

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

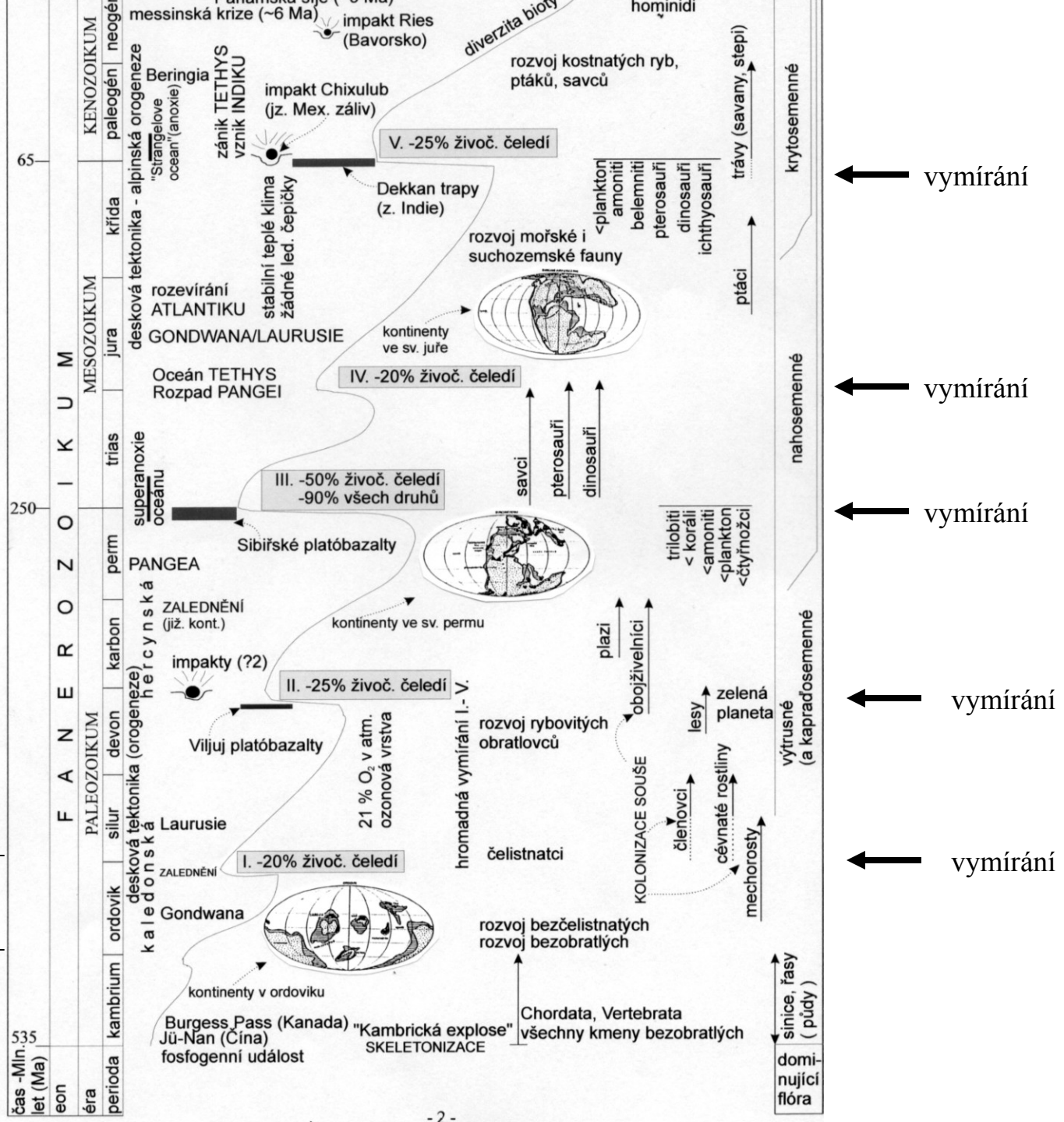
Ordovik

Rostislav Brzobohatý

Hen-výběrovka 09

Fanerozoikum

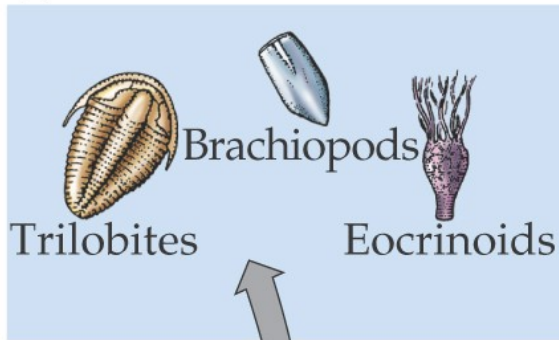
Ordovik



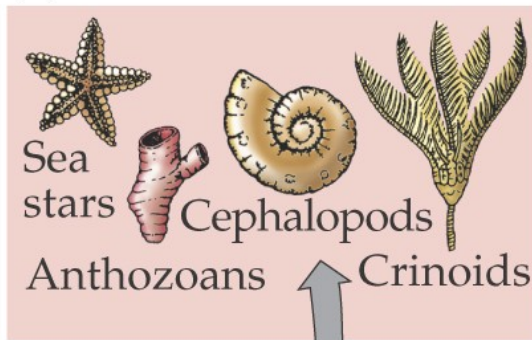
3 faunistické skupiny ve fanerozoiku podle Sepkoskiho a jejich vrcholy:

1. - kambrická (modrá), 2. - paleozoická (červená) a 3. - moderní (zelená)

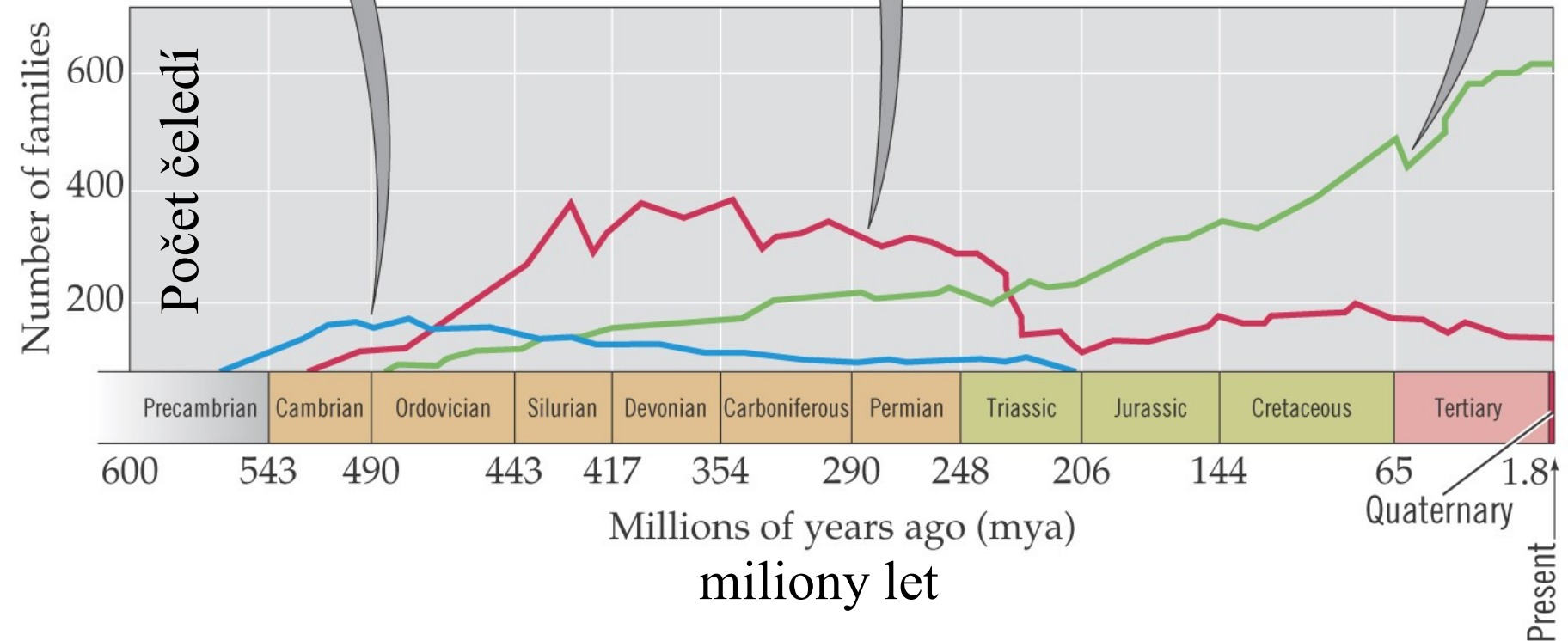
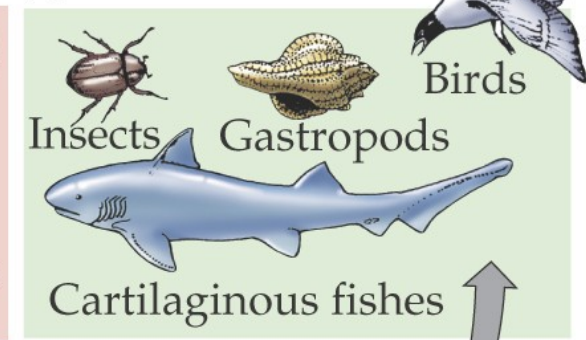
(a) Cambrian fauna



