

Biotické krize a globální ekosystémy v historii Země

Úvod

Rostislav Brzobohatý

výběrovka 13

Země (dnes)

Geosféra – Hydrosféra – Atmosféra – Biosféra – Noosféra

Geologické faktory:

Kosmické – sluneční energie (teplo, světlo),

- záření (UV, kosmické),
- hmota (1 t/den, impakty mimozemských těles)

Zemské – geofyzikální pole (gravitační, magnetické, teplotní, elektrické)

- radiace (radioaktivní prvky – rozpad – teplo – výstup etc.)
- energetický systém (příjem sl. energ. – výdej vlastní energie)



zemský metabolismus = látkové cykly

geotektonické (horniny – 100 000 000 mil. t/rok),

geochemické (voda, C, N, S, O, P),

biologické (+ člověk – 50 000 mil. t/rok pevných materiálů)

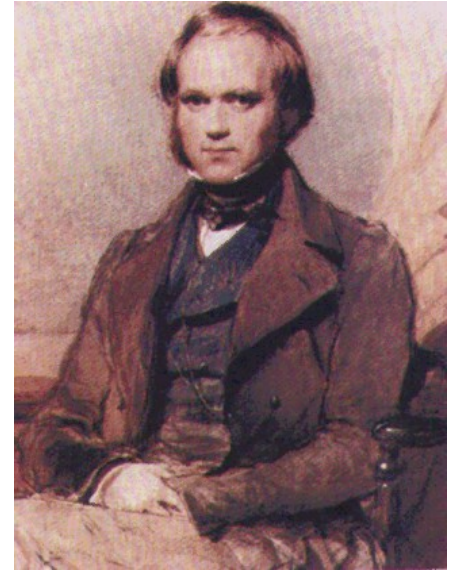
Látkové cykly (jejich velikost)

- Hydrologický500 000 000 mil.t/rok
- Tektonický100 000 000 ''
- Člověk 4 000 000 (voda)''
50 000 jiné mat. ''
- Biologický 200 000 ''
- Sedimentární 10 000 ''

A.R. Wallace (1823-1913)

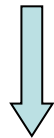


Ch. Darwin (1809-1882)



→ **evolucionismus** ←

Každý organismus je nositelem kvalit, které jsou konfrontovány s daným prostředím – výsledkem konfrontace je „fitness“ (zdatnost, způsobilost) a ta je různá u různých jedinců – jedinec s lepší způsobilostí zanechá více potomků – hlavním faktorem rozhodujícím o způsobilosti je přírodní výběr – některé rozdíly ve způsobilosti jsou dědičné =>

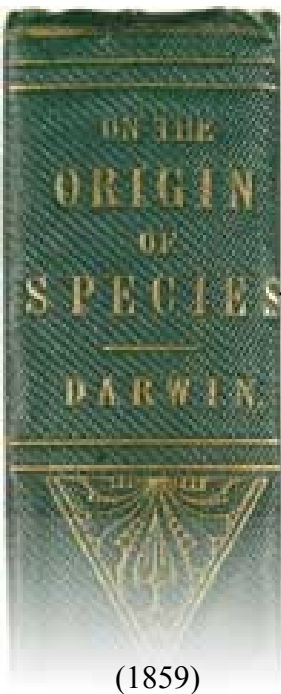
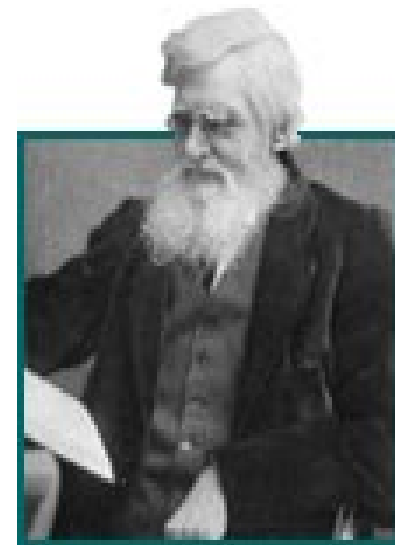


změna prostředí → změna hierarchie způsobilosti („fitness“) → posun v rozmístění způsobilosti u potomstva („struggle for life“- „struggle“ = boj, ale také „úsilí“, přirozený výběr + pohlavní výběr, adaptace)

A.R. Wallace — biogeografie, rozšíření druhů živočichů a rostlin podle oblastí, klasifikace oblastí, srovnání druhů podle anatomické příbuznosti a paleontologického záznamu, druh vznikl jednou a na jednom místě a lze zjistit směry jeho šíření do jiných oblastí => **domněnka, že některé pevniny byly dříve spojeny;**



k pochopení současného rozšíření rostlin a zvířat je nezbytně nutný paleontologický základ

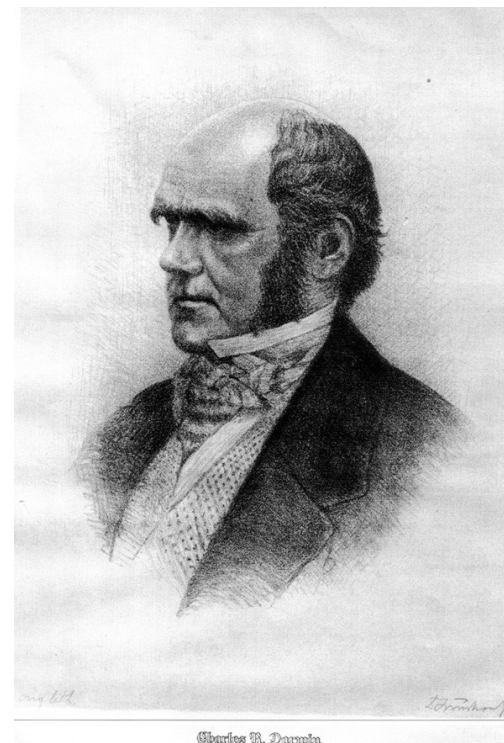


Ch. Darwin – formulace „teorie vzniku druhů“ – její zásadní přínos:

Druhy se mění vlivem přirozeného výběru (selekce) a získávají postupně a pomalu účelné vlastnosti (gradualismus) – akceptace sloganu „Natura non facit saltum“

ale

„I am convinced that natural selection has been the main but not the exclusive means of modification“



Charles R. Darwin

Tehdejší geologie a základní spor

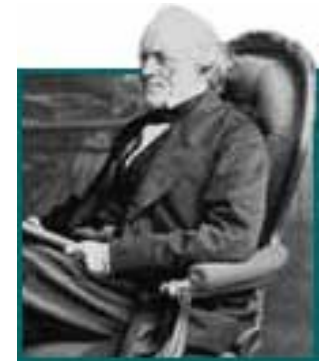
geologický čas v Darwinově době (trvání Země 200-400 Ma; Cm – recent ~ 60 Ma),
velmi malá znalost prekambria – zcela bezfosilní

George Cuvier (1769-1832), **katastrofismus**, ale kreacionista
(opakované stvoření)



VERSUS

Charles Lyell (1797-1875) – *Principles of Geology* (1830-1833):
„současnost klíčem k minulosti“, **uniformismus** (princip
aktualismu, ontické chyby), stálost druhů
gradualismus



Darwin se přiklonil k Lyellovi

Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955)



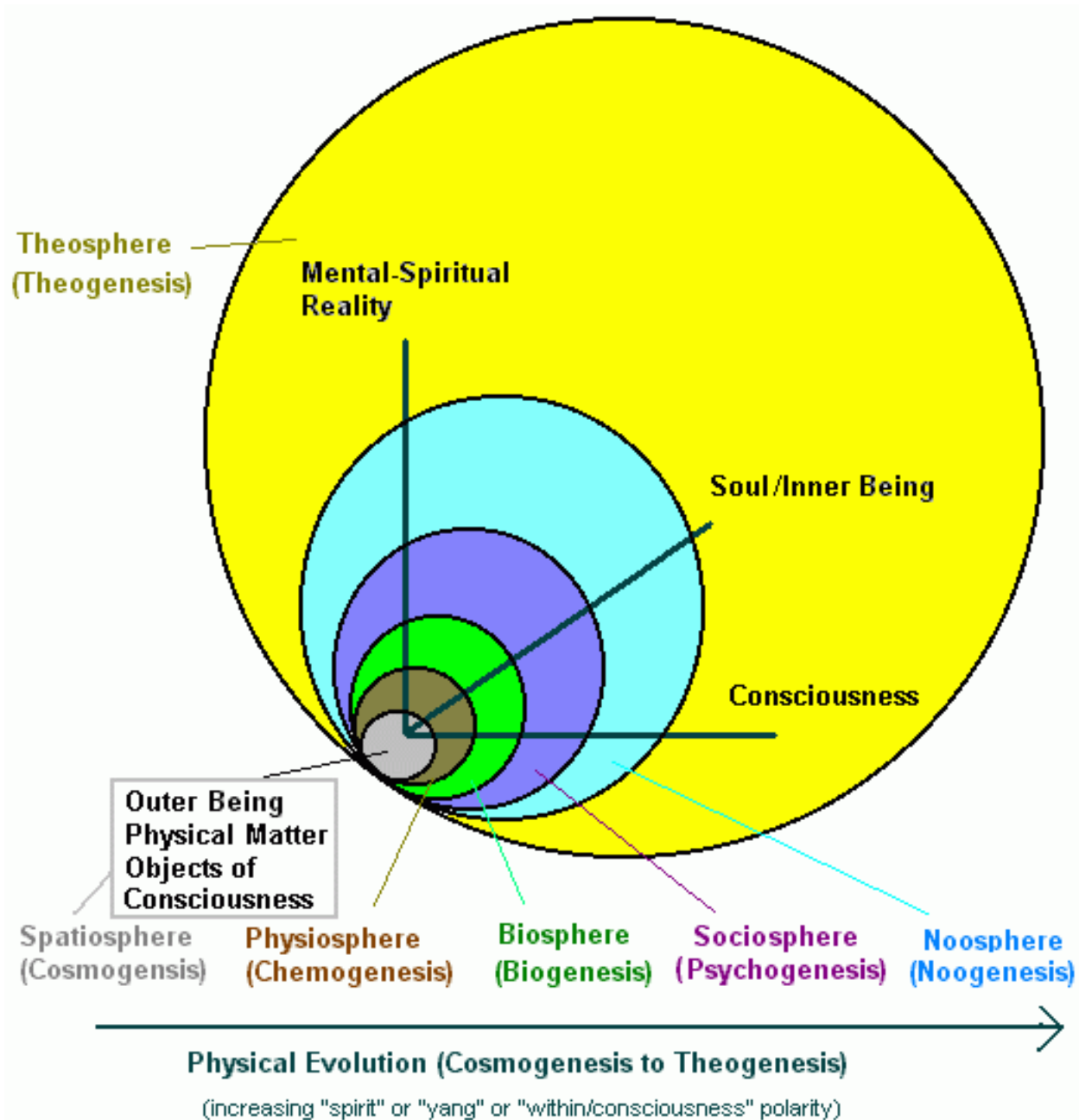
Pierre Teilhard de Chardin se narodil 1. 5. 1881 v Sarcenatu, Puy-de-Dôme.
R. 1889 vstoupil do jezuitského řádu. Po filosofických a teologických studiích se specializoval na geologii a paleontologii.
R. 1922 se stal profesorem geologie na Katolickém institutu v Paříži. Mnoho let strávil v Číně, kde se podílel na objevu a studiu sinantropa.
R. 1940 založil v Pekingu Geobiologický institut. R. 1950 byl zvolen do francouzské Akademie věd. Jako člen americké Wenner Gren Foundation for Anthropological Research se pak zabýval studiem australopitéka.
Zemřel v New Yorku 10. 4. 1955. Jeho hlavní myslitelská díla byla vydána až posmrtně. Řada jeho prací zůstává dosud v rukopise.

Ortogeneze + emergentismus:

kosmogeneze, chemogeneze, biogeneze, noogeneze, christogeneze



Emergentismus – jedna z verzí



Saltacionismus – Richard Goldschmidt (1878-1958)



- **Kritika neodarwinismu a gradualismu (Evoluce probíhá nikoliv graduálně, ale skokovitě; selekce jako E mechanismus je nedostatečná)**
- **Spontánní mutace mohou vést k velkým reorganizacím genomu individuí**
- **Většina takových mutací je letální**
- **Některé náhodně přežívají a mohou být zdrojem preadaptací k novým podmínkám prostředí**
- **Takové mutace mohou být zdrojem nového druhu**

Saltacionismus – odmítnut neodarwinisty a gradualisty (genetika nezná cestu velkých mutací k dědičné fixaci ?), přijat řadou paleontologů – především Otto Schindewolf:

„Typogeneze – typostáze – typolýza (typostrofická hypotéza)“

Paleontologický záznam totiž často ukazuje na náhlé objevení druhů, evoluce probíhá v etapách „evolučního vzryvu“ a „evoluční stasis“ (viz dále Flegr – zamrzlá evoluce)

(vysvětlení gradualistů = neúplný záznam)

Přerušovaná rovnováha (J. S. Gould & N. Eldredge, 1972):

Evoluce = stasis + rychlé speciální kroky,

přírodní výběr působí na:

geny, organizmy, populace, druhy i vyšší taxony, (tj. stabilní soudržné jednotky diferenčně přežívající),

makroevoluce oddělena od mikroevoluce, je výsledkem mezidruhové selekce,

katastrofy (speciální případ darwinizmu).

3 druhy evolučního času (pořadí):

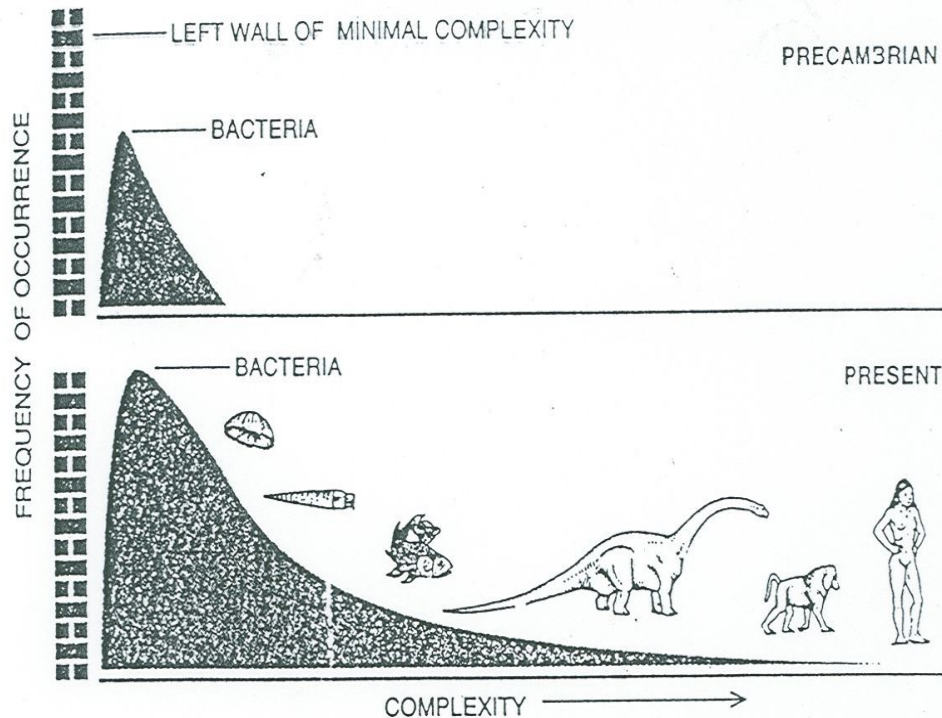
- 1) ekologické momenty (změny v krátkém časovém úseku existence druhu = zdokonalení druhu přírodním výběrem (darwinowsky))**
- 2) děje a stavy mezi dvěma epizodami masového vymírání (dlouhé milióny let)**
- 3) periodické katastrofy a decimace ekosystémů a biosféry (Př. P/T – *Ophiceras* – 300 rodů v T – konec sv. T + další rozvoj J+Cr)**



Niles Eldredge

Modální komplexita (J. S. Gould, 1994): evoluce zahrnuje chaos, nahodilost, architektura modální komplexity, evoluční „keř“ s širokou bází, šťastné náhodné přežívání

Gould (1994)



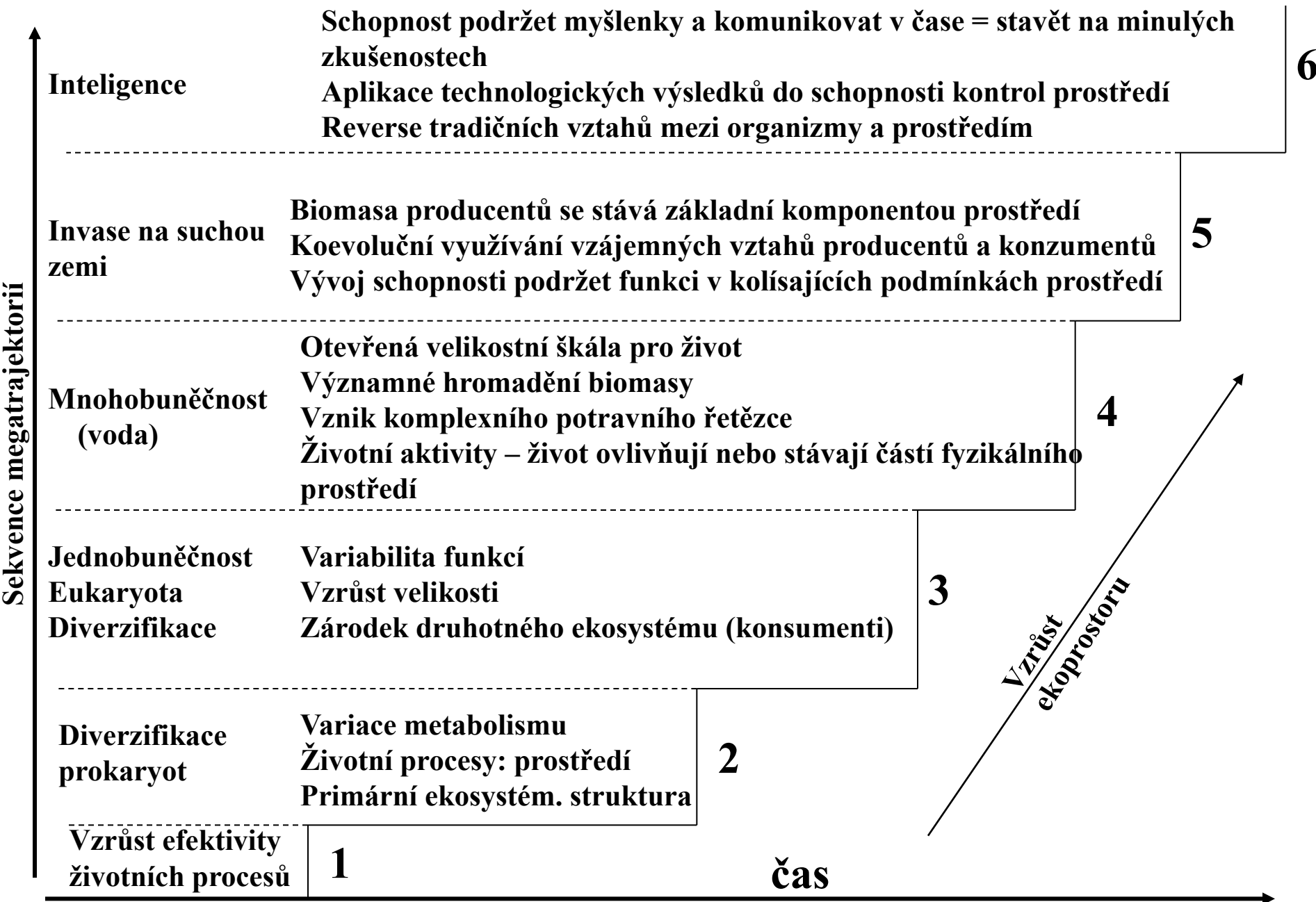
PROGRESS DOES NOT RULE (and is not even a primary thrust of) the evolutionary process. For reasons of chemistry and physics, life arises next to the “left wall” of its simplest conceivable and preservable complexity. This style of life (bacterial) has remained most common and most successful. A few creatures occasionally move to the right, thus extending the right tail in the distribution of complexity. Many always move to the left, but they are absorbed within space already occupied. Note that the bacterial mode has never changed in position, but just grown higher.

Usměrněnost velkých trajektorií (A. Knoll & R.K. Bambach, 2000): 6 evolučních megatrajektorií, jejich následnost a usměrněnost od počátku historie Země v čase



A. Knoll

Knoll et Bambach, 2000:



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

Hadaikum, archaikum, proterozoikum

Rostislav Brzobohatý

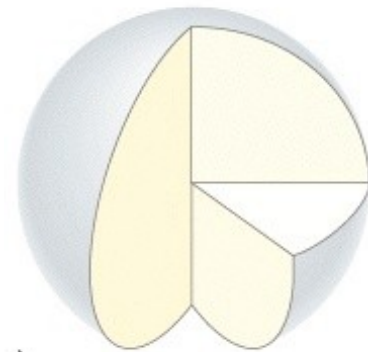
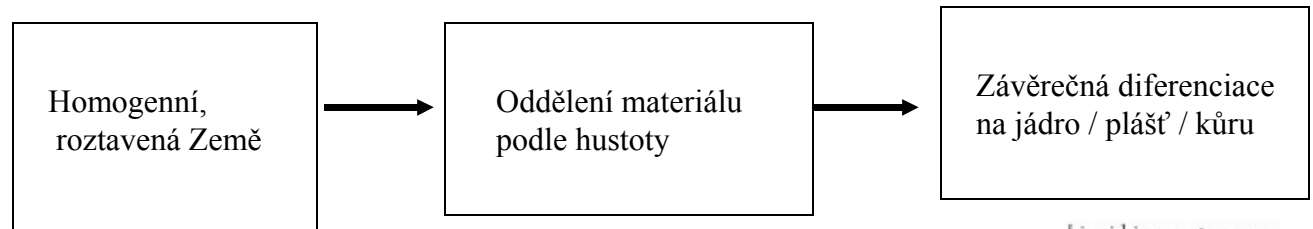
výběrovka 13



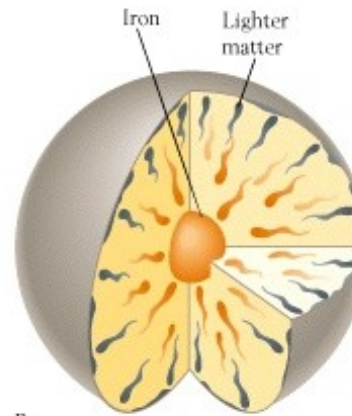
Velký třesk – 15 Ga – elementární částice, lehké prvky (H, He)-
hvězdy a galaxie první generace – bílí trpaslíci.

Neutronové hvězdy, černé díry, další lehké prvky – supernovy –
těžké prvky, hvězdy druhé generace s planetami – chemická evoluce

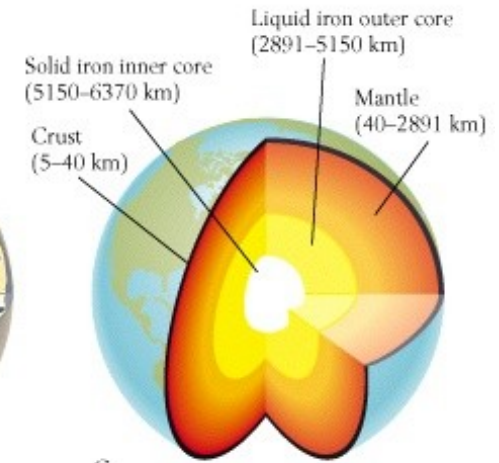
Tvorba Země jako planety zahrnuje



A



B



C

EarthHistory, Ch 11

10

-Po počátečním oddělení Fe a Ni jádra a vnější silikátové slupky pokračovala diferenciaci na vnitřní (pevné, tlakový efekt – pevné Fe je hustší než tekuté Fe) a vnější (tekuté) **jádro**, **plášť** (Fe + Mg silikáty) a **kůru** (K + Na silikáty).

-Chladnoucí magma vytvářelo prvotní basaltovou („čedičovou“) kůru (tak jak je to dnes na dnech oceánů). Ta byla několikrát přetavena energií impaktů velkých asteroidů během hadaika.

-Kontinentální kůra je mladší a její tvorba souvisí s rozběhnutím geologických cyklů.

Origin of Continental Crust

- 3.9 to 4.2 Ga
Acasta Gneiss
– 3.96 Ga +/- 3 Ma

(ZrSiO₄) (+Hf)

4,404 Ga – Jack Hills (Austrálie) – nejstarší zirkony

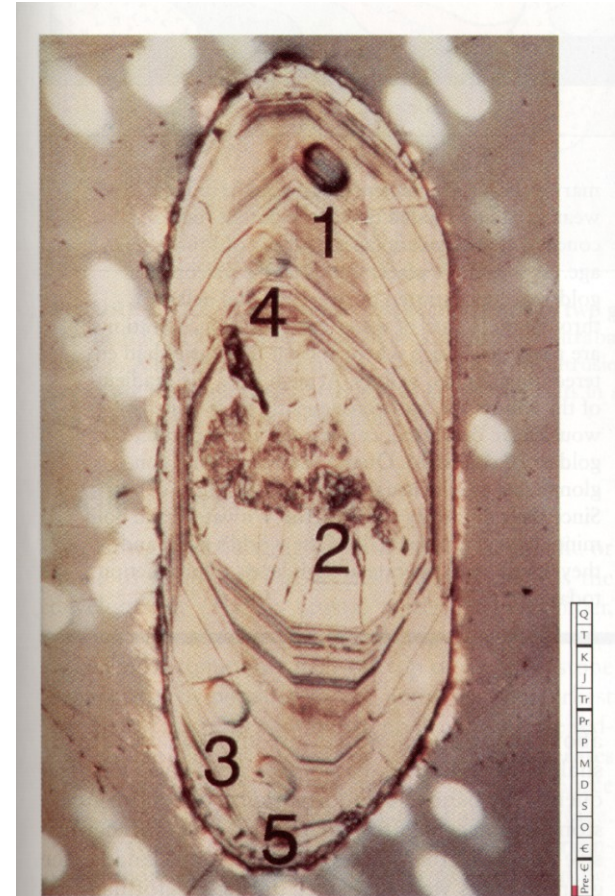
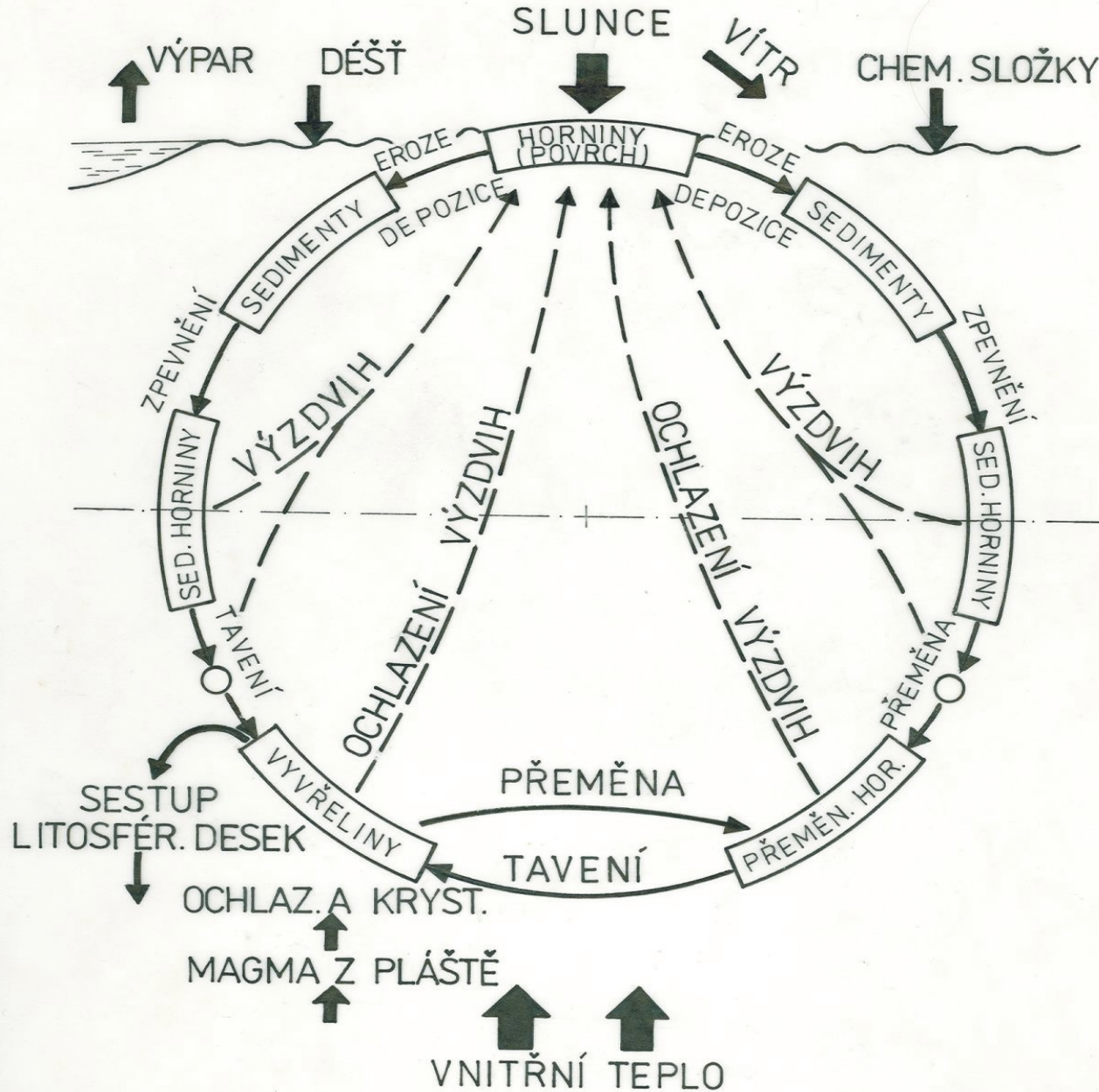


FIGURE 6-18 Photomicrograph of one of the 3.96-billion-year-old zircon grains extracted from the Acasta Gneiss, Slave province, Northwest Territories of Canada. The grain is 0.5 mm long. Its polished surface has been etched with acid to highlight crystal growth zones. Numbers refer to points selected for analysis. (Courtesy of S. A. Bowring.) 🗨️ Why are zircon crystals particularly valuable in determining isotopic ages?

