

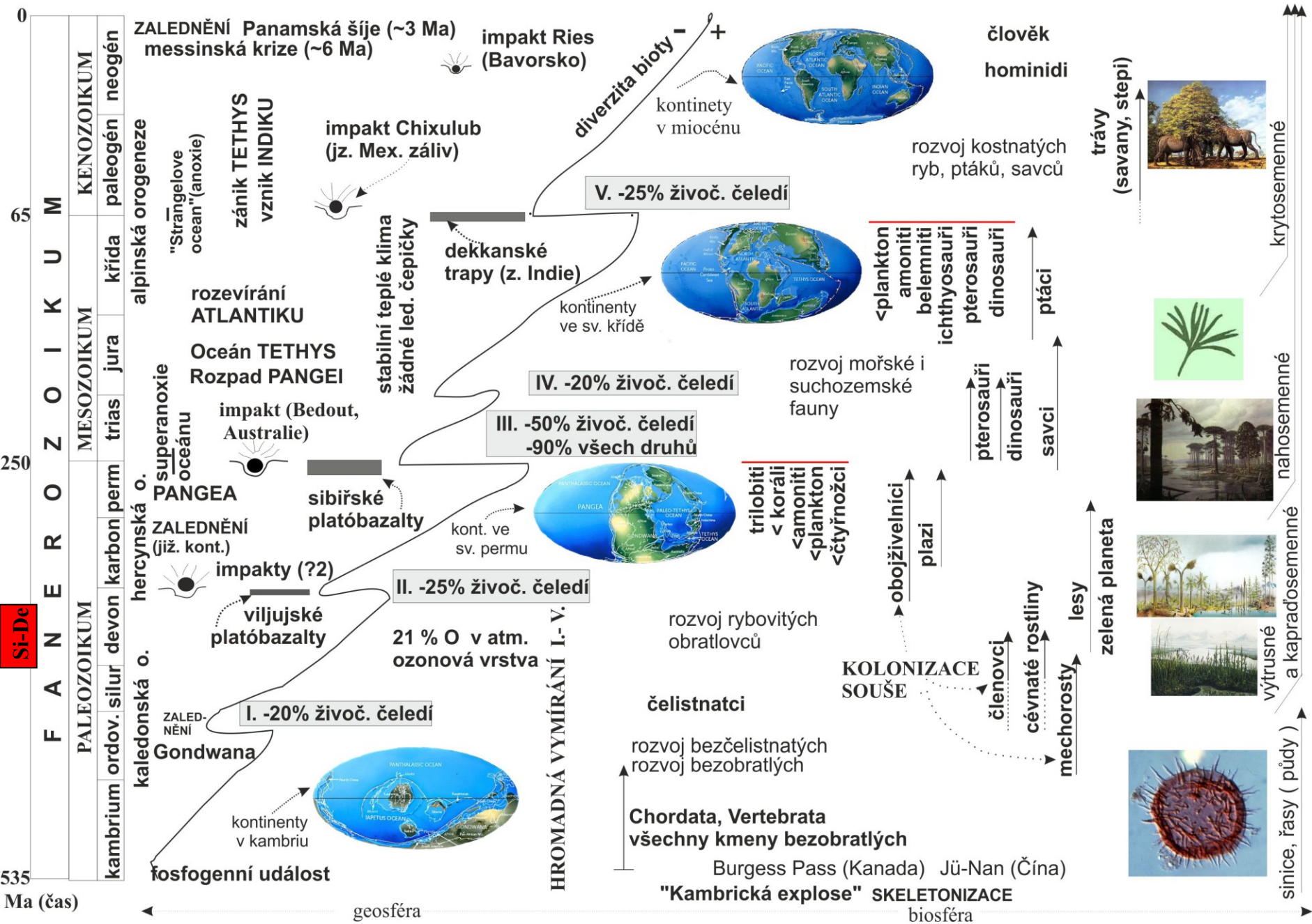
Biotické krize a globální ekosystémy v historii Země – část V.

Silur-devon

Rostislav Brzobohatý

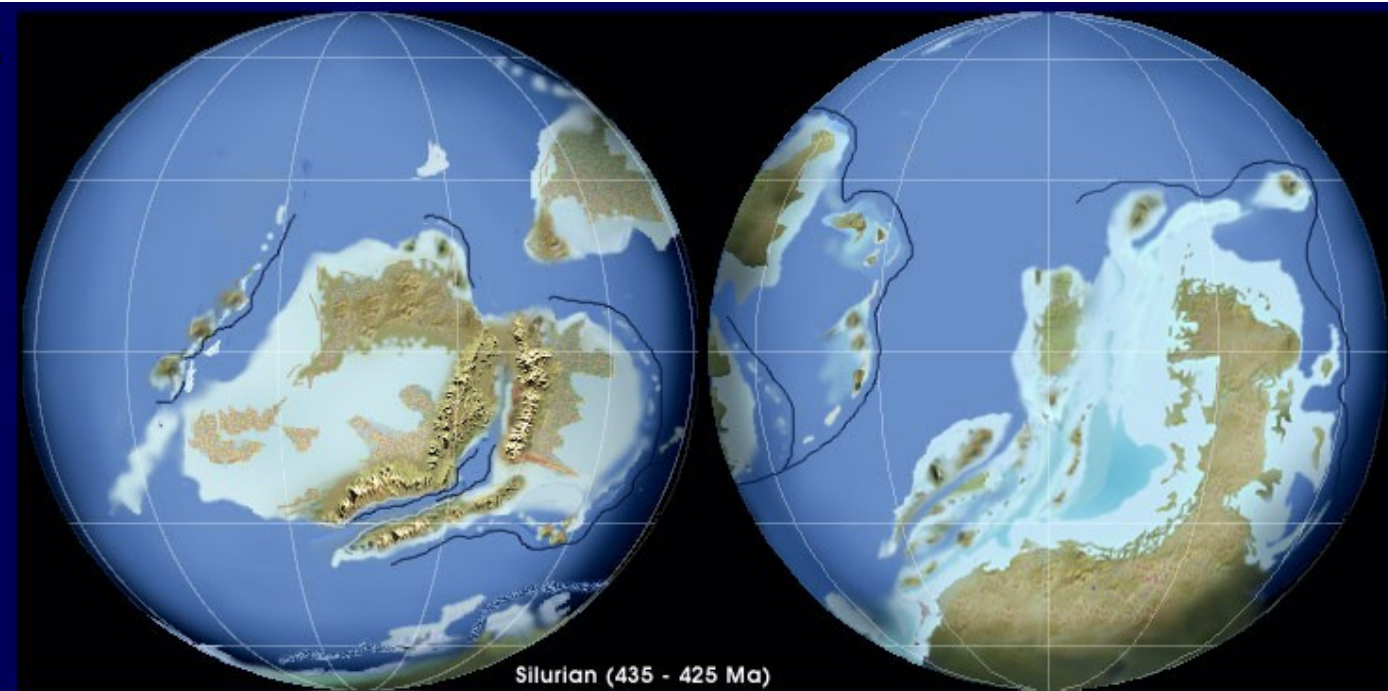
Výběrovka 13

SILUR (444-416 Ma) - DEVON (416-358 Ma)



SILUR - paleogeografie

- kolize Baltiky, Laurentie = vrchol kaledonské vrásnění
- vzniká Laurusie, Paleotethys
- Gondwana se suně k S
- fany – kosmopolitní ráz



Middle Silurian 430 Ma



Virtuální pohled do silurského moře (Burian), z hlavonožců dominují kuželovité „loděčky“ (*Orthoceras*) – viz ortocerové vápence



Silur - Skandinávie



Trs tabulátních korálů rodu *Halysites*, silur USA

Drsnatí koráli (Rugosa) prožívají v siluru počátek svého vrcholu

Tryplasma sp.,
solitérní korál, silur,
Wenlock, Anglie

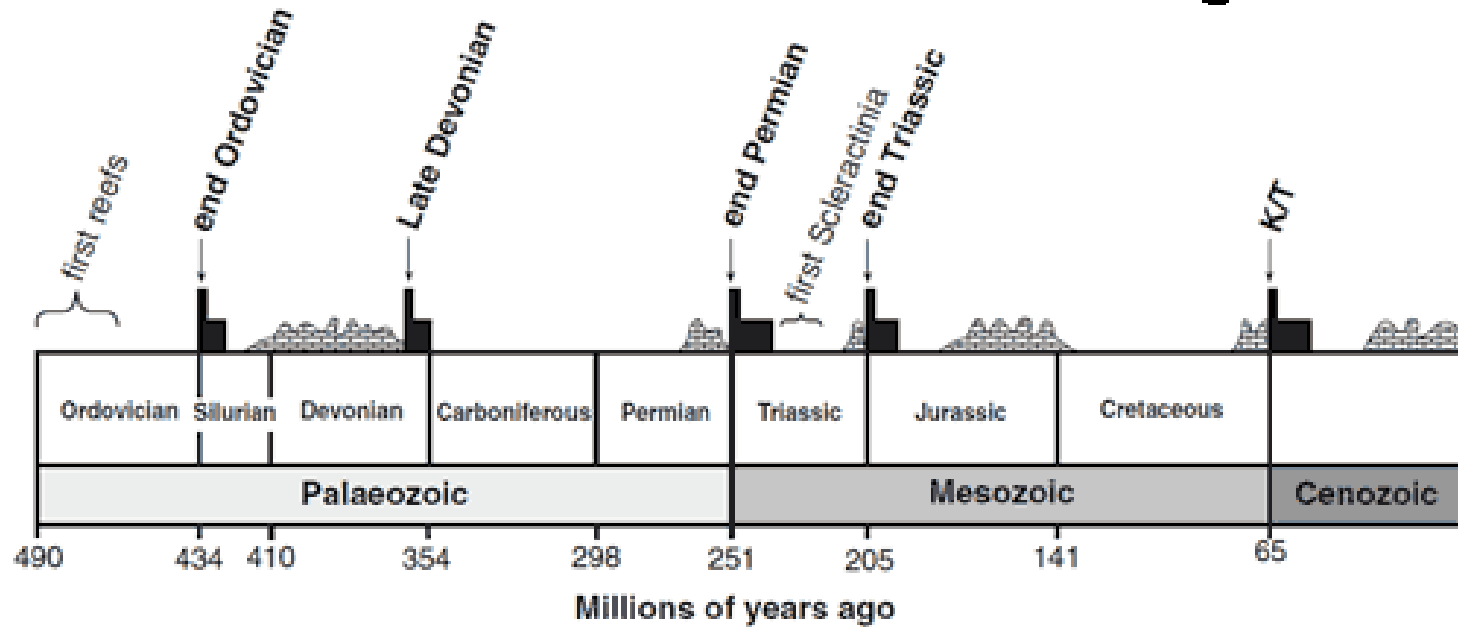


Entelophyllum sp., trs (valoun)



Entelophyllum sp., koloniový korál, silur,
Kentucky

Mass Extinction Events and coral reef growth



Porifera – živočišné houby
-hrají významnou roli při stavbě
silurských a devonských útesů

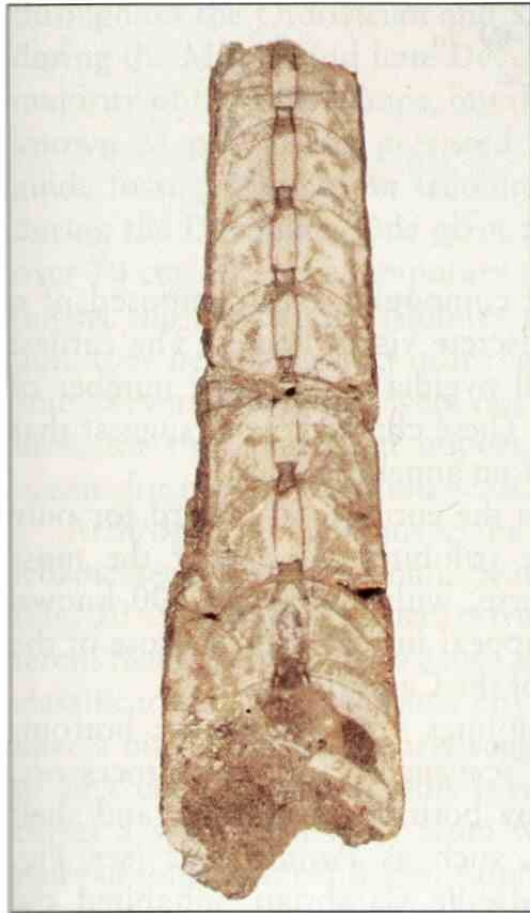


Astylospongia, silur

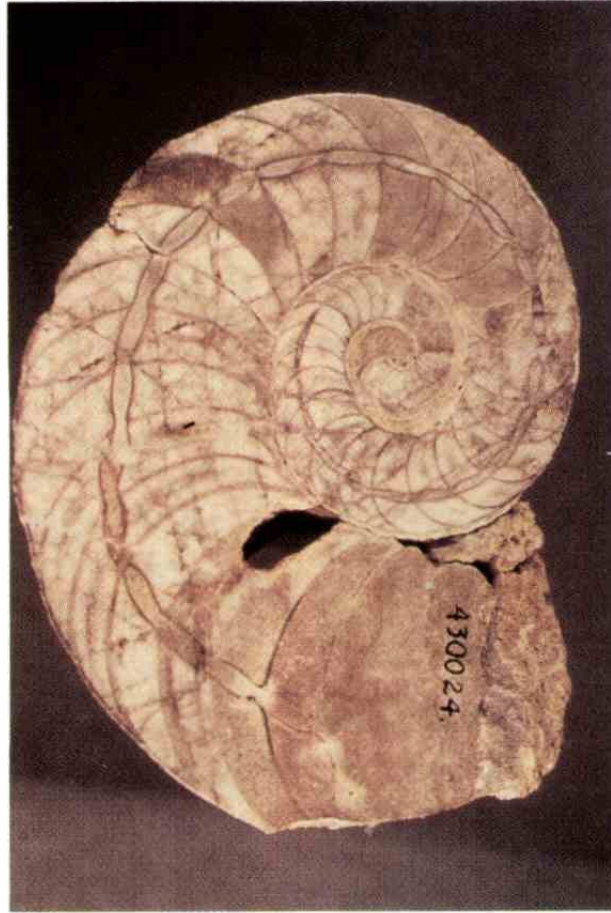


Caryospongia, silur

Loděnký – významná součást nektonu, predátoři



A



B

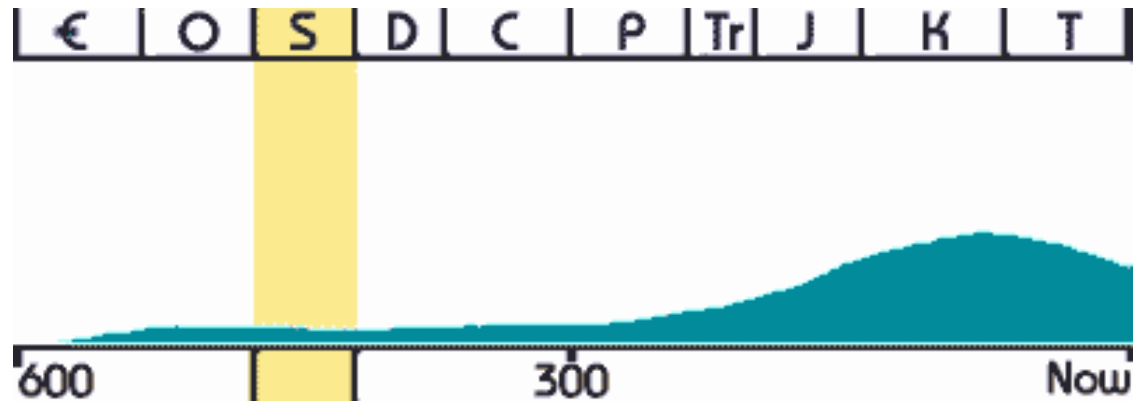
FIGURE 10–46 Variation in conch shape among early Paleozoic nautiloid cephalopods. Both of these specimens are from the Silurian of Bohemia. (A) A sawed and polished section of the straight conch of *Orthoceras potens* showing septa and siphuncle. (B) Sawed and polished section of *Barrandeoceras*, exhibiting a coiled form. Specimen A is 22.5 cm in length; B has a diameter of 18 cm.

Orthoceras potens, silur, barrandien

Barrandeoceras sp., silur, barrandien

BIVALVIA (mlži)

Od ordoviku výrazněji zastoupeni než v kambriu, na svůj výrazný rozvoj však čekají až po ústupu brachiopodů v mesozoiku

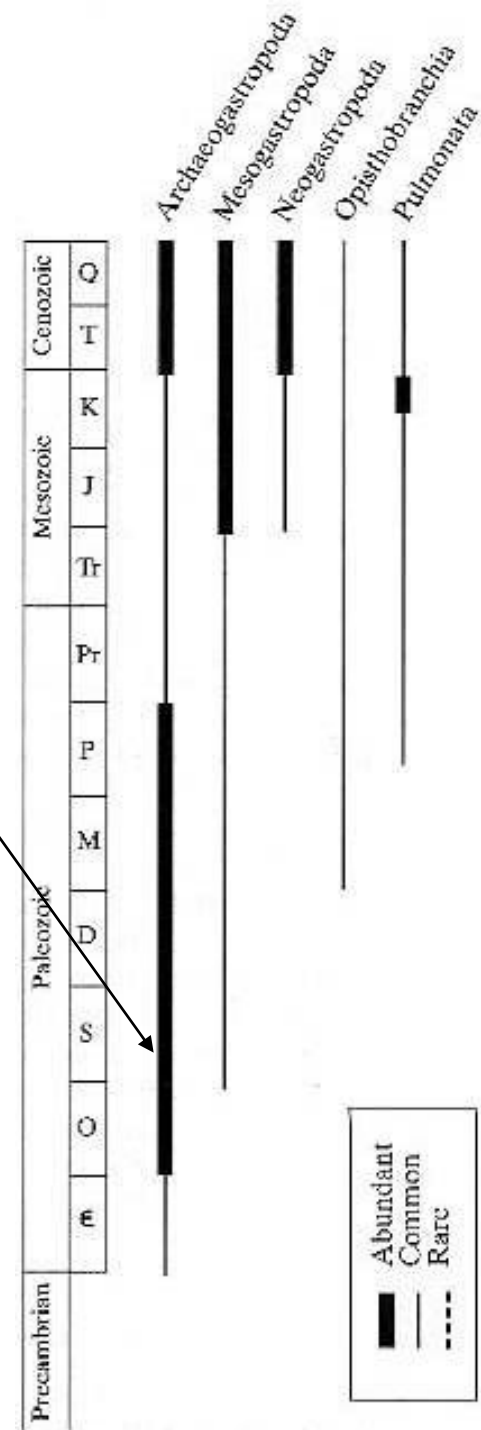


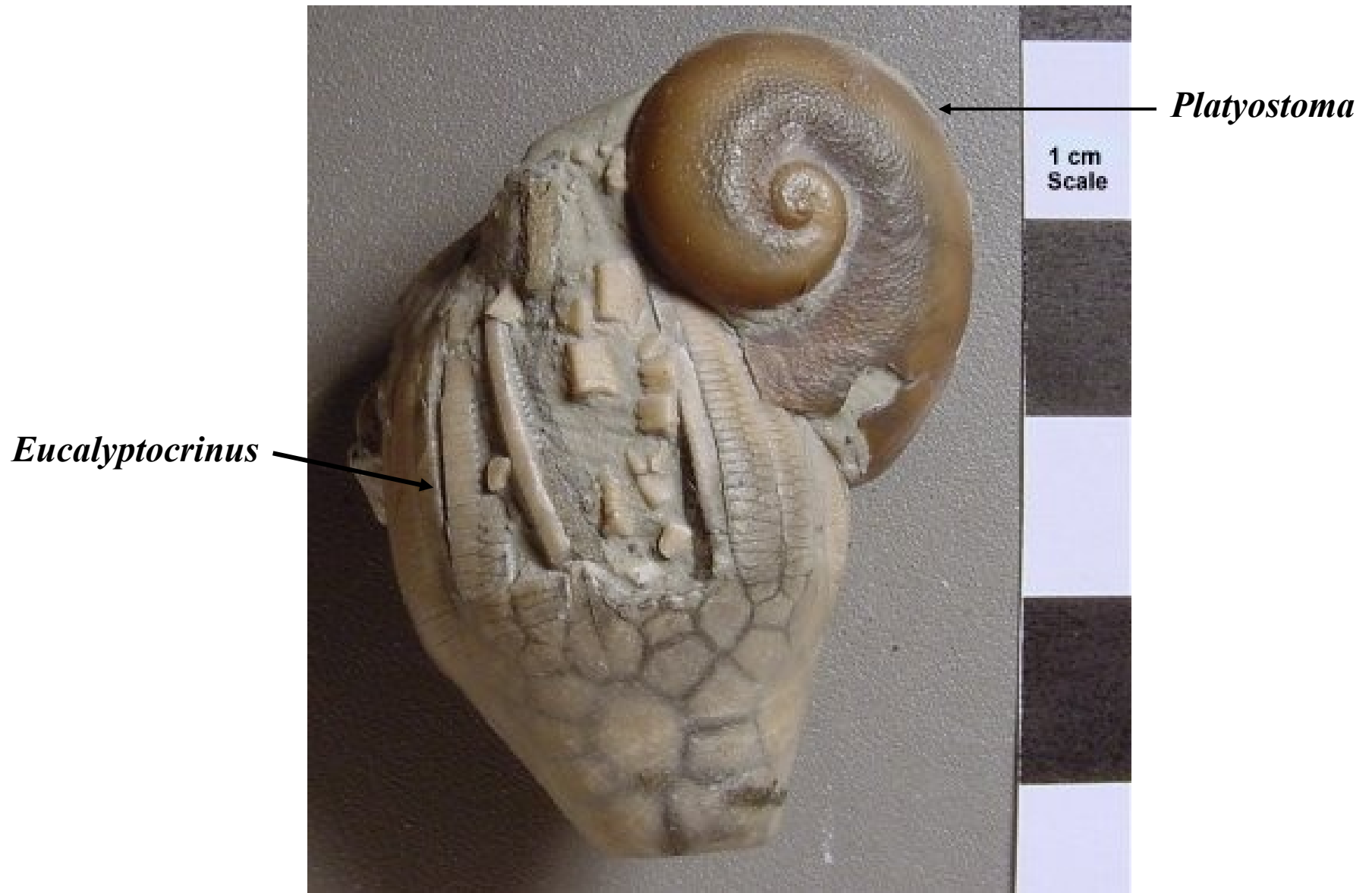
Panenka sp., silur, barrandien



Cardiola cornucopiae, silur, barrandien

Gastropoda – nastupují již v kambriu, nehrají však výraznou roli před svrchním paleozoikem, v siluru dominují v této skupině starobylí plži





Platyostoma (gastropod) sedící na lilijici *Eucalyptocrinus*
(častý případ symbiosy) v silurském moři , USA



***Rhynchonella*, Brachiopoda, silur**

„Cystoidea“ – jablovci, ostnokožci bez radiální souměrnosti, mořský bentos,
nástup v ordoviku, vymírají v devonu



