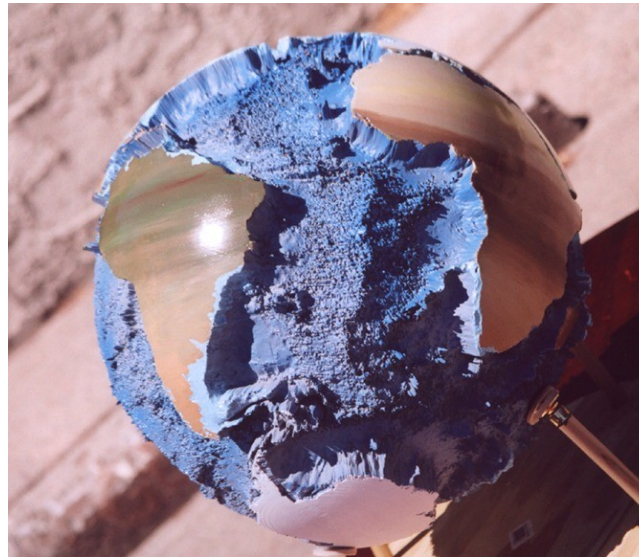


# BIOTICKÉ KRIZE A GLOBÁLNÍ EKOSYSTÉMY V HISTORII ZEMĚ

(Bc – zkrácená verze)



**ROSTISLAV BRZOBOHATÝ**

# Země

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)



