

Biotické krize a globální ekosystémy v historii Země

Úvod

Rostislav Brzobohatý

výběrovka 2019

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)

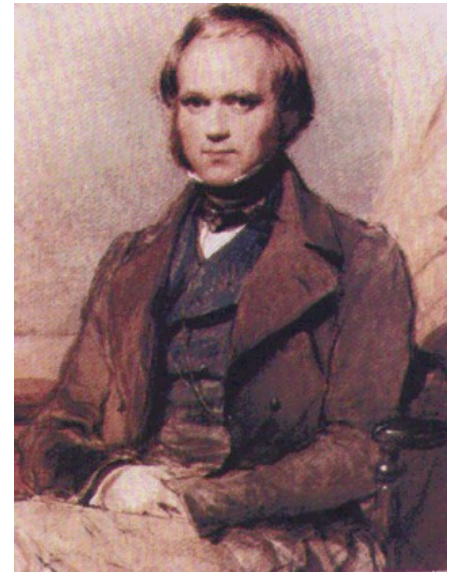
Látkové cykly (jejich velikost)

- 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)

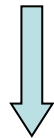


Ch. Darwin (1809-1882)



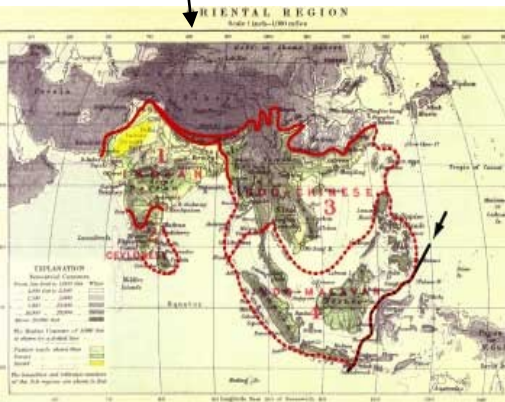
→ **evolucionismus** ←

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 =>

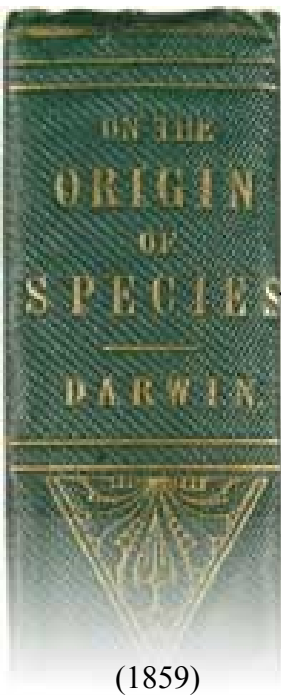
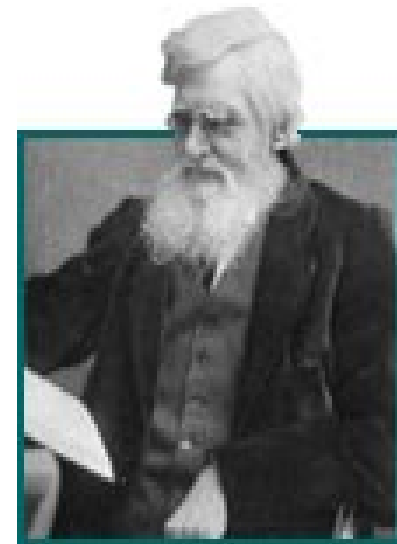


změna prostředí → změna hierarchie způsobilosti („fitness“) → posun v rozmístění způsobilosti u potomstva („struggle for life“- „struggle“ = boj, ale také „úsilí“, přirozený výběr + pohlavní výběr, adaptace)

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

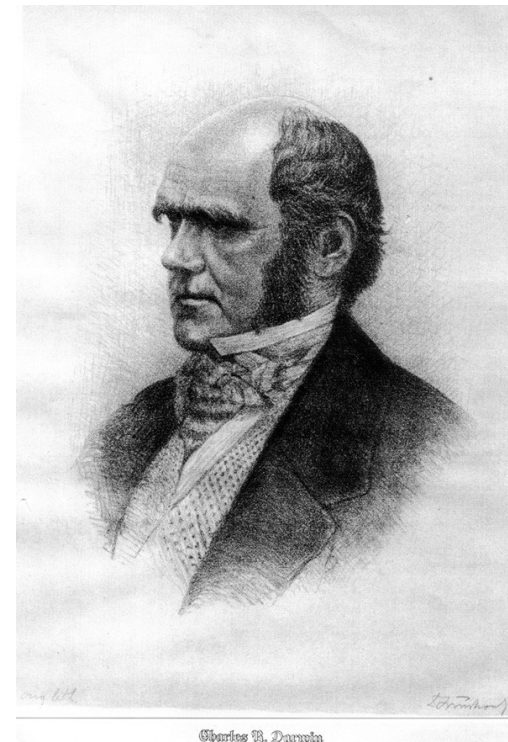


Ch. Darwin – formulace „teorie vzniku druhů“ – její zásadní přínos:

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“



Tehdejší geologie a základní spor

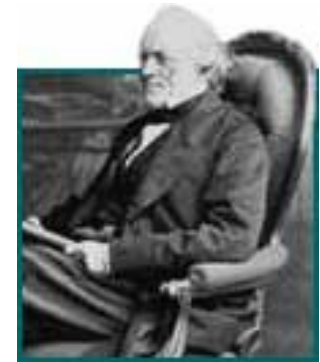
geologický čas v Darwinově době (trvání Země 200-400 Ma; Cm – recent ~ 60 Ma),
velmi malá znalost prekambria – zcela bezfosilní

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

**Stručný přehled evolučních názorů
zahrnujících geologii**

Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955)



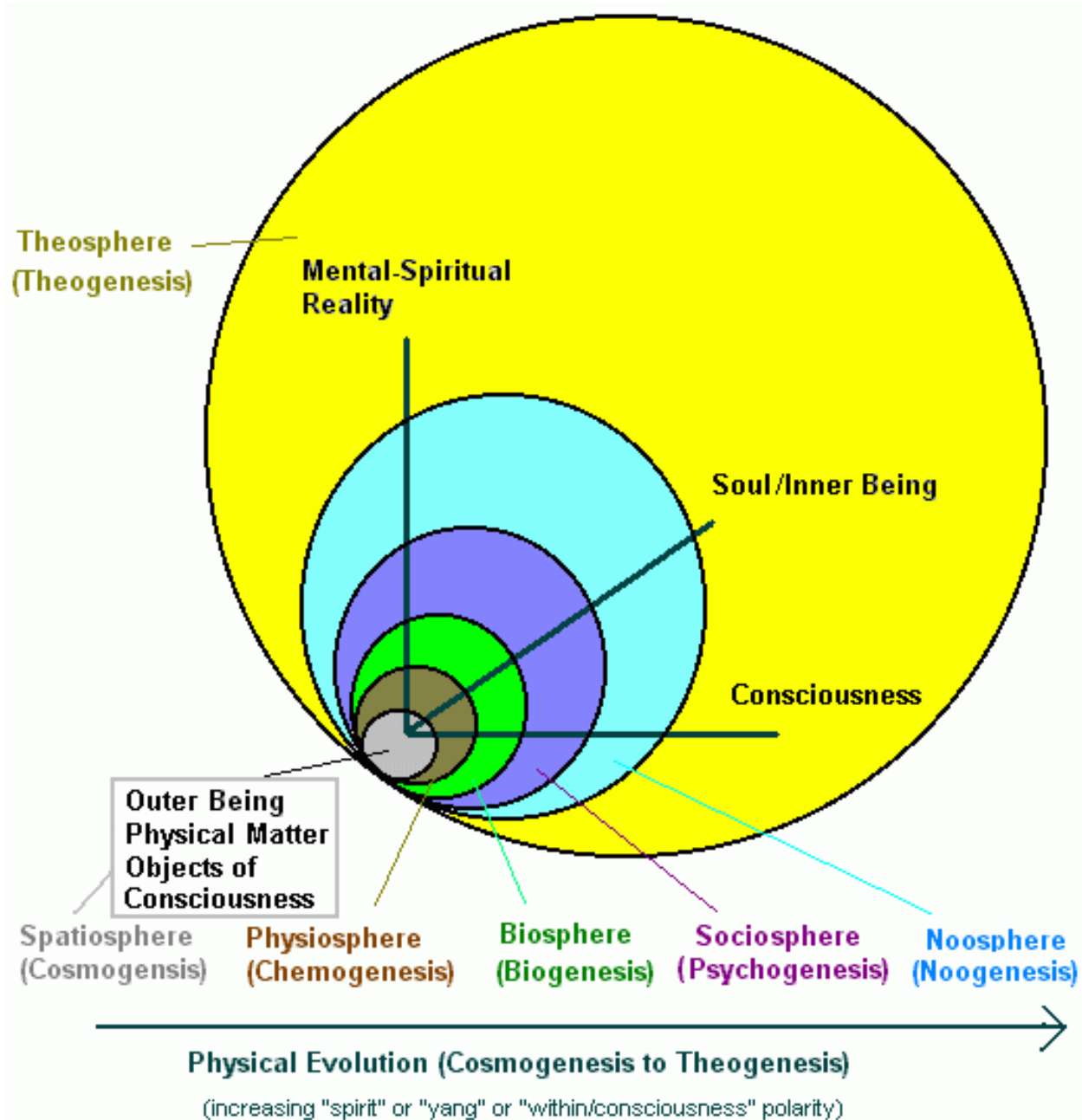
Pierre Teilhard de Chardin se narodil 1. 5. 1881 v Sarcenatu, Puy-de-Dôme.
R. 1889 vstoupil do jezuitského řádu. Po filosofických a teologických studiích se specializoval na geologii a paleontologii.
R. 1922 se stal profesorem geologie na Katolickém institutu v Paříži. Mnoho let strávil v Číně, kde se 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**
- **Vvětšina 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)**

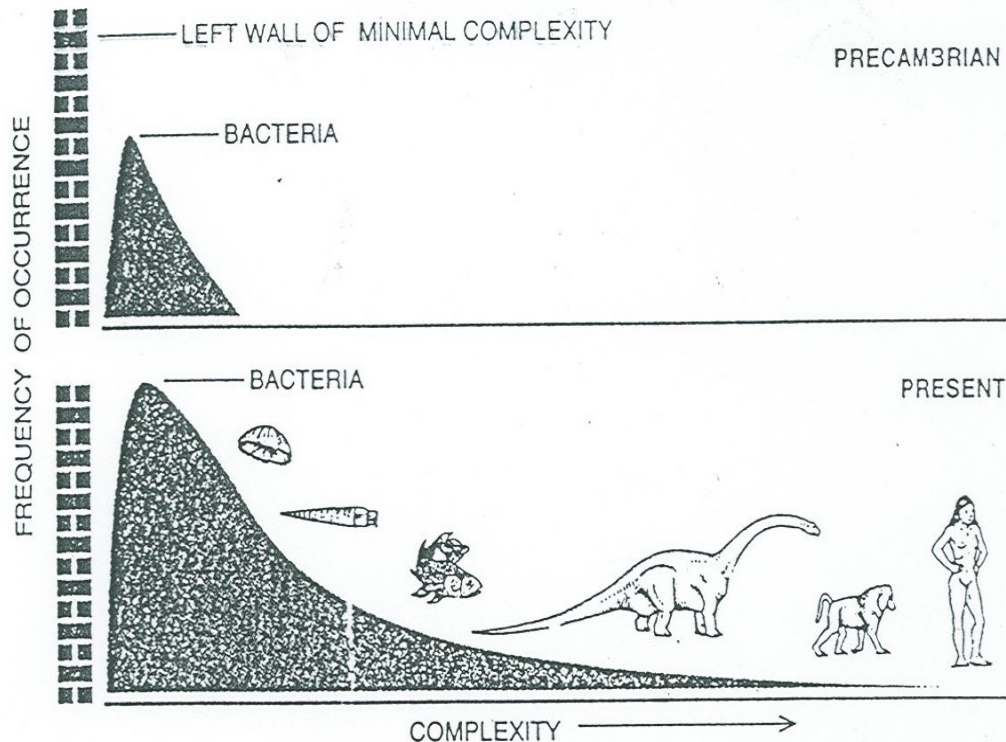


Niles Eldredge

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

šťastné náhodné přežívání

Gould (1994)



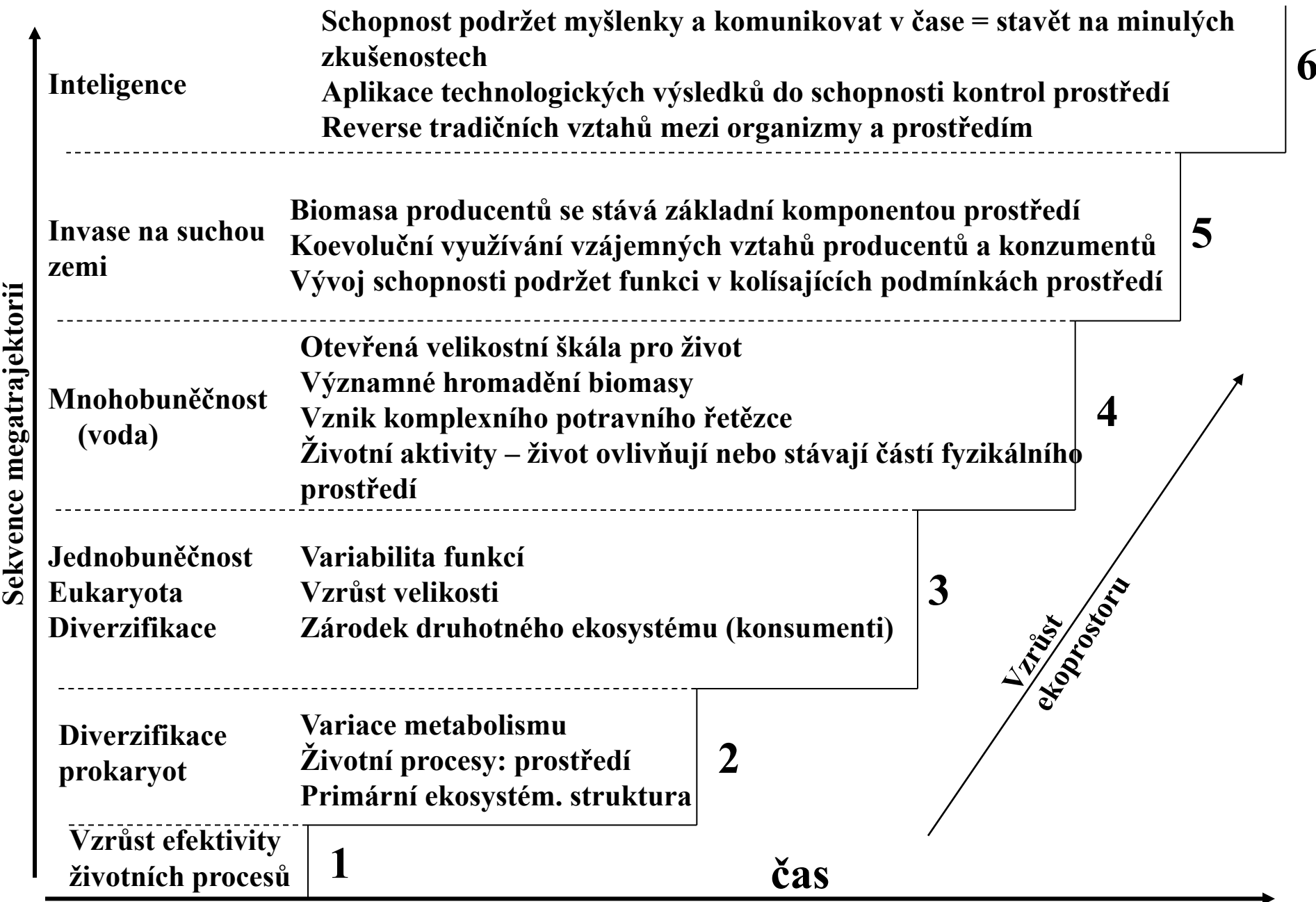
PROGRESS DOES NOT RULE (and is not even a primary thrust of) the evolutionary process. For reasons of chemistry and physics, life arises next to the “left wall” of its simplest conceivable and preservable complexity. This style of life (bacterial) has remained most common and most successful. A few creatures 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

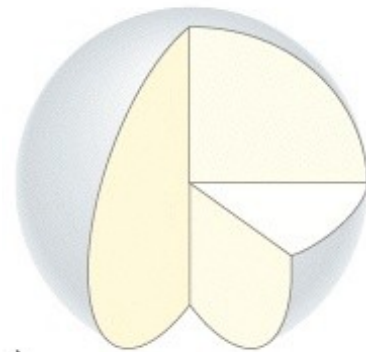
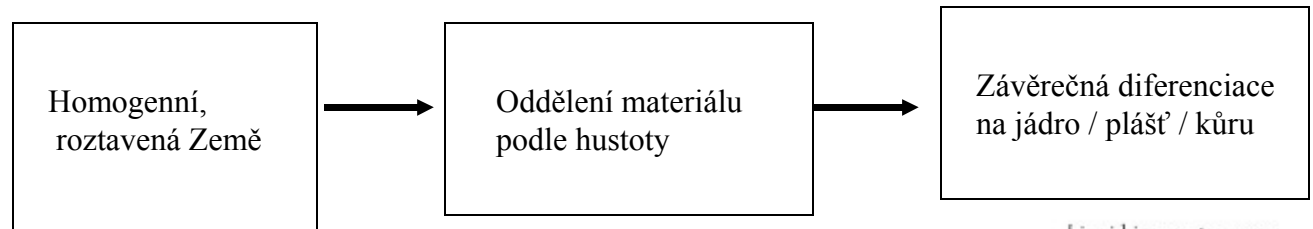
výběrovka 19



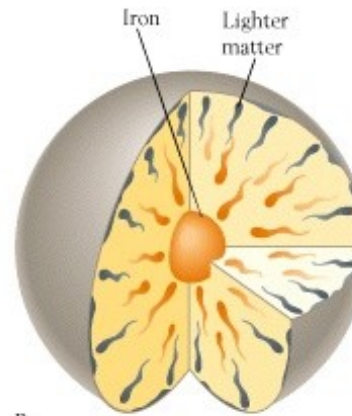
Velký třesk – 15 Ga – elementární částice, lehké prvky (H, He)-
hvězdy a galaxie první generace – bílí trpaslíci.

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

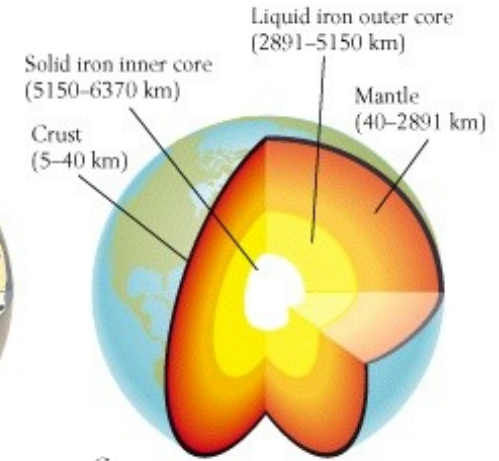
Tvorba Země jako planety zahrnuje



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

4,568 Ga – chondr. meteorit – solární systém starší než se dosud předpokládalo

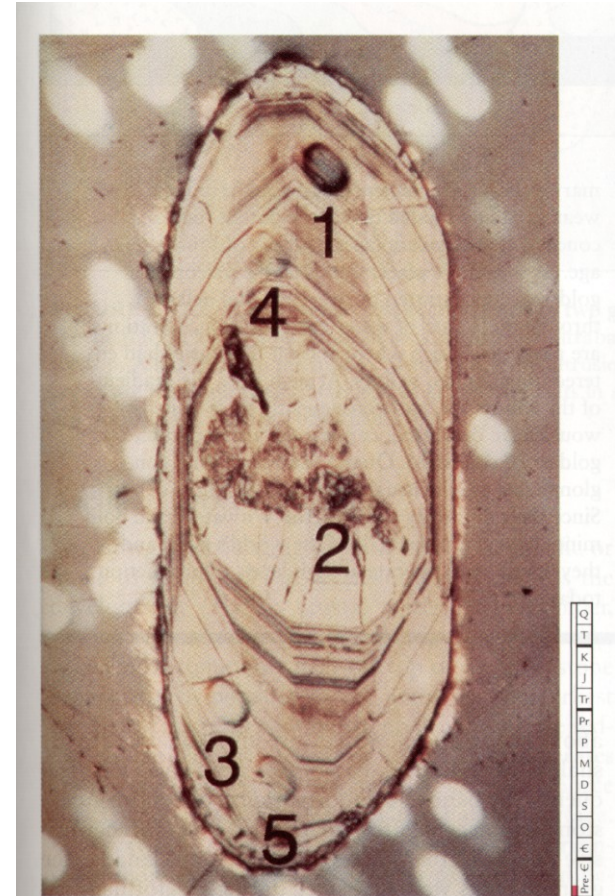
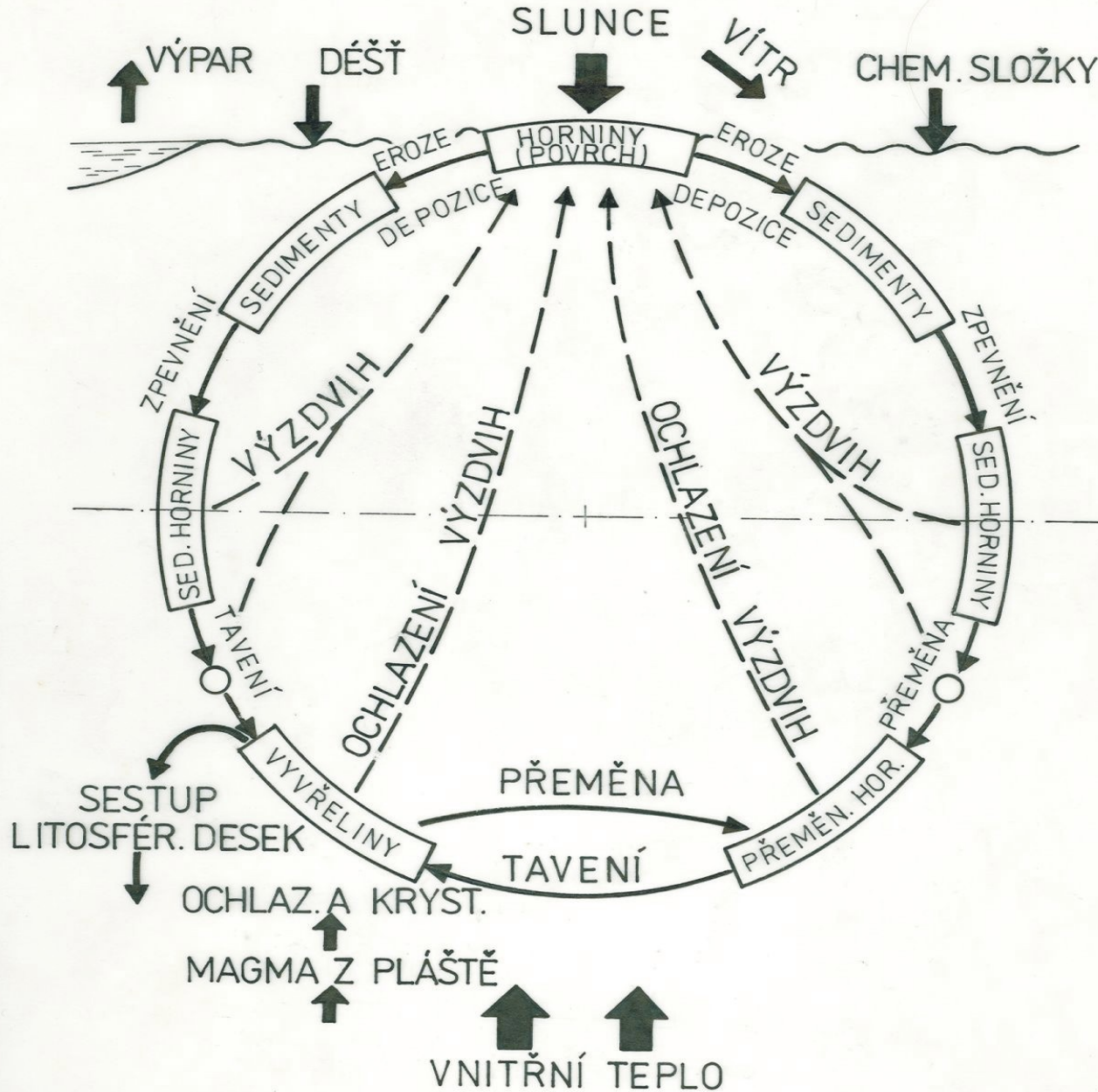


FIGURE 6-18 Photomicrograph of one of the 3.96-billion-year-old zircon grains extracted from the Acasta Gneiss, Slave province, Northwest Territories of Canada. The grain is 0.5 mm long. Its polished surface has been etched with acid to highlight crystal growth zones. Numbers refer to points selected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

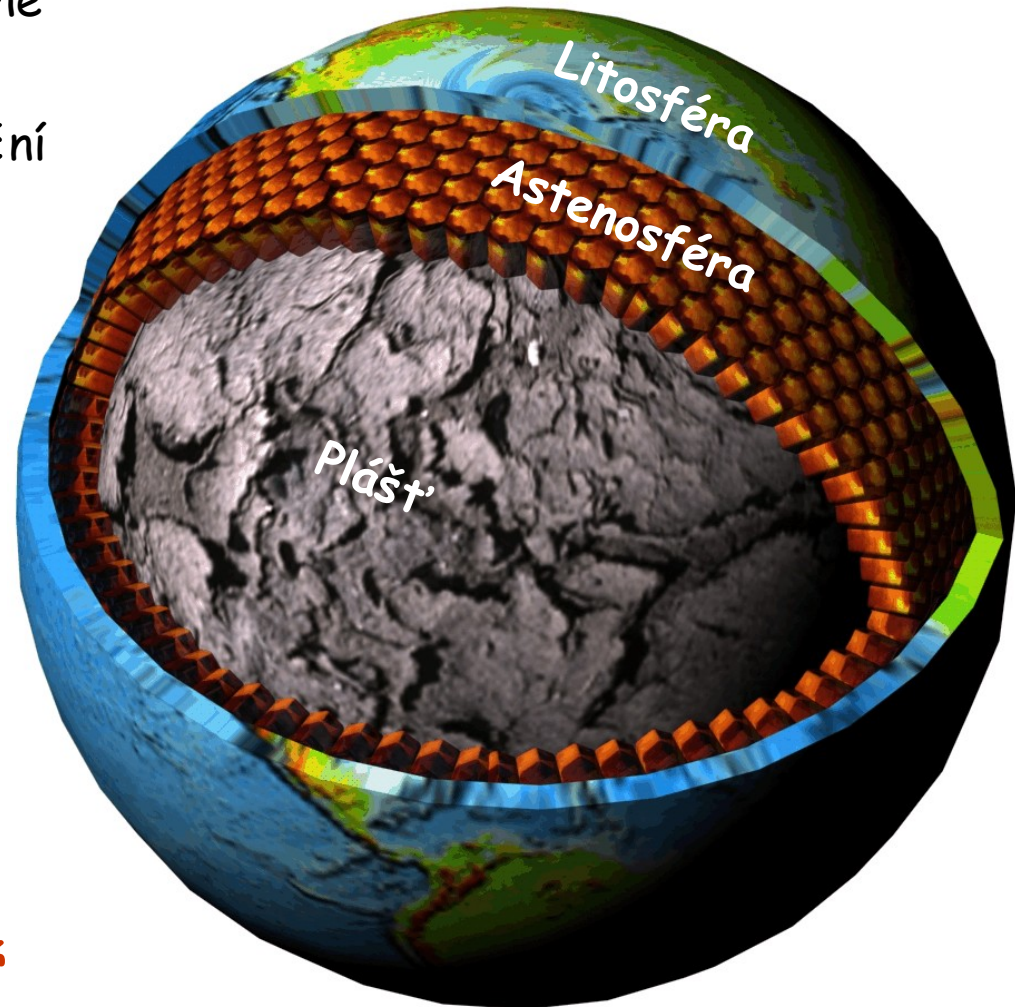
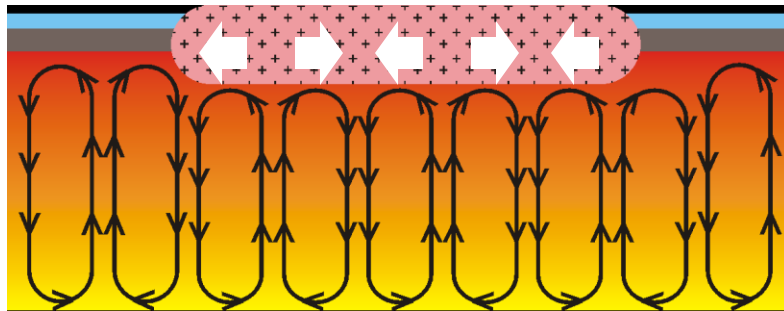
Horninový cyklus



Jak je to tedy s konvekčními proudy

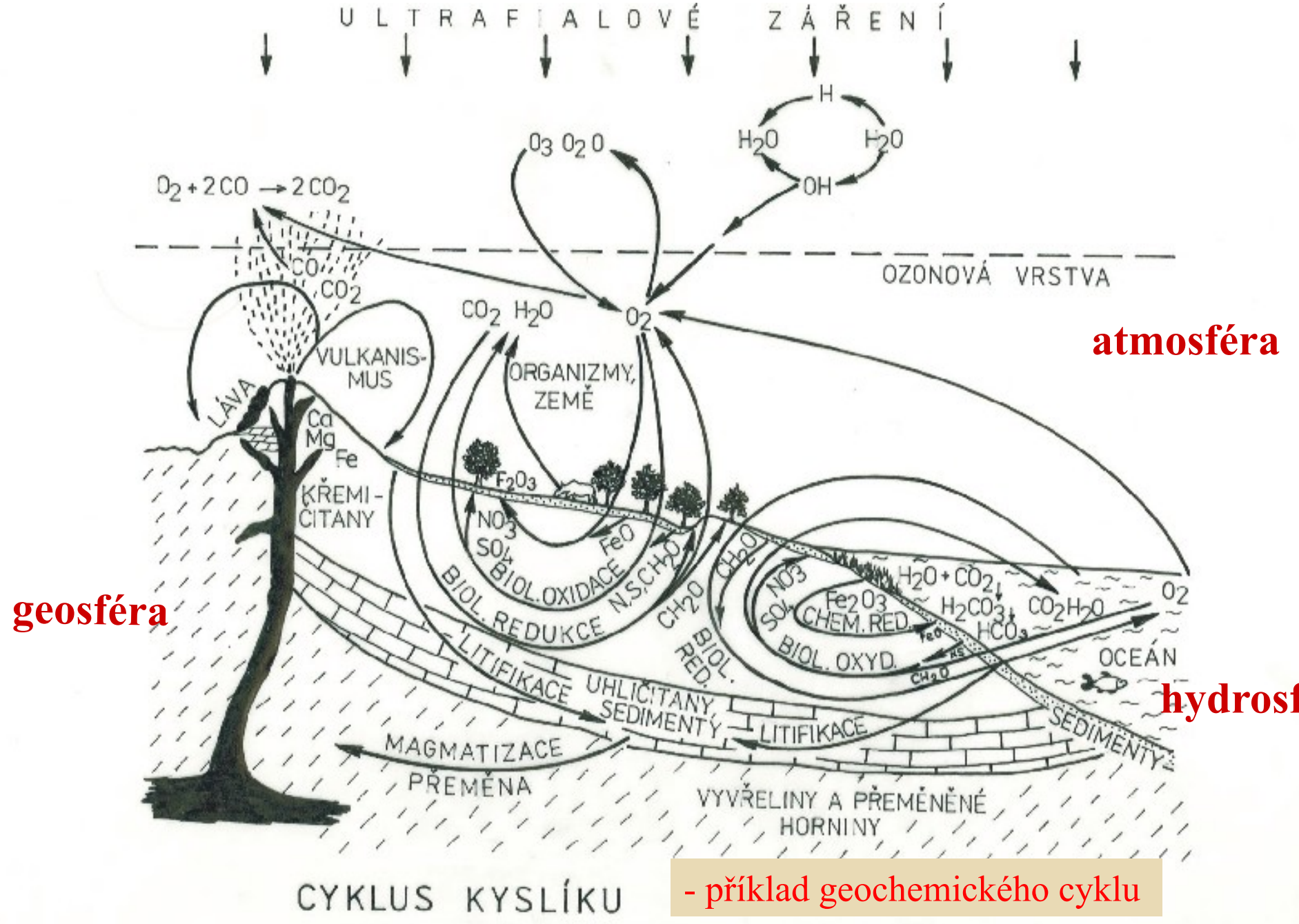
Novější hypotéza

- 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

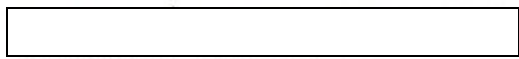
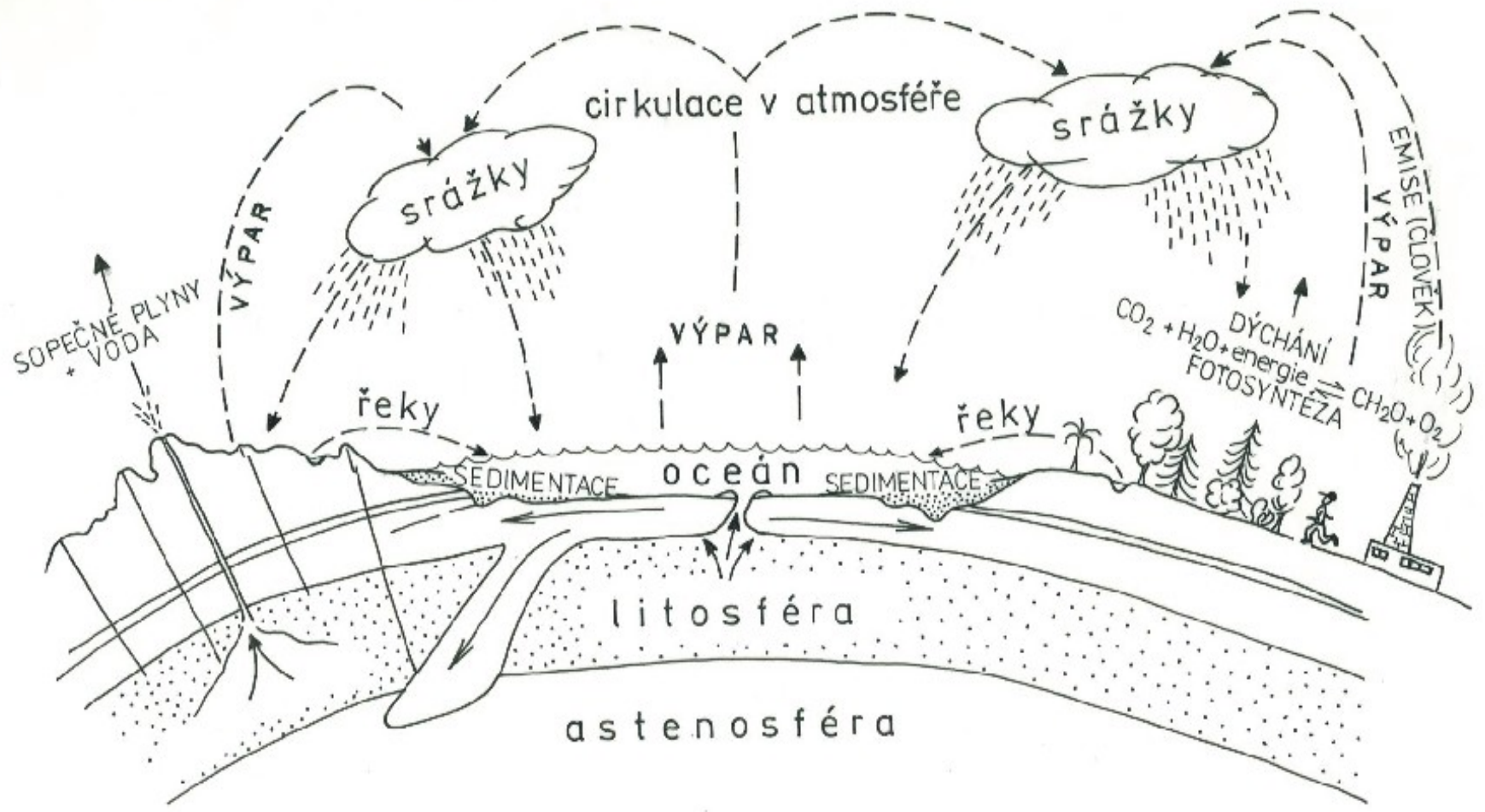


Konvekční proudy (buňky) vytvářejí jakýsi polštář, po kterém desky kloužou

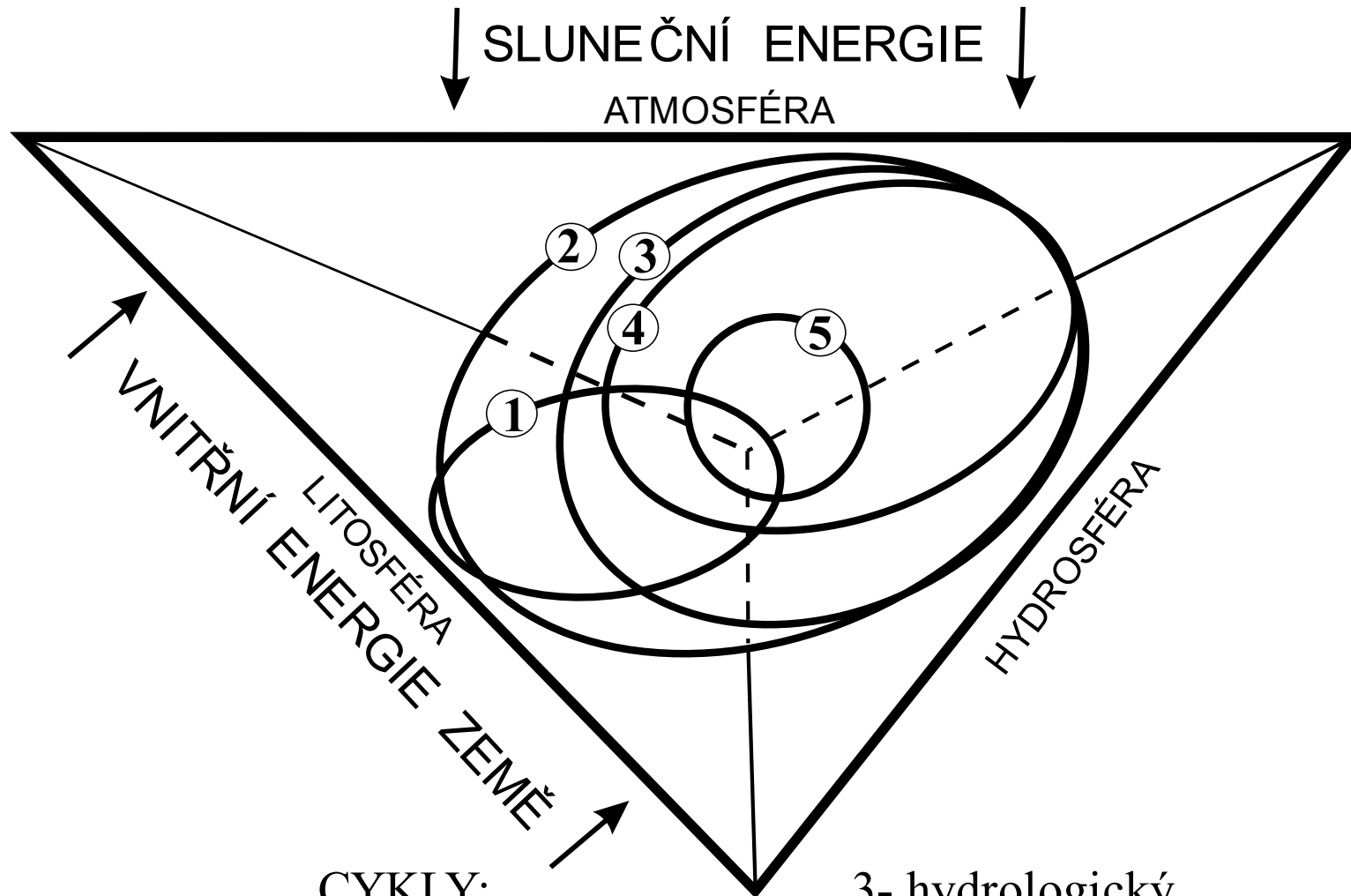
Desky se zabořují a podsouvají vlivem spredingu a rozdílné hustoty litosféry a astenosféry