(b) Paleozoic fauna



(c) Modern fauna



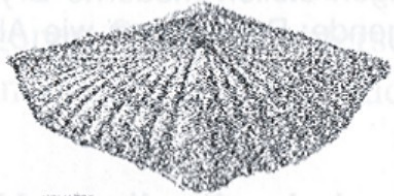
graptoliti



hvězdice



ramenonožci



amoniti



lilijice



mlži



mechovky



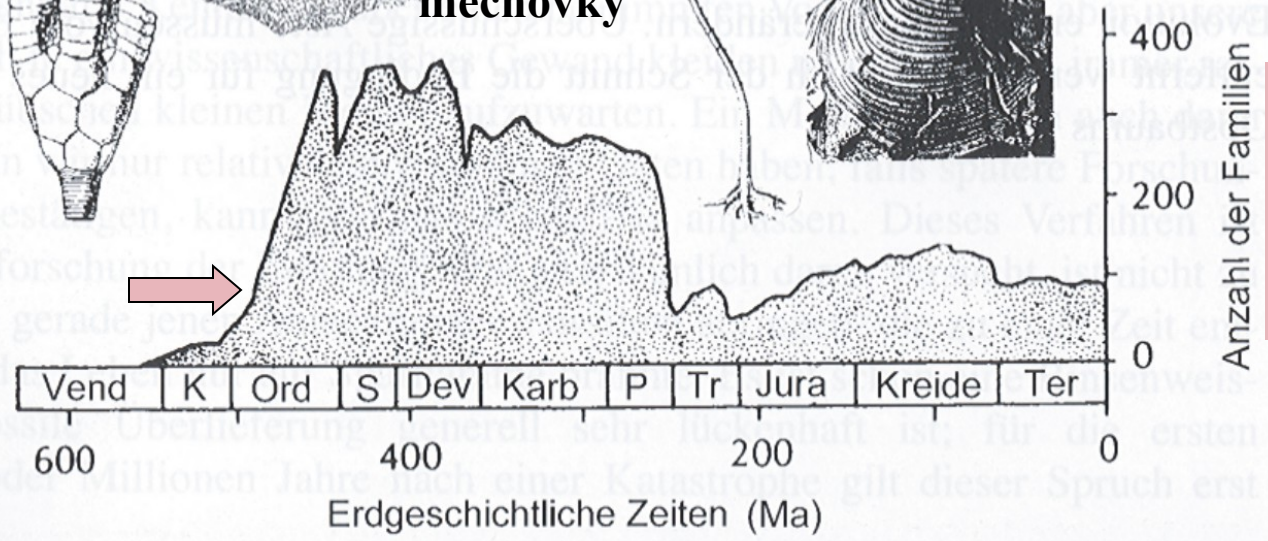
rugosa



korálnatci



tabulata



Anzahl der Familien

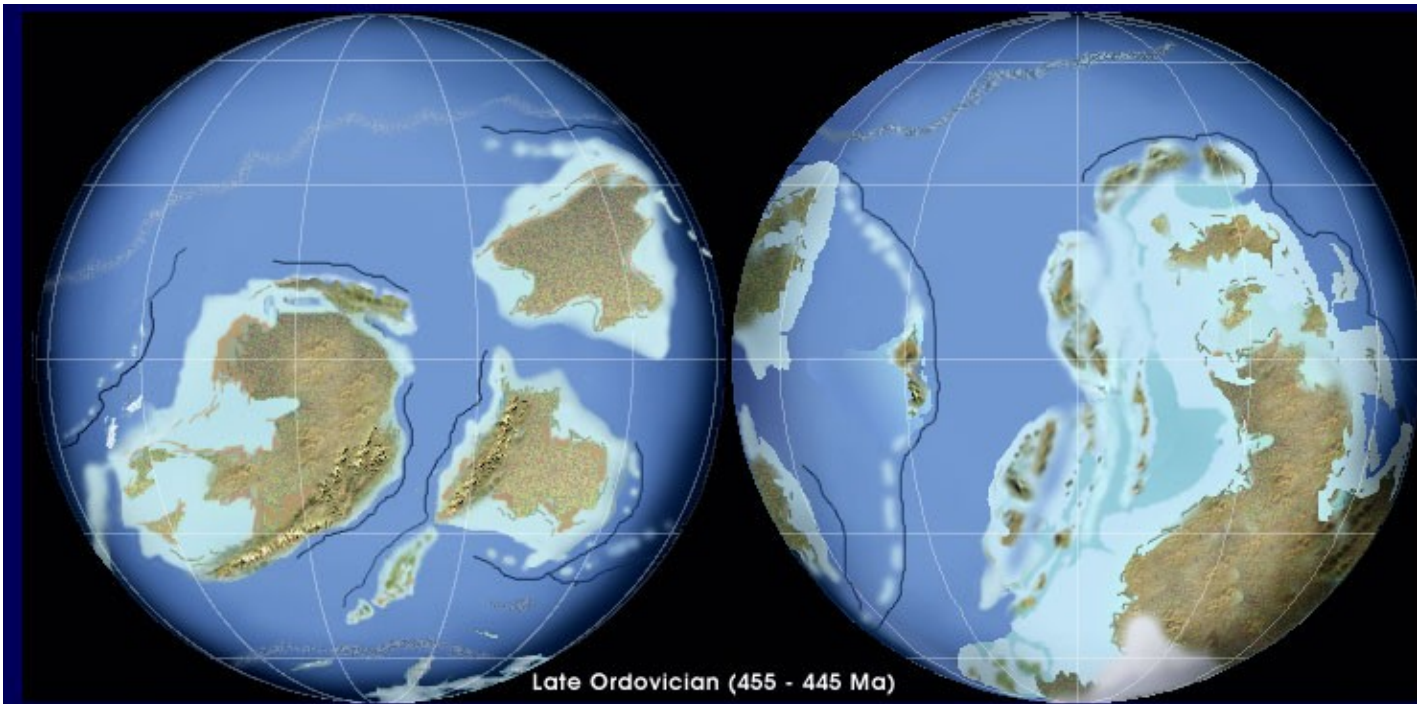
počet čeledí

2. (paleozoická) mořská fauna a její diverzita

ORDOVIK
(488 - 444 Ma)

ORDOVIK- paleogeografie

- S. Amerika na rovníku
- Gondwana okolo J. pólu (zalednění, vazba vody)
- Baltika-Sibiř odděleny
- sbližování kontinentů (zánik oceánu Japetus), počátek vzniku Laurentie
- kaledonská orogeneze = Takonské p. + Skandinávie
- výraznější klimatická zonálnost



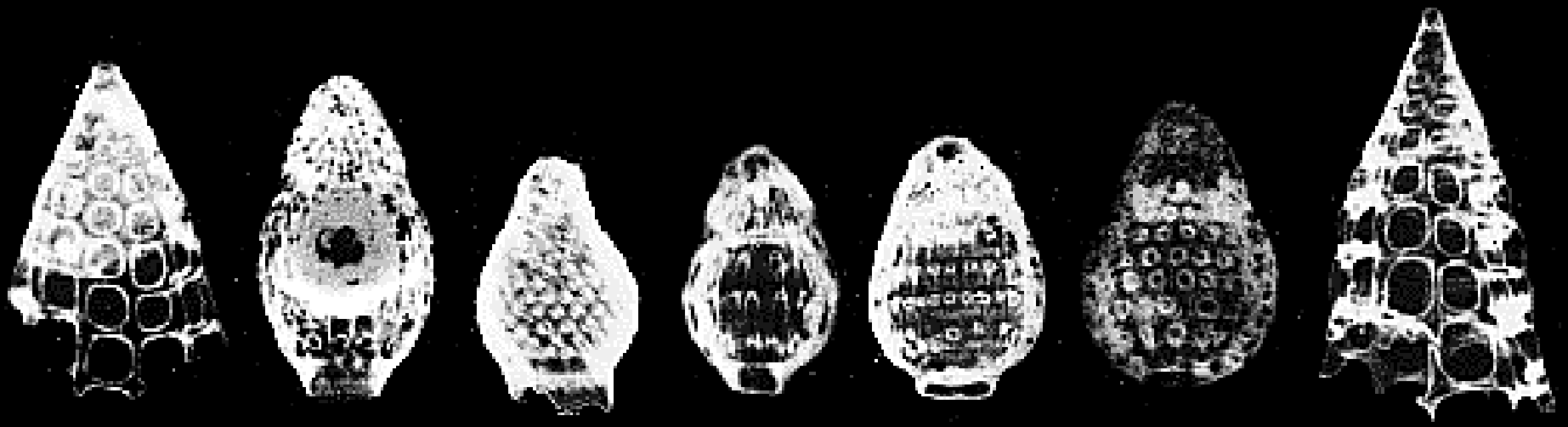
Late Ordovician 450 Ma

Časný ordovik – revitalizace některých postižených kambrických skupin (trilobiti, loděnkovití) a adaptivní radiace skupin 2. fauny.

Diverzita čeledí vzrostla ze 150 na ~ 400. Život stále jen v mořích, nové typy útesů (mechovky, korálnatci)

Rozvíjejí se především:

- **Porifera – živočišné houby**
- **Cnidaria – Koráli (Rugosa a Tabulata)**
- **Bryozoa – Mechovky**
- **Brachiopoda – ramenonožci (Articulata i Inarticulata)**
- **Arthropoda – Trilobita, Crustacea**
- **Mollusca – Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda**
- **Echinodermata – Crinoidea a Blastoidea**
- **Hemichordata – Graptolithina**
- **z chordat Agnatha - především Conodonta**



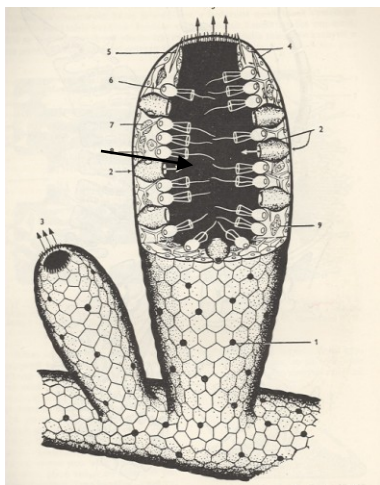
Radiolaria (mřížovci) – v paleozoiku jen Nasselaria. V devonu mají i horninotvornou roli – radiolarity (např. ponikevské souvrství)



Platysolenites sp.
kambrická aglutinovaná
foraminifera,

Od sv. siluru nastupuje u foraminifer tvorba vápnných
schránek

PORIFERA



idealizovaná stavba

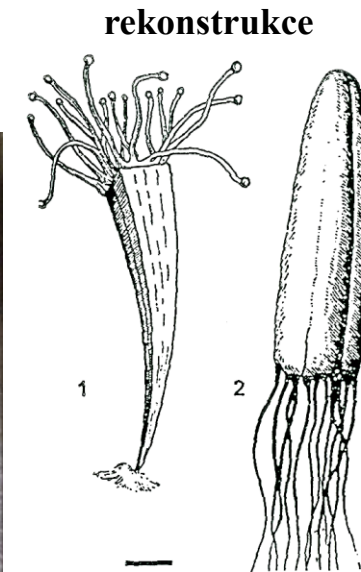


Poterion neptuni, Pacifik
Recent, ~ 2 m



Brachiospongia, ordovik, USA (45 cm, cca největší
známý exemplář ordovických hub)

Conulata - konulárie



5 mm
Scale

Conularia sp., devon



Paraconularia sp., devon

Cnidaria – Rugosa (drsnatí koráli)



- Rugosa – vymřelá skupina korálů hojných ve stř. odoviku až svr. permu
- Rugosa jsou buď soliterní nebo koloniální (podíl na tvorbě útesů)
- Od recentních se liší symetrií sept (podle č. 4) a silnými přírůstkovými liniemi na povrchu kalichů.
- Vymírají na konci permu cca před 245 million

Tabulata (tabulátní koráli)

- vymřelá skupina (? proterozoikum, kambrium-perm)
- nejvýznamnější strukturou v koralitech jsou dna (tabulae)
- žili jen koloniálně (=> vysoký podíl na stavbě útesů)

povrch trsu



Favosites ("Bikake korall")

řez trsem



Favosites sp., devon

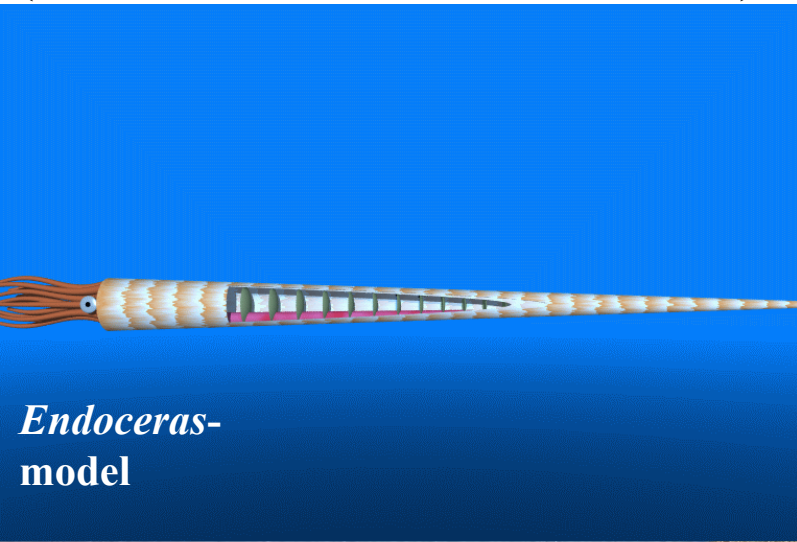
Gastropoda – v ordoviku výrazněji zastoupení než v kambriu, podobně jako mlži, zvětšují velikost



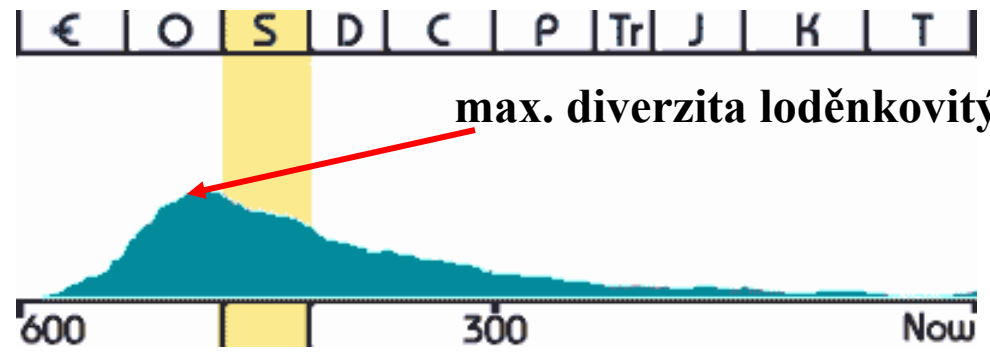
Salpingostoma richmondi, ordovik, USA

Nautiloidea

Po kambrické krizi opět diverzifikace, tvoří největší dravce ordovických moří (ordovik barrandienu - *Endoceras* ~ 3m)