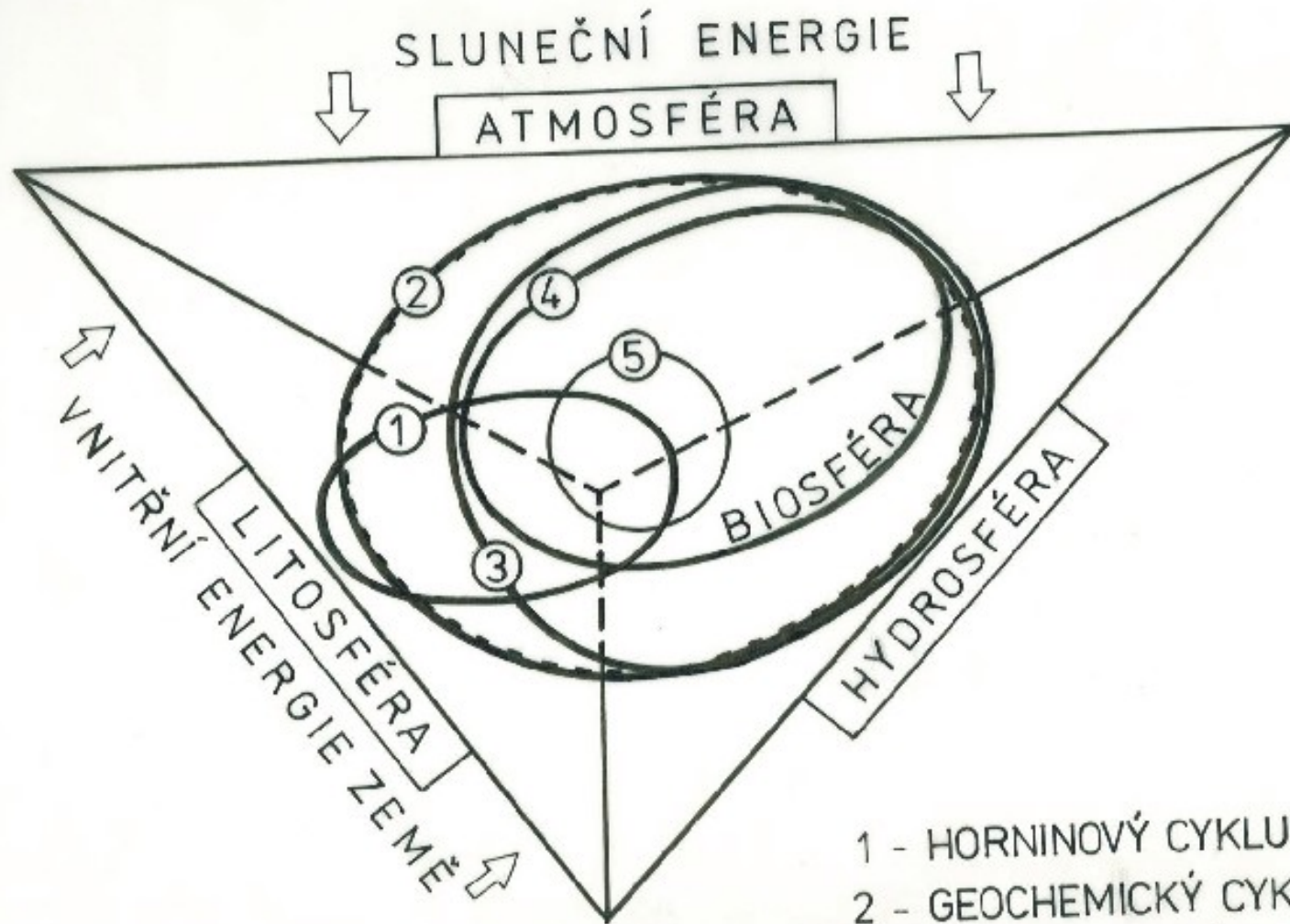
**zemský metabolismus = látkové cykly**

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

**geochemické (voda, C, N, S, O, P),**

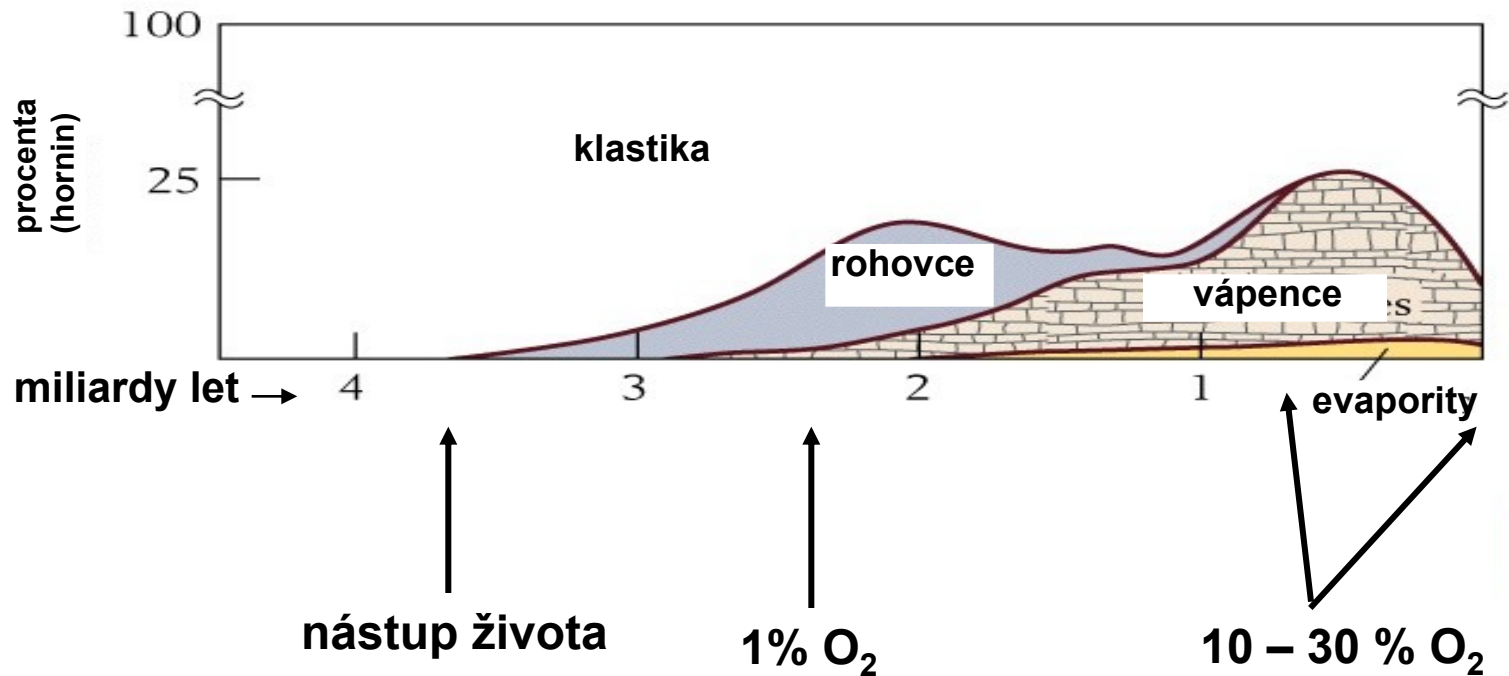
**biologické (+ člověk – 50 000 mil. t/rok pevných materiálů)**

# Propojení všech hlavních součástí systému Země

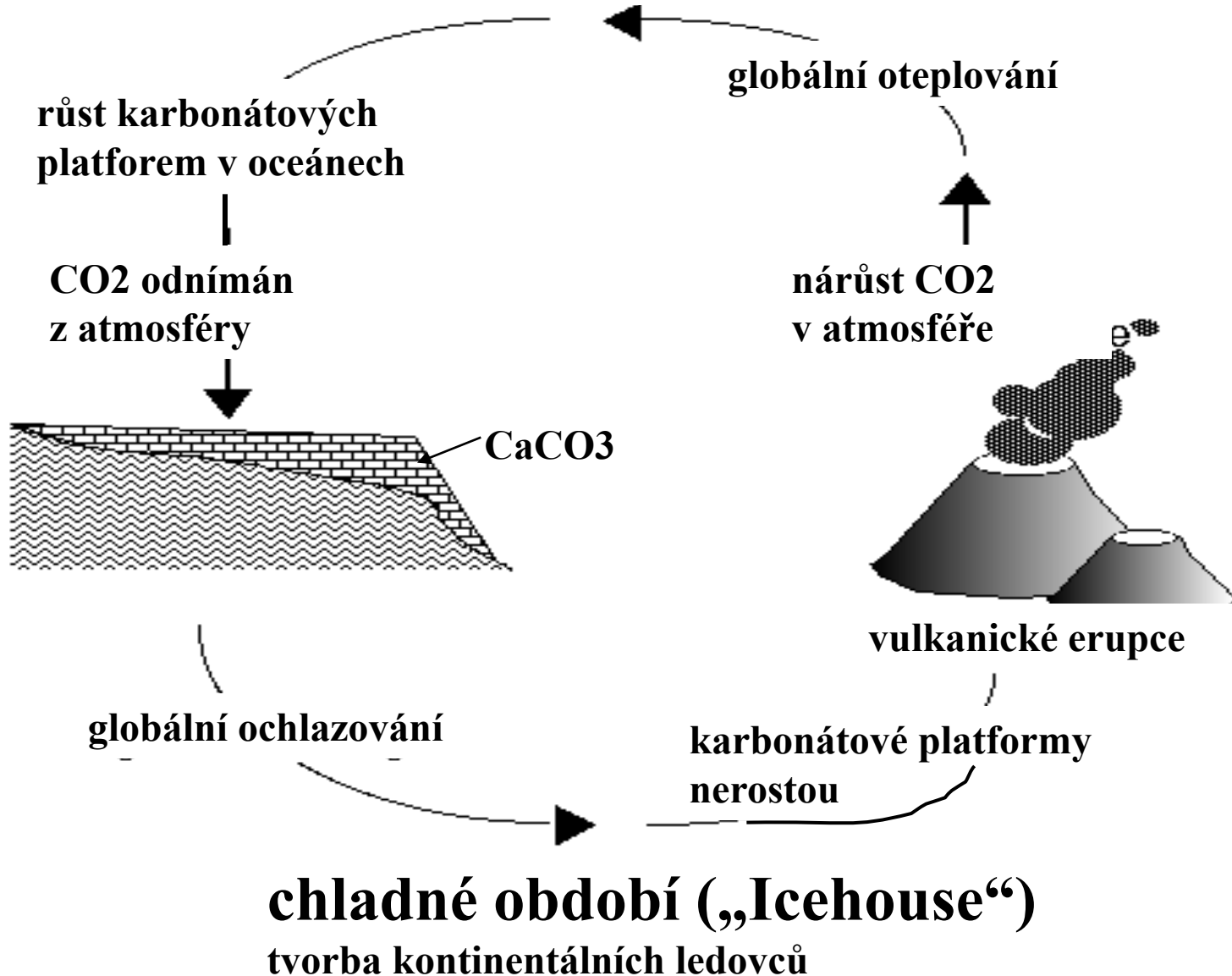


- 1 - HORNINOVÝ CYKLUS
- 2 - GEOCHEMICKÝ CYKLUS
- 3 - HYDROLOGICKÝ CYKLUS
- 4 - BIOLOGICKÝ CYKLUS
- 5 - LIDSKÁ SPOLEČNOST