Zemský metabolismus



Propojení všech hlavních součástí systému Země



CYKLY:

1 - horninový

2 - geochemický

3 - hydrologický

4 - biologický

5 - lidská společnost



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

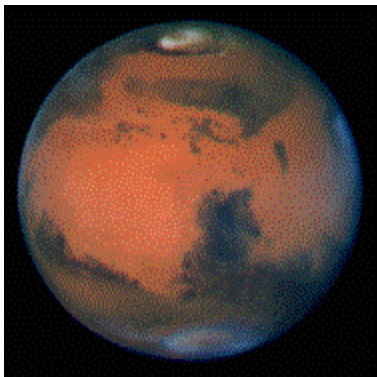


Hadaikum

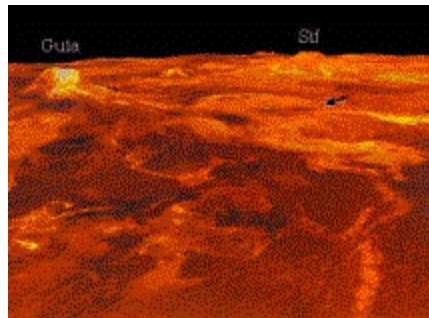
(G. Richter 2014)

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 dynama 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



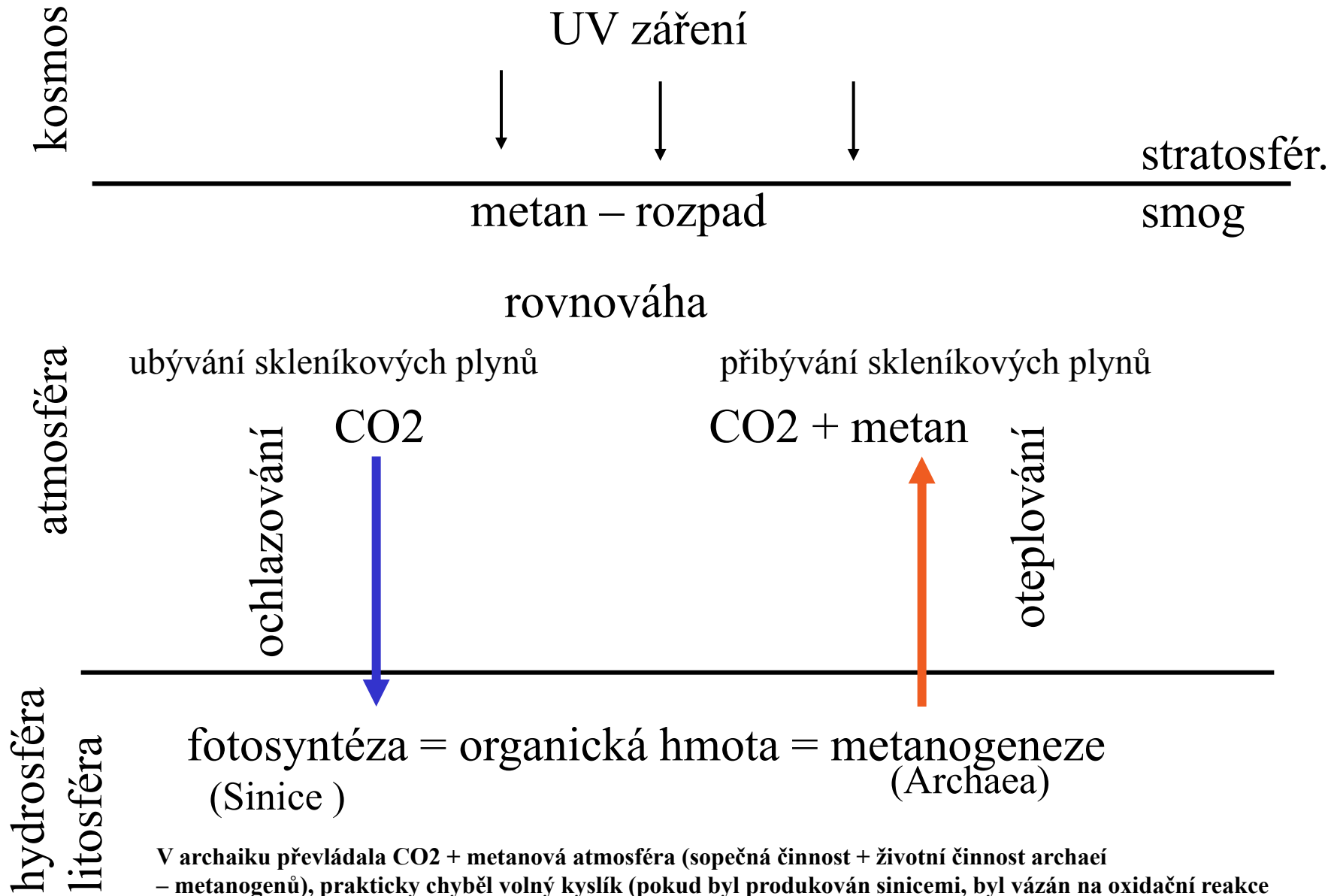
Venuše



Země

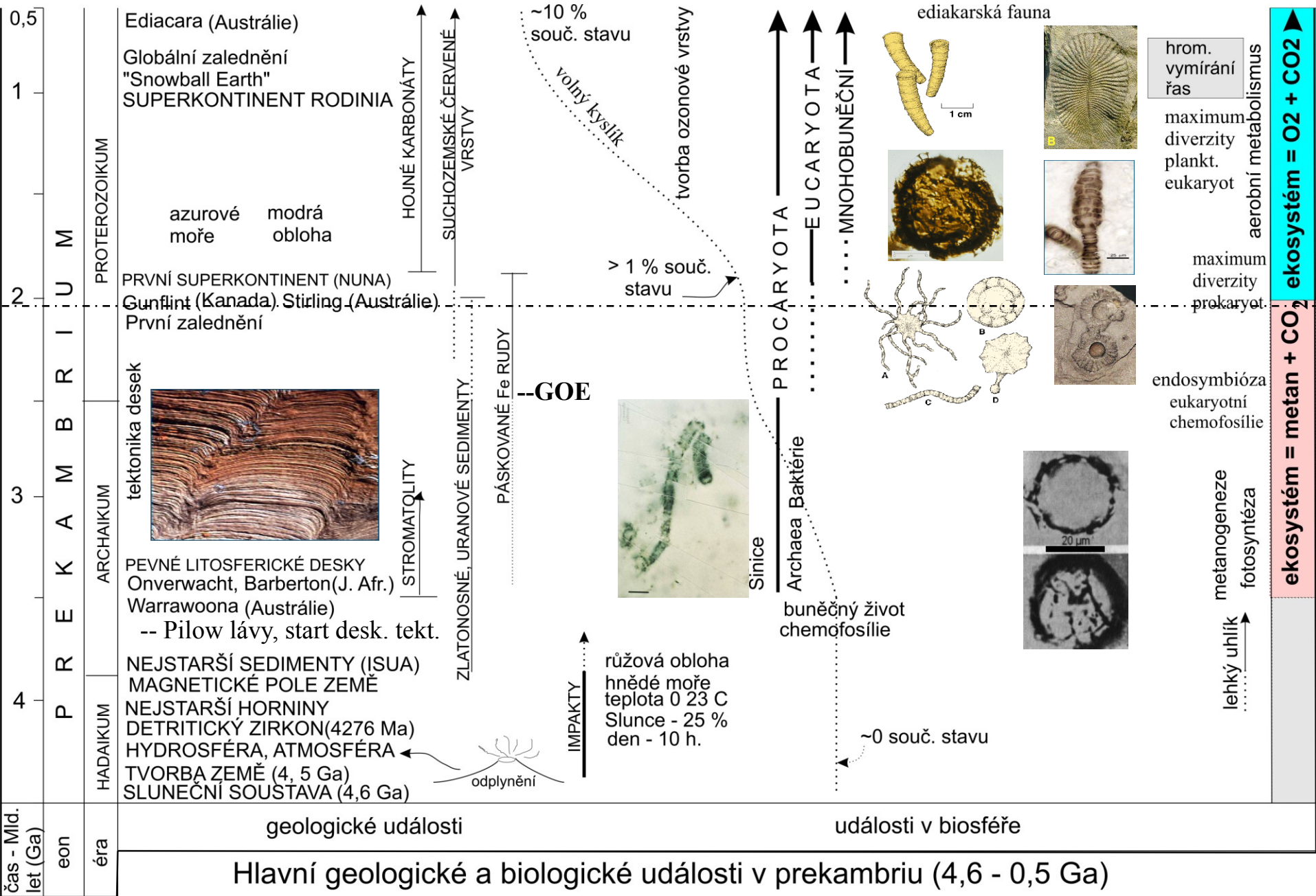
Vznik života – viz minulý semestr

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)



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



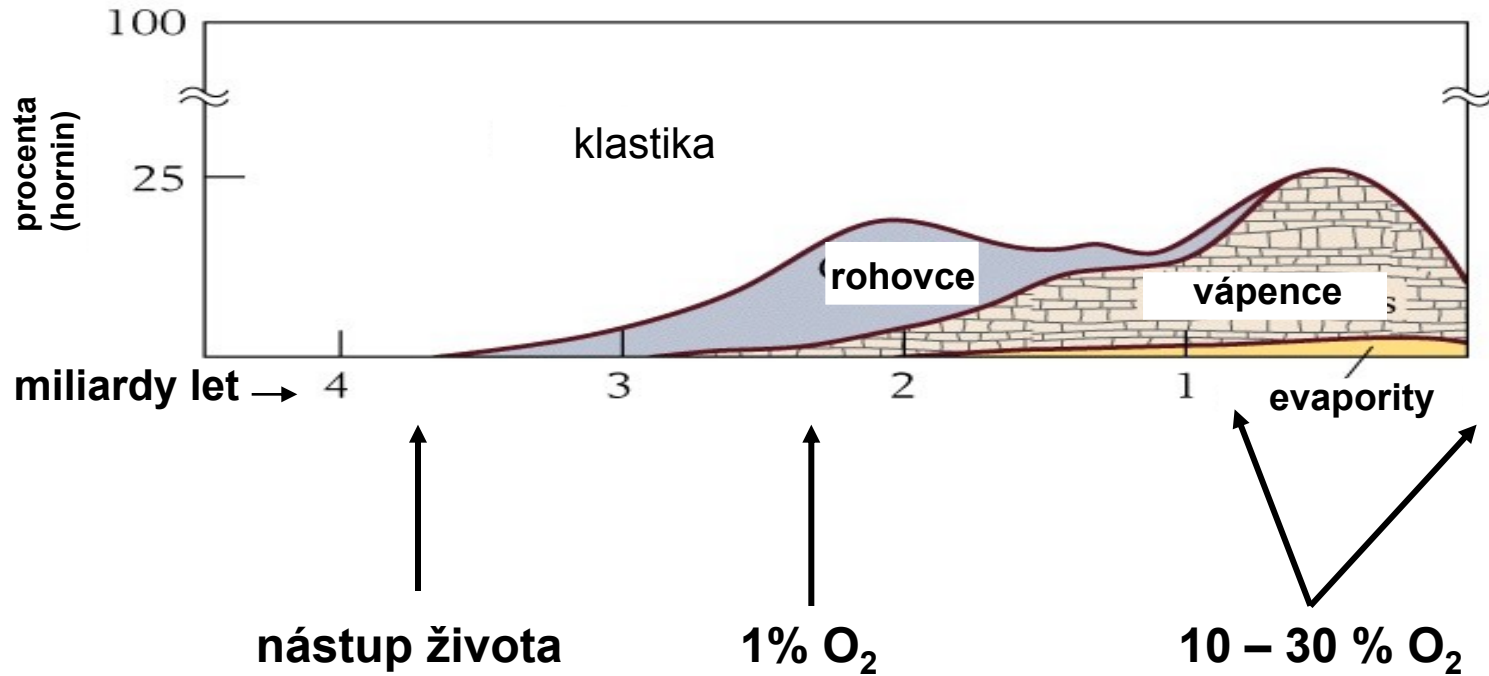
The magnetic field protects Earth's surface from deadly cosmic radiation and provides clues about the planet's interior. Tarduno *et al.* found that some of the oldest minerals on Earth, Jack Hills zircons, preserved a record of a magnetic field over 4 billion years ago (see the Perspective by Aubert). Earth's magnetic field appears to have been fully operational a mere few hundred million years after the planet formed. This suggests an early start for plate tectonics and an ancient cosmic radiation shield that was important for habitability *Science* 2015, this issue p. [521](#); see also p. [ARTICLE](#)

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.

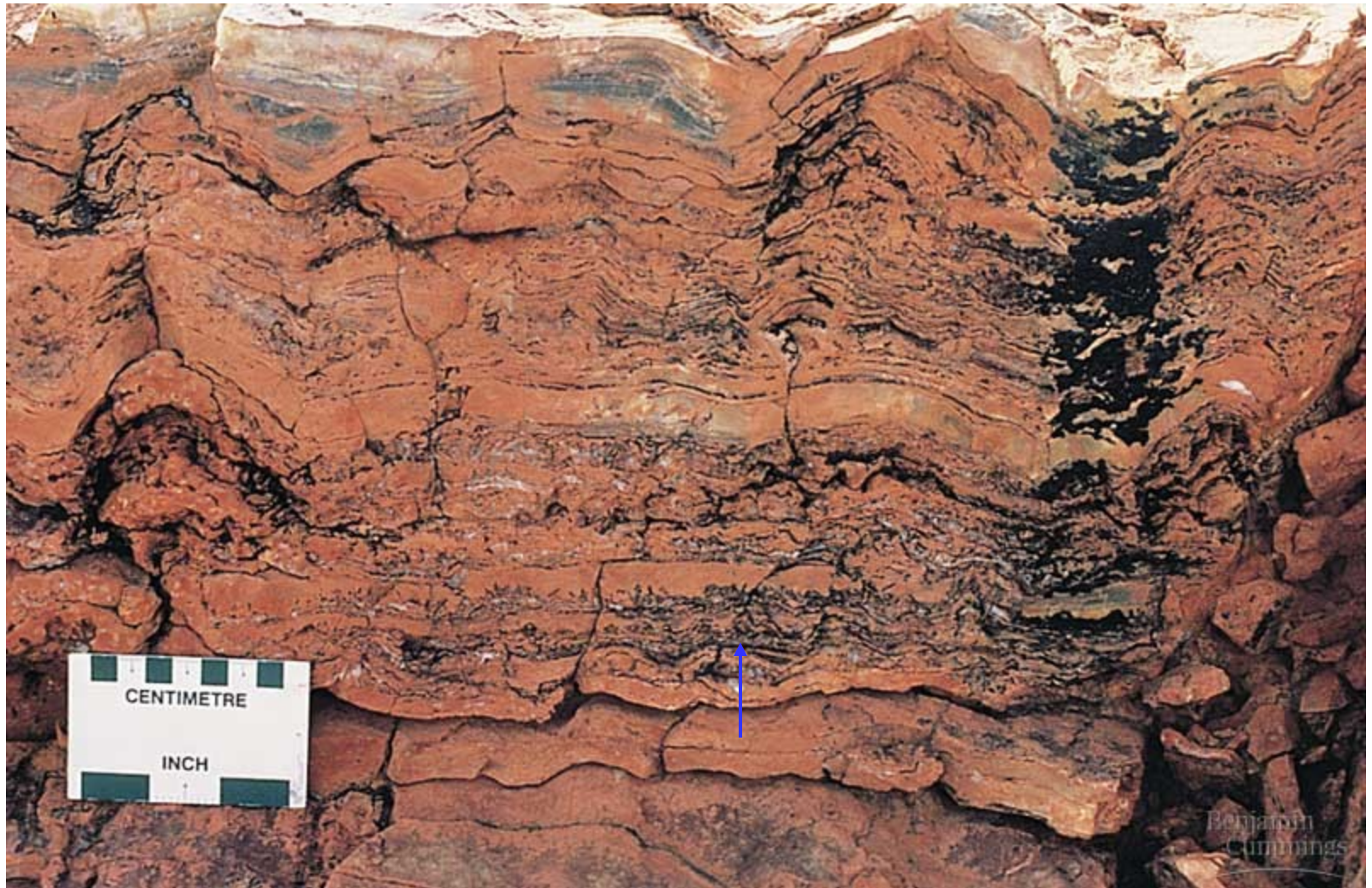
Zastoupení hlavních sedimentárních hornin v historii Země





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

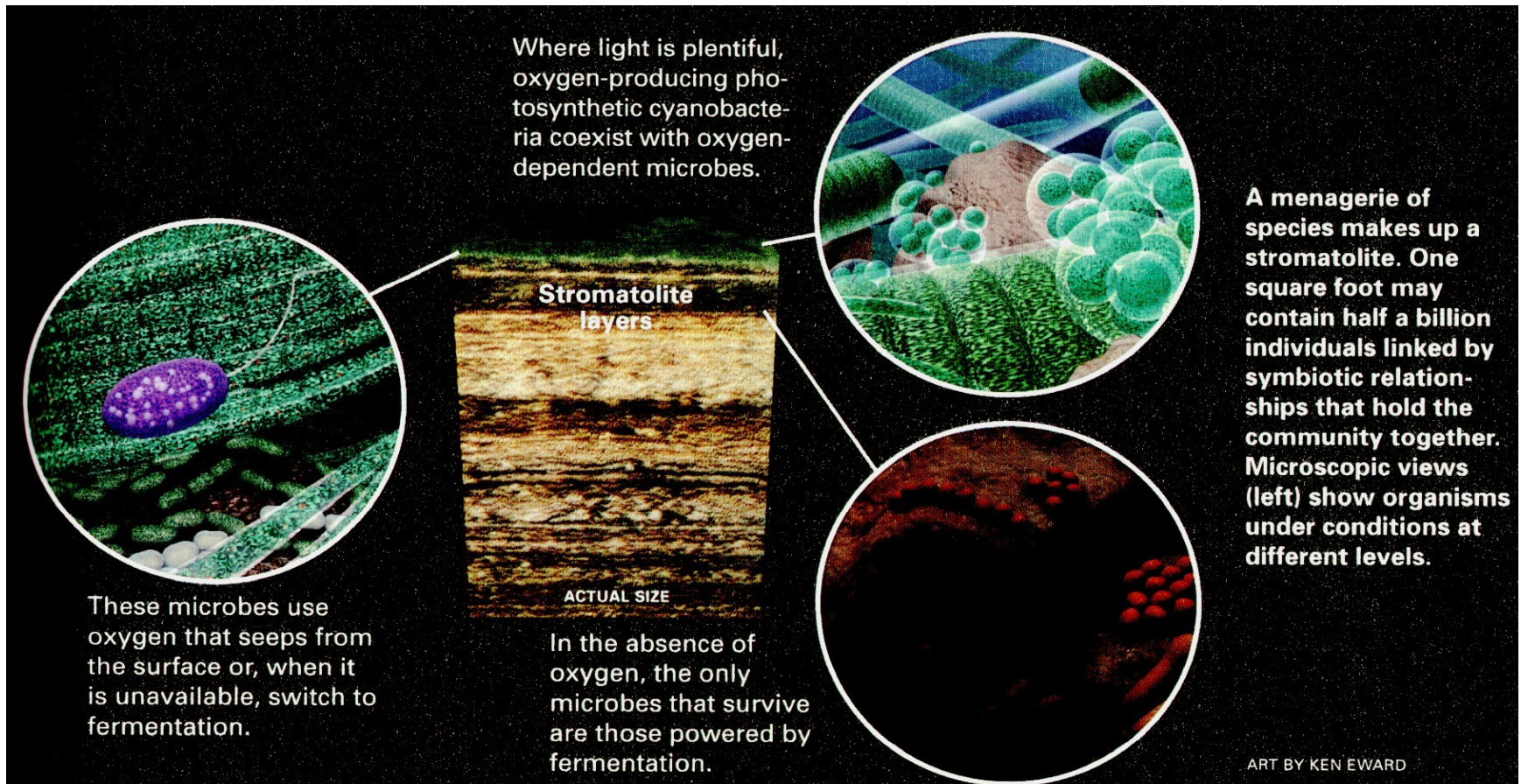
Páskované Fe rudy, makroskopický pohled



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

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 uhličitánem vápenatým z vody a vytvářely pevné páskované horniny.

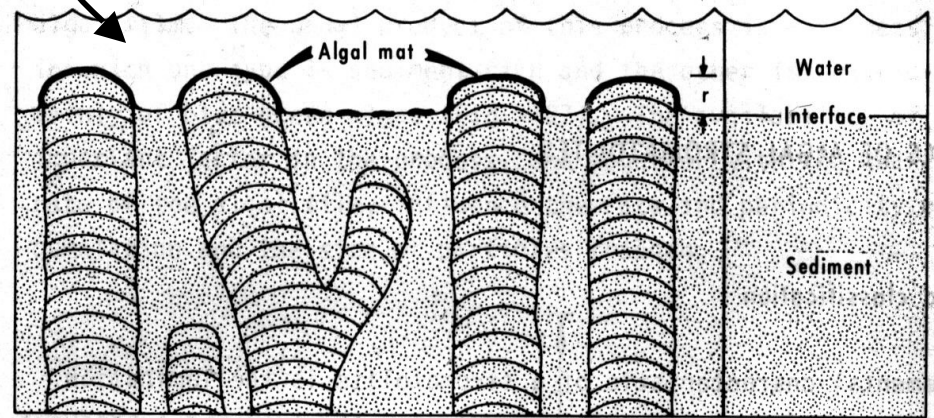


The Archean fossil record (cont.)



← 3.2 billion year old stromatolite from South Africa

Growth of cyanobacterial mats



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





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

Stromatolity | Radek Mikuláš

Vydalo Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., pro Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 269, 165 00 Praha 6 – Lysolaje.

Grafická úprava dle osnovy Jakuba Krče a sazba Serifa.

Technická redaktorka Monika Chomiaková. Odpovědná redaktorka

Petra Královcová. Vydání 1., 2015. Ediční číslo xxxxx.

Tisk Serifa®, s. r. o., Jinonická 80, 158 00 Praha 5

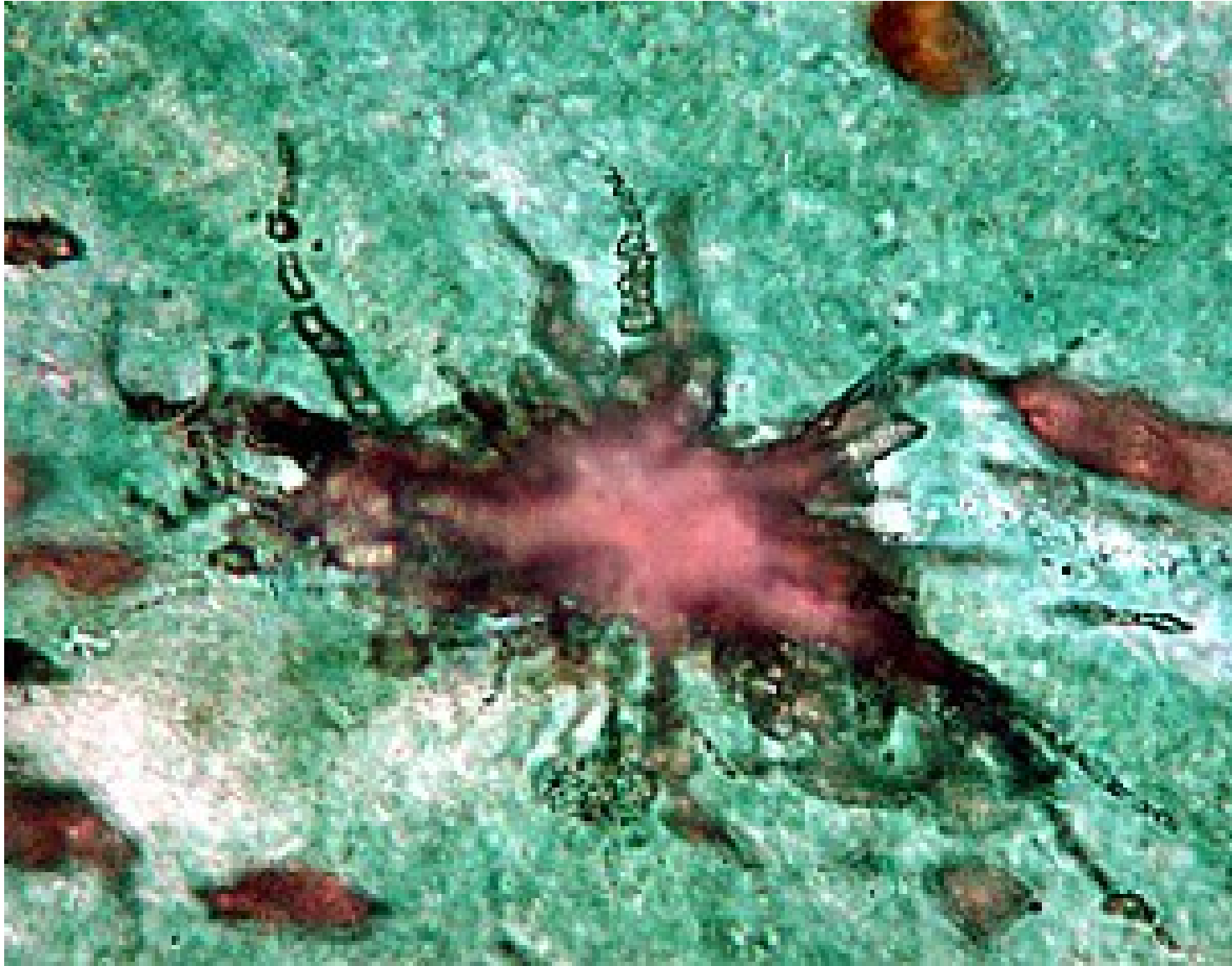
Stromatolity

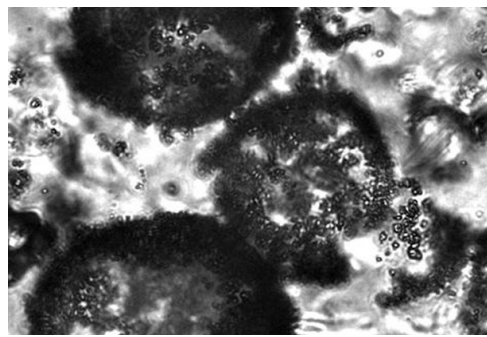
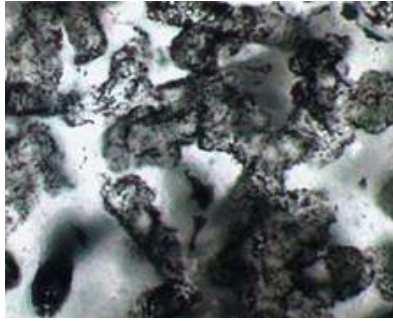


Abychom to shrnuli – určité malé procento brdských laminovaných buližníků je nepochybně anorganického původu; mezi těmi ostatními nacházíme jak kusy, které mají řadu znaků biogenicity, tak takové, které většinu znaků postrádají. Pravděpodobnost, že část z nich jsou „pravé“ stromatolity, je však obrovská. Je tady téměř jisté, že naše nálezy dokumentují *prostředí mělkého moře* a nikoliv nekonečné hlubiny oceánského dna jednou za čas překrytého lavinou bahna gravitačního proudu, jak je tomu ve velké části středočeského a západočeského proterozoika.

Krusty z ferolitů – sedimentárních železných rud – ordoviku barrandienu by mohly výrazně pomoci v řešení otázky, zda existují také železité stromatolity. Skutečnost, že v současných ekosystémech je neznáme, nemá směrem do vzdálenější geologické minulosti velkou výpovědní hodnotu. Budoucí výzkum stromatolitů bude ještě pestrý a dobrodružný a doufejme, že materiál z Brd k tomu přispěje.

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



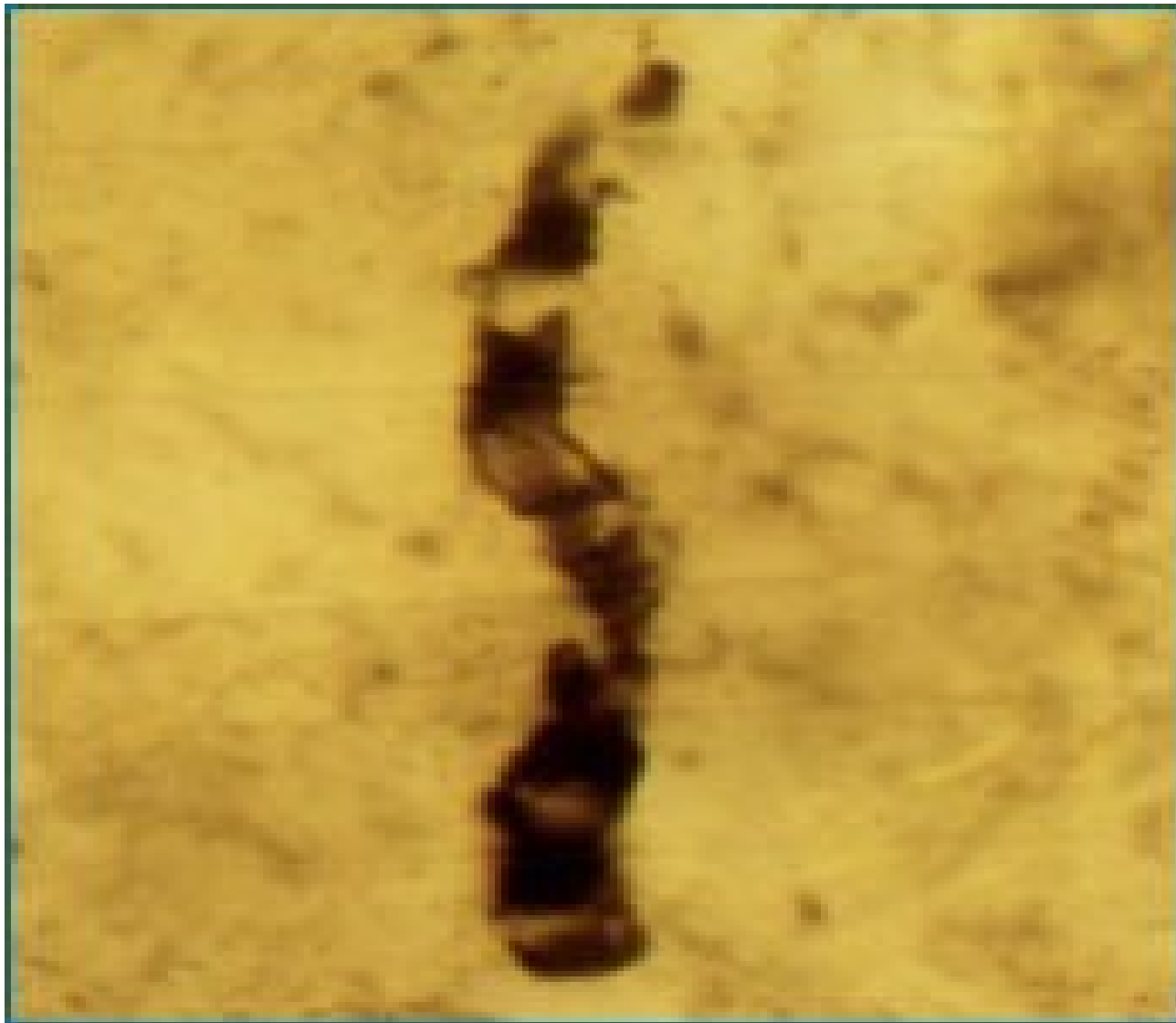


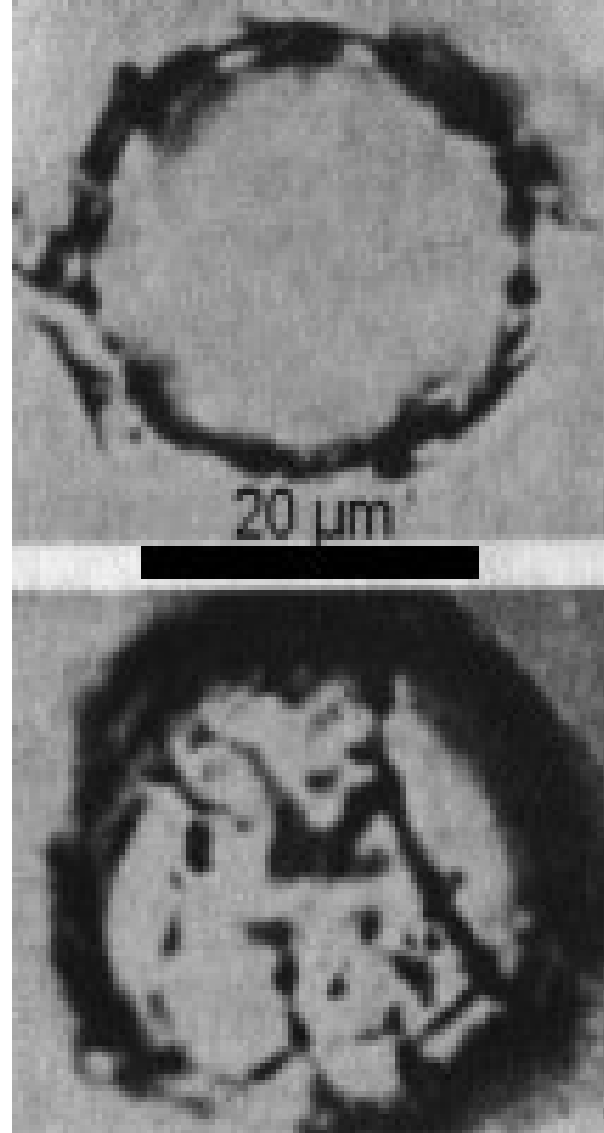
Mikrofosilie - buňky s uzavřeninami
S minerálů vznikajících při životní činnosti
S bakterií (dtto rec.)



Strelley Pool, Pilbara Fm. (Australie),
siliciv. 3.4 Ma

Buněčný filament – 3465 Ma



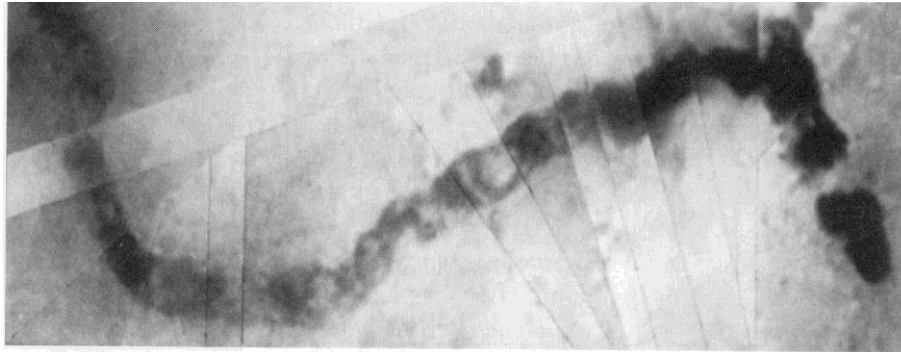


***Archaeosphaeroides barbertonis*, Barberton, J. Afrika, ~ 3.2 Ga**
(Procaryota ?)

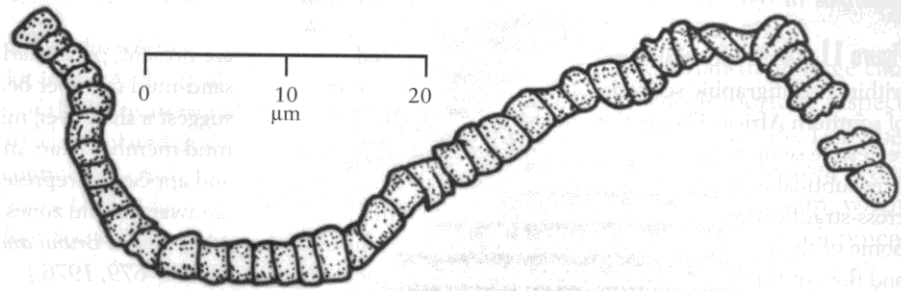
Cyanophyta ~ cca 3.4 Ga, Z. Australie



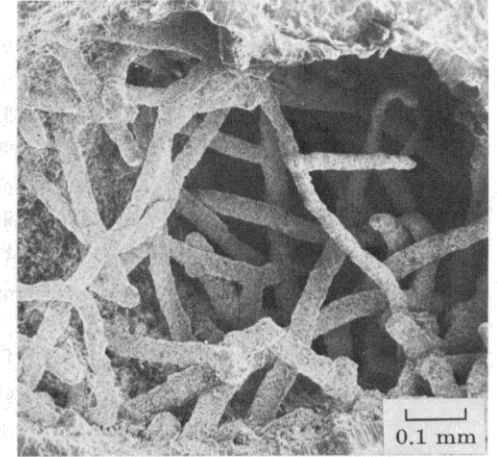
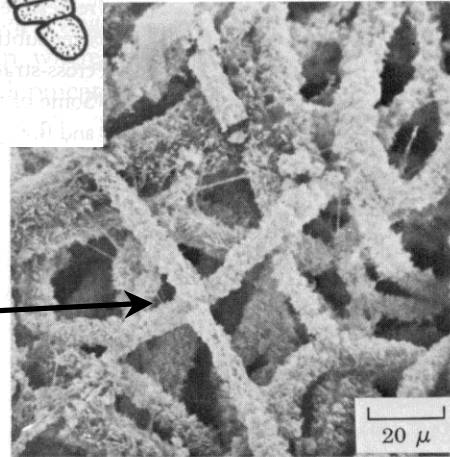
The Archean fossil record (cont.)