Endoceras-model



max. diverzita loděnkovitých



Endoceras proteiforme, ordovik, Ontario



Endoceras sp., ordovik, Norsko

Další ukázky ordovických loděnkovitých

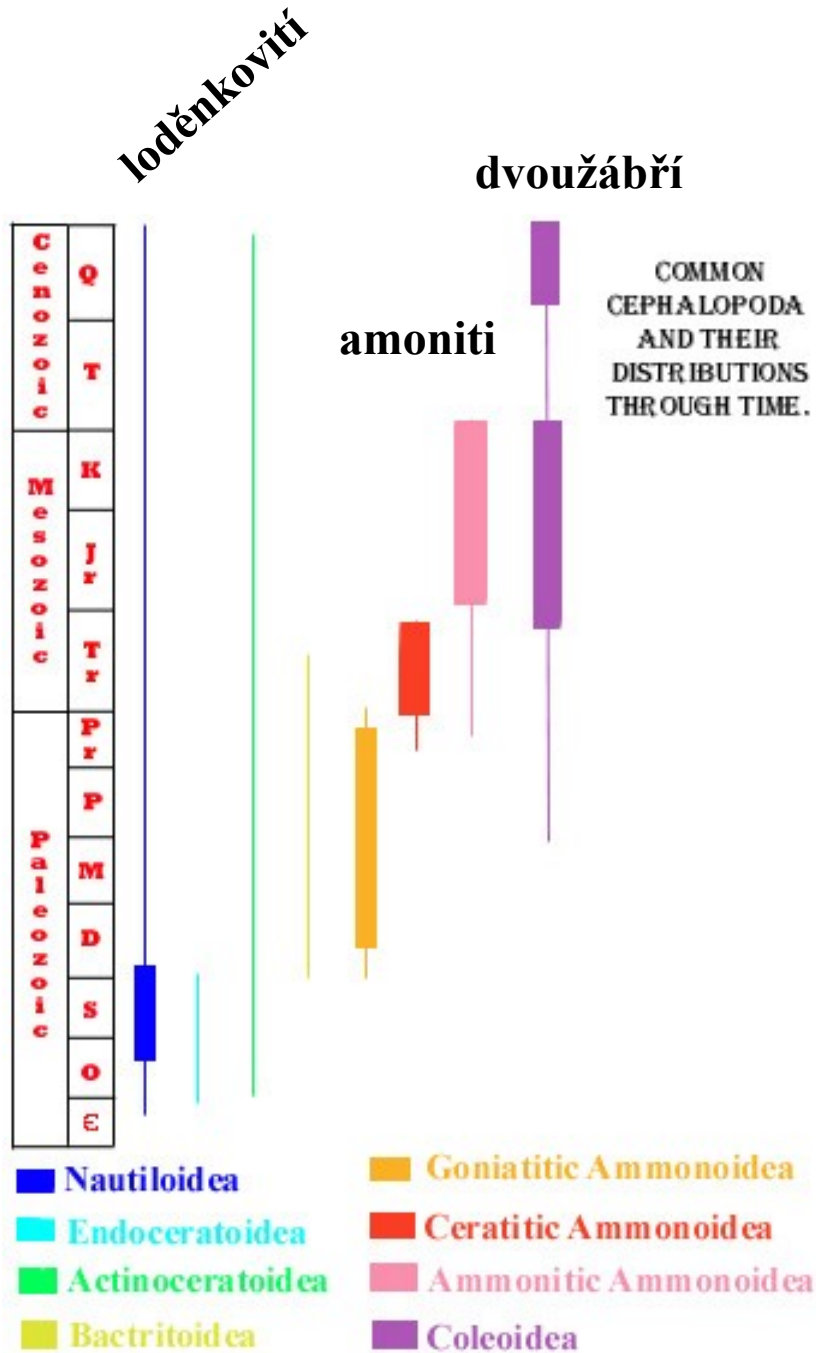


***Lituites* sp., ordovik, Winsconsin**



***Lituites lituus*, fosilní „loděnka“,
ordovik, Čína.**

Rozšíření hlavonožců v historii Země



Tentakuliti

- drobné (x-xo mm), vápnité, trubičkovité schránky
- mořští
- nejisté systematické postavení (?měkkýši)
- O-De (vymírají v konci devonu)



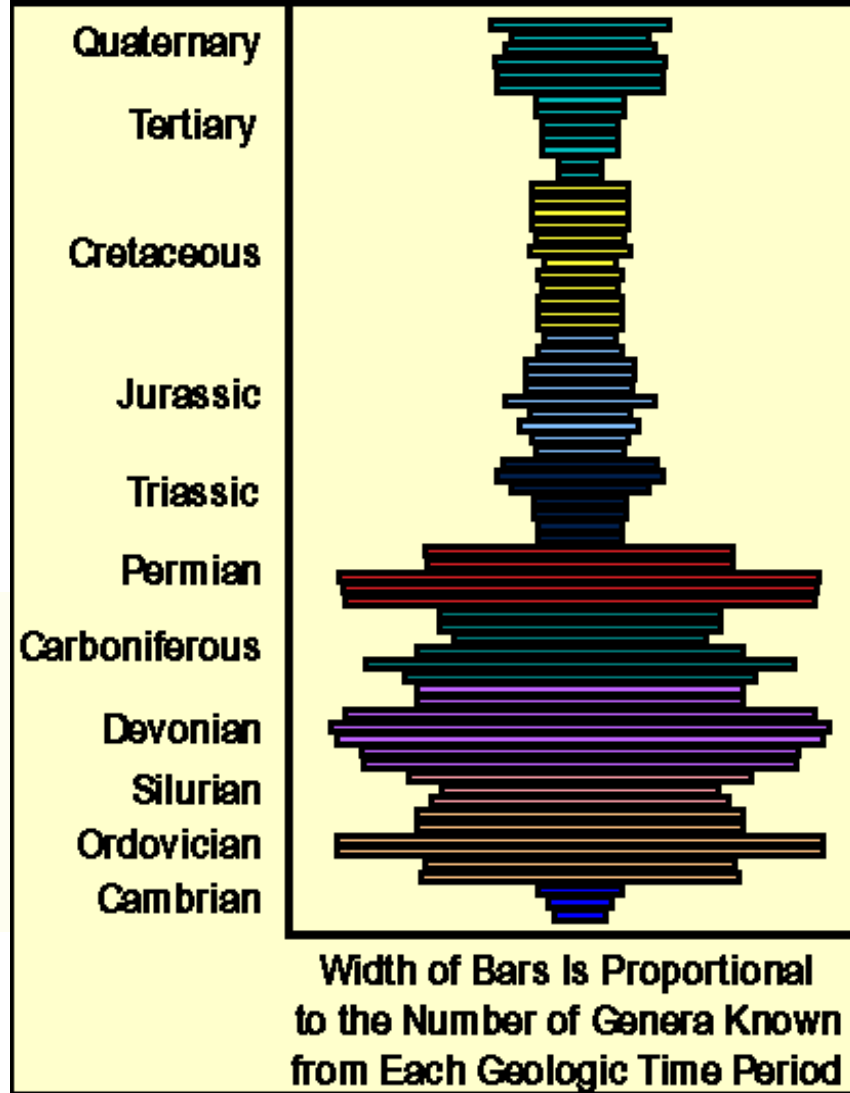
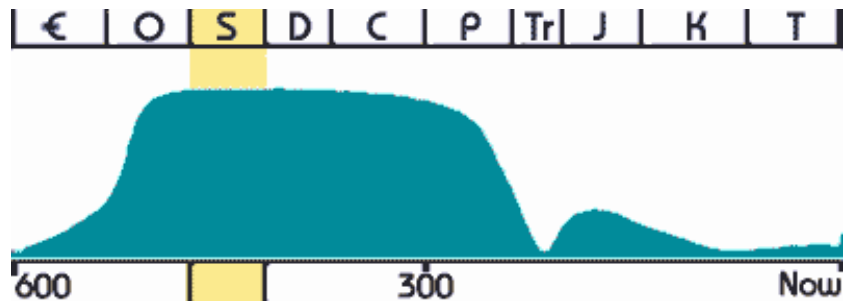
Tentaculites richmondensis, ordovik, USA



Nahloučení schránek tentakulitů
na vrstevní ploše

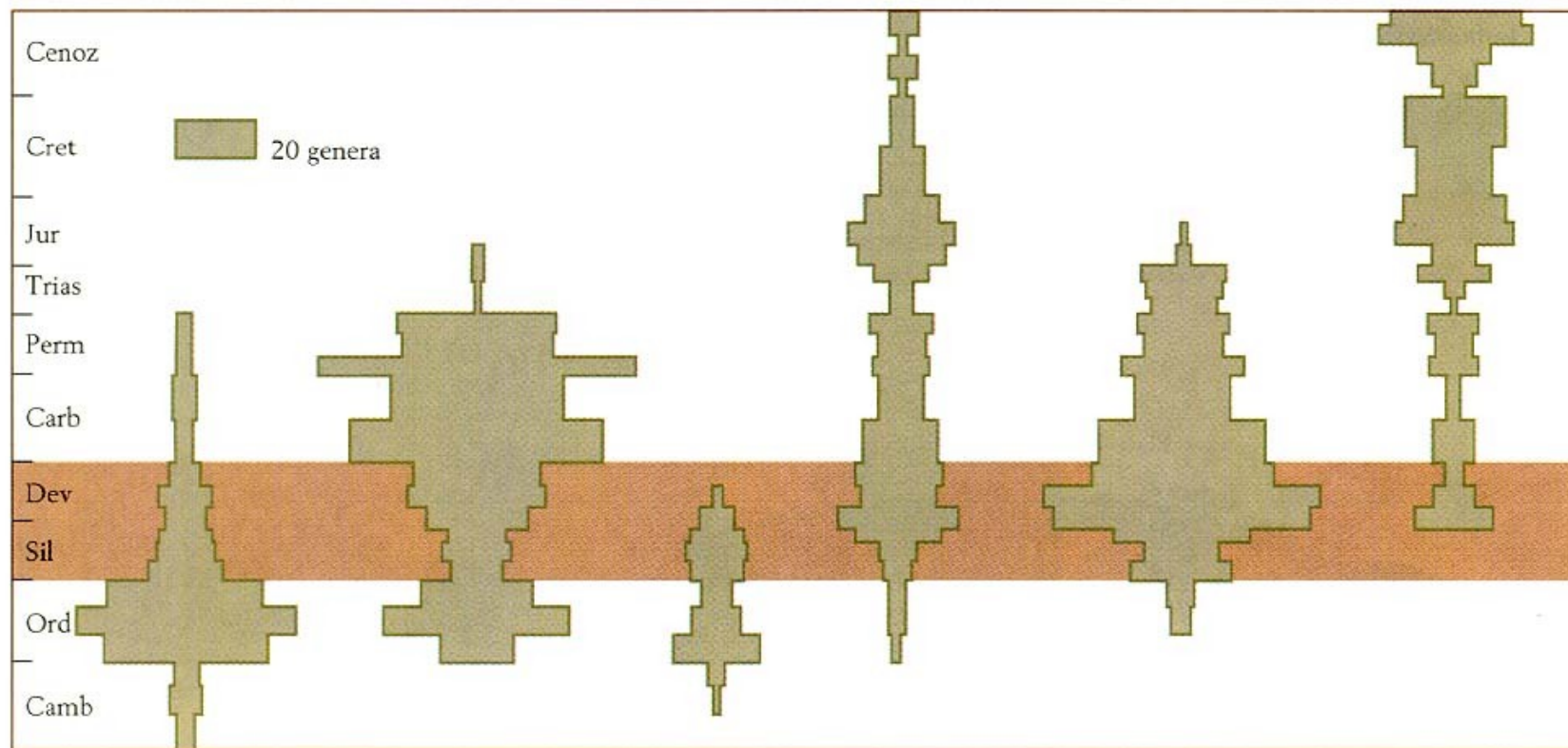
Brachiopoda

- převládají opornatí s vápnitou schránkou,

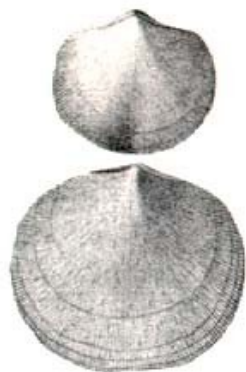


Ordovik, silur a devon – období enormní radiace ramenonožců

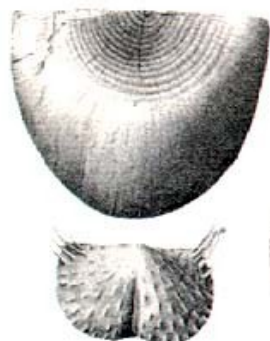
Diverzita jednotlivých řádů artikulátních brachiopodů v historii Země