Holocystites scutellatus, silur, USA

Trilobiti v siluru ustupují, mají však stále ještě stratigrafický význam

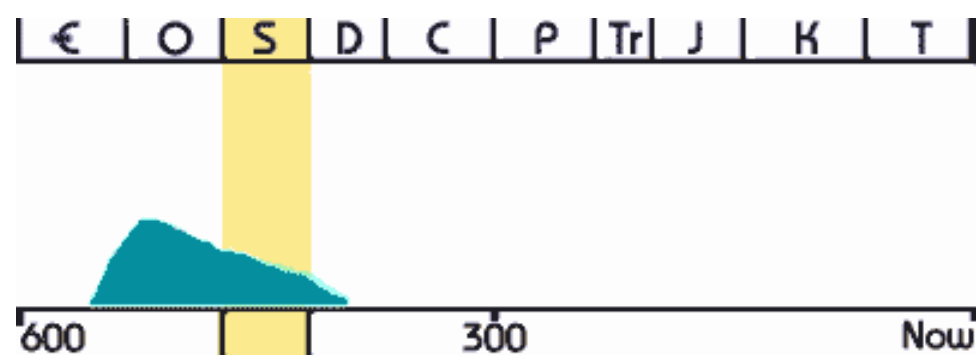


Aulacopleura konincki, silur, Loděnice, barrandien



Stáčení silurských trilobitů rodu *Calymene*

Graptoloidea - graptoloidi, v siluru největší rozvoj planktonních forem, tvorba černých graptolitových břidlic, anoxie, nedostatek detritofágního bentosu



Monograptus sp., silur



Silur- graptolitové břidlice, barrandien



Demirastrites sp., silur, Sevilla



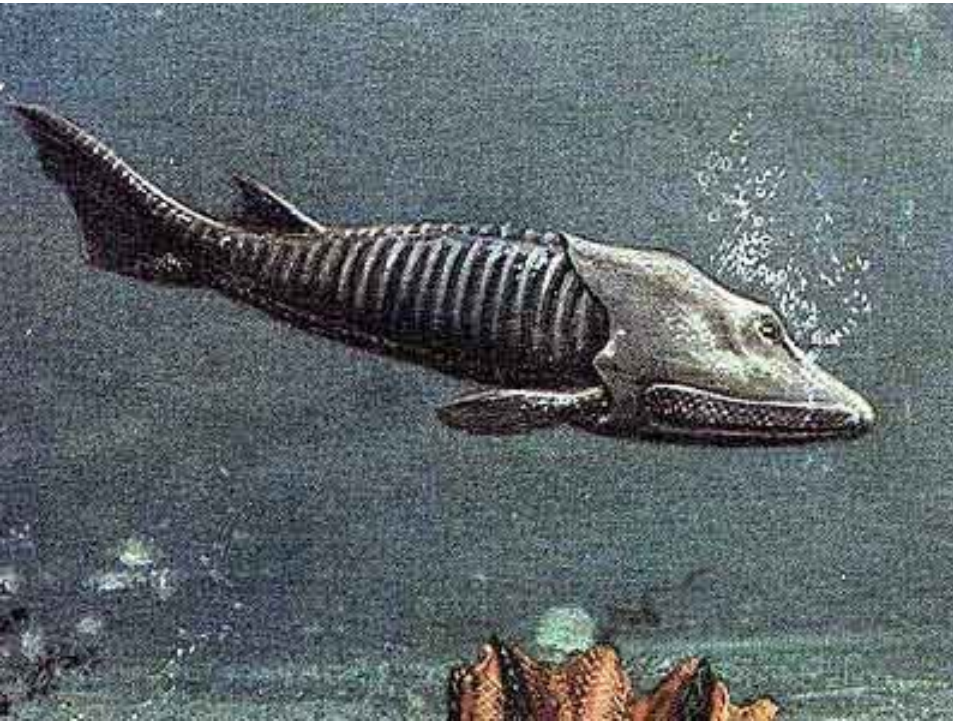
Monograptus planus, silur, Sevilla

AGNATHA (bezčelistní):

- rybovitě formy, často pancéřnaté kožní kosti,
- pohyb po dně i dobří plavci
- kambrium-recent (v současnosti jen kruhoústí)
- velký rozvoj v ordoviku a siluru



sliznatka - recent



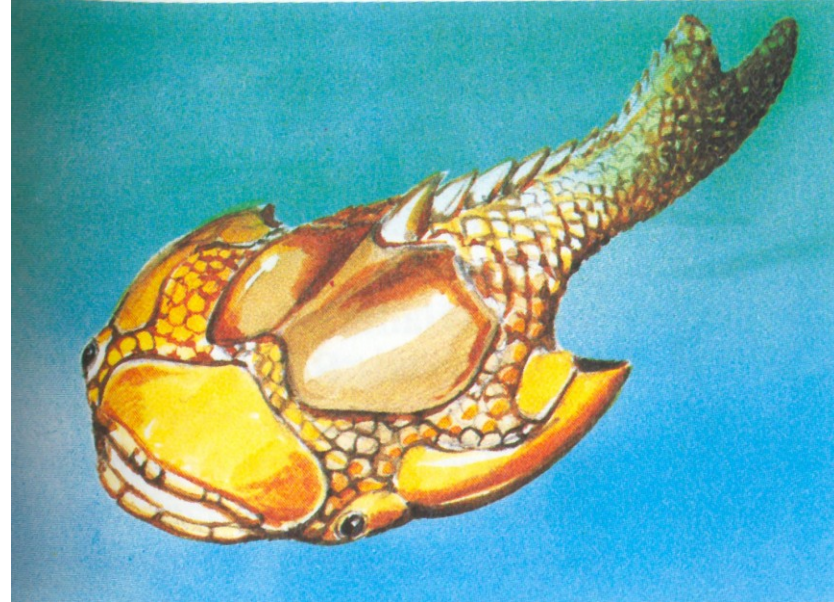
rekonstrukce



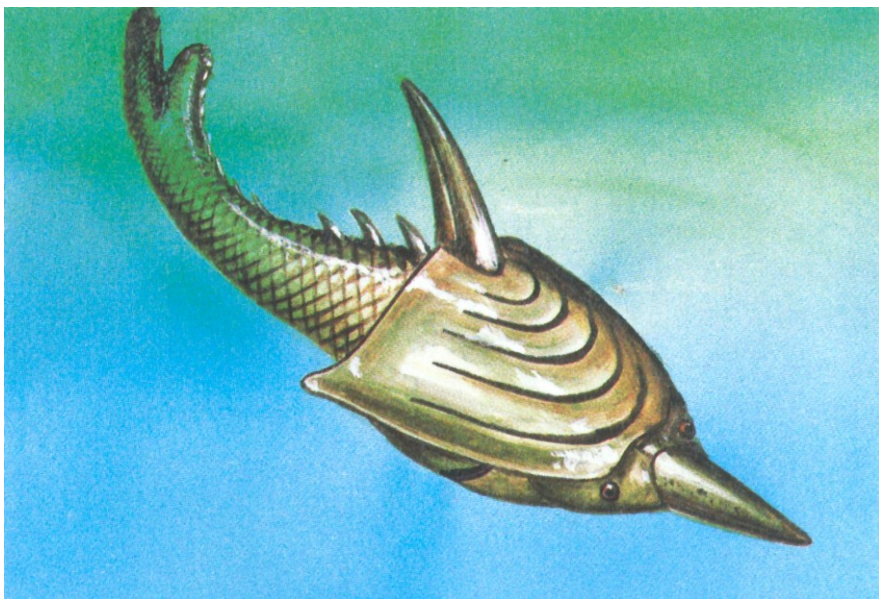
fosílie

Cephalaspis, silur

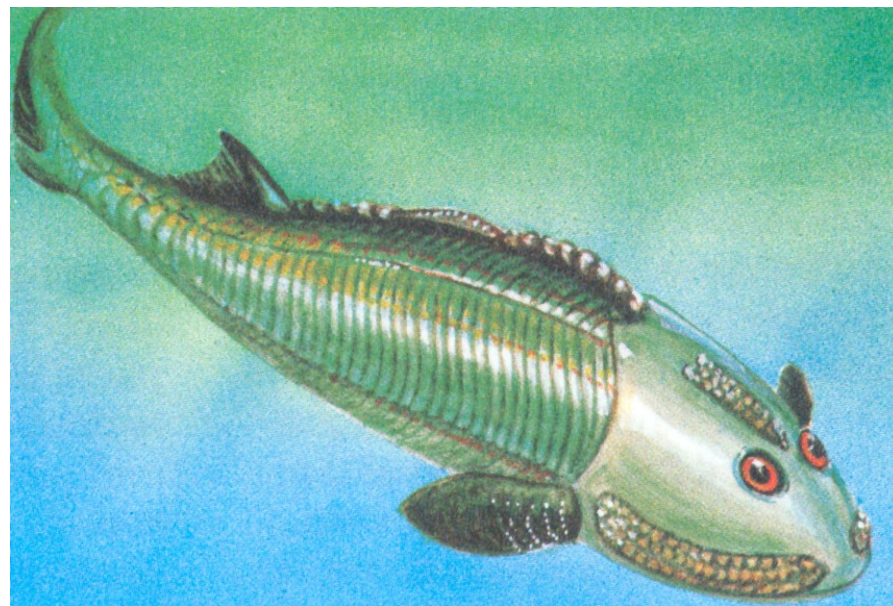
**Barevné interpretace některých
bezčelistných ze spodního devonu**



Drepanaspis



Pteraspis



Hemicyclaspis



Drepanaspis



Bothriolepis

Během siluru se bezčelistní (Agnatha) rozrůzňují a dosahují maximum své diversity, z chrupavčitých žaberních podpor vznikají čelisti již v Or – rozvoj gnathostomat

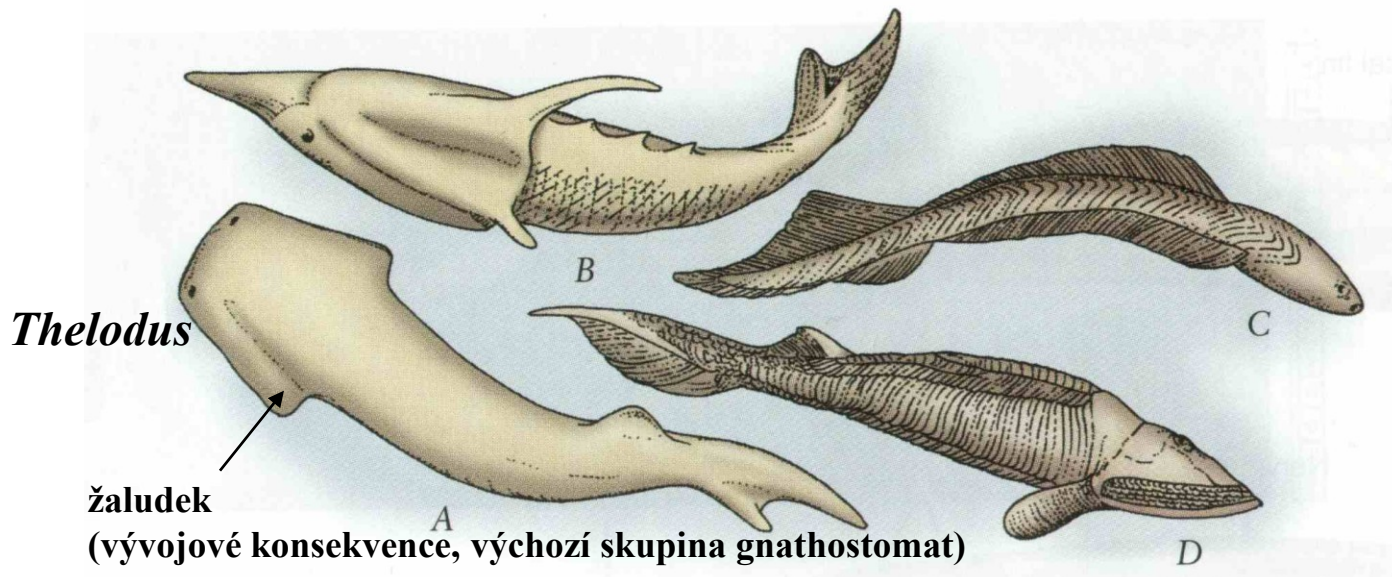
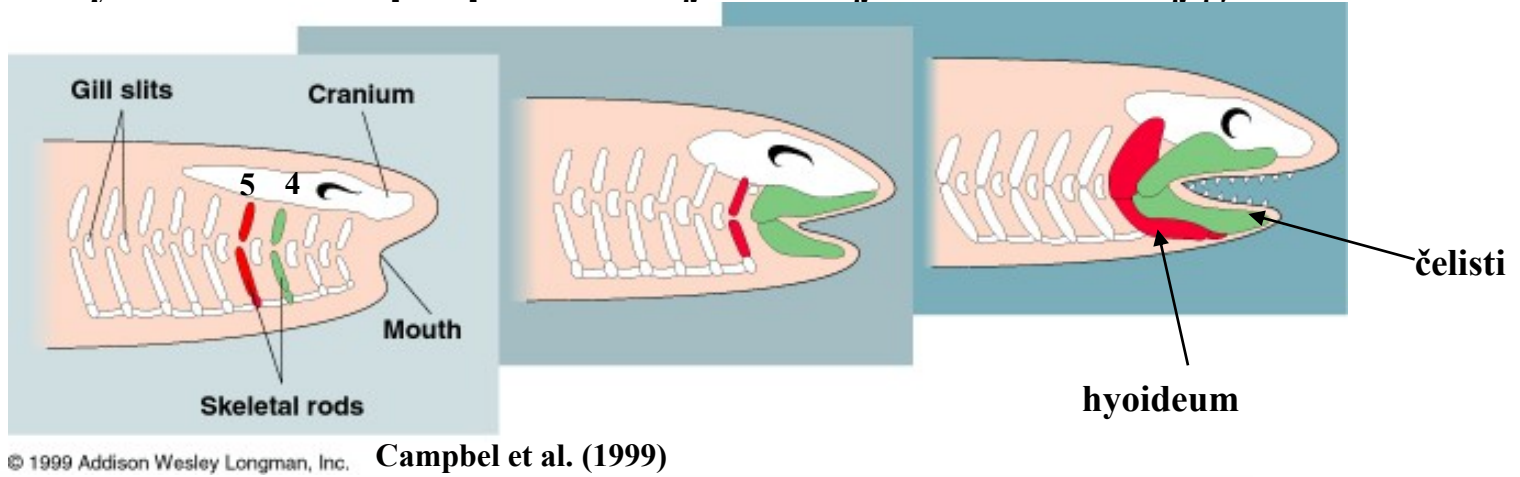
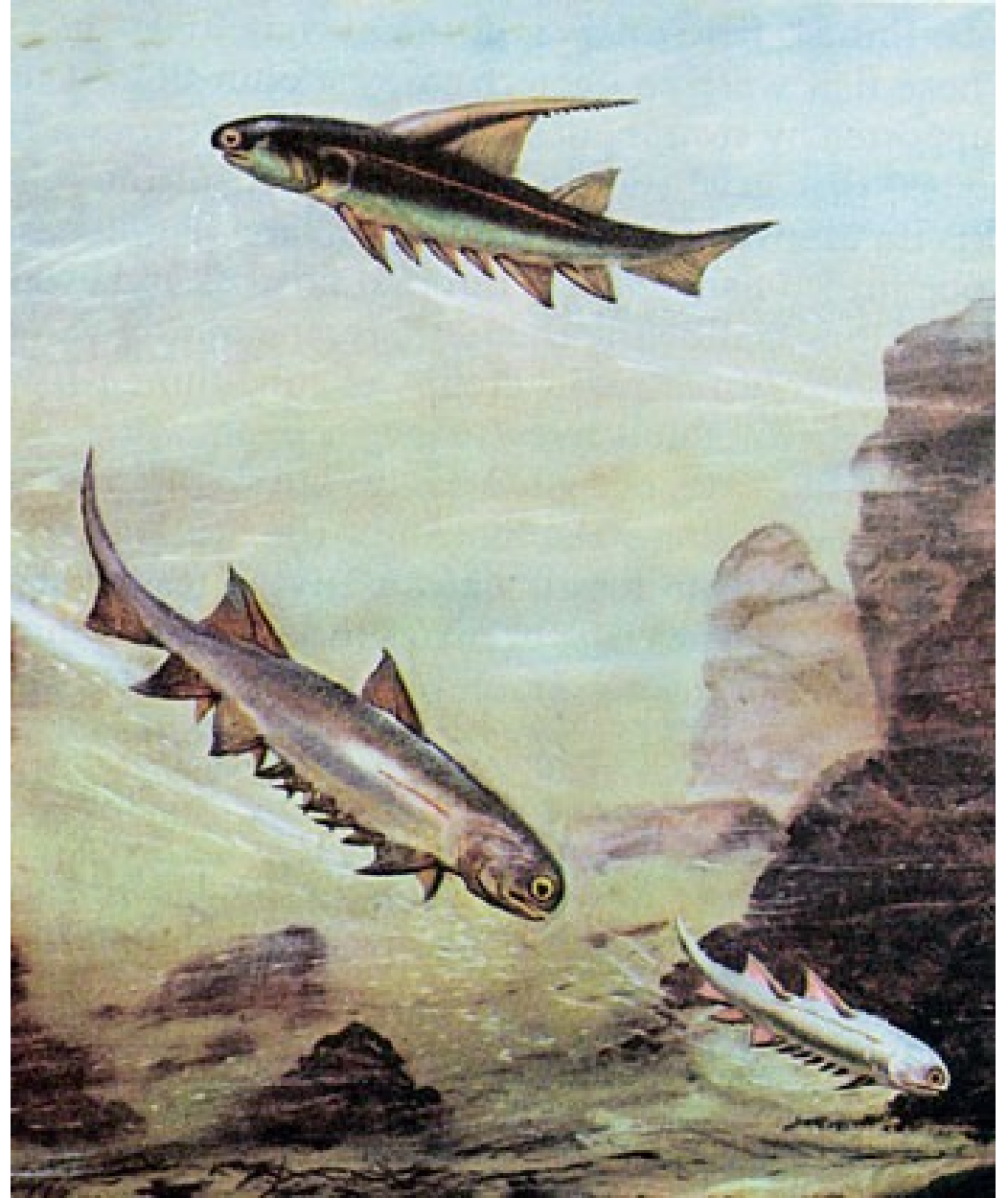
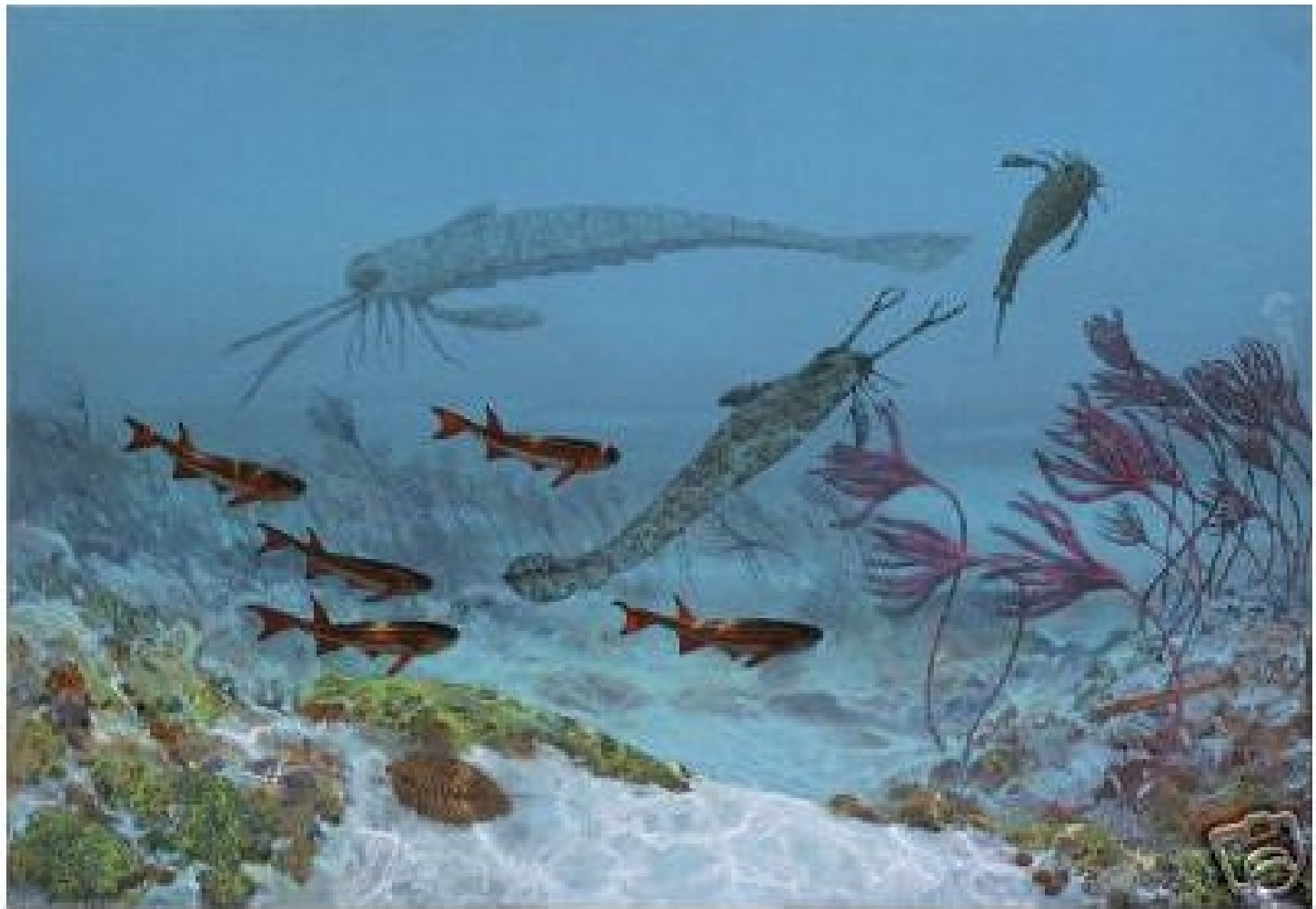


FIGURE 10–66 The early Paleozoic ostracoderms. (A) *Thelodus*, (B) *Pteraspis*, (C) *Jamoytius*, and (D) *Hemicyclaspis* drawn to the same scale.

