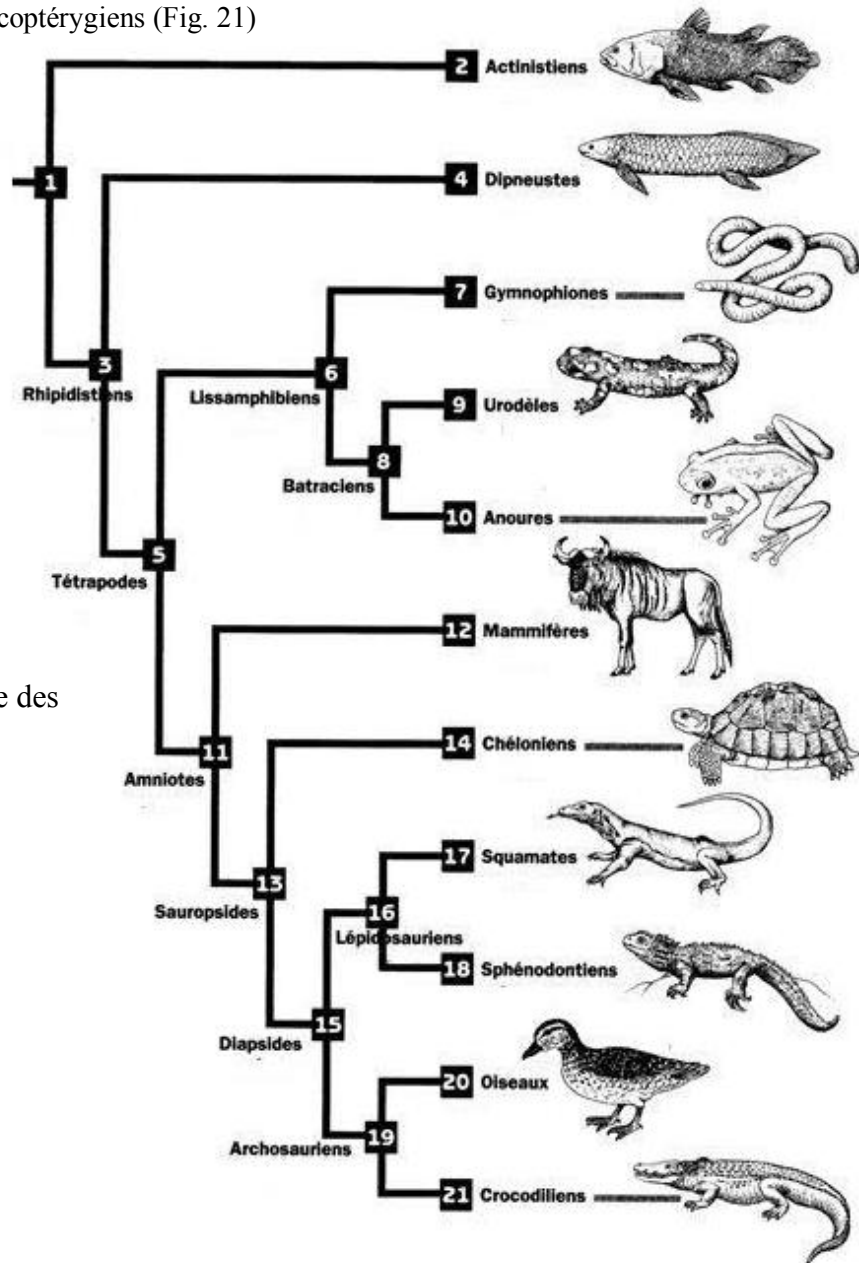
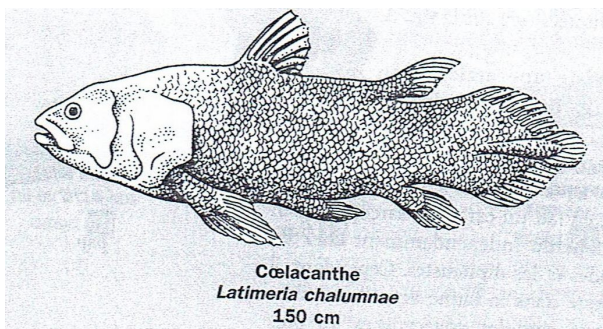


Fig. 21. Cladogramme des sarcoptérygiens

3-1) Les actinistiens

a) description générale



Le coelacanthe est la seule espèce actuelle connue du groupe des actinistiens, groupe formé par beaucoup d'espèces fossiles. On trouve des fossiles de forme identique datant de 70 millions d'années.