Orthida



Strophomenida



Pentamerida



Rhynchonellida



Spiriferida



Terebratulida





***Strophomena*, ordovik**

Trilobita

- v ordoviku stále ještě hojná a stratigraficky významní,
- od svrchního devonu ustupují,
- v nejvyšším permu vymírají,
- během ordoviku ovládají svínování => predace (loděnky)



Asaphus sp., ordovik, barrandien



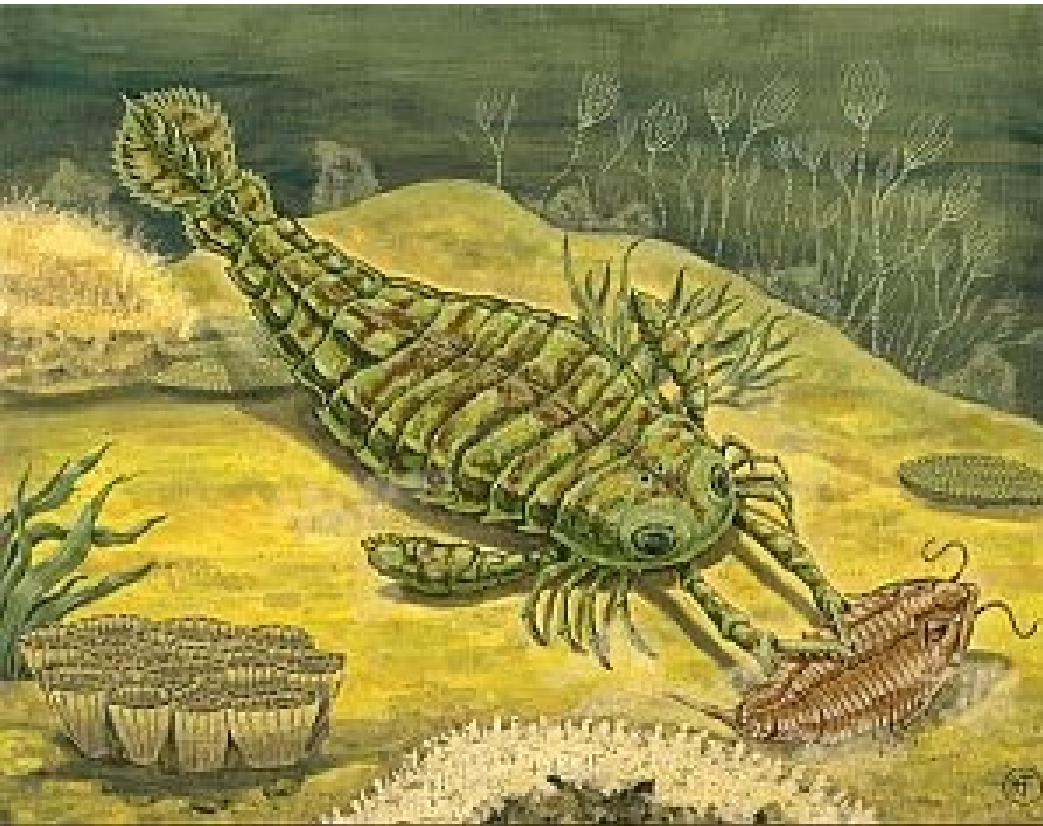
Selenopeltis sp., ordovik, barrandien, plavec



Flexicalymene (svínutý), ordovik, USA

Vedle trilobitů jsou členovci od ordoviku zastoupeni též skupinou **Eurypterida**:

- plavci
- predátoři
- až 3 m délka
- od ordoviku do permu
- největší rozvoj v siluru a devonu



rekonstrukce

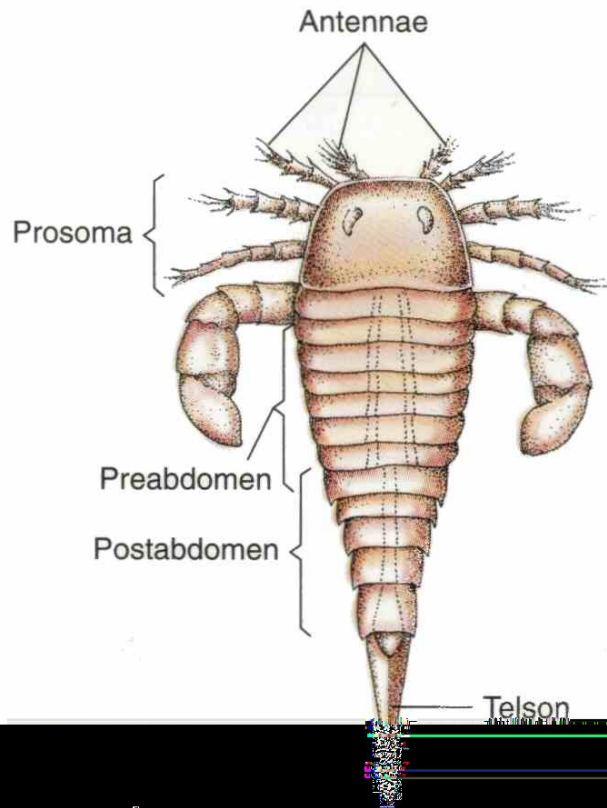
Pterygotus, zástupce mořských klepítkačů



fosílie

Eurypterus, zástupce sladkovodních klepítkačů

Stavba a model obou předchozích rodů eurypteridů

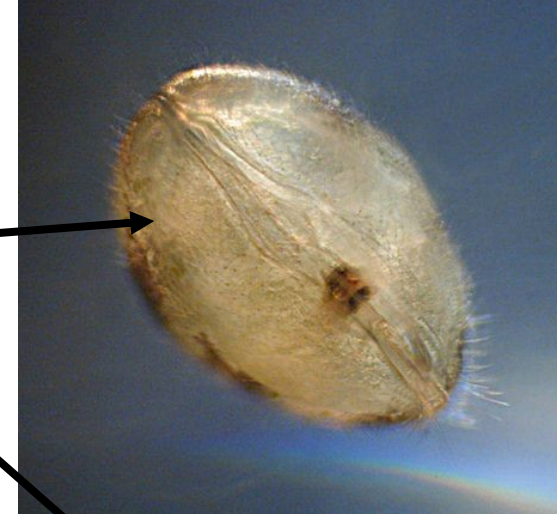


B

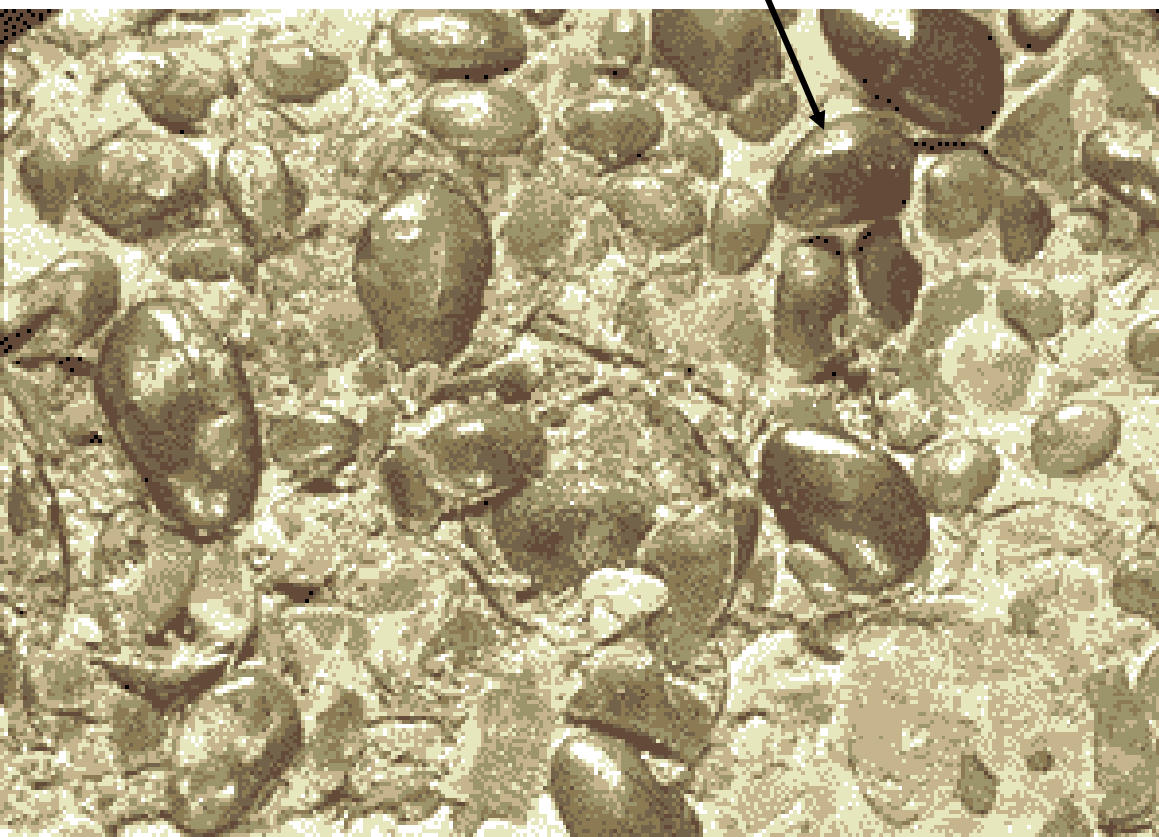
FIGURE 8-31 Two genera of eurypterids. *Eurypterus* (A) is noted for its broad, flipperlike paddles and blunt frontal margin. *Pterygotus* (B) is distinguished by a pair of formidable-looking frontal spines. (A) *Eurypterus* swimming in the center background is a primitive jawless fish. (Drawing and model of *Eurypterus*, × 1/2. Reconstructions of *Pterygotus* courtesy of the National Natural History Museum, Smithsonian Institution.)

Další významná skupina členovců nabývající na významu od ordoviku jsou Ostracoda (skořepatci):

- tělo kryto v dvouchlopňovém krunýři (CaCO₃ + chitin)
- mořští i sladkovodní
- od sp. kambria do recentu



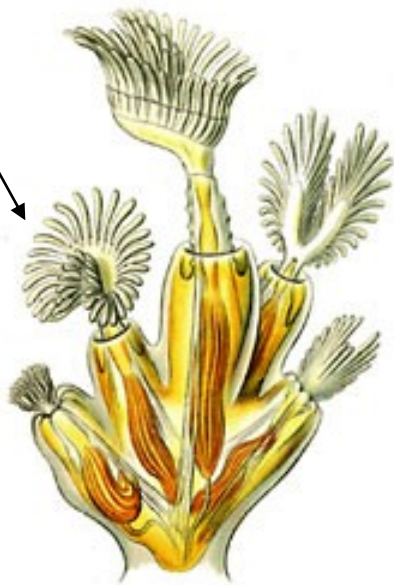
recentní zástupci



***Eoleperditia fabulites*, ordovik, Tennessee, cca 5 mm**

Od ordoviku nastupují **BRYOZOA** (mechovky):

- koloniální, pevné části z CaCO_3 , <mořské,
- povlékavé, bochníkovité, keříčkovité trsy (=> podíl na stavbě útesů)



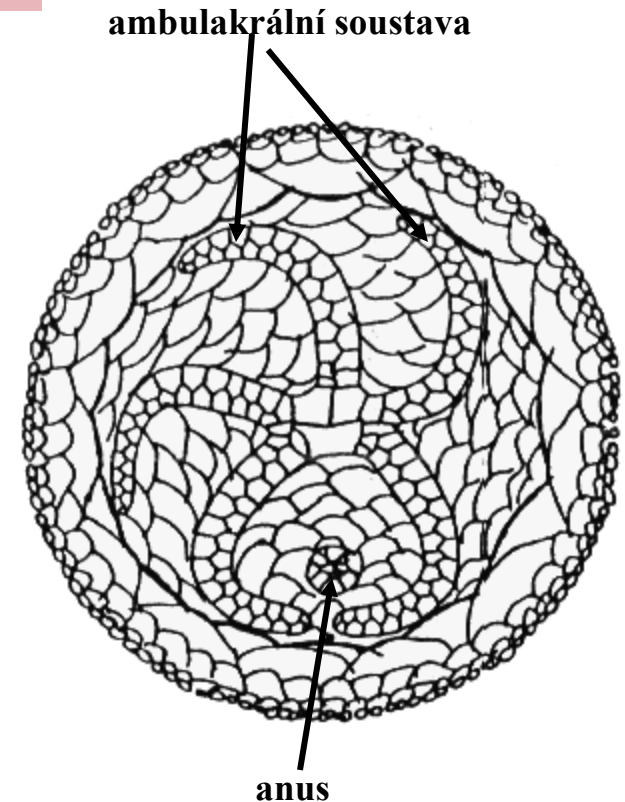


Monotrypa sp., Cryptostomata, ordovik

Echinodermata v ordoviku zastupují starobylé skupiny (např. Edrioasteroidea – terčovci), rozvíjejí se však lilijice, nově nastupují hvězdice a ježovky (viz dále)