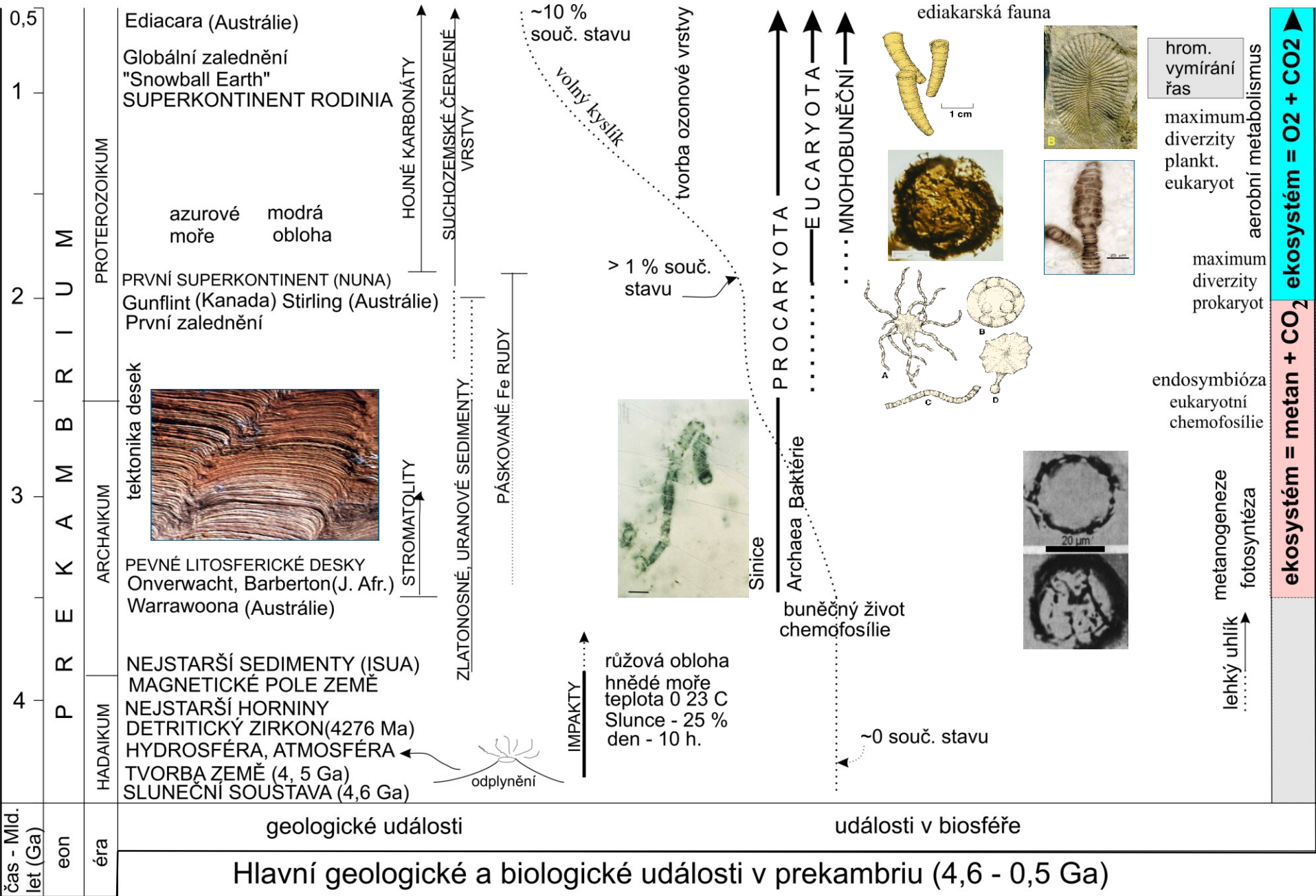
# Zastoupení hlavních sedimentárních hornin v historii Země

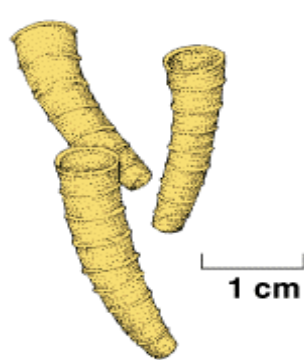
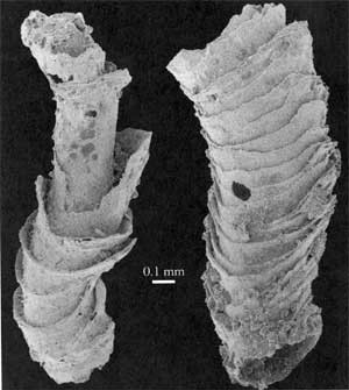


# teplé období („Greenhouse“)



**Pro planetu je charakteristické střídání teplých a chladných období**



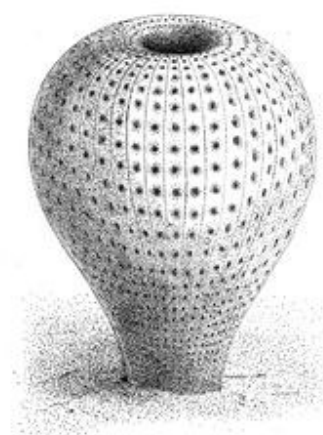


***Cloudina*, Ediakar, Namibie  
~600Ma**

**Nástup biomineralizace,  
tvorba schránek, koster,  
nejmladší proterozoikum,  
ediakar, cca 600-542 Ma**



**Větvící se tubulární fosílie s horizontálními  
strukturami (dna ??), považovaná za časná  
Tabulata (korálnatce),  
Doushantuo, ediakar, Čína**