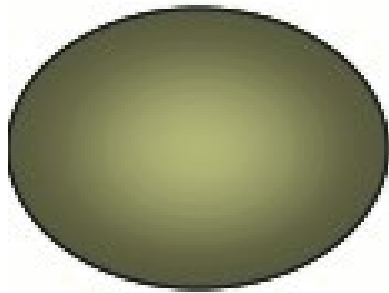


← 3.5 billion year old bacteria preserved in chert from Western Australia

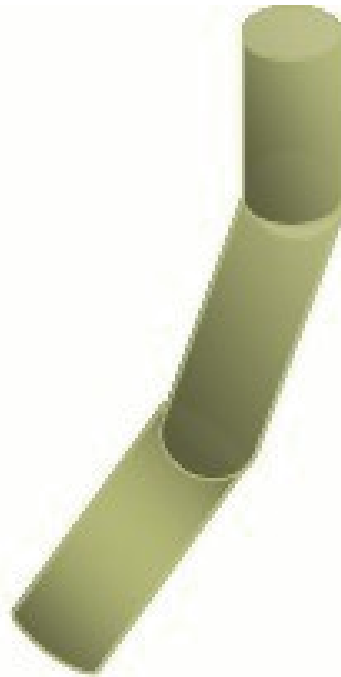


Modern cyanobacterial filaments

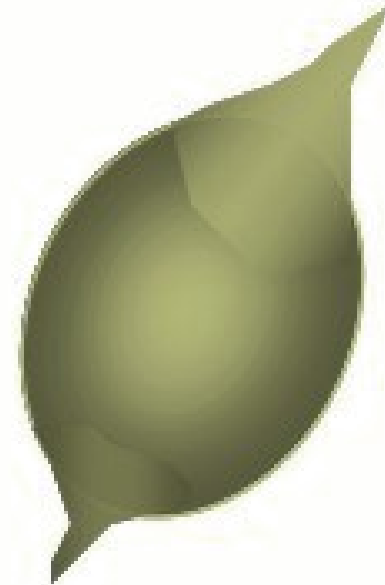




Spheroid



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

Proterozoikum

Eon	Era	<u>Period</u>	when My ago	began My	duration
Proterozoic	<u>Neoproterozoic</u> 1000 mya	Ediacarian	630	88	
		Cryogenian <u>Cryogenian</u>	850	250	
		Tonian	1000	150	
	<u>Mesoproterozoic</u> 1600 Mya	Stenian <u>Stenian</u>	1200	200	
		Ectasian <u>Ectasian</u>	1400	200	
		Calymmian	1600	200	
	<u>Paleoproterozoic</u> 2500 Mya	Statherian	1800	200	
		Orosirian	2050	250	
		Rhyacian	2300	250	
		Siderian	2500	200	

The Proterozoic Timescale

Paleoproterozoikum (2.5-1.6 Ga)

Siderian (2.5-2.3 Ga):

- první volný kyslík v hydro- a atmosféře (cca 1 % souč. stavu)
- zformovány stabilní kontinenty,
- 2.4 Ga – GOE (někdy též OC), vrcholí srážení Fe – páskované Fe rudy, anaerobní organizmy likvidovány kyslíkem, startuje huronské zalednění
- chybí ještě Acritarcha,

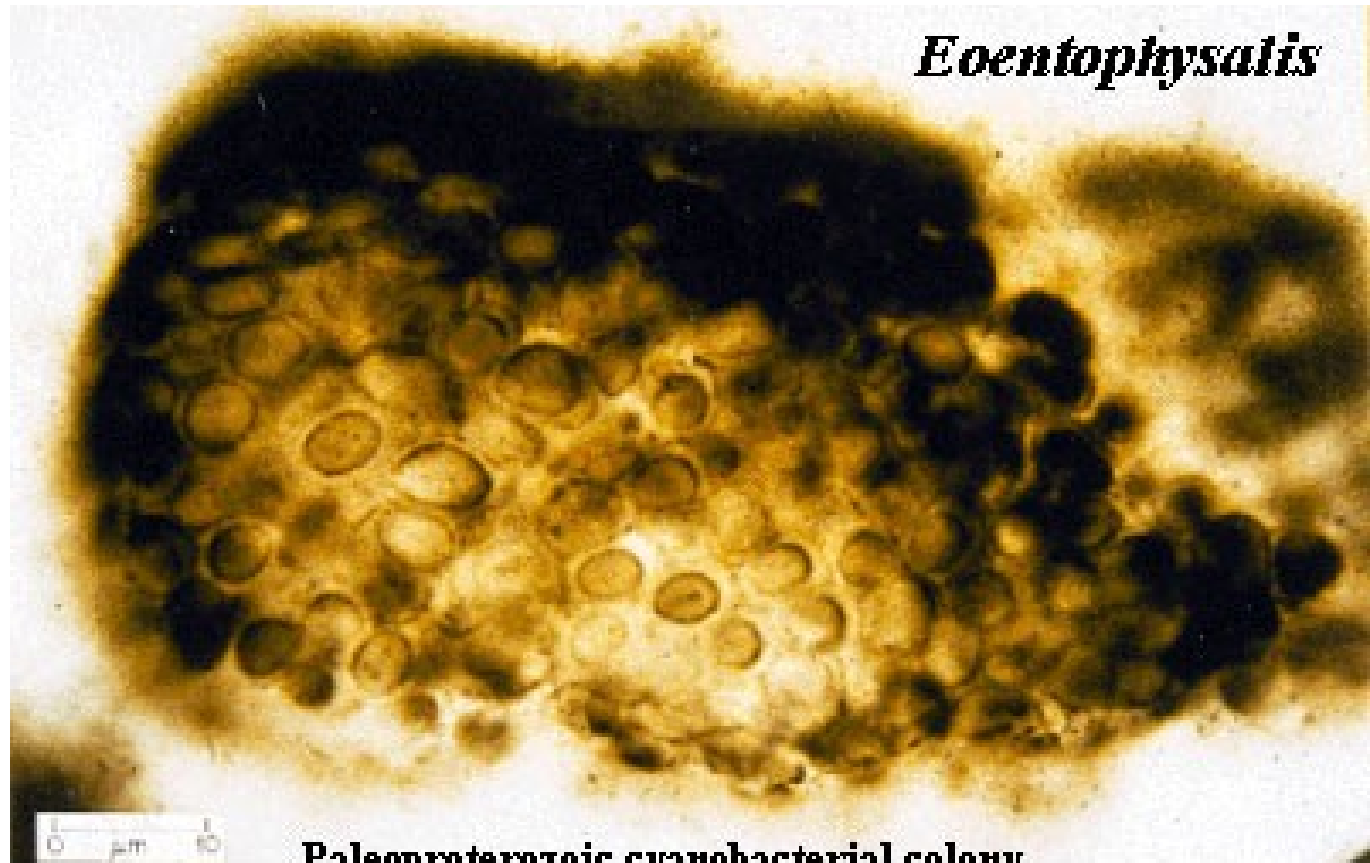
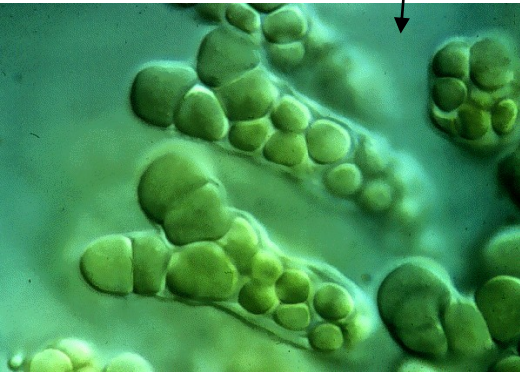




***Ostreococcus* – nejmenší žijící eukaryot (0,8 μm)**

?(Život na této úrovni ~ 2,4 Ga)

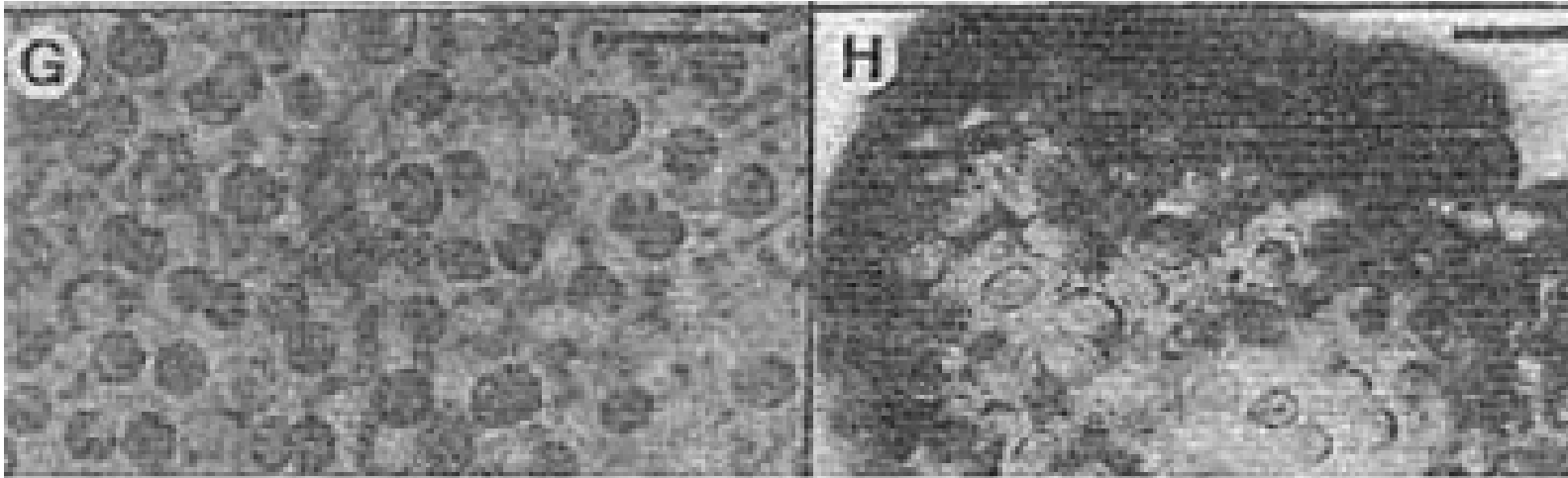
- biomarkery ukazují na existenci fytoplanktonu (vesměs sinice, *Eoentophysalis*),
- recentní *Eoentophysalis* žijí v hypersalinních vodách



Paleoproterozoic cyanobacterial colony.

recent

fossil



(G) *Entophysalis*, compared with **(H)** *Eoentophysalis*

**G, living stromatolite-building
cyanobacteria from northern Mexico**

**H, fossil, 2100 Ma,
Belcher Supergroup of Canada,
Hudson Bay.**

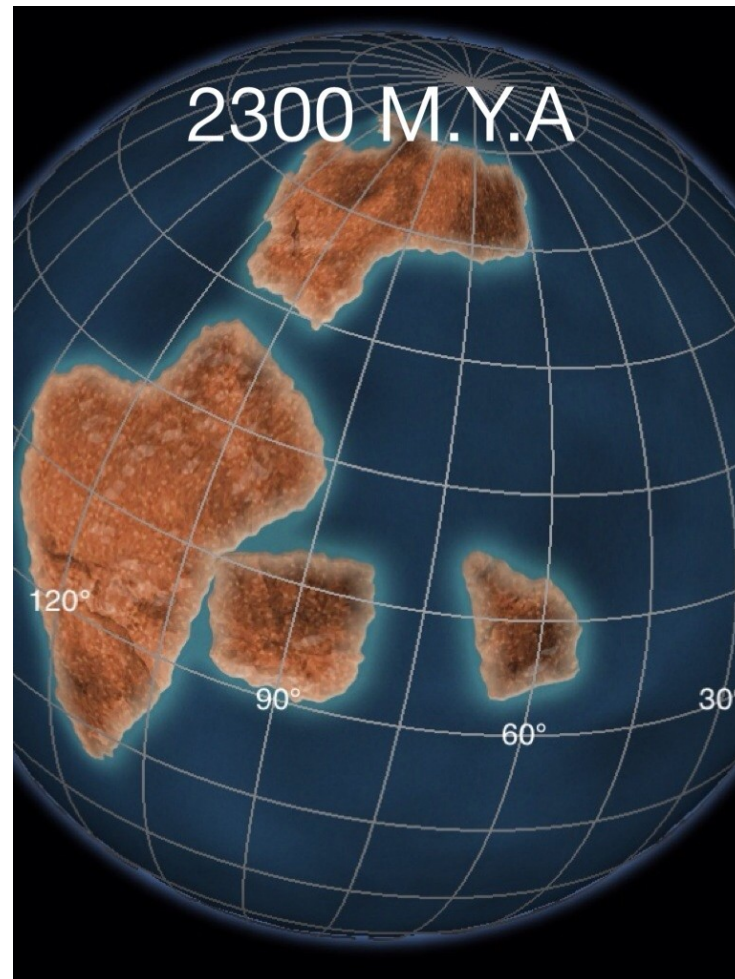
Bars for scale represent 10 μ m

J. W. Schopf (1999)

Rhyacian (2.3-2.05 Ga):

2.2 Ga – nástup organismů s mitochondriemi – aerobní dýchání

2.1 Ga – konec huronské orogeneze



***Grypania*, nejstarší mnohobuněčné (?) fosílie (?řasy, ?kolonie bakterií), Iron Mine (Michigan, USA, ~ 2.1 Ga)**



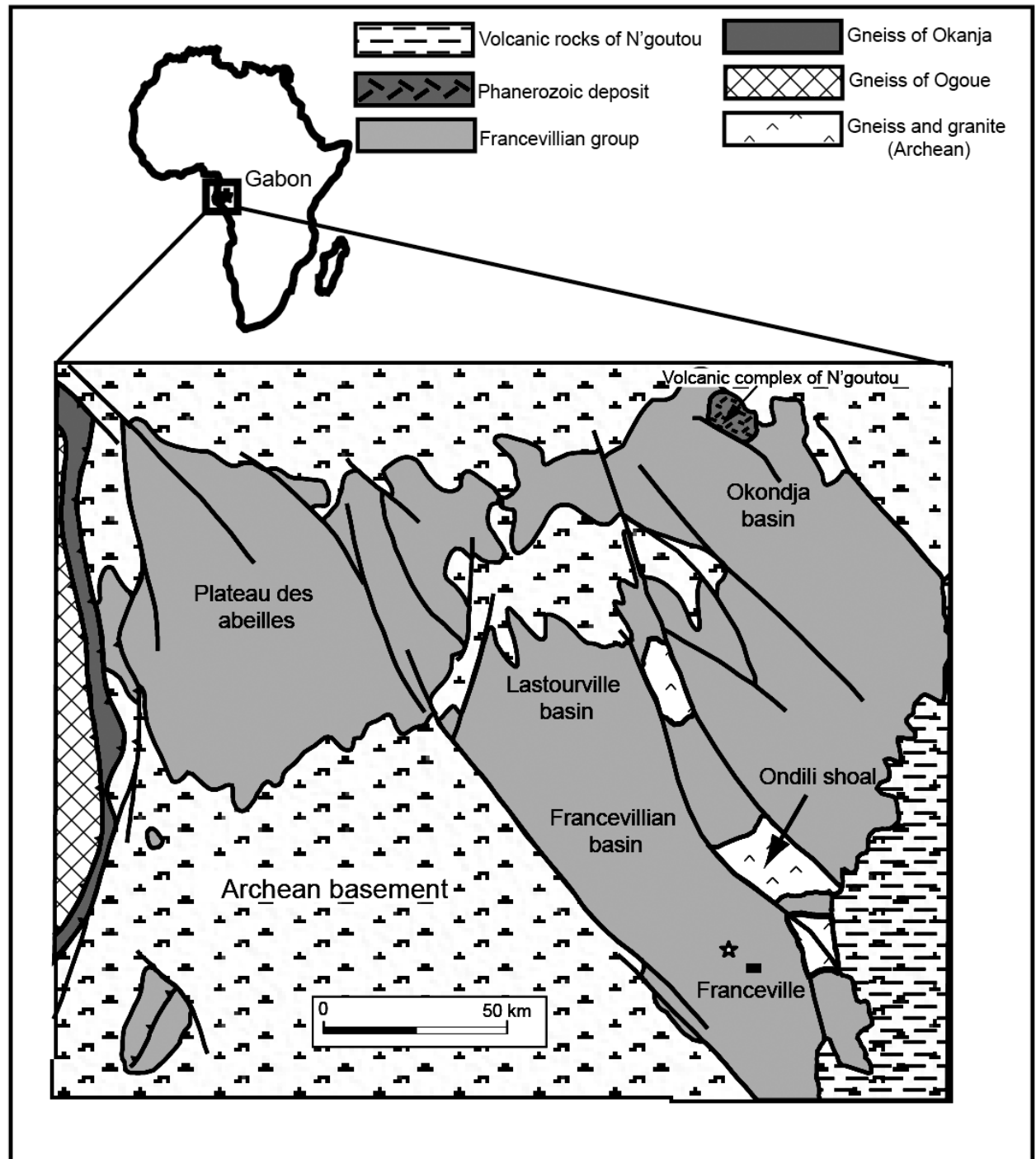
Dtto, Negaunee Iron Fm.



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

Grypania spiralis

Geol. situace gabonské oblasti



Gabonské fosílie



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

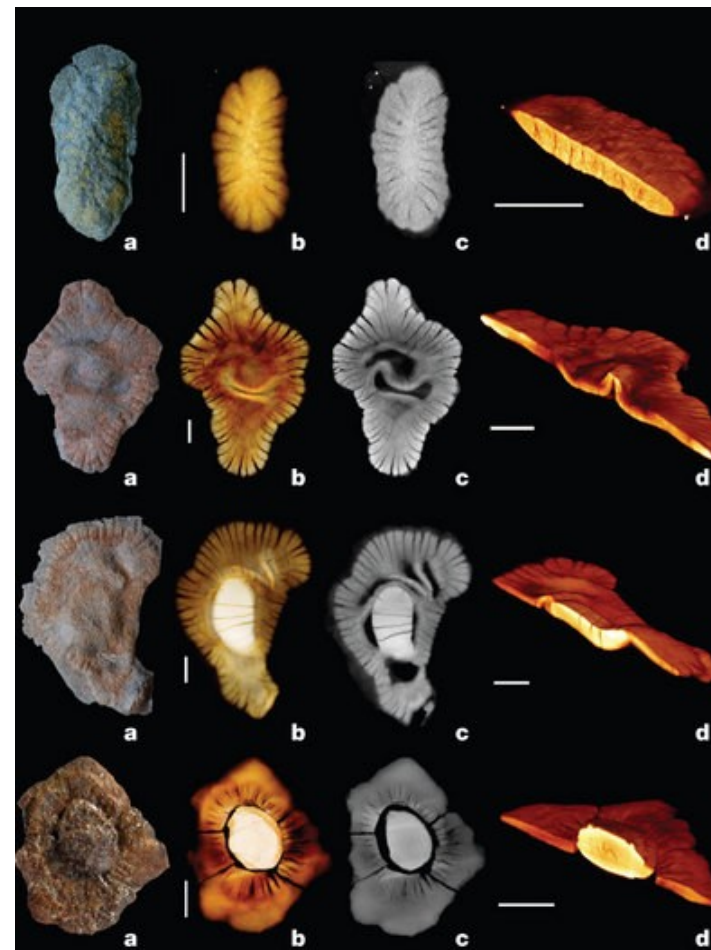


**Trojrozměrná stavba
+ některé struktury
=> mnohobuněčnost**



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

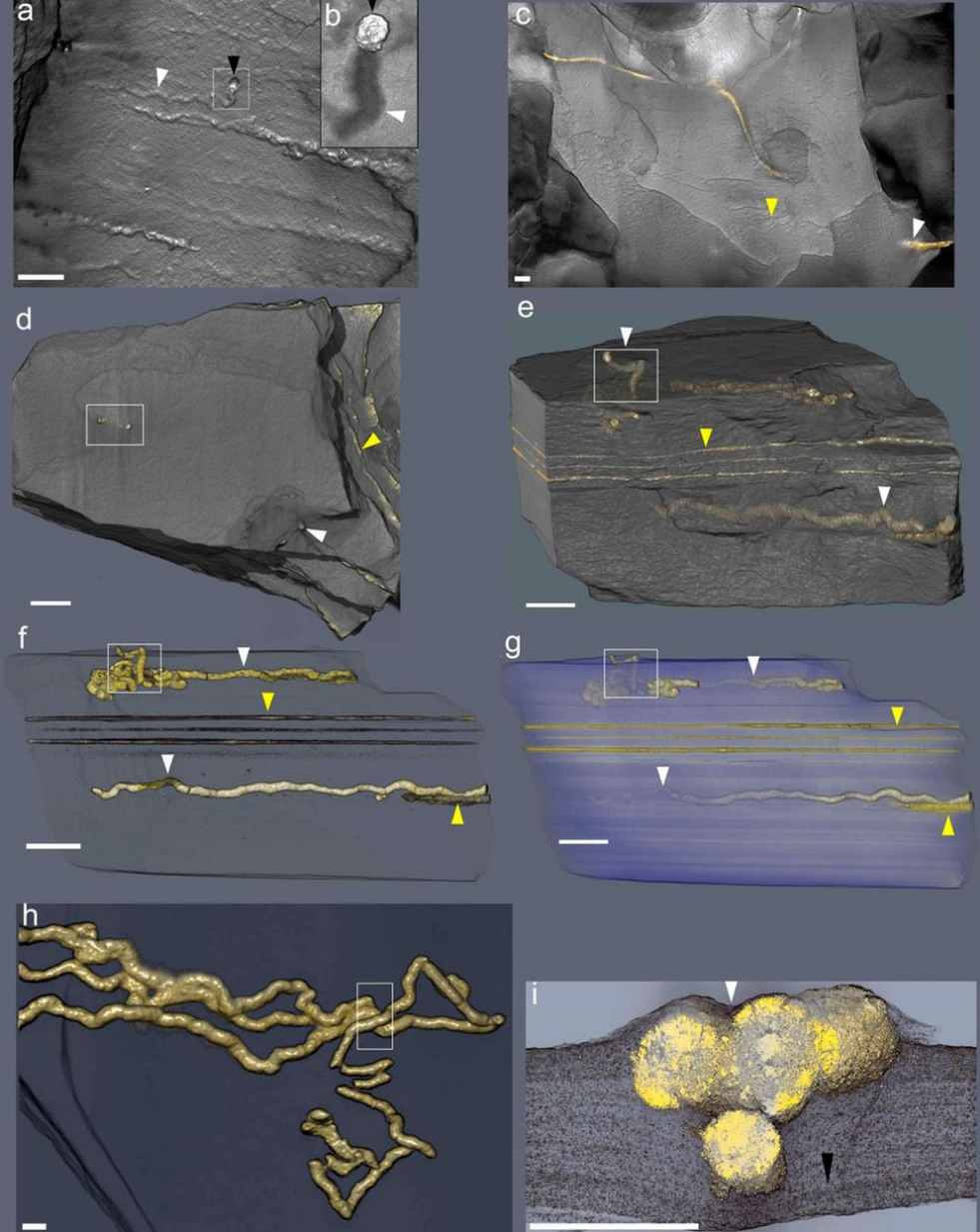
Rekonstrukce gabonských fosílií (News Staff, 2010)



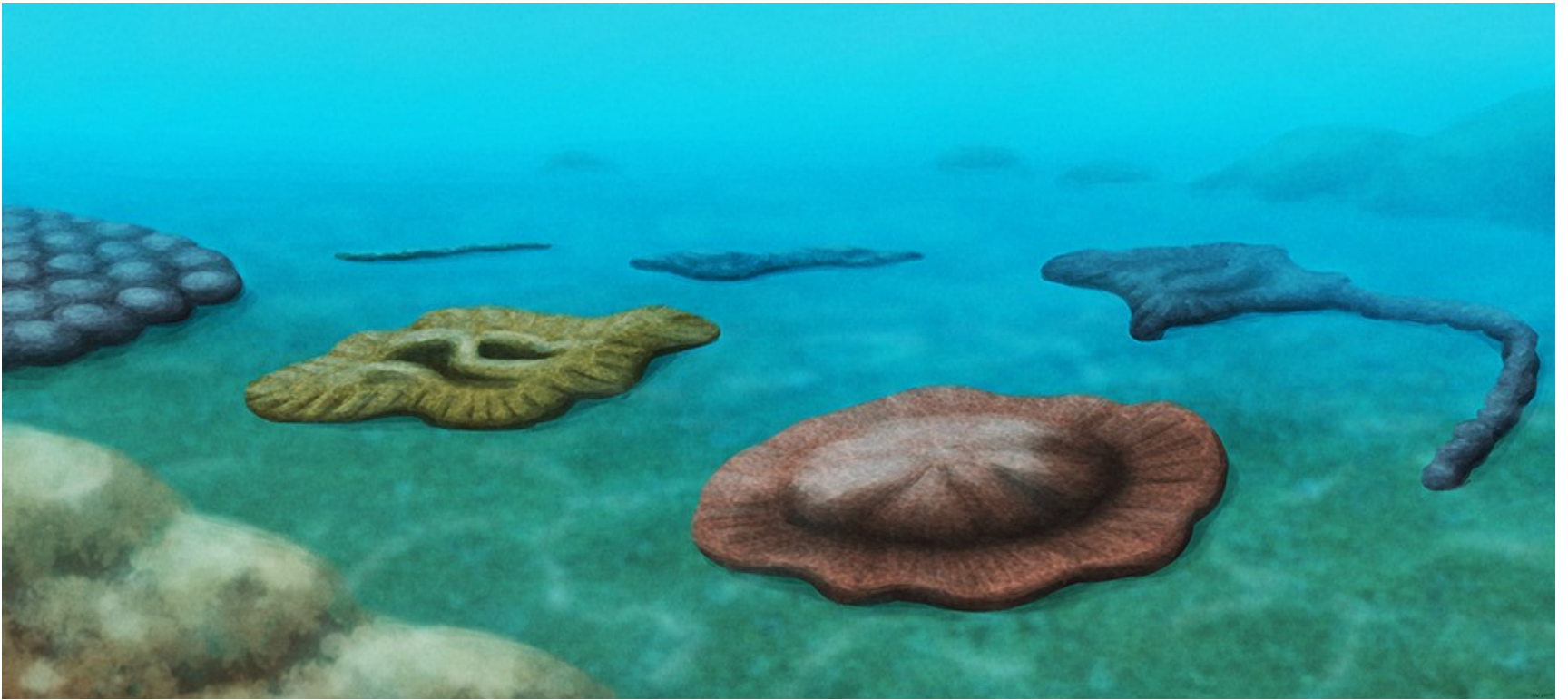
Pozn.: „Gabon“ je o 200 Ma starší než tzv. Stirling Biota (Z. Austrálie)



Další ukázka gaboriontů



Reconstructions of string-shaped structures — named Gabonionta — from the site Francevillian in Gabon; white and yellow arrows point to string-shaped specimens and microbial mats, respectively: (A) volume rendering showing the external surface of straight structures; inset (B) shows enlargement of string ending with a pyrite crystal (black arrows); (C) external surface volume rendering showing weakly sinuous string; (D) external surface volume rendering, frame denotes the position of subvertical tubes; (E) external volume transparencies of the same specimen as in D, lateral view showing the string-shaped specimens inside the host rock; frame denotes the position of subvertical tubes; (F and G) external volume transparencies of the same sample as in D and E at different heights in the sample; (H) twinned contorted strings; box denotes portion (cross-section) figured in I; (I) virtual cross-section of contorted strings, black arrow points to the precompactional deformation of silty shale laminae. Scale bars – 1 cm. Image credit: El Albani *et al*, doi: 10.1073/pnas.1815721116.



Možná rekonstrukce gabonských organizmů

tumblr_owxgcS2Jg1s5f2yxo1_1280

Orosirian (2.05-1.8 Ga):

Intenzivní orogeneze

- 2023 Ma – velký impakt, Vredefort, J. Afrika, 300 km prm. kráter, těleso průměr > 10 km**
- 2000 Ma – sluneční záření = 85 % dnešní intenzity**
 - začátek akumulace kyslíku v atmosféře**
- 1850 Ma – impakt, Sudbury, Ontario, Canada, 250 km průměr, těleso průměr > 10 km**

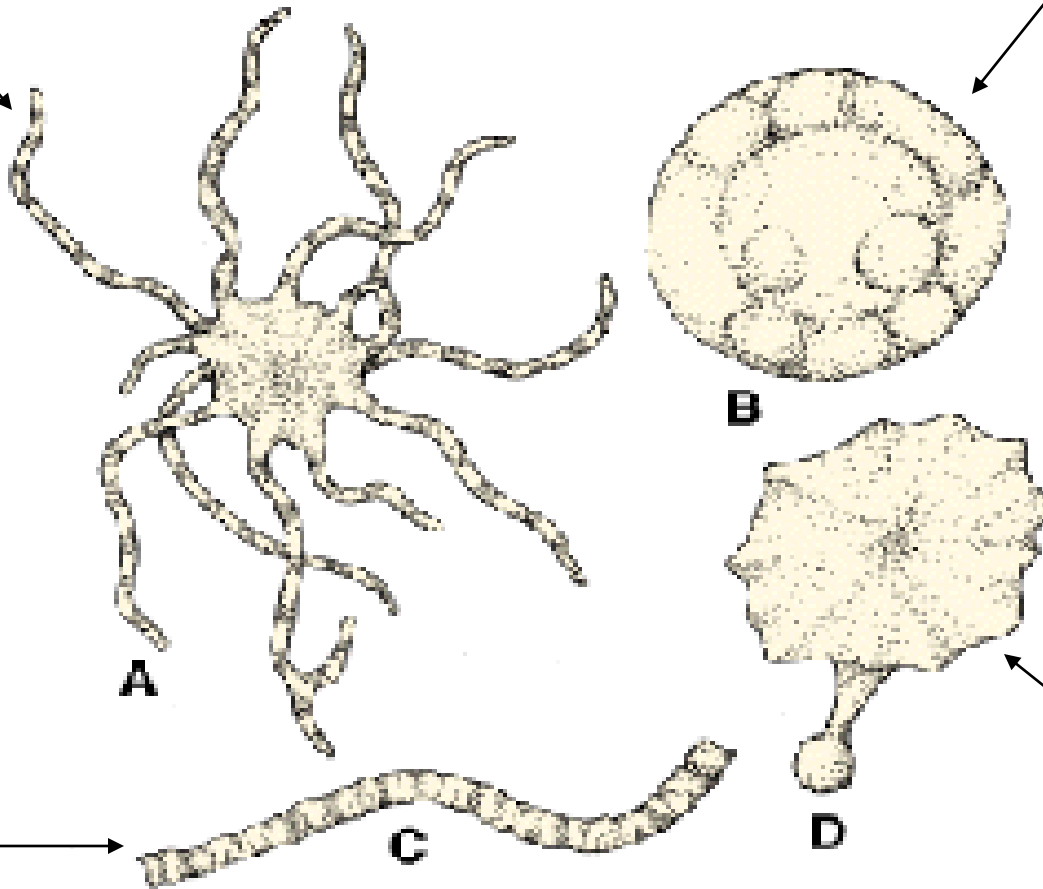
Vredefort crater is the largest verified impact crater on Earth. It is located in the Free State Province of South Africa and named after the town of Vredefort, which is situated near its centre. The site is also known as the Vredefort dome or Vredefort impact structure. In 2005, the Vredefort Dome was added to the list of UNESCO World Heritage [...]



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

Eoastrion (Fe a S
redukující bakterie)

Eosphaera
(neznámá příbuznost)



A

B

C

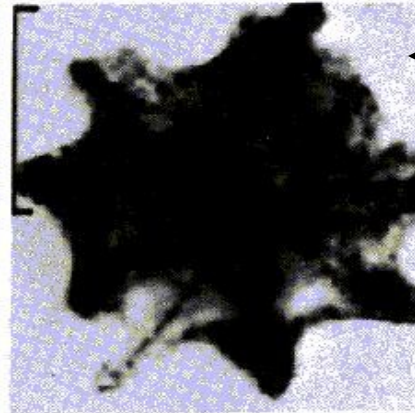
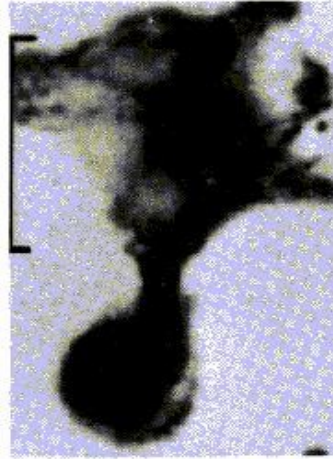
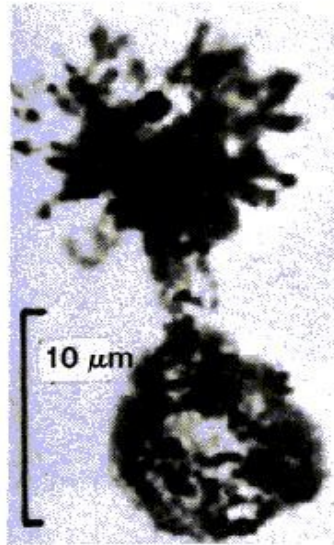
D

Animikiea
(pravděpodobně řasa)

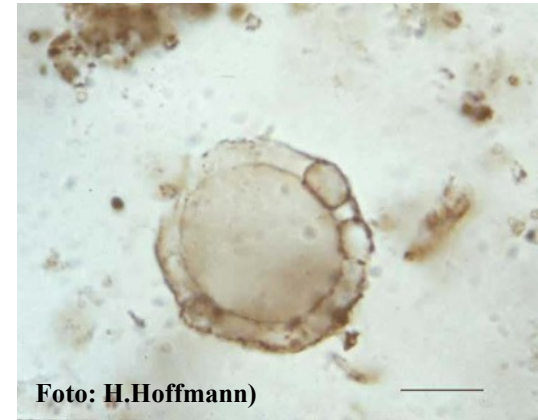
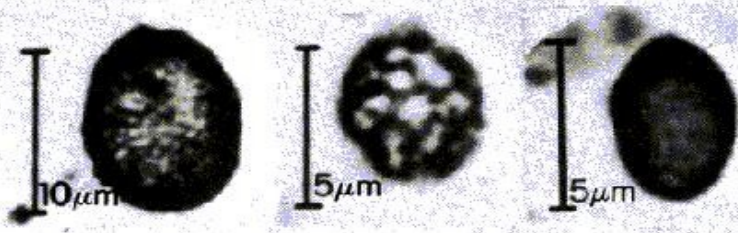
Kakabekia (neznámá
příbuznost)

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

Eoastrion (Fe a S redukující bakterie)

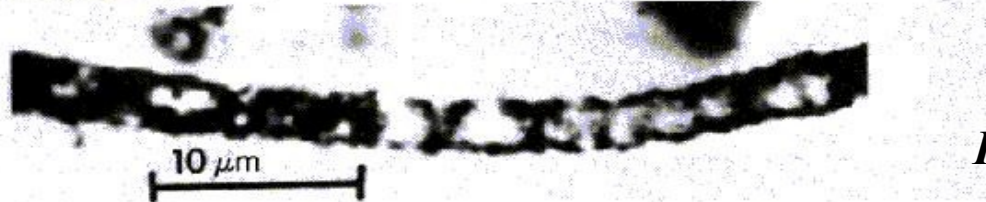


Kakabekia
(neznámá příbuznost)

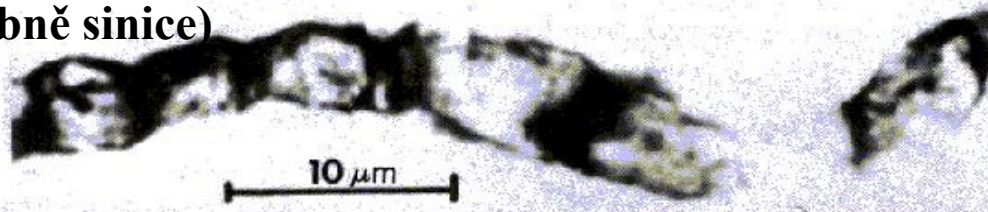


Eosphaera
(neznámá příbuznost)

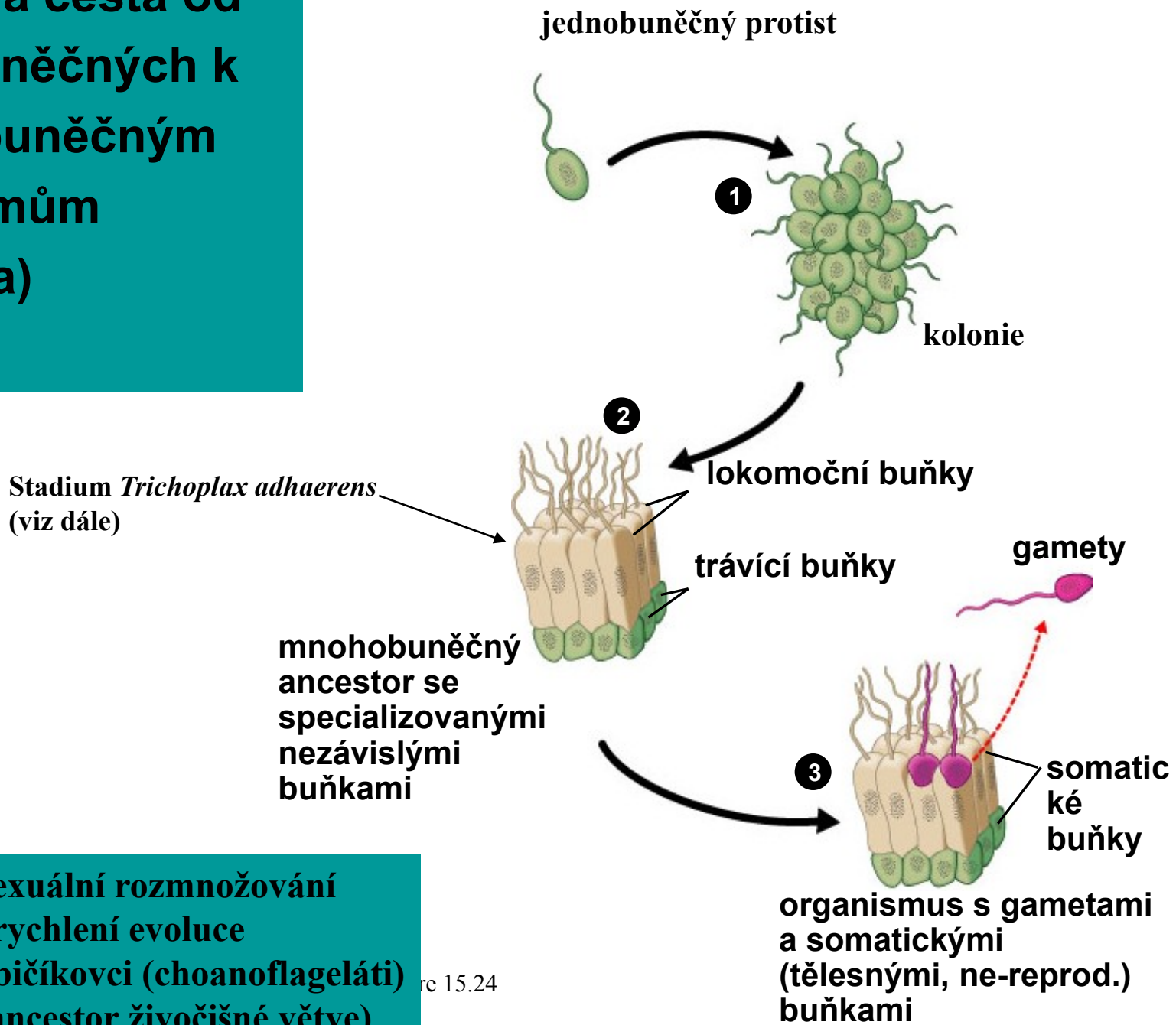
Huroniospora



Animikiea
(pravděpodobně sinice)