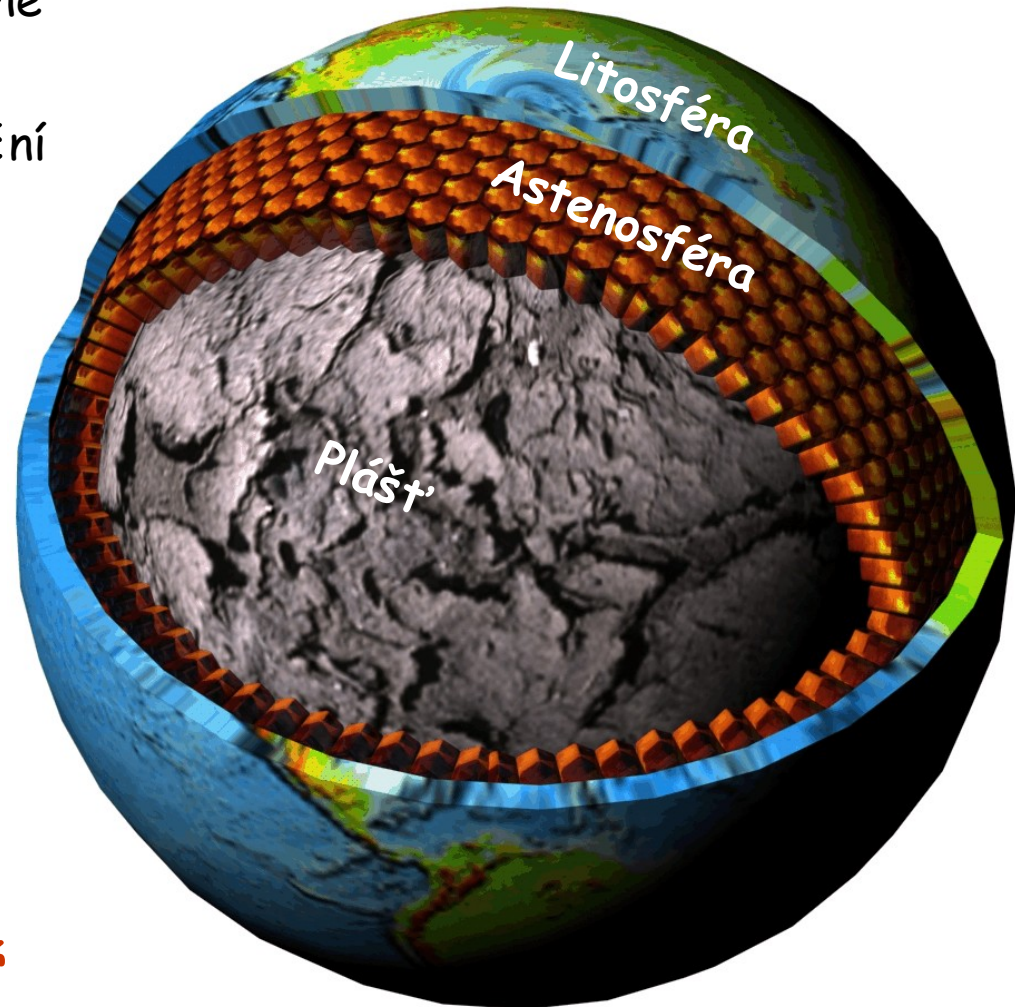
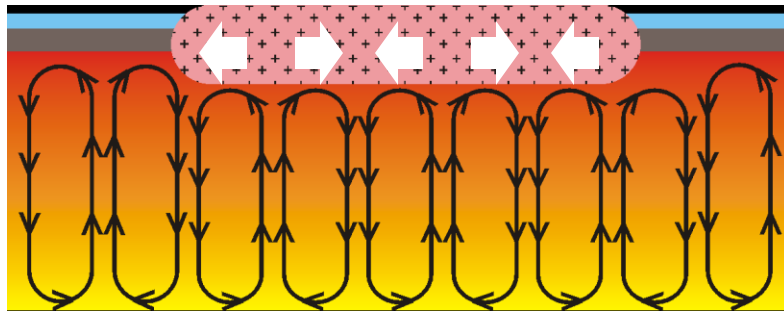
Horninový cyklus



Jak je to tedy s konvekčními proudy

Novější hypotéza

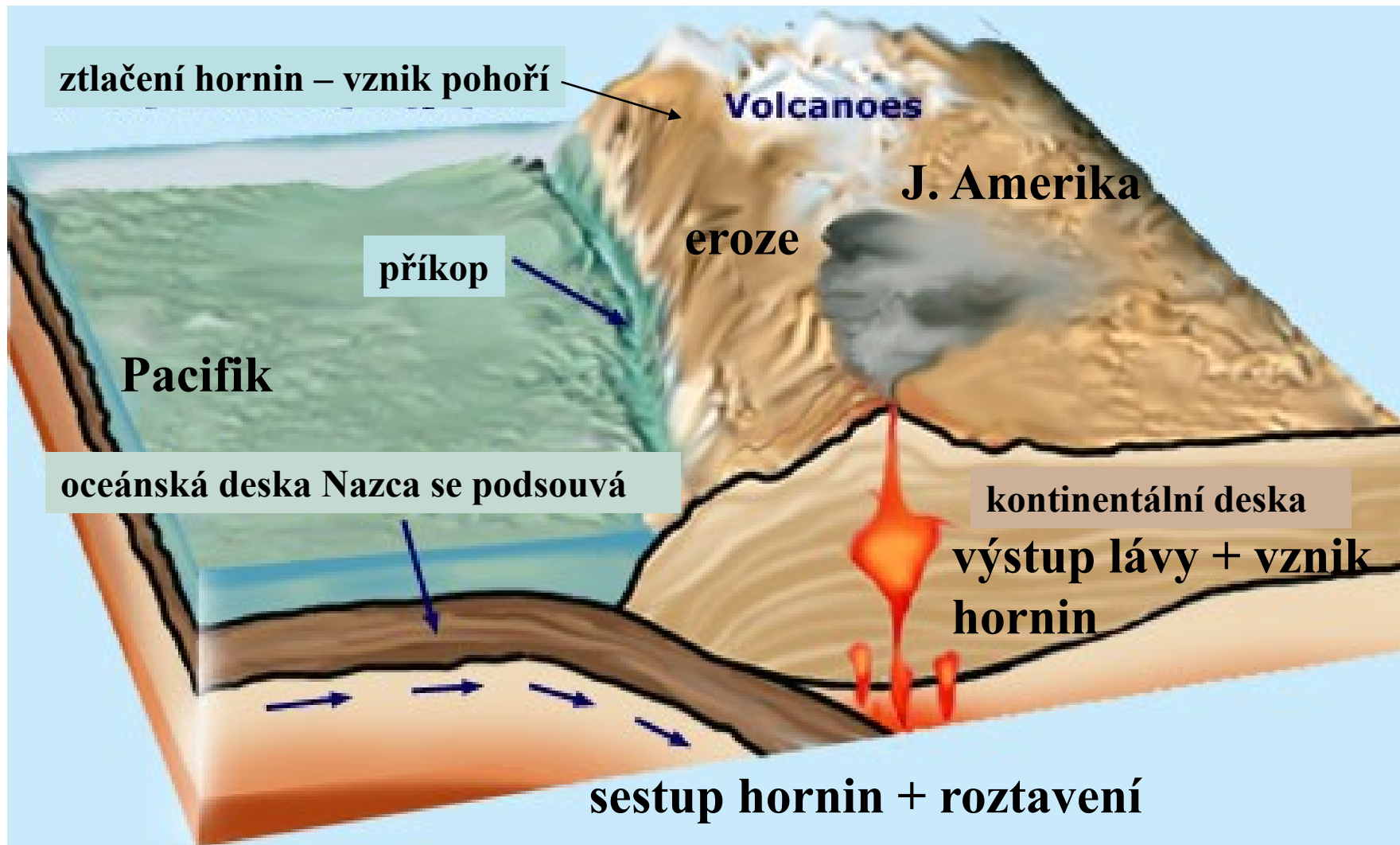
- Astenosféra je velmi plastická a horká = musí v ní probíhat konvekce
- konvekční buňky jsou avšak relativně malé a pravidelné
- experimenty prokázaly, že konvekční buňky mají zhruba tvar šestibokého hranolu, o délce hrany ~500 km
- vzhledem ke své velikosti nemohou konvekční proudy hýbat deskami, jejich účinky se vzájemně ruší



Konvekční proudy (buňky) vytvářejí jakýsi polštář, po kterém desky kloužou

Desky se zabořují a podsouvají vlivem spreadingu a rozdílné hustoty litosféry a astenosféry

Podsouvání (subdukce) oceánské desky pod kontinentální desku (např. Nazca pod Jihoamerickou) v současnosti



Trapy – DEKKAN
byly na místě dnešního
Reunionu před 65 miliony let

„horká skvrna“
REUNION
(dnes)

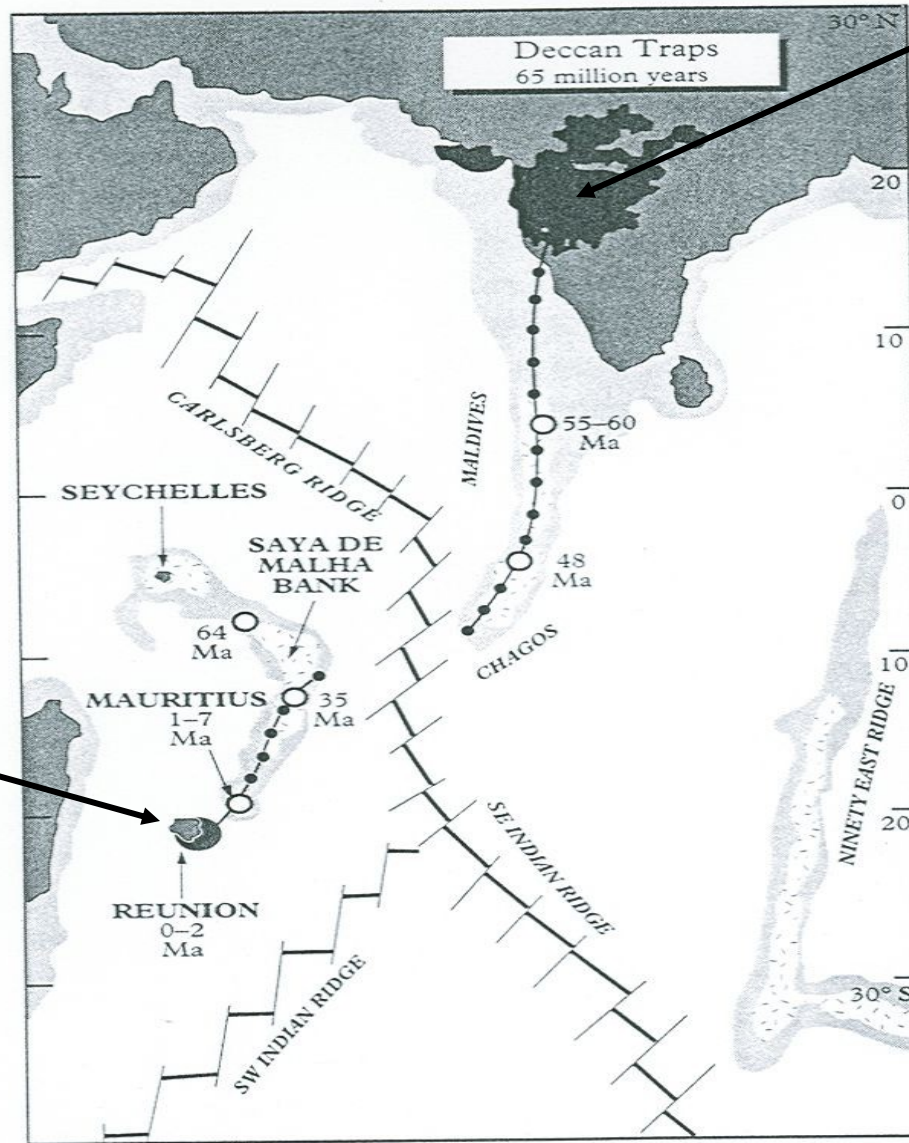
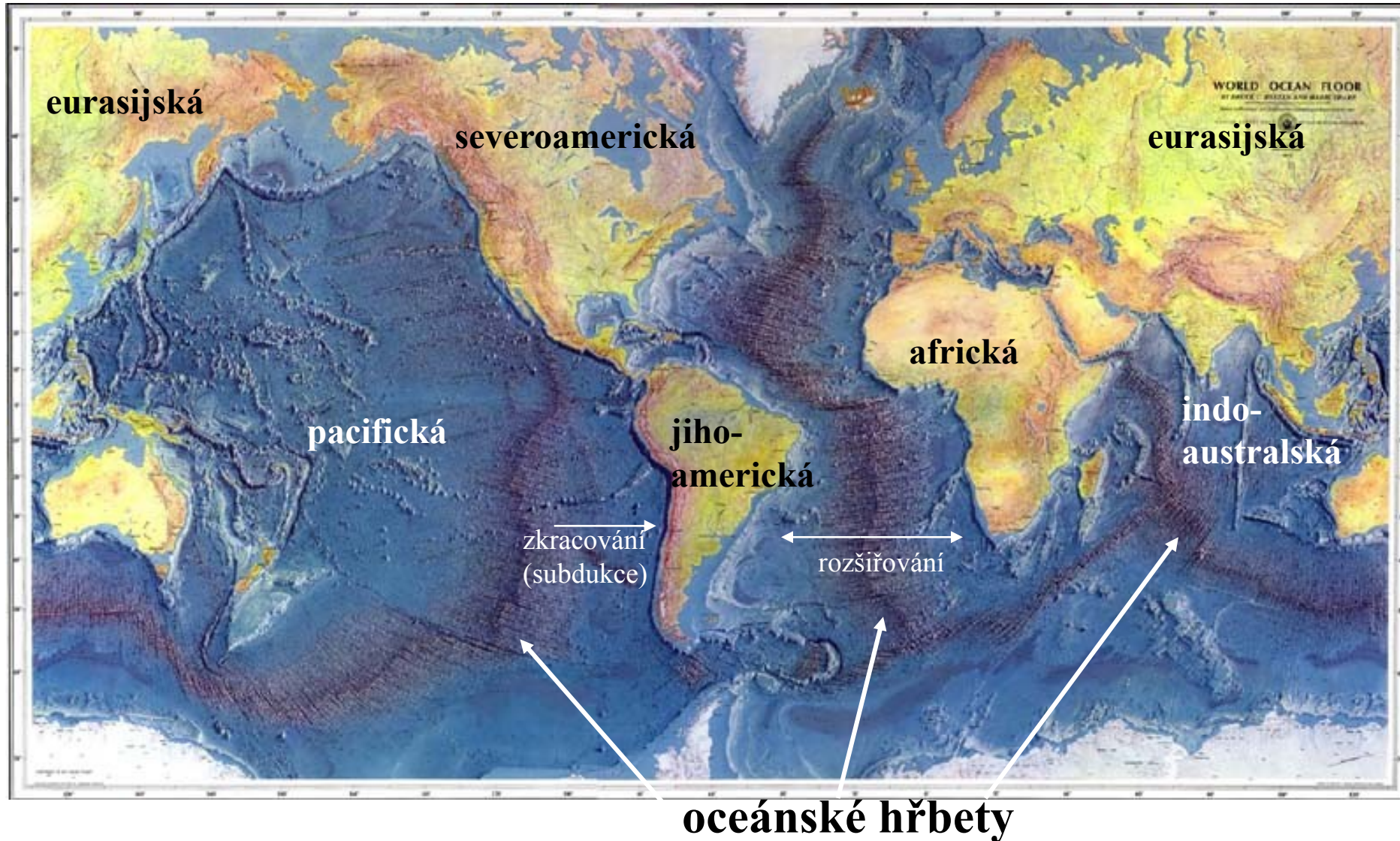
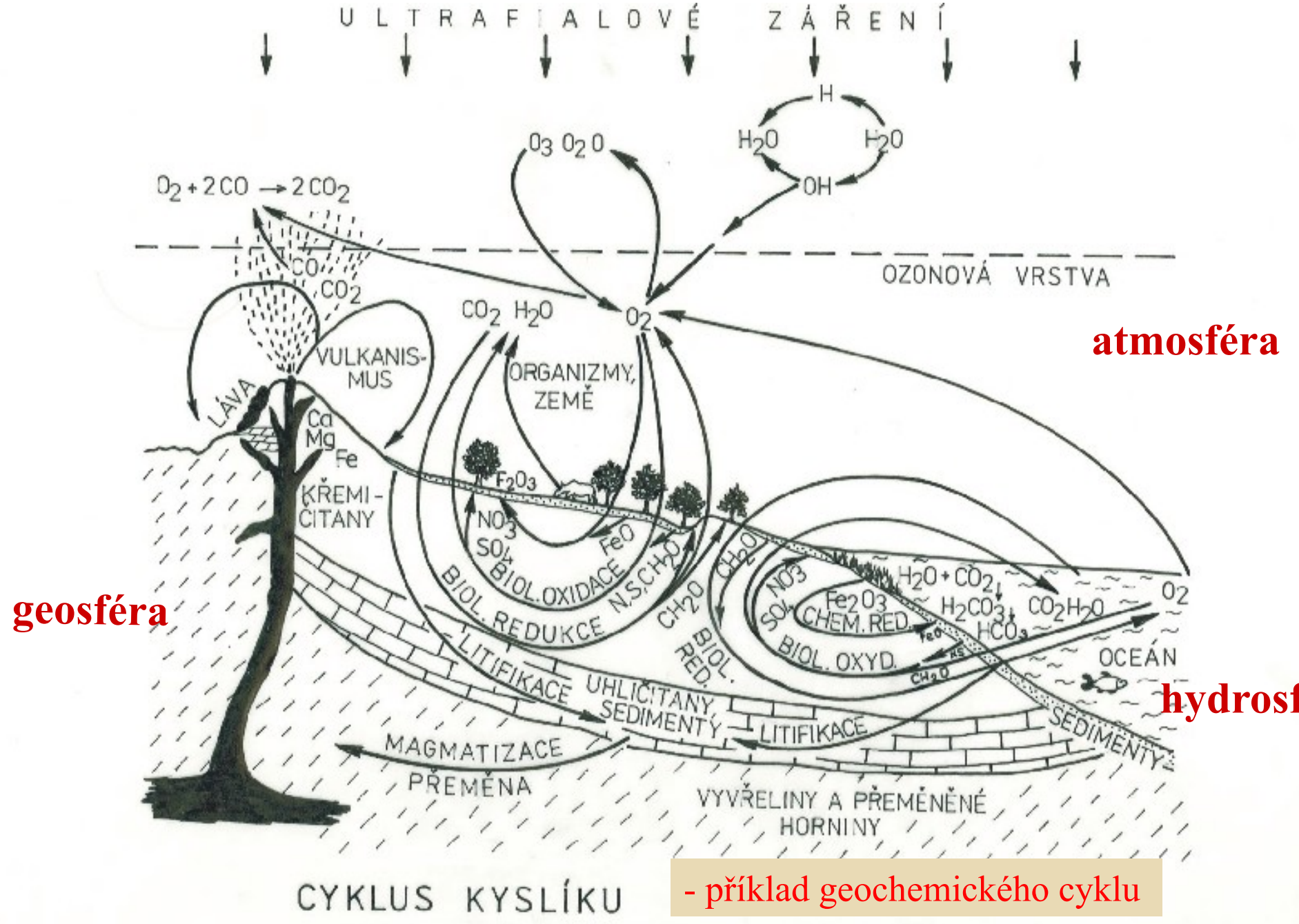


Figure 5.1
Part of the Indian
Ocean, showing
chains of seamounts
leading from the
active Réunion
hotspot, to the
Deccan Traps. Age
progression (in Ma)
is shown where
actual
measurements were
carried out on
dredged samples.

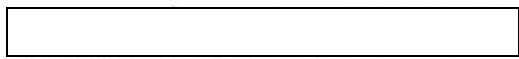
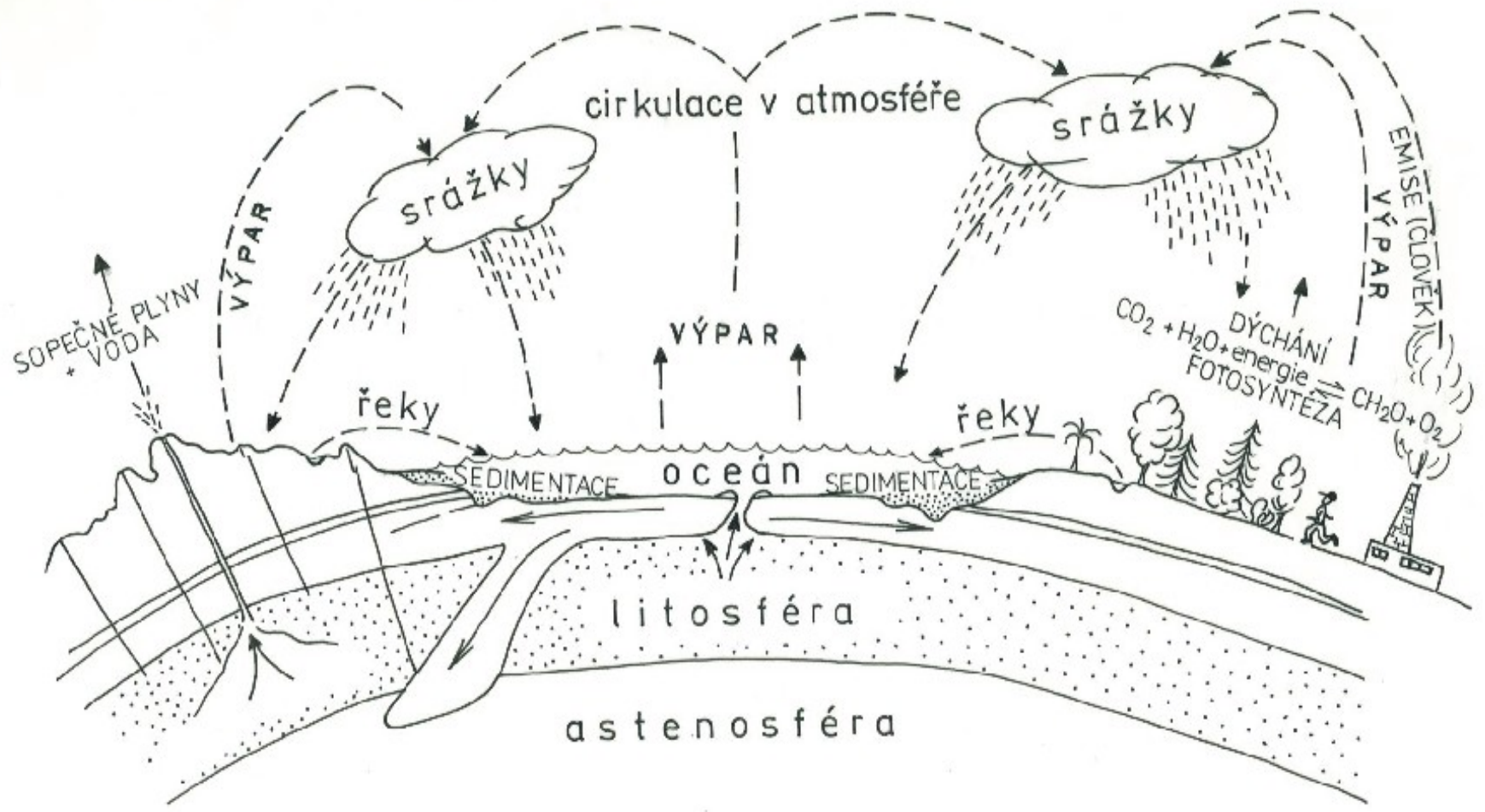
Svědectví rozevírání Indiku, pohybu desek a rozsáhlé povrchové výlevy láv (čediče) na konci křídy (65 Ma)

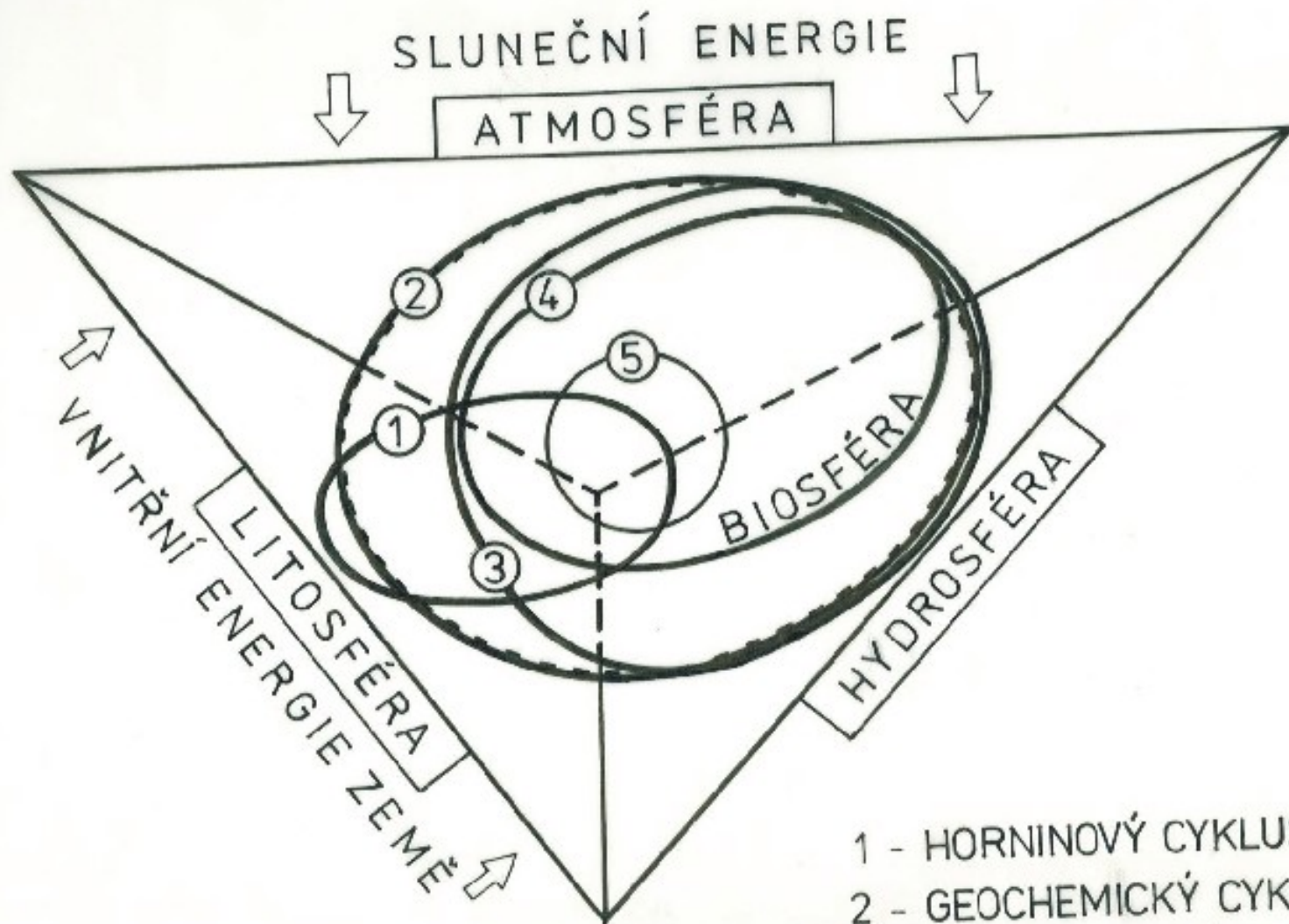
Oceánské dno – svět, dnešní pohled, rozložení nejdůležitějších desek





Zemský metabolismus





**Znázornění prolínání jednotlivých sfér
– Země jako celistvá entita**

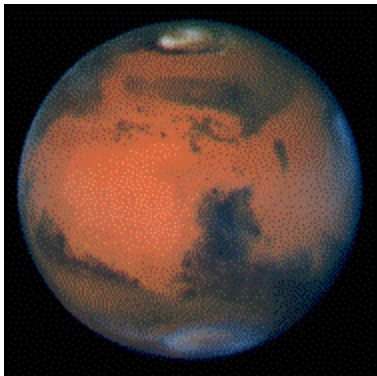
- 1 - HORNINOVÝ CYKLUS
- 2 - GEOCHEMICKÝ CYKLUS
- 3 - HYDROLOGICKÝ CYKLUS
- 4 - BIOLOGICKÝ CYKLUS
- 5 - LIDSKÁ SPOLEČNOST



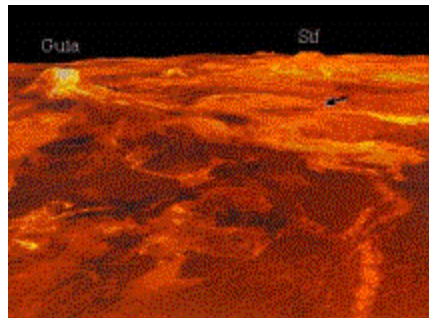
**~ 4.5 Ga: srážka Země s planetou cca velikosti Marsu, následky: hmota Měsíce vyrvána,
? likvidace původního plynného obalu Země**

Časná atmosféra

- Prvotní atmosféra Země (H, He) byla odváta slunečním větrem. V úsvitu planety ještě nebylo magnetické pole – vytváří se kolem 4 Ga (po spuštění dynamo tekutého jádra).
- Časná stabilní atmosféra udržovaná gravitací = < inertní N + CO₂
Aby byl CO₂ odstraňován z atmosféry je třeba voda v kapalném stavu.
 - Mars je příliš studený.
 - Venuše je příliš horká.
 - Obě planety mají CO₂ atmosféru.
- Jen na Zemi je hydrosféra a proto většina CO₂ vázána ve vápencích, dolomitech a v živé hmotě!