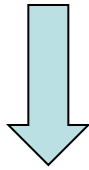
***Ausia fenestrata*, (? korálnatci),  
cca 5 cm, souvrství Nama,  
(549-543 Ma), ediakar, Namibie**



***Nemiana* sp.(?korálnatci), souvrství Nama, ediakar  
Namibie**

# Vymírání na konci proterozoika:

- **750 Ma = zalednění (Země jako sněhová koule) = mizí 70 % všech řas (akritarcha)**
- **550 Ma = na hranici prekambrium/kambrium změna chemismu oceánů,**



**nástup tvorby koster a schránek,  
mizí prakticky zcela „ediakarská fauna“**



## bezopornatí ramenonožci



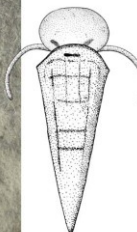
starobylí plži



trilobiti



hyoliti



počet čeledí

400  
200  
0

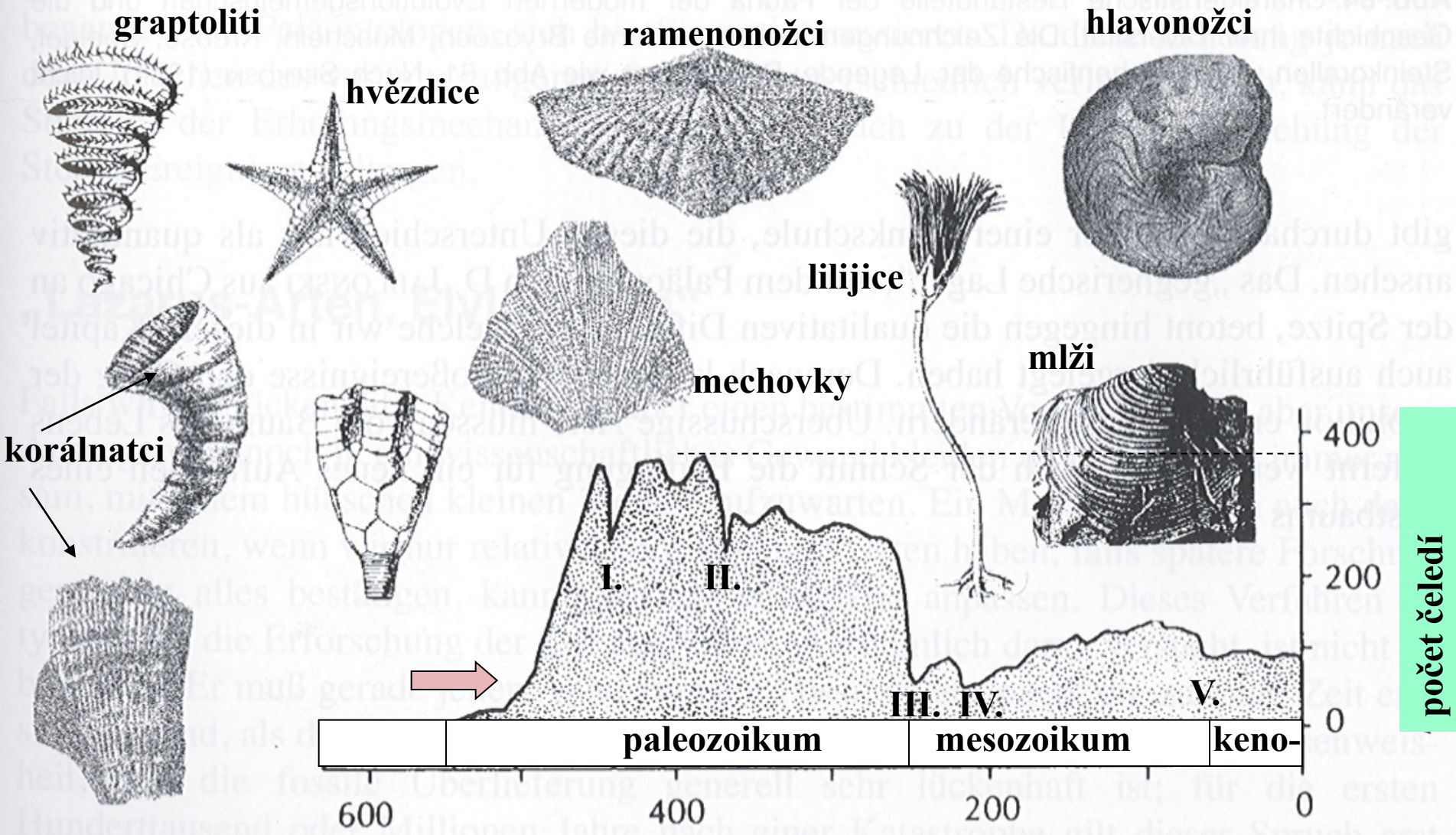
prvohory

530 Ma

250 Ma

0

1. (kambrická) mořská fauna (na souši sinice a řasy ve vlhkých prostředích)