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



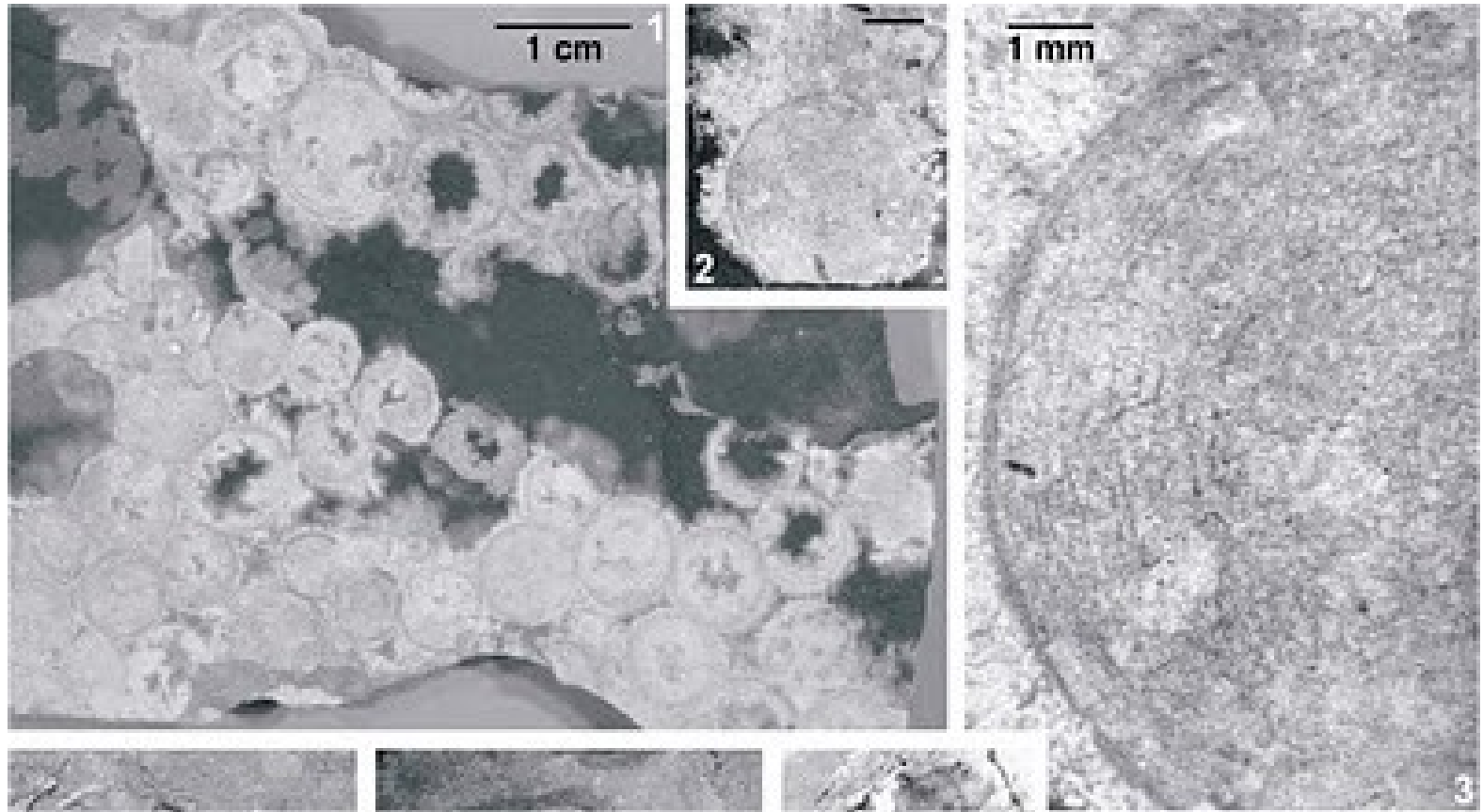
foto - v pohybu

***Trichoplax adhaerens*, recent**

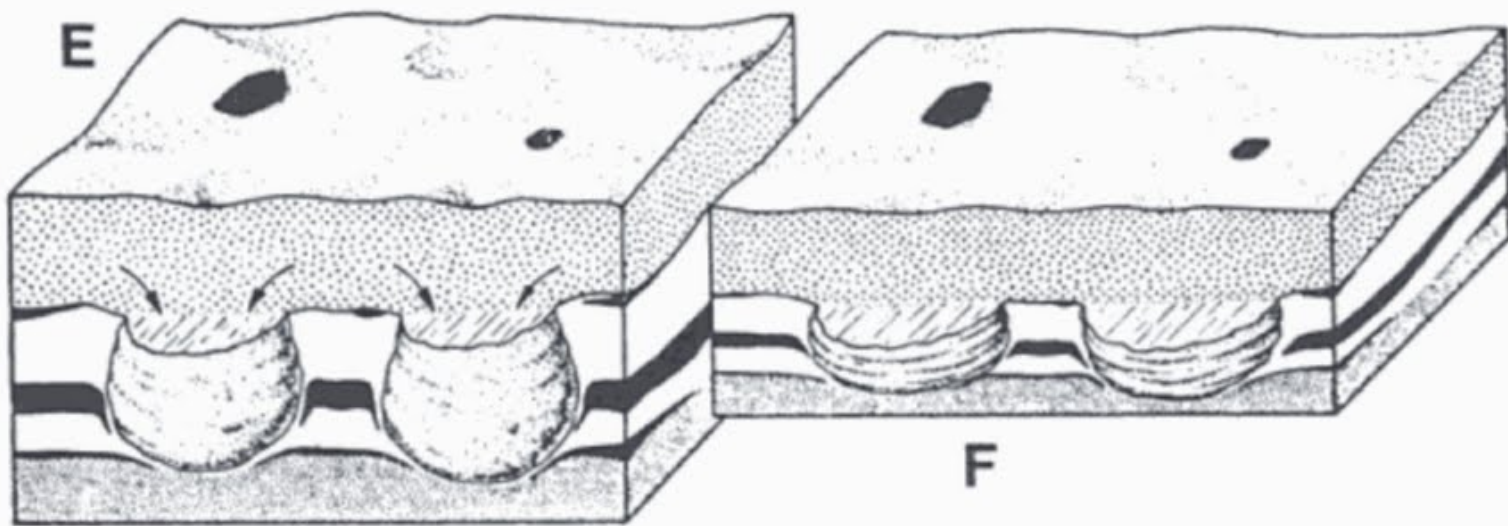
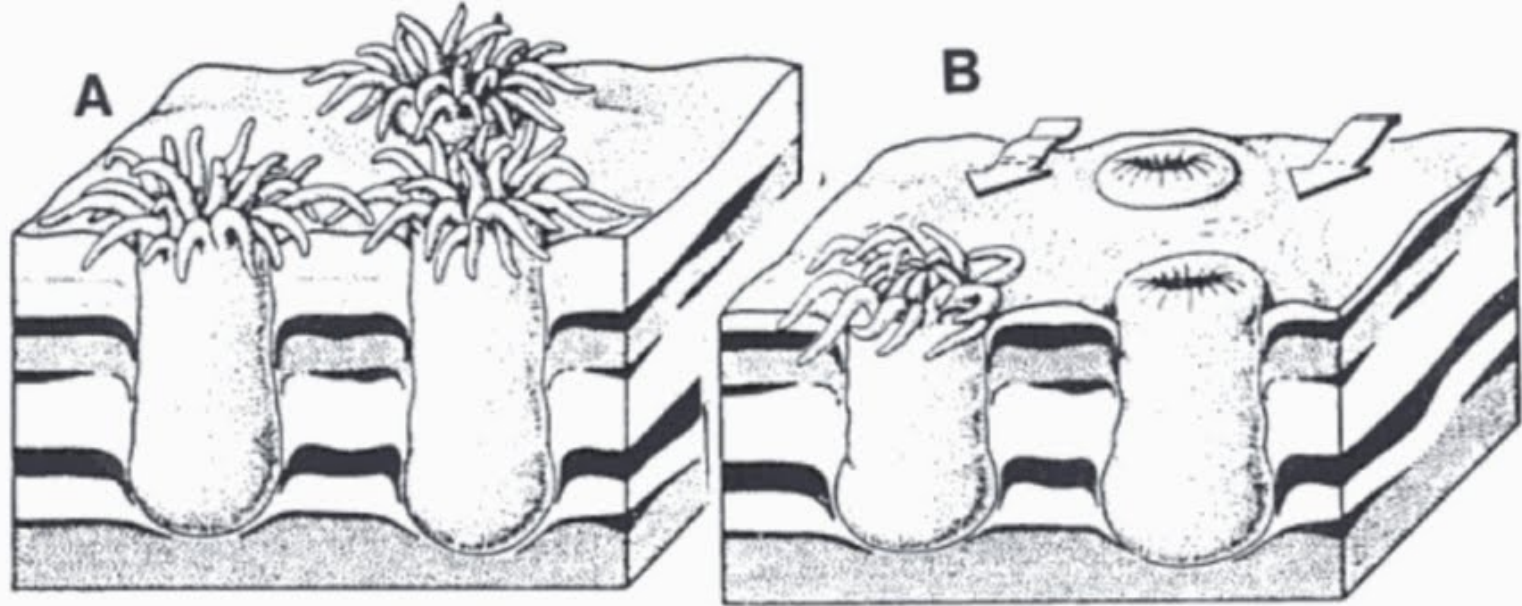
Placozoa – kmen s jediným druhem *T. adhaerens*, organizmus složený pouze ze 4 typů buněk (cca soubuní) funkčně diferencovaných, studium genomu v r. 2006 prokázalo, že geny obsahují introny (nepřesaditelné oblasti uvnitř genů) a další genetické struktury typické i pro jednobuněčné organizmy => *Trichoplax*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



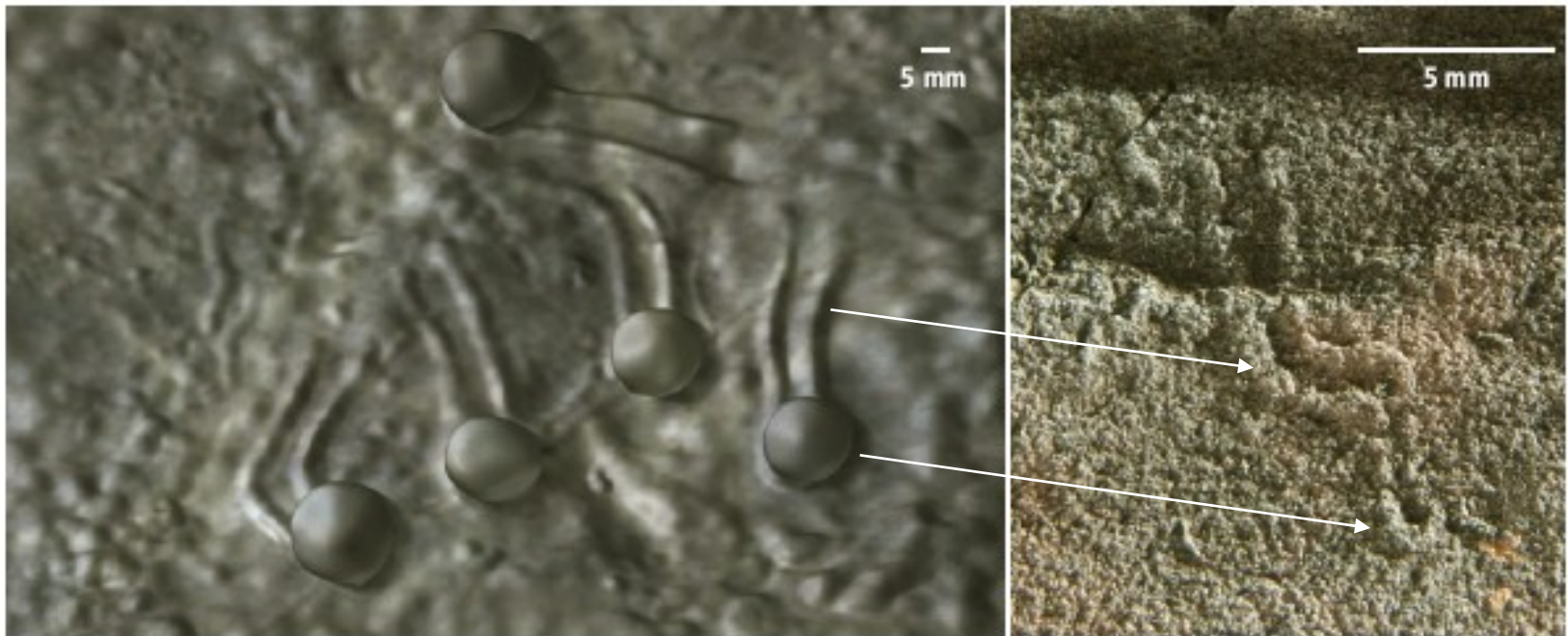
Beltanelliformis brunsa – Gabon, Franceville Group, prz. ~ 2Ga



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



Možná (?) rekonstrukce *Beltanelliformes*



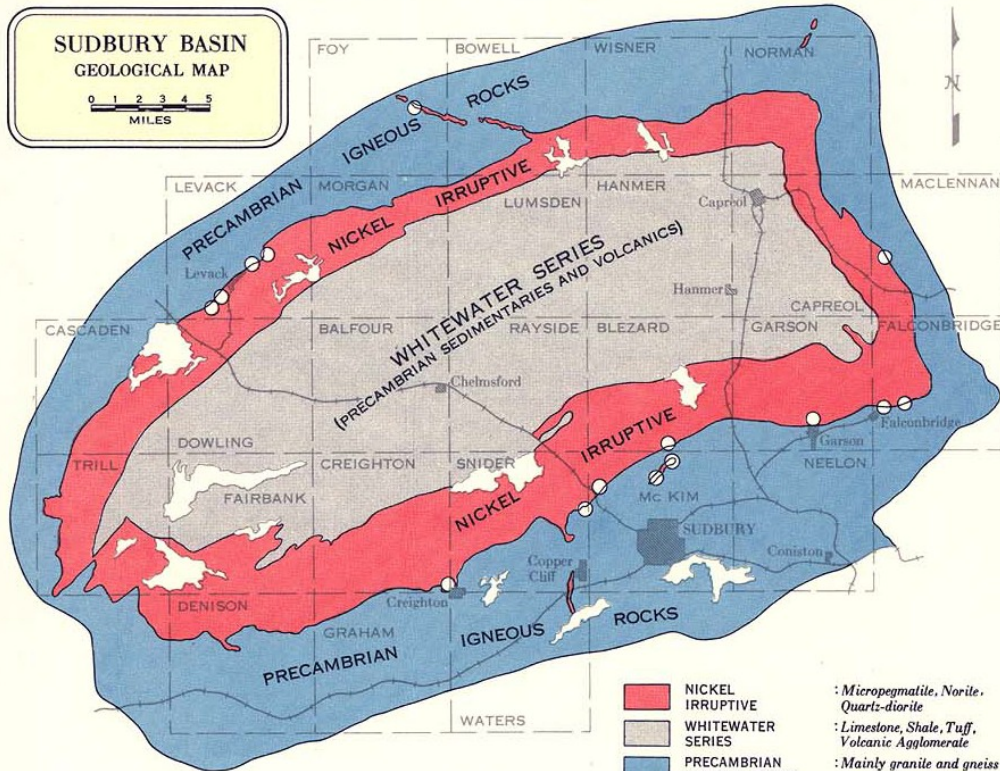
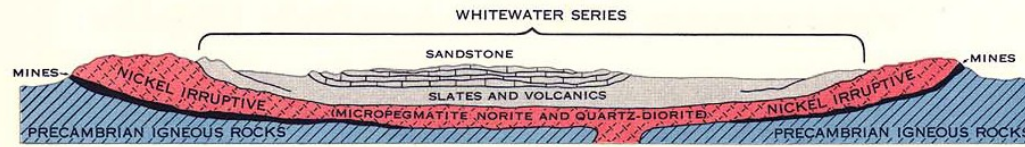
Making traces. (Left) Reconstruction of *Gromia* making traces on the sea floor. (Right) Trace fossils of *Myxomitodes* dated at 1.8 to 2 billion years (9).

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 (???, měňavky potvrzeny až cca 850 Ma)

1850 Ma – impakt, Sudbury, Ontario, Canada, 250 km průměr

družicový snímek



- NICKEL IRRUPTIVE : Micropegmatite, Norite, Quartz-diorite
- WHITEWATER SERIES : Limestone, Shale, Tuff, Volcanic Agglomerate
- PRECAMBRIAN IGNEOUS ROCKS : Mainly granite and gneiss
- OPERATING COPPER-NICKEL MINES
- TOWNS
- TOWNSHIP BOUNDARIES
- RAILWAYS

Sudbury

Statherian (1800-1600 Ma)

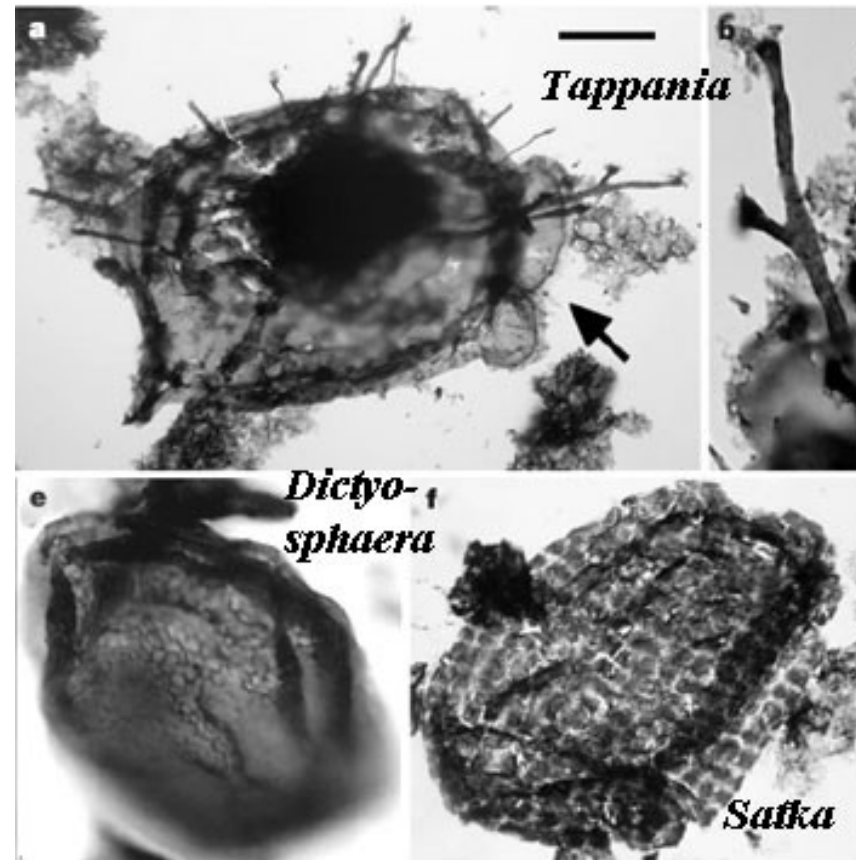
- rozvoj komplexního jednobuněčného života
- hojné bakterie a archaea

+ akritarcha, vzácná, sférická (jednoduchá - *Tappania*, *Dictyosphaera*, *Satka*) = ? prasinophyta (zelené řasy) nebo glaukophyta či bazální skupina ke všem eukaryotům, vesměs akinetes = spící stadia sinic.

Představují vesměs eukaryotické buňky planktonních řas, nastupují cca 1,6 Ga,

ve srovnání s prokaryoty:

- jsou větší, komplexnější
- geologicky mladší mají ornamentovanou vnější stěnu.



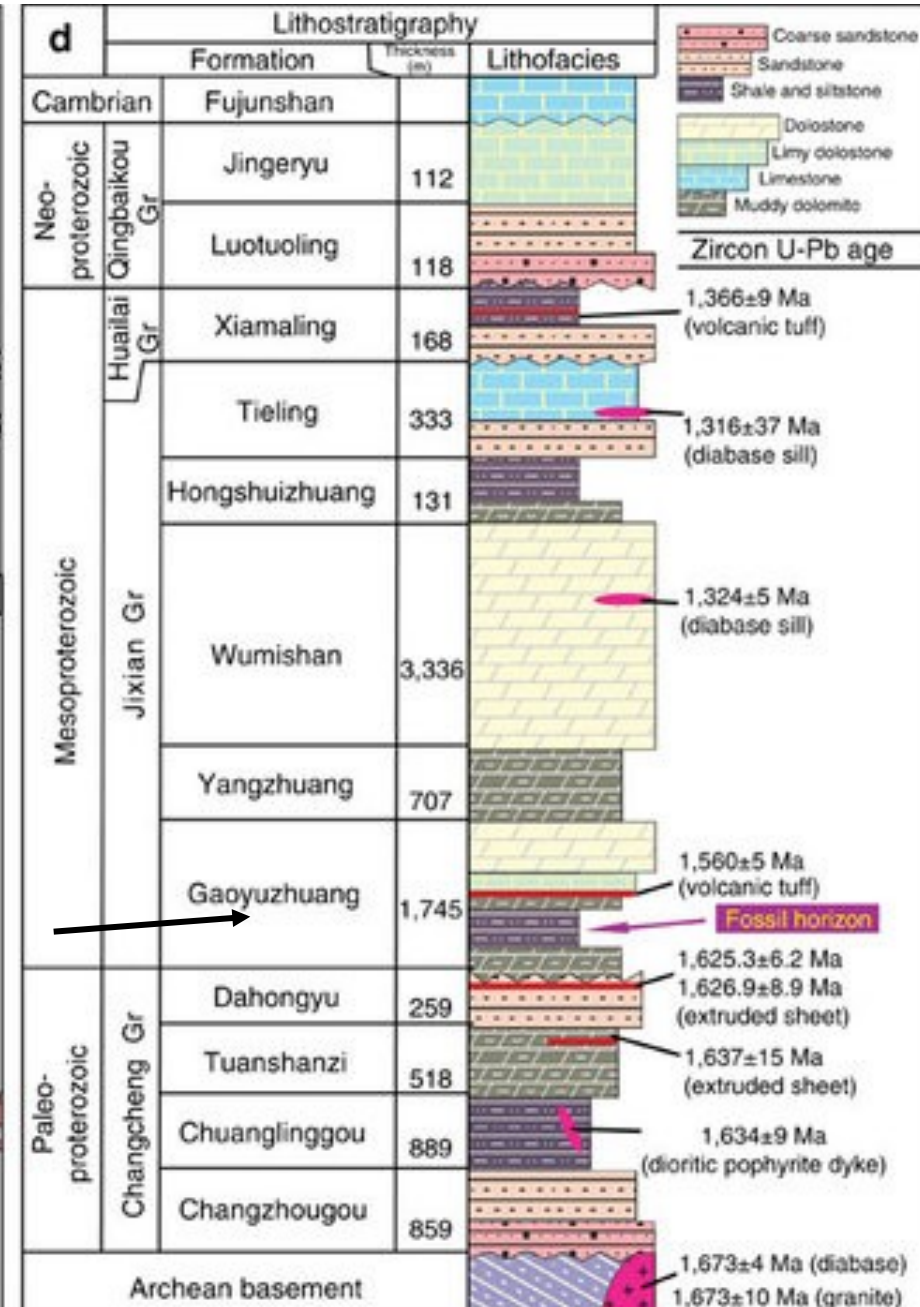
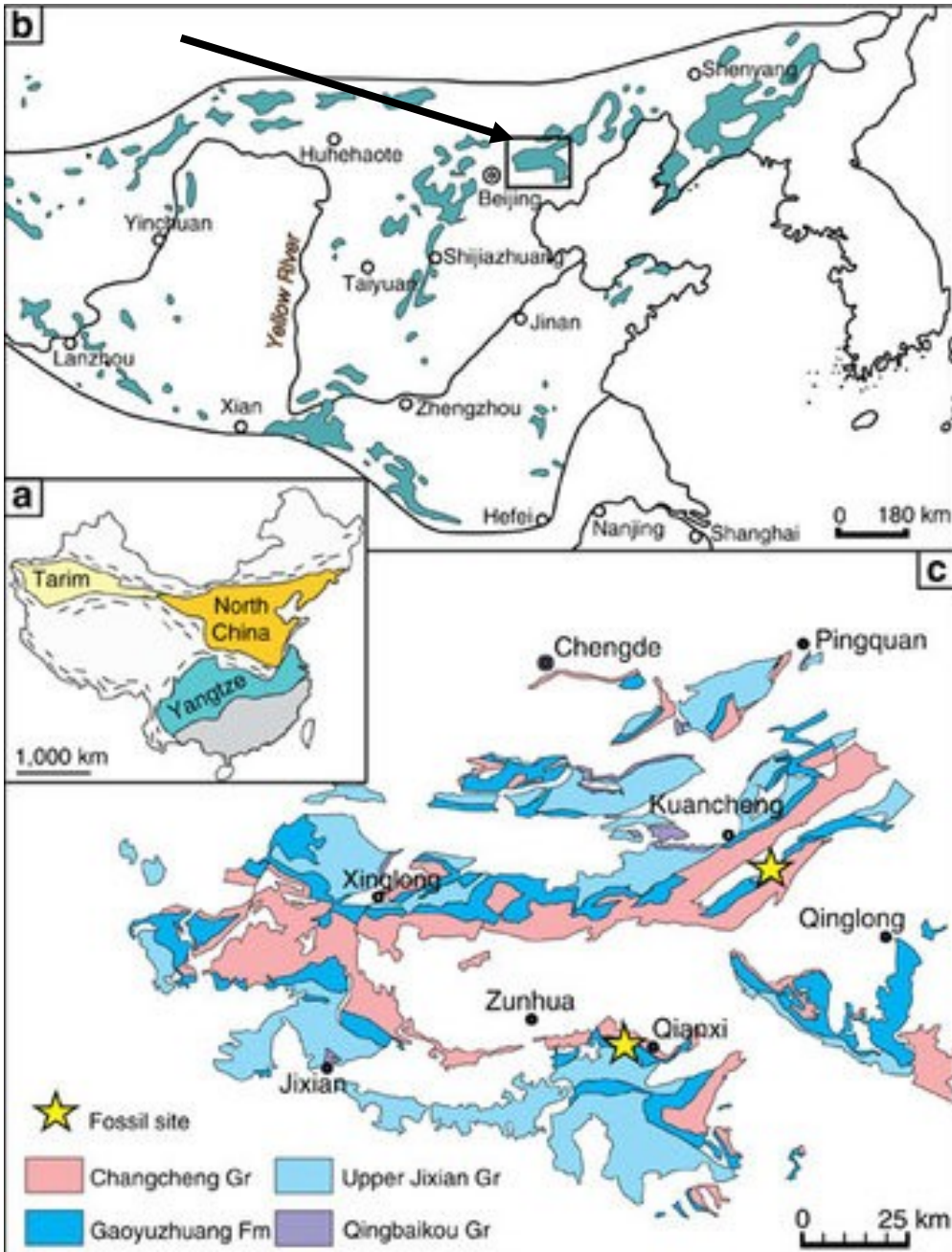
Acritarchs from the Mesoproterozoic Roper Group. Javaux et al. (2001). Bar = 35, 10, 15 & 40 μ .

- při hranici Paleoprz/Mesoprz už častá *Grypania* = zčásti (okolo 1 mm v průměru) mohou být kolonie bakterií, větší jsou interpretovány k červům = časná eukaryota ?

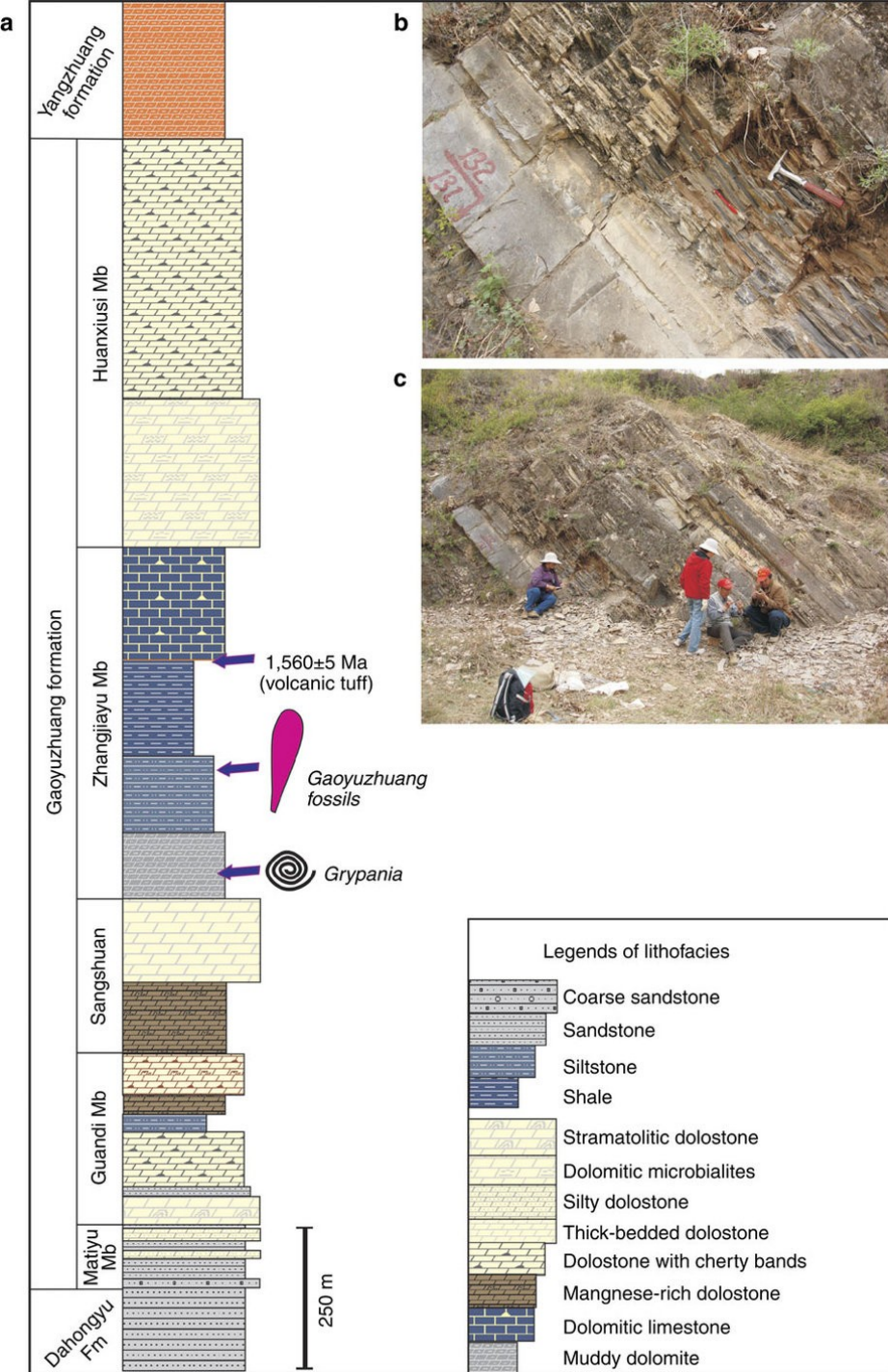


Mezoproterozoikum (1600-1000 My):

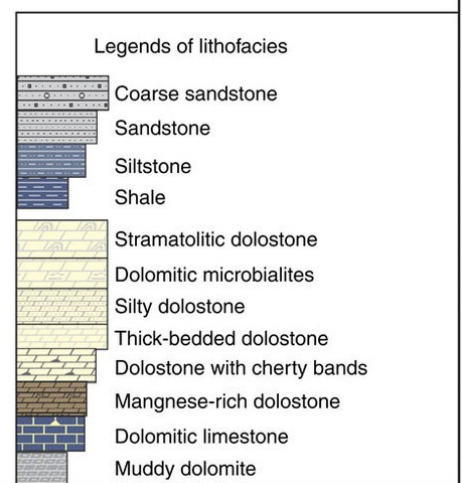
- rozvoj fotosyntetizujících organismů a eukaryot,**
- vzrůst O₂ v atmosféře až na 10 %,**
- nástup tvorby ozonové vrstvy blokující sluneční UV záření**



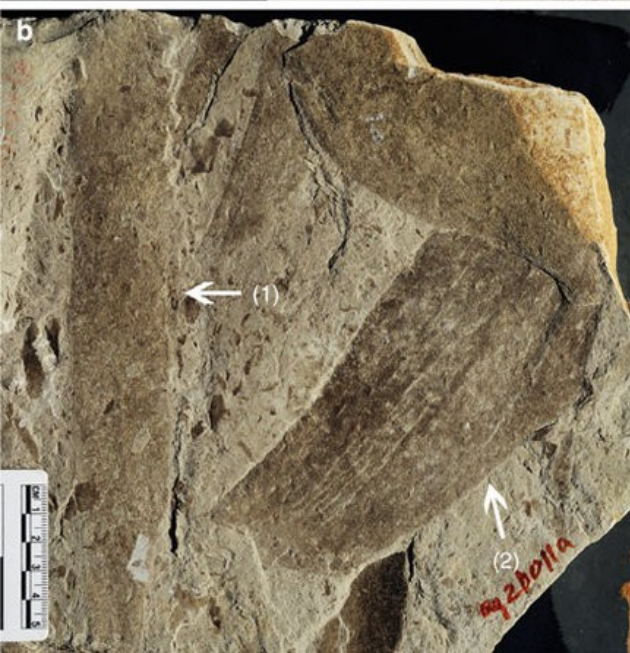
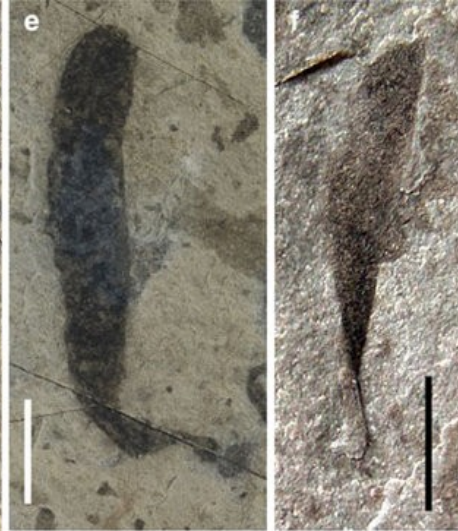
Pozice a stratigrafie Gaoyuzhuang Fm. v sev. Číně

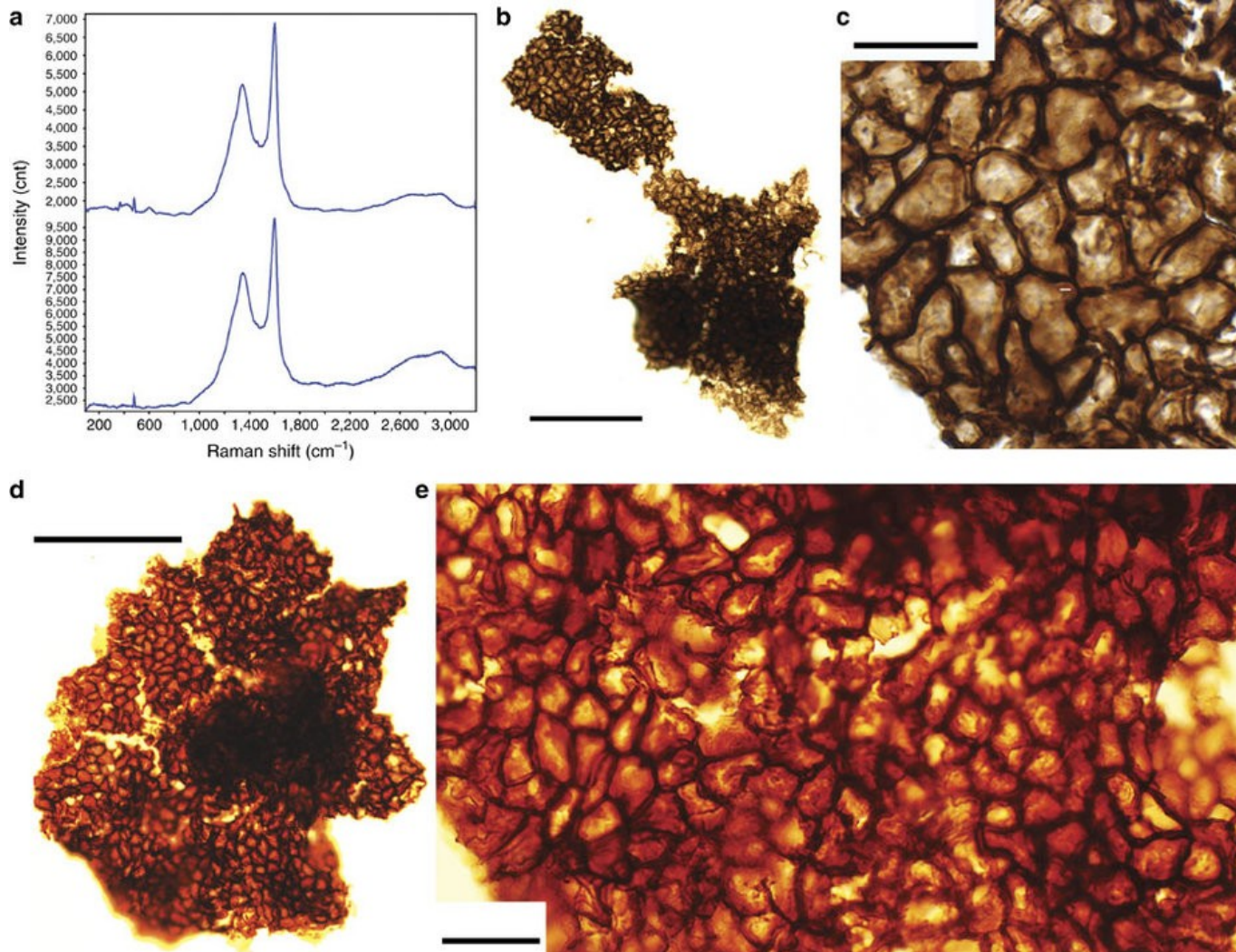


Gaoyuzhuang Fm. v oblasti Yanshou



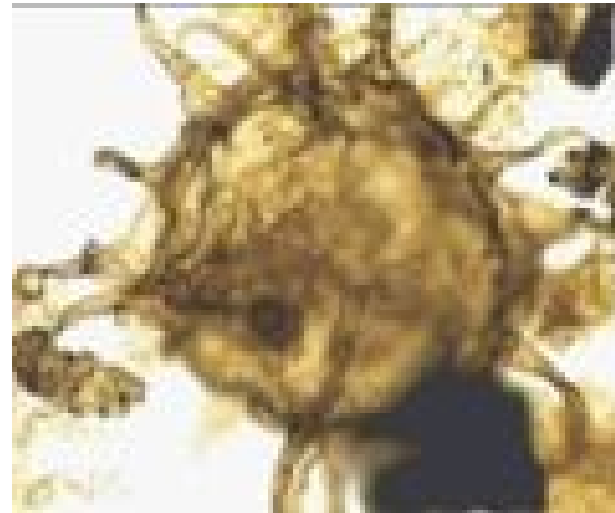
Makroskopické fosílie souvrství Gaoyuzhuang





Buněčné tkáně získané z hornin Gaoyushuang Fm.