Mars

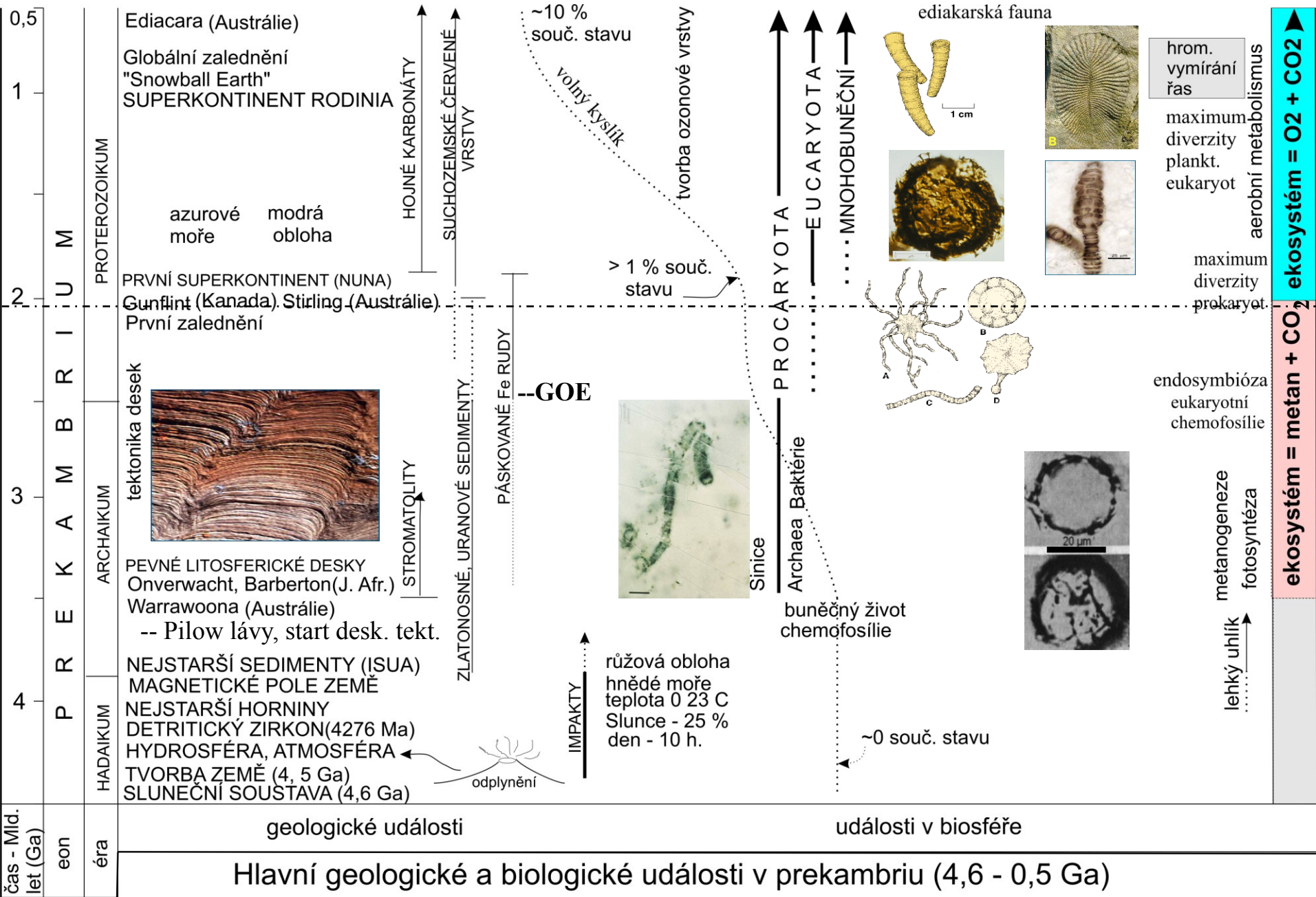


Venuše



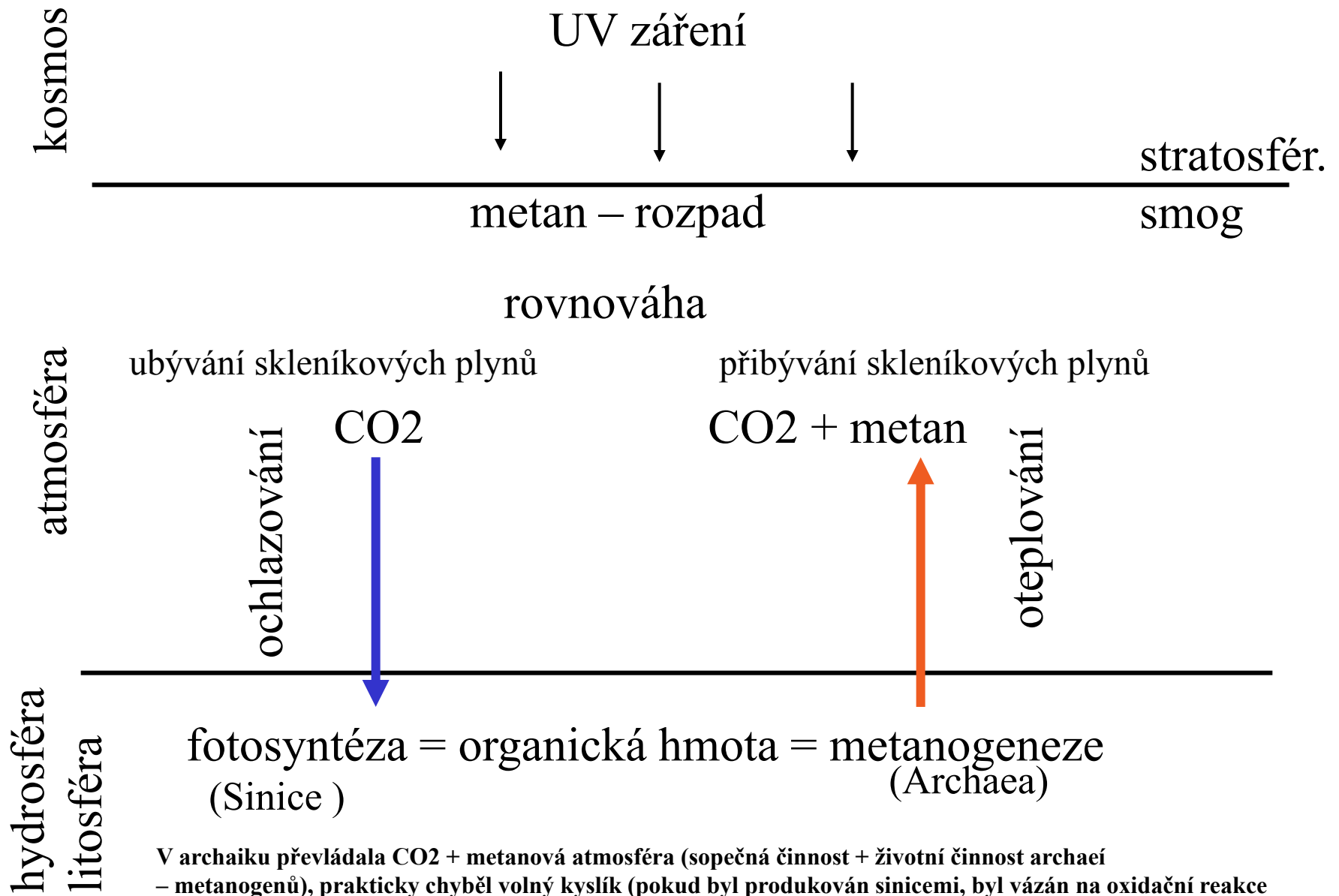
Země

Vznik života – viz minulý semestr



Zachycují prolínající se působení živé a neživé složky, jejich rozrůžňování a tvorbu neustále proměňujícího se obrazu planety.

První stabilní ekosystém v archaiku (3, 6- 2, 3 Ga)



V archaiku převládala CO₂ + metanová atmosféra (sopečná činnost + životní činnost archaeí – metanogenů), prakticky chyběl volný kyslík (pokud byl produkován sinicemi, byl vázán na oxidační reakce Fe²⁺ a tvorbu páskovaných železných rud). Teprve koncem archaika a začátkem proterozoika se obsah volného kyslíku výrazně zvyšuje a nastupuje ekosystém na bázi CO₂ a O₂.

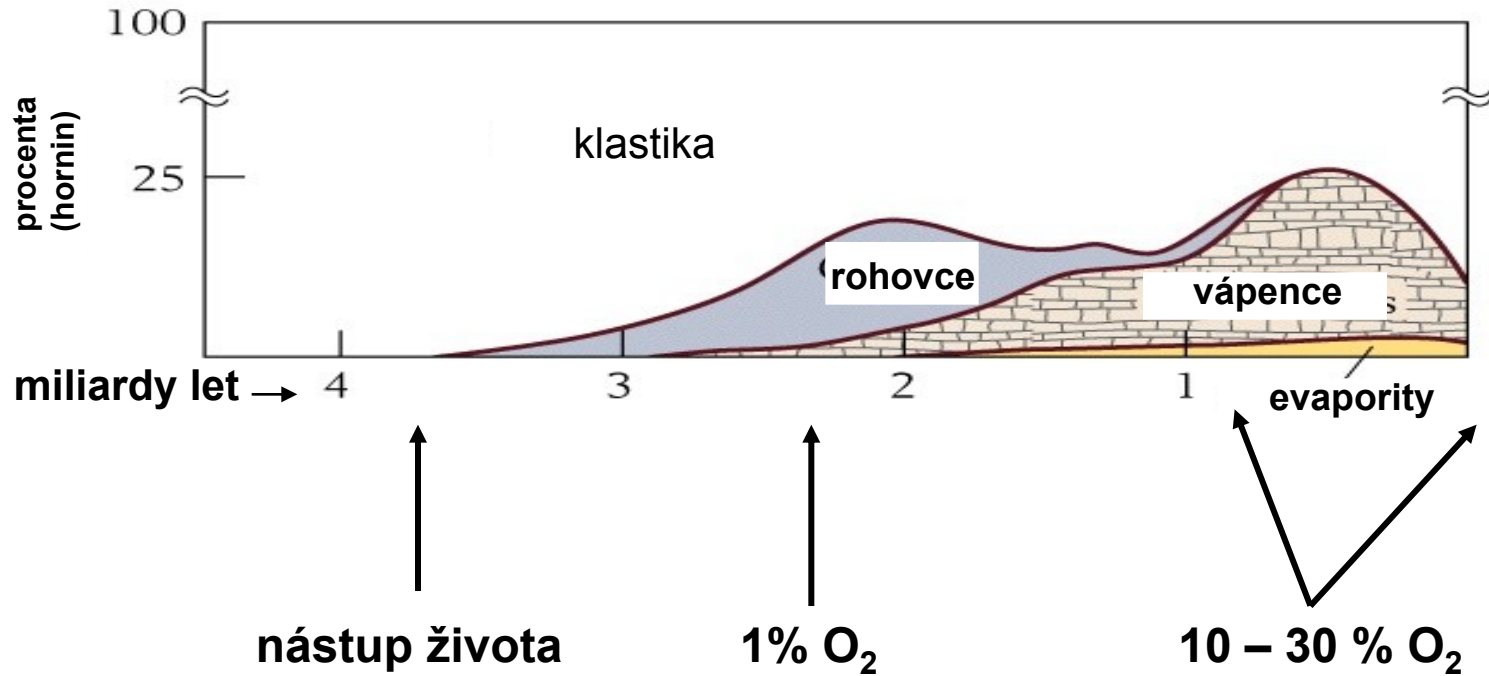
(podle Lovelock 1994)

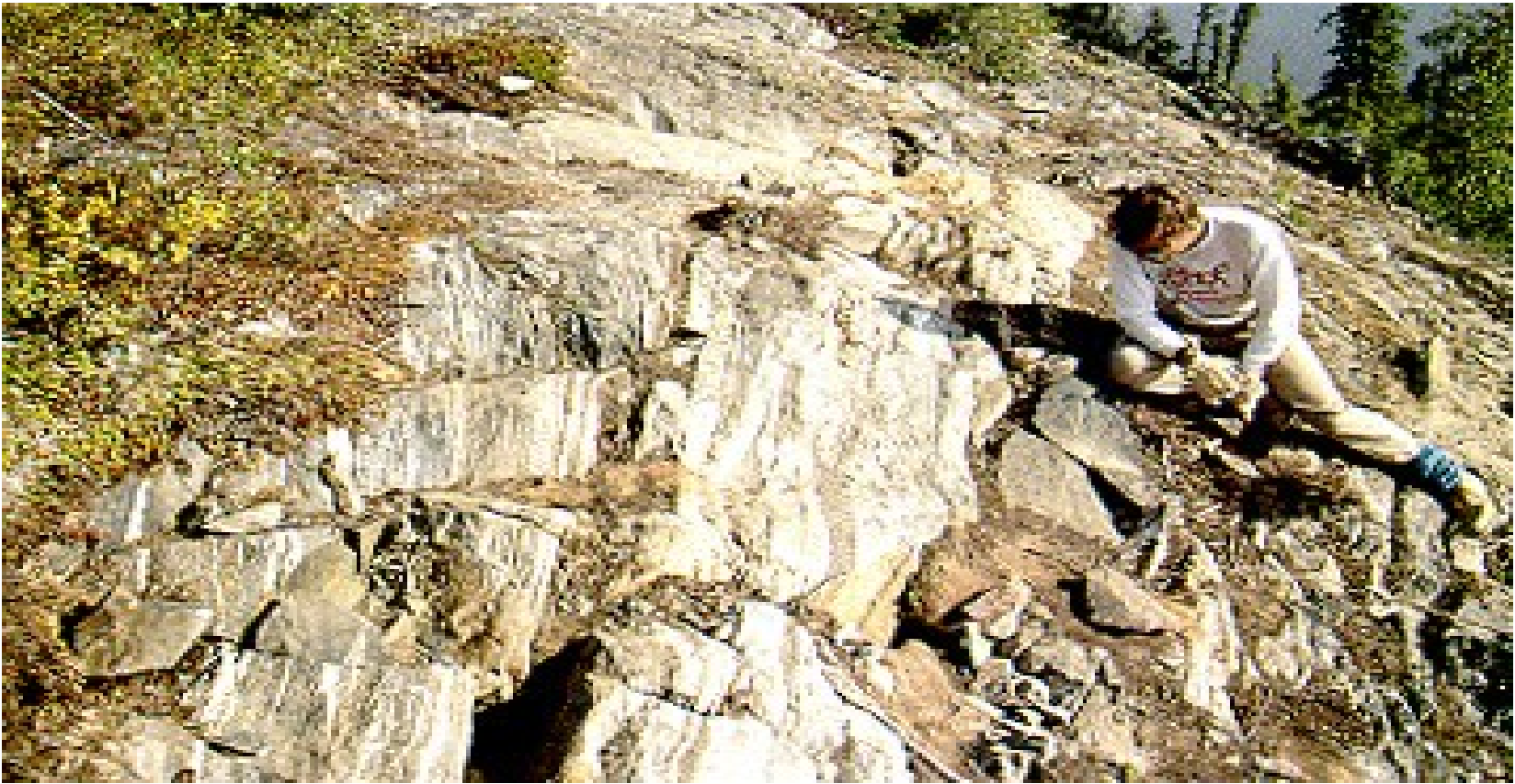
Archaické až proterozoické sedimenty (litosféra):

Archaikum:

- Většinou hlubokovodní klastické uloženiny (břidlice, pískovce) s vysokou koncentrací erodovaného vulkanického materiálu.
- **Převažují rohovce.**
- Absence mělkovodních šelfových vápenců (karbonátů) a evaporitů.
- Časté páskované Fe rudy (vulkanismus = volné Fe + nastupující volný kyslík vlivem životní činnosti prokaryot). Páskovaný = hydroxidy Fe + polohy rohovců
 - Stromatolity (laminované sedimenty vzniklé životní činností cyanobaktérií a řas)
 - V **proterozoiku** nastupuje již silná tvorba karbonátů a ustupují rohovce.

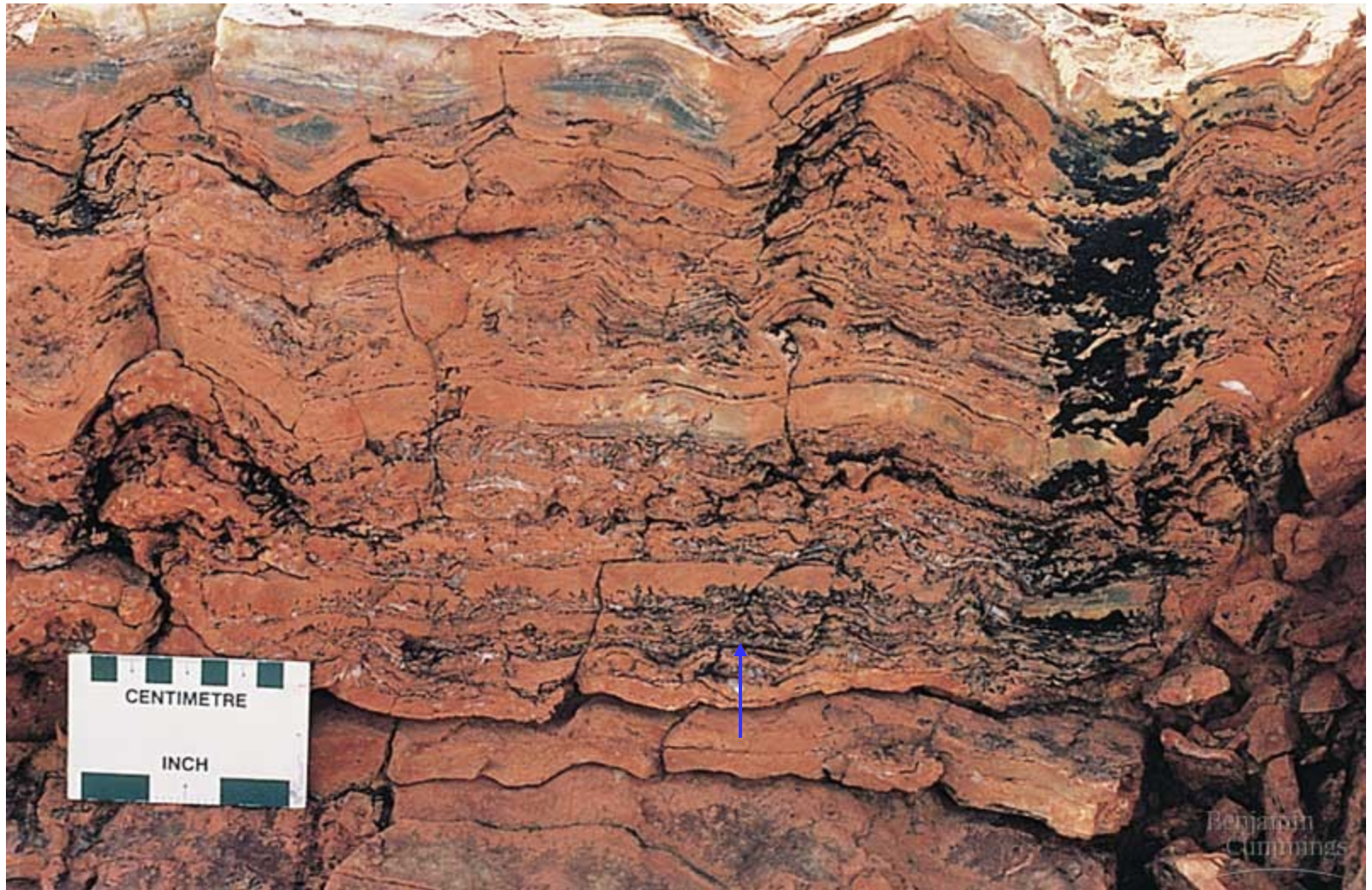
Zastoupení hlavních sedimentárních hornin v historii Země





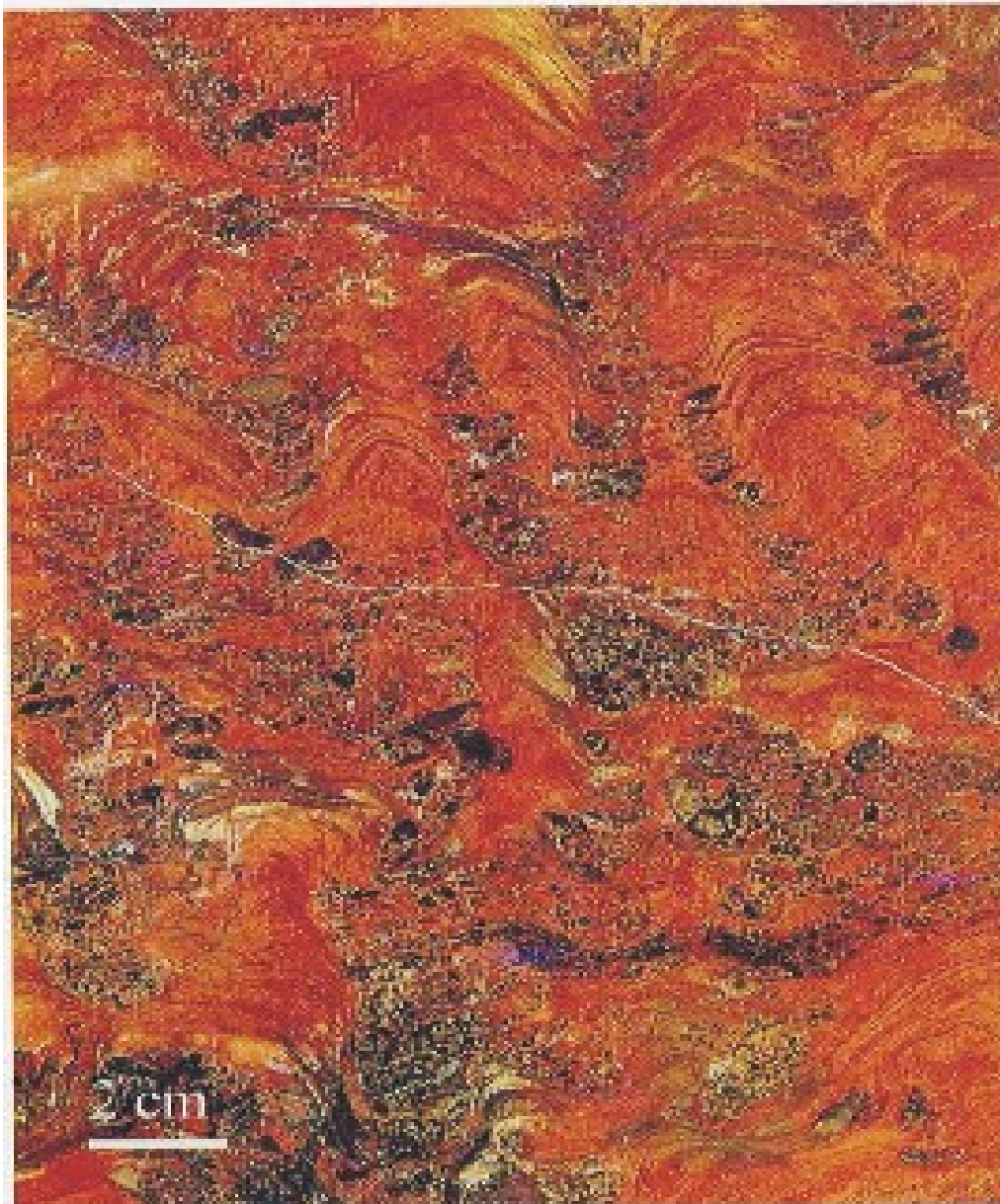
The Acasta gneiss in Canada's NWT was formed 4.0 Ga ago. Along with similar metamorphic rocks in southern Greenland, these are the most ancient pieces of crust remaining on Earth.

Stromatolity (petrifikovaná bakteriální bahna)

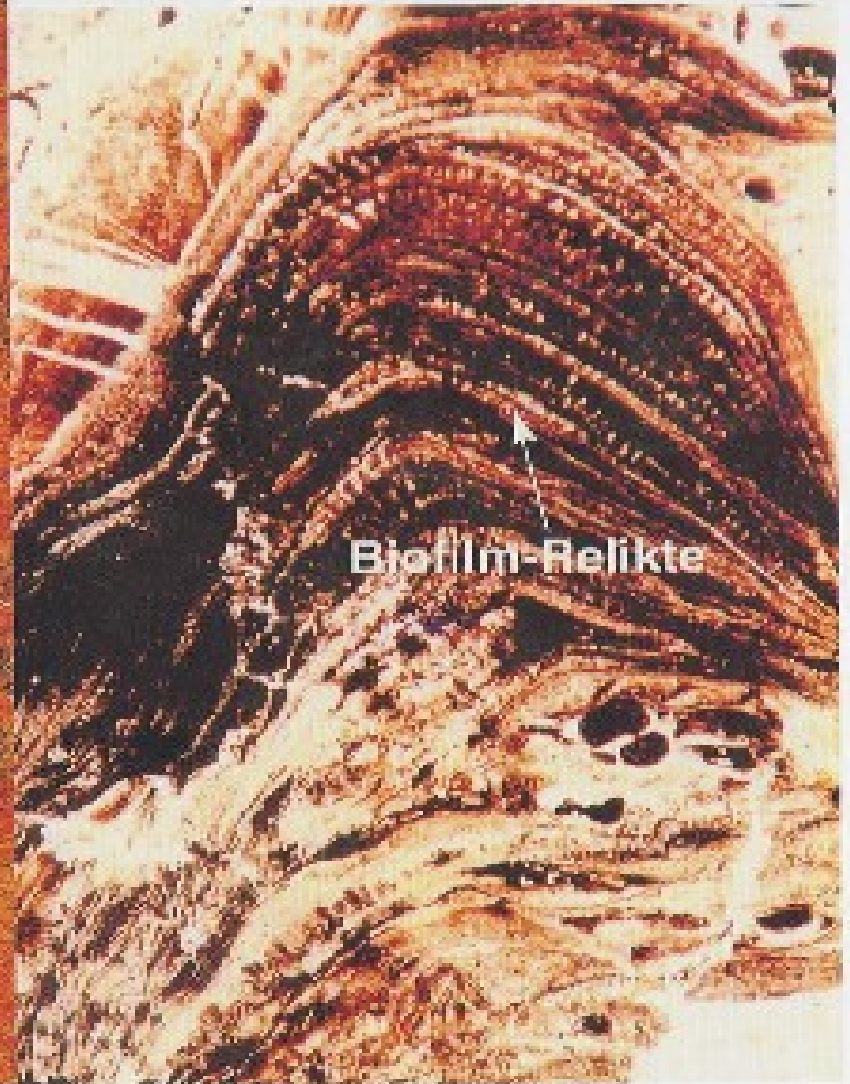


BIF – magnetit (Fe_3O_4), haematit (Fe_2O_3), ~ 3,7 Ga, maximum kolem GOE (2, 4 Ga), až 30 % Fe

Páskované Fe rudy, 2.2 Ga, řez



Stromatolithische Banded Ironstone Formation, BIF, 2.2 Mrd.Jahre

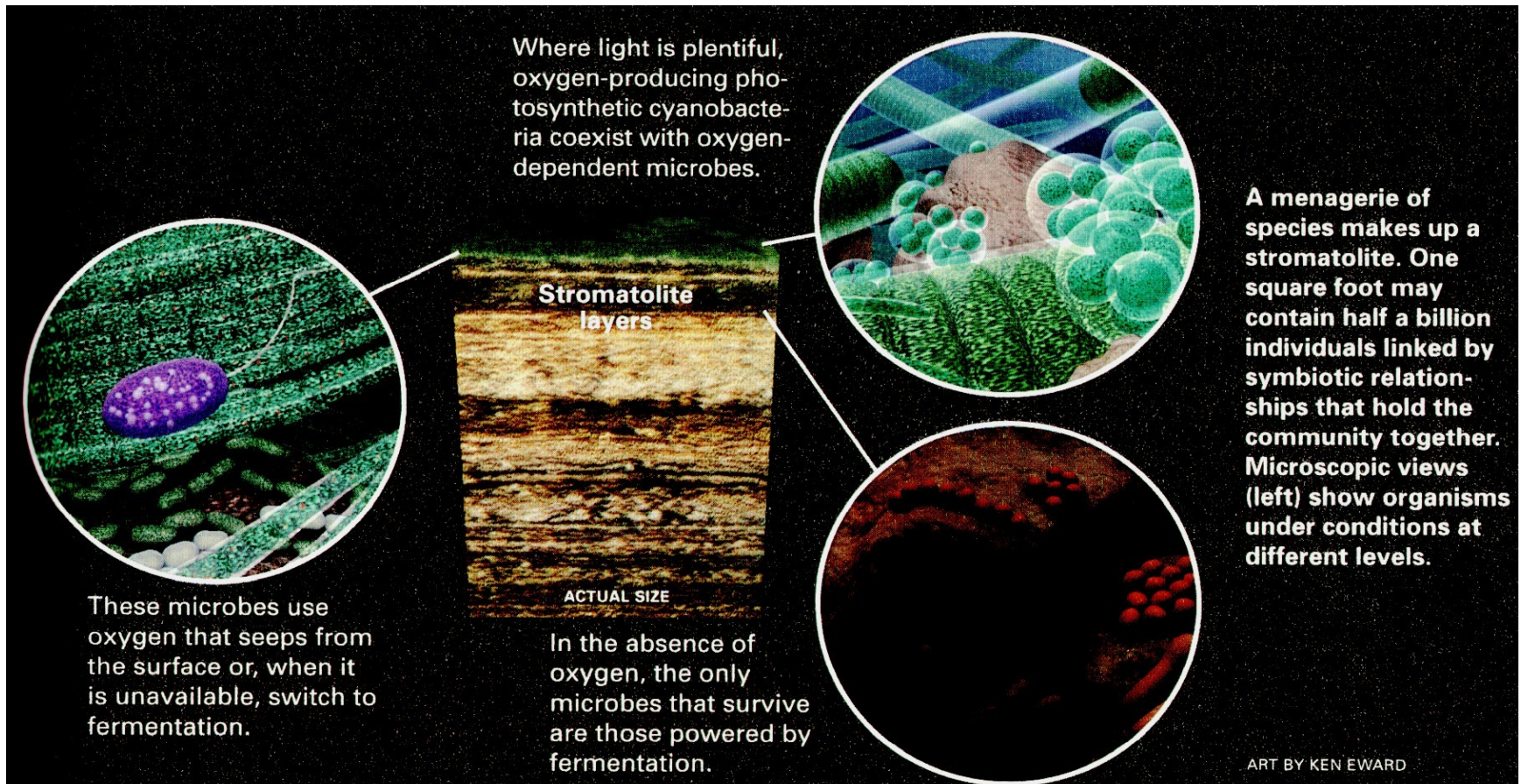


Páskované Fe rudy, makroskopický pohled



Vznik stromatolitů

- Za dostatku světla produkovaly cyanobakterie kyslík (fotosyntéza), ten používali jiní mikrobi k získávání energie (světlejší vrstva) - pokud kyslík chyběl, přecházeli k fermentaci, za absence kyslíku přežívali jen fermentanti (tmavší vrstva). Bahnité sedimenty byly zpevněny uhličitanem vápenatým z vody a vytvářely pevné páskované horniny.