## 2. (paleozoická) mořská fauna a její diverzita

## Příklady ordovických fosilií:

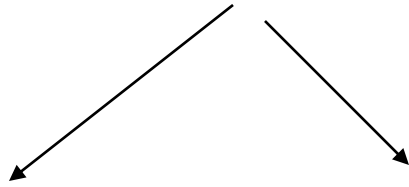
**LODĚNKY (hlavonožci)**



**LILIJICE**



# RAMENONOŽCI



*Strophomena*

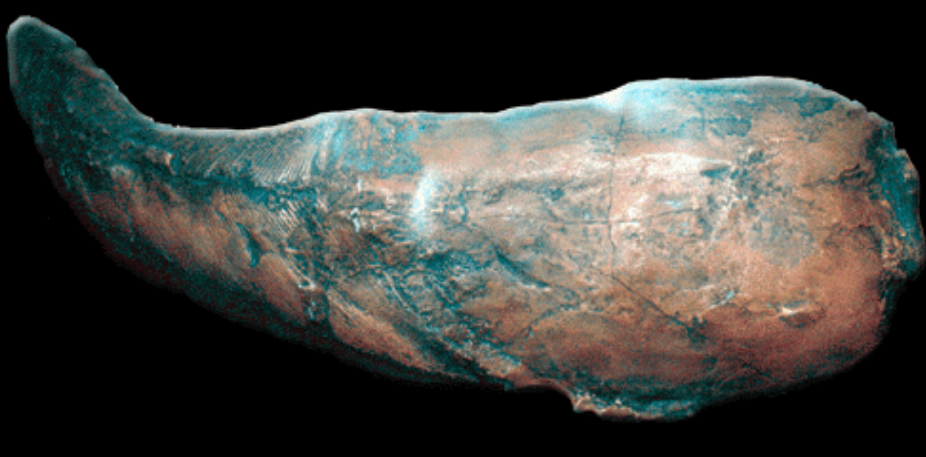


10 mm



*Stringocephalus*

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

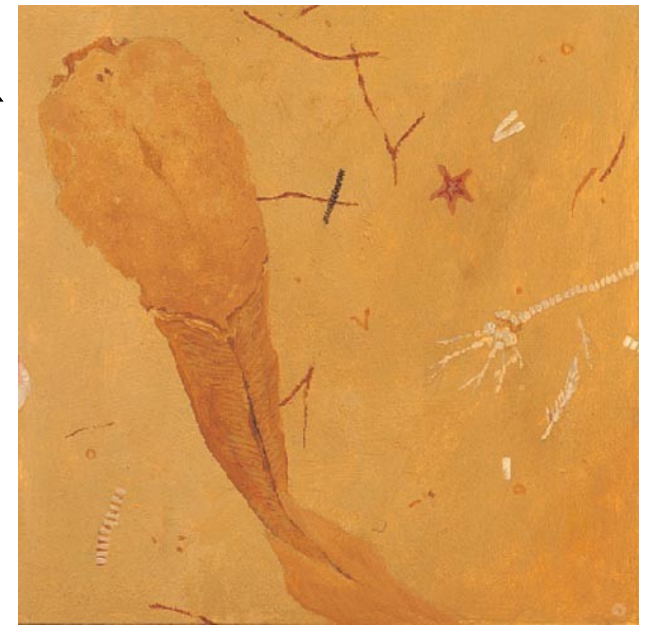


fosílie

*Sacabambaspis janvieri*, ordovik, Bolivie



rekonstrukce





# **I. Hromadné vymírání – v závěru ORDOVIKU (440 Ma):**

**Mizí 28 % živočišných čeledí a cca 85 % druhů (nejvíce postiženi jsou trilobiti, polostrunatci (graptoliti), ramenonožci, koráli**

**Příčiny (čistě terestrické, klimatické):**

**- Zalednění (voda vázaná do ledu = ústup moře, snížení hladiny, likvidace mělkovodních společenstev, anoxie v oceánech)**



**následují klimatické změny (polární fauna se posunula k rovníku, tropická totálně vymírá)**

**- poté oteplení + opačný proces**

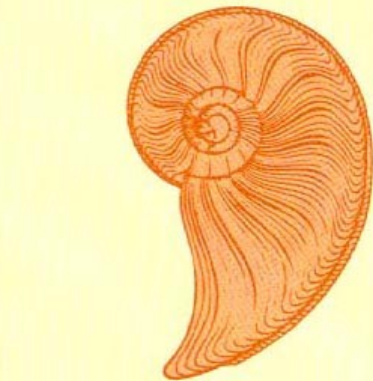
Age (millions of years)

**DEVON**

Early

Middle

Late



první amoniti



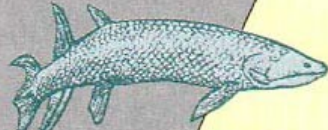
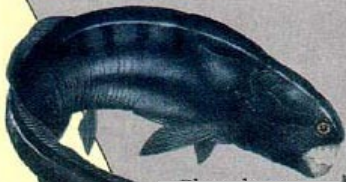
akantodi

rozdílení  
čelistnatých  
ryb

žraloci

paprskoploutvé ryby

pancířnatí



lalokoploutvé ryby



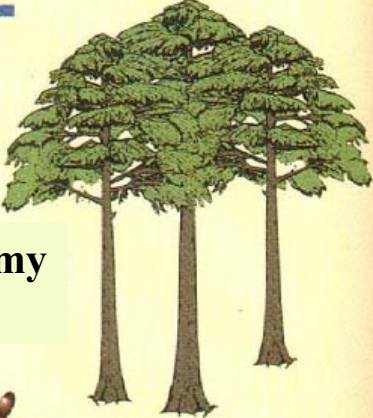
první oboživníci



první hmyz



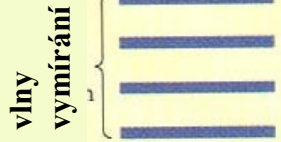
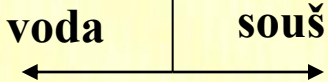
první semena