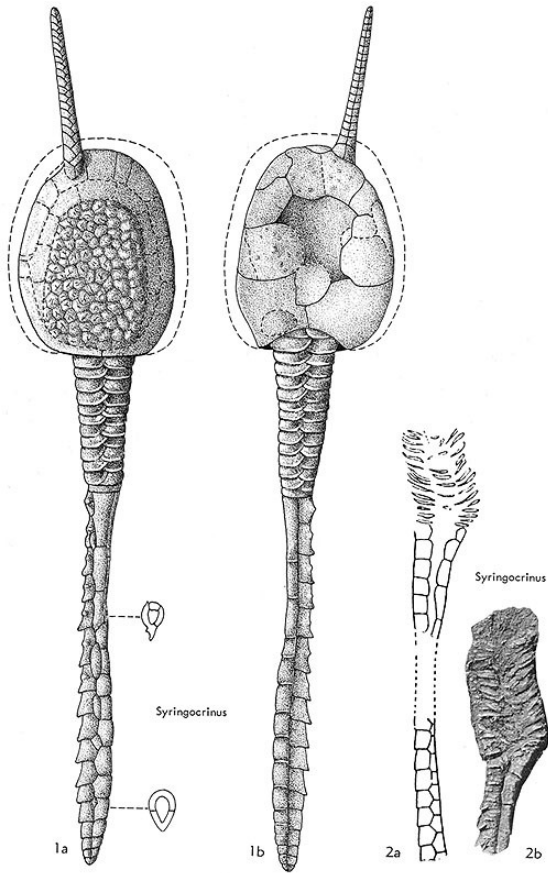


Carneyella (Edrioasteroidea), ordovik,
Mayville, USA



Idealizovaná kresba terčovců
rodu *Lebetodiscus* (devon)

Jinou starobyloou skupinou ostnokožců jsou plošáci Carpoidea



Syringocrinus paradoxicus, ordovik

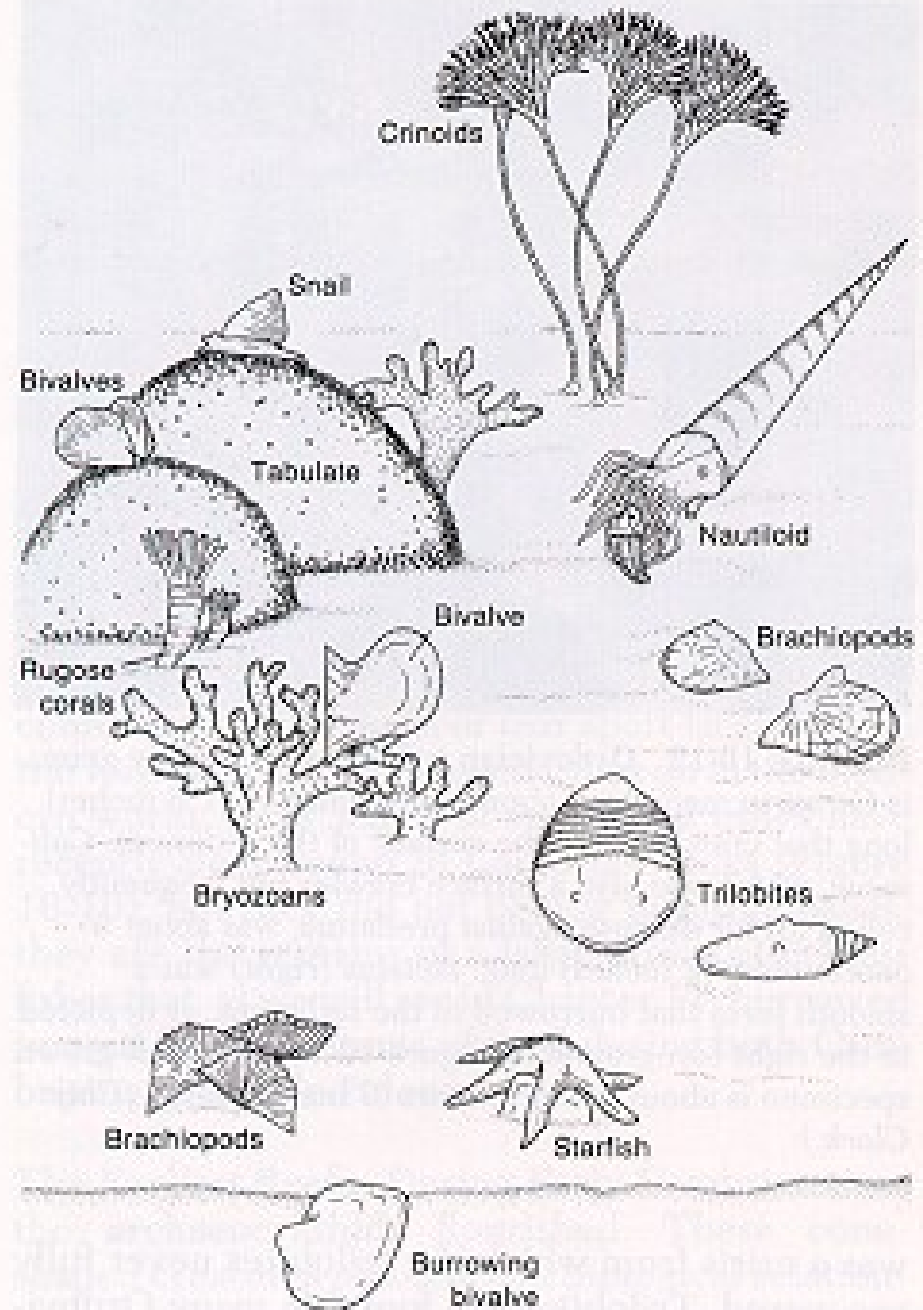


Dendrocystites sedgwicki, ordovik



Iocrinus sp., lilijice, ordovik, USA

**Ordovické útesy byly ještě relativně chudé:
složení – Rugosa, Tabulata,
Bryozoa, Porifera**





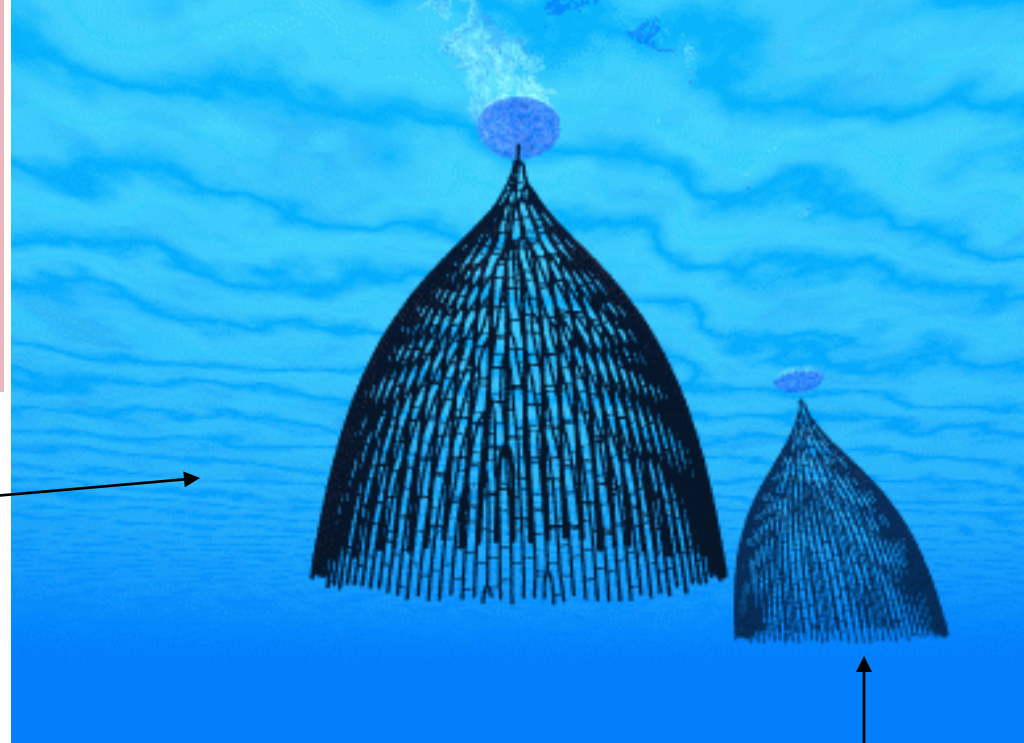
Možný pohled na dno ordovického moře

HEMICHORDATA (polostrunatci):

Vymřelá skupina Graptolithina:

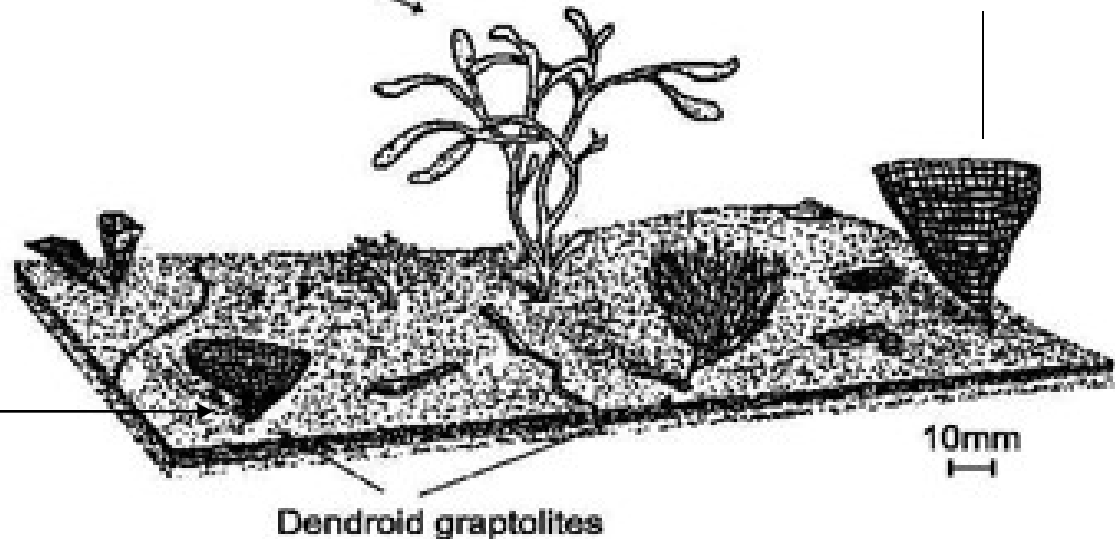
- koloniální, trsy z pevné organické hmoty
- čistě mořští, sesilní bentos, plankton
- kambrium-spodní karbon
- od kambria Dendroidea
- skupina Graptoloidea jen ordovik-sp. devon

planktonní



Dendroid *Rhabdinopora*, sp. Or, vznášel se buď upevněný k řasám nebo bublinám plynů (?), taková kolonie dosahovala až 30 cm.