**Ryby ze skupiny akanthodů
nastupují v siluru v mořích,
během devonu se adaptují na
sladkovodní prostředí**





Silur – eurypteryda a akanthodi, charakteristické skupiny dravého nektonu

Výtrusné rostliny opouštějí vodu (Psilophyta)



Zosterophyllum rhenanum

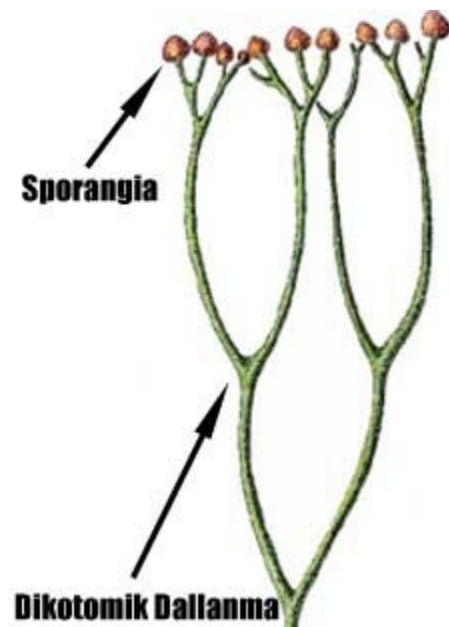
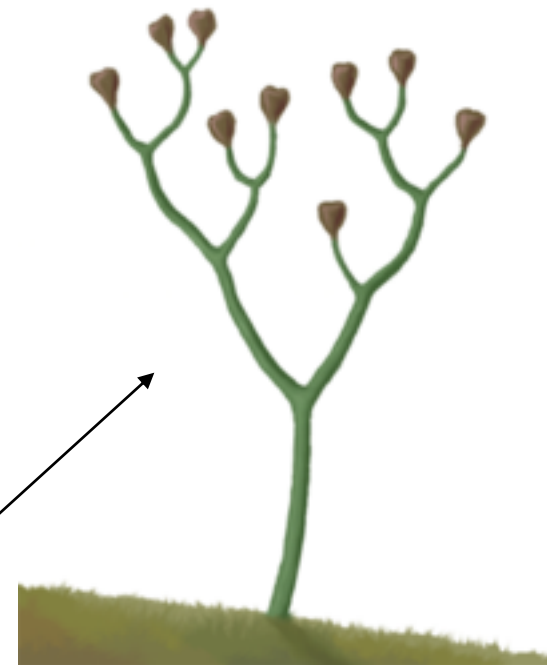
Rhynia major

Coocksonia sp.



Cooksonia caledonica, V. New York,
silur

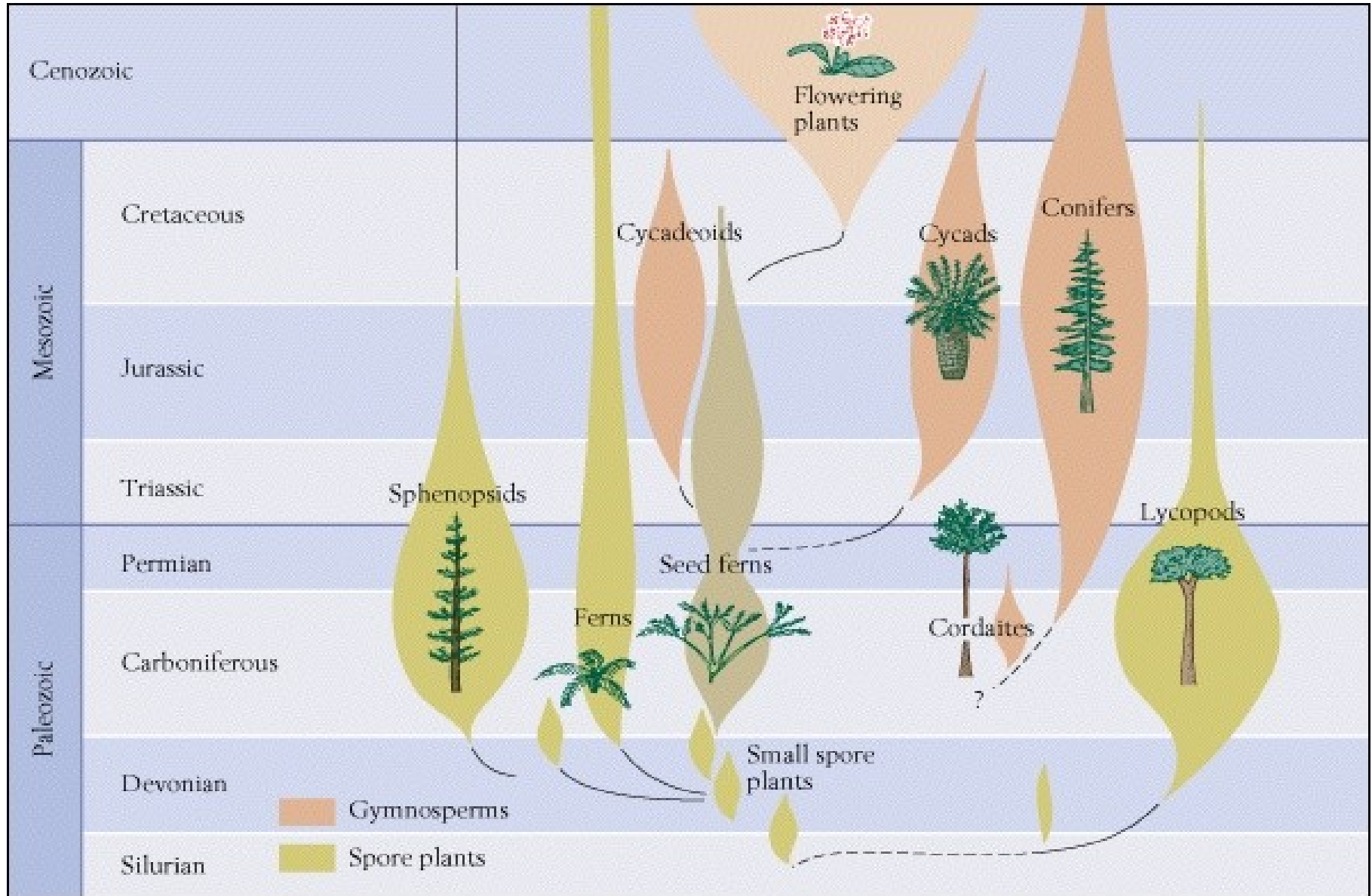
rekonstrukce





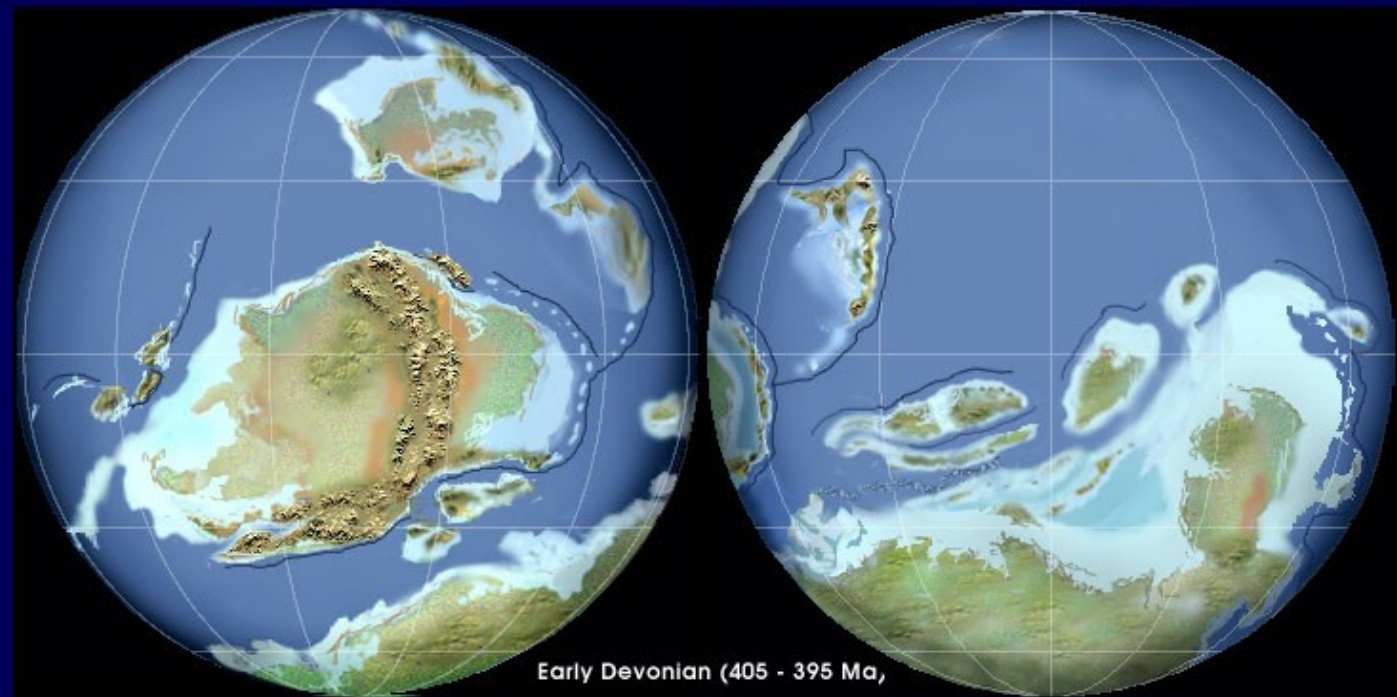
Svrchní silur – vulkanická krajina s psilofyty

Vývojové schema cévnatých rostlin

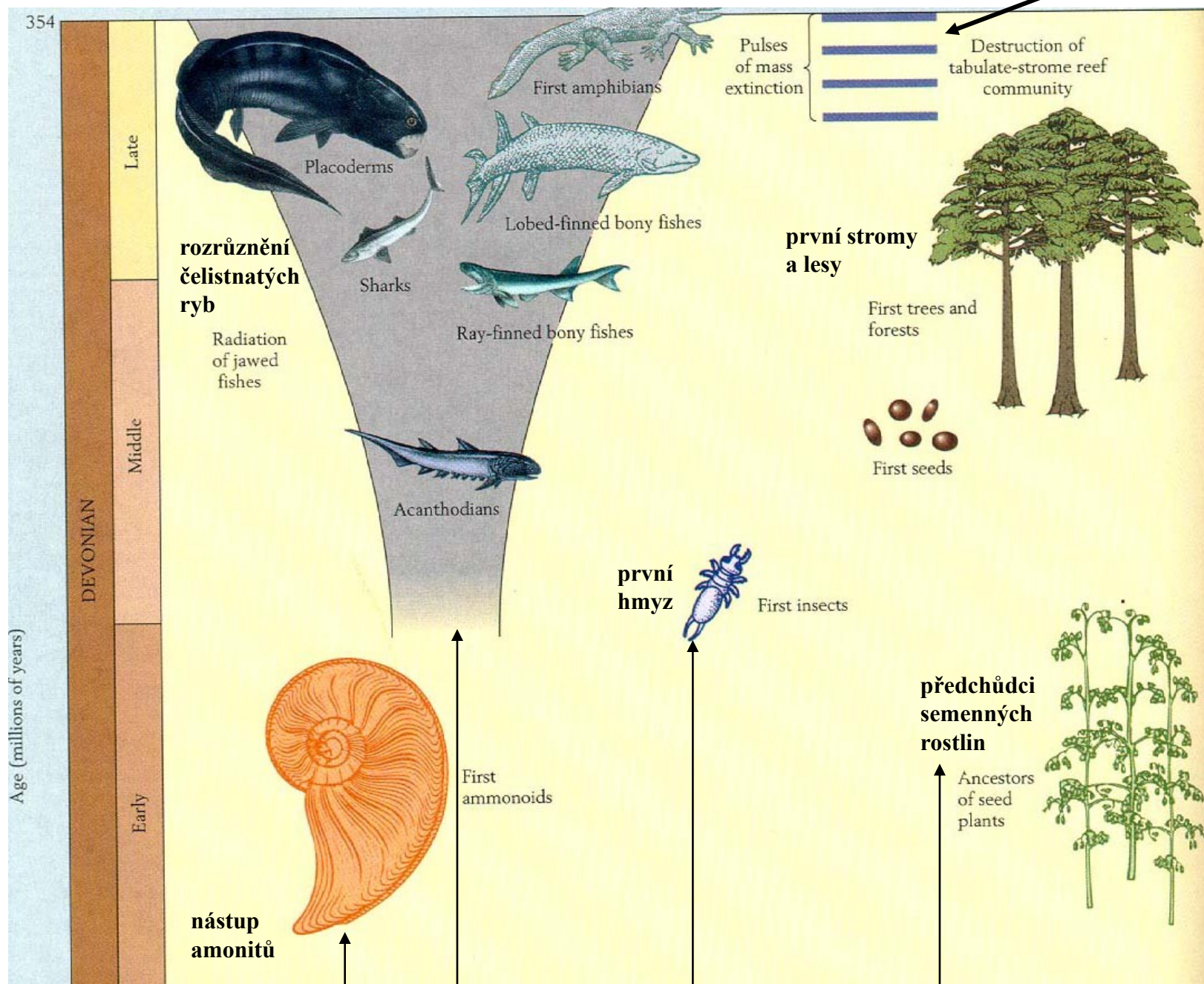


DEVON - paleogeografie

- další sdružování kontinentů
- kolem rovníku „Old Red“ kontinent
- většinou teplé aridní klima
- útesové vápence
- v závěru ochlazení a opětné oteplení



Průběh života v devonu, hlavní události, vymírání na konci proběhlo ve vlnách



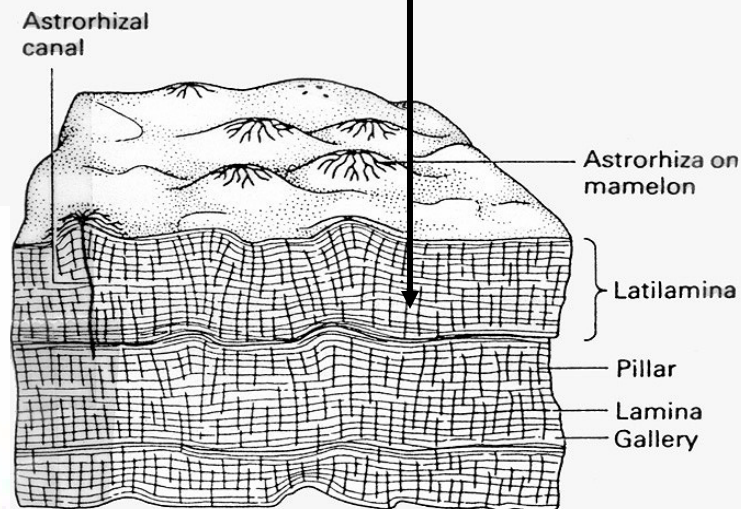
Stromatoporoidea – koloniální organizmy s vápnitou kostrou dnes řazené k houbám

- jejich bočníkovité, povlékové trsy jsou charakteristické laminovanou stavbou
- v siluru a devonu patří k nejdůležitějším útesotvorným organizmům
- ve svrchním devonu jsou výrazně postiženy vymíráním a tím se mění ráz útesů ve mladším paleozoiku.



irregular shape

ACTINOSTROMA CLATHRATUM
Nicholson; Middle Devonian; UK.



Actinostroma clathratum Nich.,
střední devon,
Anglie



Aulopora – devon,
Porýní

2.5 mm

Četné devonské vápence s faunou se používají jako okrasné kameny



Rekrystalované trsy rugózních korálů, Petoskey, devon

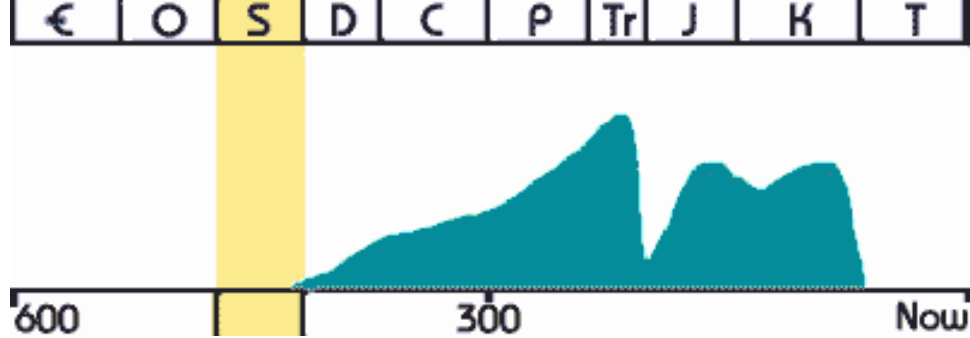
Gastropoda – pokračují starobylé skupiny. Rod *Tubina* je charakteristický pro svahy spodnodevonských útesů



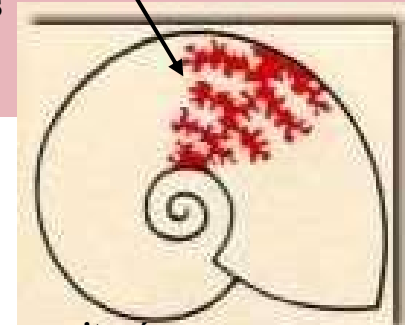
Tubina armata, sp. devon, Koněprusy

Ammonoidea – amoniti

- nastupují ve **sp. devonu (?Si)**,
- v nektonu postupně přebírají roli loďčkových
- septální švy se v čase stávají složitějšími (stratigrafie)

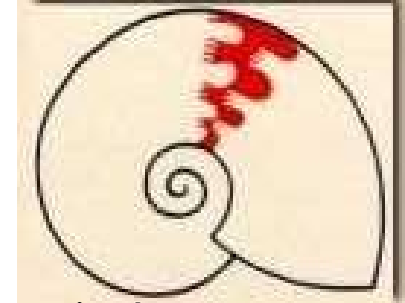


čas



amonitový

Ammonites
sp. Tr-sv. Cr



ceratitový

Ceratites
sv. Pe-sp. J



goniatitový

Goniatites
De-Pe

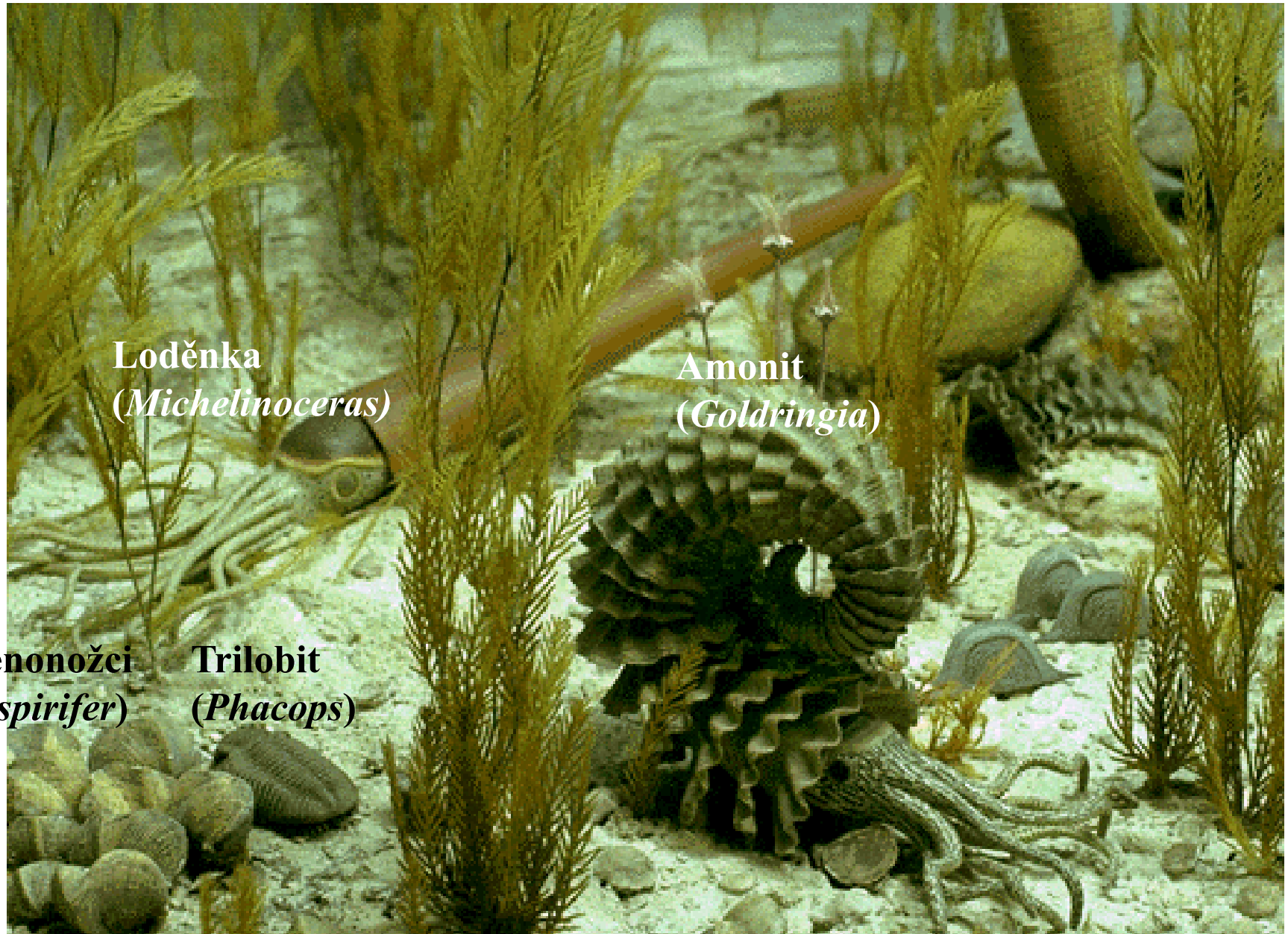
poddevonské



Clymenia – rod typický pro svrchní devon

Clymenia

Pohled do devonského moře na život bezobratlých



Loděnka
(*Michelinoceras*)

Amonit
(*Goldringia*)

Ramenonožci
(*Paraspirifer*)

Trilobit
(*Phacops*)

Brachiopoda

-v devonu prožívají nový rozkvět,
dosahují maxima své diverzity

Stringocephalus, devon
(rod hojně zastoupený ve středním
devonu např. Moravského krasu)