první stromy  
a lesy



předchůdci  
semenných  
rostlin



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



# Příklady devonských fosílií:



loděnký

Clymenia

amoniti

tabulátní



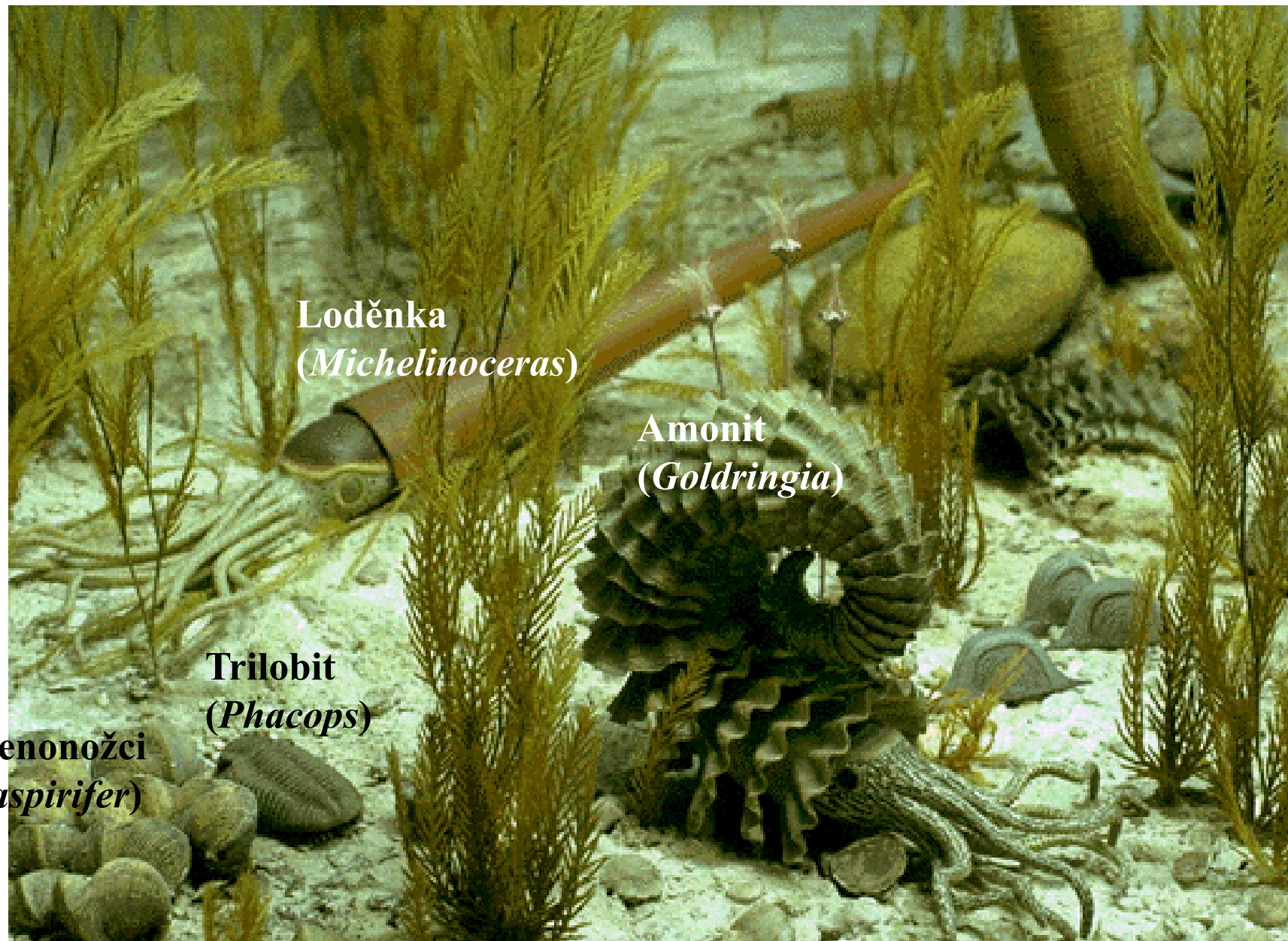
koráli

Favosites ("Bikakekorall")



drsnať

# Pohled do devonského moře na život bezobratlých



Loděnka  
(*Michelinoceras*)

Amonit  
(*Goldringia*)

Trilobit  
(*Phacops*)

Ramenonožci  
(*Paraspirifer*)

# Placodermi - *Dunkleosteus* (pancířnatí)

boční pohled

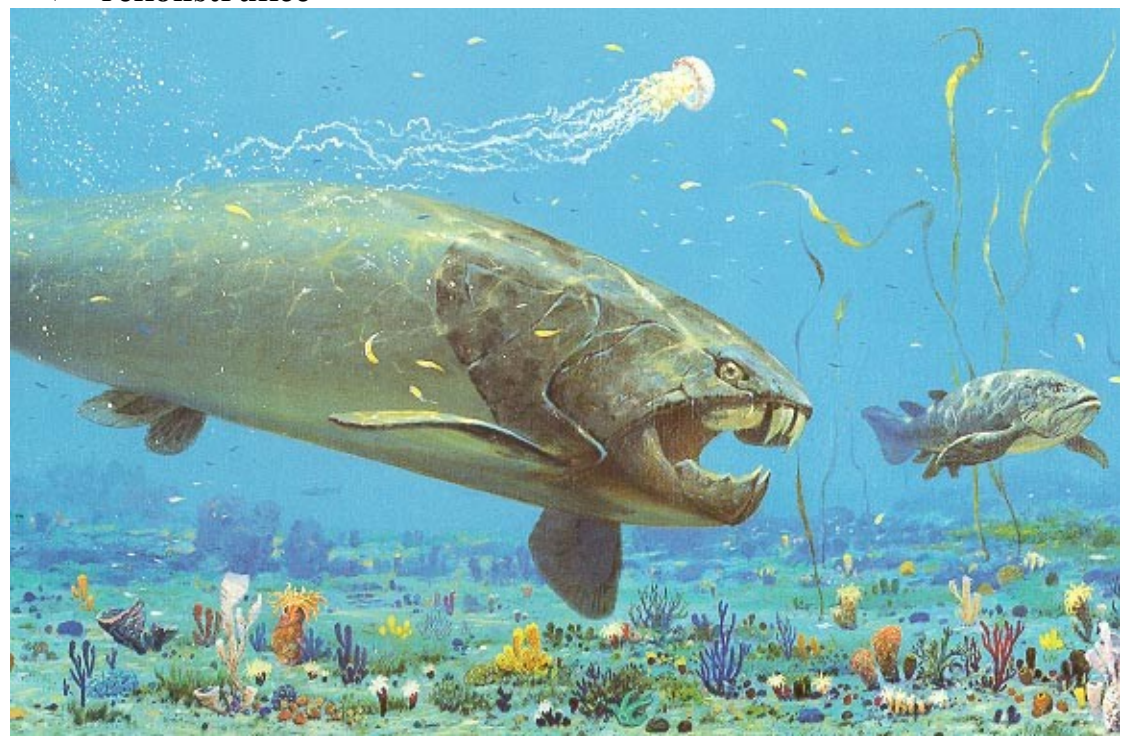


**FIGURE 10-68** The gigantic armored skull and thoracic shield of the formidable late Devonian placoderm fish known as *Dunkleosteus*. *Dunkleosteus* was over 10 meters (about 30 feet) long. The skull shown here is about 1 meter tall. It is equipped with large bony cutting plates that functioned as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