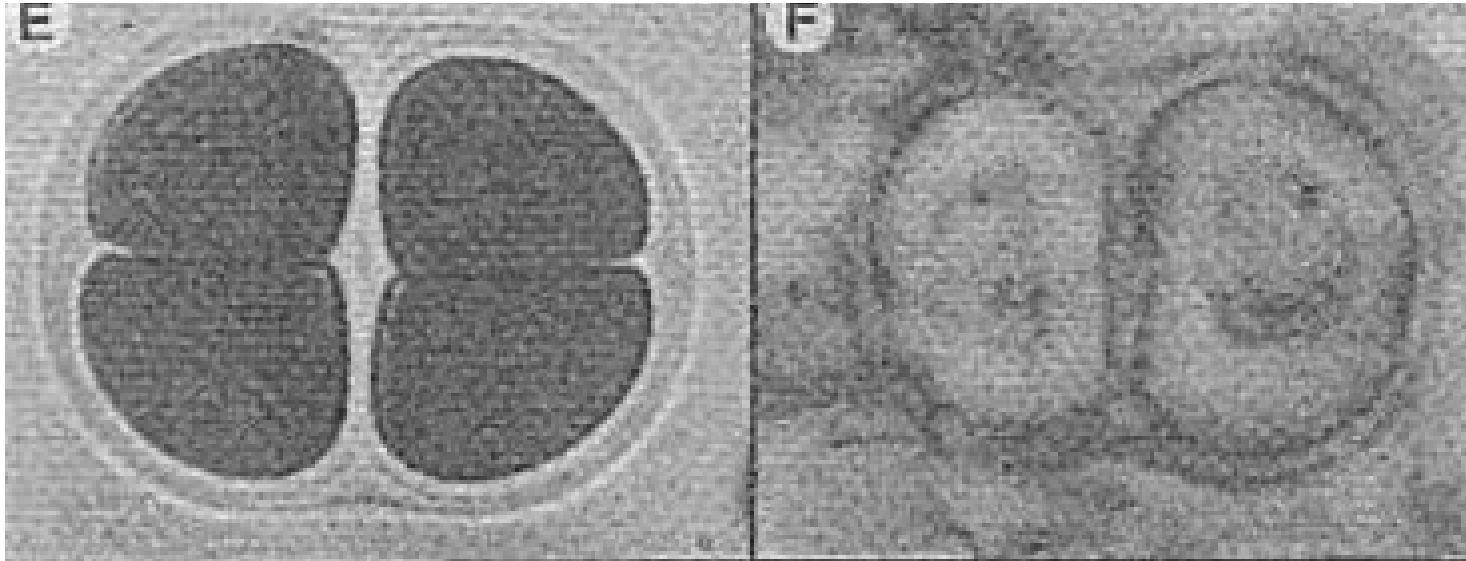
Calymmian (1600 - 1400 Ma) - eukaryontní organizace je definitivní. Spočívá: (1) struktura stěny a povrchová ornamentace, (2) processes that extend from vesicle walls (3) otvory pro komunikaci buněčného obsahu s okolím, (4) ultrastruktura stěn a (5) stěnová chemie. Velké buňky zřejmě již mají eukaryotický cytoskeleton. To souhlasí s "molekulárními hodinami", jejichž výpočty dávají prvotní radiaci rostlin (Plantae) do calymmianu. V profilech Roper (Austrálie) jsou už i zřetelné ekologické trendy (zonace): rozrůznění na příbřežní, šelfová a distálně šelfová společenstva. Vedle rostlin nástup ancestrálních živočichů a hub.



Tanarium conoideum, calymmian,.....

recent

fossil



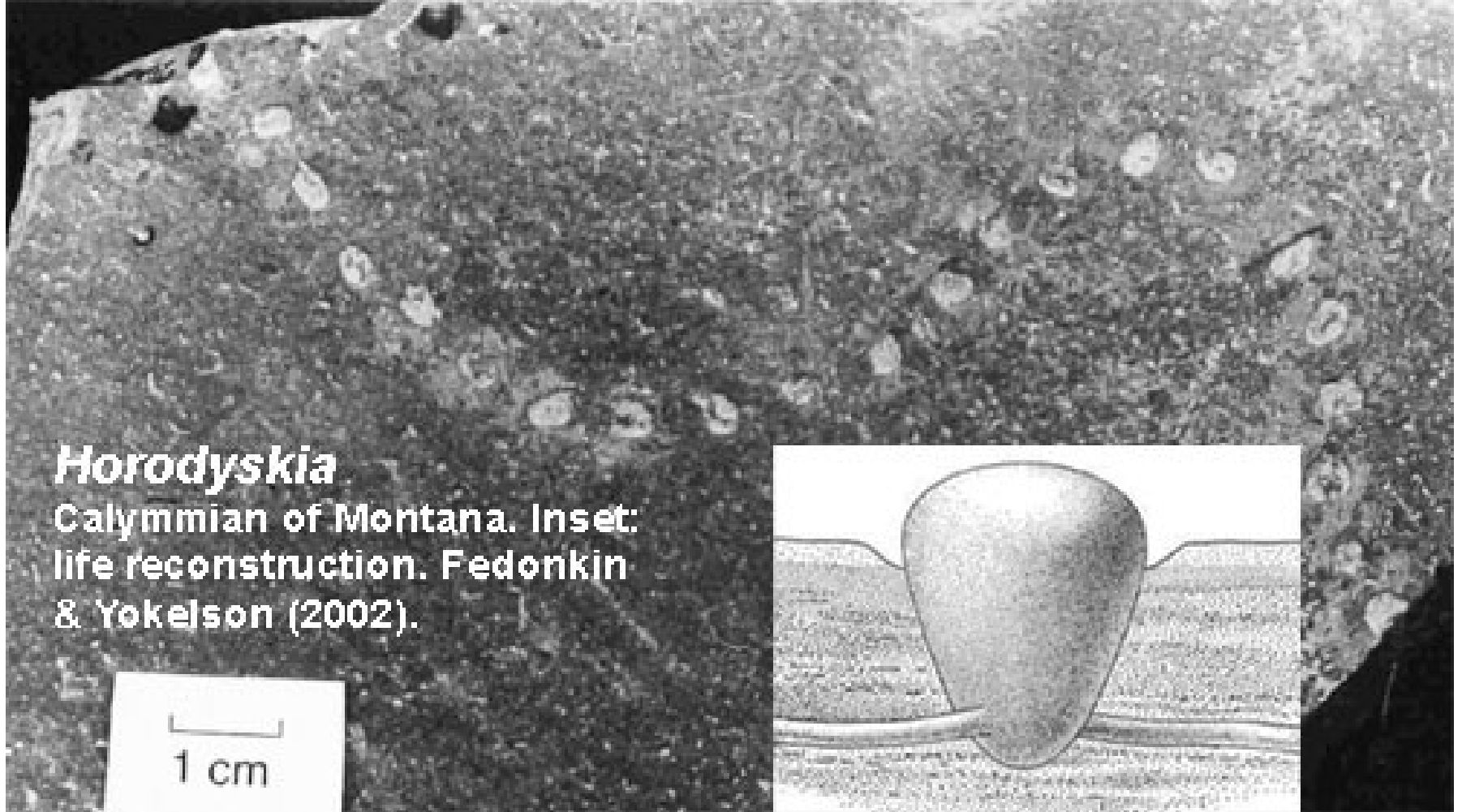
(E) *Gloeocapsa*, compared with (F) *Gloeodiniopsis*.

**E, living stromatolite-building
cyanobacteria from northern Mexico**

**F, fossil, 1550 Ma,
Satka Formation of Bashkiria;**

Bars for scale represent 10 μ m

J. W. Schopf (1999)



Horodyskia

Calymmian of Montana. Inset:
life reconstruction. Fedonkin
& Yokelson (2002).

1 cm

? korálovitá *Horodyskia*, calymmian - 1500 Ma, S. Amerika, Australie,
nejasnosti v syst. zařazení

Ectasian (1400-1200 Ma)

Mzprtrz. akritarcha obsahují druhy s novými znaky: eliptický tvar, vesikulární póry a mnohobuněčný nebo koloniální vzhled. V **ectasianu jsou mprtz. akritarcha kosmopolitně rozšířená. Podle jejich izotopických analýz byla úroveň CO₂ v Mzprz cca 10 až 1000 krát vyšší než dnes.**

Všechna tato akritarcha jsou považována za fotosyntetizující organizmy.

Hojné jsou již zelené (Chlorobionta) a červené (Rhodophyta) řasy.

Stenian (1200-1000 Ma):

1200 Ma – tvorba spór a gamet indikuje nástup sexuálního rozmnožování

1100 Ma – vznik Rodinie

Rodinia – 1.100 – 750 Ma

850 Million Years Ago

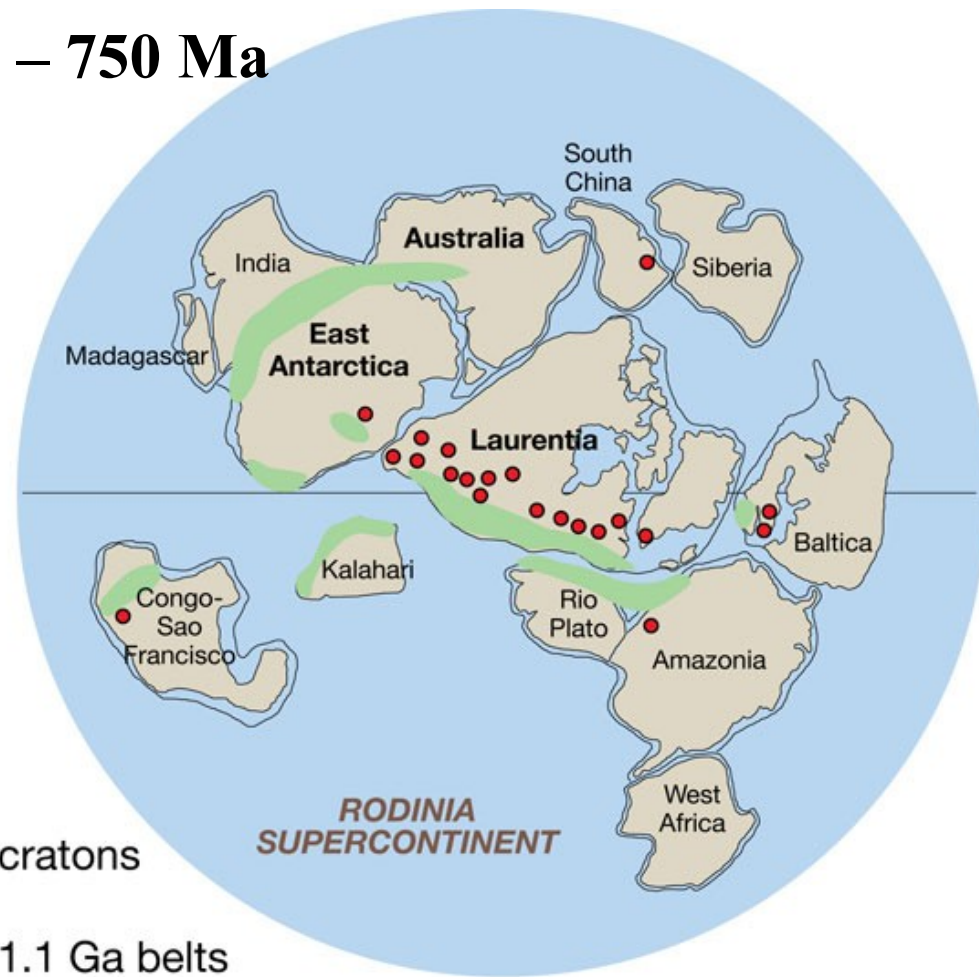


Legend:

○ Location of future Cape Breton

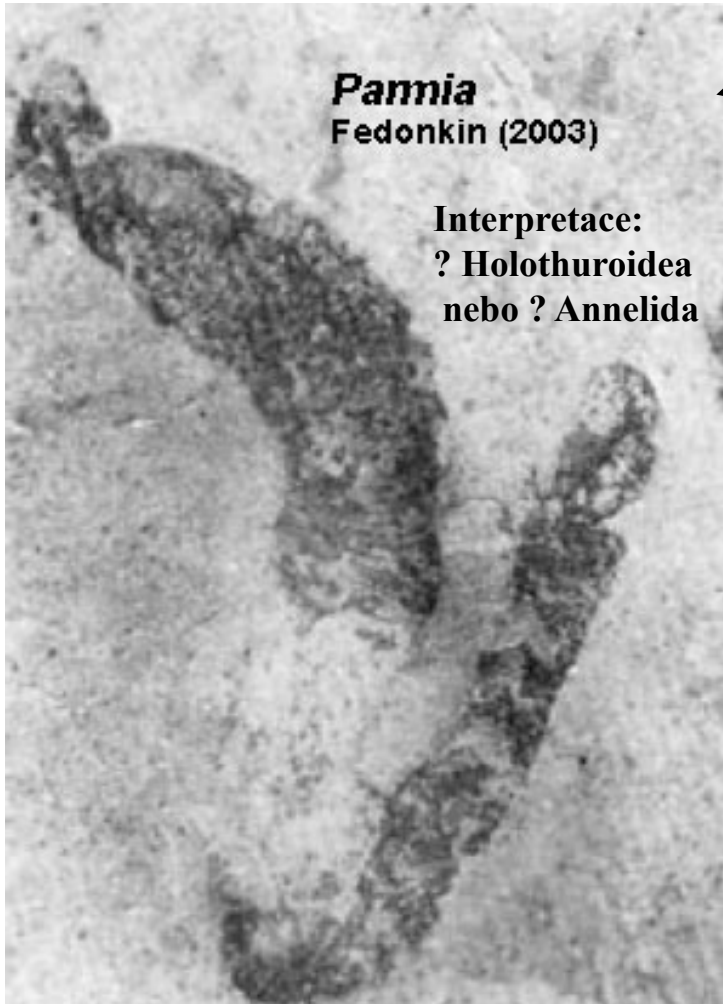
■ cratons

■ 1.1 Ga belts



Neoproterozoikum

V **tonianu** (1000 - 850 Ma), rozvoj mnohobuněčných , objevují se houby a moderní řády (až do rec.) zelených řas, ale také *Parnia*



1000 My – jasný nástup multicekularity,

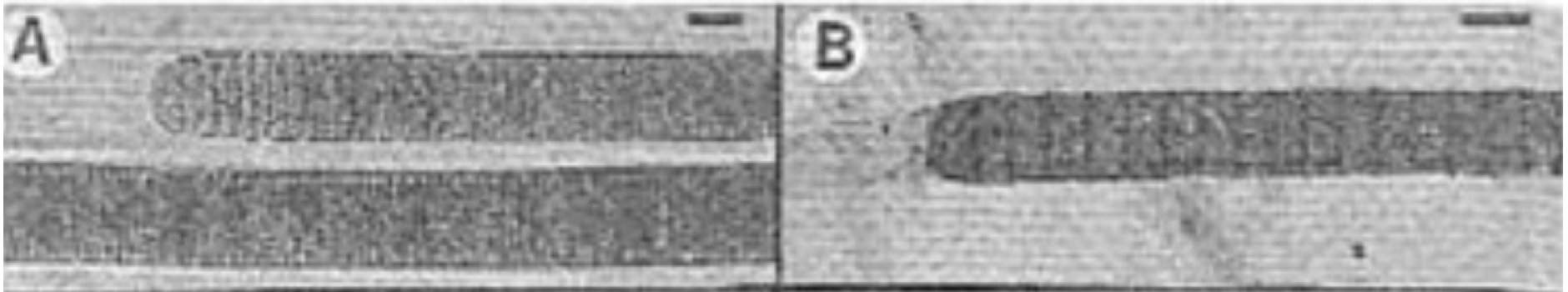
950 My – start stuartského zalednění

900 My – zemský den má 18 hodin

Měsíc je 350.000 km od Země

recent

fossil



(A) *Lyngbya*, compared with (B) *Palaeolyngbya*.

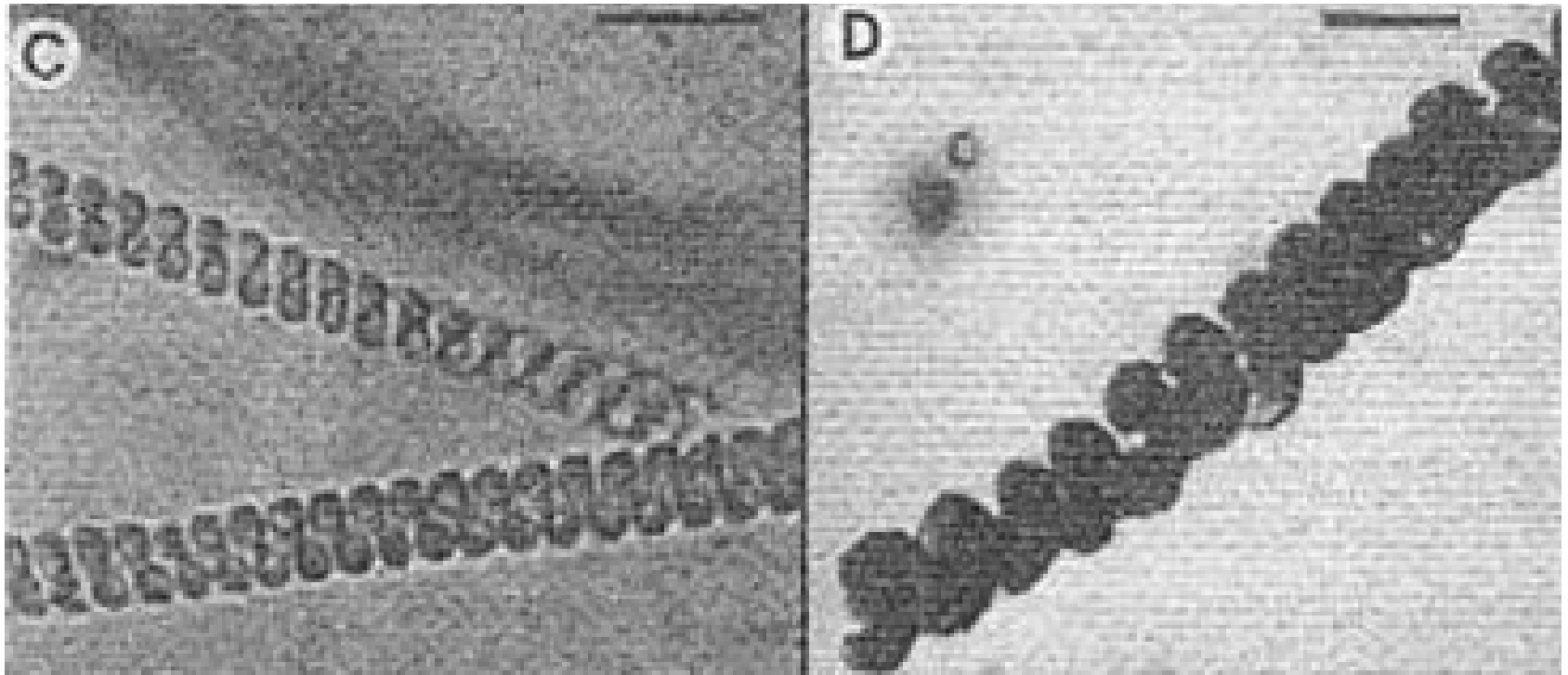
**A, living stromatolite-building
cyanobacteria from northern Mexico**

**B, fossil, 950 Ma,
Lakhanda Formation, Siberia**

Bars for scale represent 10 μ m

recent

fossil



(C) *Spirulina*, compared with (D) *Heliconema*.

**C, living stromatolite-building
cyanobacteria from northern Mexico**

**D, fossil, 850Ma,
Miroedikha Formation, Siberia**

Bars for scale represent 10 μ m

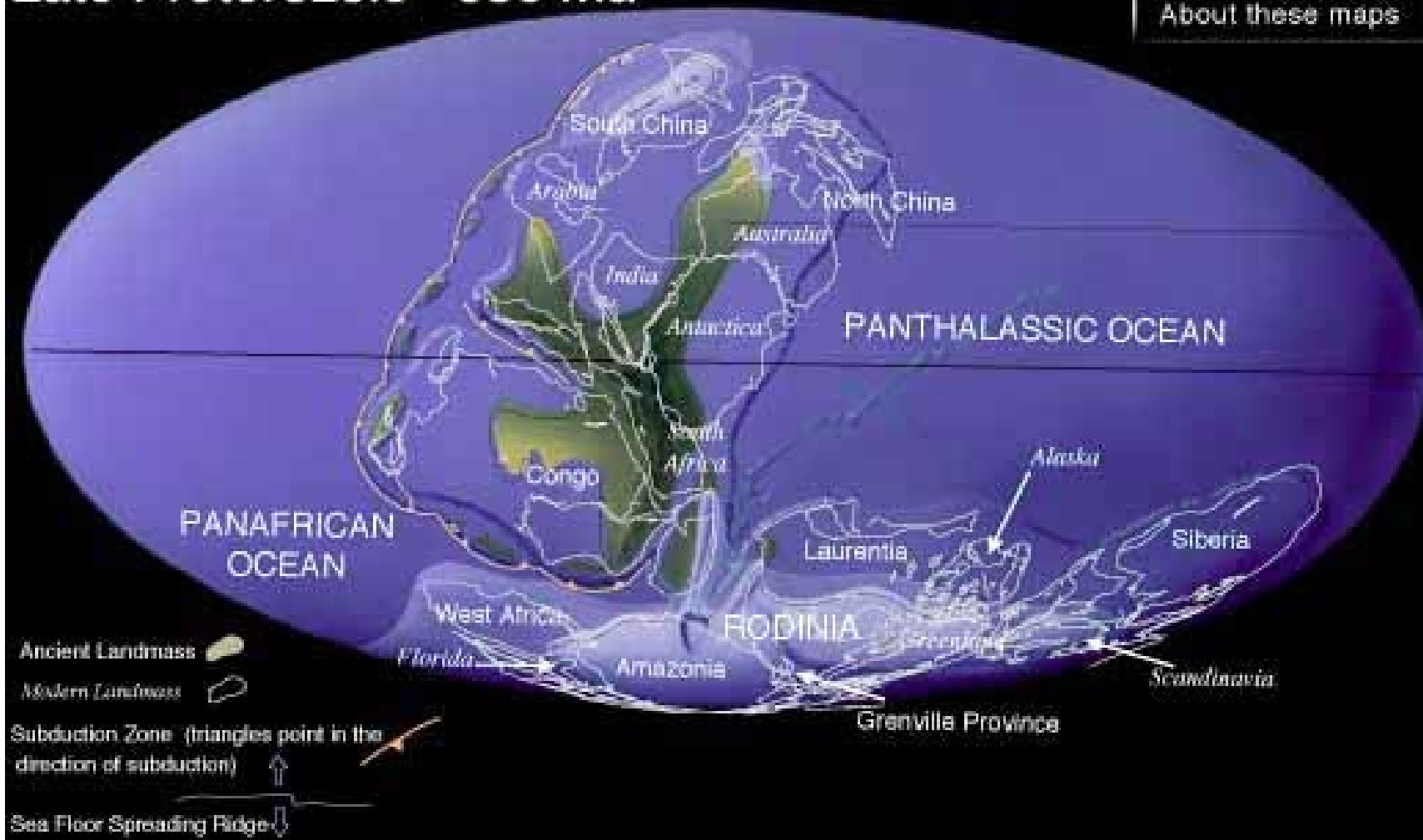
J. W. Schopf (1999)

Cryogenian (850-630 Ma)

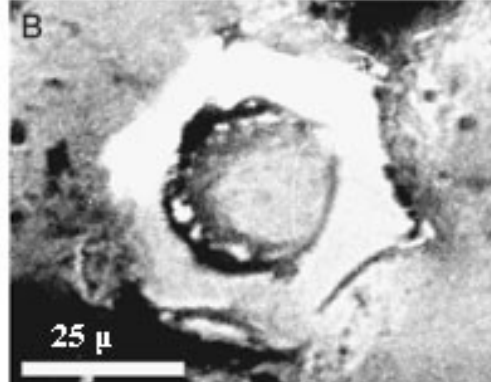
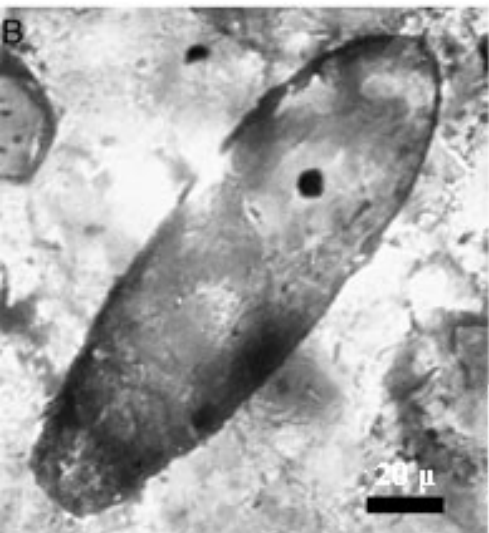
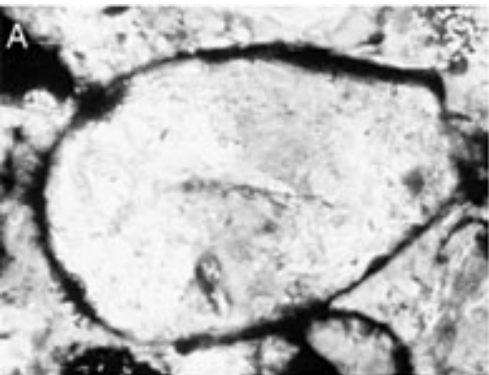
Paleogeografie závěru proterozoika (srv. rozsah kont. zemské kůry s dnešním). Šířka kontinentů v archaiku: 100-500 km, v proterozoiku, 1000-2000 km, fanerozoiku: 5000-10000 km). Nové práce = růst byl rychlejší do sv. Prz (2x-3x).

Late Proterozoic 650 Ma

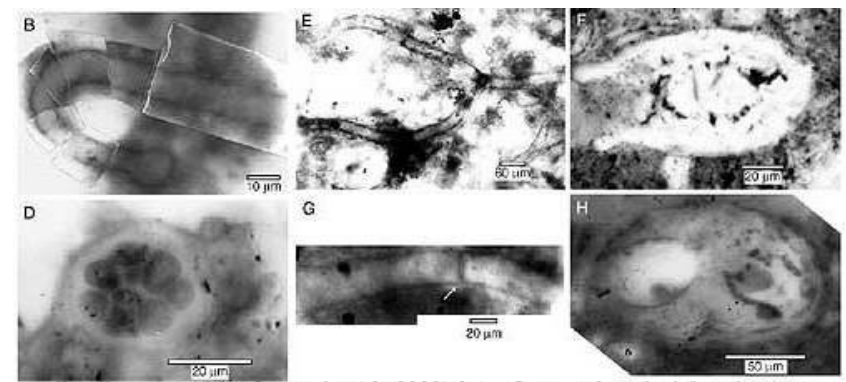
© C. R. Scotese 1997
About these maps



**850 Ma- záznam měňavek jako heterotrofních eukaryot,
750 Ma – tříštění Rodinie a tvorba superkontinentu Pannotia a konec silné
magnetické reverze**



Variation in test and aperture shape of Neoproterozoic testate amoebae. Porter & Knoll (2000).



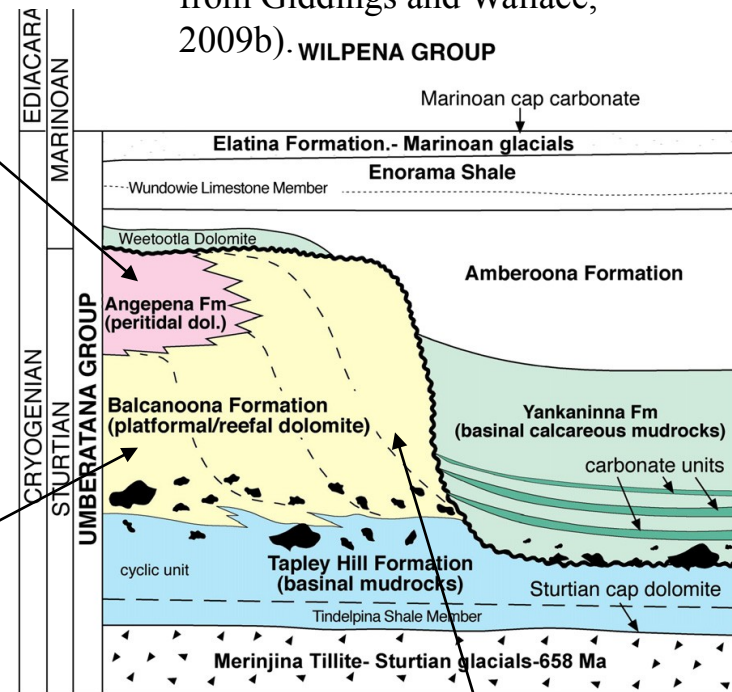
Fossils reported by Corsetti *et al.* (2003) from Cryogenian glacial carbonate.

~ „Snowball Earth“ ,
hromadné vymírání řas - 70 %

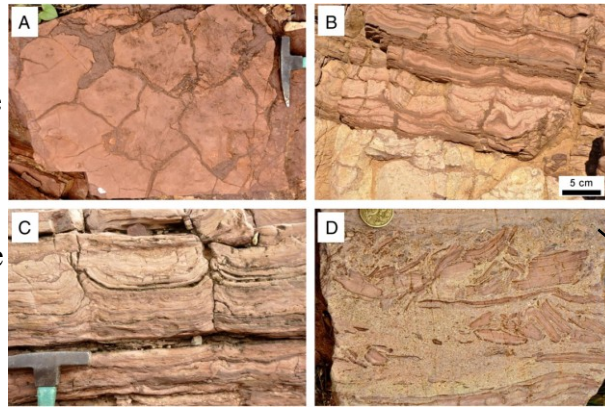
Měsíc je 357. 000 km
vzdálen od Země
(dnes prům. 384 400 km)

Cryogenian reefs, J. Australia,

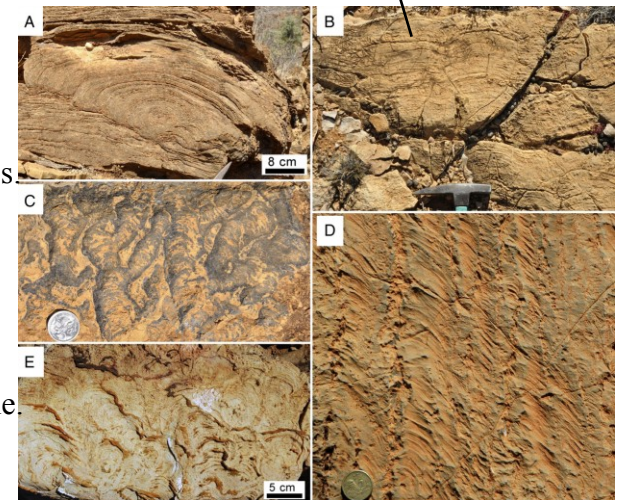
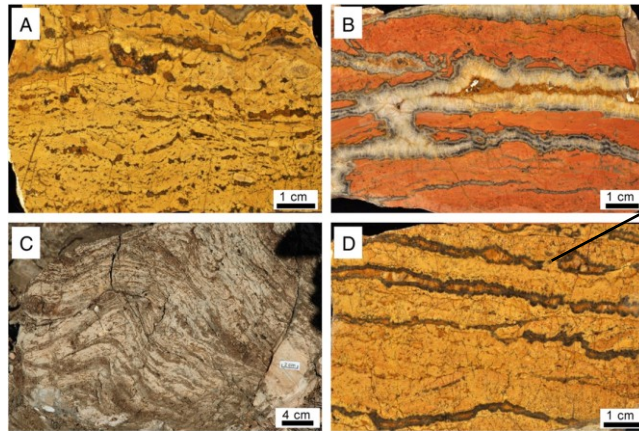
Stratigraphic diagram for the Cryogenian sediments of the northern Flinders Ranges (modified from Giddings and Wallace, 2009b). **WILPENNA GROUP**



Outcrop photographs of the peritidal Angepena Formation from the Arkaroola Platform. A. Mudcracks on bedding surface in clayey dolomite. Hammer for scale. B. Clayey dolomite beds with well developed small-scale tepees and erosion surfaces. C. Small-scale tepee structures in dolomite. Hammer for scale. D. Clayey dolomite intraclasts within fine ooid grainstone. Coin is 2.5 cm in diameter.



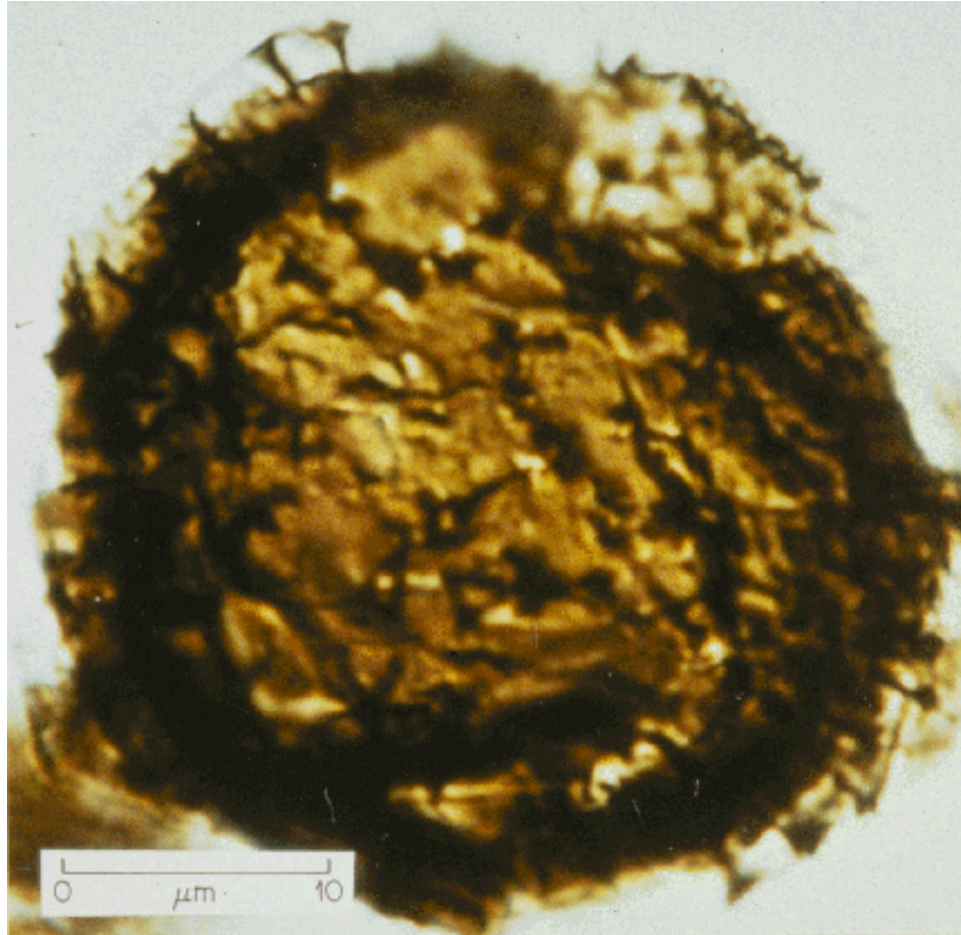
Backreef facies of the Balcanoona reefs. A. Fenestrae developed in ooid-peloid-intraclast grainstones. Polished slab, Arkaroola Platform. B. Large marine-cemented sheet cavities. Polished slab, Arkaroola Platform. C. Sheet cavities with tepee structure. Outcrop, Oodnaminta Platform. D. Small sheet cavities and fenestrae. Polished slab, Arkaroola Platform.



Outcrop photographs of stromatolite types within the stromatolitic boundstone, reef margin facies. A. Domal stromatolite, Arkaroola Platform. B. Laminar stromatolites from the lower stromatolitic boundstone. Growth orientations for these stromatolites are near-vertical and facing north. Oodnaminta Platform. Hammer for scale. C. Columnar branching stromatolites within allochthonous block. Coin is 2 cm in diameter. Mt Lyndhurst Platform. D. Scalloped stromatolites within allochthonous block. Coin is 2 cm in diameter. Oodnaminta Platform. E. Divergent branching columnar stromatolites from the upper stromatolitic boundstone. Oodnaminta Platform.



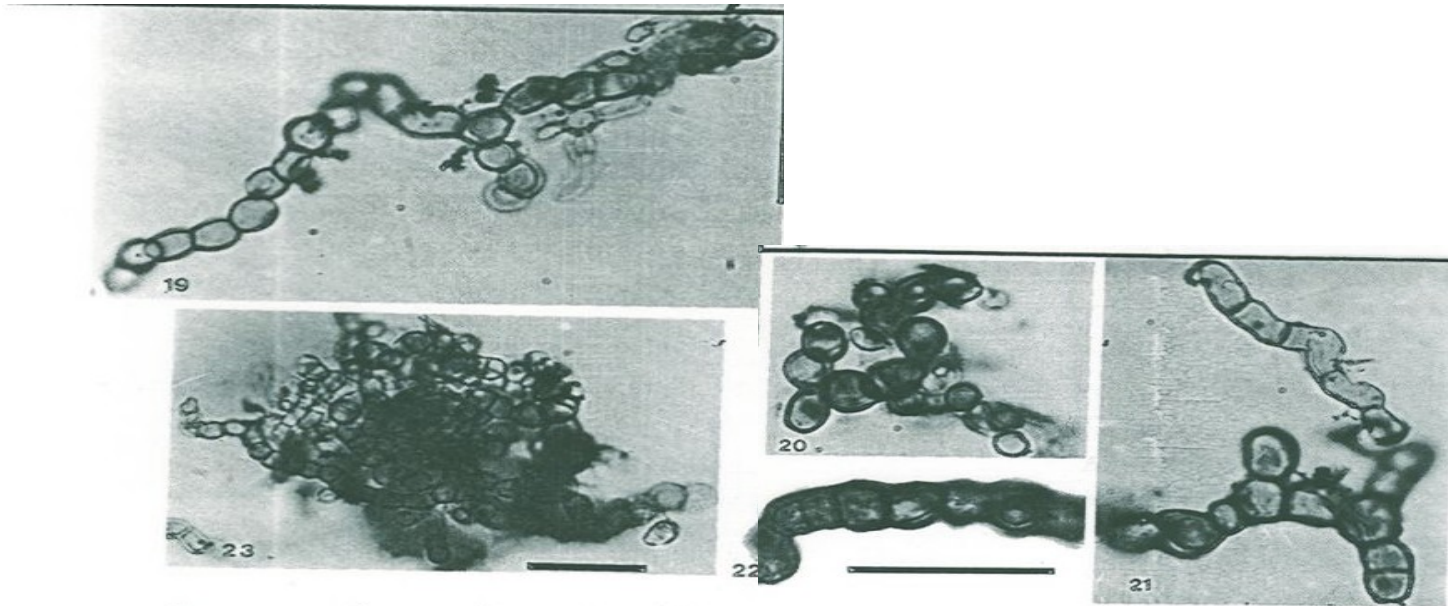
? cysta řas, ? eukaryontní prvok, měňavka - kryogenian



Vandalosphaeridium walcotti - zástupce akritarch, kwaguntské souvrství,
Grand Canyon, 850 Ma



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



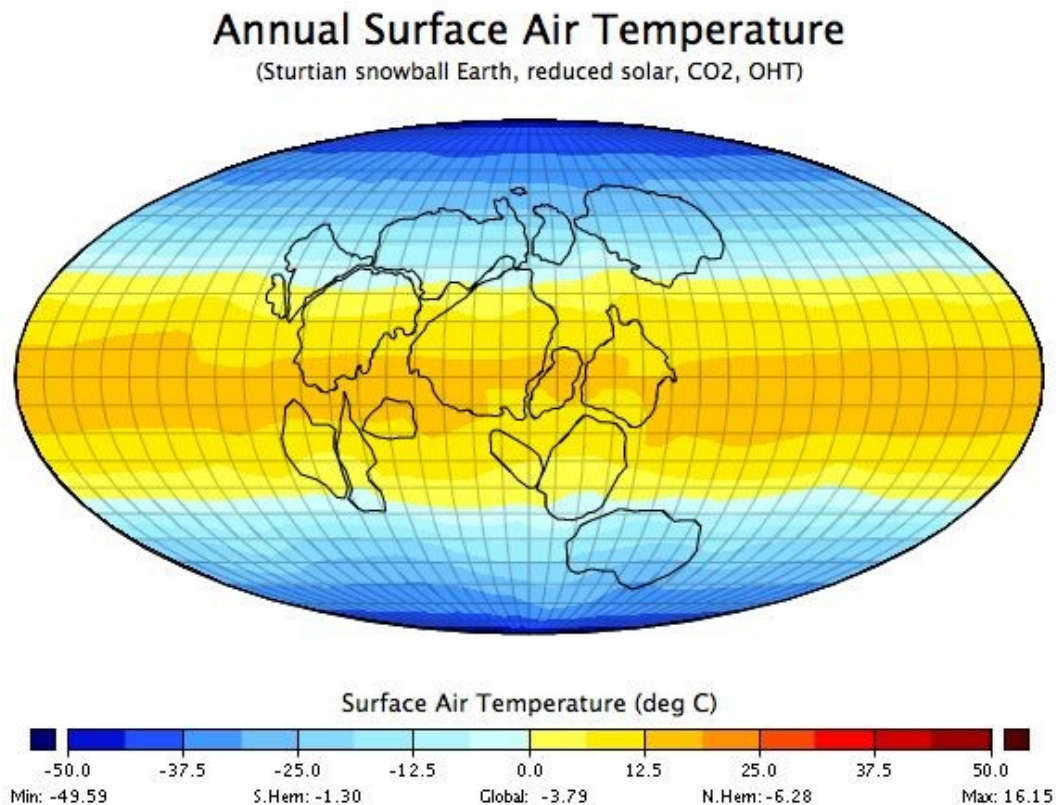
Cyanobacteria (cf. Nostoc)

Český masív (~ 800 Ma)



„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)





Kuesty Jižní Austrálie, neoproterozoikum, kryogenian

....research team member [Adam Maloof](#) co-wrote a March 2010 Science paper demonstrating that glaciers reached the equator some 716.5 million years ago, providing further evidence to support the existence of a Cryogenian "snowball Earth."