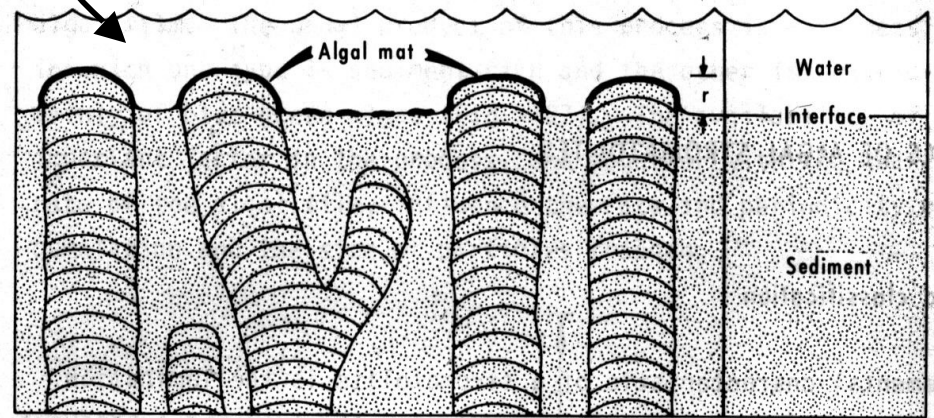


The Archean fossil record (cont.)



← 3.2 billion year old stromatolite from South Africa

Growth of cyanobacterial mats



Stromatolity, 1,8 Ga, Great Slave Lake (Kanada)



**Stromatolity, 1,8 Ga, Great Slave Lake (Kanada)
detail**





Recentní stromatolity, Shark Bay, Austrálie (vzácně se tvoří ještě dnes v hypersalinních podmínkách, které zabraňují vstup případným požíračům)



© 2005 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley

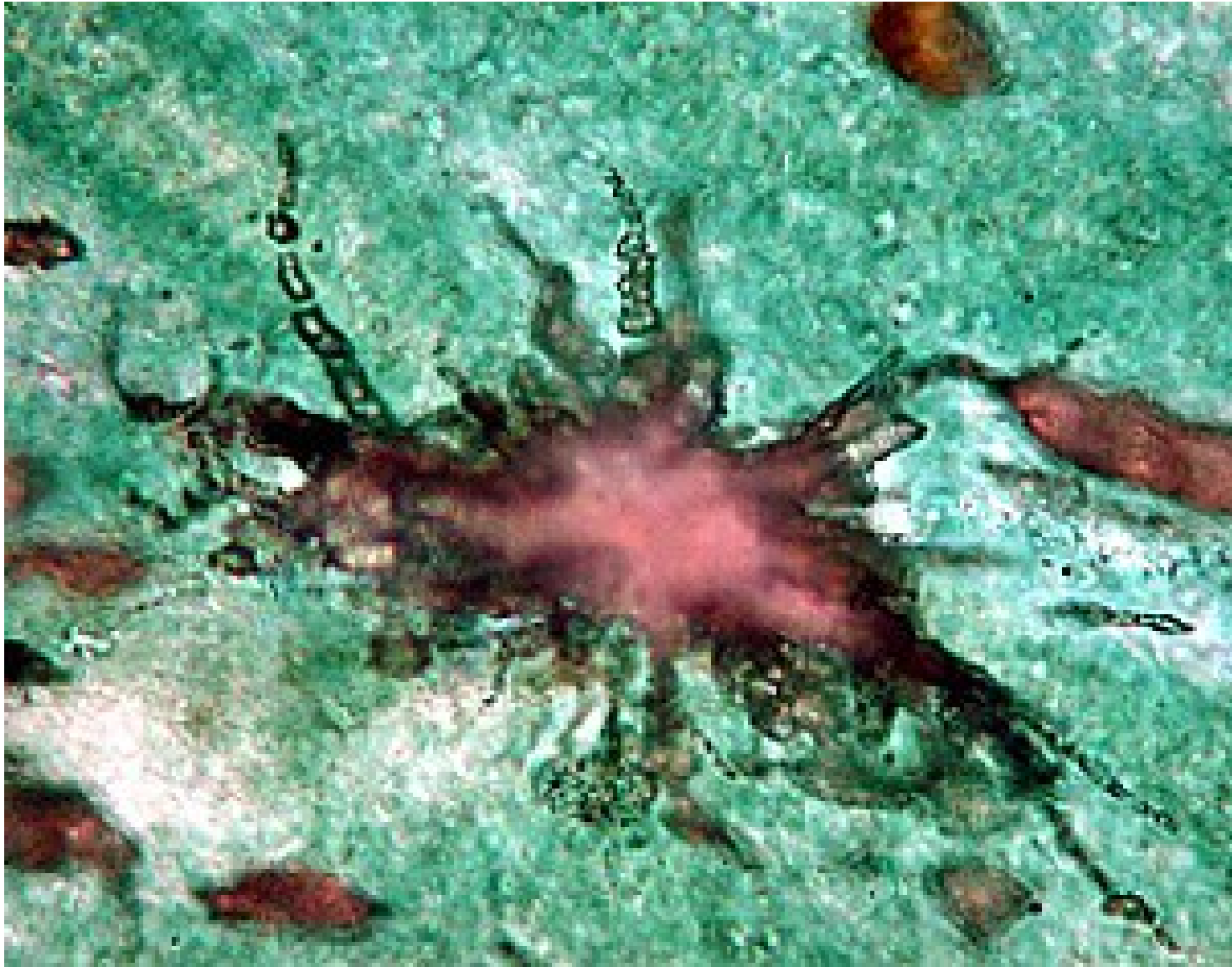
At right is a layered **stromatolite**, produced by the activity of ancient cyanobacteria. The layers were produced as **calcium carbonate** precipitated over the growing mat of bacterial filaments; photosynthesis in the bacteria depleted carbon dioxide in the surrounding water, initiating the precipitation. The minerals, along with grains of sediment precipitating from the water, were then trapped within the sticky layer of mucilage that surrounds the bacterial colonies, which then continued to grow upwards through the sediment to form a new layer. As this process occurred over and over again, the layers of sediment were created. This process still occurs today; [Shark Bay](#) in western Australia is well known for the stromatolite "turfs" rising along its beaches.



(Rashid 2009)

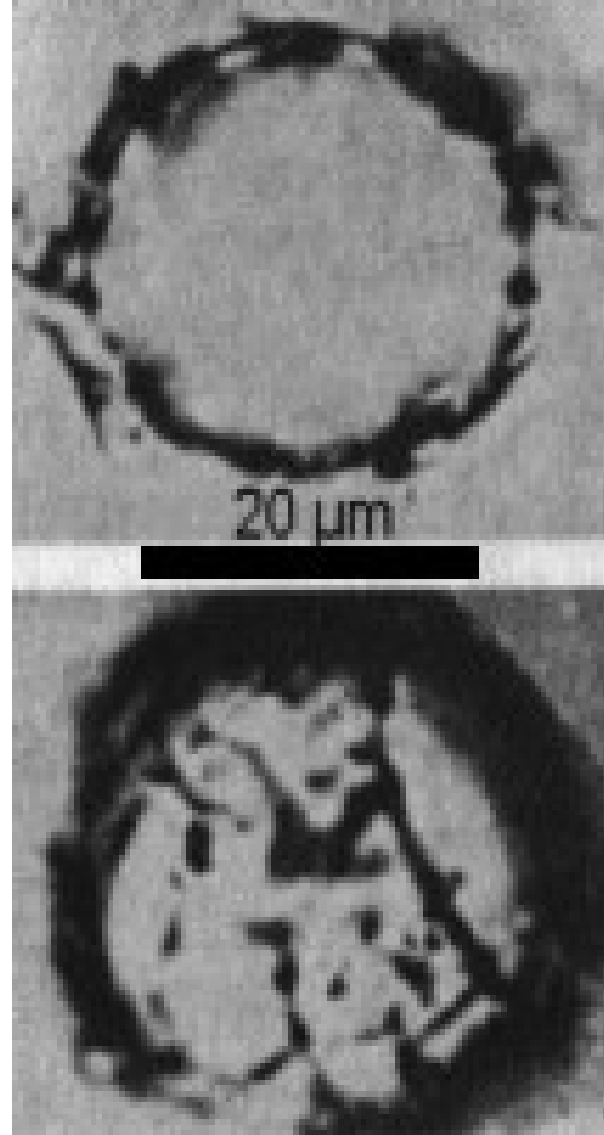
Shark Bay

**Barberton (J. Afrika, ~ 3.5 Ga), jedna z
nejstarších mikrofosílií (?)**



Buněčný filament - 3465 Ma



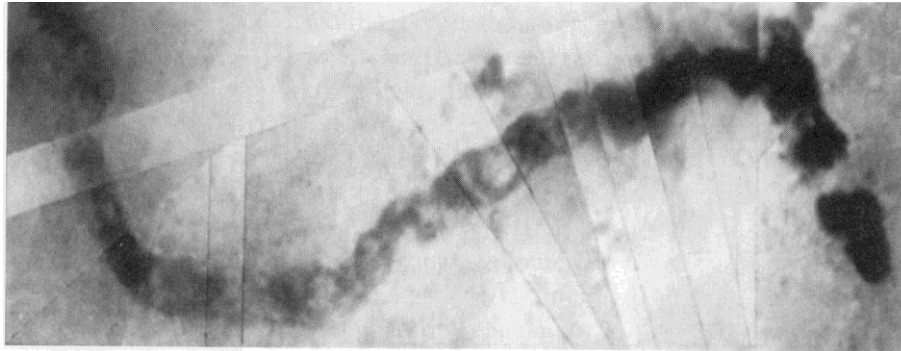


***Archaeosphaeroides barbertonis*, Barberton, J. Afrika, ~ 3.2 Ga**
(Procaryota)

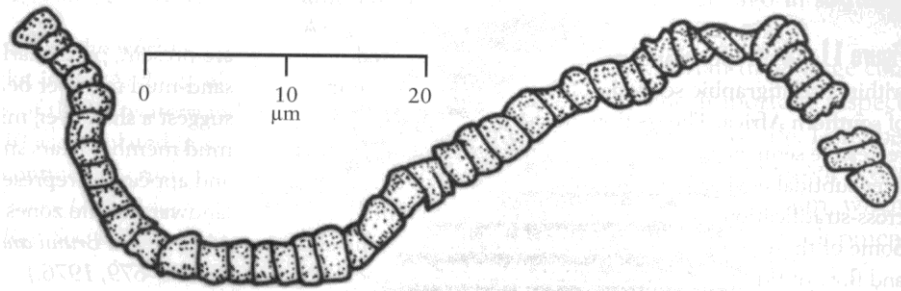
Cyanophyta ~ cca 3.4 Ga



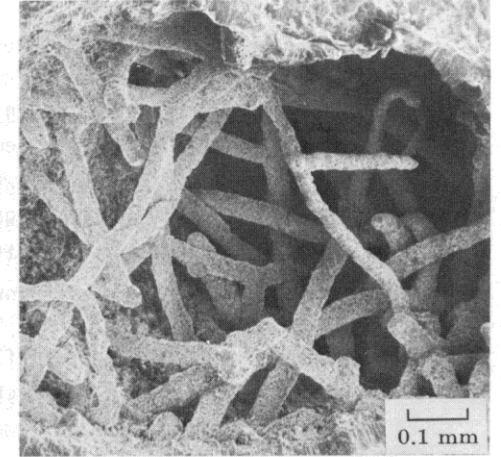
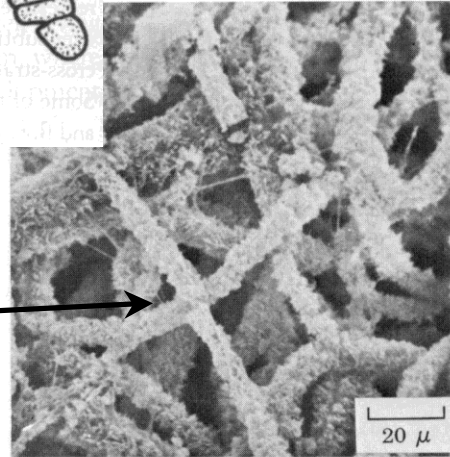
The Archean fossil record (cont.)

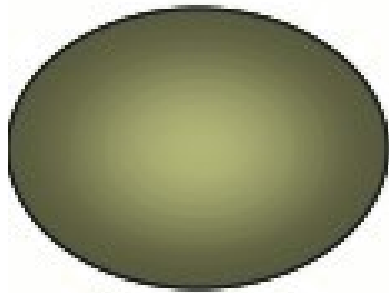


← 3.5 billion year old bacteria preserved in chert from Western Australia

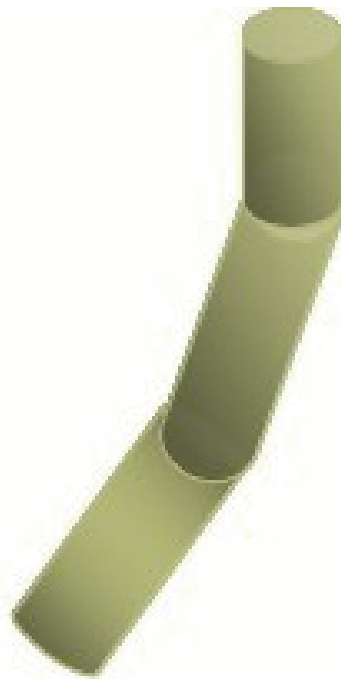


Modern cyanobacterial filaments

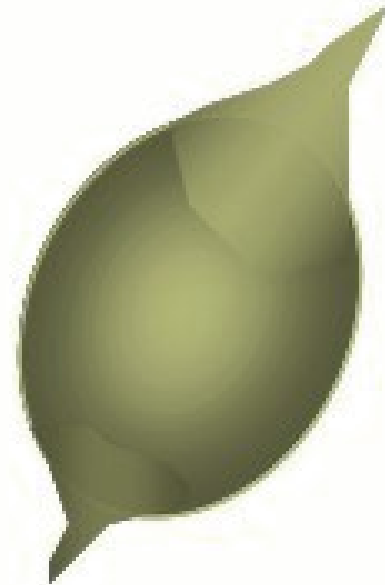




Spheroid



Filamentous



Spindle-like

Souhrnná morfologie archaicko-proterozoických mikrofosílií



Horniny 2.9 Ga staré (Pongola Supergroup, J. Afrika) obsahují struktury shodné se strukturami, které vytvářejí **mikrobiální filmy („mats“)** v příbřežních zónách recentních moří (vlevo fosílie z Pongoly, vpravo recentní srovnání)

- uvolněný a přemístěný lupínek,
- b) zvrásněná hornina



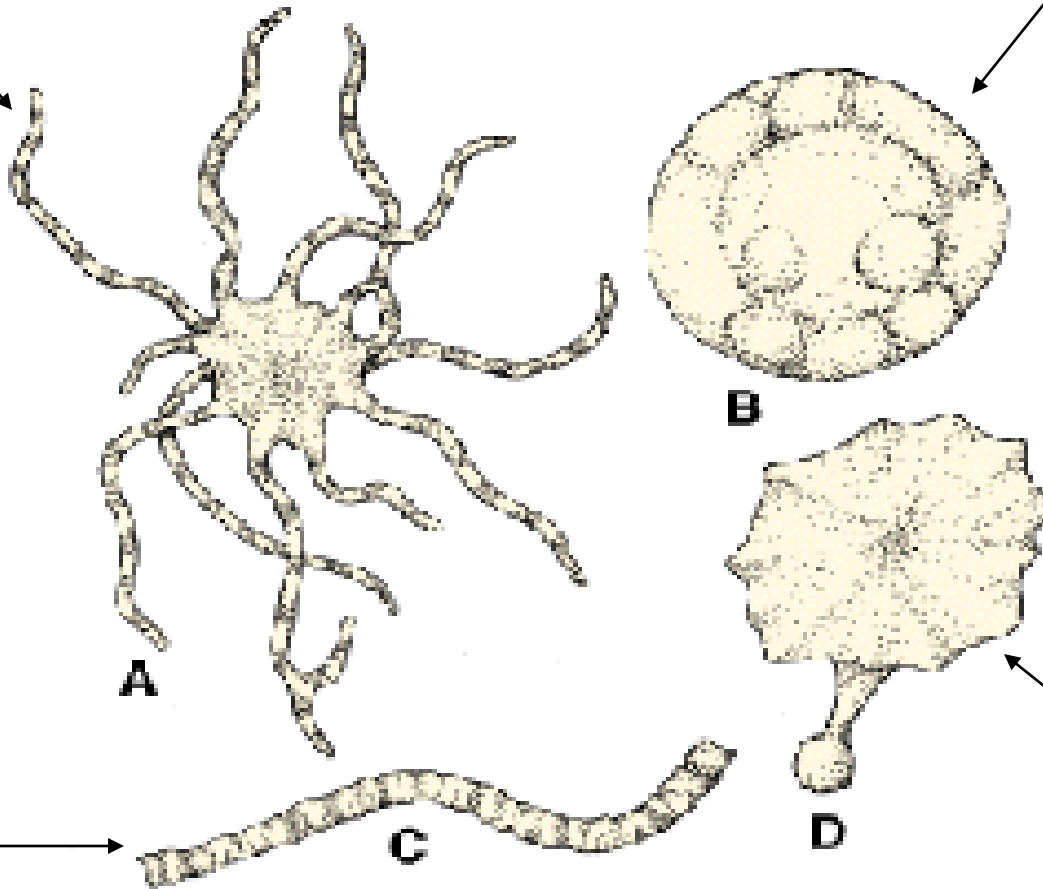
***Ostreococcus* – nejmenší žijící eukaryot (0,8 μm)**

?(Život na této úrovni ~ 2,4 Ga)

Mikrofosílie (Procaryota) z Gunflint (Kanada, ~ 2.0 Ga) - rekonstrukce

Eoastrion (Fe a S
redukující bakterie)

Eosphaera
(neznámá příbuznost)



A

B

C

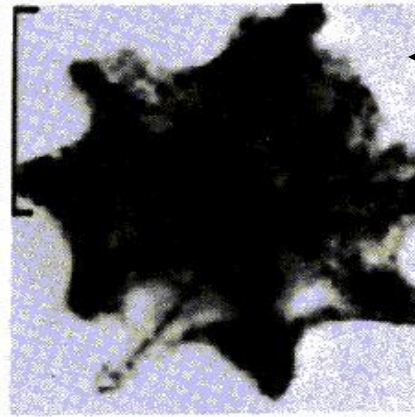
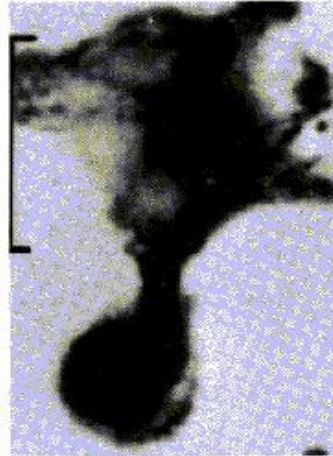
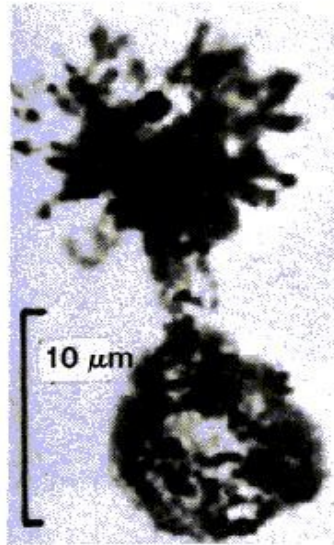
D

Anmimikiea
(pravděpodobně řasa)

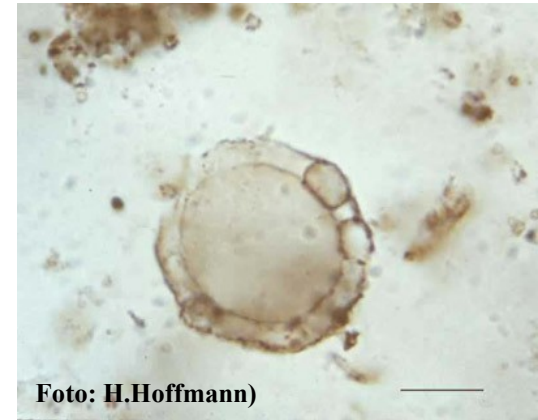
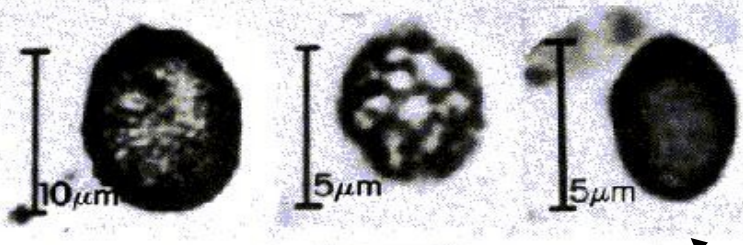
Kakabekia (neznámá
příbuznost)

Mikrofosílie (Procaryota) z Gunflint (Kanada, ~ 2.0 Ga) – snímek el. mikroskop

Eoastrion (Fe a S redukující bakterie)

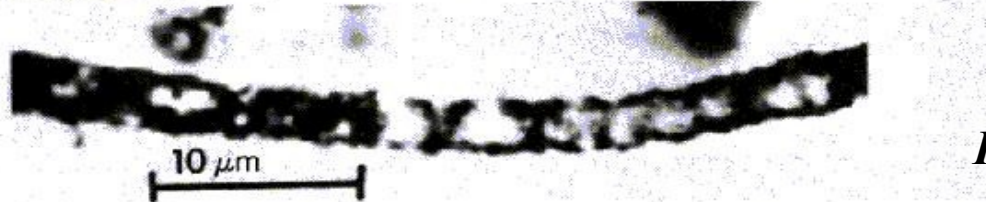


Kakabekia
(neznámá příbuznost)

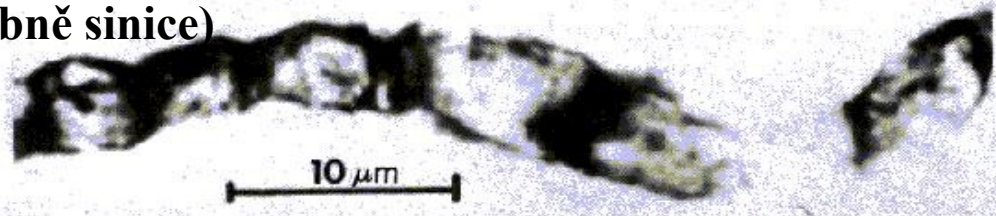


Eosphaera
(neznámá příbuznost)

Huroniospora



Animikiea
(pravděpodobně sinice)

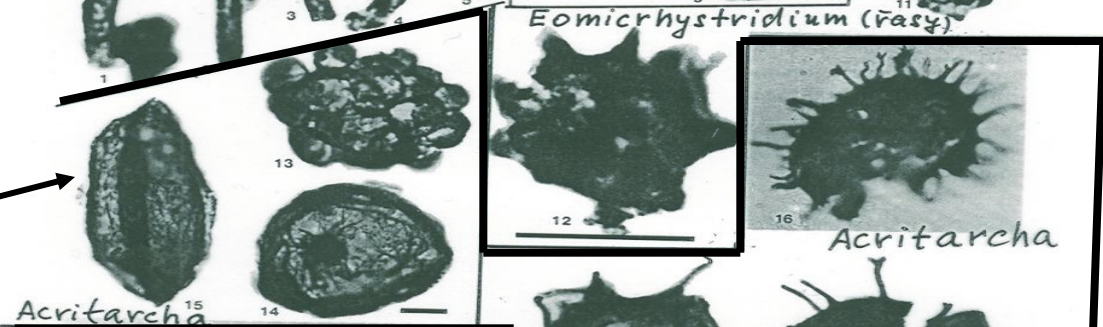
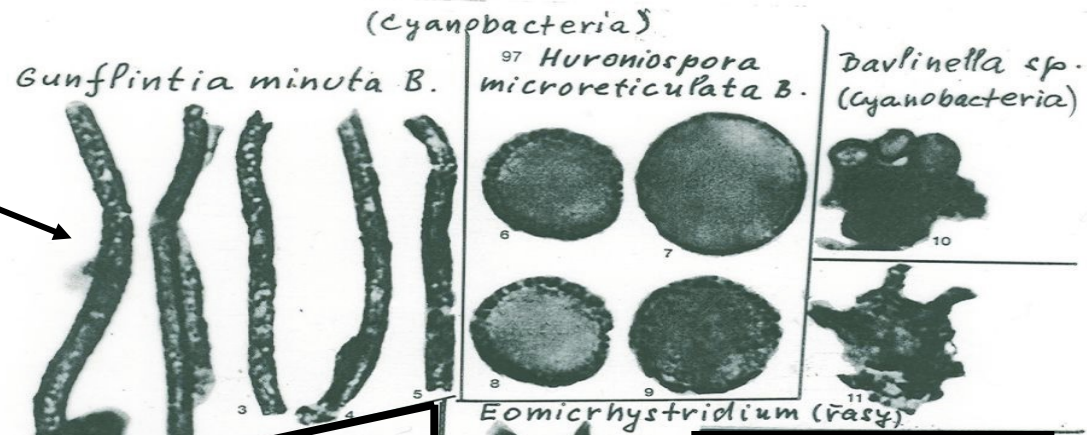




Cysta řas - proterozoikum

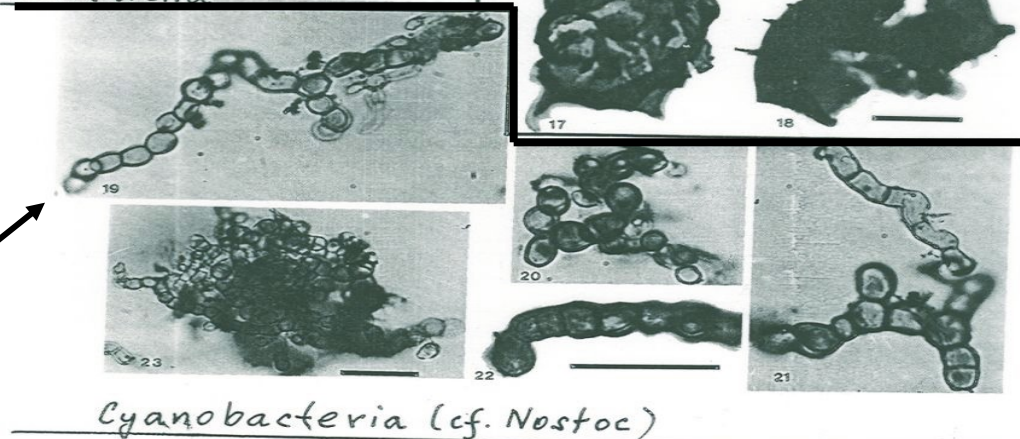
Mikrofosílie (prokaryota a akritarcha) z různých lokalit proterozoika