Le coelacanthe est gris bleuté à taches blanches; il peut mesurer plus de 1,5 m. Il est aisément reconnaissable à ses nageoires. En effet, la dorsale antérieure a son lobe basal charnu réduit et armée de ptérygiophores creux (d'où le nom de « coelacanthe » qui signifie « épine creuse »).

Les nageoires paires ont un long lobe charnu et sont très mobiles. La coordination de leurs mouvements est celle d'un animal à pattes (tétrapode). La nageoire caudale est très caractéristique, dotée de trois lobes (Fig. 22).

Nombre d'espèces : 1

Plus ancien fossile connu : *Euporosteus eifeliensis*, Dévonien d'Allemagne (-380 M.A)

Répartition actuelle: le coelacanthe vit au large des îles Comores. Le premier spécimen a été trouvé en 1938 au large de l'Afrique du Sud. Il fut étudié par M. Courtenay-Latimer (d'où le nom *Latimeria*). En 1998, d'autres coelacanthes, de couleur brune, ont été trouvés près des îles d'origine volcanique au Nord de l'île Sulawesi, en Indonésie.

b) Ecologie

Le coelacanthe vit entre 70 et 400 m de profondeur, il est prédateur. Il se nourrit surtout de poissons-lanternes. En Indonésie, il a été capturé entre 100 et 150 mètres de profondeur au-dessus d'une pente volcanique dont les grottes sous-marines doivent lui servir d'abri. Sa reproduction est mal connue. L'espèce est ovovivipare. Il peut vivre au moins jusqu'à 25 ans.

c) Quelques caractères dérivés propres

- Nageoire caudale : elle possède un lobe ventral, un lobe dorsal, et un lobe médian petit dans lequel se prolonge la chorde (Fig. 22).
- La première nageoire dorsale est armée de grosses épines creuses (Fig. 22).

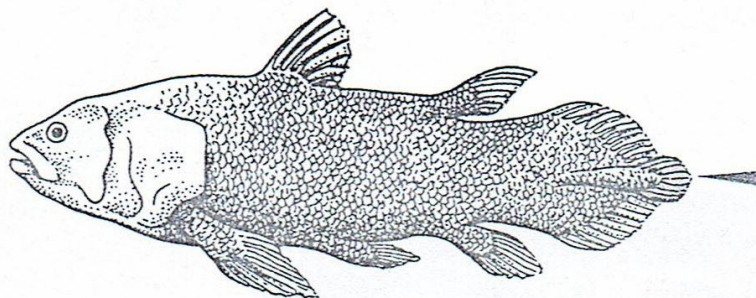


Figure. 22. Détails des nageoires caudale et dorsale

- L'os maxillaire est perdu.
- Organe rostral: le museau renferme un organe électrorécepteur spécial, l'organe rostral, dont les ouvertures postérieures sont indiquées (or) sur la figure 23.
- Il existe une articulation intracrânienne (ai, Fig. 23) entre la région ethmoïdienne (re) et la région otico-occipitale (roo), permettant des mouvements originaux du squelette de la tête.

Cette articulation est en fait un caractère sarcoptérygien primitif perdu chez les tétrapodes et les dipneustes.

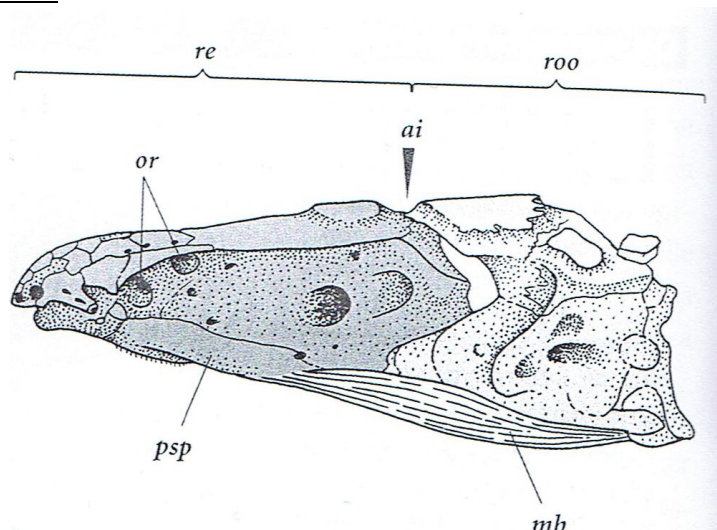
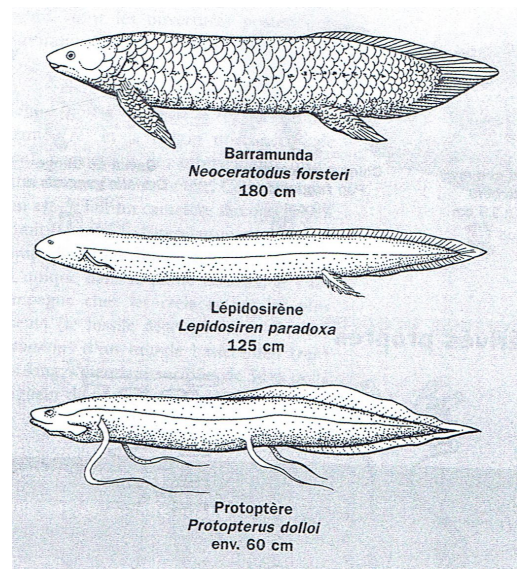