čelní pohled



rekonstrukce



**Pohled na spodnodedvonskou příbřežní krajinu – po sinicích, řasách a mechorostech obsazují suchou (vlhkou) zemi i psilophyta nejstarší suchozemské rostliny**



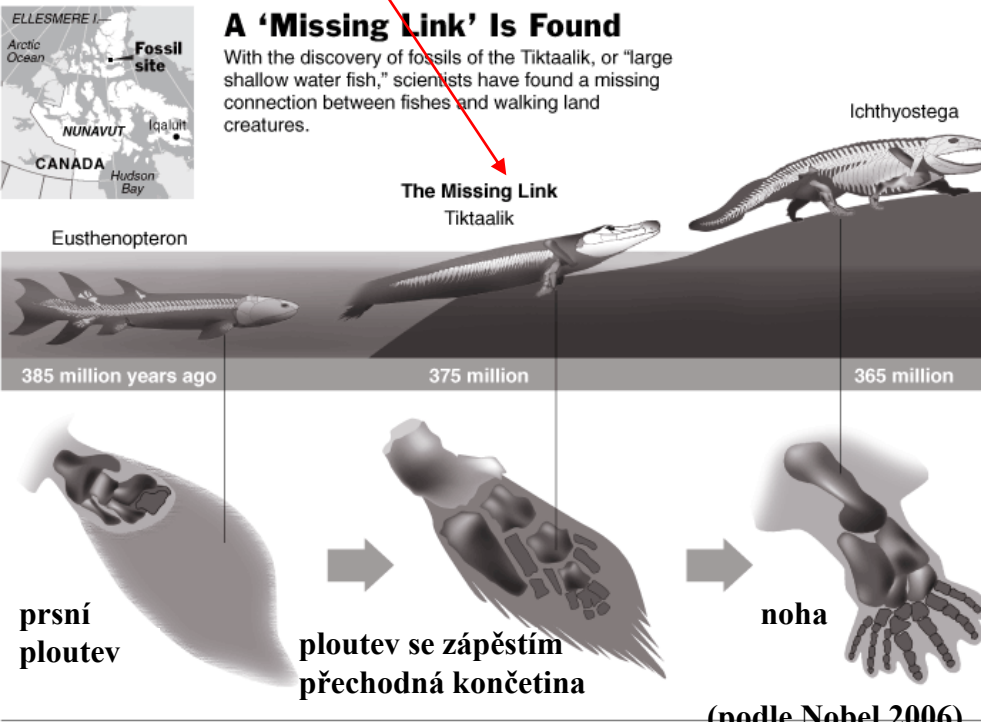
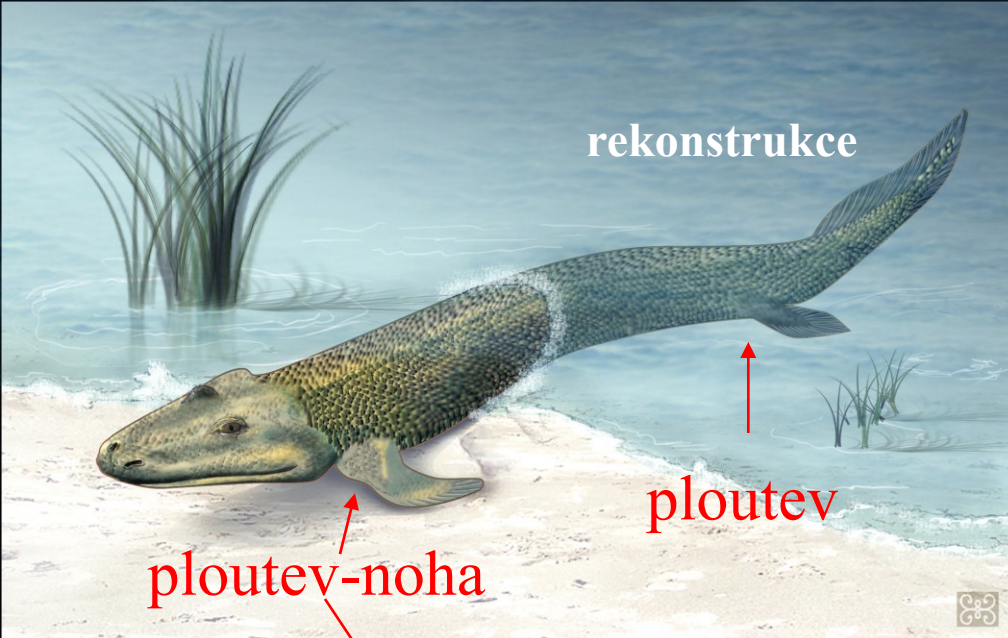


***Elpistostege watsoni*** – elpistostegalia, svrchní devon, frasn, Quebec  
skupina přechodných forem k tetrapodům

**Dále:**

**Stopy (přechodných forem k tetrapodům nebo nástup tetrapodů) již ve středním devonu (eifel, 390 Ma) na lokalitě Zachelmie (Svkř. Hory, J od Kielce) => diverzifikace přechodu na suchou zemi je výrazně starší než se dosud předpokládalo.**