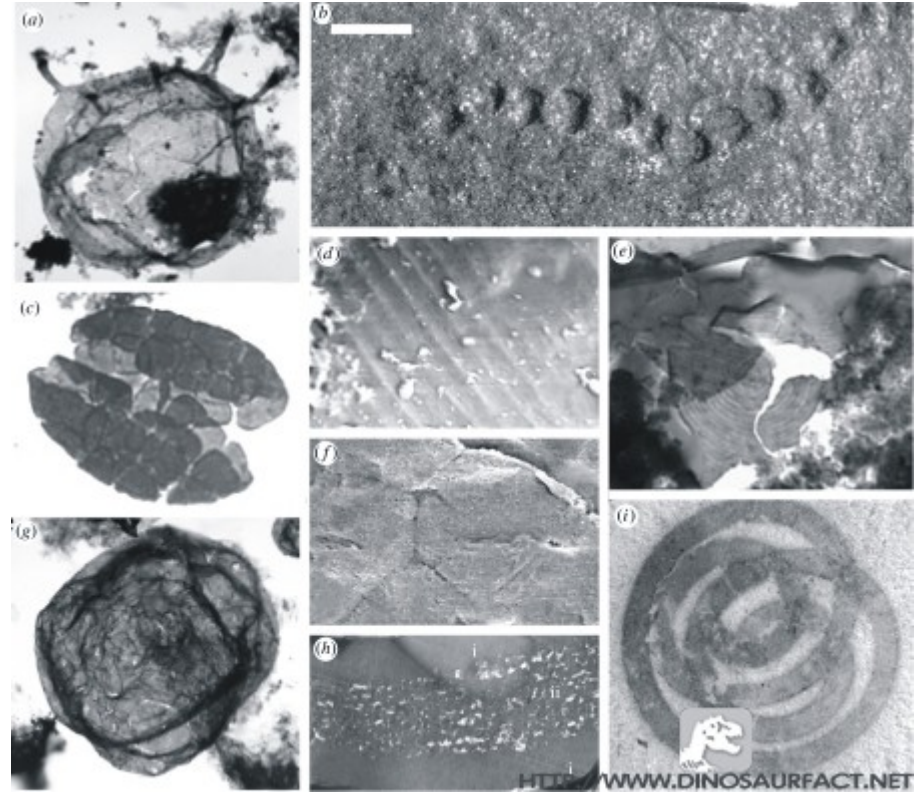
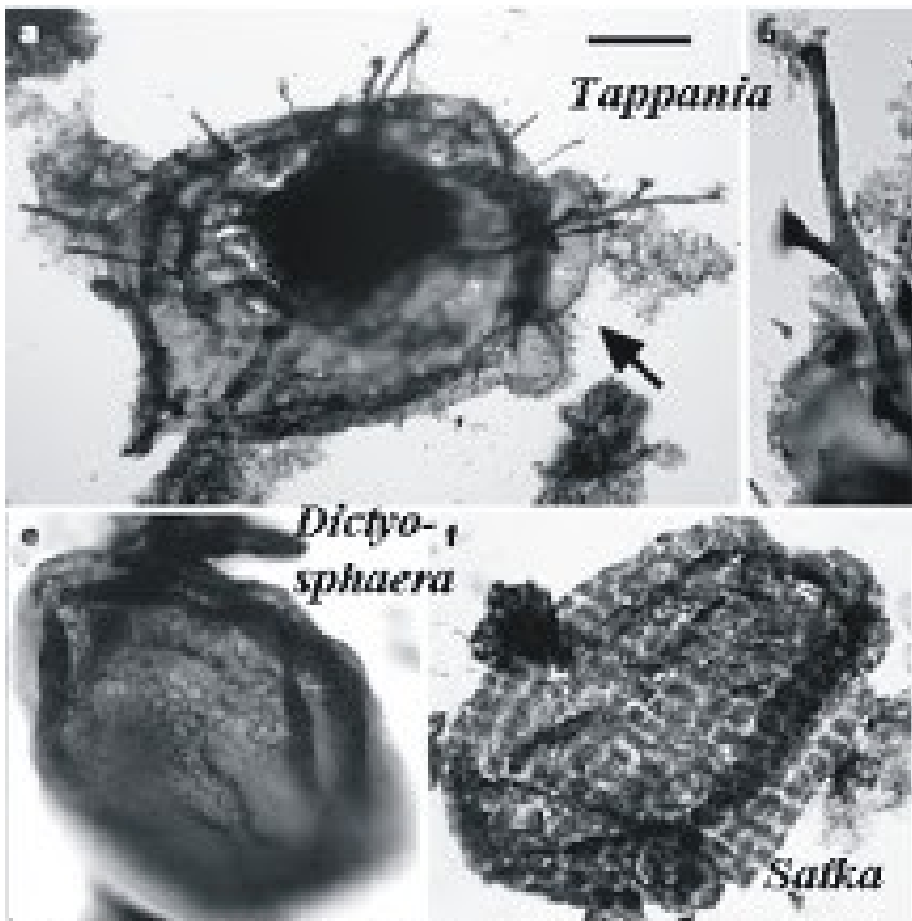
Kanada (~ 2 Ga)



Acritarcha – cysty a jednobuněčné mikrofosílie
mnohdy nejistého systematického zařazení
(většinou řasy) tvoří převládající fosílie
v proterozoiku

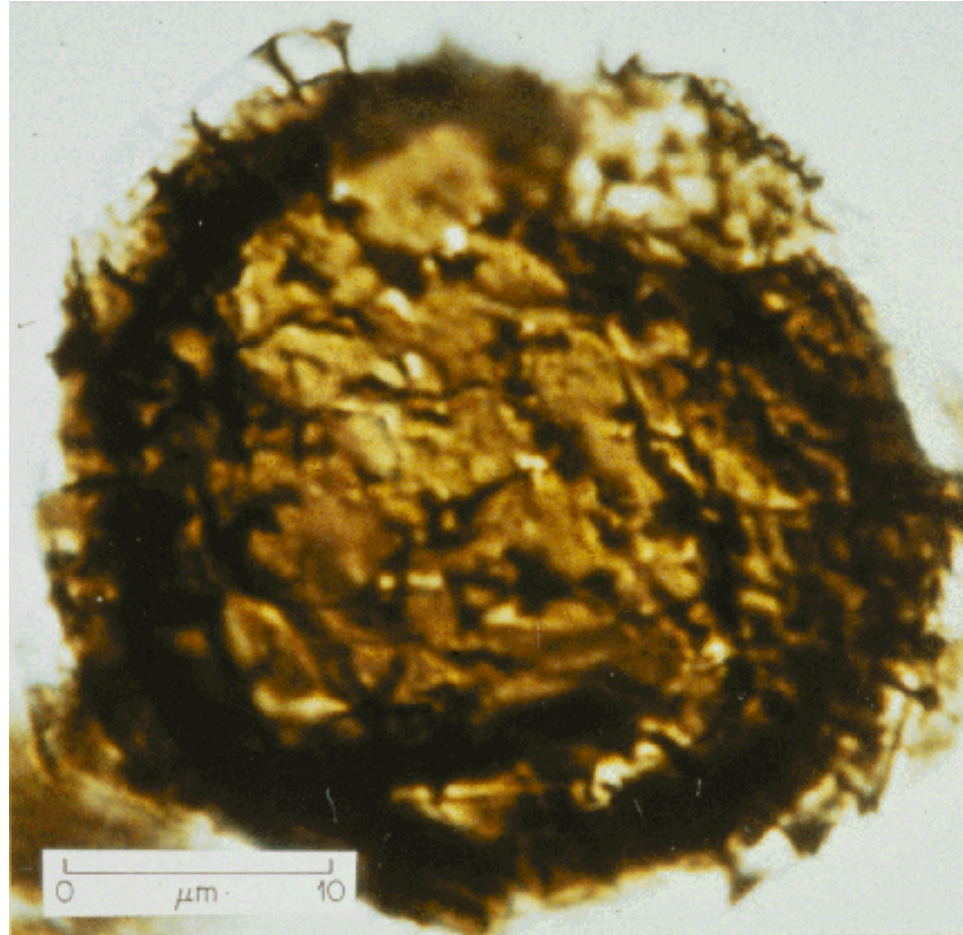
Český masív (~ 800 Ma)



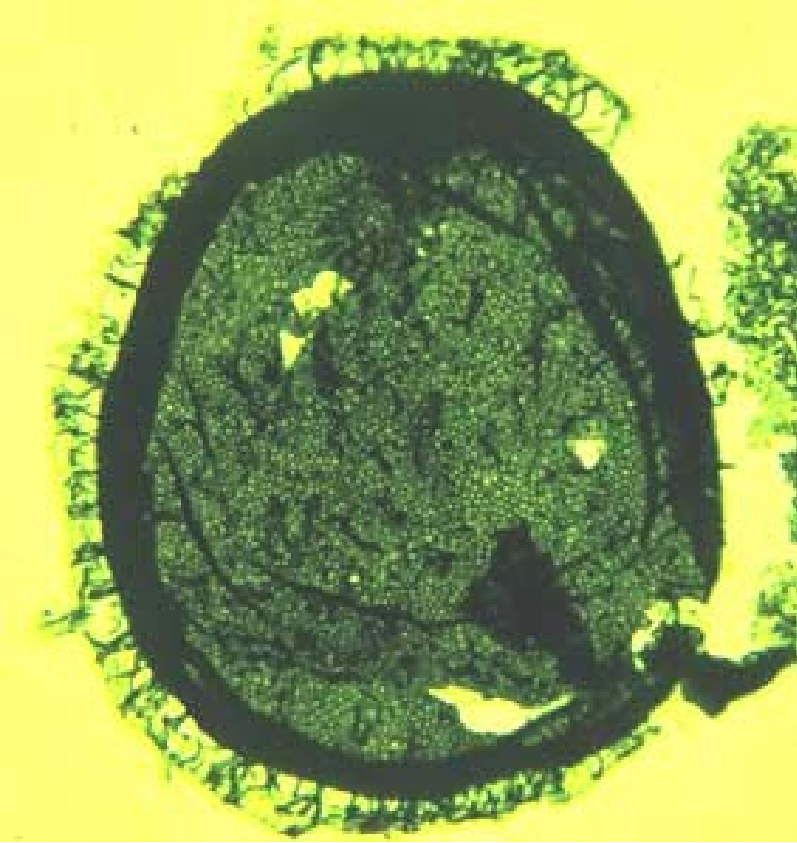


Acritarchs from the Mesoproterozoic Roper Group. Javanx et al. (2001). Bar = 35, 10, 15 & 40 μ .

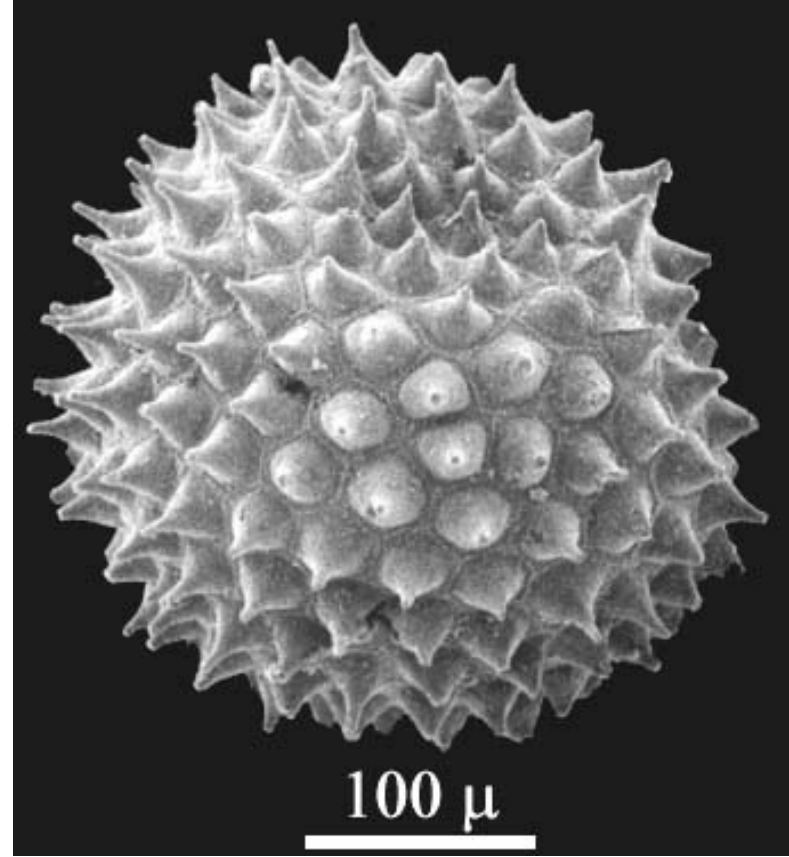
**Mezoproterozoická akritarcha,
skupina Roper, J. Afrika**



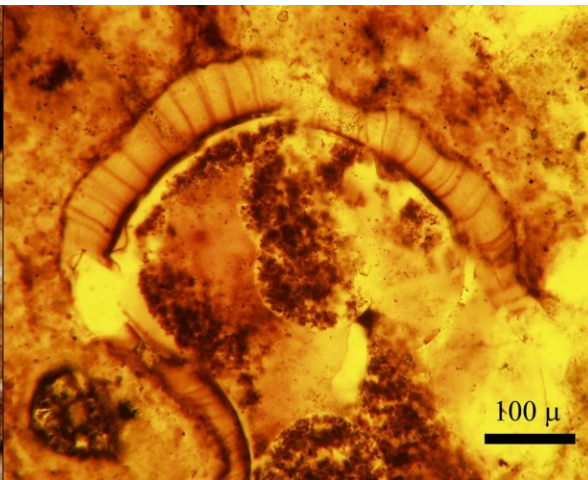
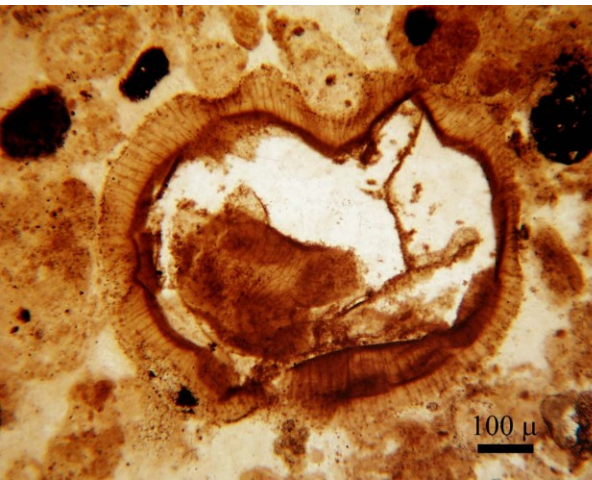
***Vandalosphaeridium walcotti* - zástupce akritarch, kwaguntské souvrství, Grand Canyon, 850 Ma, Akritarcha se objevují v horninách před 1,6 Ga. Představují eukaryotické buňky planktonních řas, ve srovnání s prokaryoty jsou větší, komplexnější a mají ornamentovanou vnější stěnu.**



Shuyosphaeridium – Acritarcha
(Doushantuo, Čína, neoprz.)

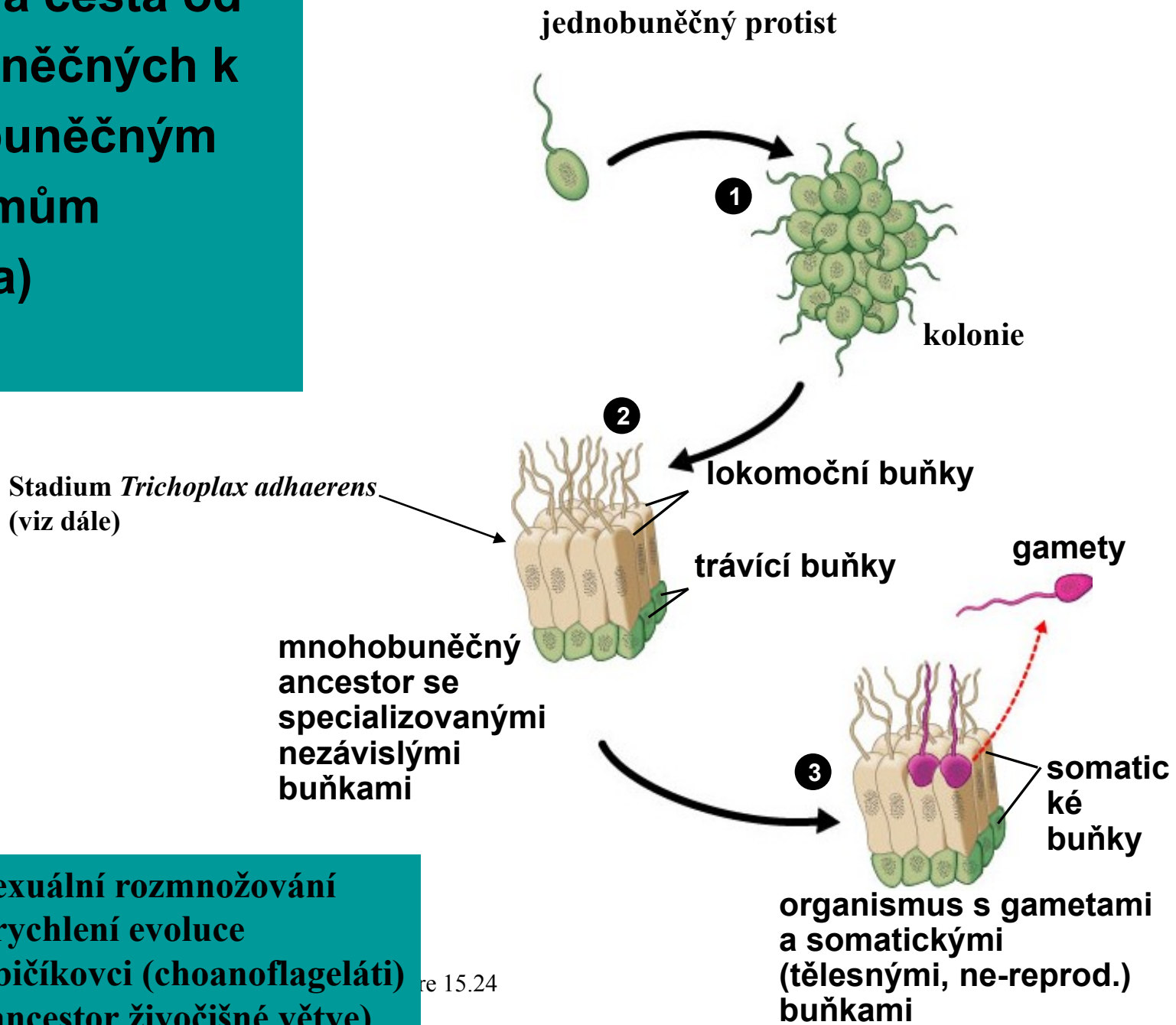


Meghystrichosphaeridium – Acritarcha, Doushantuo
Čína, neoprz.

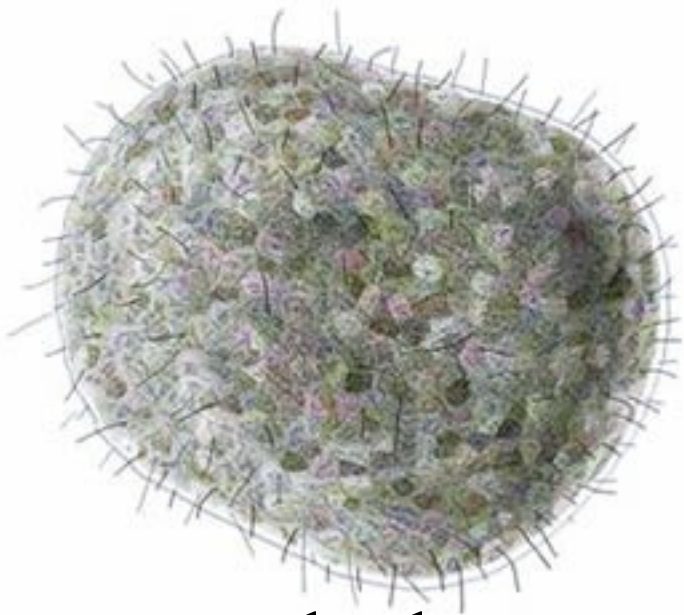


Tianzhushania – Akritarcha-řezy
(Doushantuo, Čína, neoprz.)

Přijímaná cesta od jednobuněčných k mnohobuněčným organizmům (2-1.5 Ga)



~ 1.2 Ga – sexuální rozmnožování
zrychlení evoluce
~ 900 Ma – bičíkovci (choanoflageláti)
(ancestor živočišné větve)



kresba



foto - v pohybu

***Trichoplax adhaerens*, recent**

Placozoa – kmen s jediným druhem *T. adhaerens*, organizmus složený pouze ze 4 typů buněk (cca soubuní) funkčně diferencovaných, studium genomu v r. 2006 prokázalo, že geny obsahují introny (nepřesaditelné oblasti uvnitř genů) a další genetické struktury typické i pro jednobuněčné organizmy => *Trichoplax* je blízký přechodu od jedno- k mnohobuněčným (nikoliv regrese)

Gryphania, nejstarší mnohobuněčné fosílie (řasy), Iron Mine (Michigan, USA, ~ 2.1 Ga)

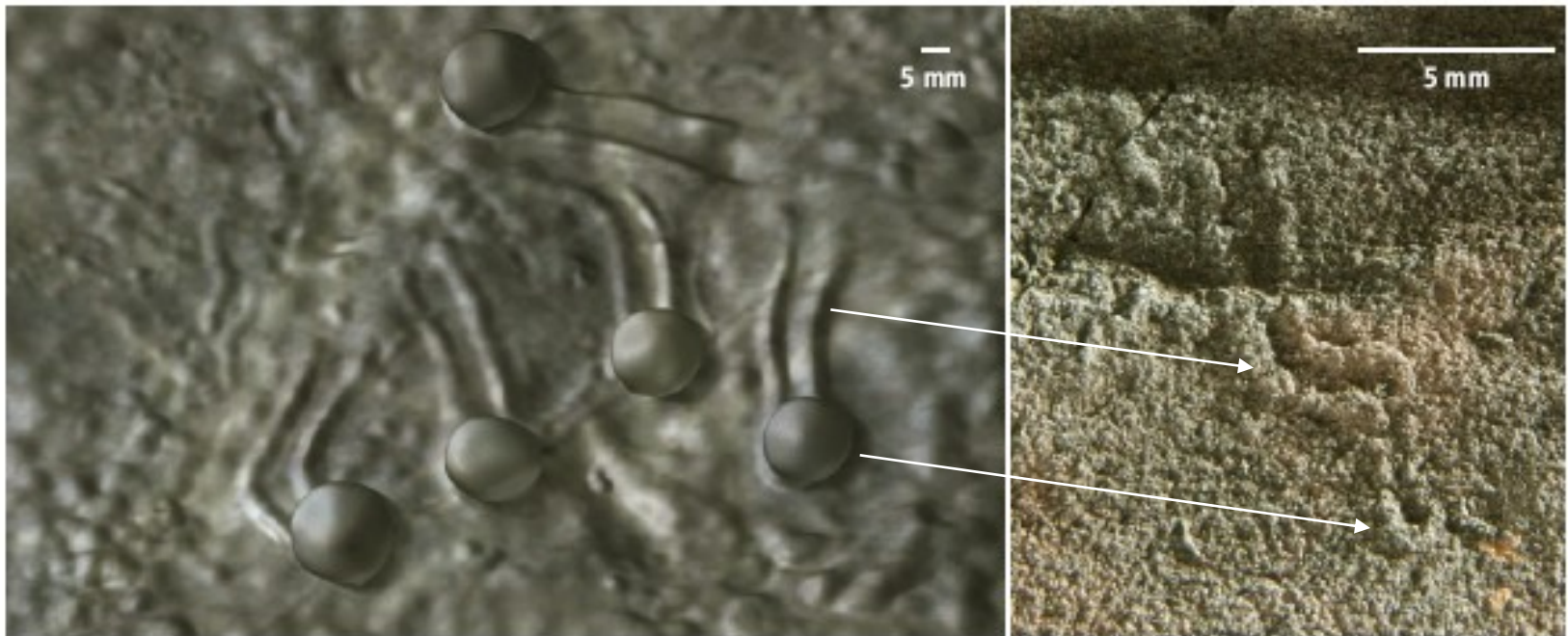


Dtto, Negaunee Iron Fm.



Pozn.: někteří autoři zpochybňují zařazení k mnohobuněčným organizmům. *G. spiralis* z rampurských břidlic (Indie, Rohtas Fm., 1.6 Ga) však patří již jistě k mnohobuněčným

Gryphania spiralis



Making traces. (Left) Reconstruction of *Gromia* making traces on the sea floor. (Right) Trace fossils of *Myxomitodes* dated at 1.8 to 2 billion years (9).

vlevo: *Gromia*, recent, stopy po pohybu obřích měnavek

vpravo: *Myxomitodes* v horninách starých 1.8-2 miliardy let (Stirling Range Formation, jz. Austrálie), jsou považovány za stopy vytvořené pohybem mnohobuněčných nebo syncytiálních organismů => problém (???)

Gabonské fosílie



**JV Gabon (Z. Afrika)
Francevillien Group
černé břidlice
mořská delta
2.1 Ga**

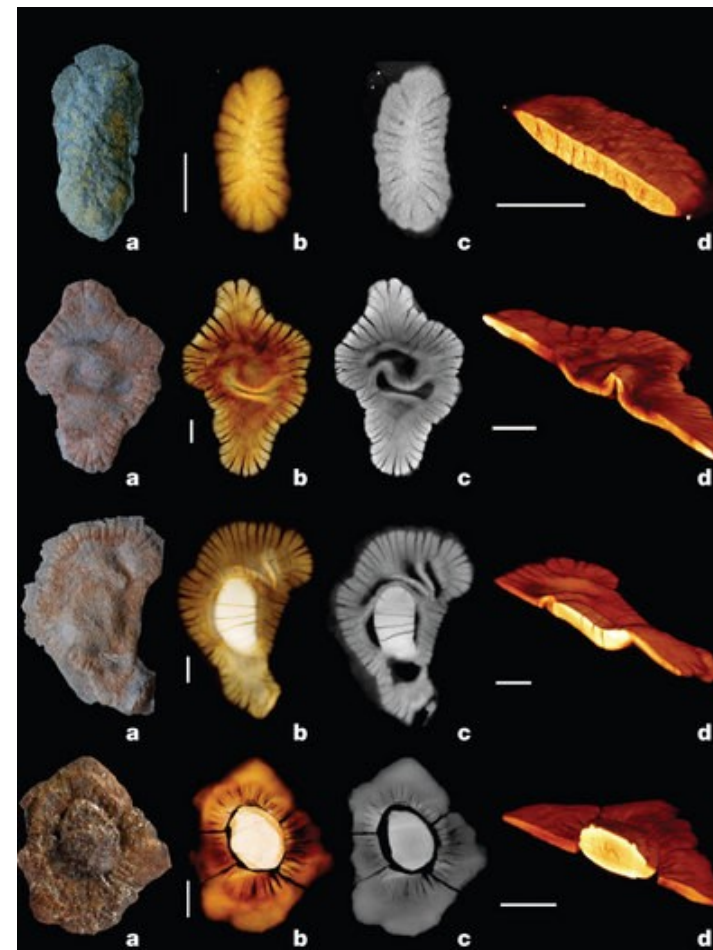


**Trojrozměrná stavba
+ některé struktury
=> mnohobuněčnost**



**Bengtson:
„ první pokus multicelularity“
(?)**

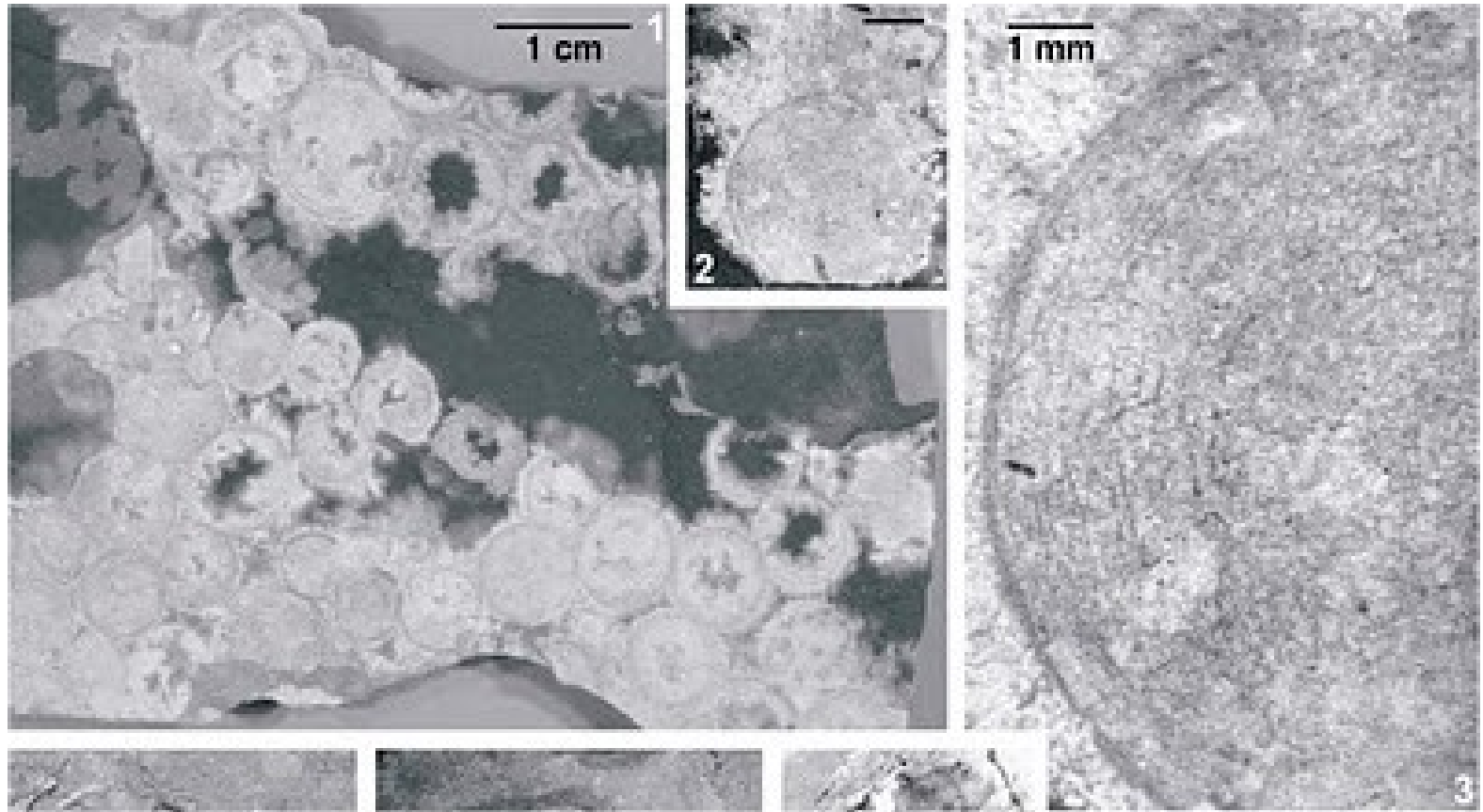
Rekonstrukce gabonských fosílií (News Staff, 2010)