Green alga

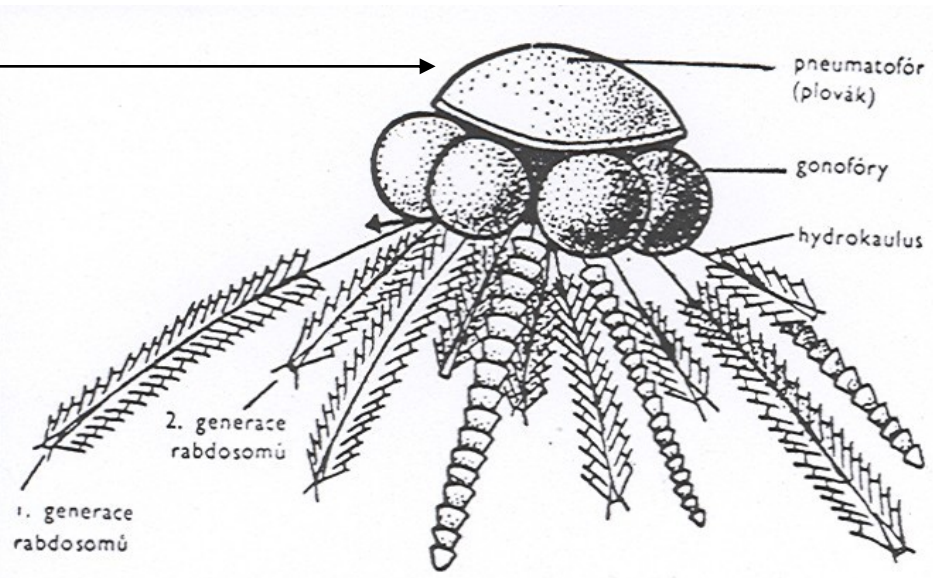


sesilní

Graptoloidea:

- někdy tvorba trsů opatřených plováky
- pouze plankton

Význam: planktonní způsob života, rychlý vývoj, velká množství kolonií => **nejvýznamnější skupina pro stratigrafii Or, Si a sp. De.** Často se hromadili na anoxických dnech ordovických a především silurských moří a tvoří převládající fosílie „graptolitových“ břidlic.



Obr. XII — 30. *Hemichordata — Graptolithina.* — Rekonstrukce synrabdosomu (pohled z boku) druhu *Orthograptus quadrimucronatus* mut. *approximatus* Ruedemann. Upraveno podle R. Ruedemanna.



FIGURE 8-21 Branches (stipes) of the graptolite *Diplograptus*. *Diplograptus* is also common in dark shales of Ordovician age in both Europe and North America.

***Didymograptus* (Graptoloidea), sp. Or, Austrálie, v barrandienu častý v šareckých vrstvách ordoviku**



VERTEBRATA - AGNATHA

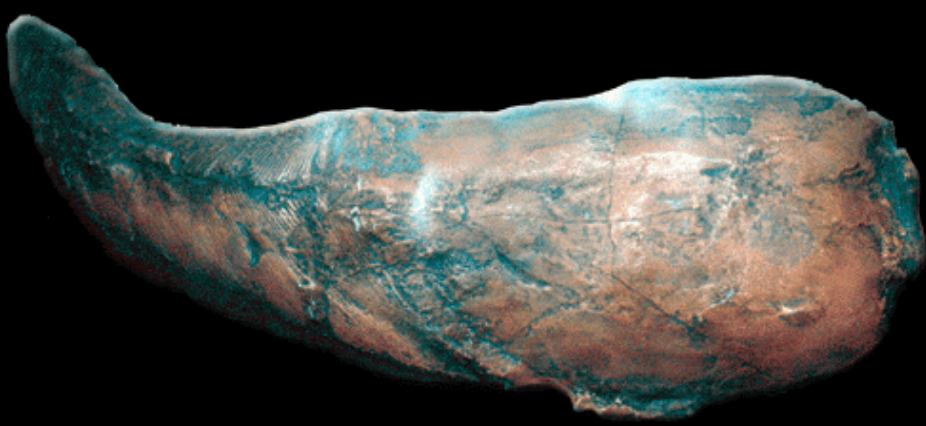
CONODONTA

- drobné rybičkovité formy, nekton, (?dravci)
- ploténkovité, hřebínkovité elementy („zoubky“)
z fosforečnanu vápenatého, histologie obratlovců,
- řazení k bezčelistným (Agnatha)
- od kambria až do triasu
- **obrovský význam pro stratigrafii**



Manticoleptis subrecta – model rozmístění jednotlivých elementů v přirozené poloze v hlavě celého jedince

V ordoviku nastupují pancéřnatí bezčelistní (Agnatha) – rozvoj silur-devon



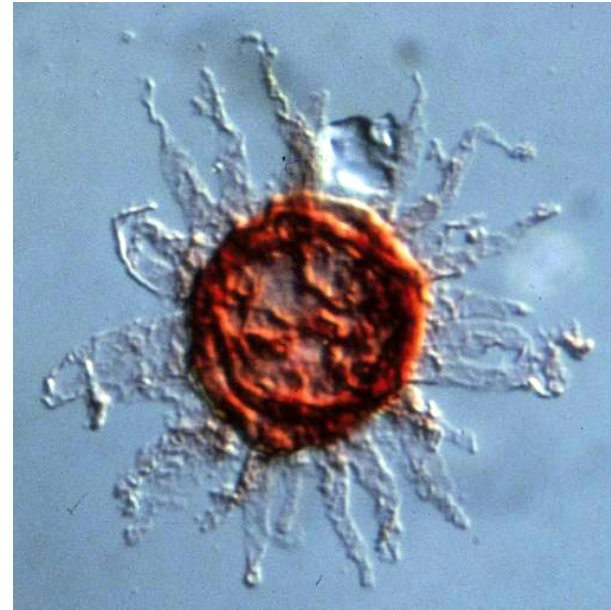
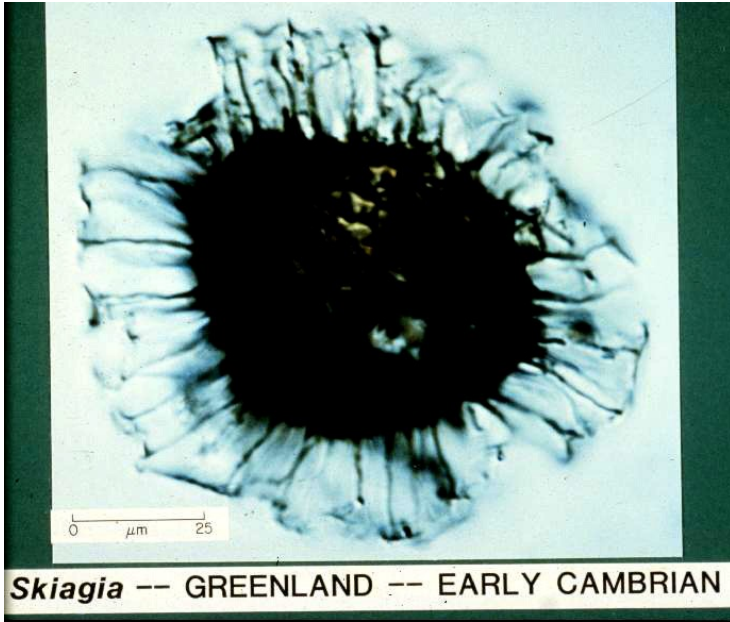
Sacabambaspis janvieri, ordovik, Bolivie



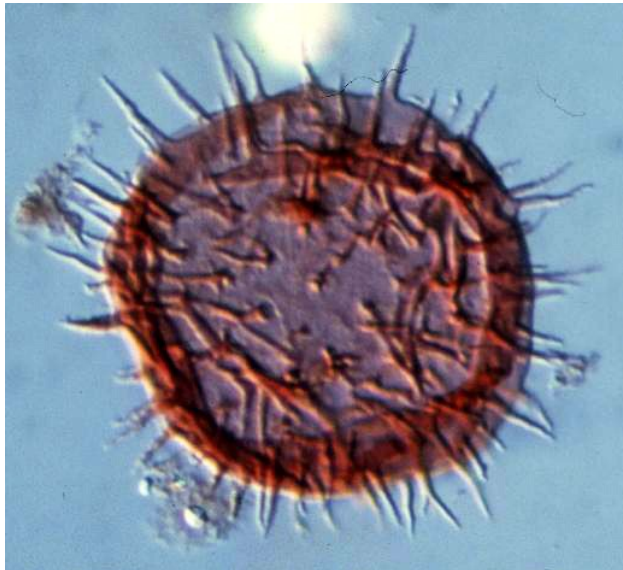
rekonstrukce



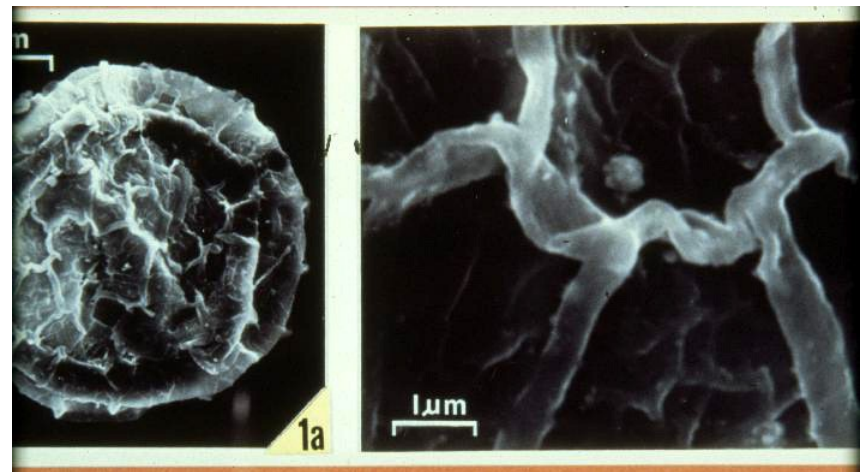
Akritarcha – stále ještě hojná



sv. ordovik



sv. ordovik



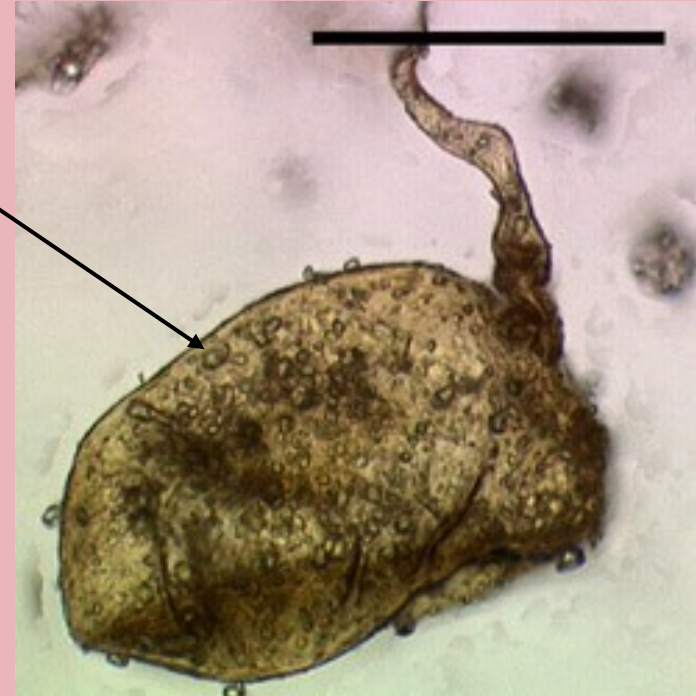
sv. ordovik- SEM foto

Souše v ordoviku:

- jsou od Prz kolonizovány pionýrskými skupinami prokaryot – sinicemi

- v ordovických horninách nacházíme spóry skupiny **Glomales** = mykorhizní houby, naznačující nástup přechodných typů k suchozemským skupinám (ancestor podobný na rec. Chytridiomycota + ztráta bičíku = roznášení spór pomocí větru)

-ještě během ordoviku zelené řasy (Chlorophyta) pronikají do sladkých vod (cesta k mechům a cévnatým rostlinám)



Glomales, spóra, Or, Wisconsin

Rostlinstvo muselo vyřešit problém:

slaná versus sladká voda = zpevnění buněk + obrana proti vysoušení + ÚV záření, schopnost přečkávat i sušší období = obal, stomata, odolné spory, vodivé pletivo