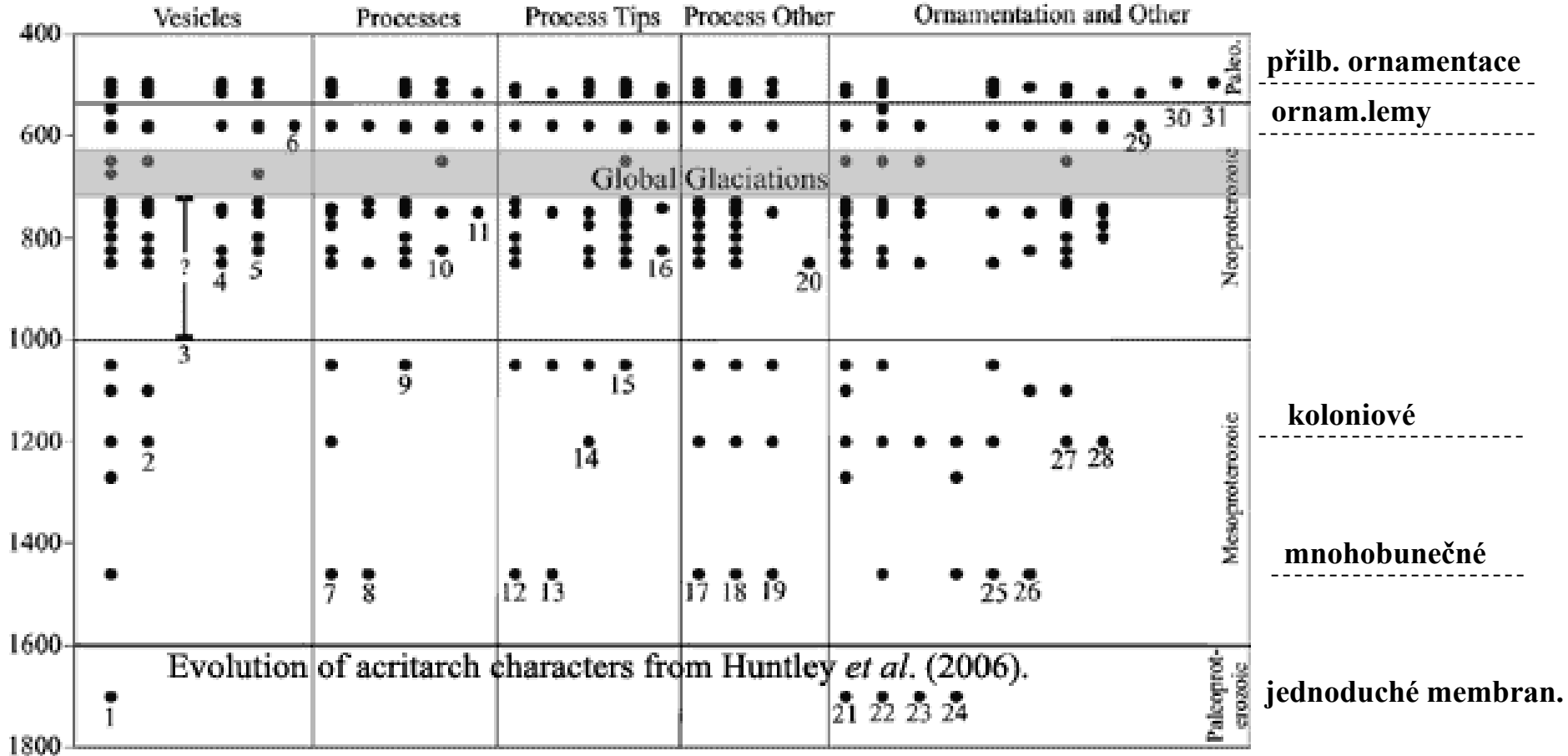
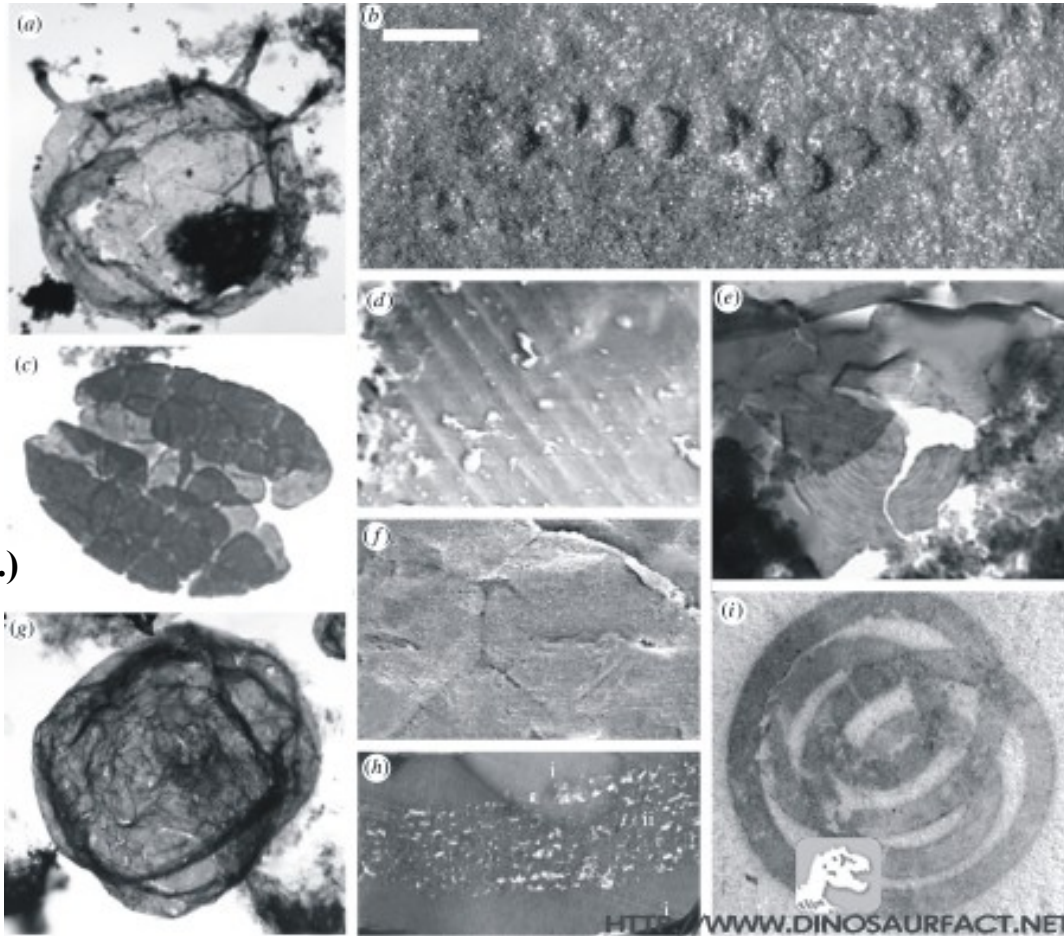


Fig. 5. Stratigraphic occurrences of morphological characters utilized in this study: (1) spherical vesicle; (2) ellipsoidal vesicle; (3) barrel-shaped vesicle; (4) bulb-shaped vesicle; (5) polyhedral vesicle; (6) medusoid vesicle; (7) cylindrical process; (8) dome-shaped process; (9) tapered process; (10) hair-like process; (11) triangular process; (12) rounded-tip process; (13) capitate-tip process; (14) blunt-tip process; (15) pointed-tip process; (16) funnel-tip process; (17) hollow process; (18) interior of process communicates with interior of vesicle; (19) branching process; (20) processes fuse at tip; (21) enveloping membrane; (22) excystment-like structure; (23) internal bodies in vesicle; (24) concentric ornamentation on vesicle surface; (25) plates on vesicle; (26) multi-celled appearance (vesicles contained in a larger envelope); (27) colonial appearance (aggregation of vesicles); (28) pores in vesicle wall; (29) flange ornamentation; (30) crest ornamentation; (31) costae meshwork surrounding vesicle.

Evolve akritarch podle Huntley *et al.* (2006) - upraveno



Horodyskia

Grypania

Akritarcha (neornament.)

Souhrnný pohled na některé předediakarské fosílie

Ediacaran (630-542 Ma)

Ediakar začíná po Marinoanském zalednění (SE), 630 Ma, vzrůst atmosferického O₂, následuje řada eventů. Oceánské dno = kryté bakteriálním filmem, jinak pevný substrát, málo mobilních herbivorů, většina pevného substrátu tvořena korály a calcifikujícími baktériemi. Četné diskuse o způsobu života tehdejších tvorů. Zajímavost - většina dobře známých ediakarských živočišných fosílií se zdá pocházet z hlubokých vod (pod dosahem slunečního záření).

Přehled dat:

600 Ma - zemský den má 20.7 hodin

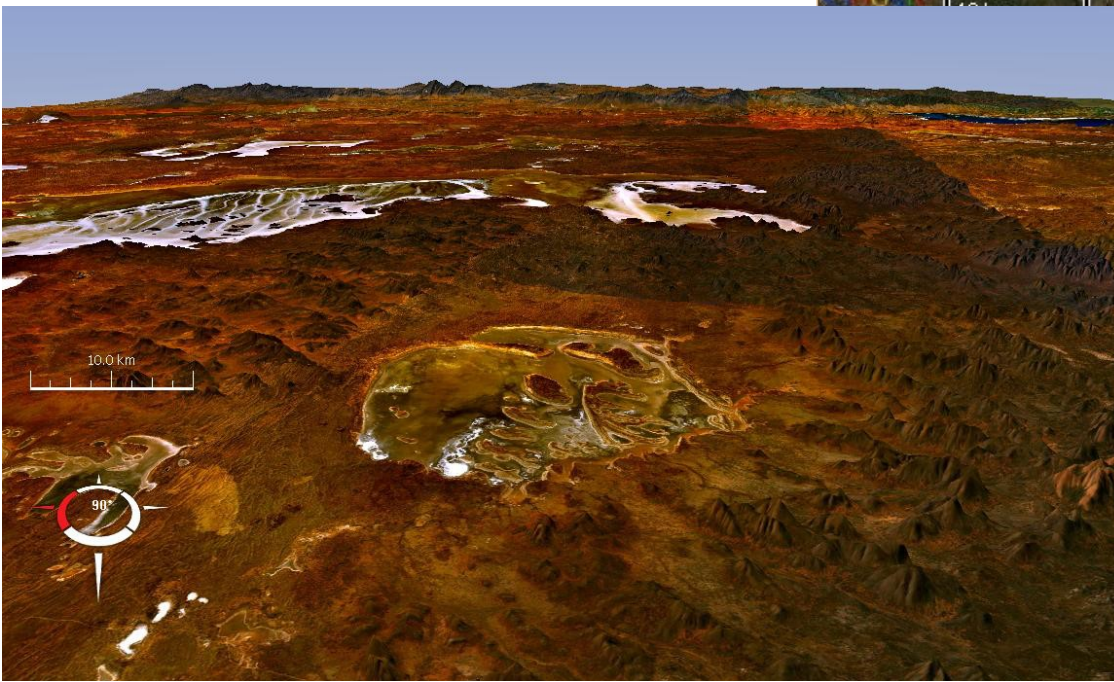
590 Ma - J. Austrálie, Acraman, impakt meteoritu (90 km průměr kráteru)

580 Ma – objevují se měkkotělé organizmy *Dickinsonia* etc.

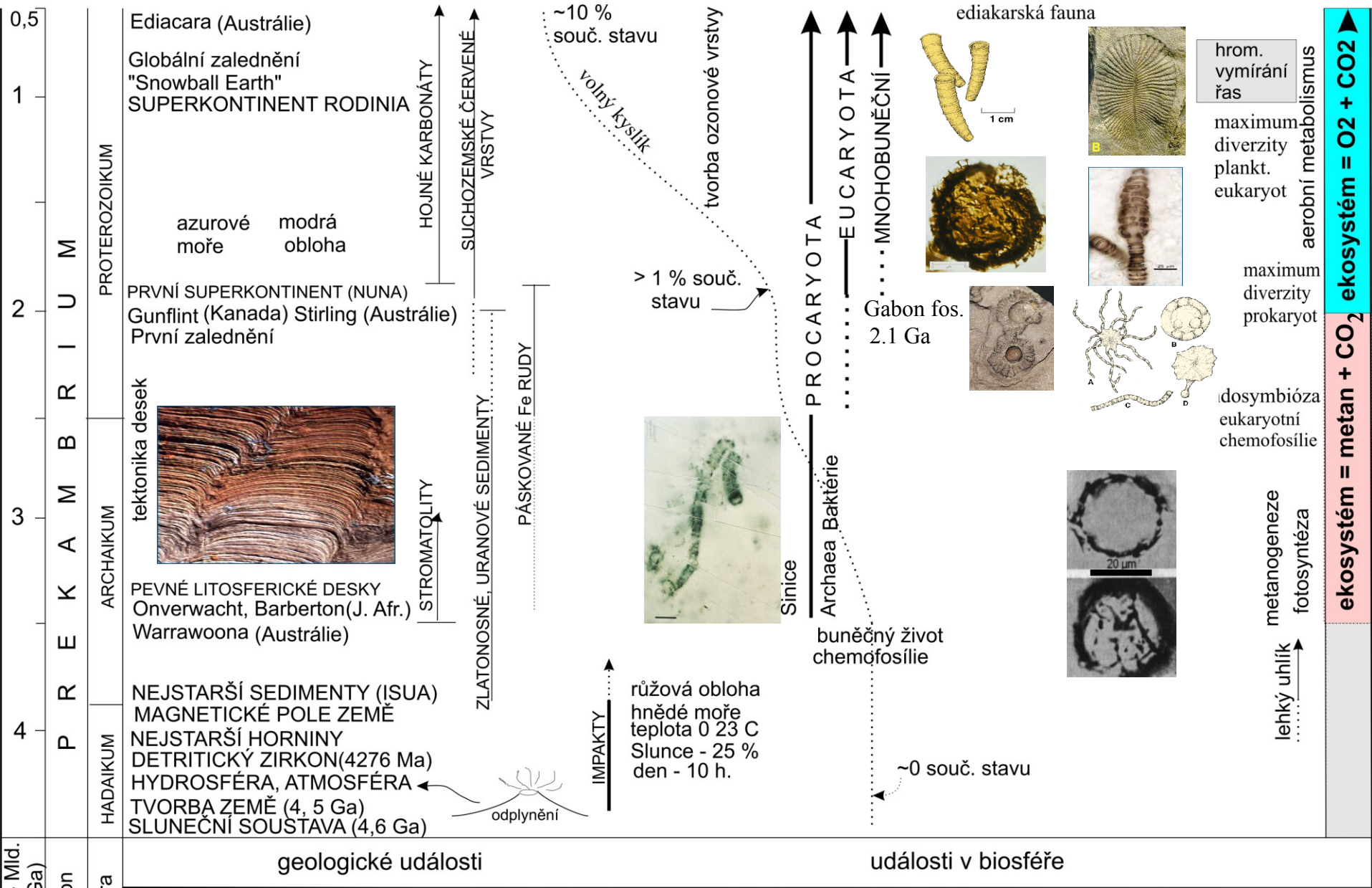
570 Ma – konec Sturtského zalednění, nástup schránečných struktur u bezobratlých

550 Ma – Pannotia se tříští na Laurasii a Gondwanu

Acraman Crater South Australia
580 million years ago
-Taking us back over half a billion
years back, the Acraman meteor
created what is today known as Lake
Acraman,
featuring an impressive 56-mile
(90 km) diameter.

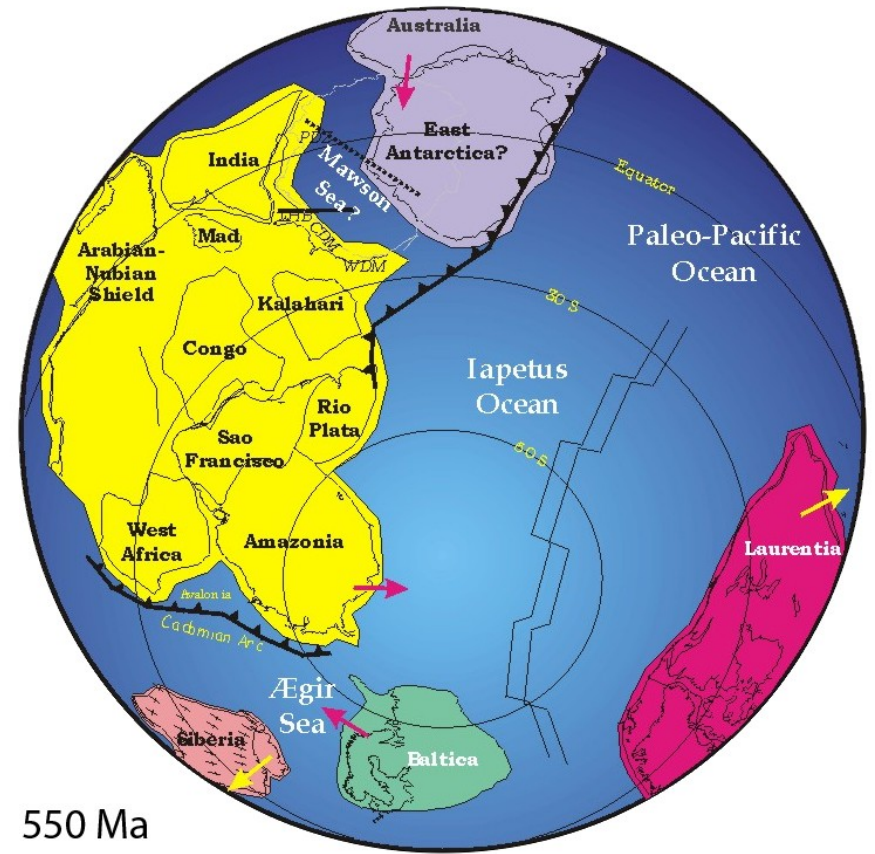


act Craters - Click a Red Icon to Learn More



Hlavní geologické a biologické události v prekambriu (4,6 - 0,5 Ga)

Pannotia





***Beltanelliformes brunsaе* (Menner, 1974)**
Rumunsko, Ediacar



Dtto

***Beltanelliformes* sp.**
Domo Extrem Group, Španělsko
Ediacar



Avalon

Mistaken Point, Newfoundland, Canada.
The biota of the Ediacaran period (635 – 541 ma).
Localities of this age are justly famous for the exceptional quality of preservation of soft-bodied organisms.



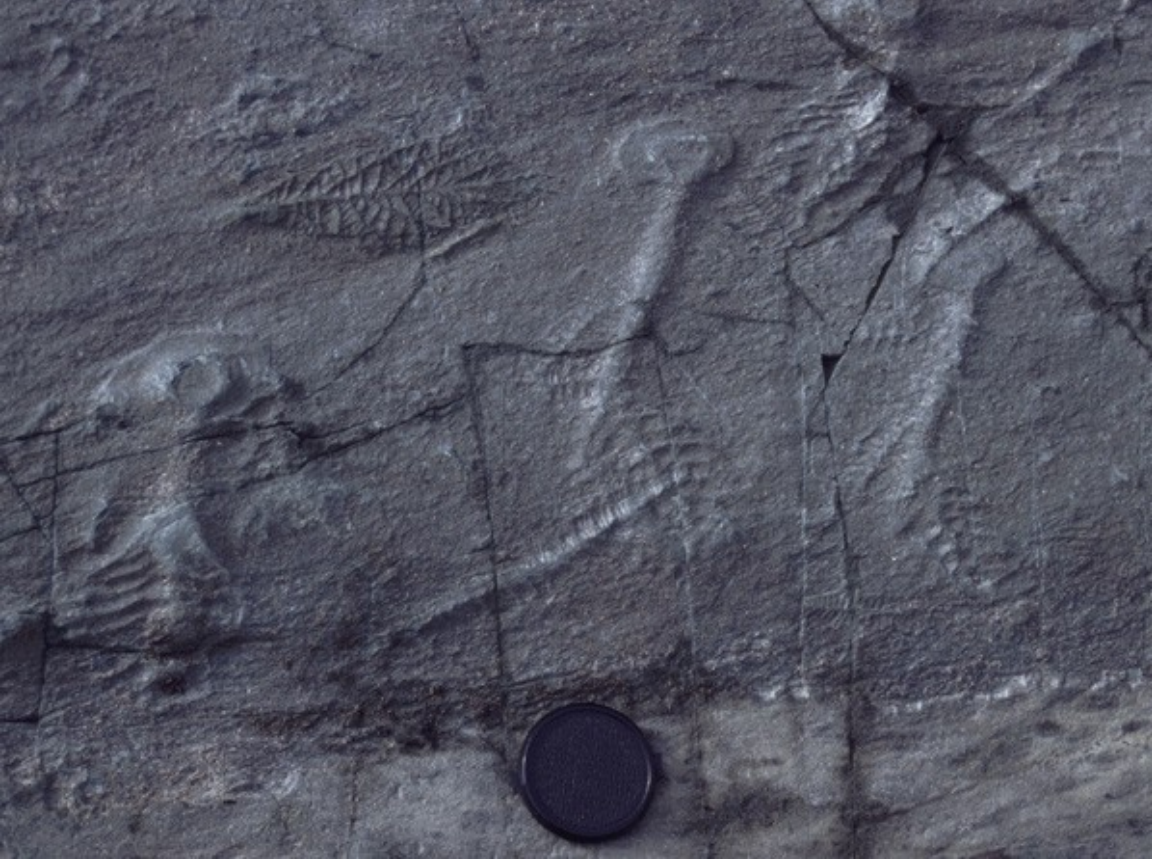


Mistaken Point

Mistaken Point, New Foundland



The large, expansive bedding planes seen in this image each lie beneath a volcanic tuff, which has been weathered away to reveal this record of ancient seafloors. The angle of the rocks and the fact that the tuff is easier to weather than the overlying siltstones results in large areas being exposed for study.



**Mistaken Point, vrstevní plocha
s fosíliemi**

A simple horizontal surface locomotion trace from late Ediacaran rocks at Mistaken Point, formed roughly 565 million years ago. Contrast this simple and rare structure with the abundant evidence for locomotion by animals in rocks of Cambrian age, ~20 million years later (next image).





Fractofusus misrai na vrstevní ploše,
Mistaken Point

Mistaken Point – další ukázky



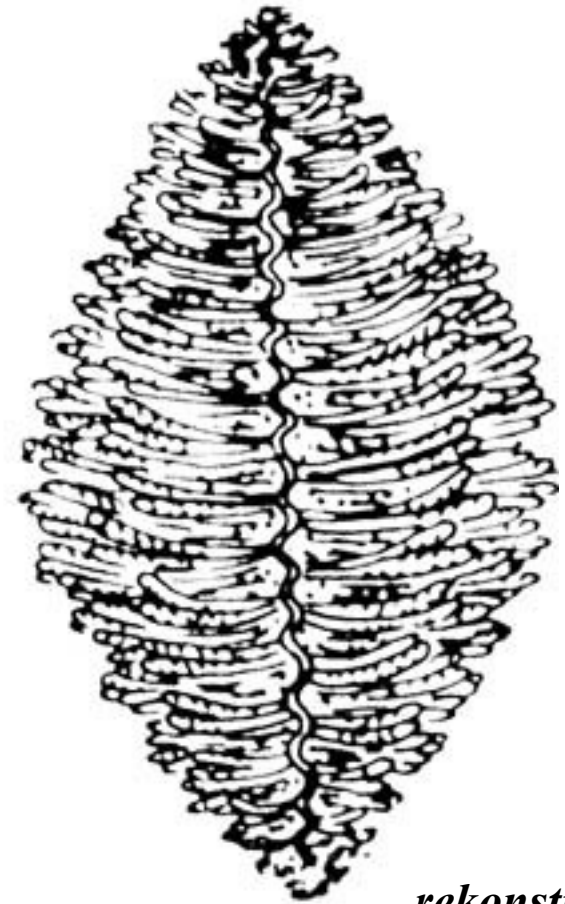
Vřetenovitý organizmus



Fractofusus misrai



fosílie



rekonstrukce

***Fractofusus misrai*, Mistaken Point, Ediacarian**



Rangea

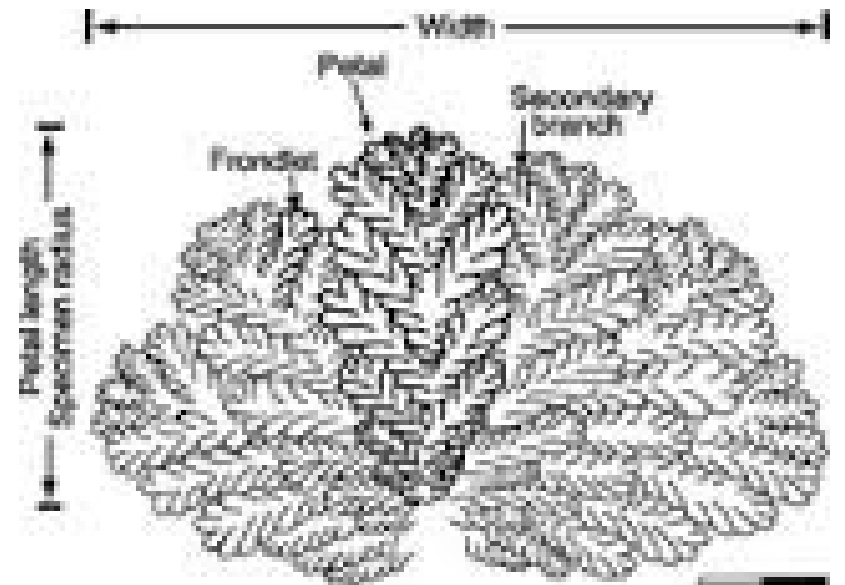


Charniodiscus

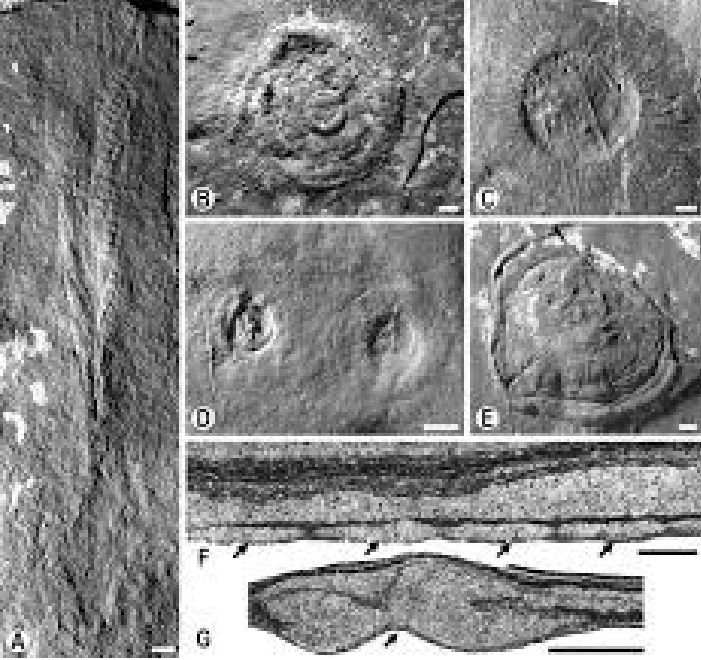
Ediacar, New Foundland, Avalon, inc. sed.



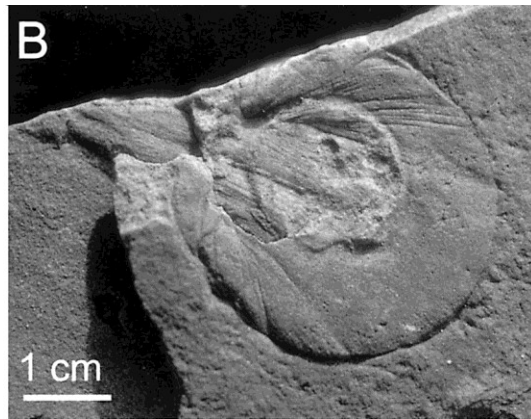
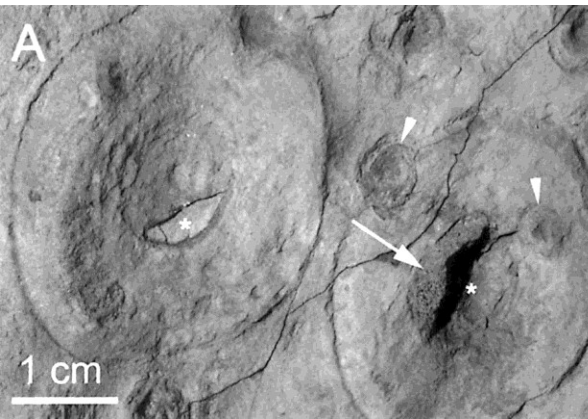
Bradgatia, *Rangemomorpha* ?, Mistaken Point



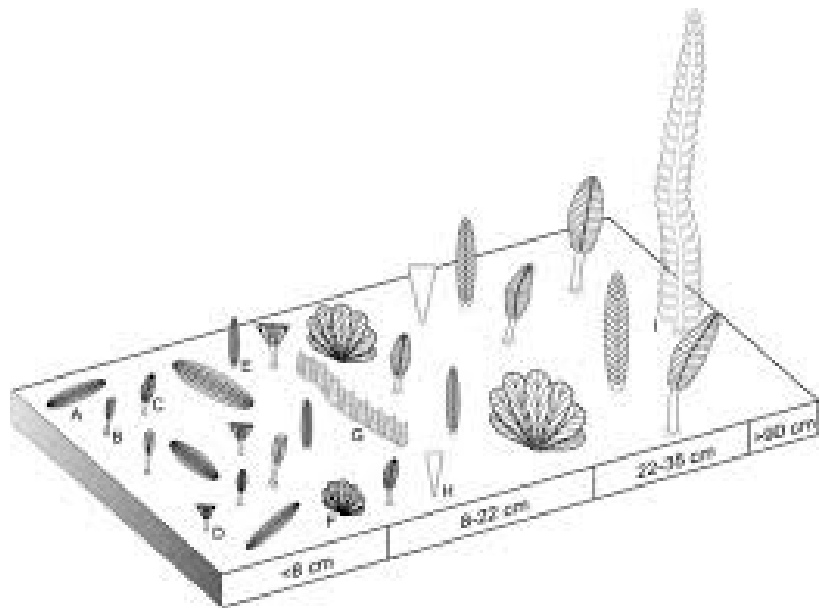
Bradgatia linfordensis, fosilní a možné interpretace



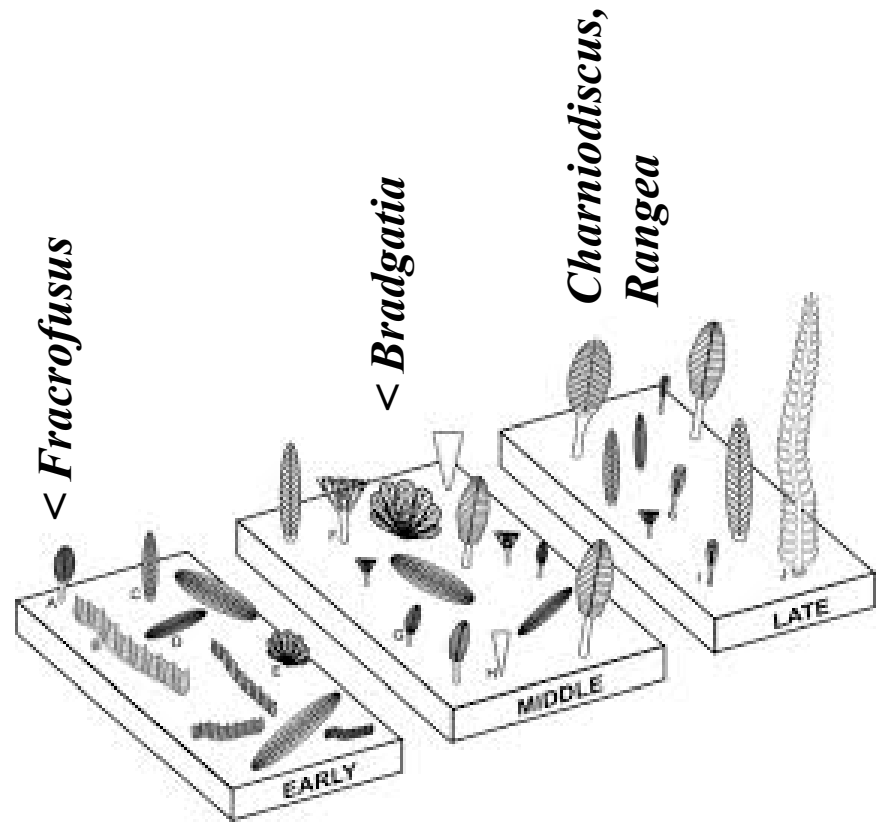
B,C,G - *Aspidella*



***Aspidella* - ? Porifera, Ediacar, Avalon**



velikost



čas

Avalonské fosílie, nárůst velikosti v čase + změna formy

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.