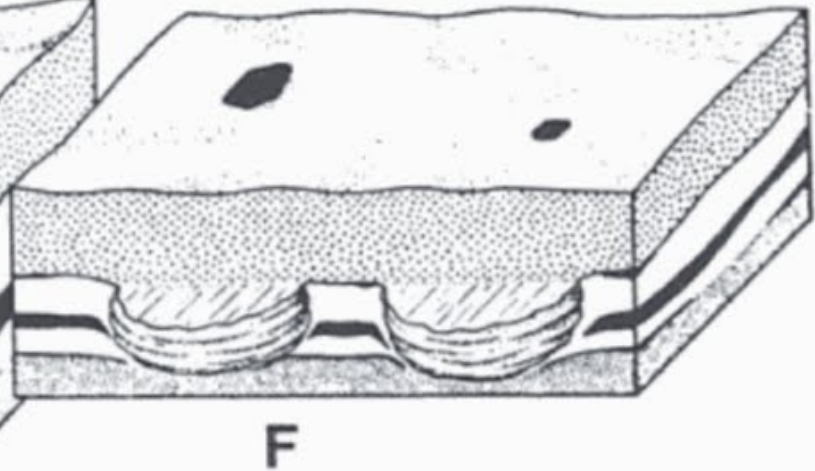
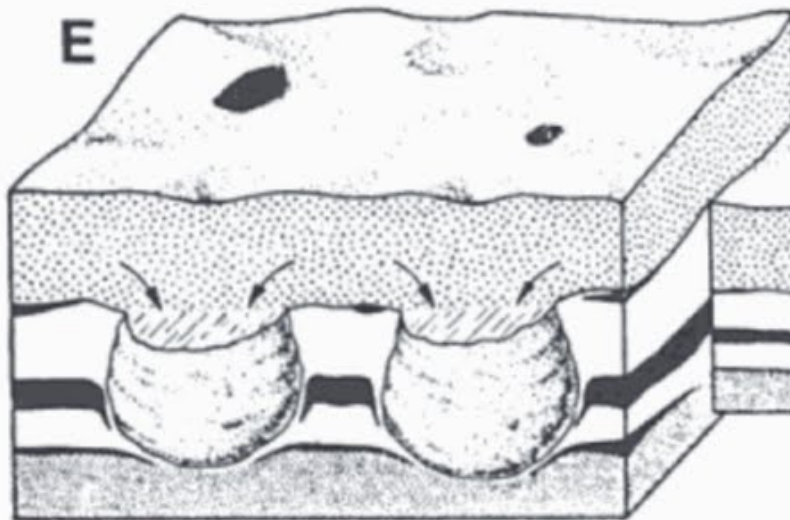
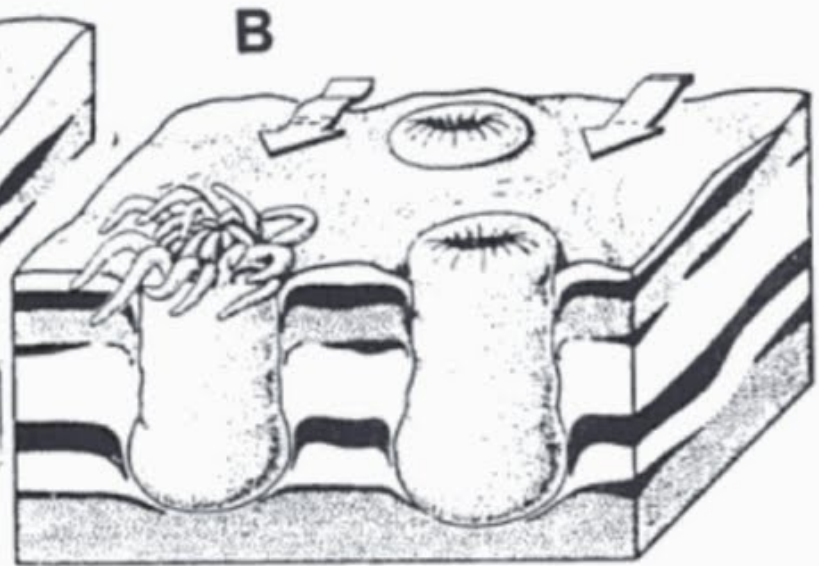
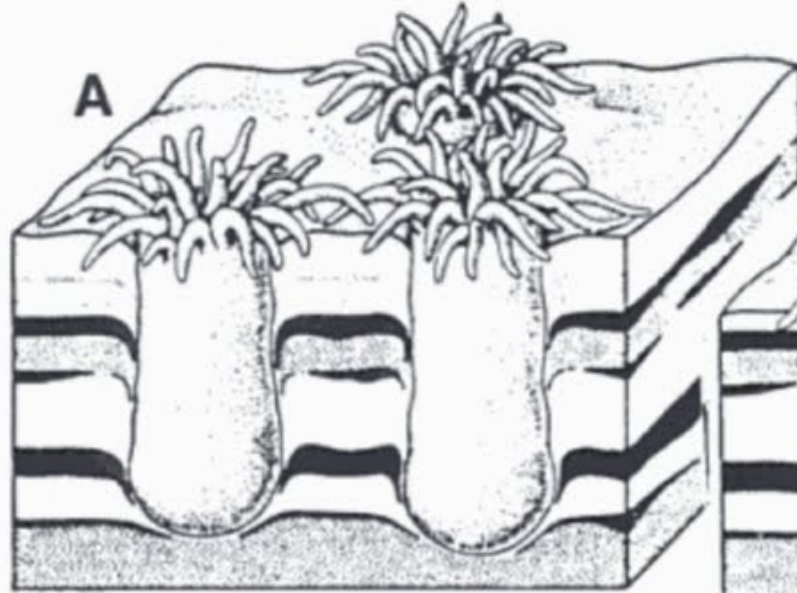
Pozn.: „Gabon“ je o 200 Ma starší než tzv. Stirling Biota (Z. Austrálie), která zahrnuje stopy považované původně za multicelulární – dnes srovnávané se stopami obrovských recentních měňavek rodu *Gromia* (Arabské moře)



***Beltanelliformes* – Gabon, Franceville Group, prz. ~ 2Ga**



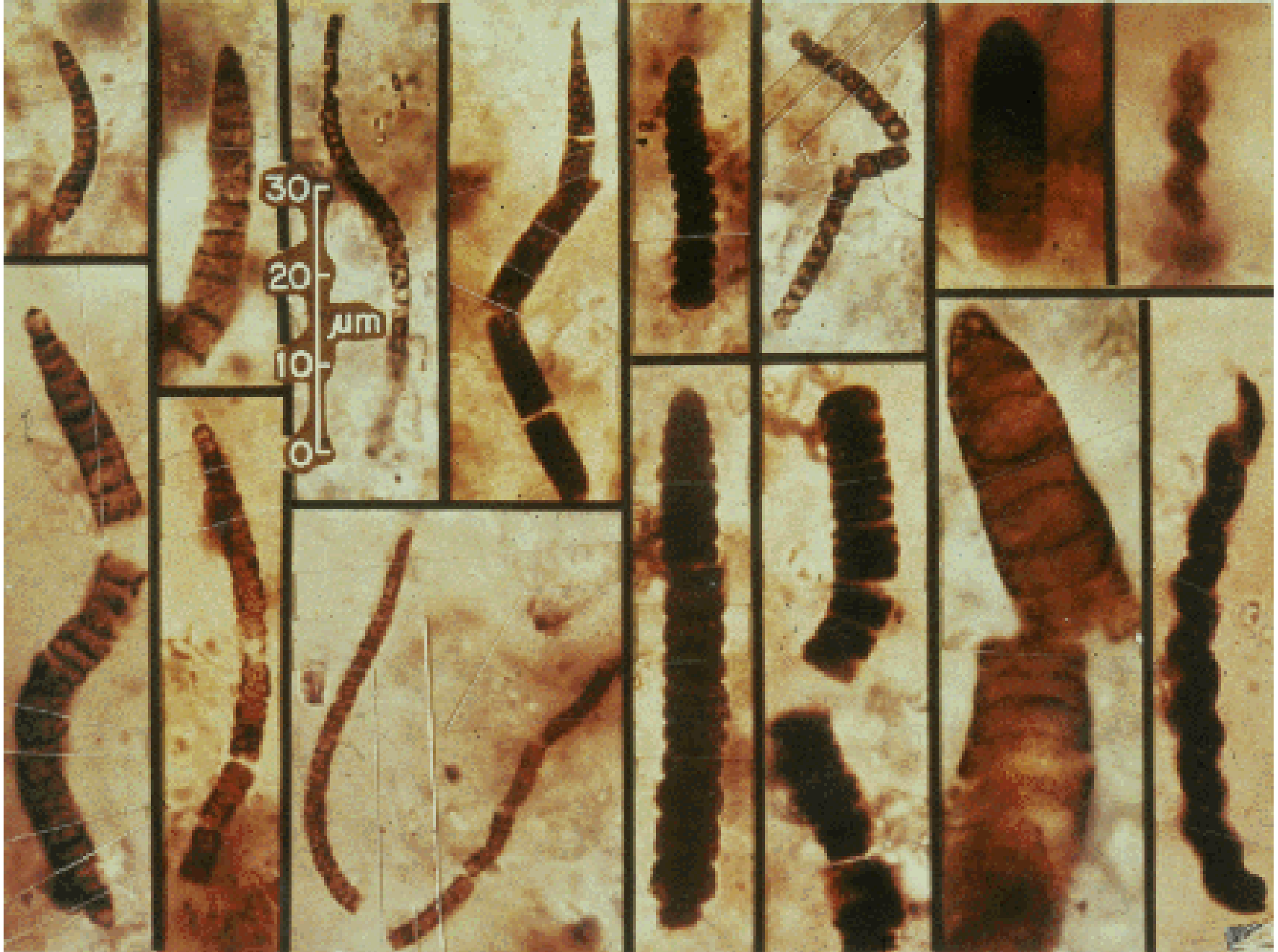
***Beltanelliformes* – Gabon, Franceville Group, prz. ~ 2Ga, řezy**



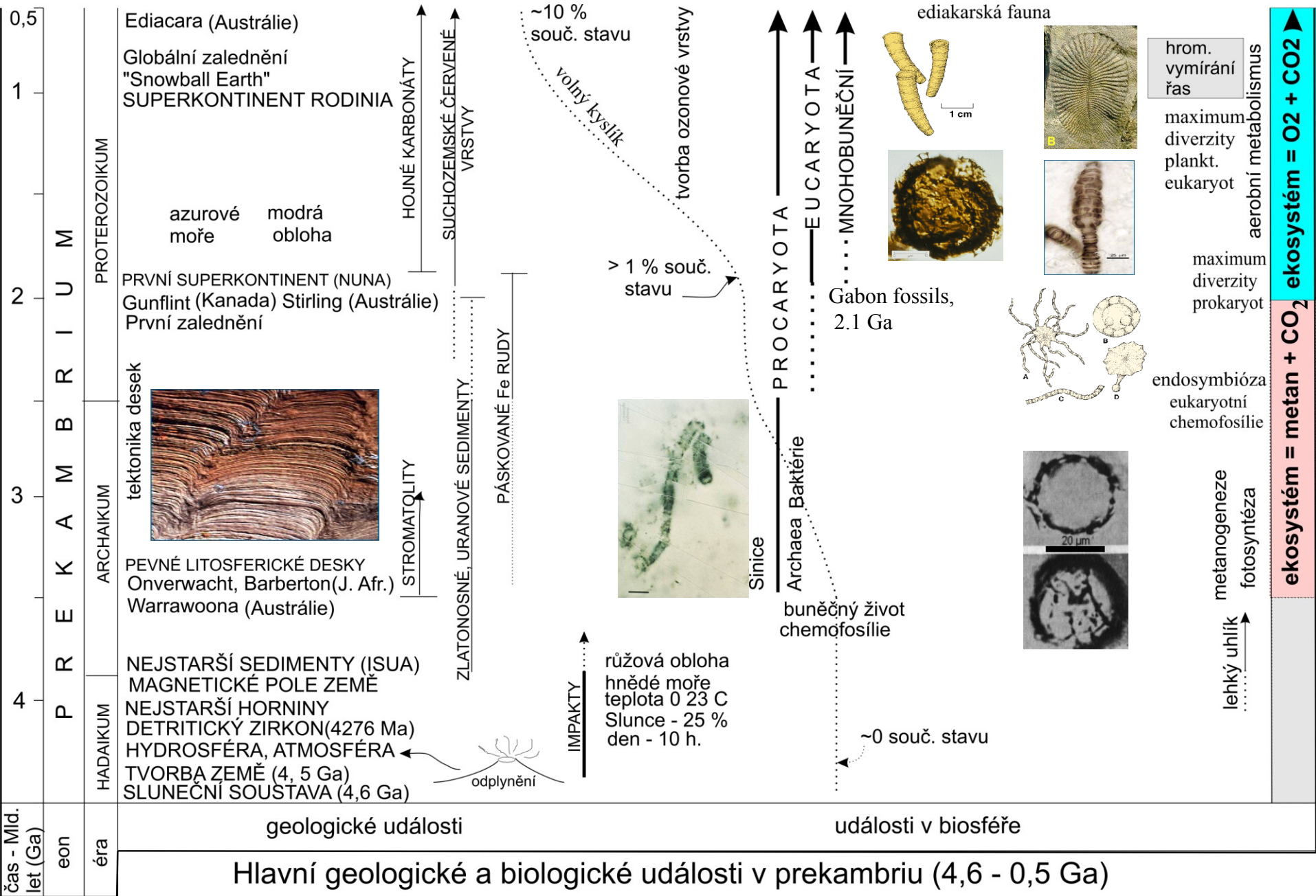
Rekonstrukce *Beltanelliformes*

***Bangiomorpha pubescens*, fosilní
mnohobuněčná červená řasa– 1,2 Ga**





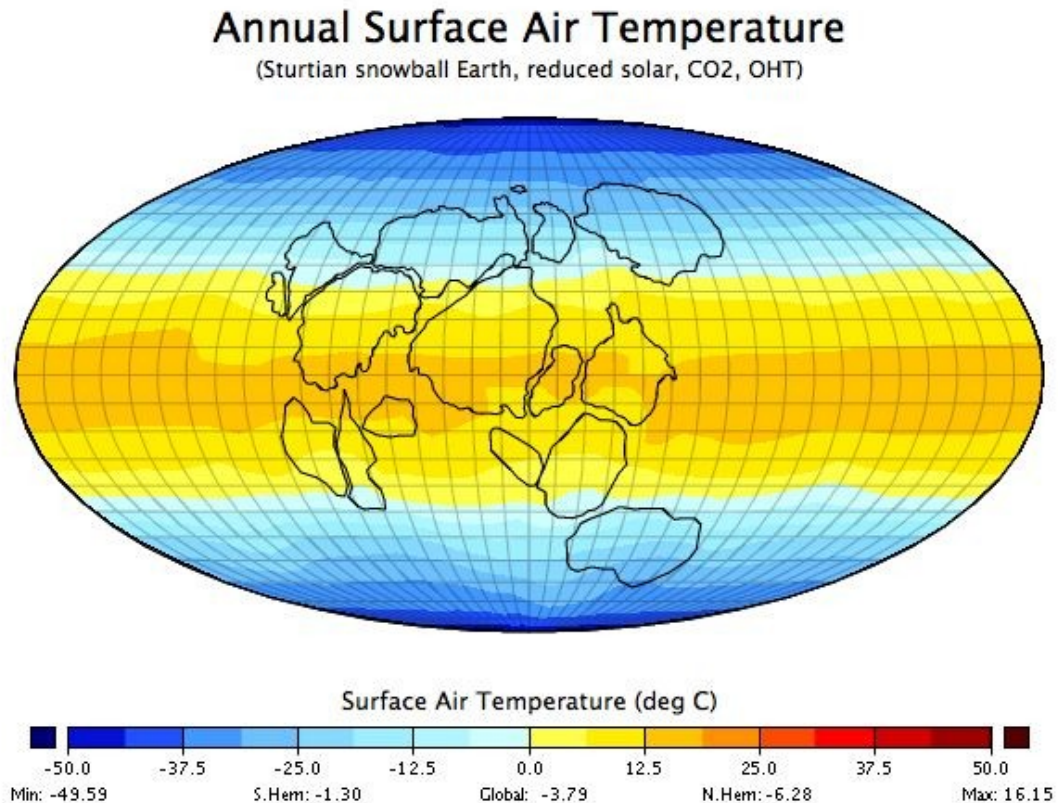
Cyanobacteria (sk. Nostocales), Bitter Springs souvrství, Střední Austrálie, 850 Ma, vynikající zachování v horninách (fosilní „křemitý gel“)





„Snowball Earth“ –
představa Země během sturtského
zalednění v nejvyšším proterozoiku
(750 Ma) – tání => obrovské množství
živin do oceánů = rozkvět nanoflóry =
prudké zvýšení O₂ => dostatek energie
pro rozvoj velkých organismů (G. Narbonne, 2006)

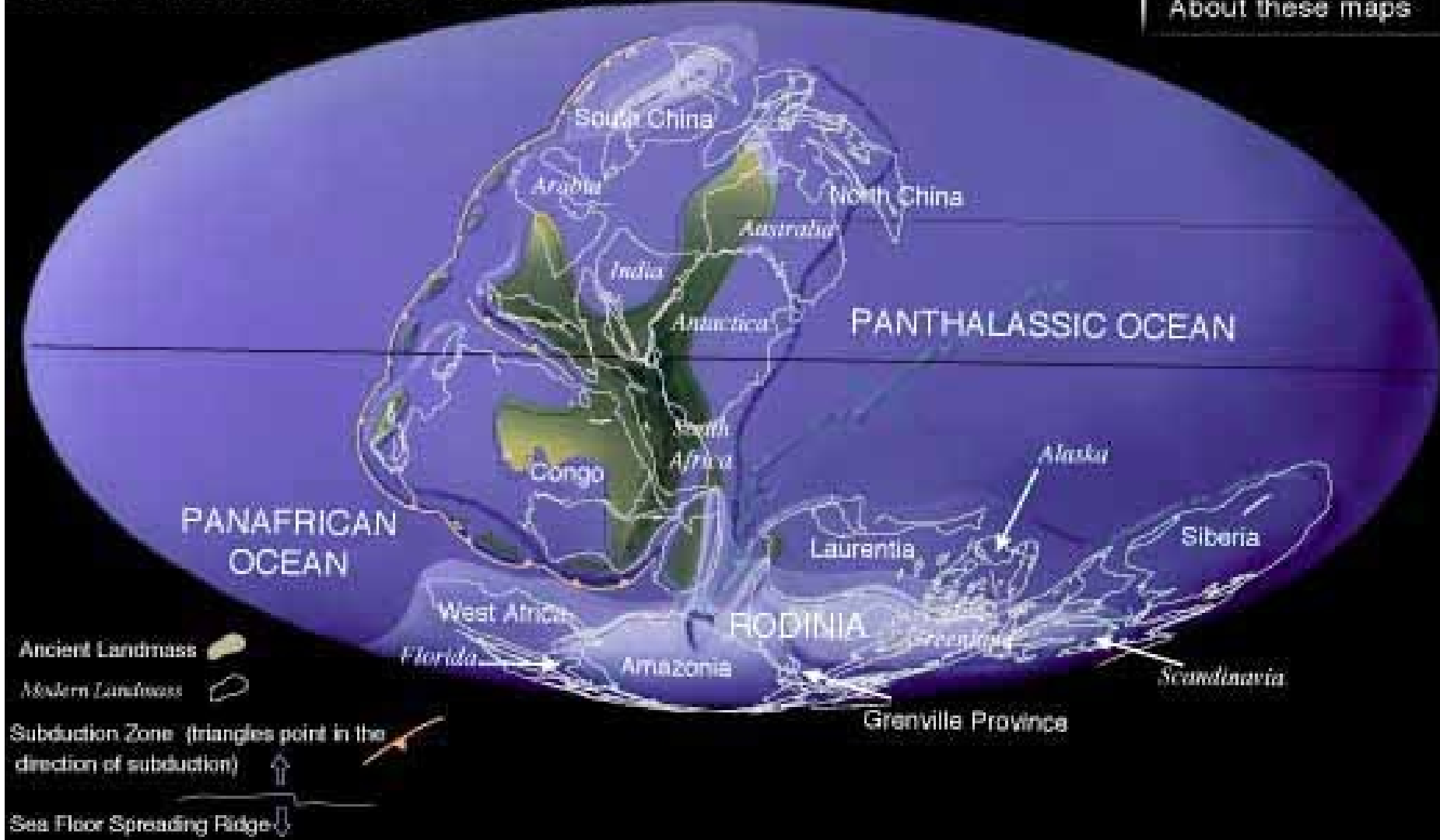
Modelové teplotní hodnoty
během sturtského zalednění
(750 Ma)



Paleogeografie závěru proterozoika (srv. rozsah kont. zemské kůry s dnešním). Šířka kontinentů v archaiku: 100-500 km, v proterozoiku, 1000-2000 km, fanerozoiku: 5000-10000 km). Nové práce = růst byl rychlejší do sv. Prz (2x-3x).

Late Proterozoic 650 Ma

© C. R. Scotese 1997
About these maps



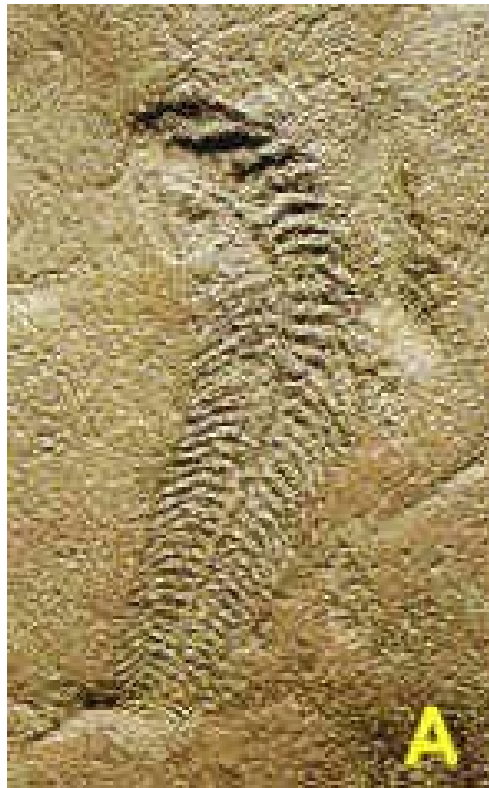
Rangia ?
Ediacar New Foundland



Fosílie z Ediacary (Austrálie, ~600 Ma, mnohobuněčná Vendobionta, Vendozoa)



Dickinsonia



Spriggina



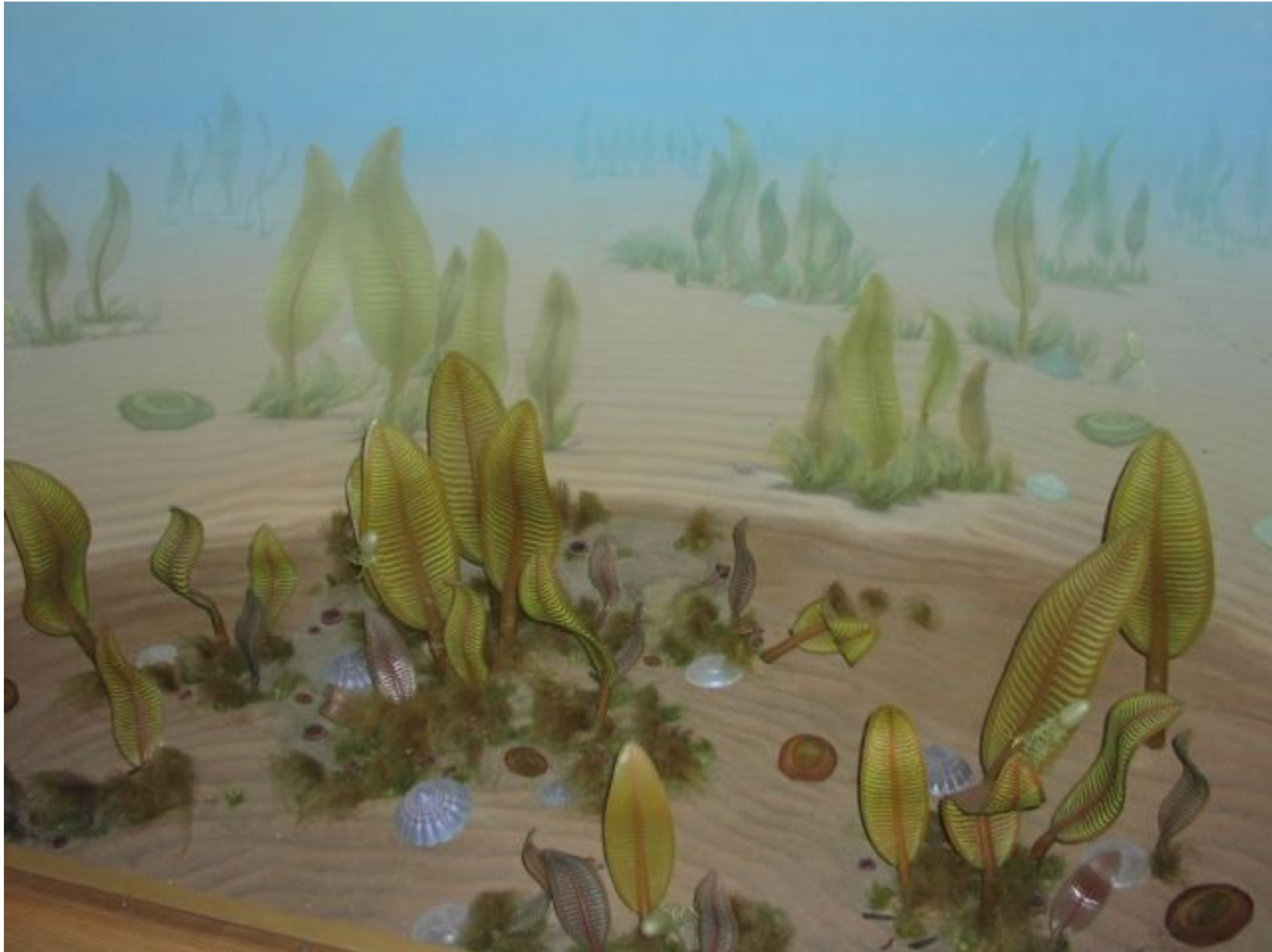
Mawsonites



Tribrachidium

Zachovány jako otisky v jemnozrnných poundských křemencích (Ediakarian, Austrálie) a desítek dalších lokalit na světě. Organizmy: mnohobuněčné, měkká těla bez tvrdých částí, několik cm velké. Studium hornin souvrství Doushantuo ukázalo, že oceán byl v té době dobře stratifikován na okysličené a neokysličené vody s vysokým obsahem sulfátů a železa => problematické podmínky pro život => mezerovité a nepravidelné zachování fosílií.