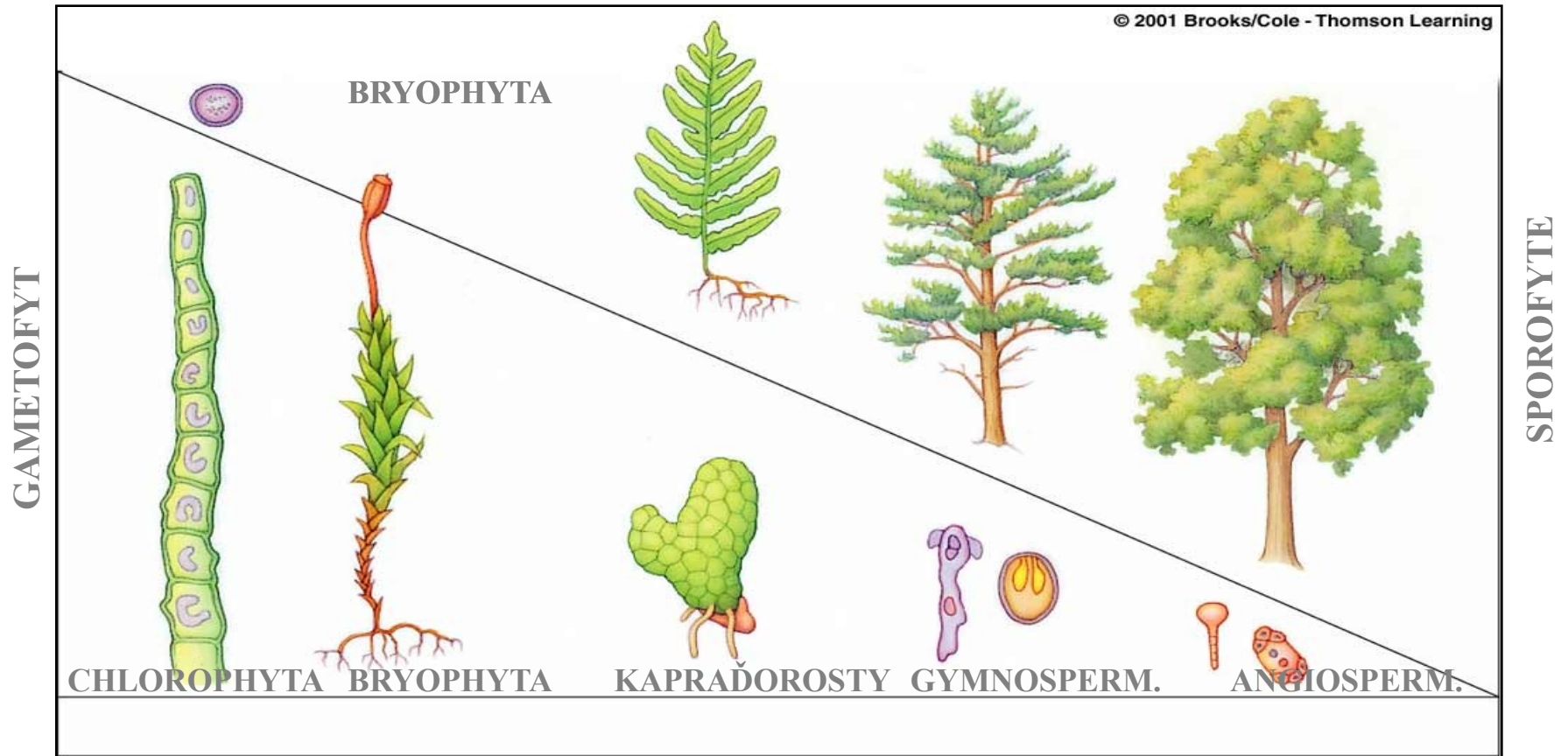
- rostlinstvo nastupuje nesmírně složitou cestu od řas k výstupu na suchou zemi, výstup začíná ve stř. ordoviku pokračuje během siluru a byl završen ve spodním devonu

Úsvit rostlin

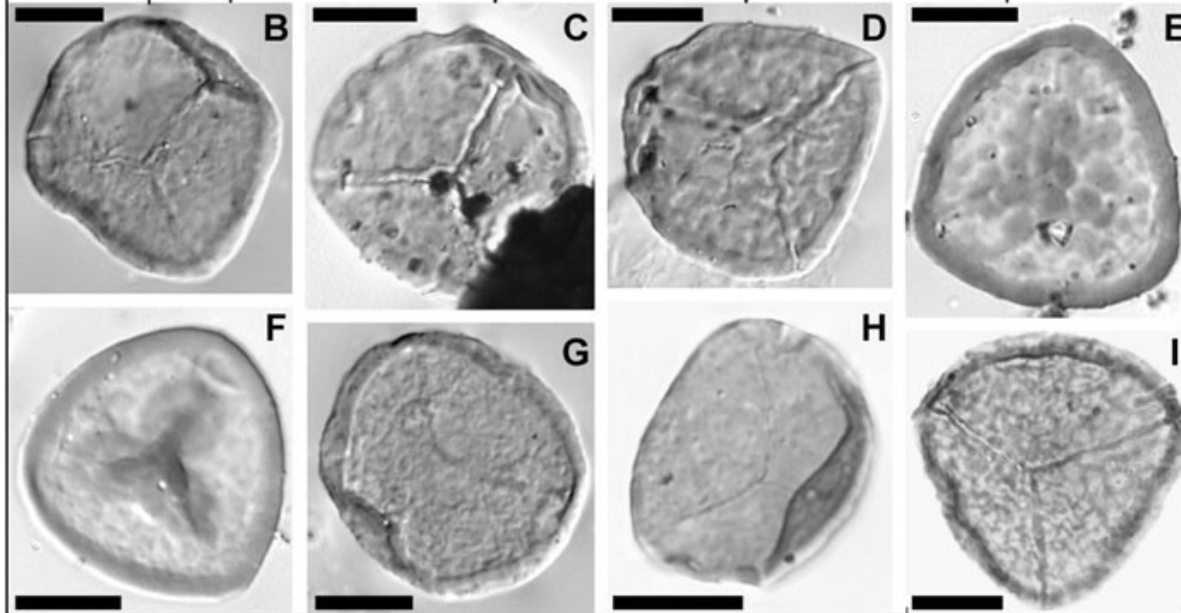
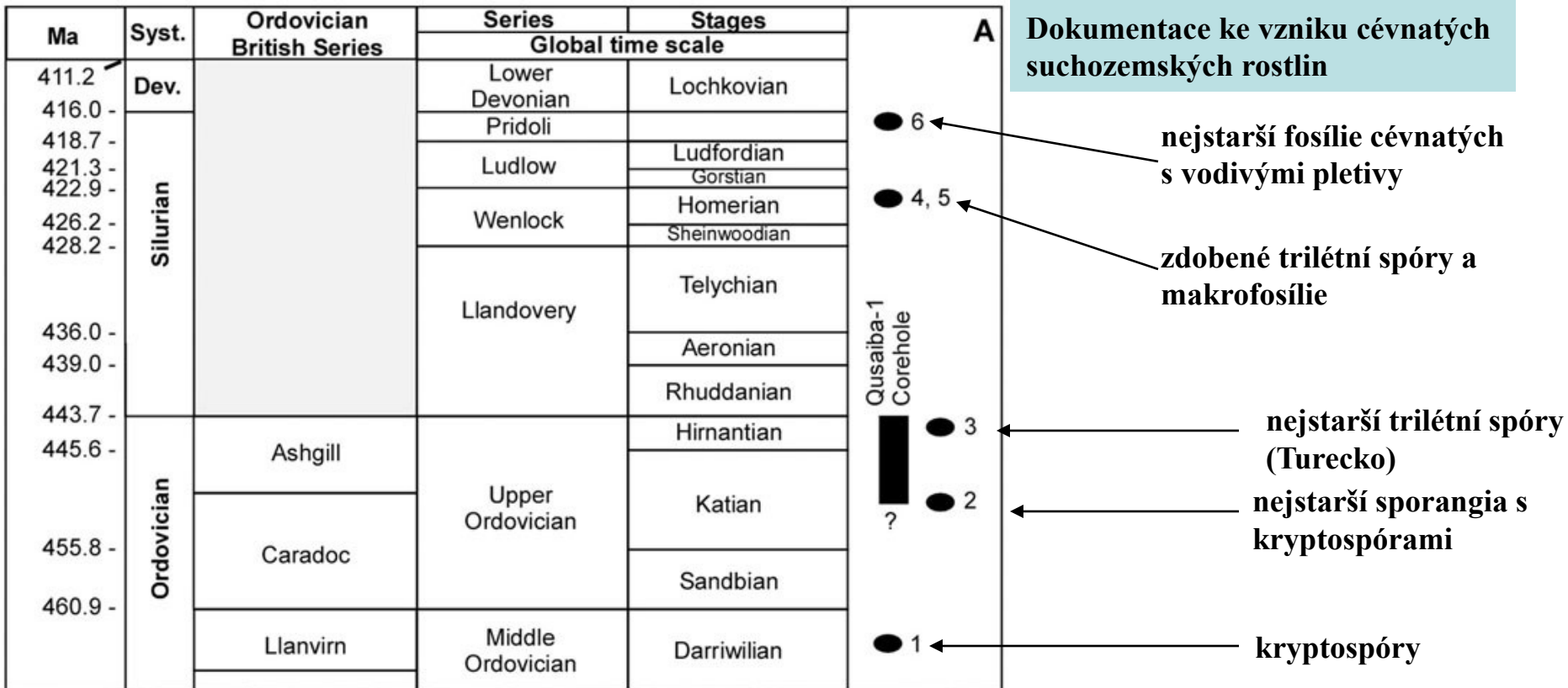
- **Rostliny představují monofyletickou skupinu**
 - Vývoj ze společného předka
 - Kdo jím byl ?
- **Mnohočetné doklady svědčí pro skupinu zelených řas CHAROPHYTA**
- **Řasy jako první ovládly pohlavní rozmnožování a střídání generací gametofyt/sporofyt**

2 základní strategie z pohledu rozmnožování

- mechorosty
- cévnaté rostliny

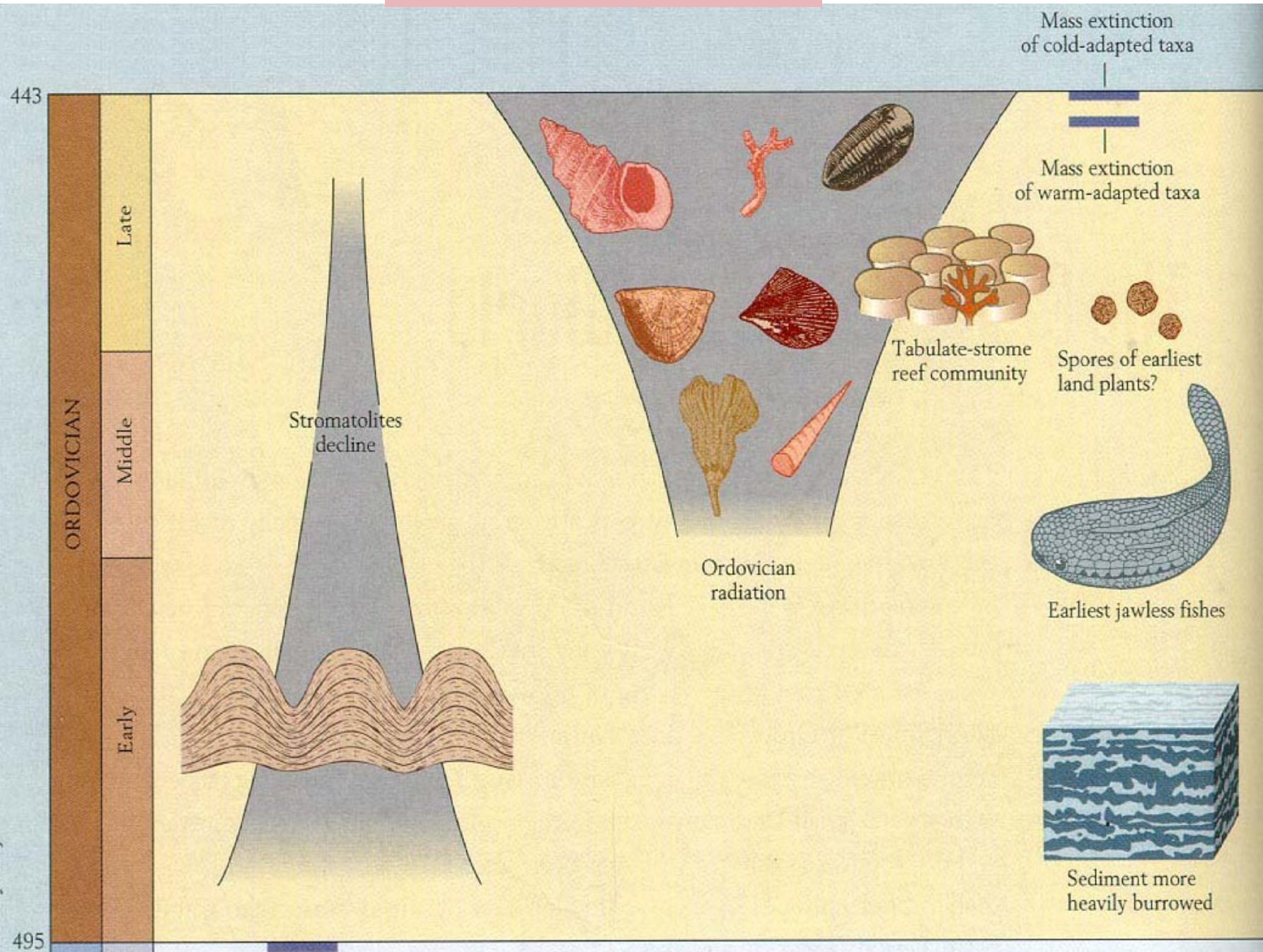


- Gametofytní generace - dominantní (dlouhodobá) v životním cyklu mechorostů, sporofyt = pouzdro s výtrusy
- **Mechorosty** se objevují v **ordoviku**, život v blízkosti vodní hladiny (reprodukce – gamety ve vodě či vlhku)
- Sporofytní generace - dlouhodobá u rostlin cévnatých (xylém, oběh vody, kořeny), gametofyt – drobný, uchycený na sporofytu, reprodukce bez účasti vody
- **Cévnaté rostliny** nastupují ve **stř. ordoviku** (spóry) a v **siluru** (*Cooksonia*), postupně oprostění od vodního prostředí