10 mm



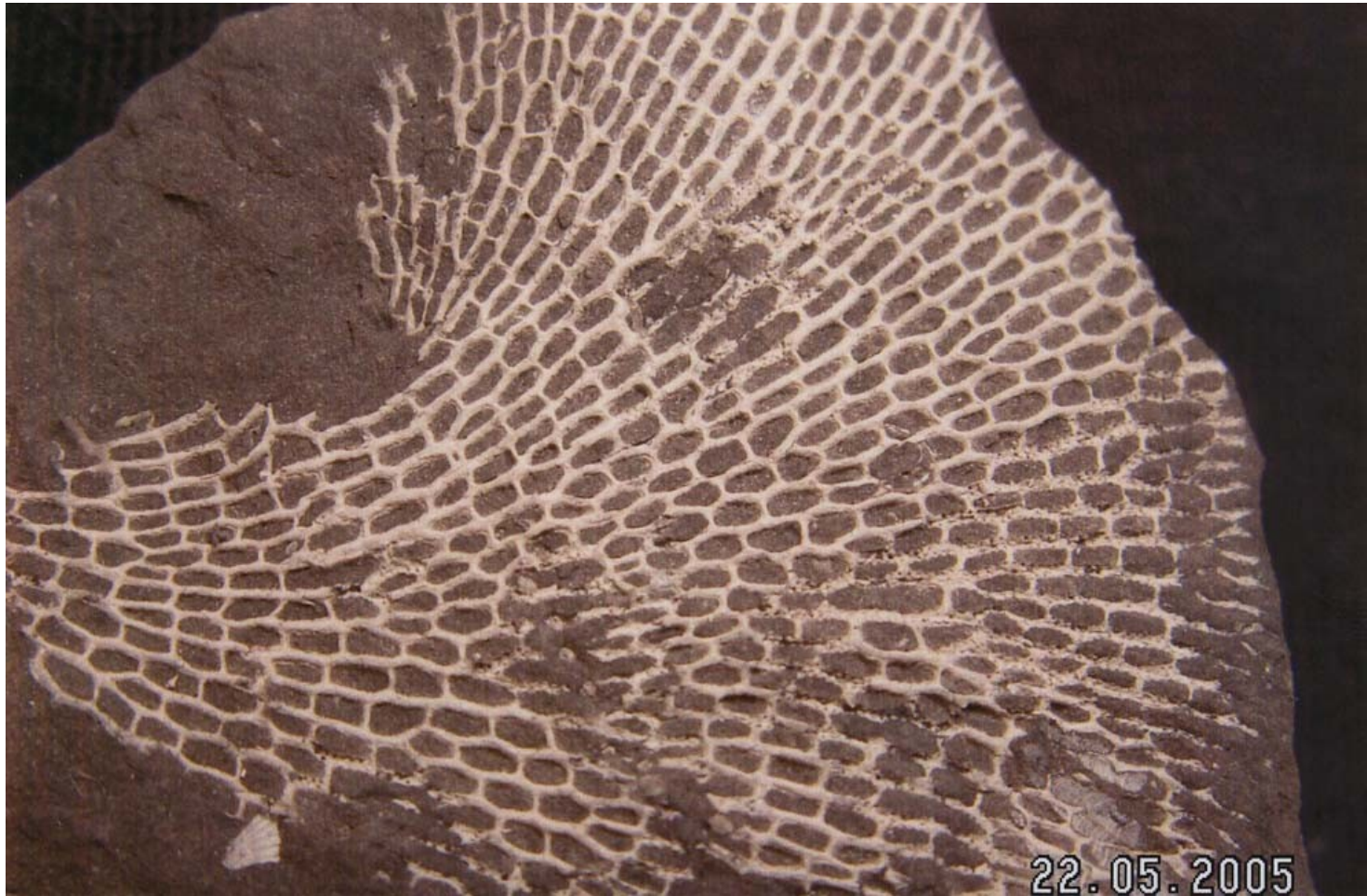
Bryozoa

- i v devonu mají významný podíl na stavbě útesů



Fenestella althaea

**plochá kolonie fene-
stelidních mechovek,
sp. devon,
New York**

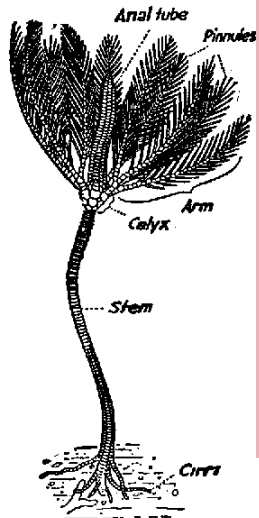


Fenestella sp., devon

Echinodermata (ostnokožci)

Crinoidea (lilijice)

- kambrium-recent
- velký rozvoj v siluru až do konce paleozoika
- oproti recentu obývaly hlubší vody
- planktonní rod *Scyphocrinites* (horninotvorný, sv. silur)



často horninotvorná skupina – ukázka nahloučení celých lilijic v krinoidovém vápenci

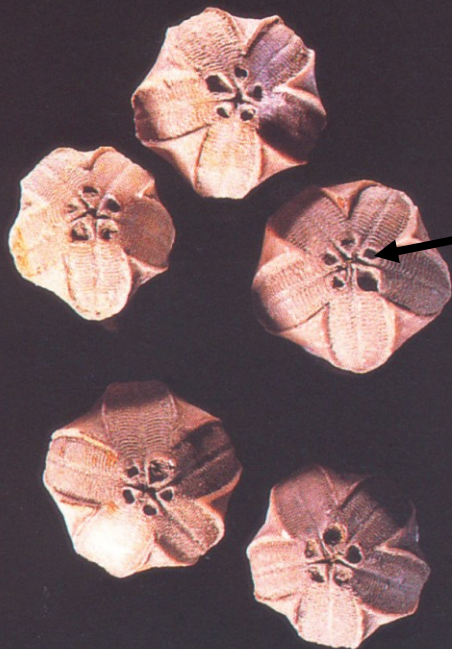


recentní lilijice v moři

**Echinodermata (ostnokožci),
vymřelá skupina Blastoidea
(poupěnci)
sp. kambrium - perm**



fosilie



kalichy



rekonstrukce

Penremites godoni
sp. karbon, Illinois

**Z ostnokožců vedle lilijic hrají výraznou roli v devonu
i hvězdice – Asterozoa (predátoři na rozvinutých útesech)**



Devonaster eucharie

New York,

střední devon

Trilobita

-Na počátku devonu
prožívají poslední rozvoj

- Typické rody:



Odontochile



Phacops



Reedops



Dicranus sp., Maroko, devon

Rody podtřídy Phyllocarida jsou v devonu typickým zástupcem rakovců (dnes přežívá jediná čeleď fylokaridů)

Nahecaris steurtzi, Malacostraca, Phyllocarida, Budenbach, devon
(Německo, Hunsrück)



Insecta - hmyz

Nejnovější nálezy ukazují, že původ hmyzu musíme hledat již během siluru

Dokládá to spodnodevonská *Rhyniognatha hirsti*, která zastupuje již relativně vyvinutého zástupce hmyzu (snad ? okřídleného)

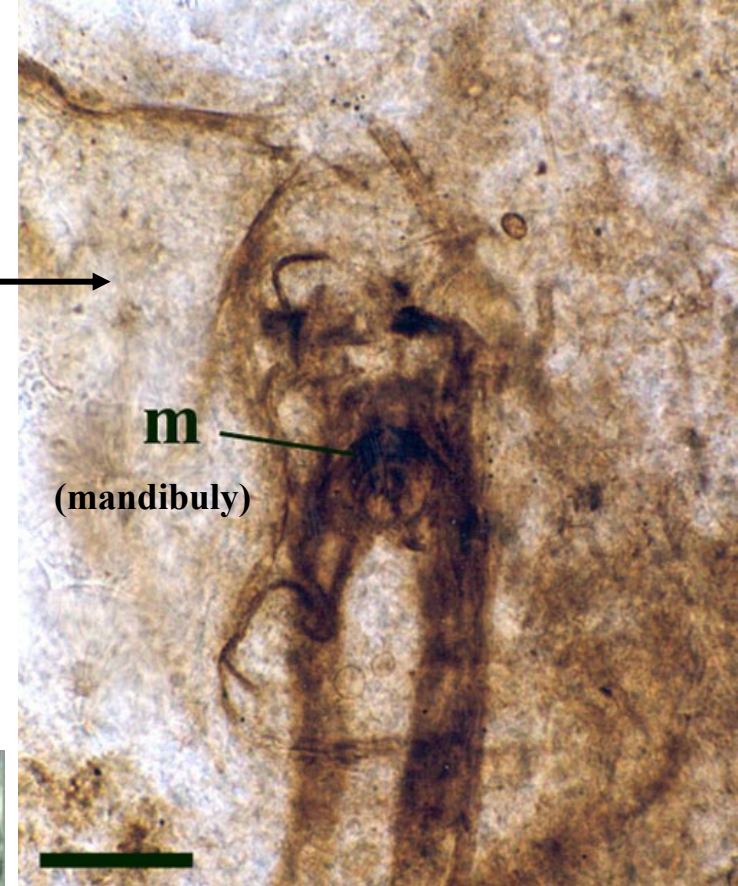
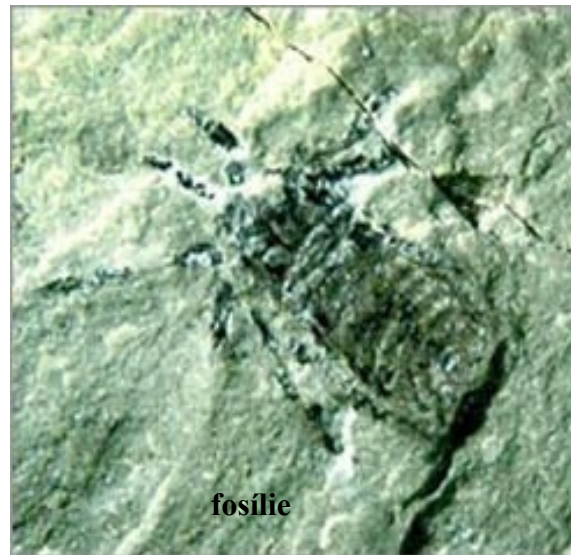
Mimo to jsou v devonu doloženy četné zbytky bezkřídlého hmyzu (chvostokoci) a také

Arachnida - pavoukovci

(devonští zástupci patří dnes do vymřelého řádu Uraraneida [devon-perm] netkali ještě pavučiny, vlastní pavouci, Araneida, nastupují až od karbonu – *Palaeothele montceauensis* - Francie)



Gigantocharinus, svrchní devon



Rhyniognatha hirsti
Rhynie, Skotsko,
sp. devon



Členovci osidlují souši

Devon = rozdílení různých skupin rybovitých obratlovců



Bezčelistní neboli Agnatha
Prvními obratlovci jsou rybám podobní bezčelistní. Patří k nim různé podtřídy, jako např. Heterostraci, Thelodonti, Osteostraci, Anaspida a Petromyzonida. Do podtřídy Osteostraci náleží zde rekonstruovaný rod *Darmuthia*, který je rozšířen ve svrchním siluru Evropy (Estonsko). Jedinou fosilně zachovanou a tím známou částí těla je široký hlavový štít. Dnes jsou bezčelistní zastoupeni mihulemi a sliznatkami.

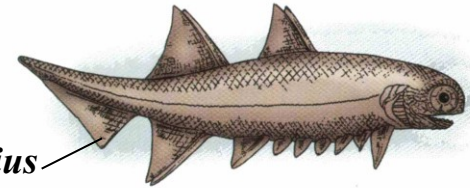
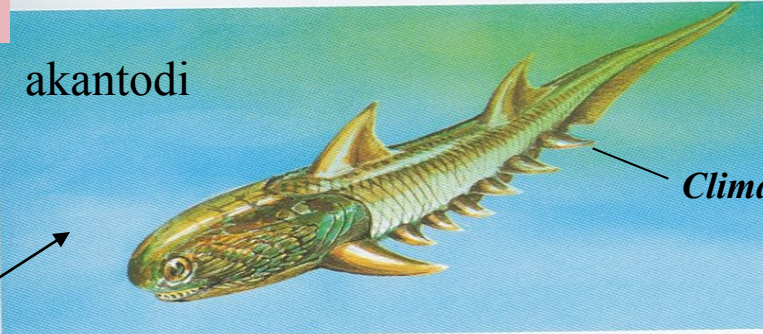
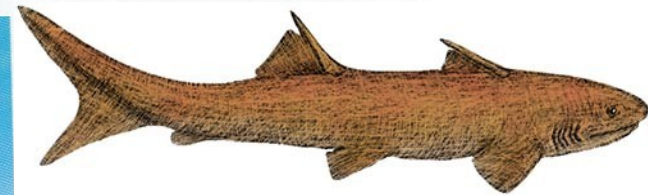
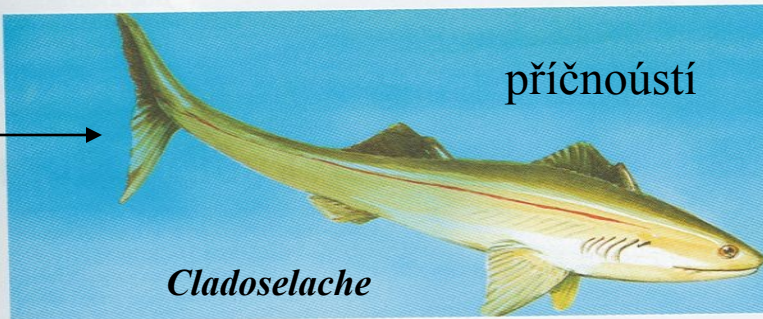


FIGURE 10-67 The Early Devonian acanthodian fish *Climatius*. (After Romer, A. S. 1945. Vertebrate Paleontology. Chicago University of Chicago Press.)



devonu Severní Ameriky (Onto), ale ojet... již ve svrchním siluru. Zástupci mají zuby s více špicemi.

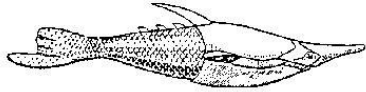
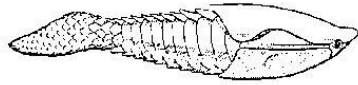
Ctenacanthus



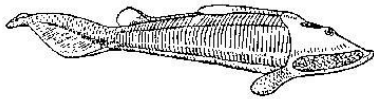
Úspěšné kostnaté ryby
Nejvíce životaschopnými ranými obratlovci jsou ryby kostnaté neboli Osteichthyes. Od nich pochází většina dnes žijících sladkovodních a mořských ryb. Na obrázku je ryba rodu *Myothomasia* ze středního devonu. Tento druh se vyvinul jako sladkovodní ryba pravděpodobně z předchůdců, kteří žili na hranici siluru a devonu, a náleží k paprskoploutvým (Actinopterygii), kteří se liší od lalokoploutvých (Crossopterygii) ganoidními šupinami.

čelistnatí

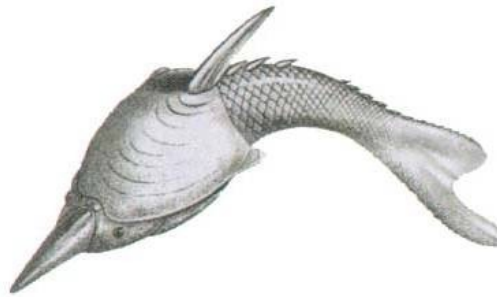
Ostracodermi



Pteraspis



Cephalaspis

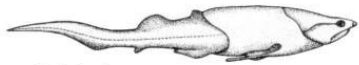


Další ukázky devonských
bezčelistných

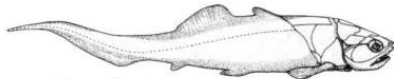
~20
cm

Placodermi (Elasmobranchiomorphi)

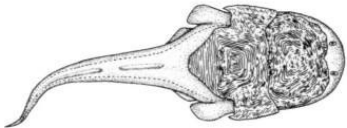
aus Romer & Parsons - Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere



Arctolepis



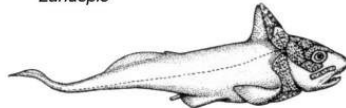
Coccosteus



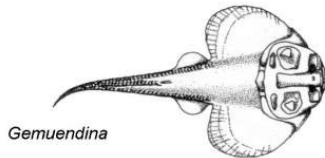
Phyllolepis



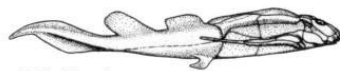
Lunaspis



Ramphodopsis



Gemuendina



Bothriolepis

Další ukázky devonských
čelistnatců – Placodermi
(pancířnatí)

Placodermi - *Dunkleosteus*

(pancířnatí)

boční pohled



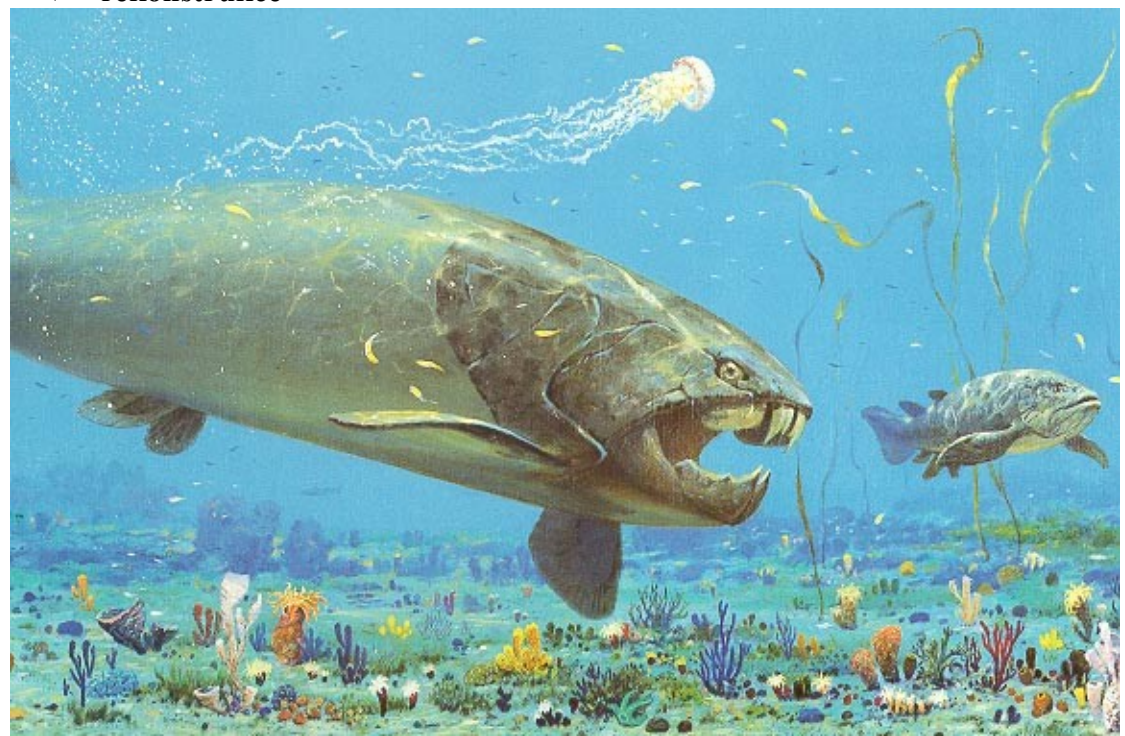
FIGURE 10-68 The gigantic armored skull and thoracic shield of the formidable late Devonian placoderm fish known as *Dunkleosteus*. *Dunkleosteus* was over 10 meters (about 30 feet) long. The skull shown here is about 1 meter tall. It is equipped with large bony cutting plates that functioned as teeth. Each eye socket was protected by a ring of four plates, and a special joint at the rear of the skull permitted the head to be raised and thereby provided for an extra large bite. *Dunkleosteus* ruled the seas 350 million years ago. (Courtesy of the U.S. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution; photograph by Chip Clark.)

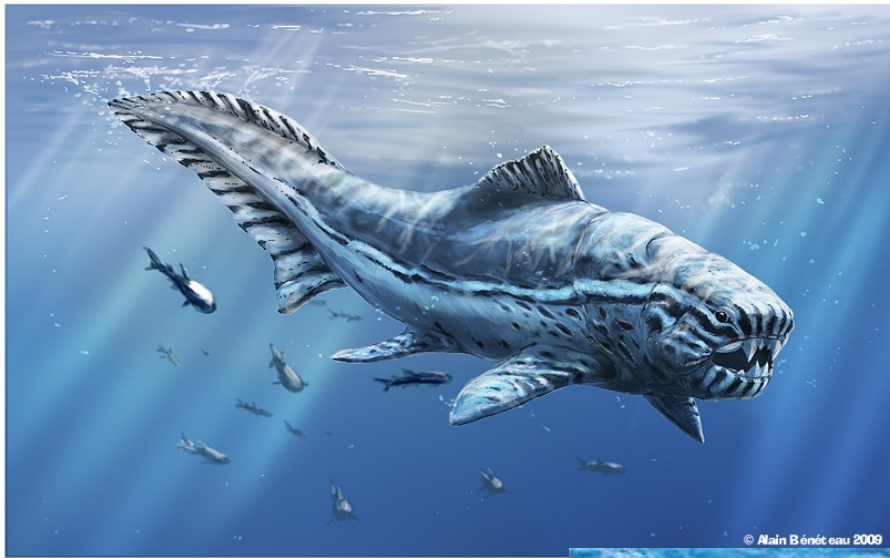
čelní pohled



Známe jen hlavu

rekonstrukce



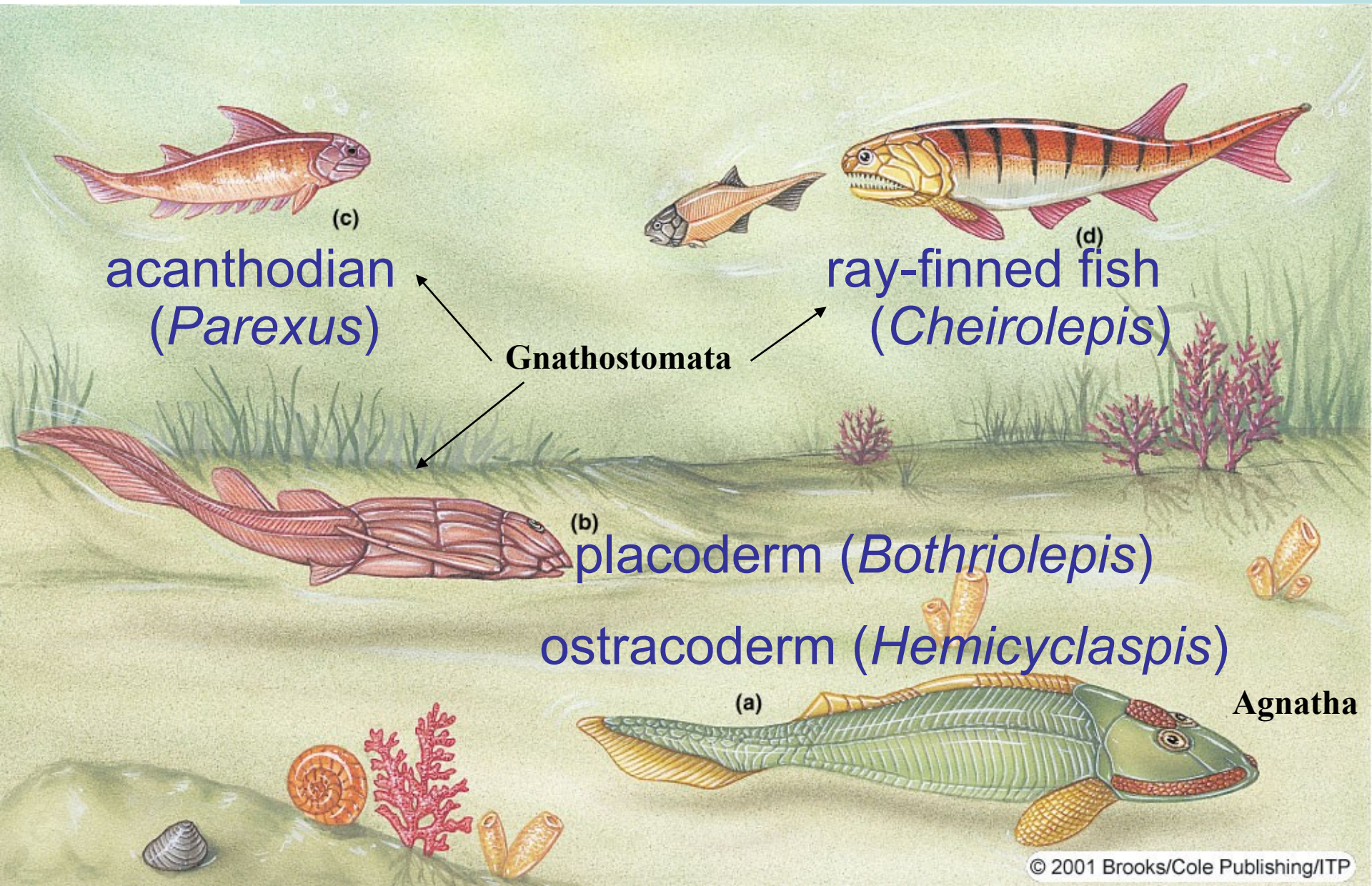


Dunkelosteus – další možné interpretace



Možný pohled do mělkých vod devonu (D-*Dunkelosteus*, I- *Ichthyostega*)

Pohled do devonského moře (obratlovci)



(c)
acanthodian
(*Parexus*)

Gnathostomata

(d)
ray-finned fish
(*Cheirolepis*)

(b)
placoderm (*Bothriolepis*)

ostracoderm (*Hemicyclaspis*)

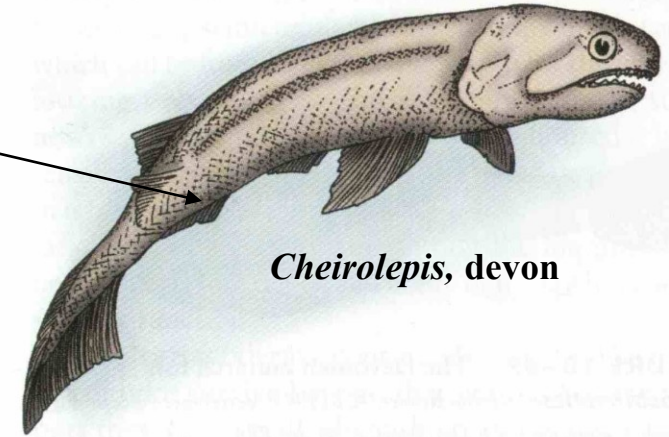
(a)
Agnatha

Kostnaté ryby (Osteichthyes)

- během devonu především ve sladkých vodách
- rozrůznění do tří skupin

Actinopterygii – především Chondrostei

bony fishes during the Mesozoic and Cenozoic. The second category of bony fishes, the Sarcopterygii, is characterized by fishes with sturdy, fleshy lobe-fins and a pair of openings in the roof of the mouth that led to clearly visible external nostrils.