***Dickinsonia* - interpretace**

Dickinsonia, an iconic member of the Ediacara biota, is abundant in the Ediacaran deposits found at the Nilpena field site, South Australia. Despite exquisite fossil preservation at this site, many specimens of Dickinsonia appear to be incomplete, with an apparently “missing piece” on the periphery. Orientation measurements from specimens on three fossil beds suggest that these so-called “missing pieces” are aligned irrespective of the axial orientation of Dickinsonia. The nonrandom orientation of incomplete specimens matches that of other aligned structures found on two of these beds. The preferred directionality of this feature suggests the molding of incomplete specimens under the influence of current activity prior to or during burial. We propose that this feature originates where part of a Dickinsonia was lifted off of the substrate during a storm event and that sand was deposited beneath this lifted portion. **This model suggests that Dickinsonia was easily separated from the sea floor and was not attached to the substrate on which it lived. This is consistent with the data from Dickinsonia footprints suggesting that Dickinsonia was mobile.**

(Evans et al. 2015)

Dickinsonia, an iconic member of the Ediacara biota, is abundant in the Ediacaran deposits found at the Nilpena field site, South Australia. Despite exquisite fossil preservation at this site, many specimens of Dickinsonia appear to be incomplete, with an apparently “missing piece” on the periphery. Orientation measurements from specimens on three fossil beds suggest that these so-called “missing pieces” are aligned irrespective of the axial orientation of Dickinsonia. The nonrandom orientation of incomplete specimens matches that of other aligned structures found on two of these beds. The preferred directionality of this feature suggests the molding of incomplete specimens under the influence of current activity prior to or during burial. We propose that this feature originates where part of a Dickinsonia was lifted off of the substrate during a storm event and that sand was deposited beneath this lifted portion. **This model suggests that Dickinsonia was easily separated from the sea floor and was not attached to the substrate on which it lived. This is consistent with the data from Dickinsonia footprints suggesting that Dickinsonia was mobile.**

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



Jiná rekonstrukce ediakarské fauny

Dickinsonia

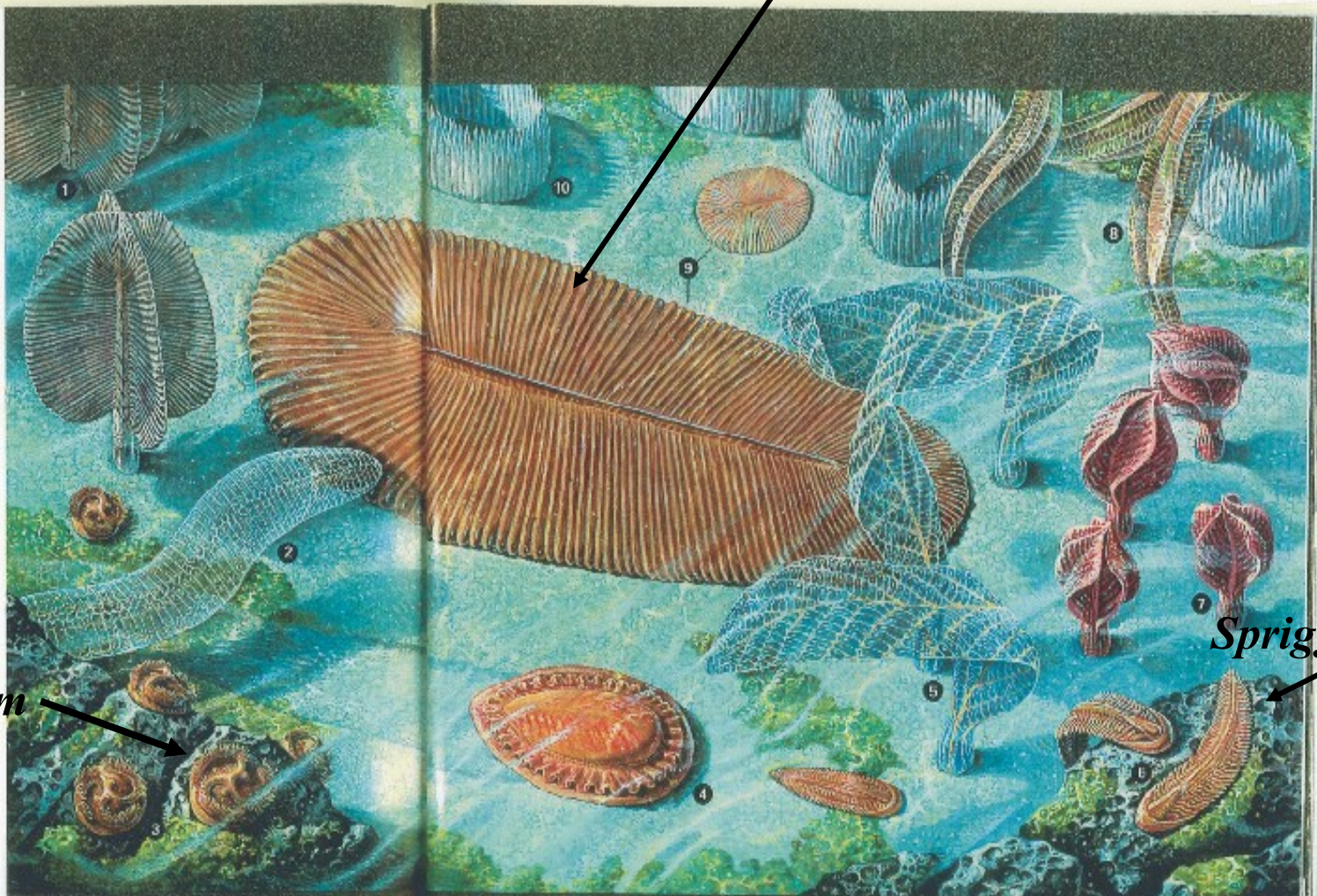
12

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. *Swarthpuntia*
2. *Phyllozoon*
3. *Tribrachidium*
4. *Kimberella*

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 ediakarského života

Grafické rekonstrukce některých forem ediakarských vendobiont

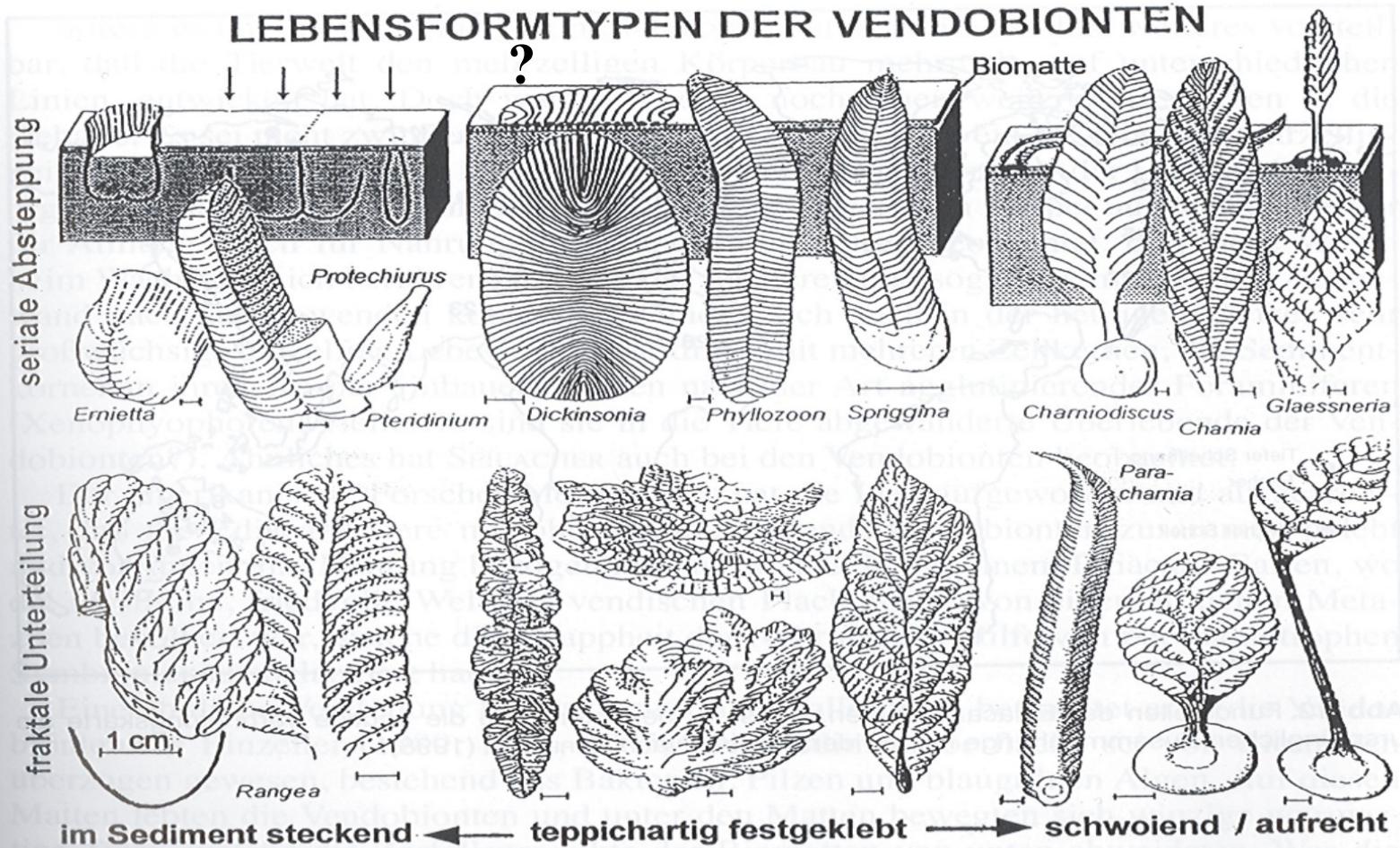
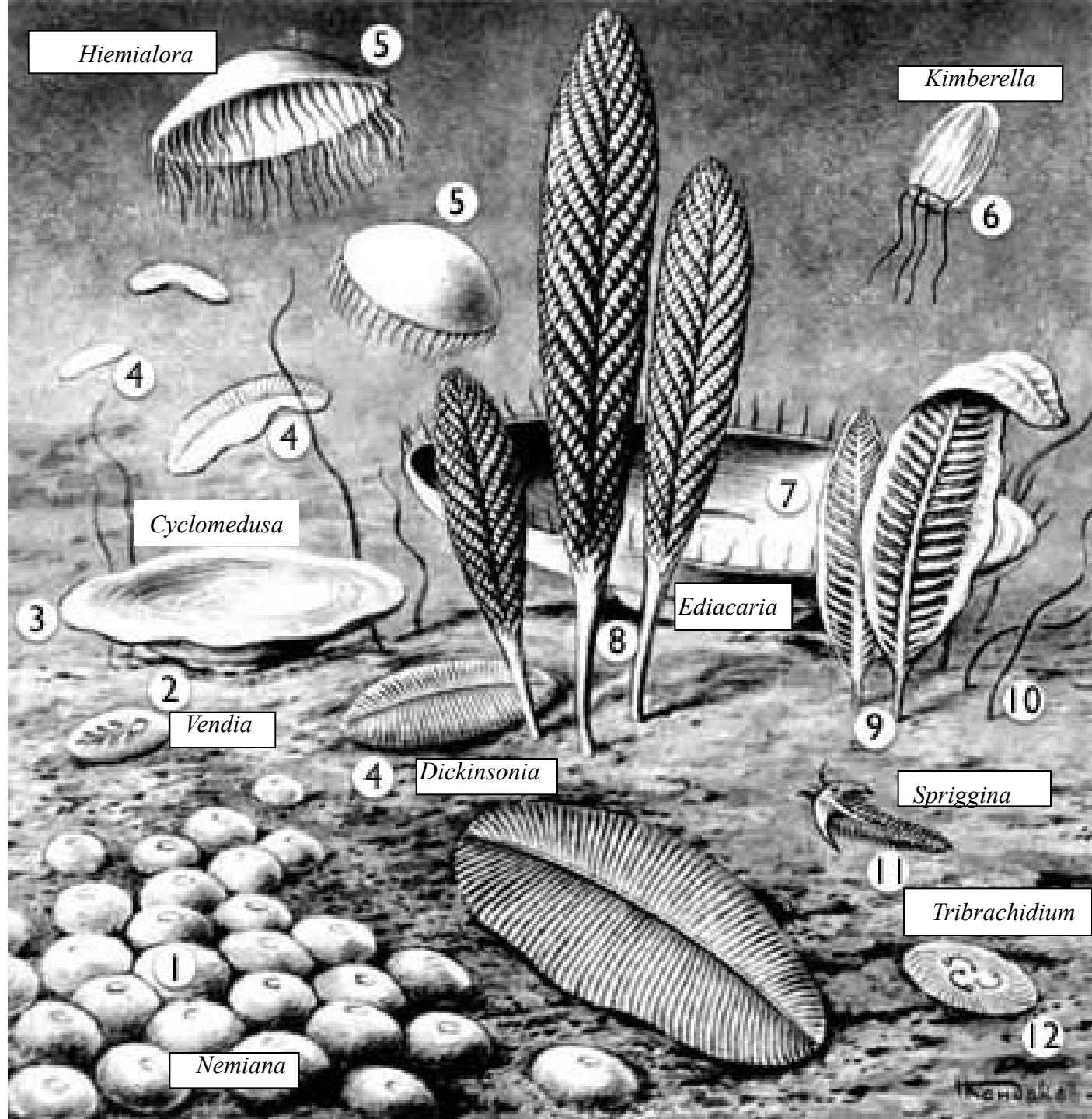


Abb. 11. Charakteristische Formen der Ediacara-Fauna. Nach SEILACHER (2003).

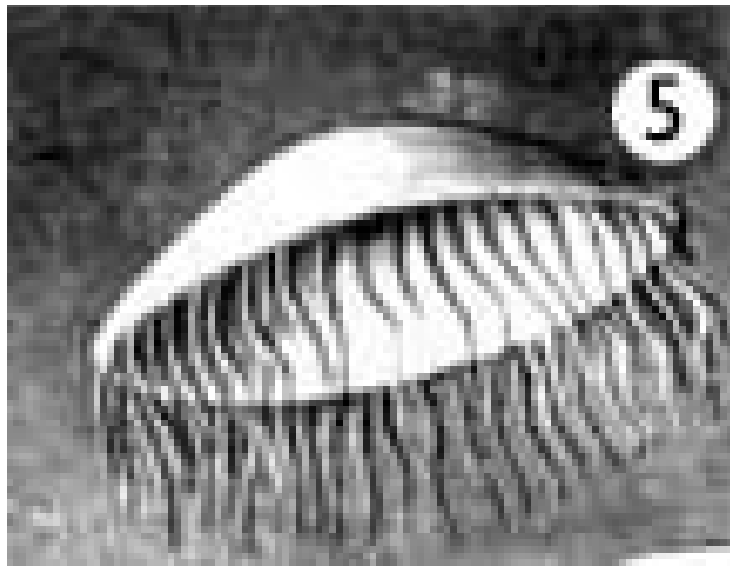
Další možná interpretace ediakarské (vendské) bioty

- 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





ZOIC
ZOOLOGIA
HISTORIA MUNDI

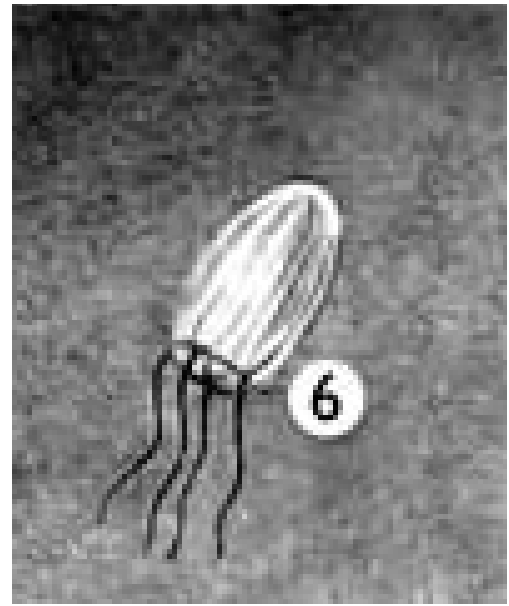


Hemialora



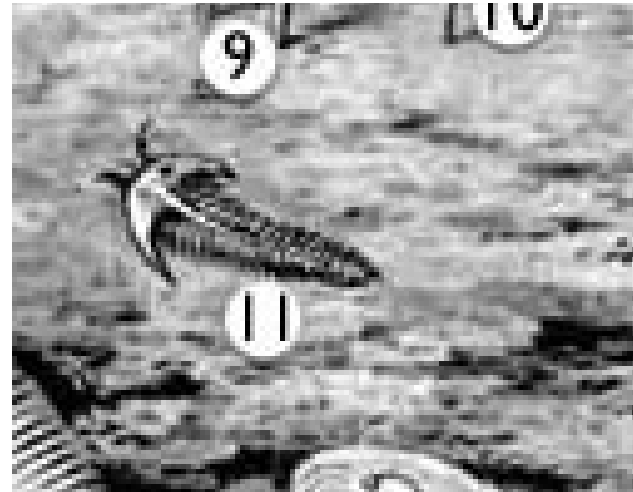
Kimberella

?



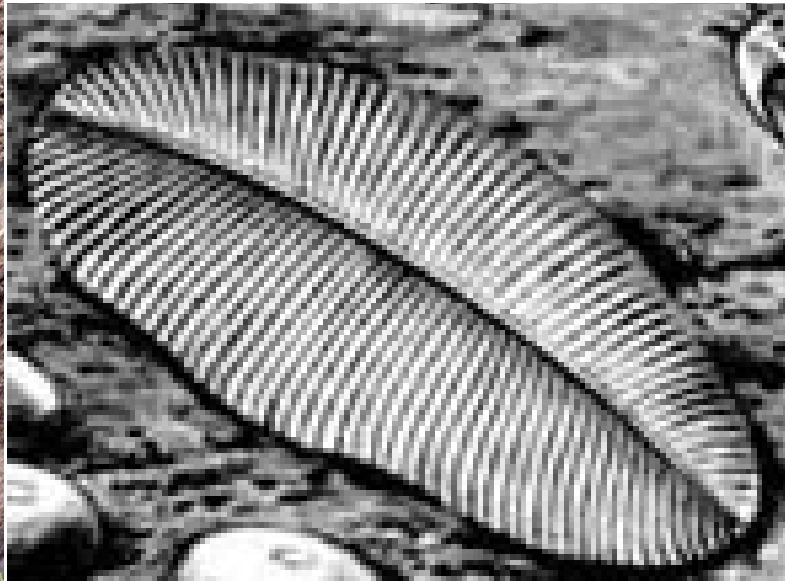
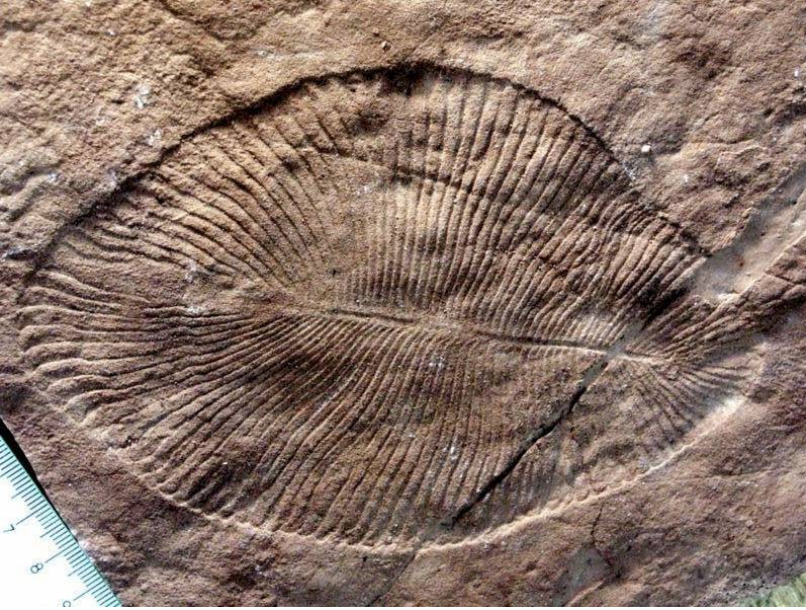


Spriggina

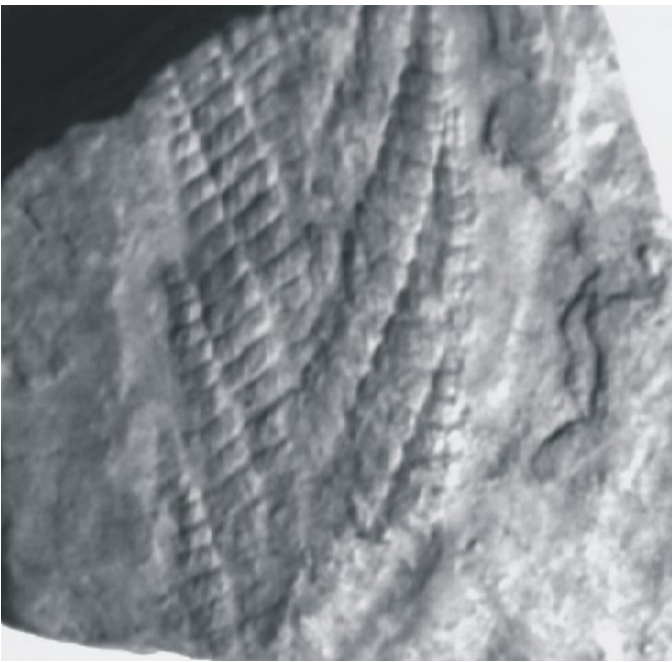


Cyclomedusa

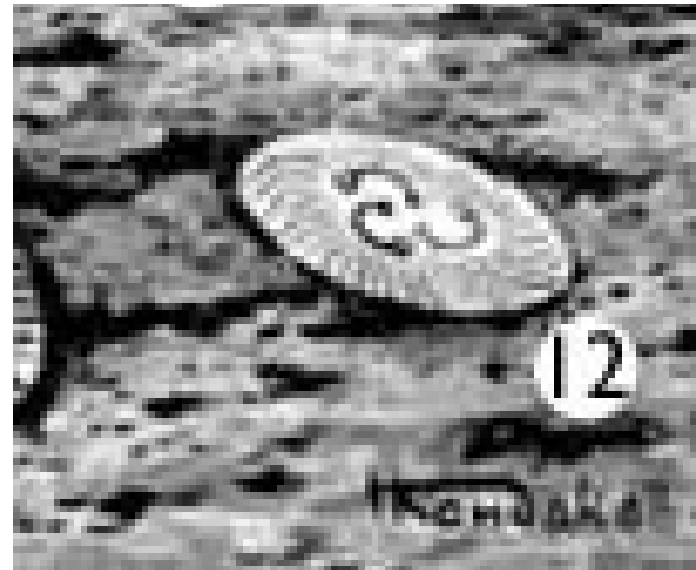




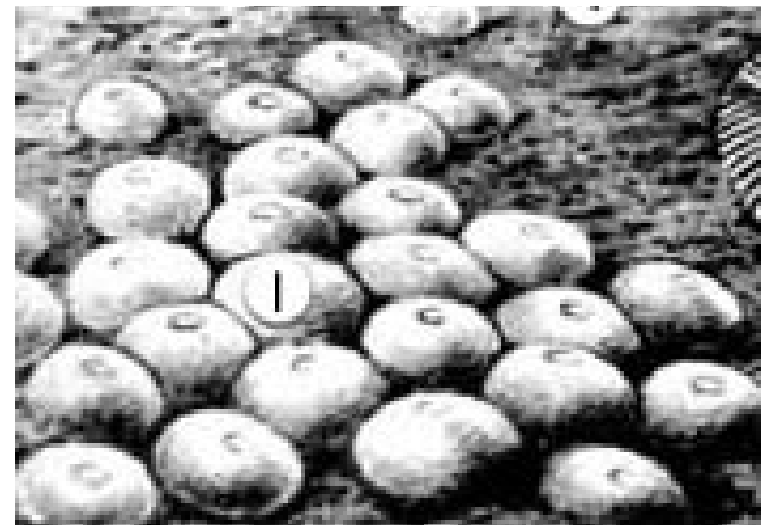
Dickinsonia



Charnia



Tribrachidium

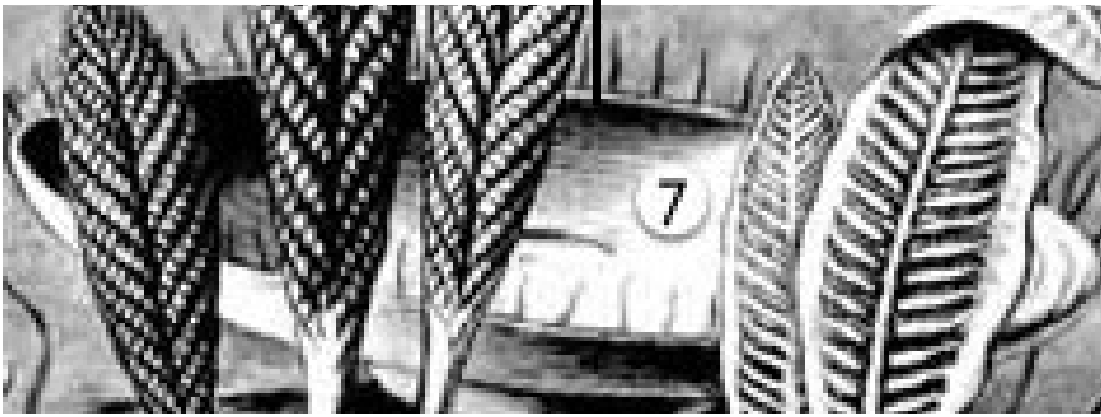


Nemiana



Ediacaria

Vendia





Cyclomedusa



Hemialora



Ediacaria



Spriggina

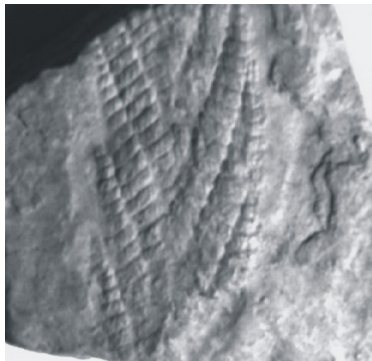
Fosílie dtto
slajd s
rekonstrukcemi



Vendia



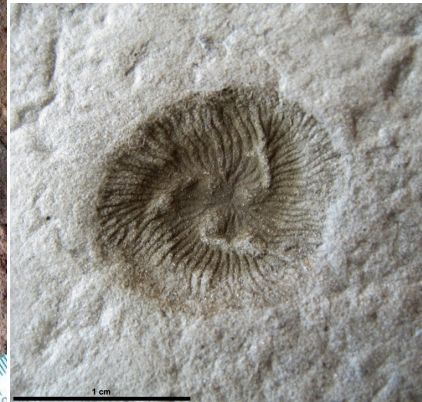
Kimberella



Charnia



Dickinsonia

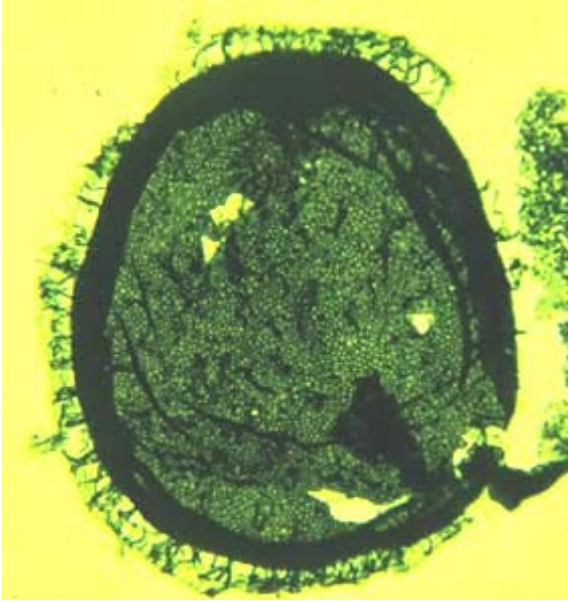


Tribrachidium

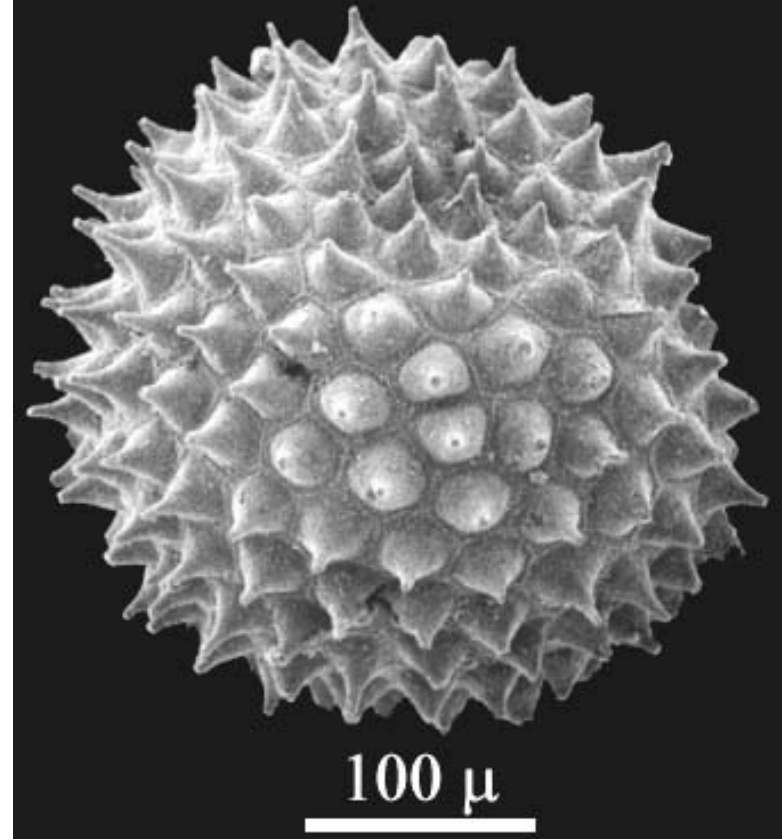


Nemiana

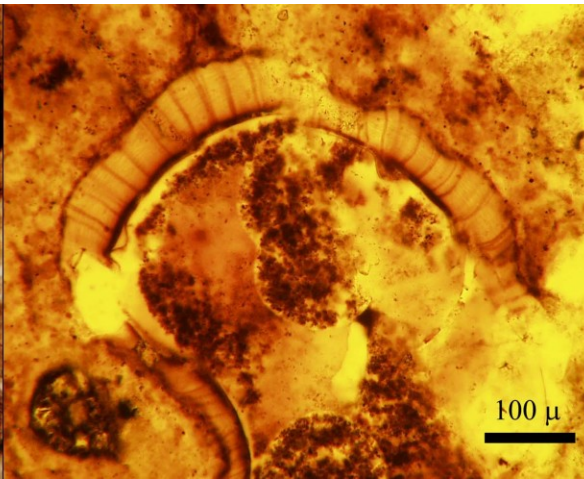
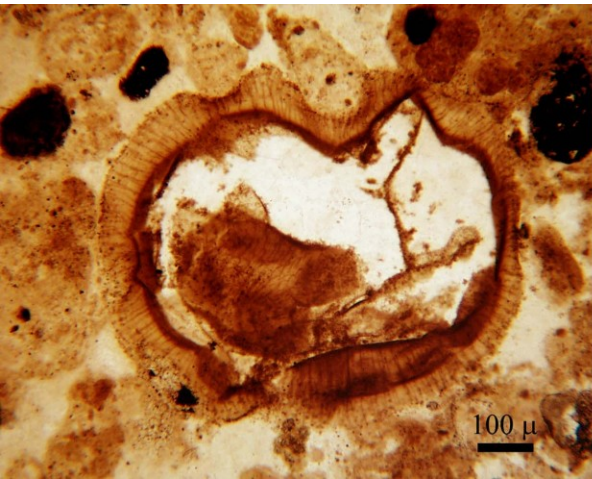
Doushantuo Fm.



Shuyosphaeridium – Acritarcha
(Doushantuo, Čína, neoprz.)



Meghystrichosphaeridium – Acritarcha, Doushantuo
Čína, neoprz.



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

Výrazná ornamentace

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)

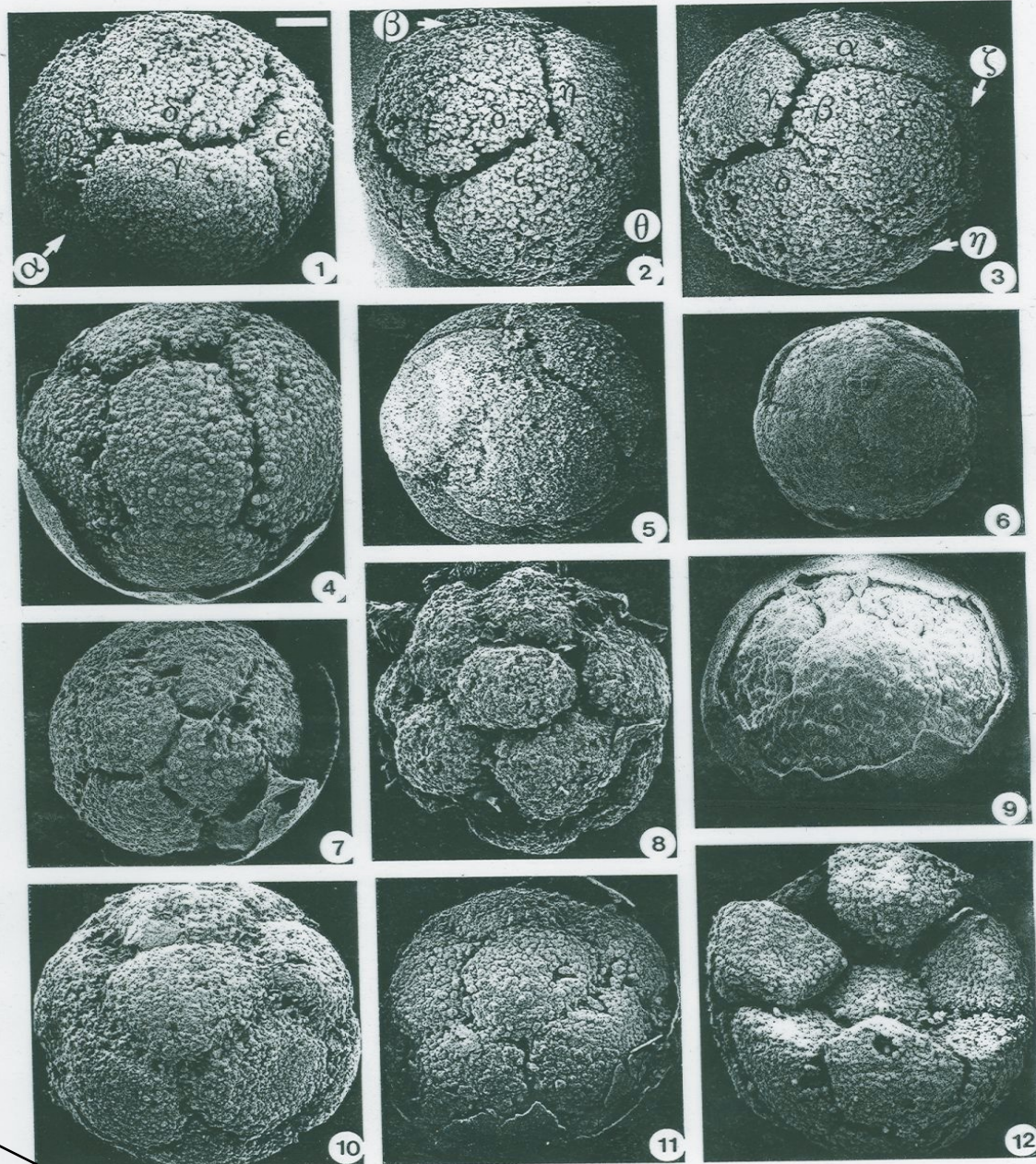
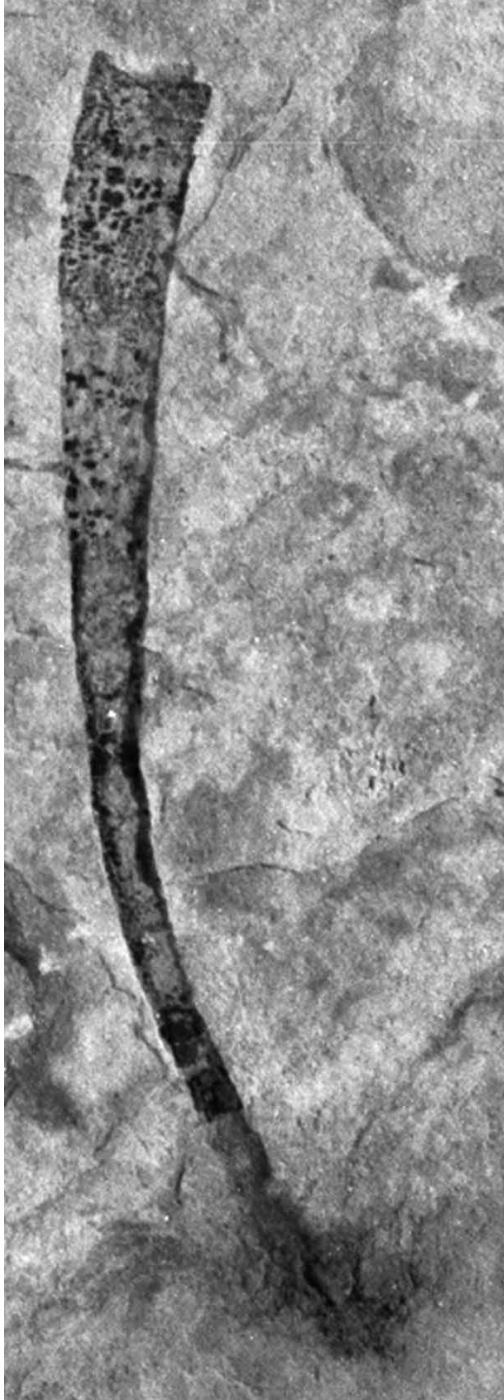


FIGURE 8—*Parapandorina raphospissa*. 1–6, Eight-cell stage; 7–12, later stages. 1–3, Different views of the same specimen, α , β , γ , δ , ϵ , ζ , η , θ identify the eight internal bodies. SRA-1, 410, 411, 412; 4, SRA-1, 258; 5, WJY-19E, 298; 6, SRA-1, 261; 7, SRA-1, 259; 8, K94-21, 262; 9, SRA-1, 82; 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.



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



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

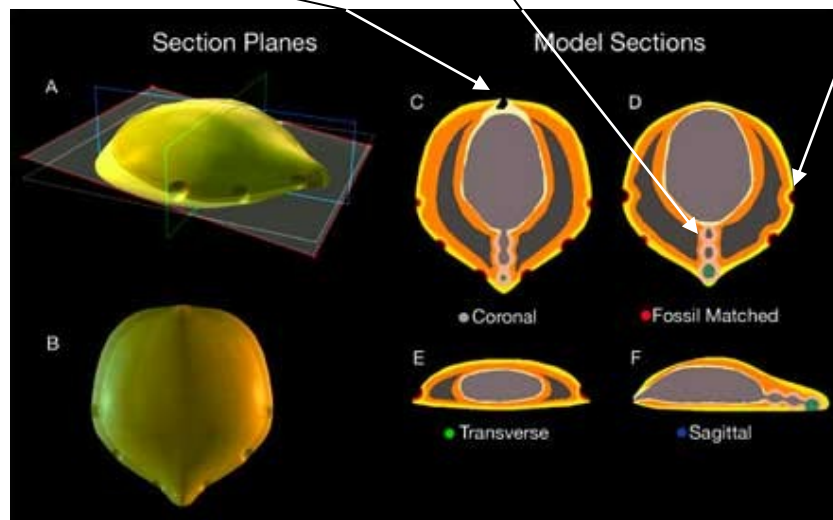
Diaoyapolite – řasa, 5 cm, Doushantuo, Čína, neoprz.

????NÁSTUP BILATERÁLIÍ – Jižní Čína, Doushantuo (~600Ma) – senzace ano – či ne ????