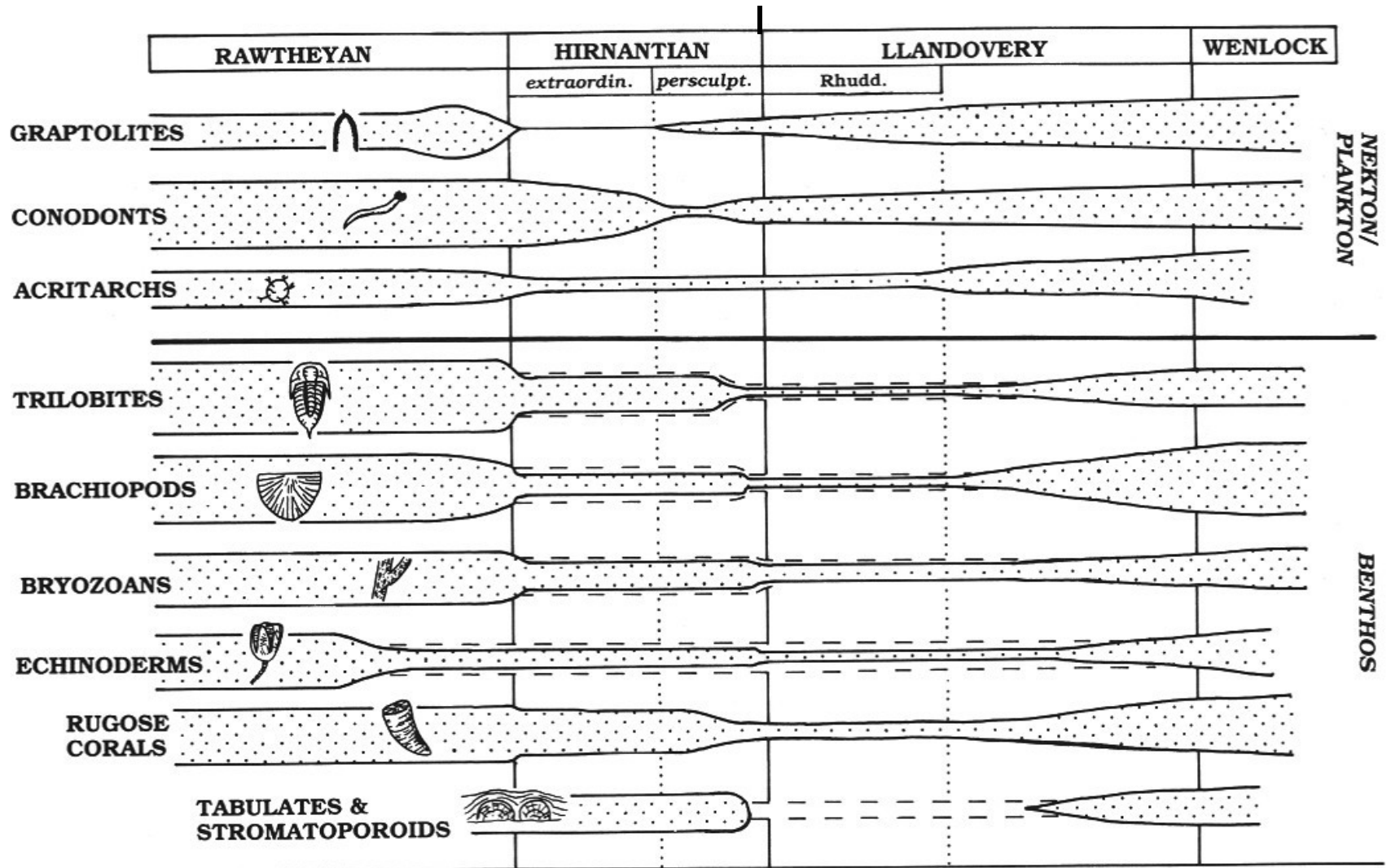
B-I: trilétní spóry z vrtu Qusaiba-1 (Saudská Arábie, svrchní ordovik)

Průběh života v ordoviku

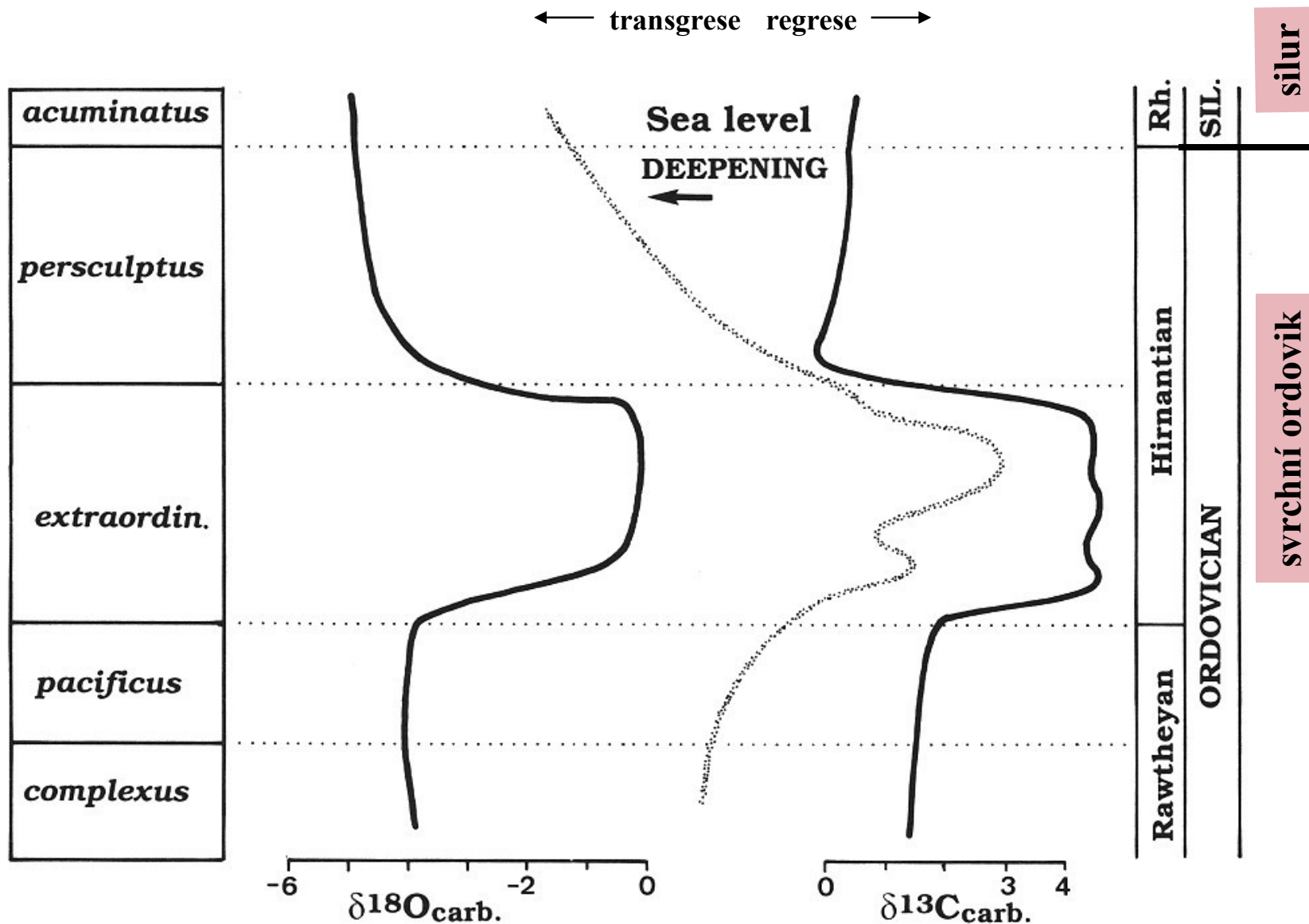


Grafické vyjádření změn diverzity ve sv. ordoviku (viz – snížení i revitalizace u různých skupin různé)

ordovik silur



Změny křivky izotopů O a C a eustatické křivky mořské hladiny ve sv. ordoviku



Vymírání ve svrchním ordoviku

Datace: ~ 444 Ma, ve 2 vlnách spojených s regresí a transgresí oddělených od sebe cca několik set tisíc let

Současná čísla o ztrátách: 28 % čeledí (celkem 100 čeledí mořských bezobratlých) a 85 % druhů živočichů

Postižené skupiny: Graptoloidea redukována na pouhé 4 druhy

Trilobita – největší redukce v jejich historii

Conodonta – silně postižena

Brachiopoda - „ „ (~ 1/3 čeledí)

Anthozoa - „ „

Bryozoa „ „ (~1/3 čeledí)

Echinodermata, Nautiloidea – postižena významně

plankton, bentos

i nekton postiženy

výrazně

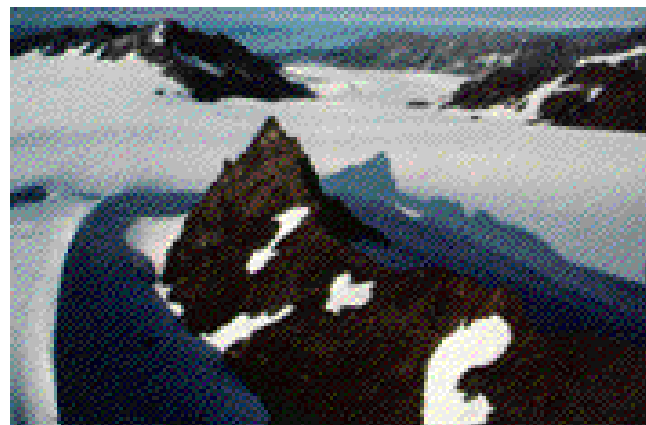
Příčiny: Zalednění (především Gondwana) —→ Posun chladnomilné fauny k rovníku, zánik tropické fauny, anoxie (černé břidlice)

Regrese (voda vázaná v ledu) —→ Decimace mělkovodních společenstev

Transgrese - opačný postup

V Jordánsku (Batra Formation) pozorována anoxie způsobená odtokem vod po skončení zalednění => fotická zóna (šelf) měla euxinické podmínky pro život (Abbot et al. 2007)

Toto vymírání má tedy čistě terestrické (klimatické) příčiny, žádný impakt, žádný zvýšený vulkanismus, období -+ rozptýlených kontinentů bez významnější orogeneze



Revitalizace ve spodním siluru poměrně rychlá, diverzifikace útesových společenstev pokračující ještě v devonu (četné útesové vápence)

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 Press, 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)