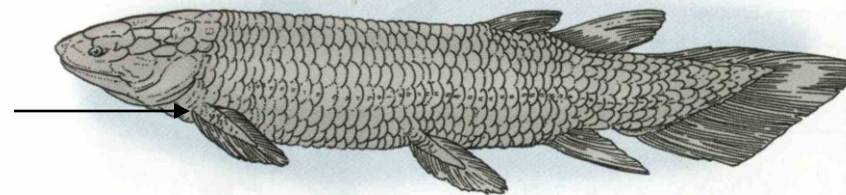
Cheirolepis, devon

Crossopterygii-lalokoploutví



Eusthenopteron

Dipnoi – dvojdyšní – viz bahníci



Dipterus, devon

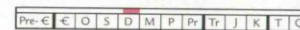
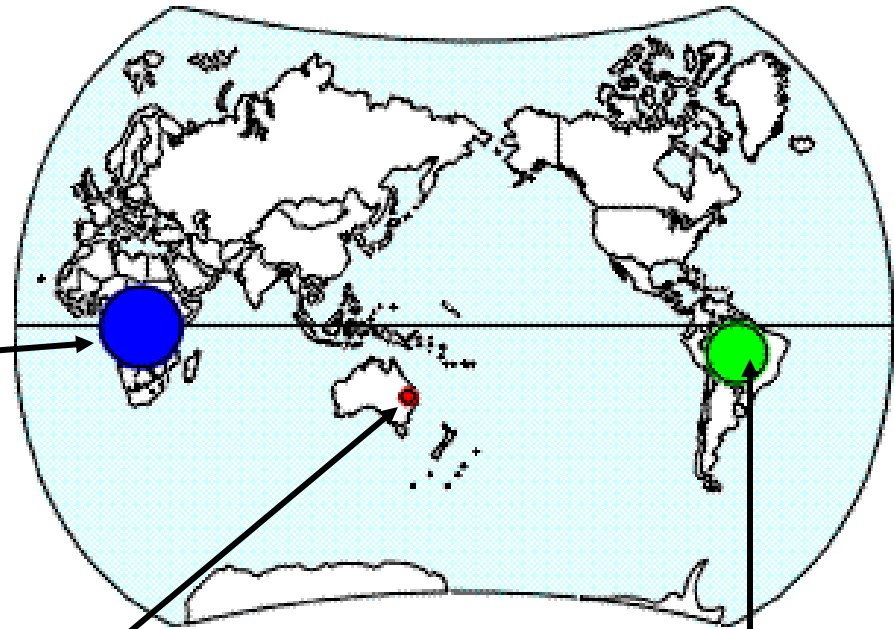


FIGURE 10-72 *Dipterus*, a Devonian lungfish.



Protopterus sp.



Rozšíření dnešních dvojdyšných bahníků dokládá původní souvislost Gondwany a pohyb litosférických desek



Neoceratodus forsteri



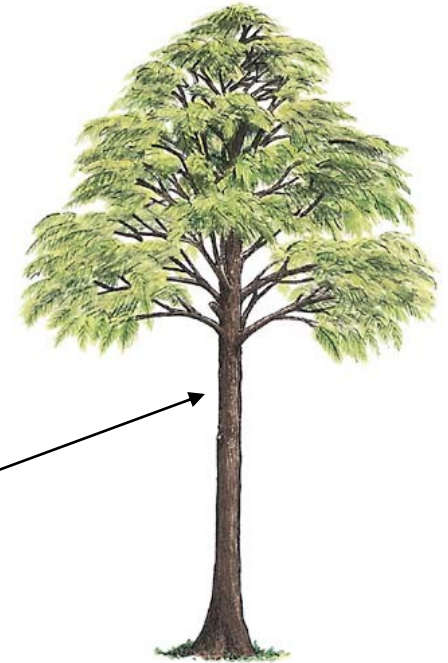
Lepidosiren paradoxa

Kolonizace souše rostlinami:

- z ruduch → houby žijící saprofyticky (ne fotosyntéza) na organické hmotě pobřeží
- houby = rozklad org. hmoty, živiny pro kořeny, snížení vysušování (pomoc při osidlování)
=> potrava pro mikrobiotu + vývoj půd,
- osvobodování rostlin od vodního prostředí, zefektivnění fotosyntézy (složitější morfologie těla) vedle vodivých systémů sekundární xylém – pevnost těla, kořenové systémy – kotvení + živiny, rozvoj cévnatých rostlin (podzemní kořeny, kmen, listy, vodivá pletiva, podpůrná pletiva), nejprve Psilophyta
- ještě během devonu přesličky, plavuně, kapradiny



Archaeopteris, sv. devon,
~ 30 m



- nástup heterosporie (diferenciace spor na sporofytové generaci)
- samčí se časem podrží na sporofytu a oplodní přímo na něm samičími spory (vítr, hmyz) = nástup semen (předsemenné, Progymnospermophyta, měly druhotná pletiva, xylem i floem a stavbu již podobnou jehličnanům)
- ve vyšším devonu už souvislé porosty – lesy = zelená planeta,
- nejstarší doložená semena ve stř. devonu - *Archaeosperma* (viz výše)

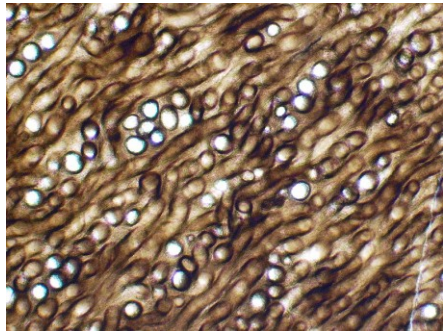


Archaeopteris – sv. devon Porýní

fosílie



Značná diverzita hub byla provázena i značnými rozměry některých skupin. Zástupci rodu *Prototaxites* dosahovaly až 6m výšky. Dříve byly řazeny k rostlinám. Teprve analýza izotopů C ukázala, že se jedná o houby (K. Boyce et al., *Geology* 2007). Výška pomáhala k rychlému šíření výtrusů.



Prototaxites sp.
(podle E. Soutworth 2007)



možná interpretace

mikrostruktura ve světelném mikroskopu

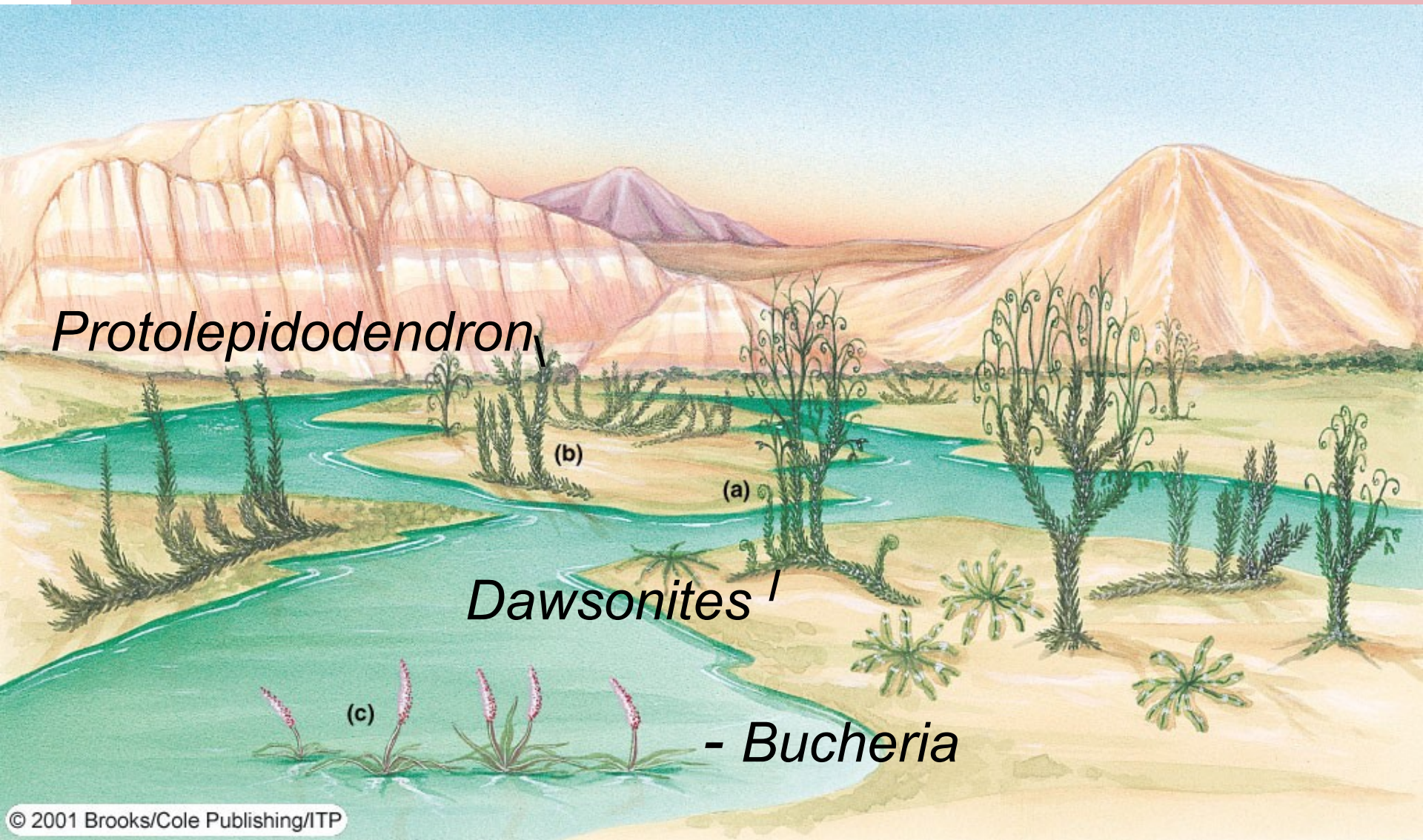
Lower Devonian landscape

PSILOPSIDA

- první suchozemské rostliny,
- nemají kořeny ani listy
- jednoduché dichotomní větvení
- fotosyntéza-stonky,
- apikální reprodukční systém, spory ve sporangiu
- *Rhynia*



- Rekonstrukce spodnodevonské souše



Protolepidodendron

(b)

(a)

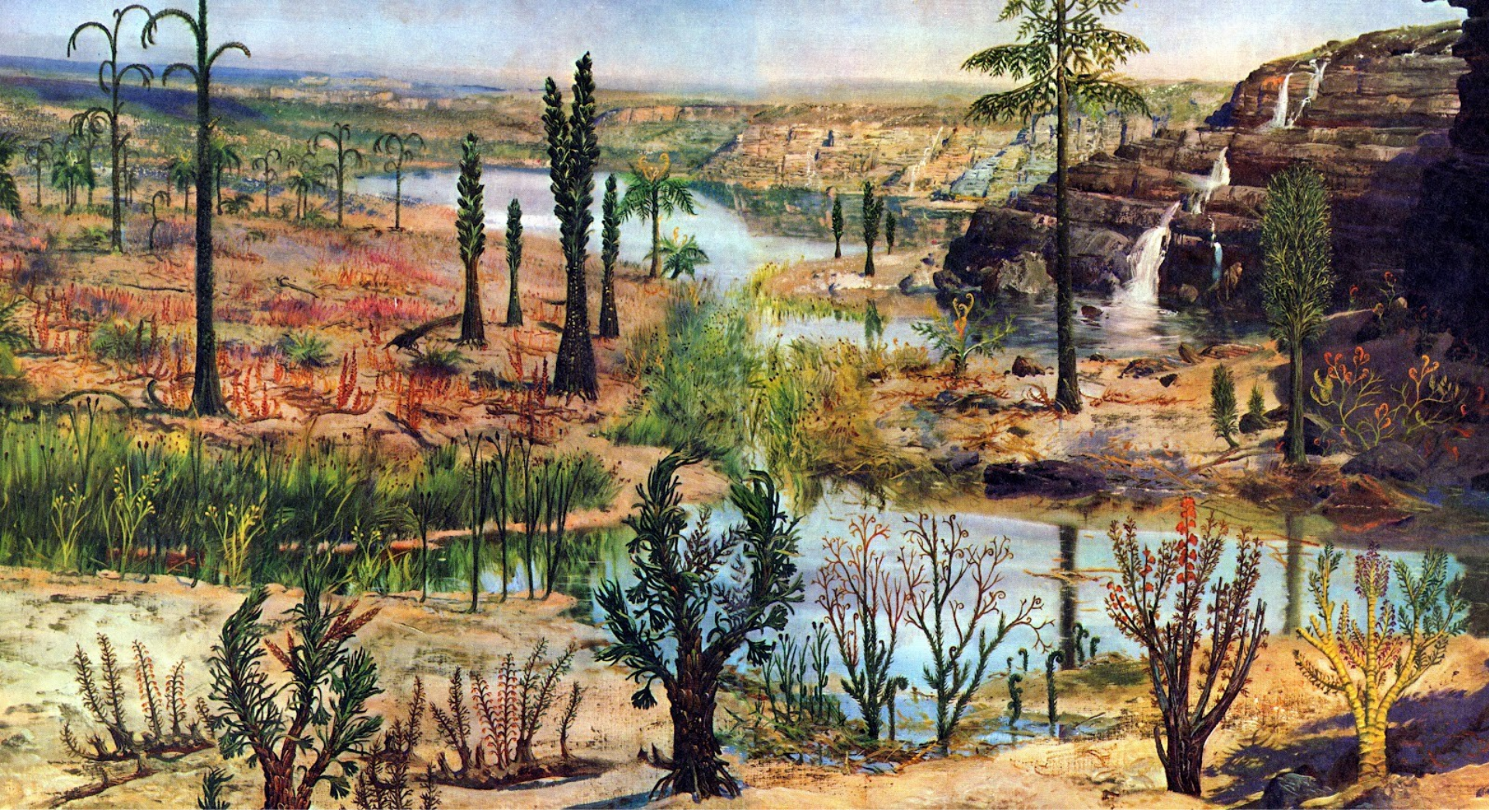
Dawsonites /

(c)

- *Bucheria*



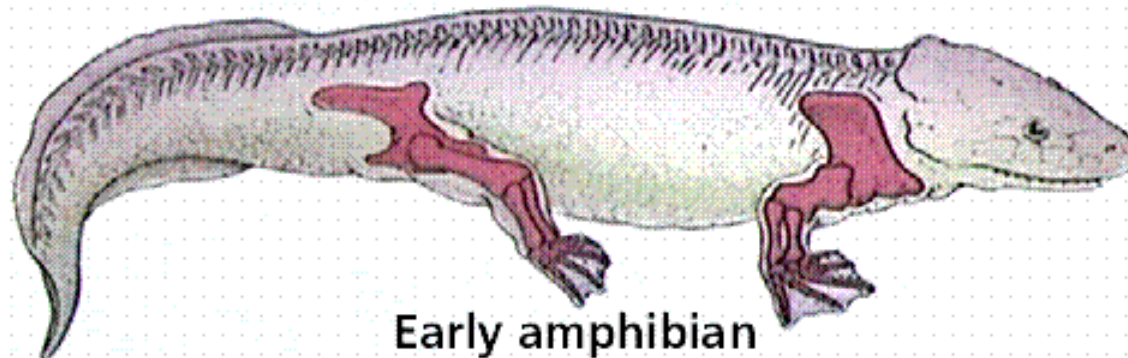
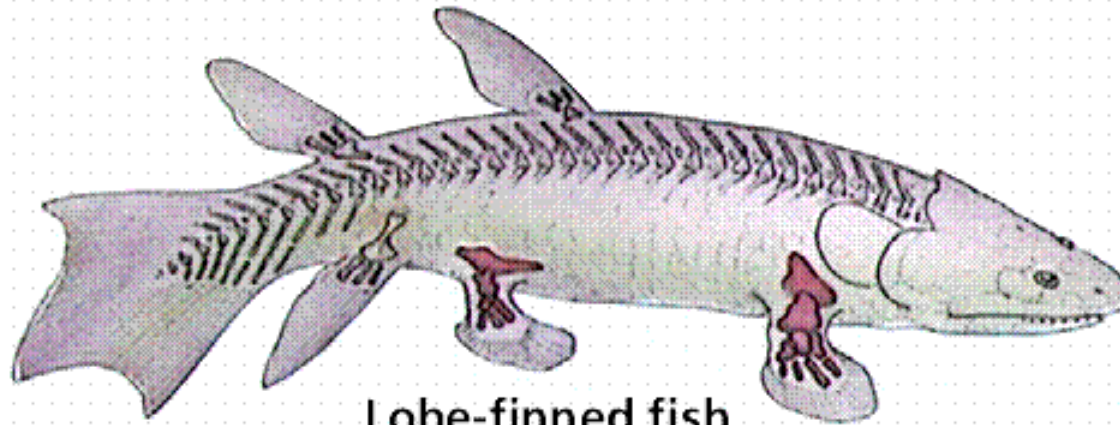
dtto



Střední devon (Augusta -Burian)

Spolu s předchozím procesem – diverzifikace bezobratlých na suché zemi (stonožky, mnohonožky, roztoči, štíři, pavouci, hmyz, plži etc.) => volné niky s bohatou potravou i pro výstup obratlovců

Vztah párových končetin lalokoploutvých a dvojdyšných ryb ke končetinám tetrapodů





dýchací
otvory

lebka
(Saleh, 2006)

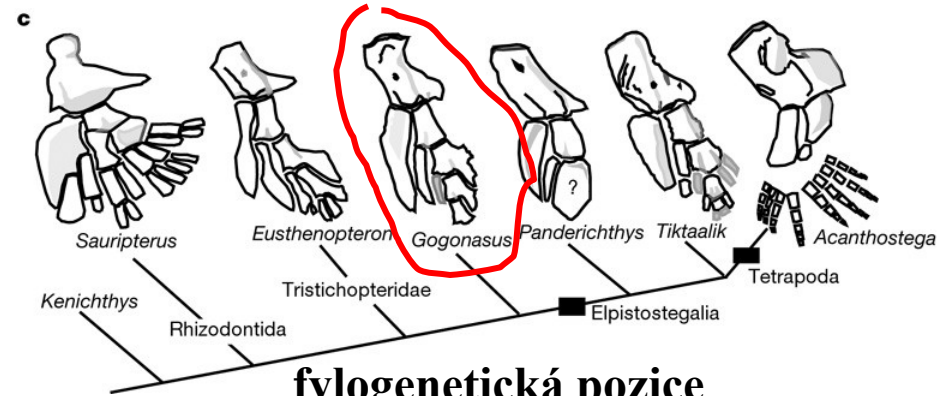
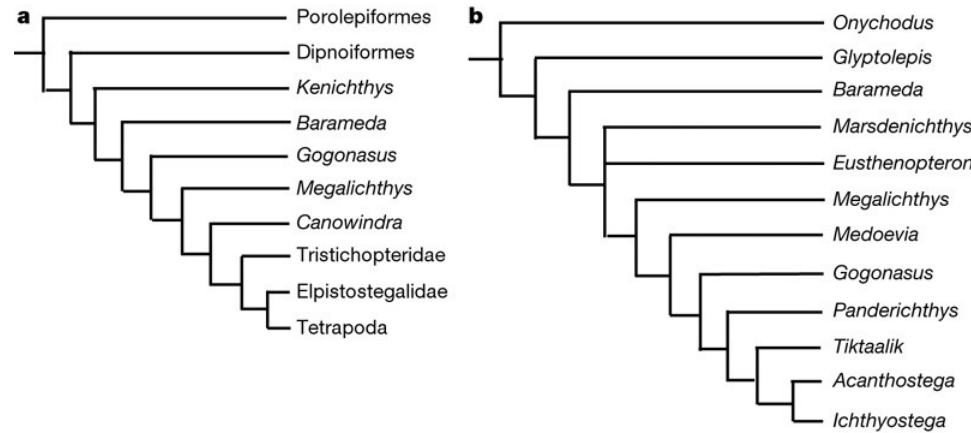
Gogonasmus andrewsae

- 380 Ma, Austrálie, 30 cm
- ryba s řadou znaků such. tetrapodů:
 - dýchání,
 - ploutve se svaly a ramenní a loketní kostí
 - ušní oblast blízka ichthyostegáliím

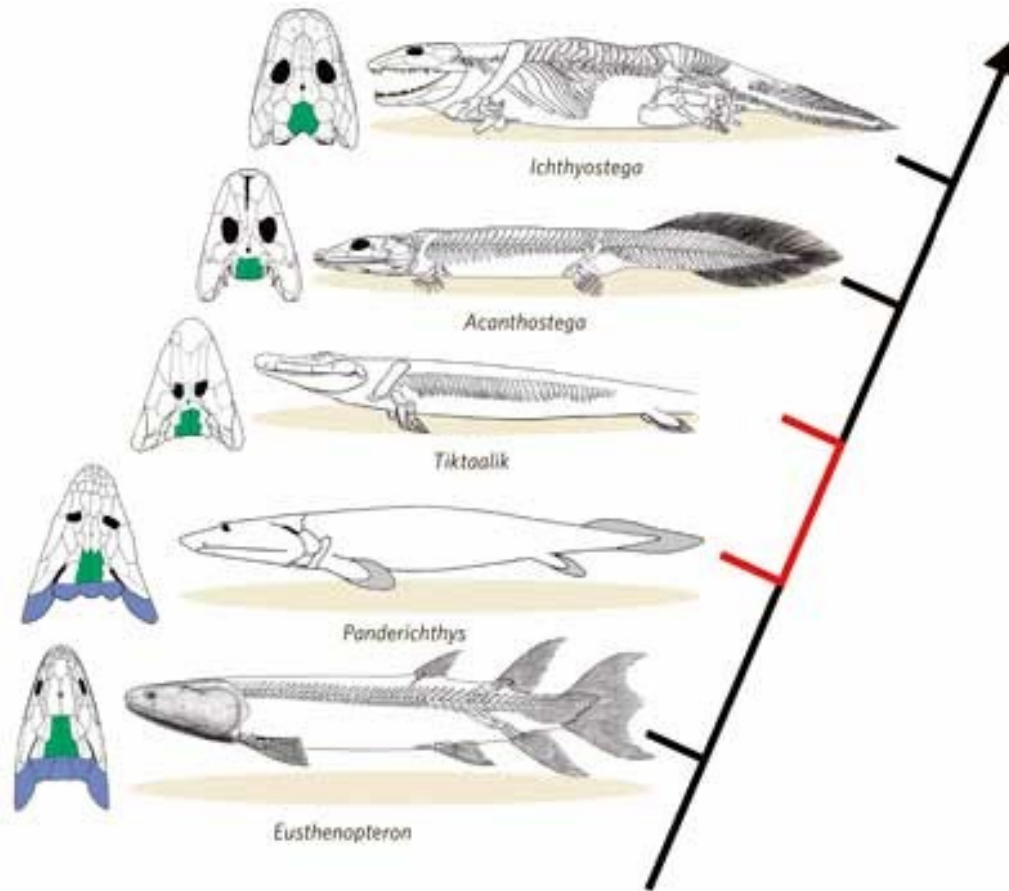


© Brian Choo 2004

rekonstrukce



fylogenetická pozice
(Long et al. 2006)



Vývojová sukcese od ripidistií k ichtyostegaliím

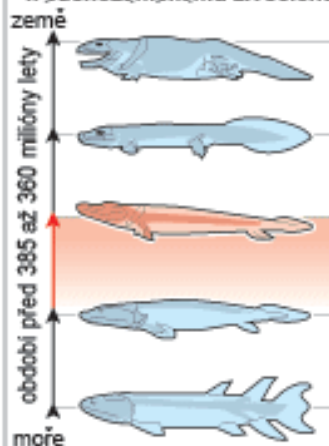
Objev Tiktaalik roseae

Fosílie starou 375 miliónů let našli vědci na ostrově Ellesmere poblíž Severního pólu. Jde o živočicha, který má být „evoluční spojnici“ mezi vodními a suchozemskými tvory.