Představa možného pohledu na mořské dno v nejvyšším proterozoiku („ediakarská fauna“, ~ 600Ma)



Jiná rekonstrukce ediakarské fauny

Dickinsonia

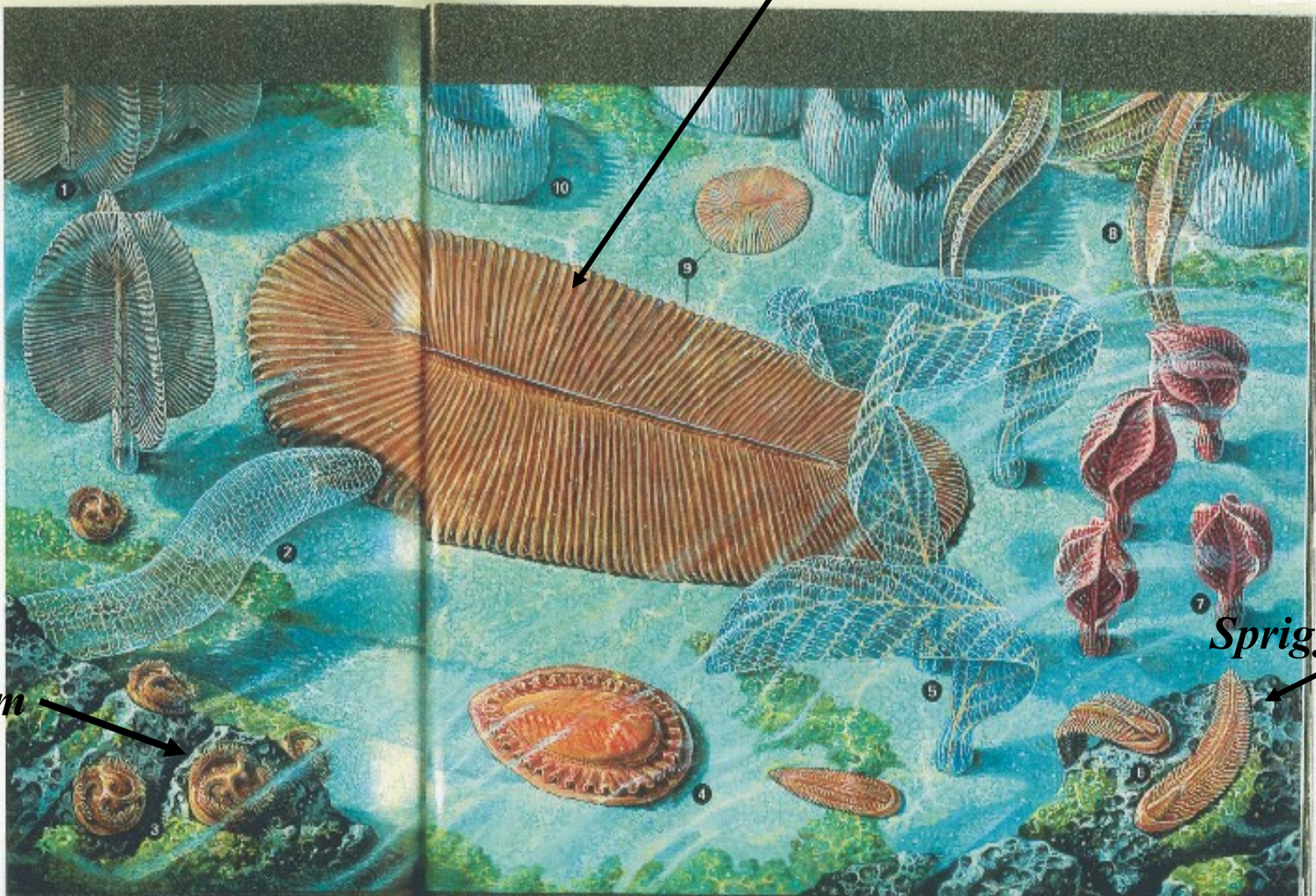
12

ed to modern ani-
e," says Narbonne,
gston, Ontario.
ssils were undoubt-
—the oldest known
kingdom. Others,
arre array of flat-
ed briefly and then
clues that paleon-
classify them. Both
logical innocence,
ruising the oceans,
efensive shells and
world had sorted
ed.

the key to under-
nal life. "This is one
leontology today,"
tion of the impor-
tures, a committee
out a space for this
rnational geologic
his is more impor-
e to the union. The
geologic period was

ter these fossils that
me up the wall at
ive just as the sun
rock. Only during
ly morning and late
fossils come out of
fact, balding Cana-
first, huffing from
alongside him and
er for me to see. But
stare hard, my brain
owly, faint imprints
ck.

is an oval about the
dges radiating from
sonia, it resembles a



Tribrachidium

Spriggina

- 1. Swartpuntia
- 2. Phyllozoon
- 3. Tribrachidium
- 4. Dickinsonia

A peaceable kingdom

Between 600 million and 540 million years ago, no predators hunted with claws and teeth; softer life-

may have served as green-houses for colonies of photosynthetic bacteria that functioned as internal food

Ernieia, 10, for example, occurs in clusters, other species are found more widely dispersed. Did



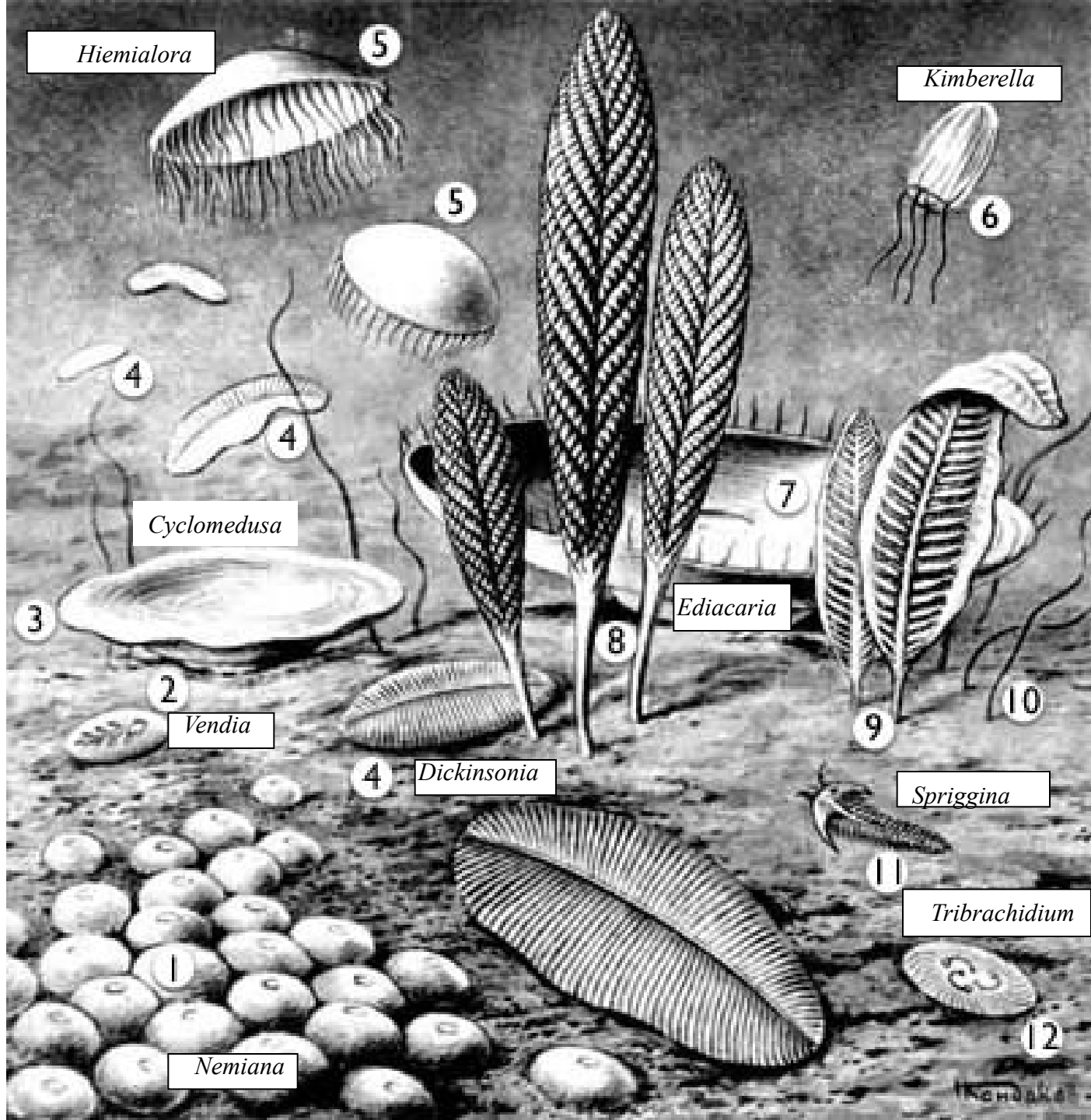
„sdsu.edu.seminar“ (2008)



Jiná interpretace ediacarského života

Další možná interpretace ediakarské (vendské) bioty

- 1 sedící polypi
- 2 bilaterální inc. sed.
- 3, 7 bent. medúzy
- 4 ? láčkovci-červi
- 5 nekt. Medúzy
- 6 scifomedúzy
- 8, 9 Chamia, Chamiodiscus (inc. sed.)
- 10 řasa (Vendotaenia)
- 11 ? předek trilobitů
- 12 vymřelí bezobratlí



Grafické rekonstrukce některých forem ediakarských vendobiont

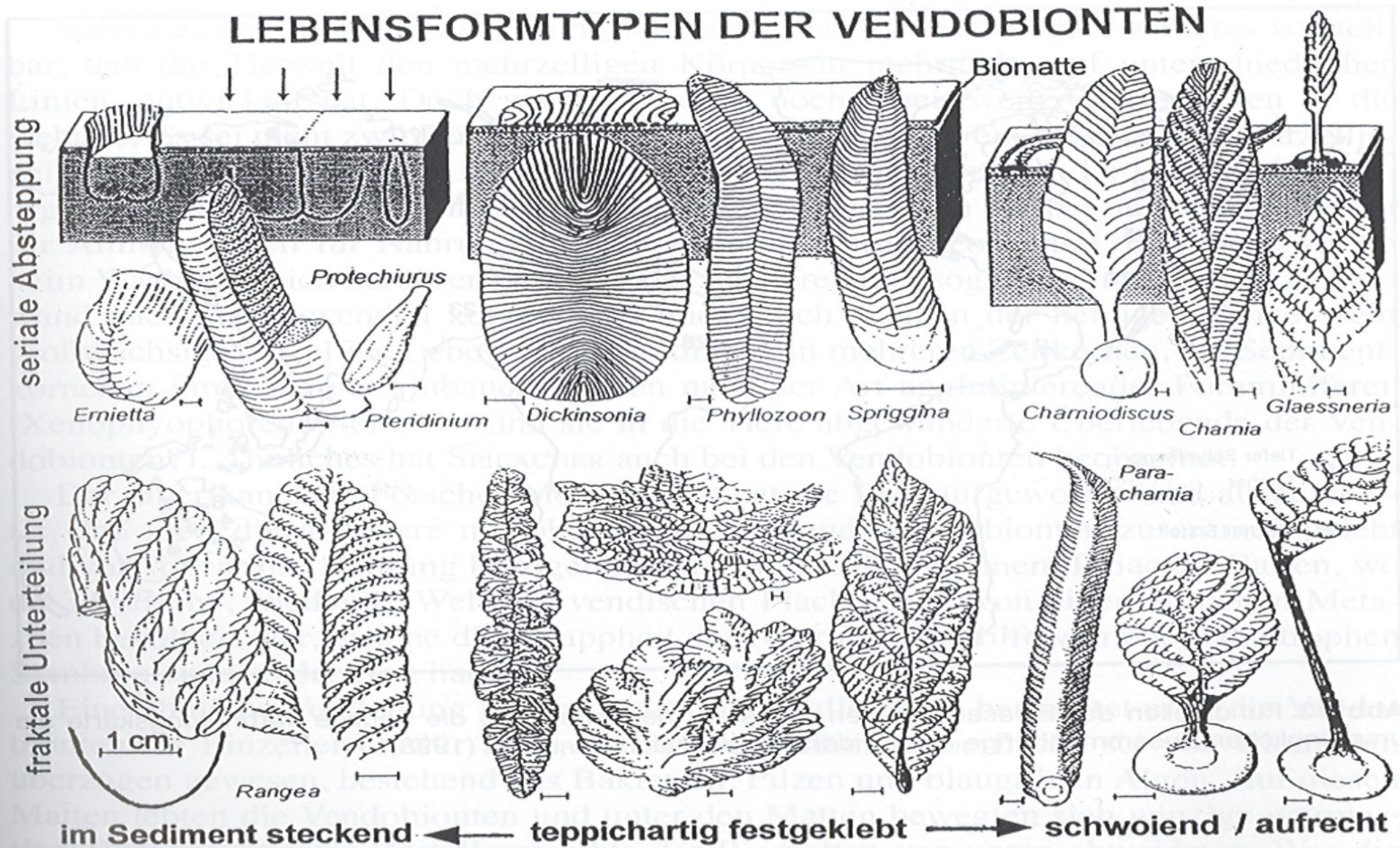


Abb. 11. Charakteristische Formen der Ediacara-Fauna. Nach SEILACHER (2003).



Cyclomedusa



Hemialora



Ediacaria



Spriggina

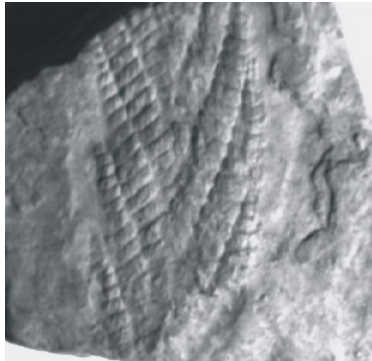
Fosílie dtto
předcházející
slajd



Vendia



Kimberella



Charnia



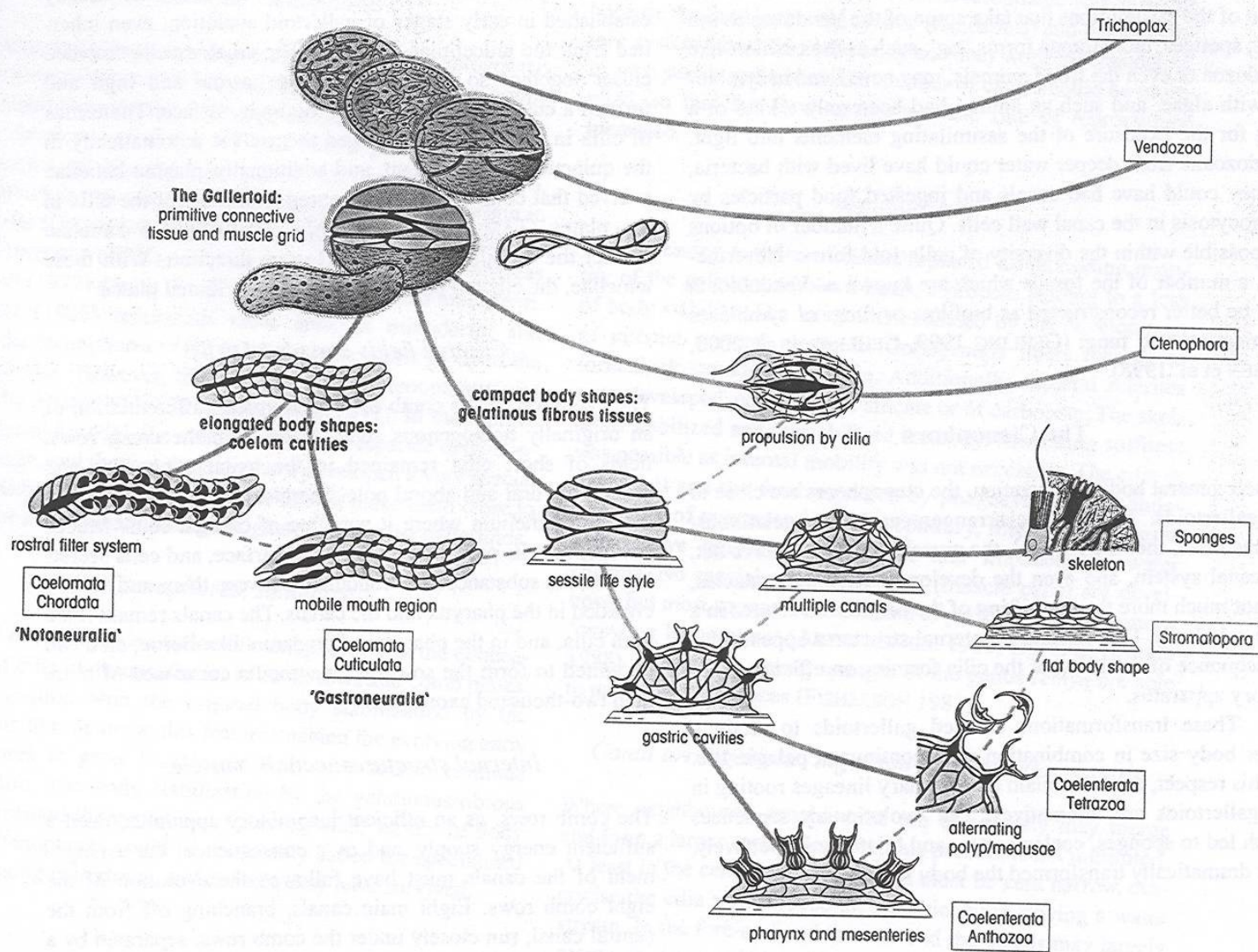
Dickinsonia



Tribrachidium



Nemiana



Text-fig. 2. The diversity of forms that evolved on the basis of the Gallertoid hypothesis.

Gallertoidní hypotéza (vznik a rozvoj mnohobuněčných živočichů)

Grasshof et Gudo (2002)

Embryologie v horninách

Rýhování vajíček
Souvrství Doushantuo (Čína)
(~ 600 Ma)

(průběh rýhování je podobný jako
u členovců)

Pochyby: podobné dělení má i bakterie *Thiomargarita*
(recent, v každé buňce vakuoly a membrány – dtto
i rentgenový snímek parapandoriny – ta se ovšem dál
dělí až na 100 buněk – bakterie ne)

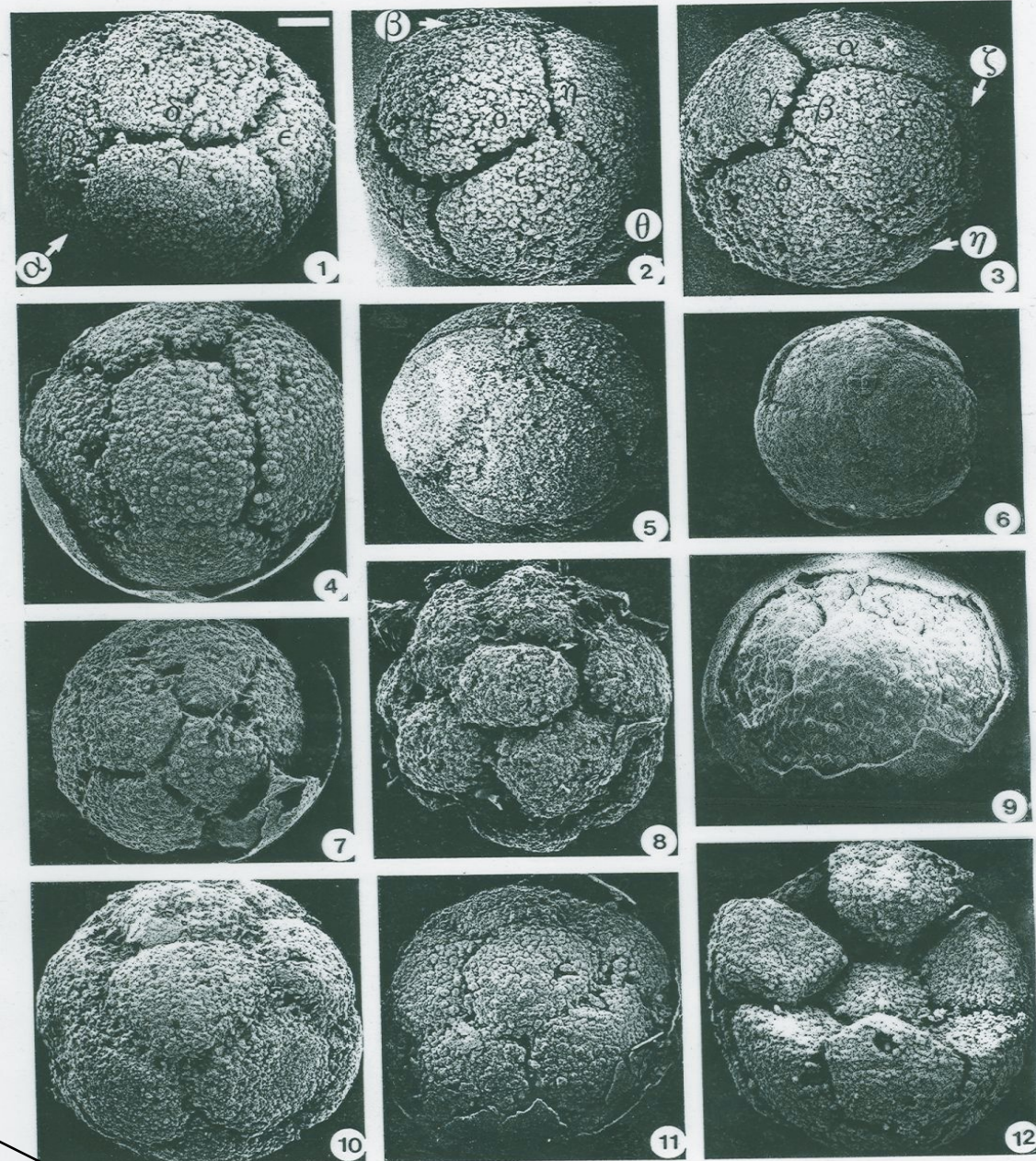


FIGURE 8—*Parapandorina raphospissa*. 1–6, Eight-cell stage; 7–12, later stages. 1–3, Different views of the same specimen, α , β , γ , δ , ϵ , ζ , η , θ identify the eight internal bodies. SRA-1, 410, 411, 412; 4, SRA-1, 258; 5, WJY-19E, 298; 6, SRA-1, 261; 7, SRA-1, 259; 8, K94-21, 262; 9, SRA-1, 82; 10, WJY-19E, 312; 11, WJY-19E, 322; 12, SRA-1, 294. The scale bar in 1 represents 110 μm for 11; 100 μm all other pictures.

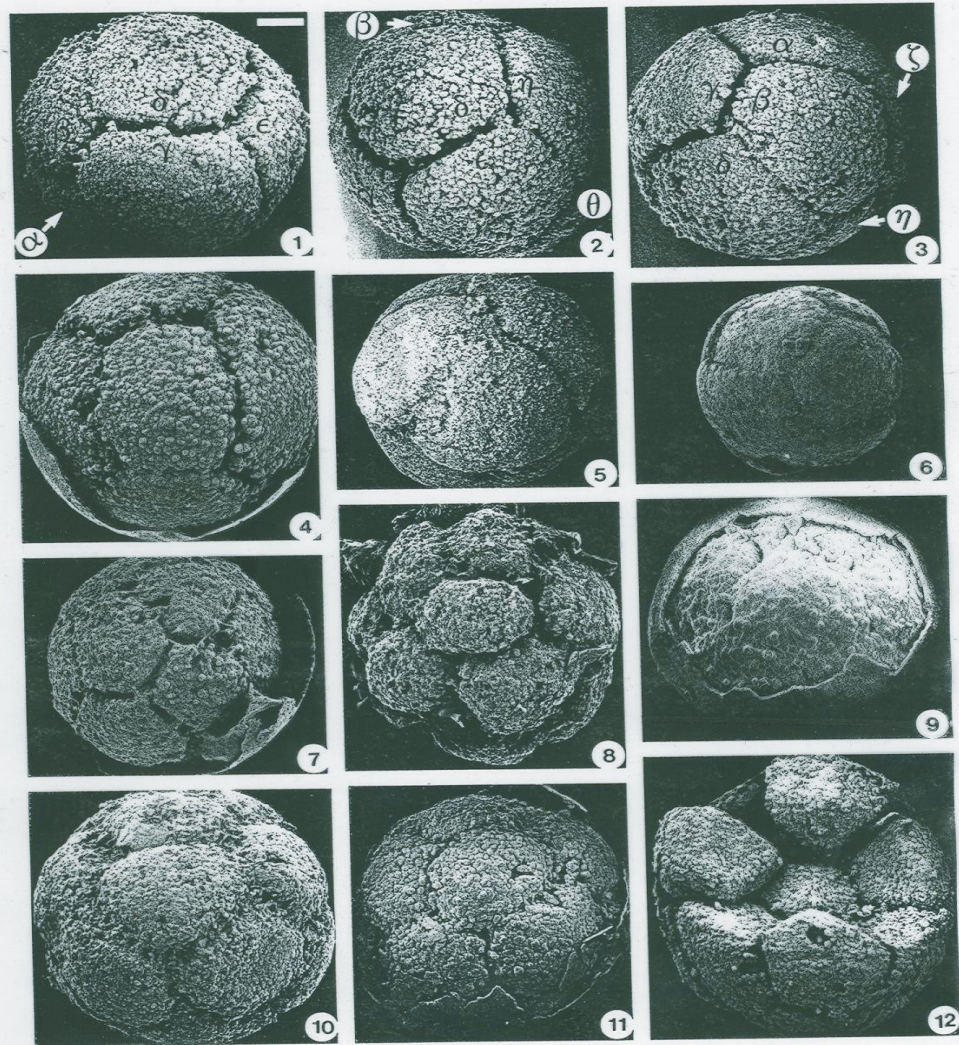
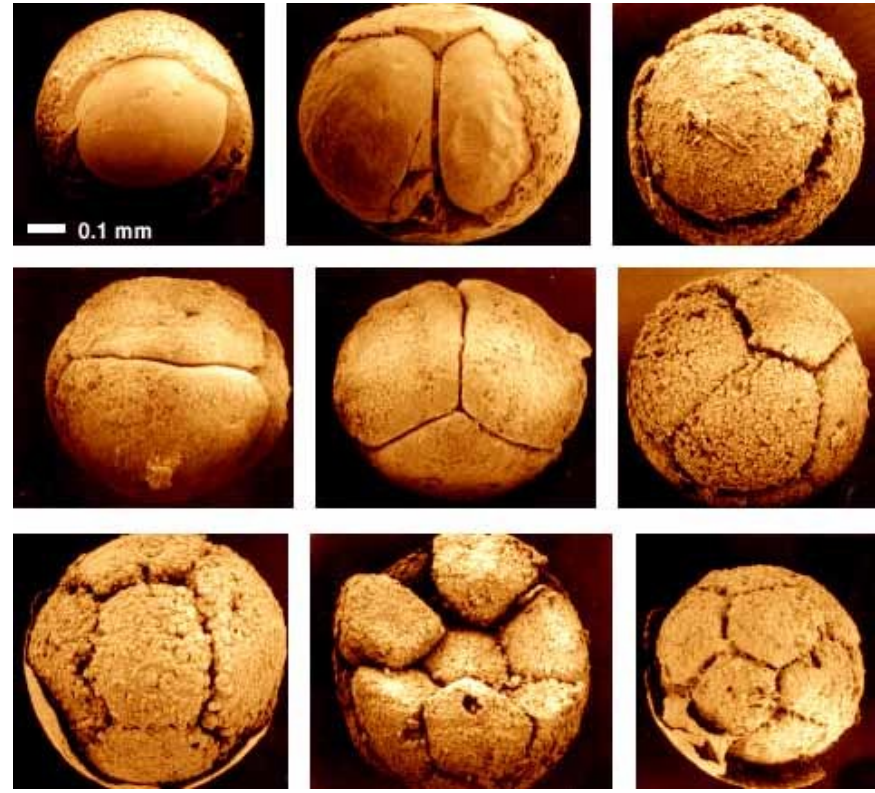
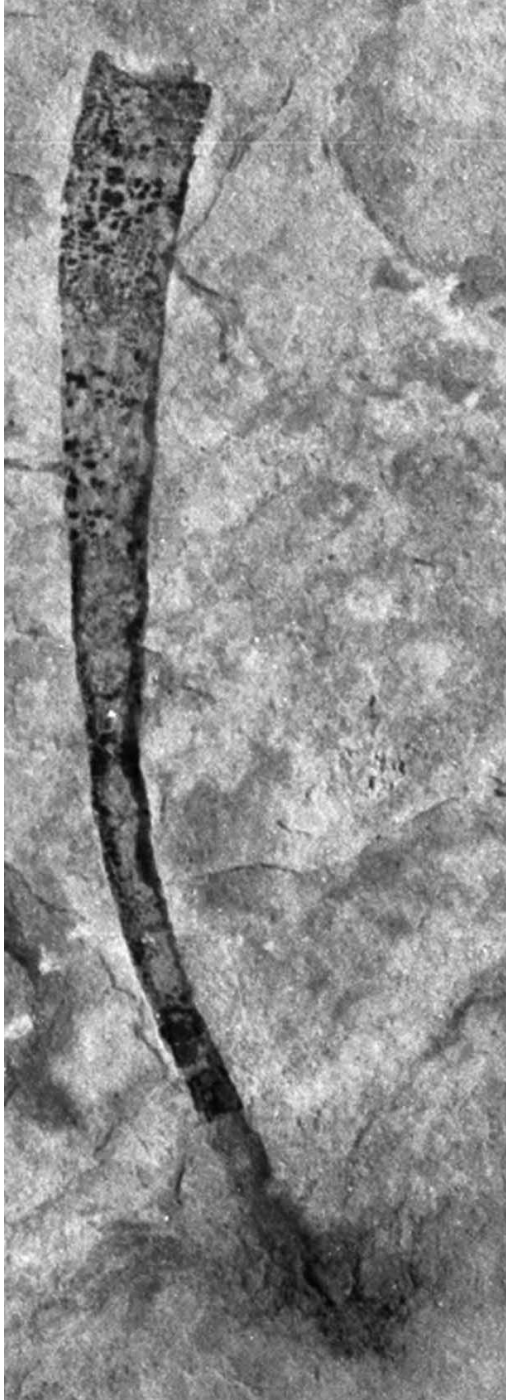


FIGURE 8.—*Parapandorina raphospissa*. 1–6. Eight-cell stage; 7–12, later stages. 1–3. Different views of the same specimen. α , β , γ , δ , ϵ , ζ , η , θ identify the eight internal bodies. SRA-1, 410, 411, 412; 4, SRA-1, 258; 5, WJY-19E, 298; 6, SRA-1, 261; 7, SRA-1, 259; 8, K94-21, 262; 9, SRA-1, 82; 10, WJY-19E, 312; 11, WJY-19E, 322; 12, SRA-1, 294. The scale bar in 1 represents 110 μm for 11; 100 μm all other pictures.

Unikátní fotografie zachycující jednotlivá stadia rýhování vajíček (embriony) mnohobuněčných organismů (ráz rýhování je blízký rýhování některých členovců) z lokality Doushantuo (jižní Čína), 570 Ma (nejvyšší proterozoikum).





Paratetraphycus – mnohobuněčné řasy
(Doushantuo, Čína, neoprz.)

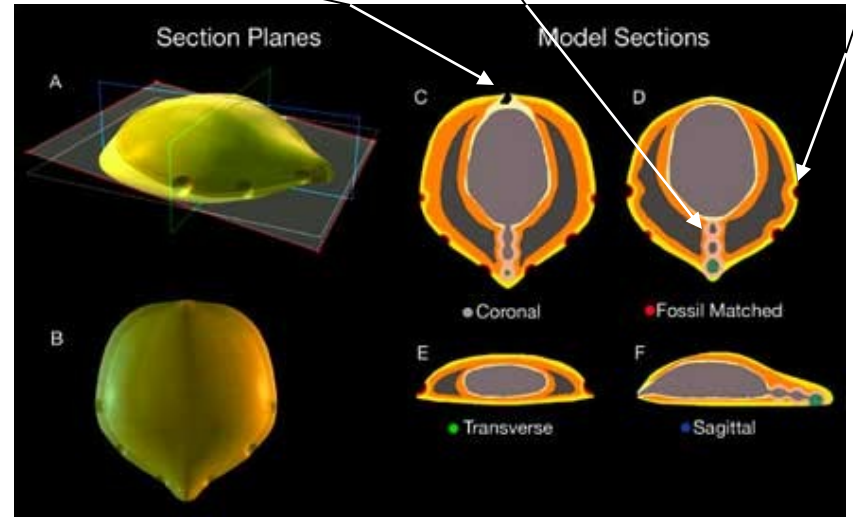
Diaoyapolite – řasa, 5 cm, Doushantuo, Čína, neoprz.