Figure 23. Structure du crâne de coelacanthe. mb : muscle basicrânien, psp : parasphénoïde

3-2) Les Rhipidistiens Dipneustes

a) description générale

Les dipneustes sont très allongés, de section à peu près circulaire, avec de petits yeux et de grosses écailles fines. Les nageoires paires sont des axes charnus longs et fins (genre *Protopterus* et *Lepidosiren*) ou en palette prolongée de rayons (*Neoceratodus*). Les dipneustes possèdent des poumons alvéolés et fonctionnels. Les narines sont déplacées vers l'intérieur de la bouche, les ouvertures antérieures et postérieures de chaque narine débouchent dans la cavité buccale.



* Nombre d'espèces : 6

* Plus ancien fossile connu : *Youngolepis praecursor* et *Diabolepis speratus*, Dévonien basal (-410 M.A) du Yunnan, Chine

* Répartition actuelle : Amérique du Sud, Afrique intertropicale et en Australie

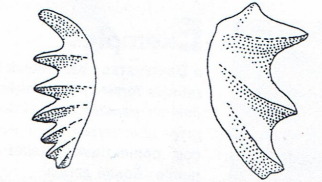
b) Ecologie

Les dipneustes vivent dans les eaux douces à faible courant, ou dans les eaux boueuses et parfois dans les bassins exposés à l'assèchement. Ils se nourrissent de crustacés, mollusques et petits poissons.

Ils respirent à l'aide de branchies si l'eau est suffisamment oxygénée, ou respirent à la surface, en aspirant de l'air dans leurs poumons, dans le cas contraire.

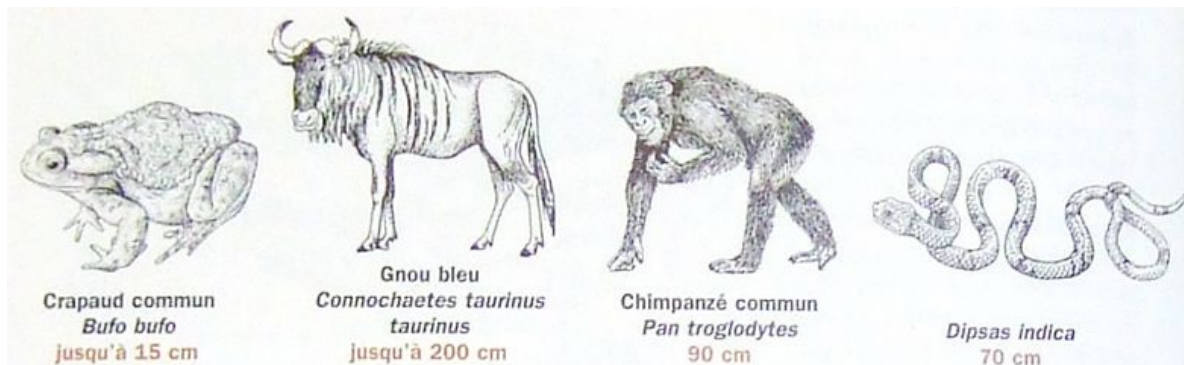
c) Quelques caractères dérivés propres

- La bouche est armée de plaques dentaires broyeuses, portant des crêtes en éventail. Ces plaques ont des formes différentes selon les espèces (Figure en dessous).
- Certains os des mâchoires (maxillaire et prémaxillaire) ont disparu.