*vzdálený 980 kilometrů od pólu

Vývoj od vodního k suchozemskému živočichu



Hlava s očima podle časopisu Nature připomíná krokodýla

Zdroj: Reuters, Nature

Pozůstatky zvířete byly nalezeny zmražené v ledu

Fosílie Tiktaalik roseae



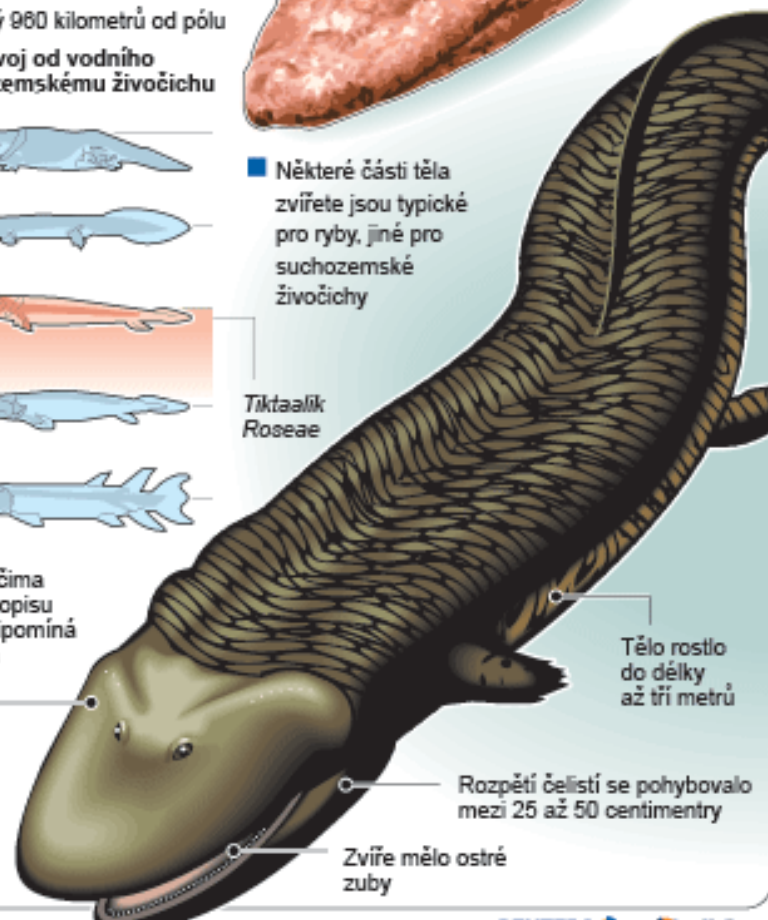
Některé části těla zvířete jsou typické pro ryby, jiné pro suchozemské živočichy

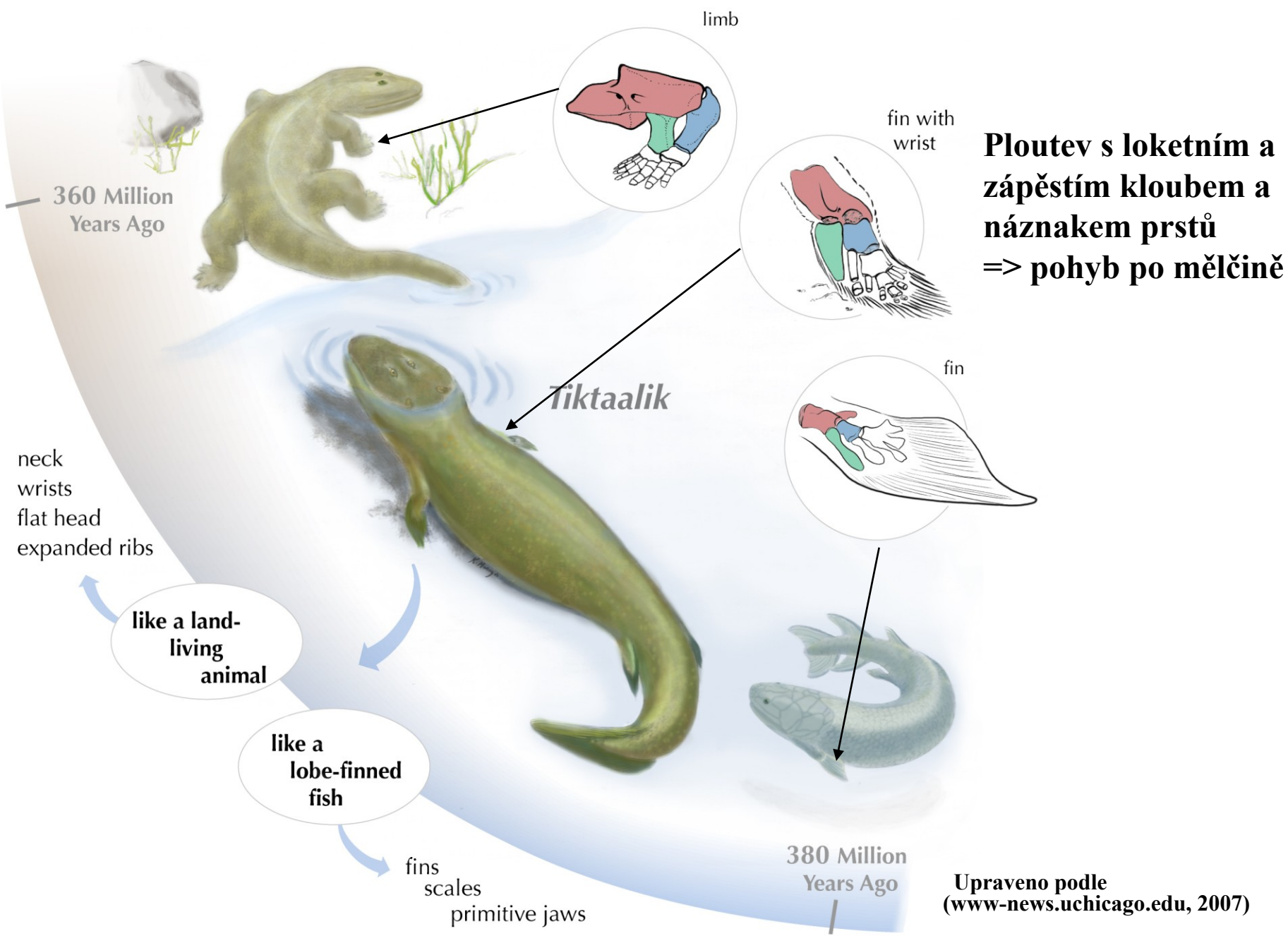
Tiktaalik Roseae

Tělo rostlo do délky až tří metrů

Rozpětí čelistí se pohybovalo mezi 25 až 50 centimetry

Zvíře mělo ostré zuby





limb

fin with wrist

Ploutev s loketním a zápěstím kloubem a náznakem prstů => pohyb po mělčině

360 Million Years Ago

Tiktaalik

fin

neck
wrists
flat head
expanded ribs

like a land-living animal

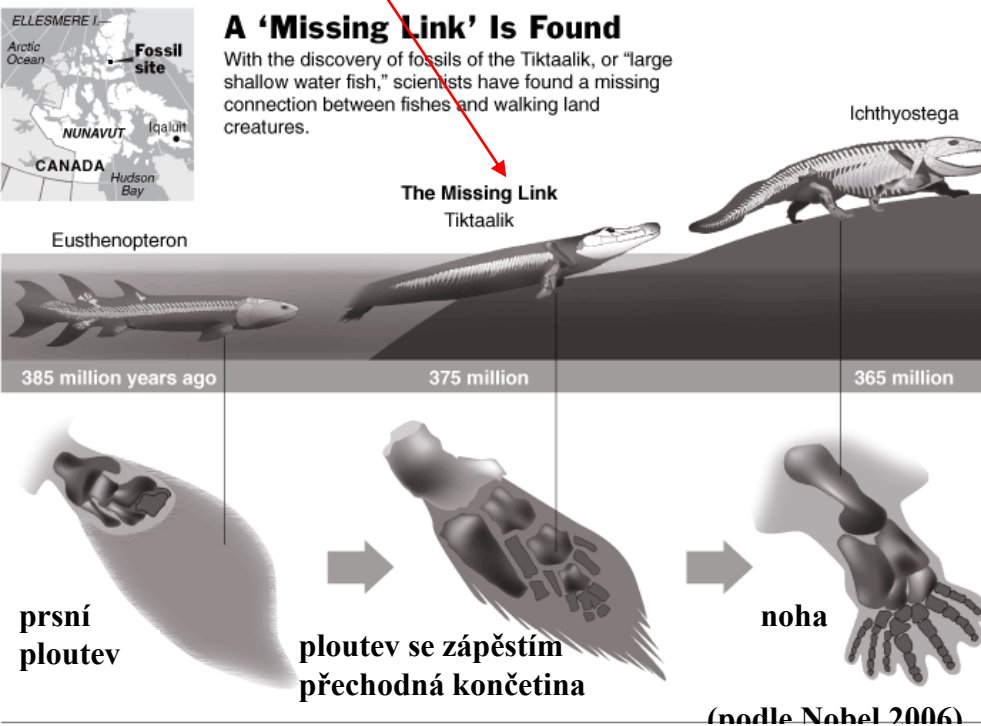
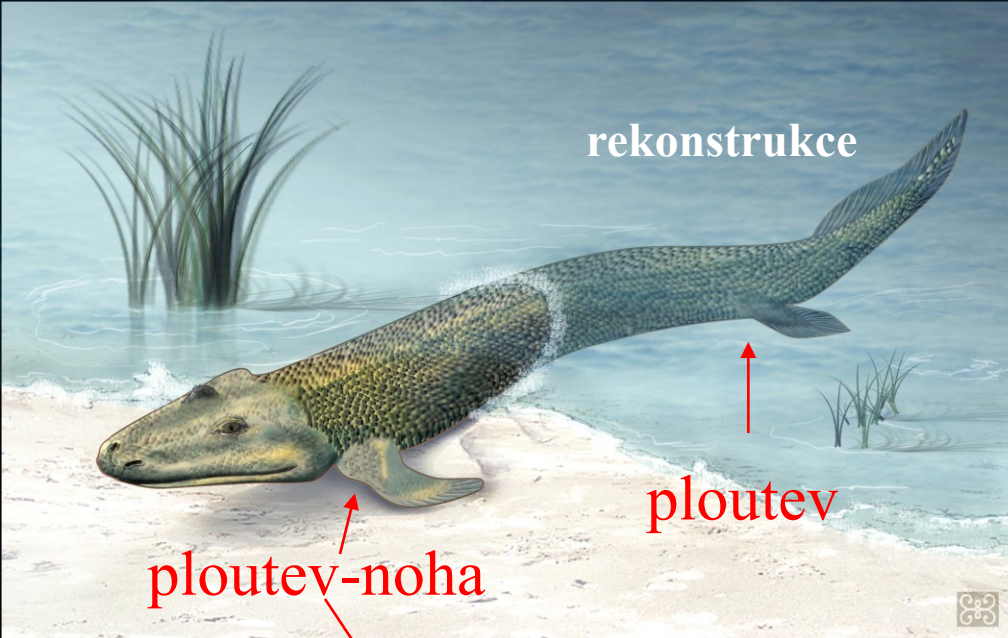
like a lobe-finned fish

fins
scales
primitive jaws

380 Million Years Ago

Upraveno podle (www-news.uchicago.edu, 2007)

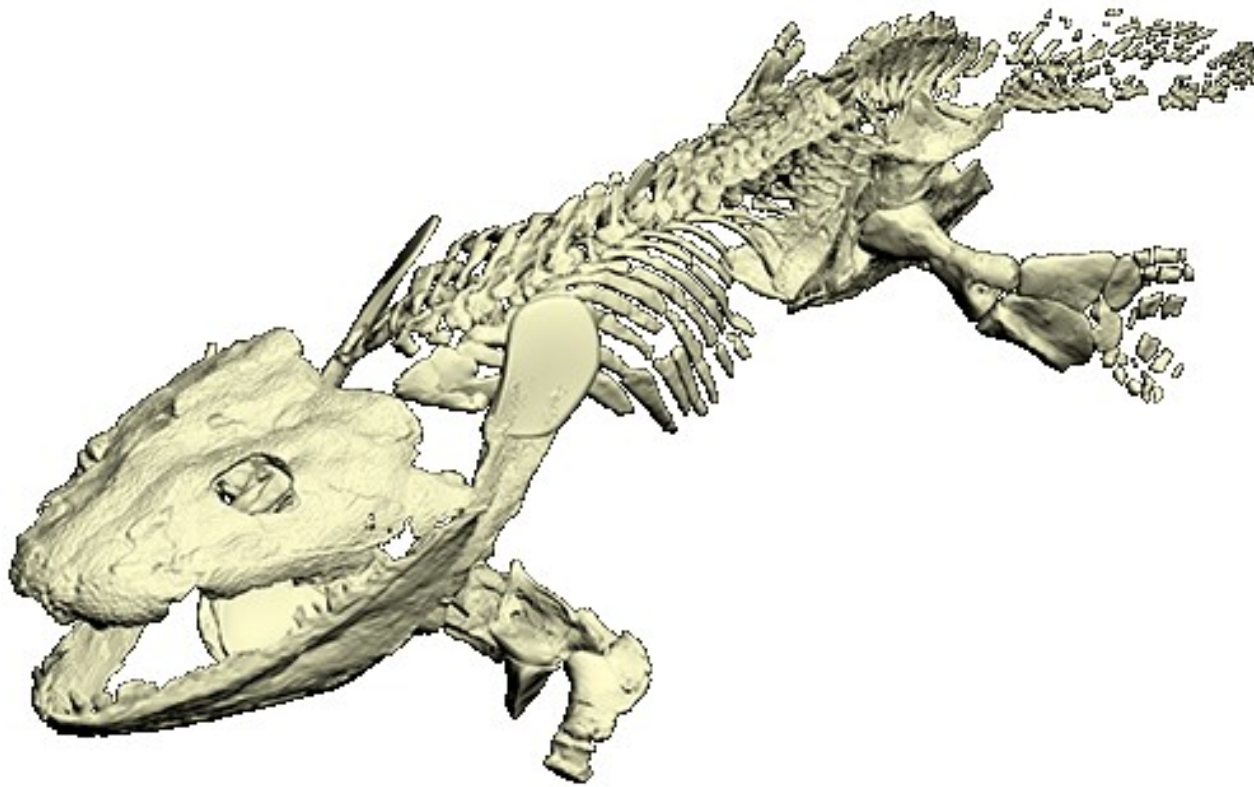
Výstup obratlovců na suchou zemi (výběr dnešních dokladů)



Tiktaalik roseae

Elesmere Island (Arkt. Kanada),
375 Ma, sv.devon,
ostré zuby, přední – „noha“,
zadní – ploutev, ~ 3m (?)

Pozn.: Zachelmie (Polsko, Svkrž. Hory, stř.devon, 390 Ma) stopy čtyřnožců (?)

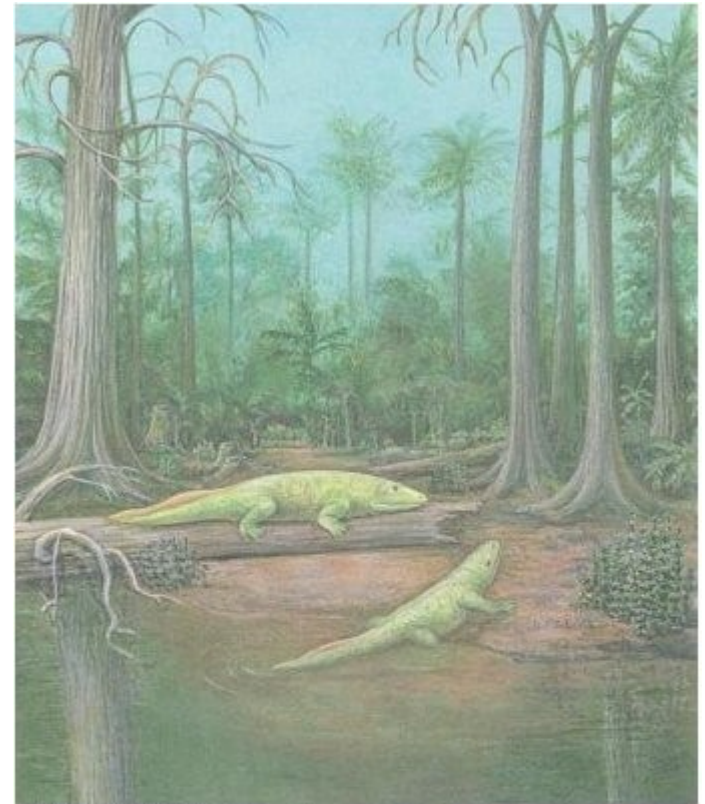


Ichthyostegalia – kostra, rekonstrukce Stepanie Pierce (2012)

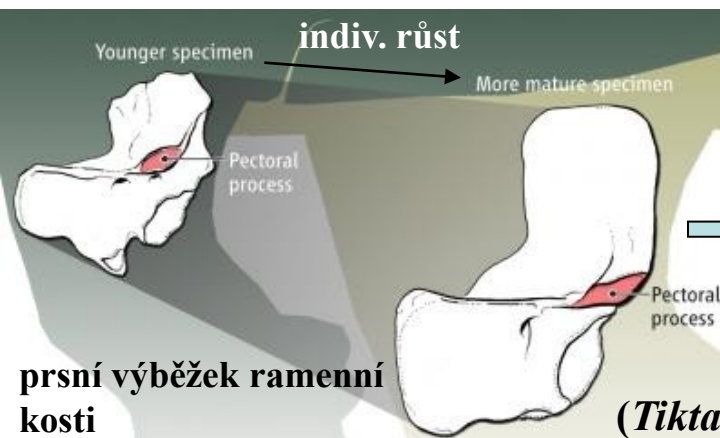
Ichthyostega, svrchní devon



zadní končetina



Two Versions of the Ichthyostega

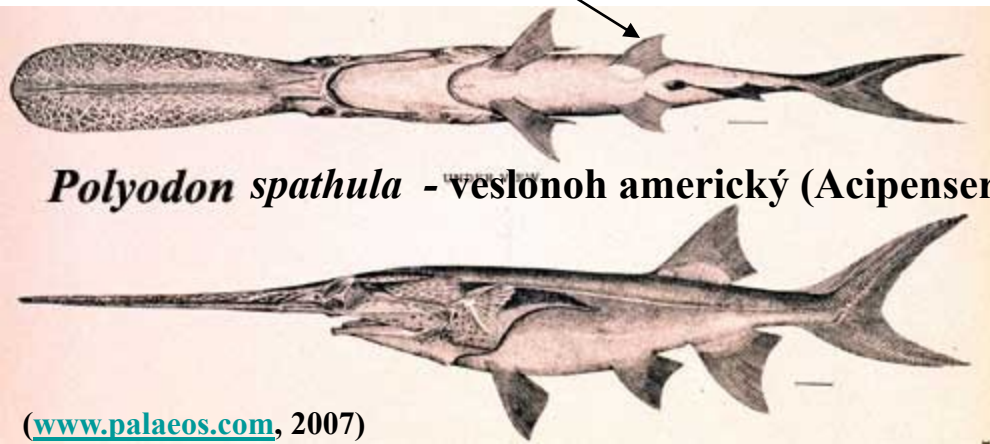


„dobrý“ pohyb
na souši

(*Tiktaalik* ho má menší než mladá *Ichthyostega*)



zadní párové ploutve



Polyodon spathula - veslonoh americký (Acipenseriformes)