NÁSTUP BILATERÁLIÍ – Jižní Čína, Doushantuo (~600Ma)

Vernanimalcula guizhouena - (Eucaryota, Eumetazoa, Bilateralia), 0,1 –0,2 mm, mnohobuněčný, pohyblivý, bilaterální živočich, požírač mikrobů (3 zár. listy, coelom, ústa, rozlišený žaludek-střeva trakt, ? smyslové orgány ?)

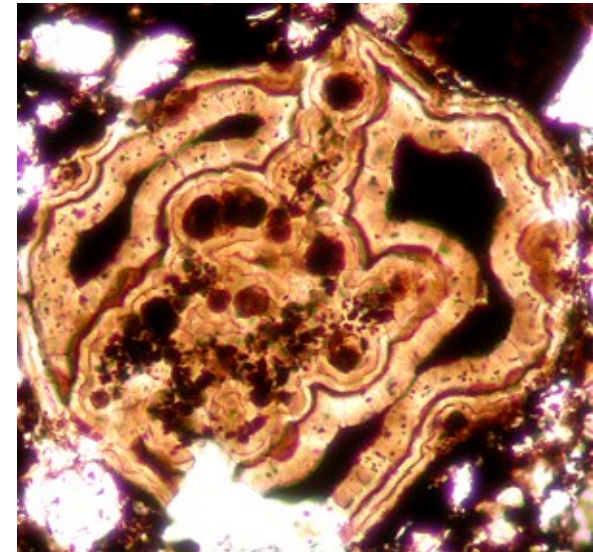


modely

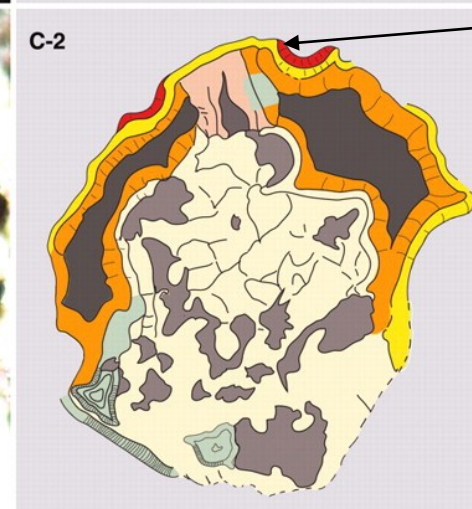
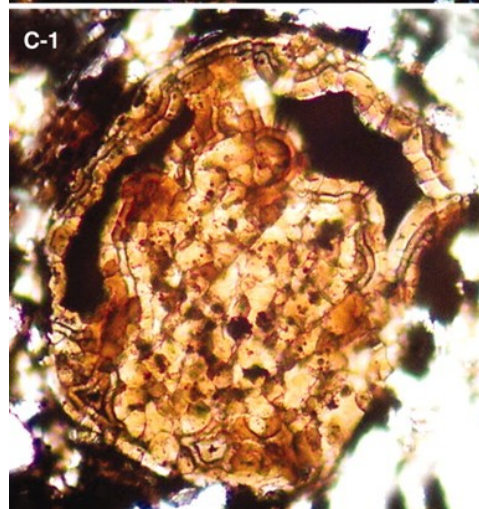
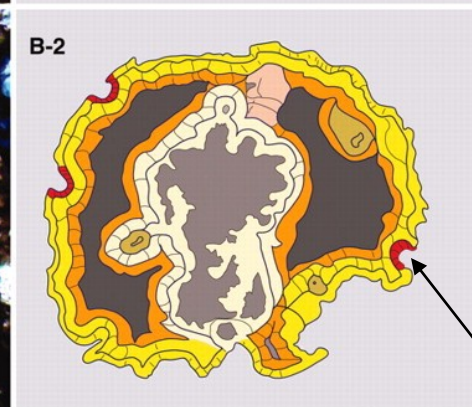
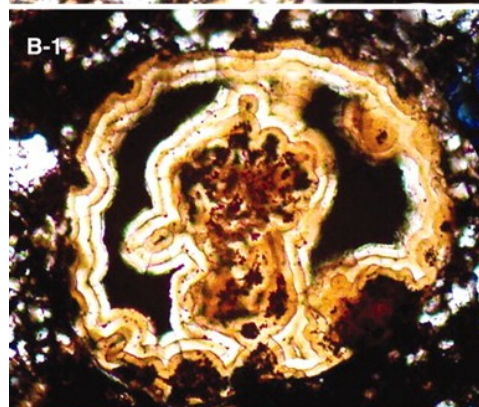
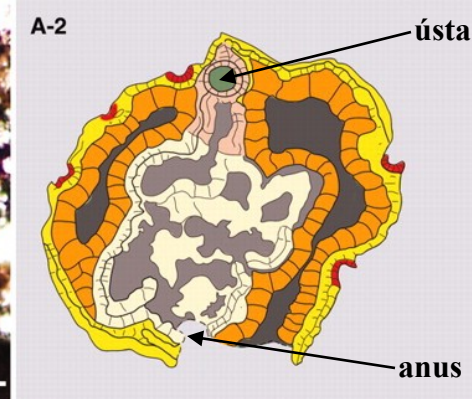


fosílie

řez fosílií



Vernanimalcula gizhoueana

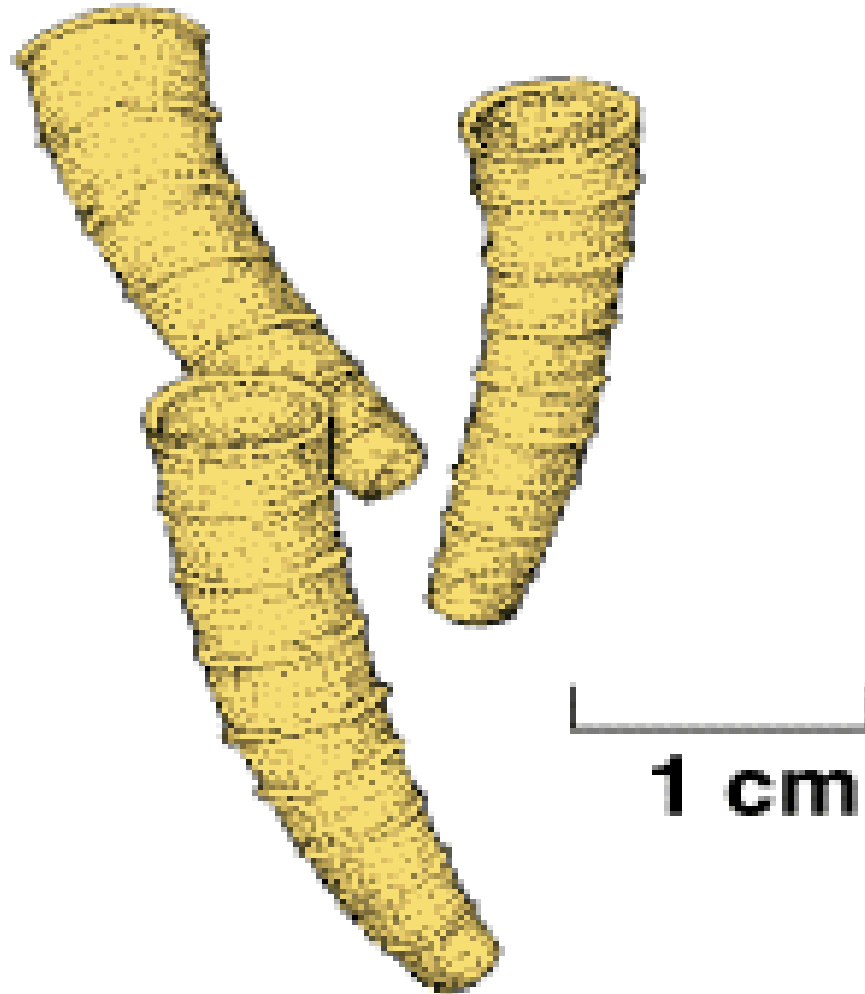


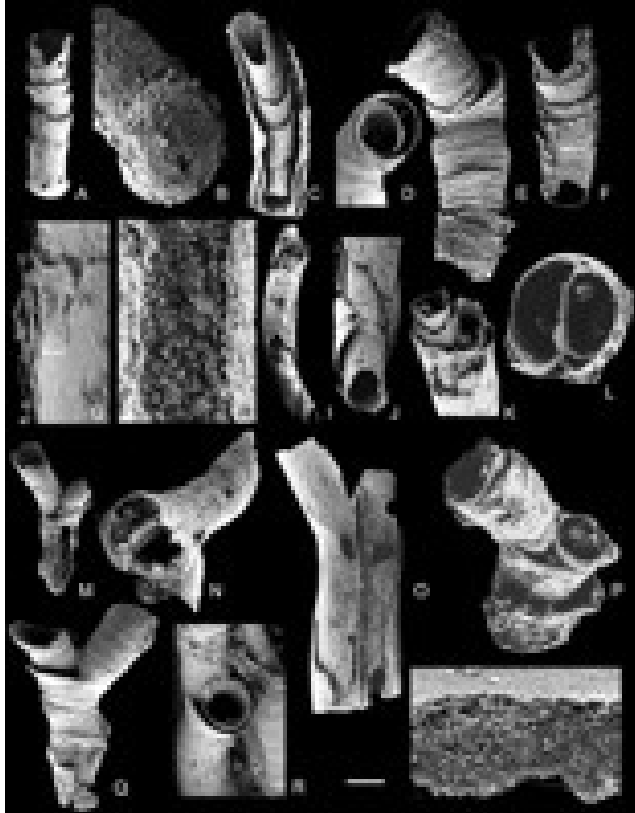
řezy

tkáně a orgány

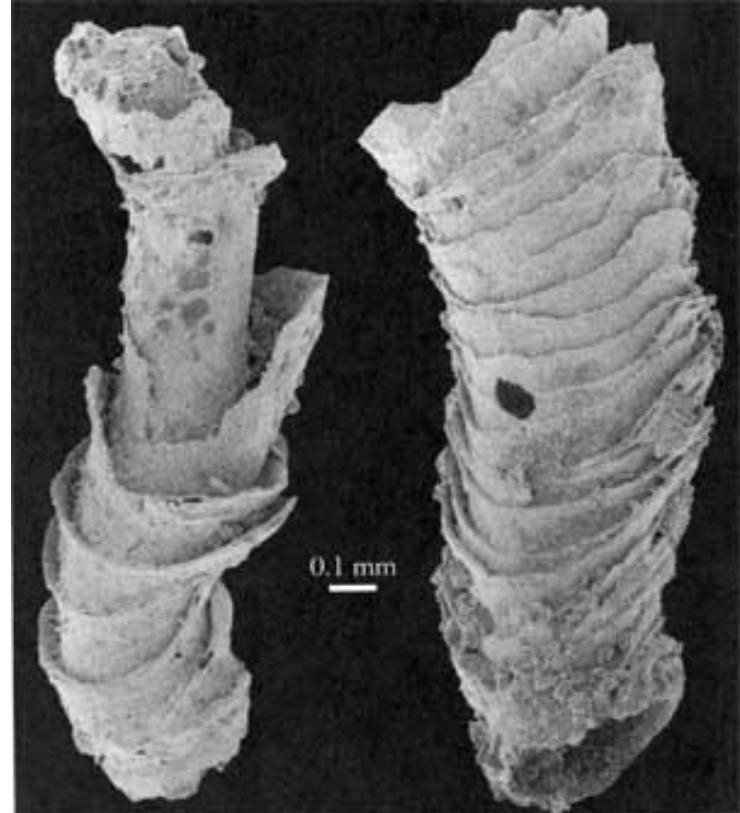
Cloudina - ~ 600 Ma

- *Cloudina*, nejstarší fosílie s pevným materiálem (kostrou) – pohárky z uhličitanu vápenatého (podobné láčkovcům), 3-4 cm velké – nástup biomineralizace





Cloudina - fosílie



Dengying
(J. Čína)



Namibie
(Jz. Afrika)
Skupina Nama
(549-543Ma)

Větvící se tubulární fosílie s horizontálními strukturami (dna ??), považovaná za časná tabulata, Doushantuo, Čína, neoprz.



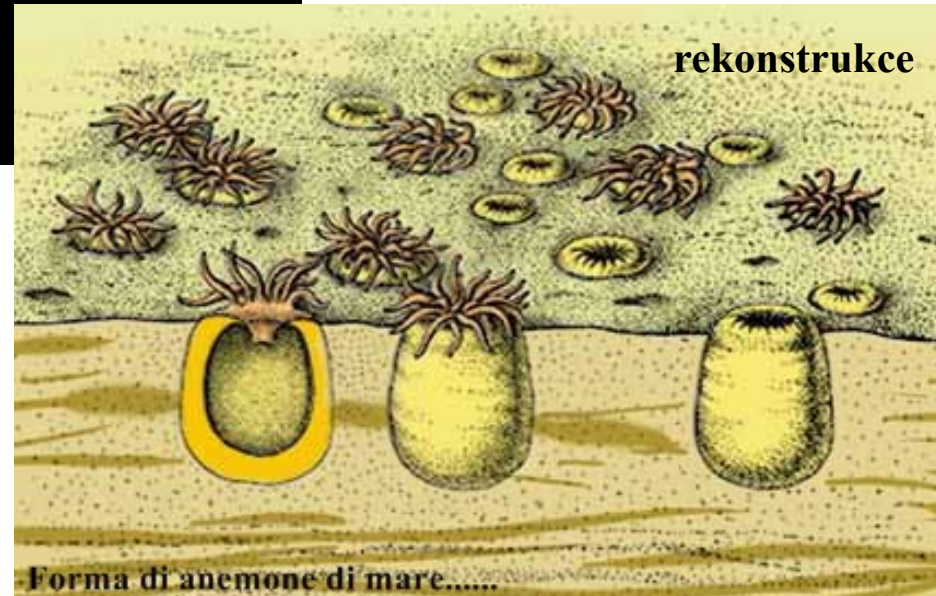
Nástup žahavců - korálnatců



fosílie

Property of the Namibian geological Survey Museum
in Windhoek, Namibia

Nemiana simplex (sk. Nama, Jz. Afrika
~565 Ma)



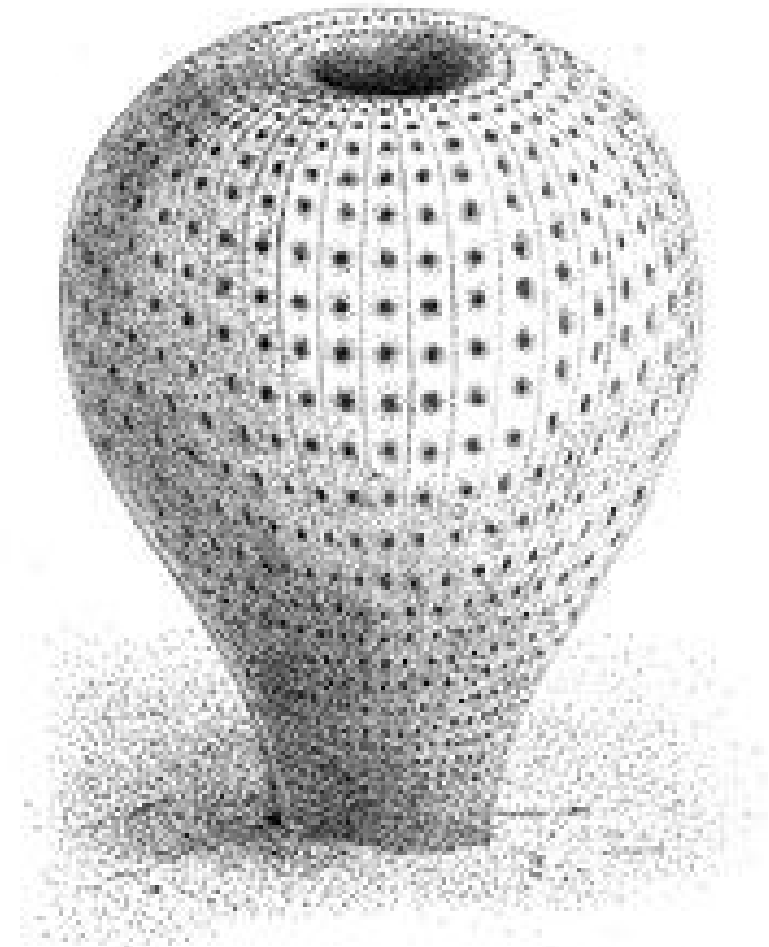
rekonstrukce

Forma di anemone di mare.....

Ausia fenestrata (?Vendozoa, ? Urochordata, ?Porifera)



Property of the Namibian
geological Survey Museum
in Windhoek, Namibia



rekonstrukce

Fosílie (sk. Nama, Jz. Afrika, ~549Ma)



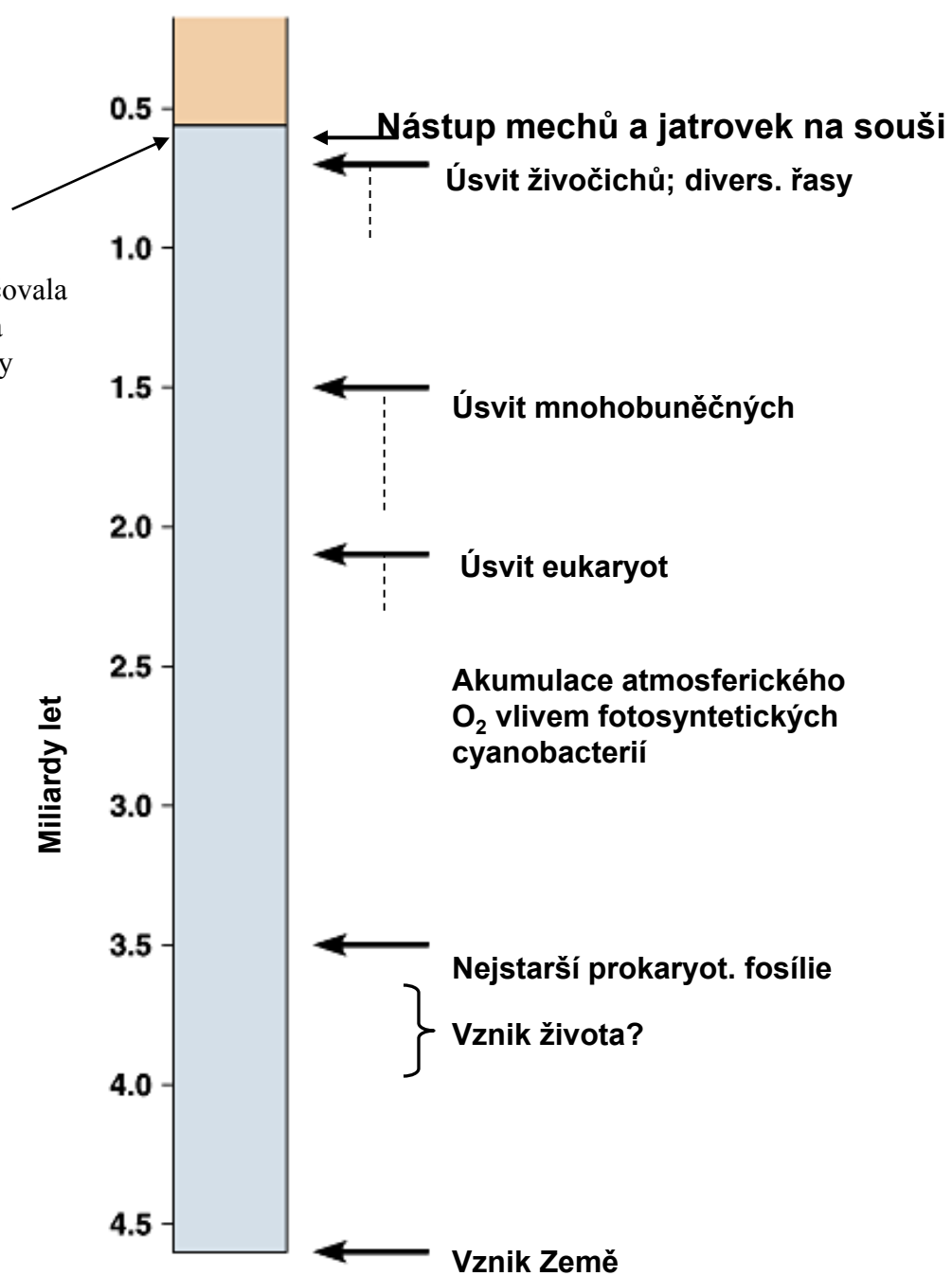
Pozn: Loren Babcock (Ohio State Univ., 2008) ohásil nález stopy (? Arthropoda) v ediakaru (~570 Ma) – drobné důlky jako stopy po kráčení cca stonožkovitého tvora

Geologický záznam prekambria ukazuje, že

- - náš život je nejspíše čistě zemského původu
- - první známky života se objevují od ~ 3.8 Ga
- - první mikrofosílie od 3.5 Ga
- - první horniny spojené s životní činností organismů od 3.5 Ga
- - ekosystém na bázi kyslíku a eukaryota od ~ 2.3 Ga
- - rozvoj mnohobuněčných s pevnou kostrou, ~ 600 Ma
- - Země prodělávala silné biotické krize již v prekambriu
(vymizení 70% akritarch ve sv. prekambriu) i několikrát během fanerozoika (6 velkých vymírání)

Přehled bioeventů v prekambriu

Izotopy O18 a C13 vápenců cca 800-600 Ma starých ukazují na dešťové vody, které spláchly zbytky rostlinného původu => existence velkých ekosystémů této vegetace na souši, která dostačovala k vytvoření výrazné izotopové stopy. Toto zjištění upozorňuje i na to, že sturtské zalednění nemohlo být tak globální a intenzivní, aby neumožnilo vegetaci v nepokrytých oblastech.



Sukcese velkých etap života z hlediska dominance skupin (jak je chápat)

Eon	Era	Period	Epoch	živočichové	rostliny			
Phanerozoic (<i>Phaneros</i> = “evident”; <i>zoic</i> = “life”)	Cenozoic	Quaternary		Recent, or Holocene	Age of Mammals	neofytikum		
				10,000				
		Tertiary	Neogene	Pleistocene			1.6	
				Paleogene			Pliocene	5
							Miocene	24
			Oligocene				38	
			Eocene	58				
			Paleocene	66				
	Mesozoic	Cretaceous		140	Age of Reptiles	meso- fytikum		
		Jurassic		205				
		Triassic		248				
	Paleozoic	Permian		286	Age of Amphibians	paleofytikum		
		Carboniferous	Pennsylvanian	320				
			Mississippian	360				
		Devonian		408				
		Silurian		438				
		Ordovician		505				
Cambrian		544						
Proterozoic (“Early Life”)	Precambrian		2500	Age of Unicellular Life				
Archean (“Ancient”)			~3800					
Hadean (“Beneath the Earth”)			~4600					

Proterozoikum (2.5-0.543 Ga) se vyznačuje:

1. Počátkem **moderního stylu deskové tektoniky**. Laterální pohyby, podsouvání desek, rozpínání desek oceánského dna. Zemská kůra narůstá.
2. Počátek **moderního stylu sedimentace**. Na kontinentech vznikají široké kontinentální šelfy. Na nich se ukládají klastika a karbonáty.
3. **Zaledněními (začátek a konec proterozoika – cca 2.1 - 2.6, a 1.0 - 0.57 Ga)**.
4. **Zvyšování koncentrace kyslíku v atmosféře** má za následek **vznik ozonové vrstvy, konec sedimentace páskovaných Fe rud**, které se tvoří jen při nízkém a kolísajícím O₂ a **nástup sedimentace červených vrstev** – klastických sedimentů (pískovce a prachovce s červeným železitým tmelem).
5. Po ukončení posledního zalednění (cca 575 Ma) **prudce vzrůstá obsah O₂** v atmosféře i relativně hlubokých vodách (měřeno na Novém Founlandu). Zde poté nastupuje ediakarská fauna (**Ediacarian**). Prudký vzrůst O₂ viz výše.
Názory (Knoll 2006): nástup hub a lišejníků na souši + zvětrávání + orogeneze

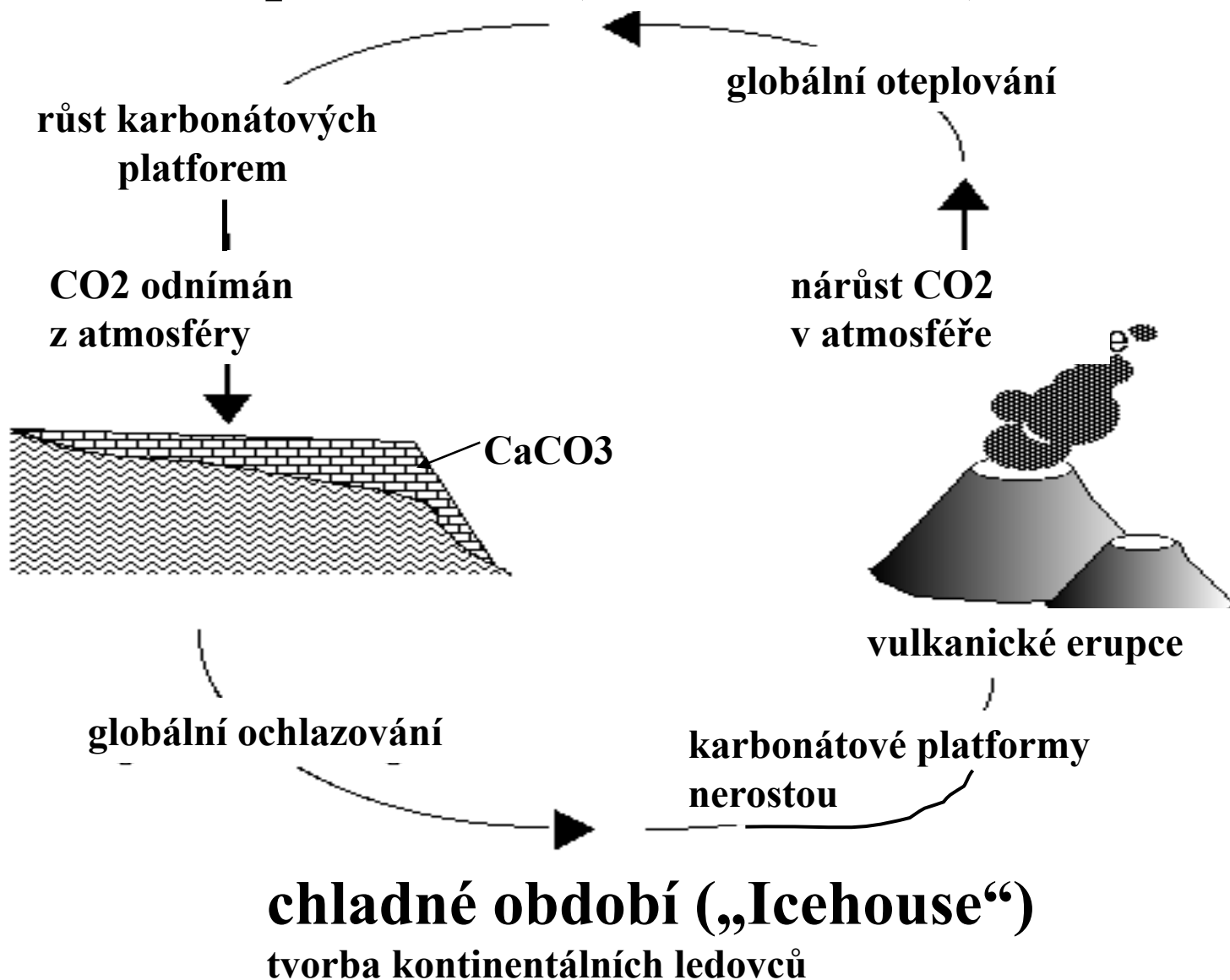
Role CO₂

Počátkem proterozoika vznikaly už značné plochy kontinentálních šelfů. Pokrýval je diverzifikovaný jednoduchý život v podobě řasových filmů, povlaků či koberců. To vedlo k tvorbě rozsáhlých karbonátových plošin (podobné jaké dnes existují v tropických oblastech – např. na Bahamách).

Tvorba karbonátových souvrství, podobně jako fotosyntéza, používá atmosferický CO₂ jako základního zdroje. Zatímco organické látky produkované fotosyntézou jsou poté rychle reoxidovány a uvolňují (vracejí) CO₂ zpátky do atmosféry, karbonáty jsou ukládány jako sedimentární horniny podporující CO₂ na velmi dlouhou dobu a vracejí ho zpět až během dlouhého geologického času (např. desková tektonika-vulkanismus). Růst karbonátových plošin vede tedy ke snížení obsahu CO₂ v atmosféře a ke snížení obsahu skleníkových plynů a tím i k ochlazení. Naopak, zastavení růstu karbonátových plošin vede k opačnému efektu a oteplování planety. Tak v proterozoiku startuje střídání teplých („greenhouse“) a chladných („icehouse“) období.

Viz následující obr.

teplé období („Greenhouse“)



Pro planetu je charakteristické střídání teplých a chladných období

Vymírání na konci proterozoika:

- **750 Ma = zalednění (Země jako sněhová koule) = mizí 70 % všech řas (akritarcha)**
- **550 Ma = na hranici prekambrium/kambrium tříštění Rodinie, v nejspodnějším kambriu změna chemismu oceánů (např. exkurse izotopů Mo – profily Oman, Čína = upwelling euxinických dnových vod, Wille et al. 2007), mizí prakticky zcela měkkotělá „ediakarská fauna“, nástup skeletonizace, současně zaznamenána globální regrese, žádné stopy po impaktu, žádné zvýšení vulkanické činnosti.**
 - ⇒⇒⇒ **Hranice Prz/Cm = zemské faktory**

Použité prameny:

- 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.
- Pálfy, J., 2005: Katastrophen der Erdgeschichte – globales Aussterben ? – Schweizerbart. Ver. (Nägele u. Obermiller), pp. 245, Stuttgart.
- Paturi, F. X., 1995: Kronika Země. - Fortuna Print, pp. 576. Praha.
- 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)