3-2) Les Rhipidistiens Tétrapodes

-Quelques représentants



-Nombre d'espèces : 26308

-Plus anciens fossiles connus: *Elginerpeton pancheni* Dévonien supérieur d'Ecosse (-368 M.A) et *Obruchevichthys sp.*, Dévonien supérieur de Russie (-368 M.A). Traces de pattes incertaines en Australie (-390 M.A).

-Répartition actuelle : mondiale

-Exemples : **LISSAMPHIBIENS**: grenouille verte : *Rana esculenta*; lézard vert : *Lacerta viridis*.
AMNIOTES : dauphin commun : *Delphinus delphis* ; chimpanzé : *Pan troglodytes*.

a) Quelques caractères dérivés propres

- ❖ **Il existe un conduit lacrymal** entre l'œil et le sac nasal. Chez un actinoptérygien, la narine inhalante (nih) et la narine exhalante (nex) sont externes (Fig. 24). Chez un tétrapode, la narine exhalante débouche dans la cavité buccale; elle est appelée la choane (cho, fig.). Le sac nasal (sn) est relié à l'œil par le conduit lacrymal (cla).

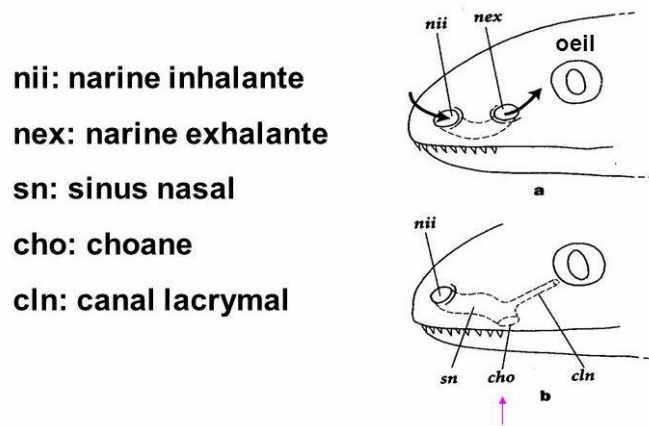
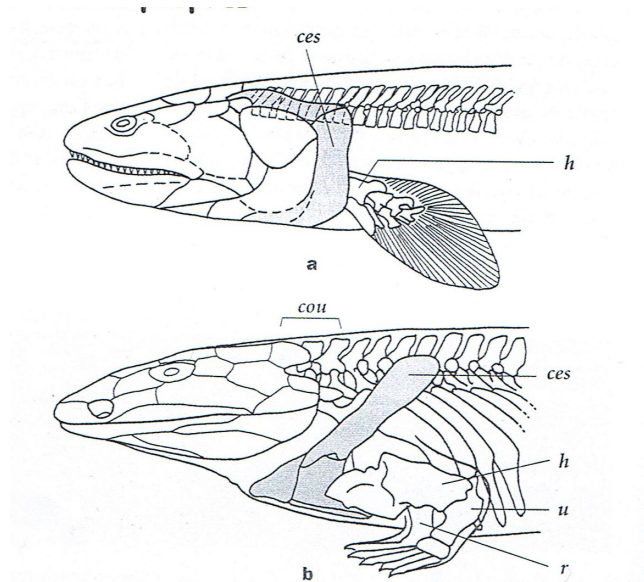


Fig. 24. Formation des narines (a) actinoptérygiens, (b) tétrapode

- ❖ **Naissance du cou:** la ceinture scapulaire se sépare de la tête. Chez un sarcoptérygien non tétrapode la ceinture scapulaire (ces) est reliée au toit osseux dermique (Fig. 25a). Chez un tétrapode (Ichthyostega), elle en est séparée par le cou (Fig. 25b).
- ❖ **Membres :** les tétrapodes sont caractérisés par des membres pairs locomoteurs munis de doigts. Le squelette des membres pairs est issu de celui de la paire de certains sarcoptérygiens fossiles. Il est constitué le plus souvent de cinq doigts, des os du carpe, des radius/ulna (r/u) et de l'humérus (h) pour le membre supérieur; des os du tarse, des tibia/péroné et du fémur pour le membre inférieur (Fig. 25).



- ❖ L'os hyomandibulaire qui servait à la suspension de la mâchoire passe au service de l'audition.
- ❖ La première vertèbre cervicale se spécialise : c'est l'atlas.