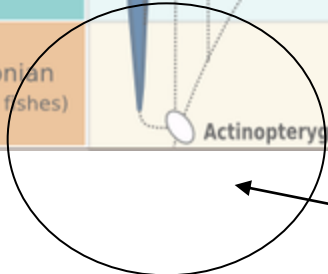
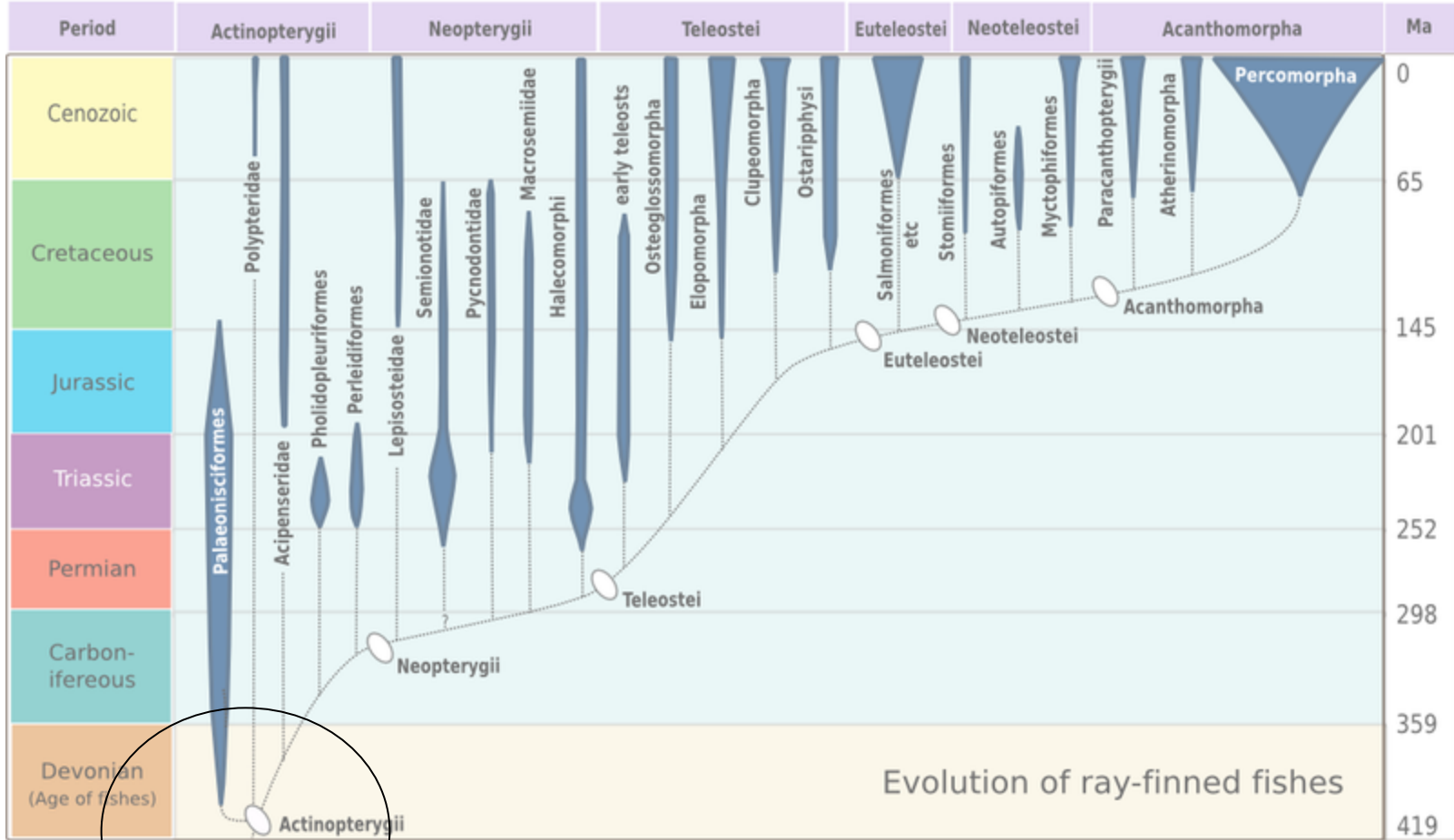
(www.palaeos.com, 2007)

Co přináší genetika ?

Hox geny u veslonoha amerického (příbuzný jeseterů, „živoucí fosílie“) řídí vývoj párových ploutví ve dvou etapách. Stejná skupina genů řídí stejným způsobem i tvorbu končetin suchozemských tetrapodů.

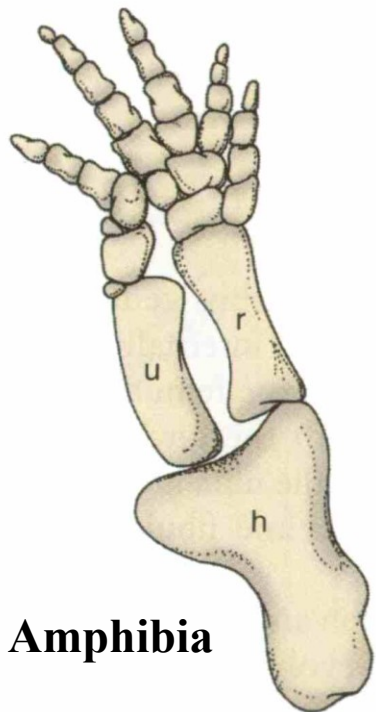


Některé skupiny ryb měly apriori nástroj („preadaptace“) pro využití párových ploutví k dalšímu vývoji – tento nástroj byl využit a modifikován při přechodu na souši.

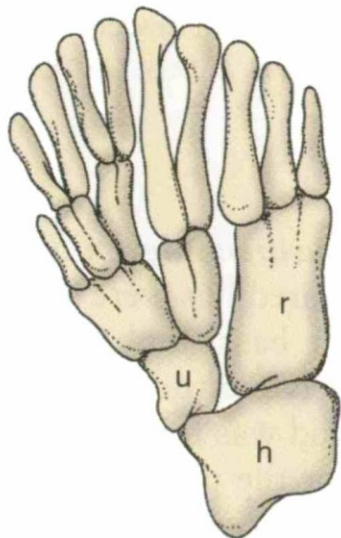


Kadlub paprskoploutvých ryb v devonu

párová končetina



Amphibia



Crossopterygia

u časných svrchnodevonských obojživelníků (Ichthyostegalia) kolísá velmi počet prstů:

Hynnerpeton - 5

Tulerpeton - 6

Ichthyostega - 7

Acanthostega - 8

FIGURE 10-73 Comparison of the limb bones of a crossopterygian fish (upper right) and an early amphibian.

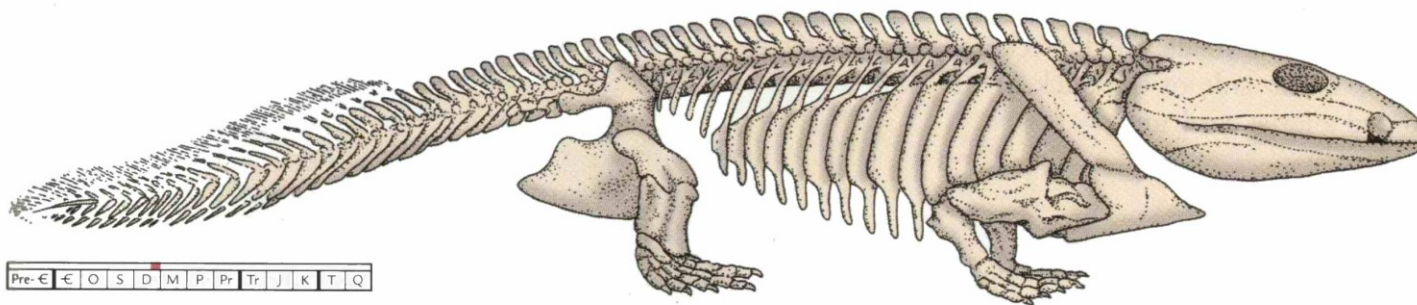
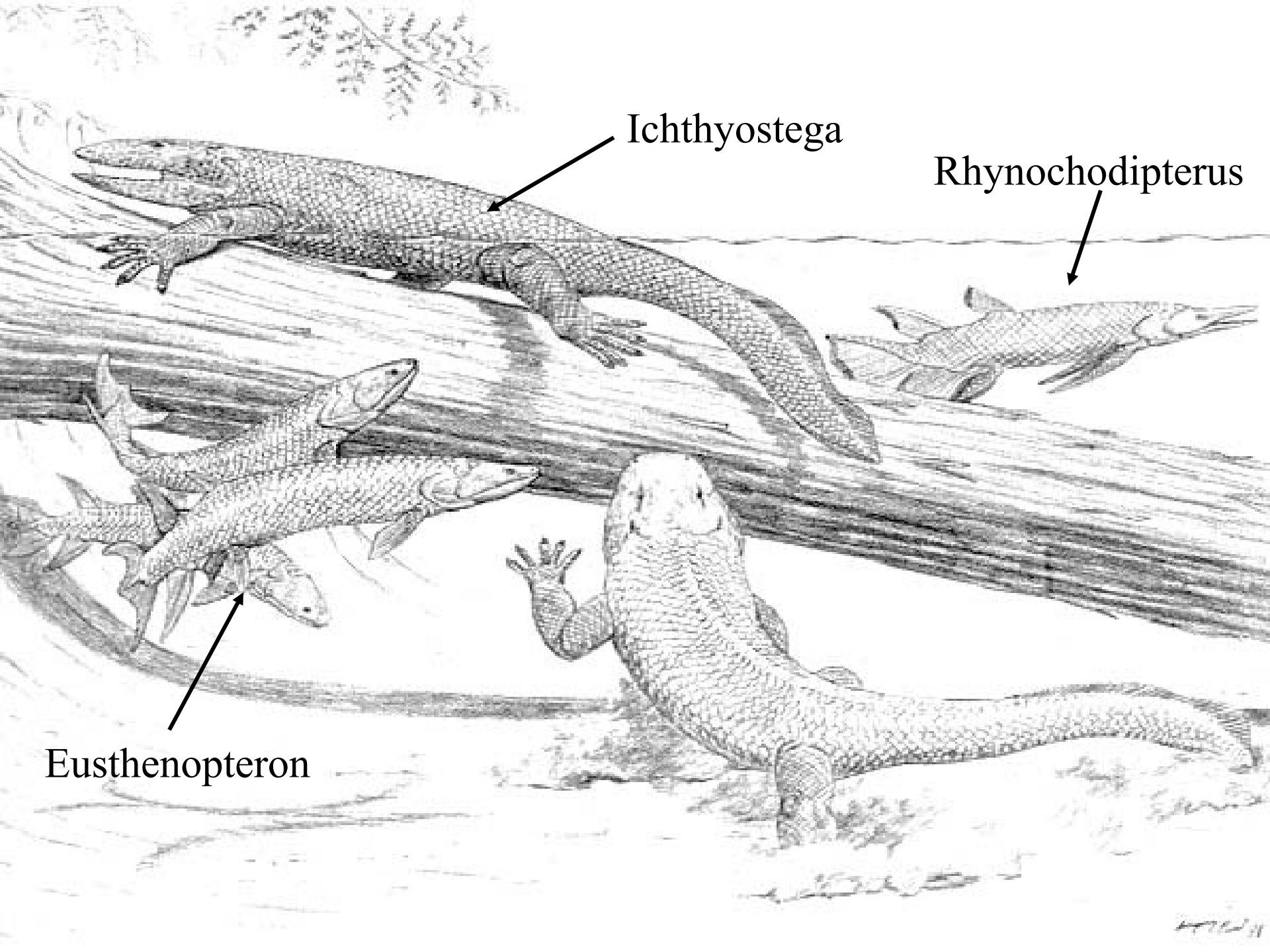


FIGURE 10-79 The skeleton of *Ichthyostega* still retains the fishlike form of its crossopterygian ancestors. (From Levin, H. L. 1975. Life Through Time. Dubuque, IA: William C. Brown Co.)

Ichthyostega, svrchní devon



Ichthyostega

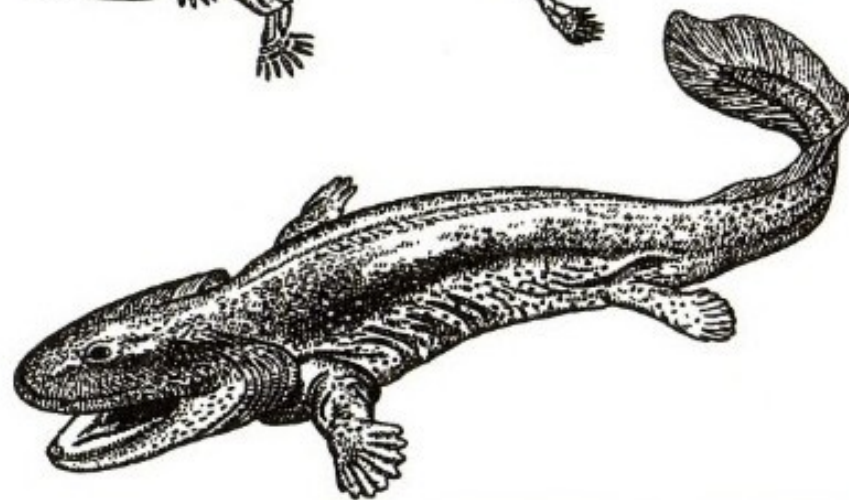
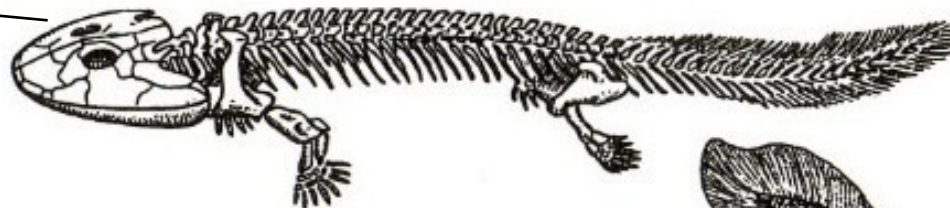
Rhynchochodipterus

Eusthenopteron

477211



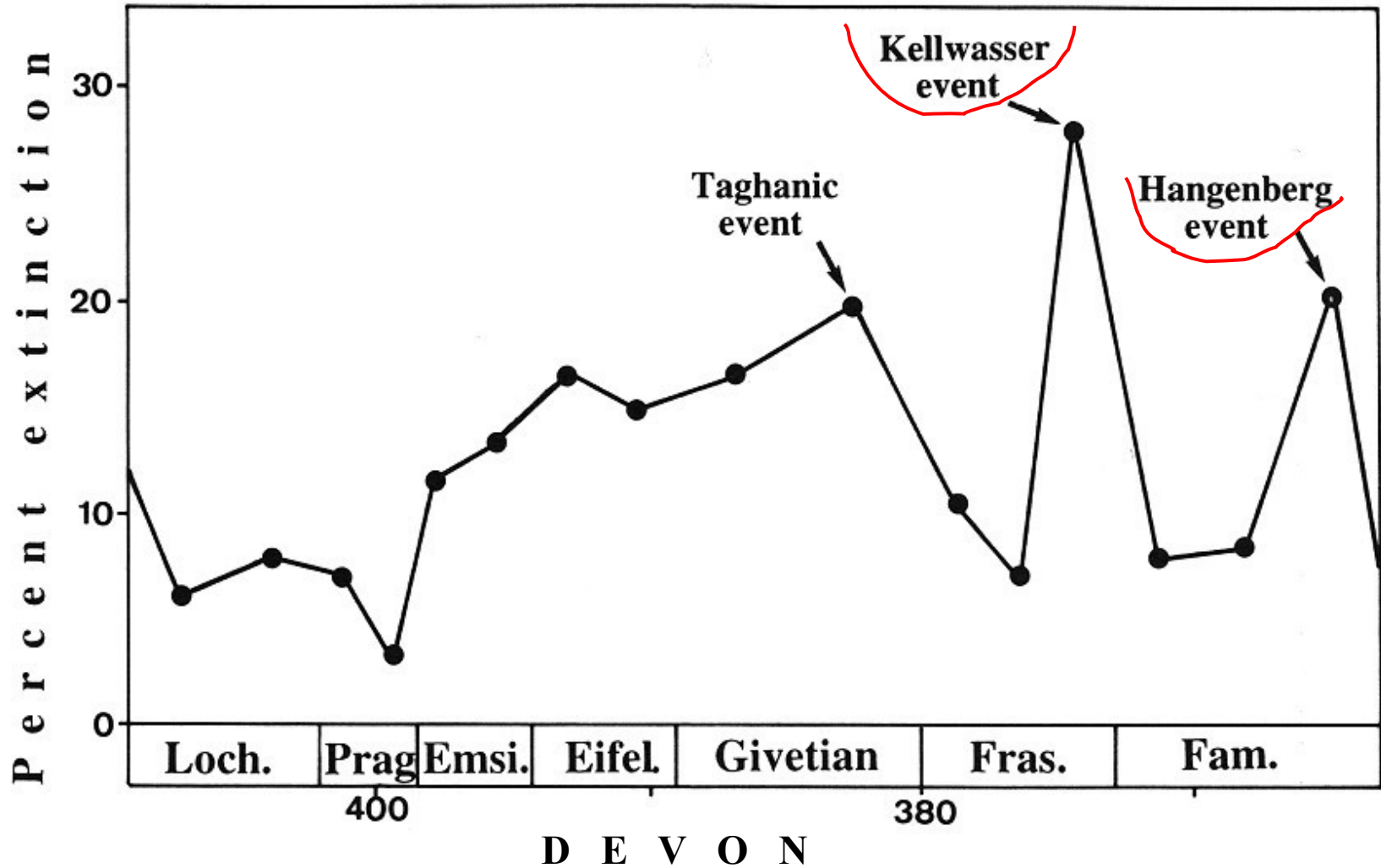
lebka



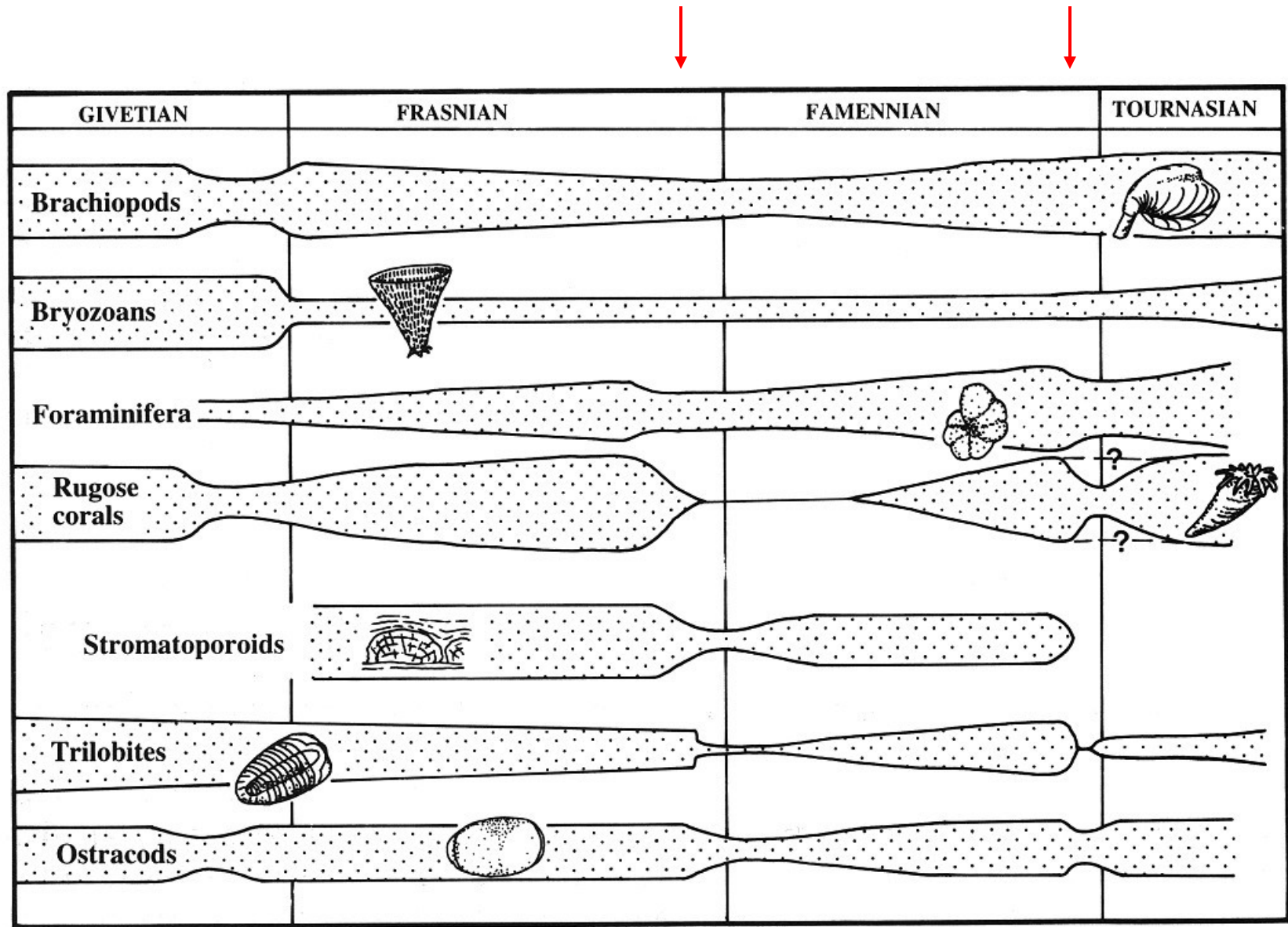
rekonstrukce

Acanthostega, sv. devon,
Grónsko

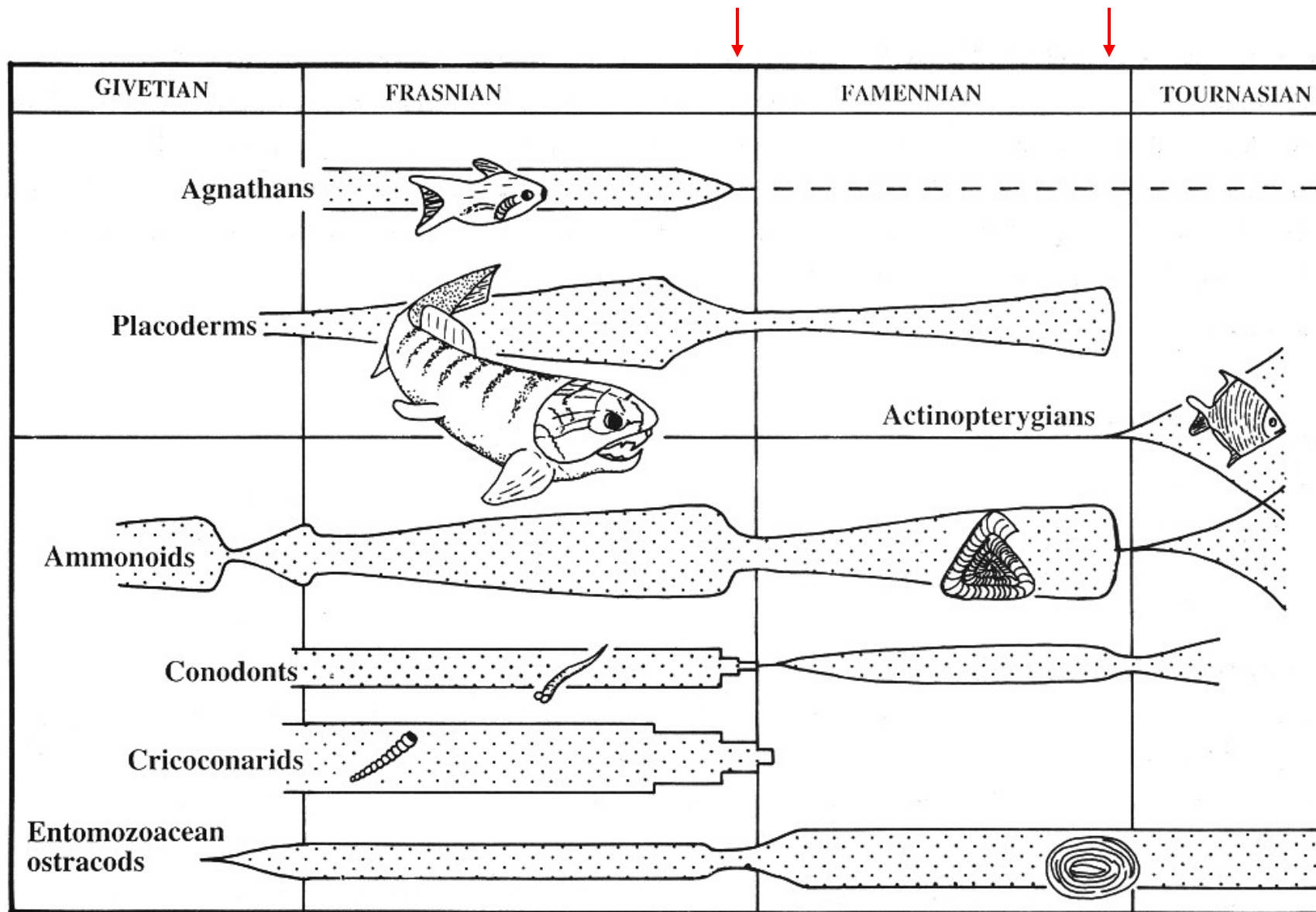
Vymírání mořských rodů (v %) během jednotlivých stupňů devonu – 2 výrazné piky ve svrchní devonu