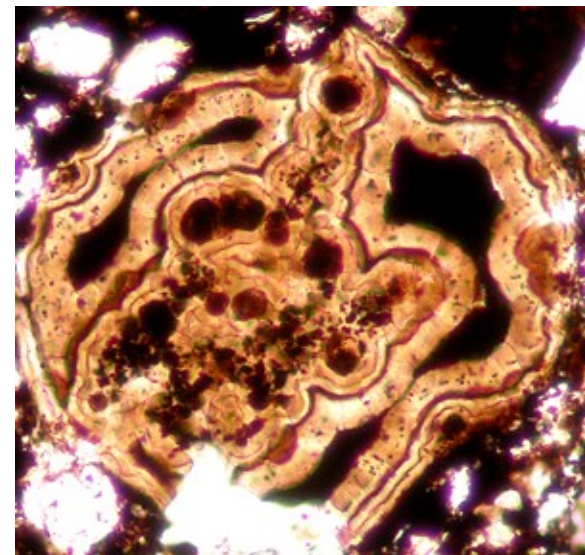
Vernanimalcula guizhouena - (Eucaryota, Eumetazoa, ??? Bilateria), 0,1–0,2mm, mnohobuněčný, pohyblivý, bilaterální živočich, požírač mikrobů (3 zár. listy, coelom, ústa, rozlišený žaludek-střeva trakt, ? smyslové orgány ?)



modely



fosílie



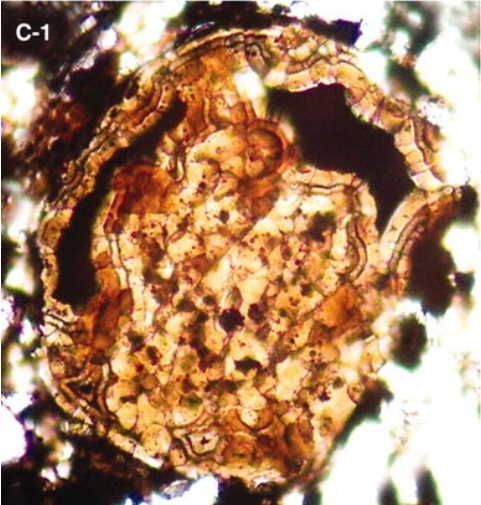
řez fosílií

Pozor: jiná interpretace:

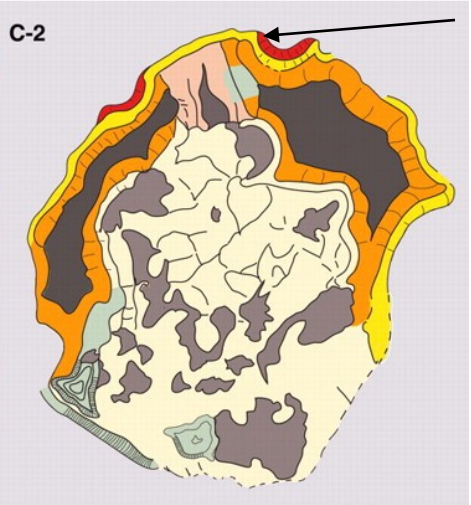
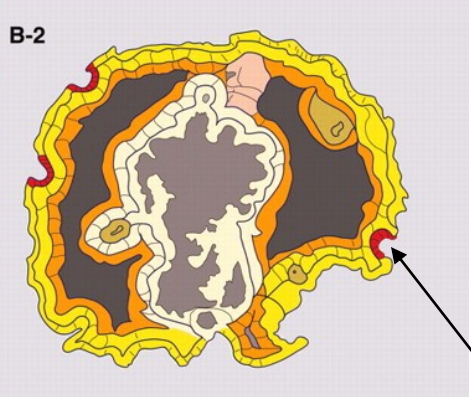
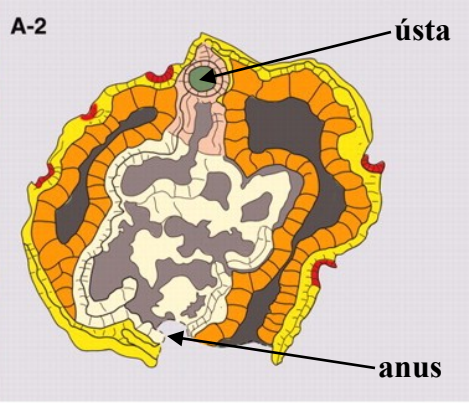
...taphonomic artefact generated by phosphate growth within a spherical object such as an acritarch,



Other workers (Bengtson, [Budd](#) and co-workers) in the field have repeatedly claimed that *Vernanimalcula* is largely a [taphonomic](#) artefact generated by phosphate growth within a spherical object such as an acritarch, and thus *Vernanimalcula* was not even an [animal](#), let alone a bilaterian. [



řezy

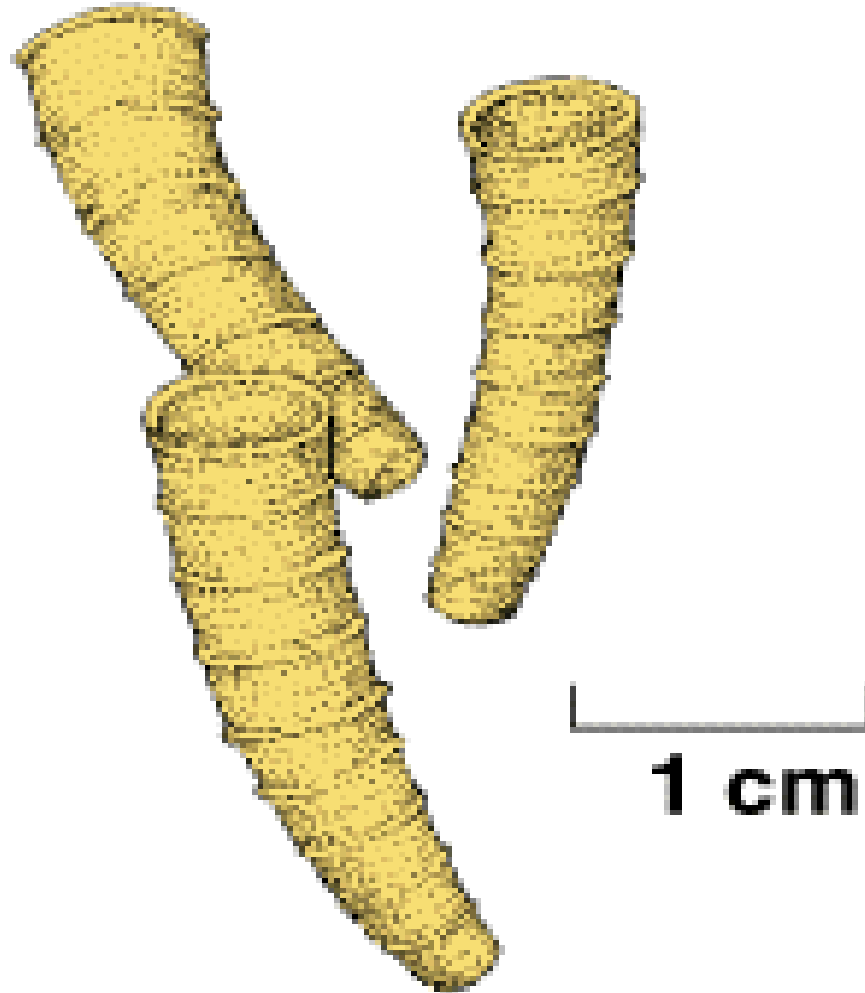


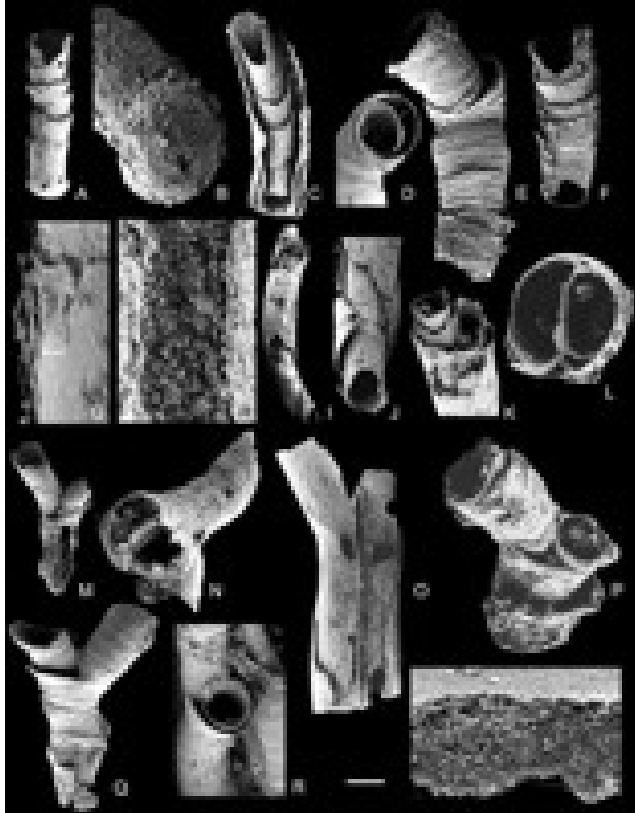
tkáně a orgány

Vernanimalcula gizhoueana

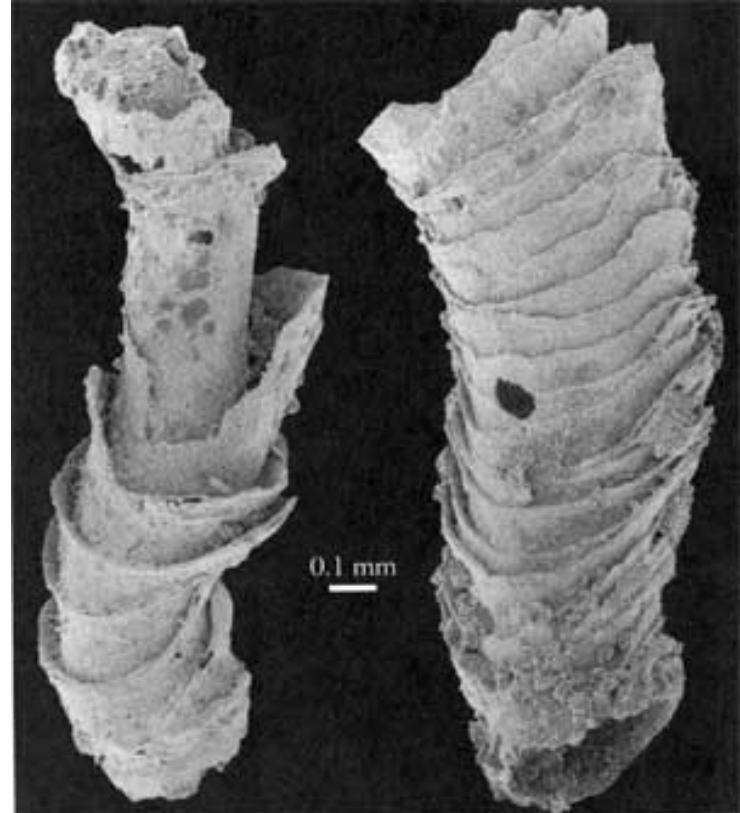
Cloudina - ~ 600 Ma

- *Cloudina*, jedna z nejstarších fosílií 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.





Ediakar, Porifera, jehlice hub

Anhui Province, South China, Lantian Formation, Ediacar,



cca stejná strat. pozice jako Doushantuo Fm.

vysoká diverzita, bentos, zachování in situ, makroskopická eukaryota, časný ediacar, krátce po marinoanském zalednění, kyslíkaté prostředí

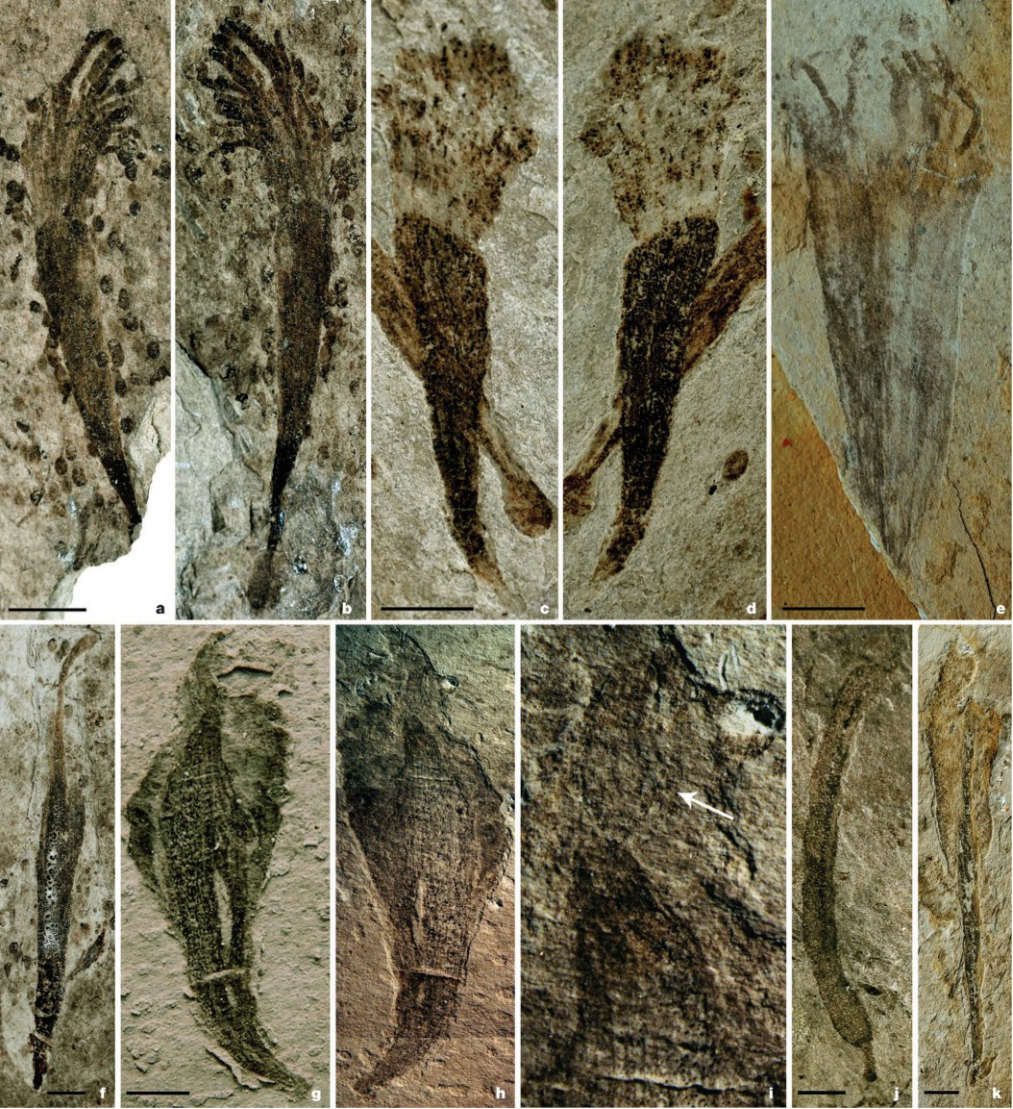


Figure 3 | Photomicrographs of new Lantian forms with uncertain phylogenetic affinities. a–e, f, g–i, j and k represent Type A, B, C, D and E, respectively. a, b, Part and counterpart. Note abundant *Chuaria circularis* fossils (circular carbonaceous impressions, 1mm in diameter) in background. c, d, Part and counterpart. Scale bar, 3mm. e, Incompletely preserved specimen. f, Specimen similar to a–e, but with a crown consisting of a single ribbon. g–i, Part, counterpart and magnification of upper part showing a conical pyramid that supports a cluster of filaments (arrow in i). j, Specimen with a holdfast, a stalk, a cylindrical tube and an axial trace. Scale bar, 2mm. k, Specimen similar to j in having stalk and axial structure, but with a longer stalk and a broader structure surrounding axial trace. Scale bars, 5mm unless



Figure 2 | Photomicrographs of Lantian macrofossils of probably algal affinities. a, *Doushantuophyton cometa*. b, *Huangshanophyton fluticulosum*. c, *Anhuiphyton lineatum*. d, *Flabellophyton lantianensis* with fan-shaped thallus. e and f, *Flabellophyton strigata* with fan-shaped thallus and transverse bands. g–i, *Flabellophyton* sp. with fan-shaped or conical thallus. j, *Orbisiana* sp. Scale bars, 1 cm in b and h, 5mm in all others.

Nama – J. Afrika

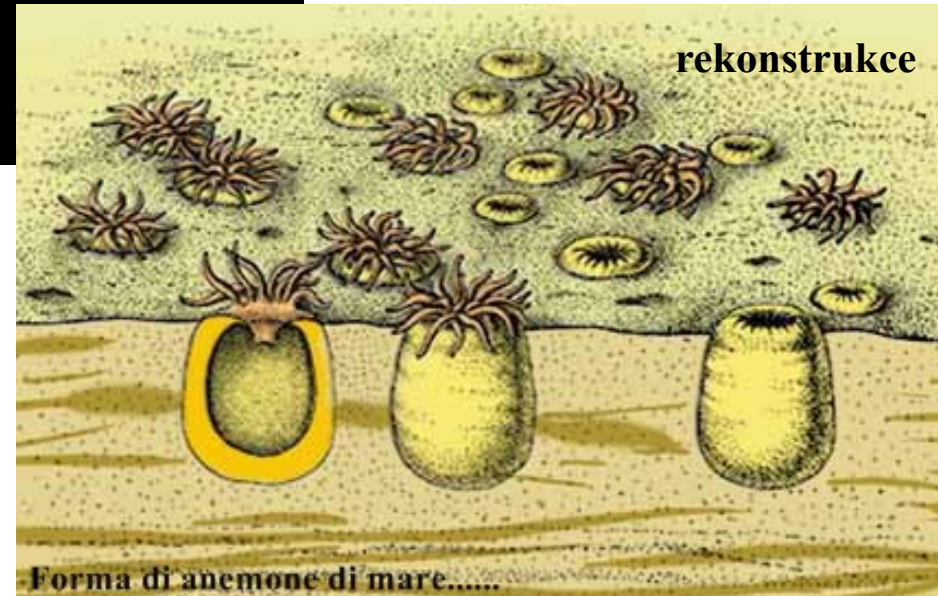
Nástup žahavců - korálnatců



fosílie

Property of the Namibian geological Survey Museum
in Windhoek, Namibia

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



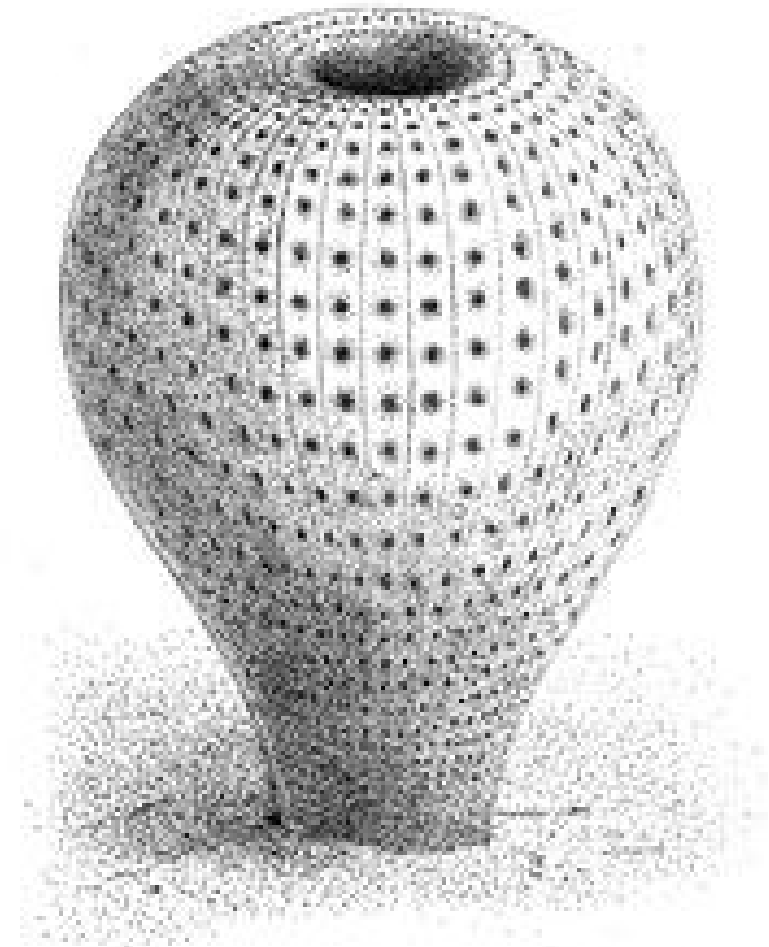
rekonstrukce

Forma di anemone di mare.....

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



Property of the Namibian
geological Survey Museum
in Windhoek, Namibia



rekonstrukce

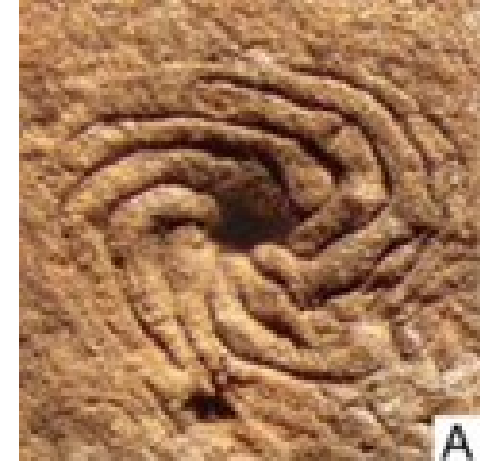
Fosílie (sk. Nama, Jz. Afrika, ~549Ma)



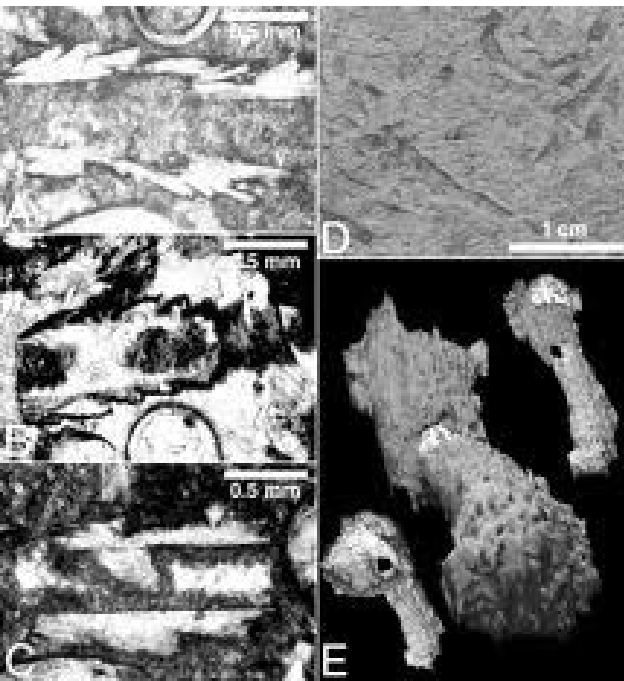
Pozn: Loren Babcock (Ohio State Univ., 2008) ohásil nález stopy (? Arthropoda) v ediakaru (~570 Ma) – drobné důlky jako stopy po kráčení cca stonožkovitého tvora



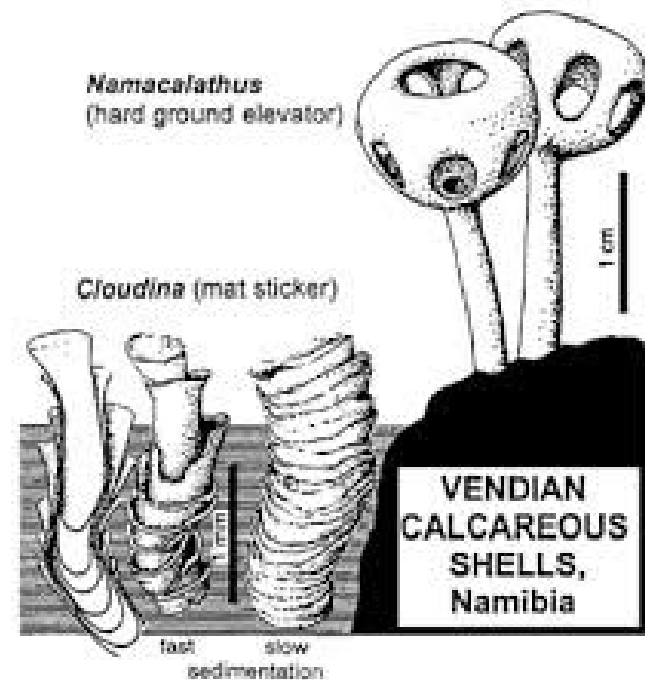
Namapoikia rietoogensis
549 Ma, ?Porifera, ?Cnidaria
Namibie

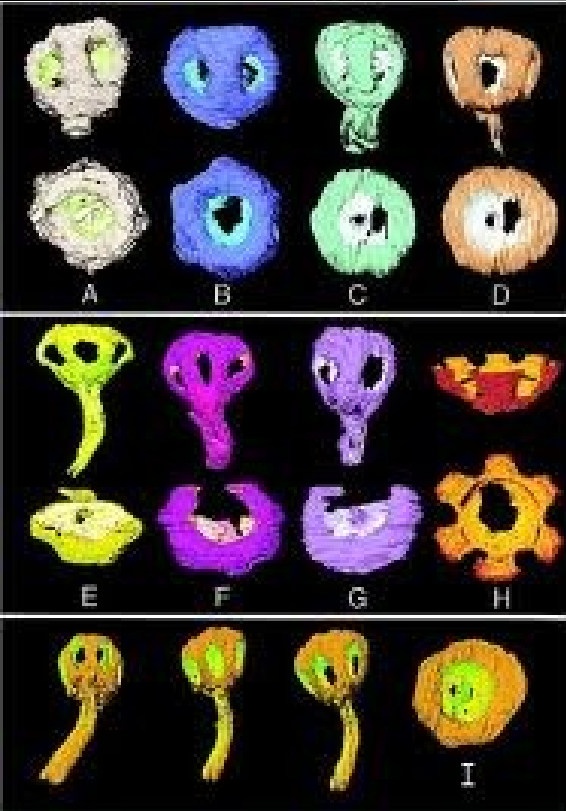


Eoandromeda, Ediacar
Čína a Namibie



Namacalathus, 550-542 Ma,
(Grobizinger et al. 2000)





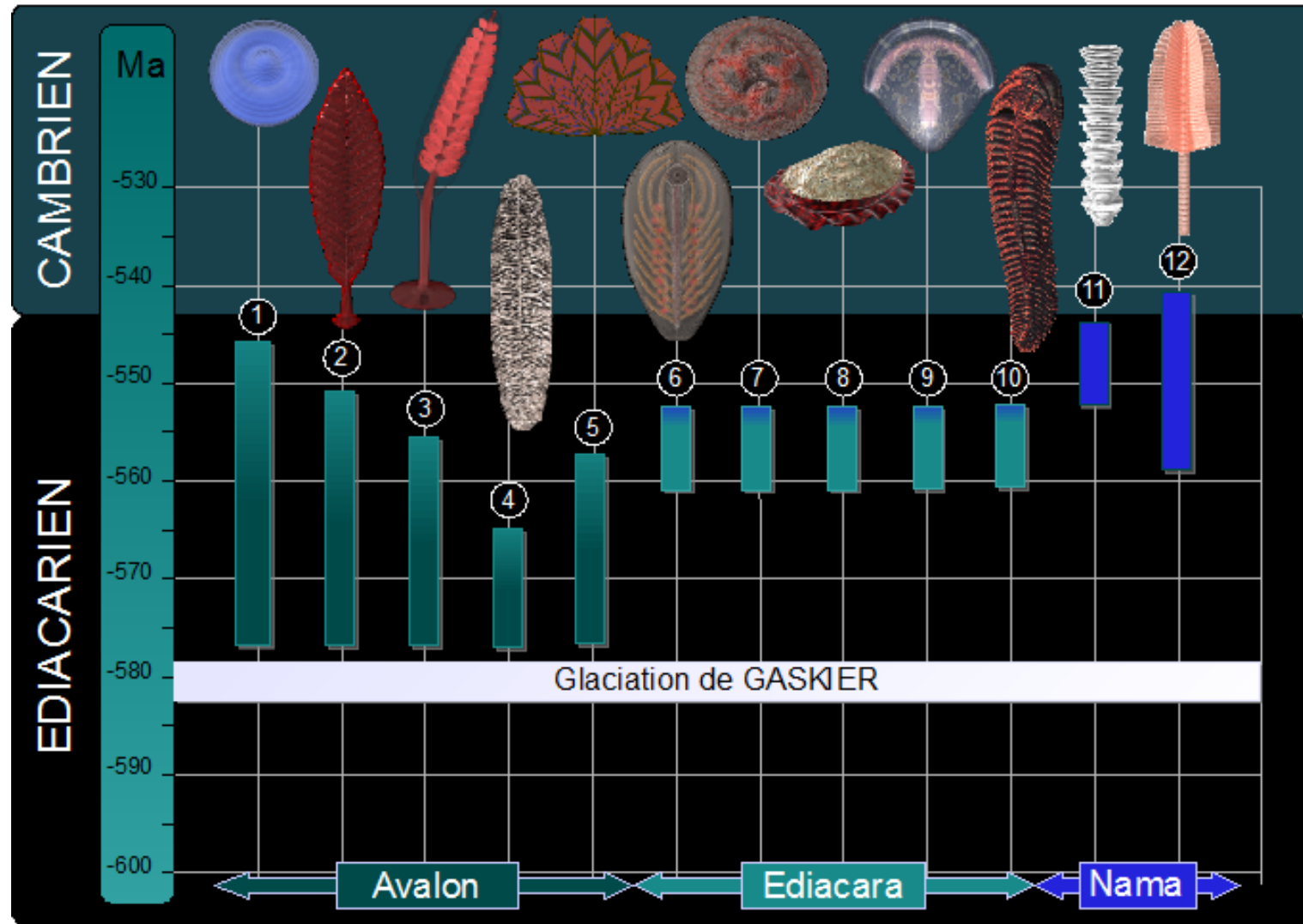
Namacalathus hermanastes, rekonstrukce



Evolution

Evolution des
Métazoaires à
l'Ediacarien.

1. Aspidella
2. Charnia
3. Charniodiscus
4. "Broche"
5. Bradgatia
6. Dickinsonia
7. Tribrachidium
8. Kimberella
9. Parvancorina
10. Spriggina
11. Cloudina
12. Swartpuntia



Souhrn o životě v prz:

1) Ukazuje se, že po diversifikaci života v pozdním paleoprz. následoval graduální rozvoj až do neoprz. a nic nenasvědčuje tomu, že by tzv. snow-ball earth v cryogenianu ovlivnil tento postup.

2) Animalia začínají evolvovat v cryogenianu (Porifera) - některé výsledky pro nástup Metazoi ukazují časnější start (viz např. korálovitá *Horodyskia*, calymnian - 1500Ma, S. Amerika, Austrálie, nejasnosti v syst. zařazení). Kooperativní mnohobuněčnost se vyvíjela nejméně v šesti eukaryontních skupinách (červené řasy, zelené řasy, 2-3 skupiny chromistů, houby, metazoa).

3) V ediakaru pak lze rozlišit dvě (tři) nová společenstva:

- avalonská společenstva,

- ediakarské formy následované přechodnými metazoi typu Doushantuo.

Tento typ obsahuje i moderní řády červených řas. Mnohá akritarcha tohoto období nesou pravidelné výrůstky a povrchovou ornamentaci.

4) Překvapivé je, že je dosud známo jen tak málo vymřelých eukaryontních kladů.

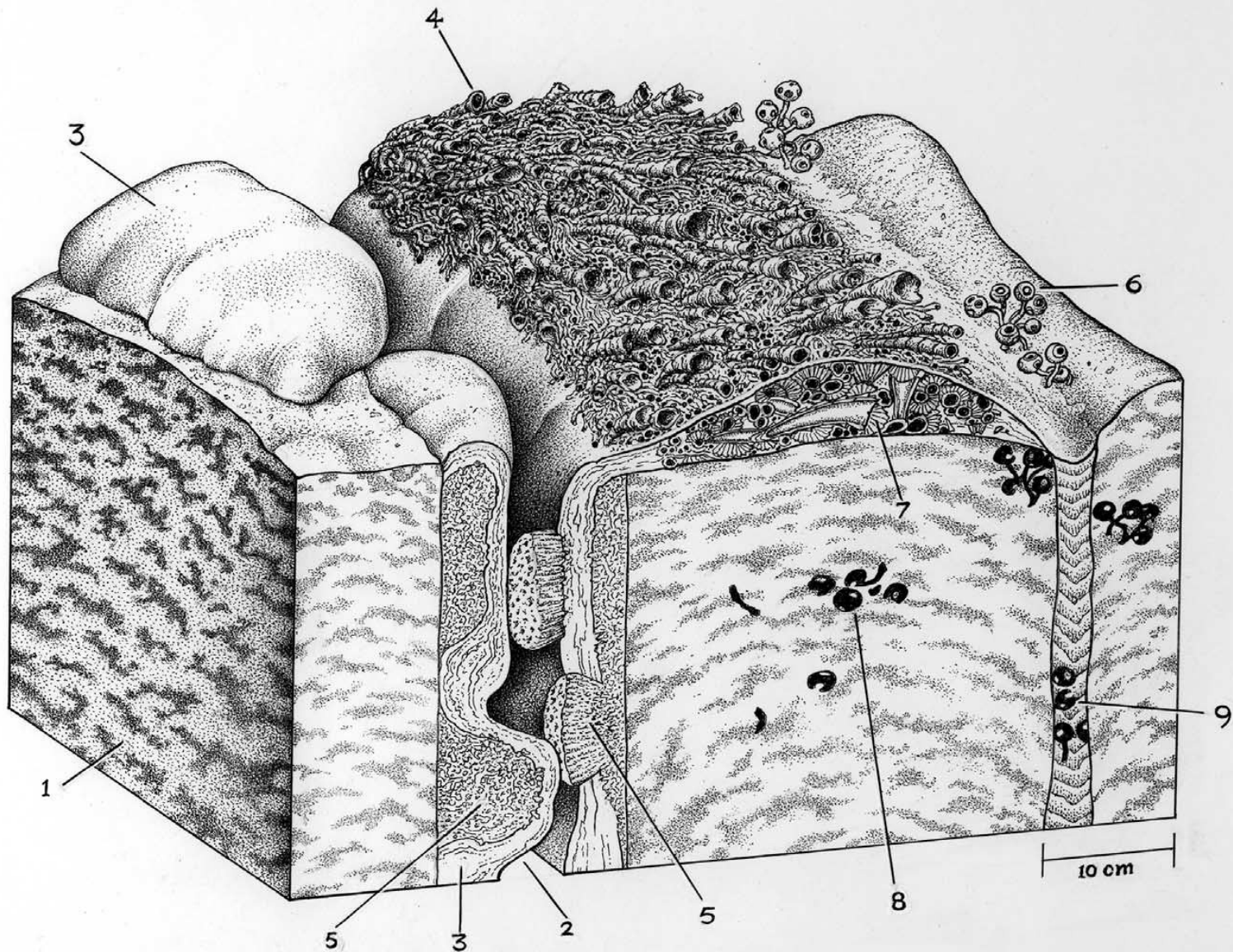


Fig. 2. Reconstruction of a late Ediacaran reef. 1, Thrombolite; 2, Neptunian dyke; 3, stromatolite; 4, Cloudina; 5, Namapoikia; 6, Namacalathus; 7, cement botryoids; 8, trapped Namacalathus; 9, sediment. [Image copyright: J. Sibbick]

Recentní trombolity, Austrálie, Lake Clifton



Nedokonalá vrstevnatost

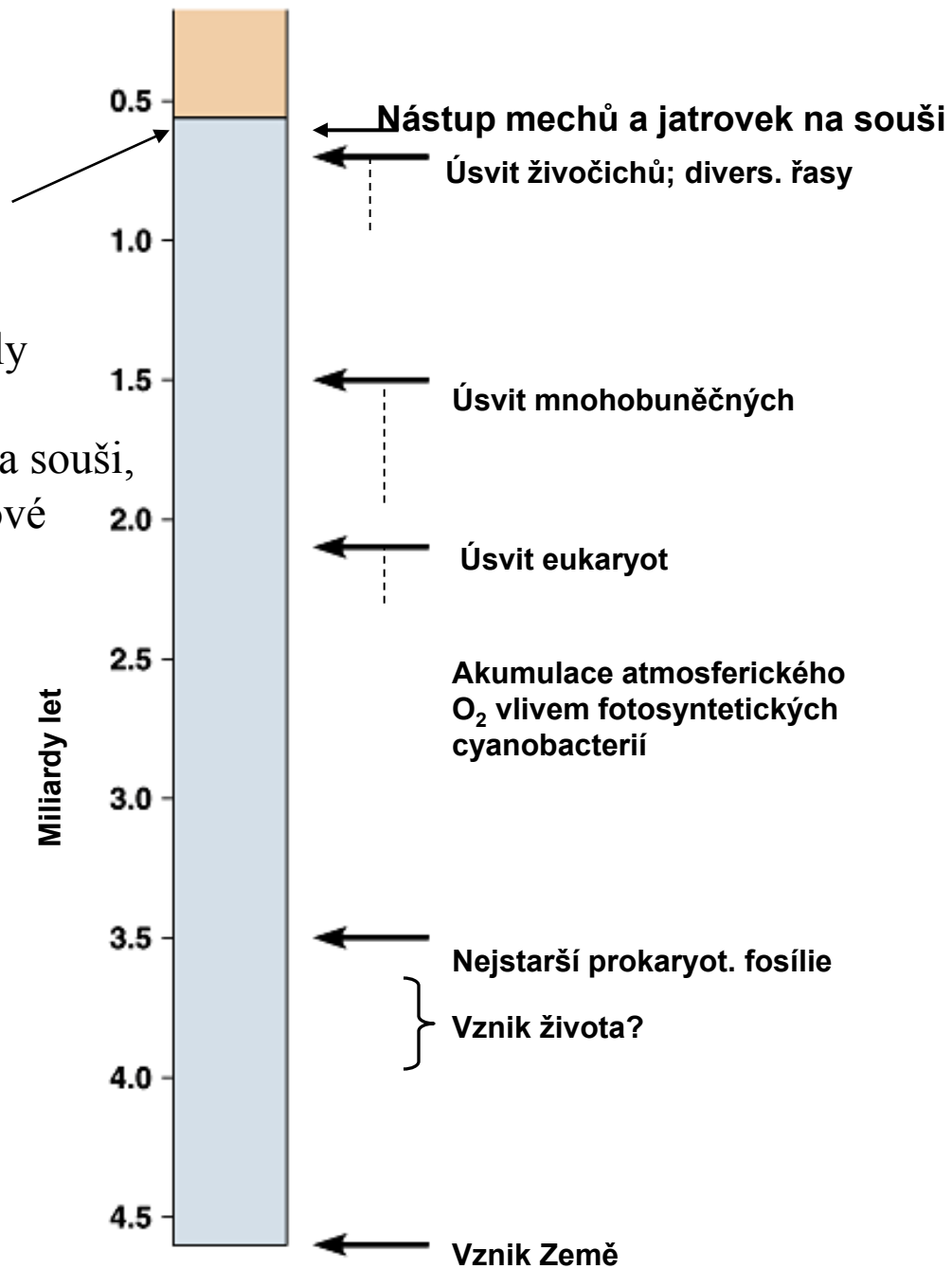
Thrombolites are ancient forms of microbial communities that [photosynthesize](#). They are clotted accretionary [structures](#) formed in shallow water by the trapping, binding, and cementation of sedimentary grains by [biofilms](#) of [microorganisms](#), especially [cyanobacteria](#). They are now only found in a few places in the world. [Stromatolites](#) are similar but consist of layered accretions. Hundreds of millions of years ago the ancestors of thrombolites and stromatolites produced the oxygen in the atmosphere that is required for life as we know it.

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
(např. vymizení 70% akritarch ve sv. prekambriu))

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 oblastech ledovci nepokrytých.



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 avalonská a ediakarská biota (**Ediacarian**). Prudký vzrůst O₂ viz výše.
Názory (Knoll 2006): nástup hub a lišejníků na souši + zvětrávání + orogeneze

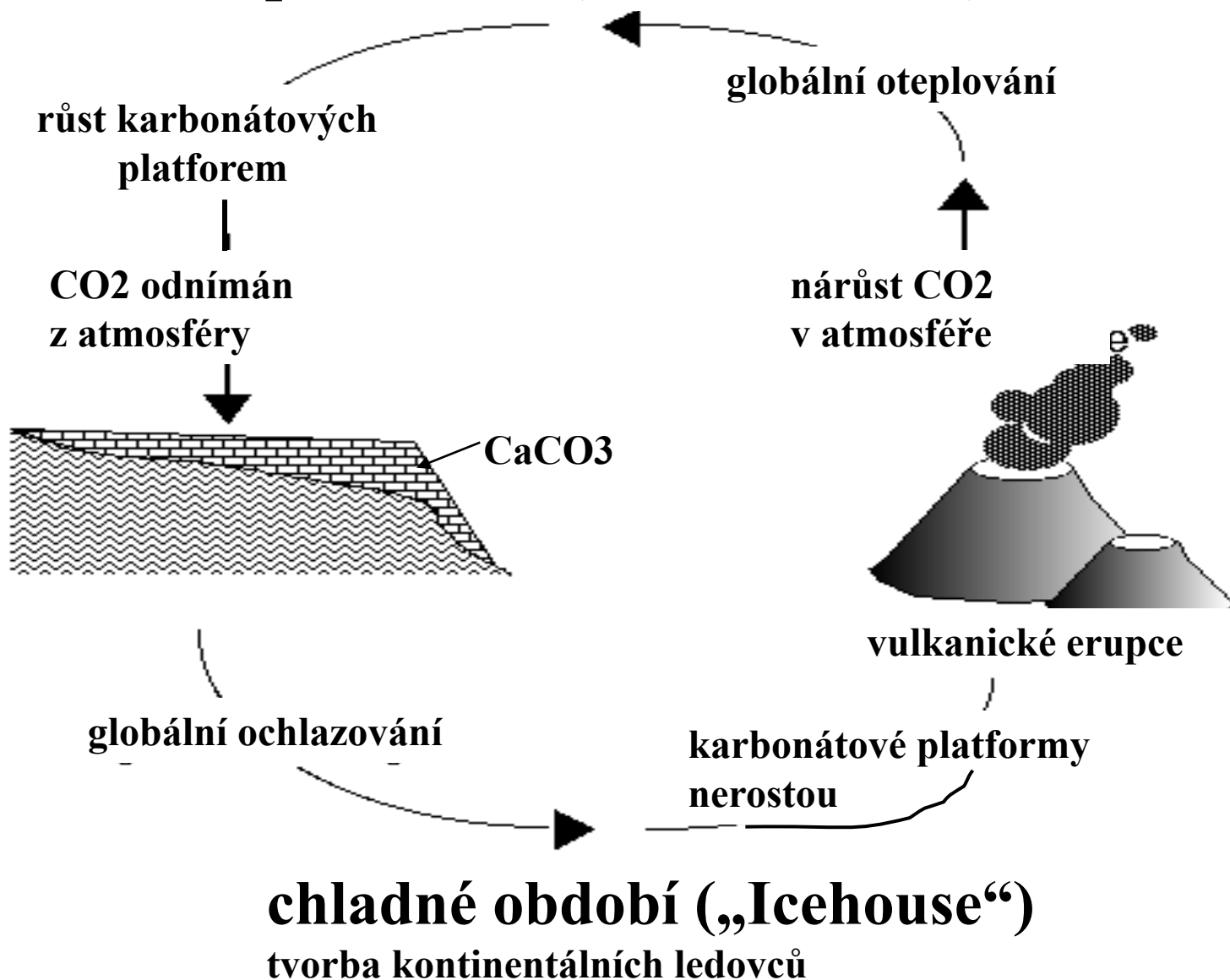
Role CO₂

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 kontinentů, 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)