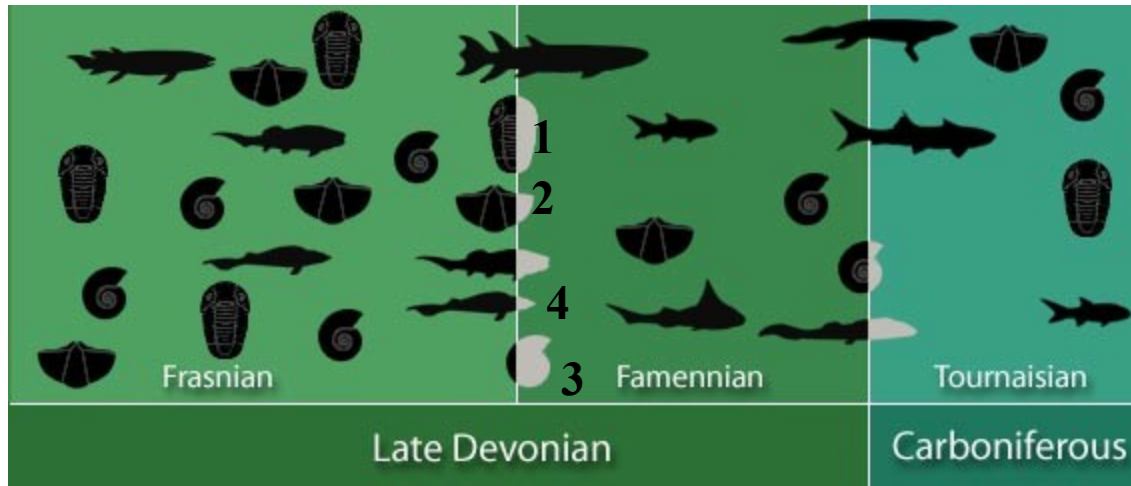


Souhrnný diagram pro změny diverzity bentických skupin ve svrchní devonu

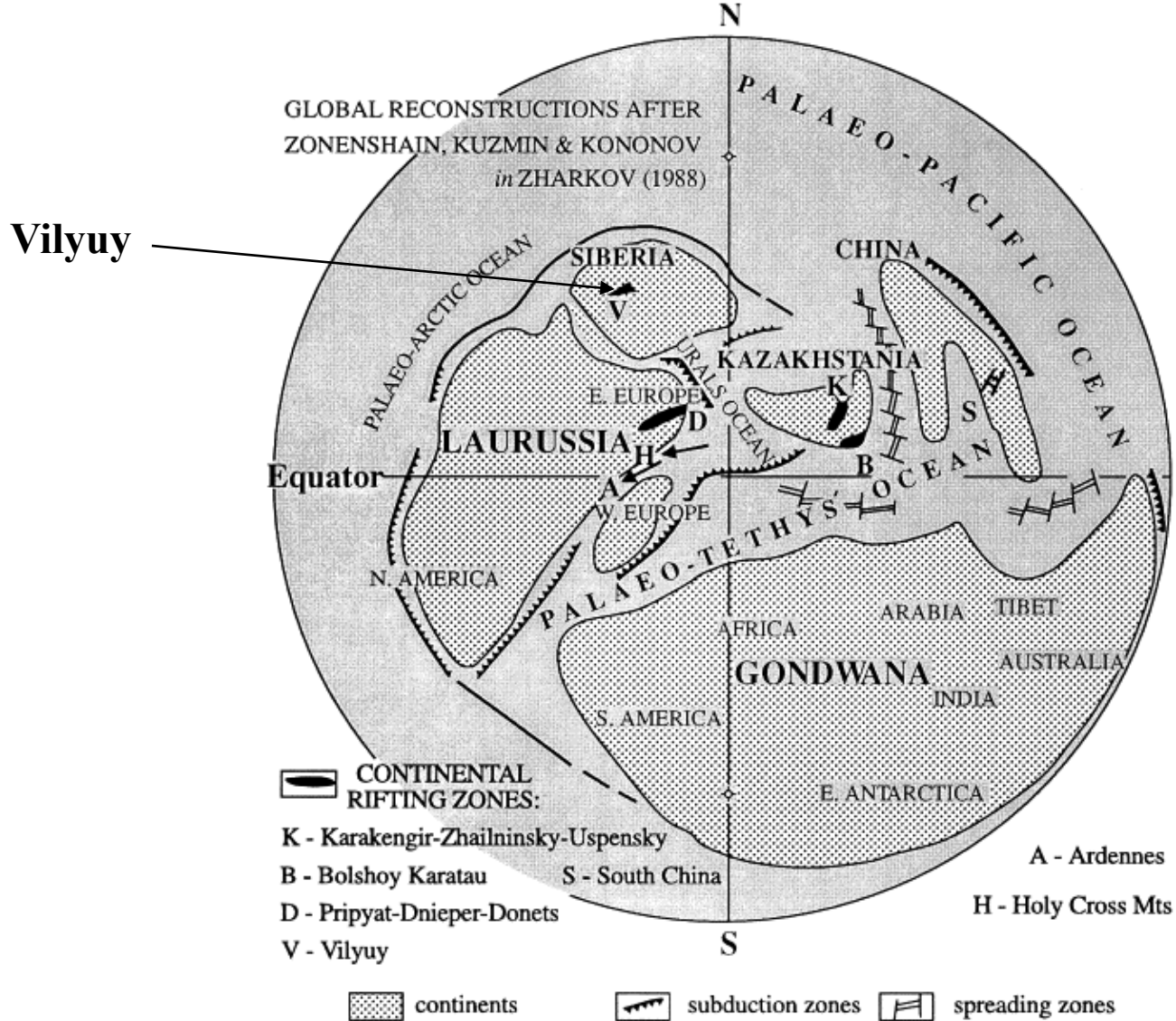


Souhrnný diagram změn diverzity pelagických skupin ve svrchním devonu



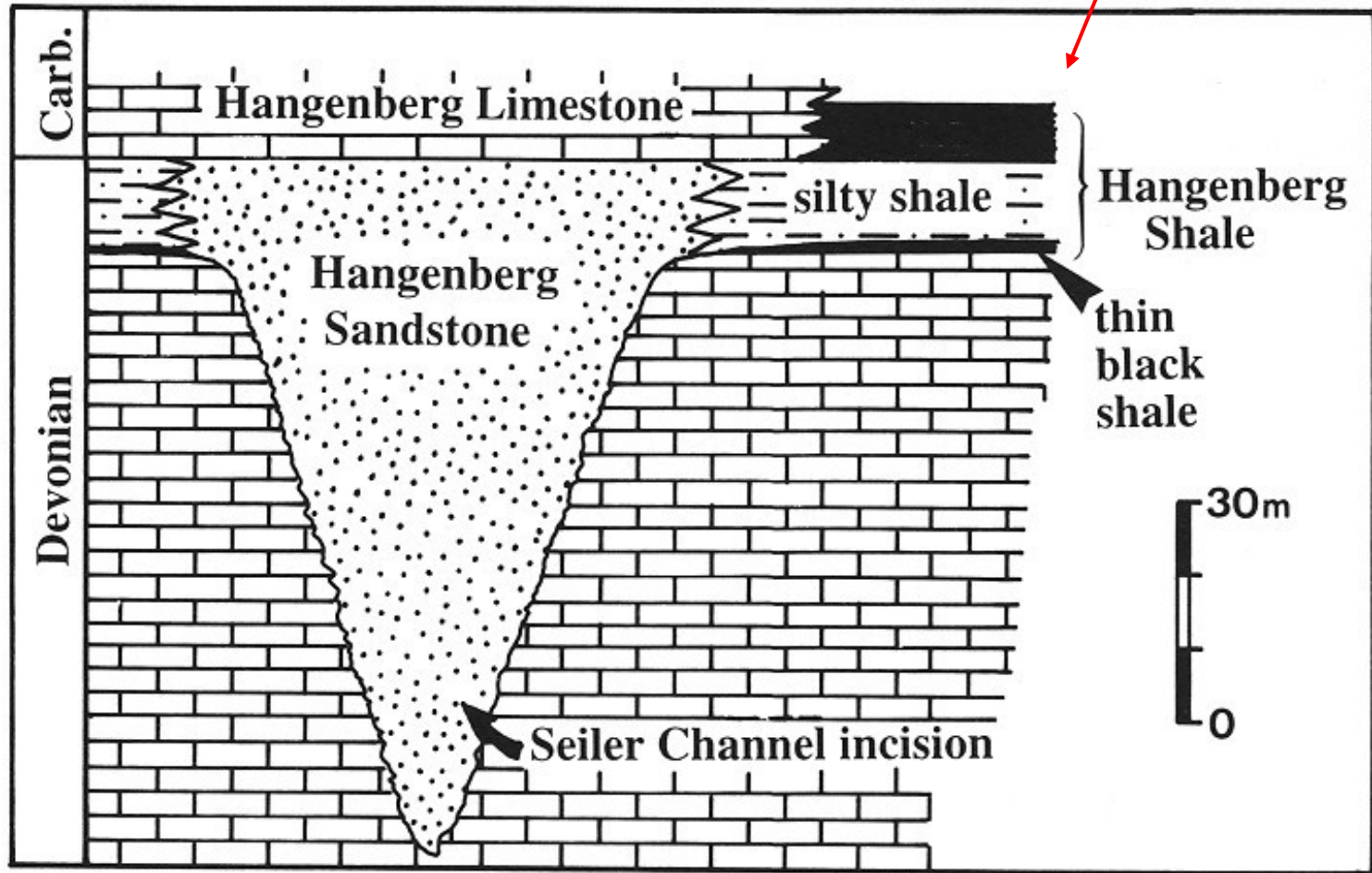


Redukce některých skupin fauny na hranici frasn/famen (trilobiti -1, Brachiopodi - 2, amoniti - 3, plakodermi - 4) a famen/tournai (amoniti, plakodermi) (Thomas, 2013)



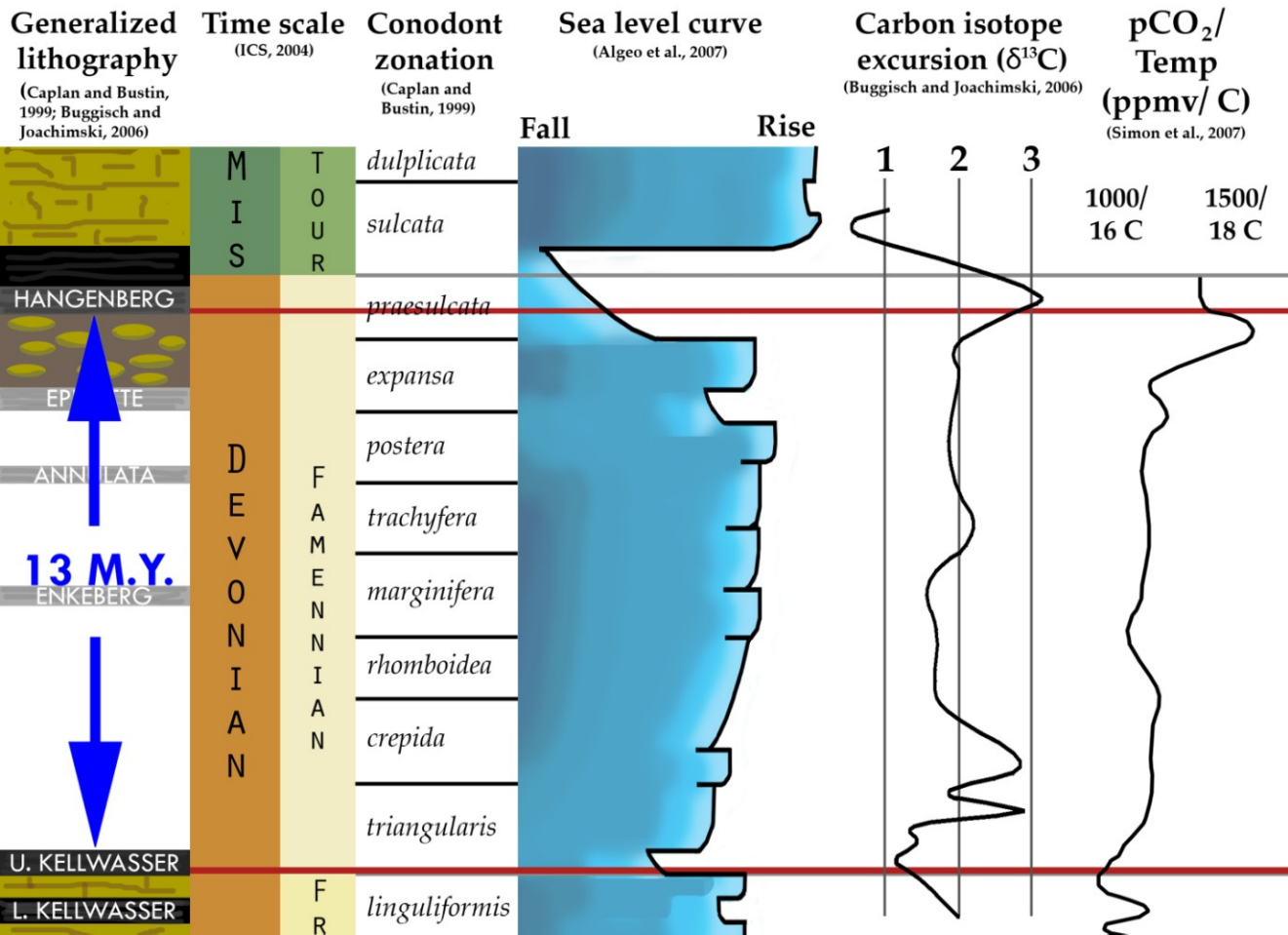
**Interpretace globální situace ve svrchním devonu
 (Zonenshein et al. (1988))**

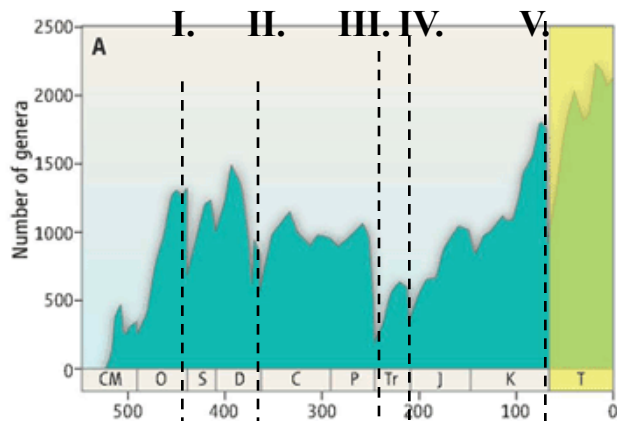
**Černé hangenbergské břidlice (anoxie), v nejvyšším devonu a na bázi karbonu
Rýnského břidličného pohoří (Německo)**



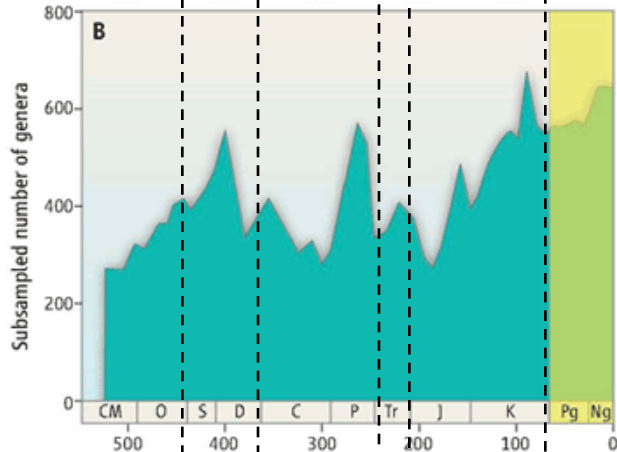
		Reported Ir anomalies	Possible impact craters	Other impact evidence	
karbon	TOURN.	<i>duplicata</i>		microspherules (China)	
		<i>sulcata</i>			
devon	FAMENNIAN	<i>praesulcata</i>	China	microspherules (China)	
				
		<i>crepida</i>	Australia, China	* Taihu Lake (China)	microspherules (China)
		<i>triangularis</i>	Belgium China?	* Siljan Ring (Sweden)	microspherules? (Belgium)
		<i>linguiformis</i>			
FRASNIAN		<i>gigas</i>			
		<i>asymmetricus</i>			
		<i>punctata</i>	USA		shocked quartz and Alamo breccia (USA)

Stratigrafická pozice různých dokladů bolidů (impakty) okolo hranice devon/karbon (Hallam et Wignall, 1997)

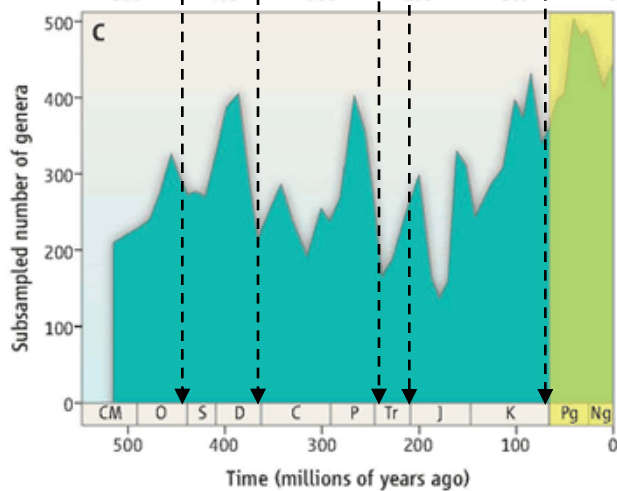




Diversita podle Sepkoskiho (1997)



Současná křivka diverzity podle Paleobiology Database



Nejnovější křivka diverzity podle PBDB (2012) s použitím nové metody pro korekci nerovnoměrného vzorkování – pro kenozoikum (žlutá barva) je shodná s ad A)

Vymírání koncem devonu:

Datace: ~360 Ma (ve stupních frasn a famen),

Ráz: dlouhotrvající krize, řada postupných redukcí diverzity četných skupin během cca 13 milionů let. Profily kolem hranice frasn/famen jsou velmi dobře známé a stratifikované (konodontová fauna). Závěr krize ~ 300.000 let.

Třetí nejsilnější event (za P/T a sv. Or):- mizí 86 % amonitů, brachiopodů, trilobitů
- zastavil se růst útesů

- Doklady:**
- na hranici Fr/Fa exkurze křivky delta C13, pokles prudký vzrůst delta S34,
 - ukládání černých břidlic => anoxie na dně moří + nízký obsah O₂ v prostředí, anoxie je vázána na eustaticky nízkou hladinu oceánu,
 - k hranici Fr/Fa se vztahují i dva krátery (Švédsko, Quebec) = impakty, pro které svědčí i mikrotektity v Belgii, v Číně a Austrálii + iridiové anomálie
 - Viljujské efuse

Toto vymírání – v podmínkách vysoké teploty s prudkým ochlazením v H a K (viz vysoká úroveň delta O18) – „green-house“

Závěr: Postupné vymírání vlivem stavu planety

(přehřátí + anoxie),

terestrické příčiny doplněné impaktem 1 – 2 bolidů,

silný vliv především na mořské bezobratlé

(zvláště útesotvorné)



Použité prameny:

- Benton, M.J., 1997: Vertebrate Palaeontology. – Chapman & Hall, pp.452. London.
- Courtillot, V. , 1999: Evolutionary Catastrophes, The Science of Mass Extinction. – Cambridge University Presss, pp.173, Cambridge (UK).
- Gould J.S. (ed.), 1998: Dějiny planety Země. – Knižní klub, Columbus, pp. 256, Praha.
- Hallam, A., Wignall, P.B., 1997: Mass Exctinctions and their Aftermath. – Oxford Univ. Press, pp. 320. Oxford.
- Kalvoda, J., Bábek, O., Brzobohatý, R., 1998: Historická geologie. – UP Olomouc, pp. 199. Olomouc.
- Lovelock, J., 1994: Gaia, živoucí planeta. – MF, MŽP ČR, Kolumbus 129, pp. 221. Praha.
- Margulisová, L., 2004: Symbiotická planeta, nový pohled na evoluci. – Academia, pp. 150. Praha.
- Paturi, F. X., 1995: Kronika Země. - Fortuna Print, pp. 576. Praha.
- Pálfy, J., 2005: Katastrophen der Erdgeschichte – globales Aussterben ? – Schweizerbart. Ver. (Nägele u. Obermiller), pp. 245, Stuttgart.
- Pokorný, V. a kol., 1992: Všeobecná paleontologie. – UK Praha, pp. 296. Praha.
- Raup, D.M., 1995: O zániku druhů. – Nakl. LN, pp.187. Praha.

Internet – různé databáze (především obrazová dokumentace)