# Výstup obratlovců na suchou zemi (výběr dnešních dokladů)



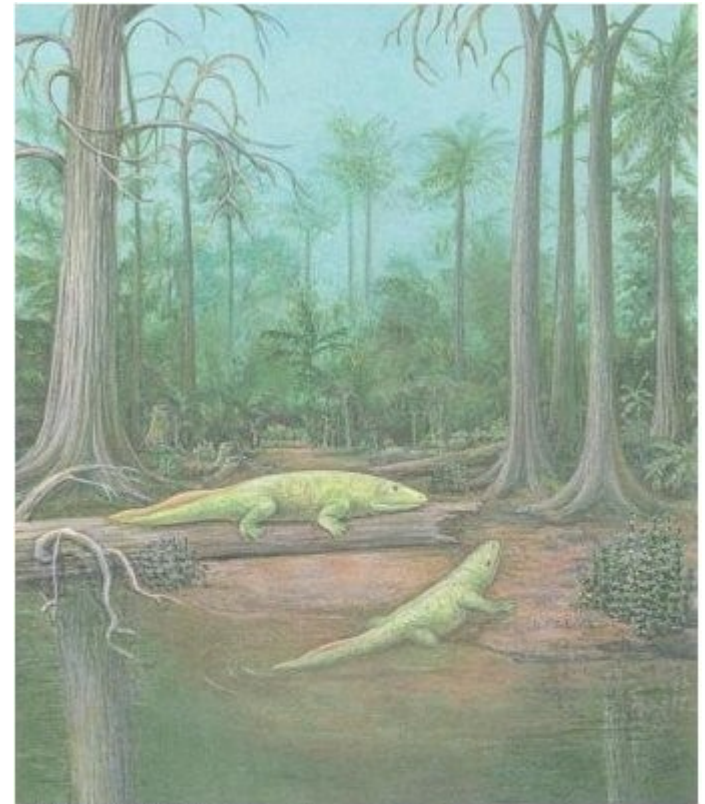
## *Tiktaalik roseae*

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

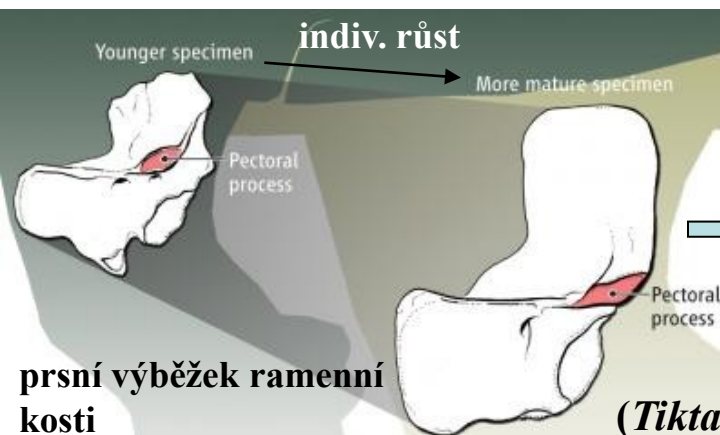
# *Ichthyostega*, svrchní devon



zadní končetina

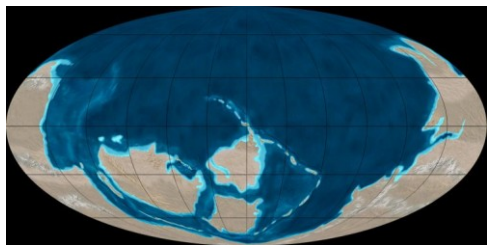
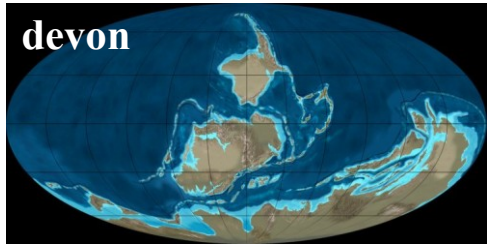
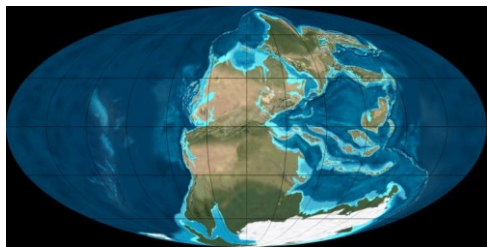
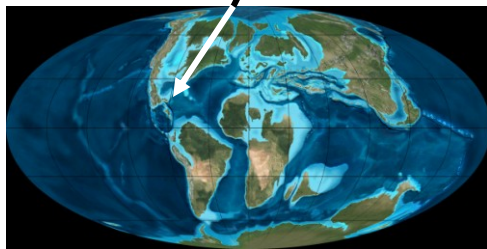


Two Versions of the Ichthyostega



„dobrý“ pohyb  
na souši

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

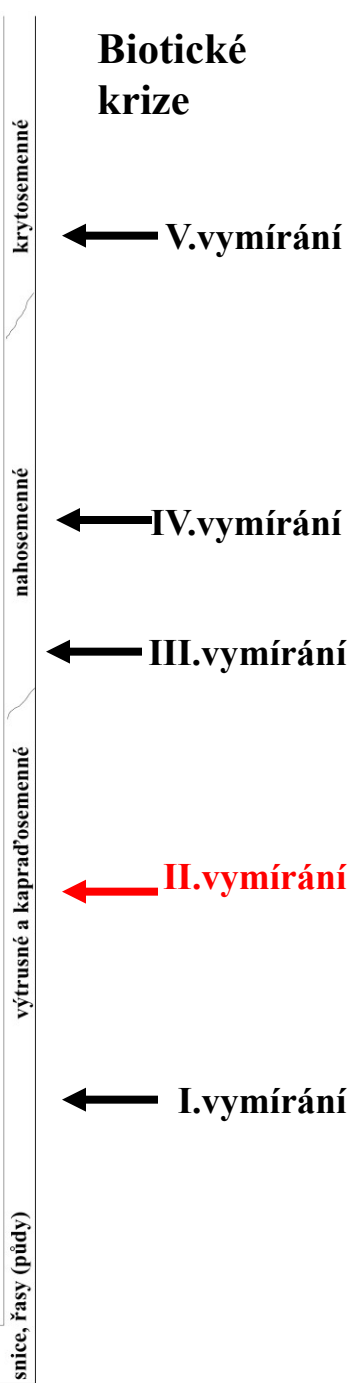
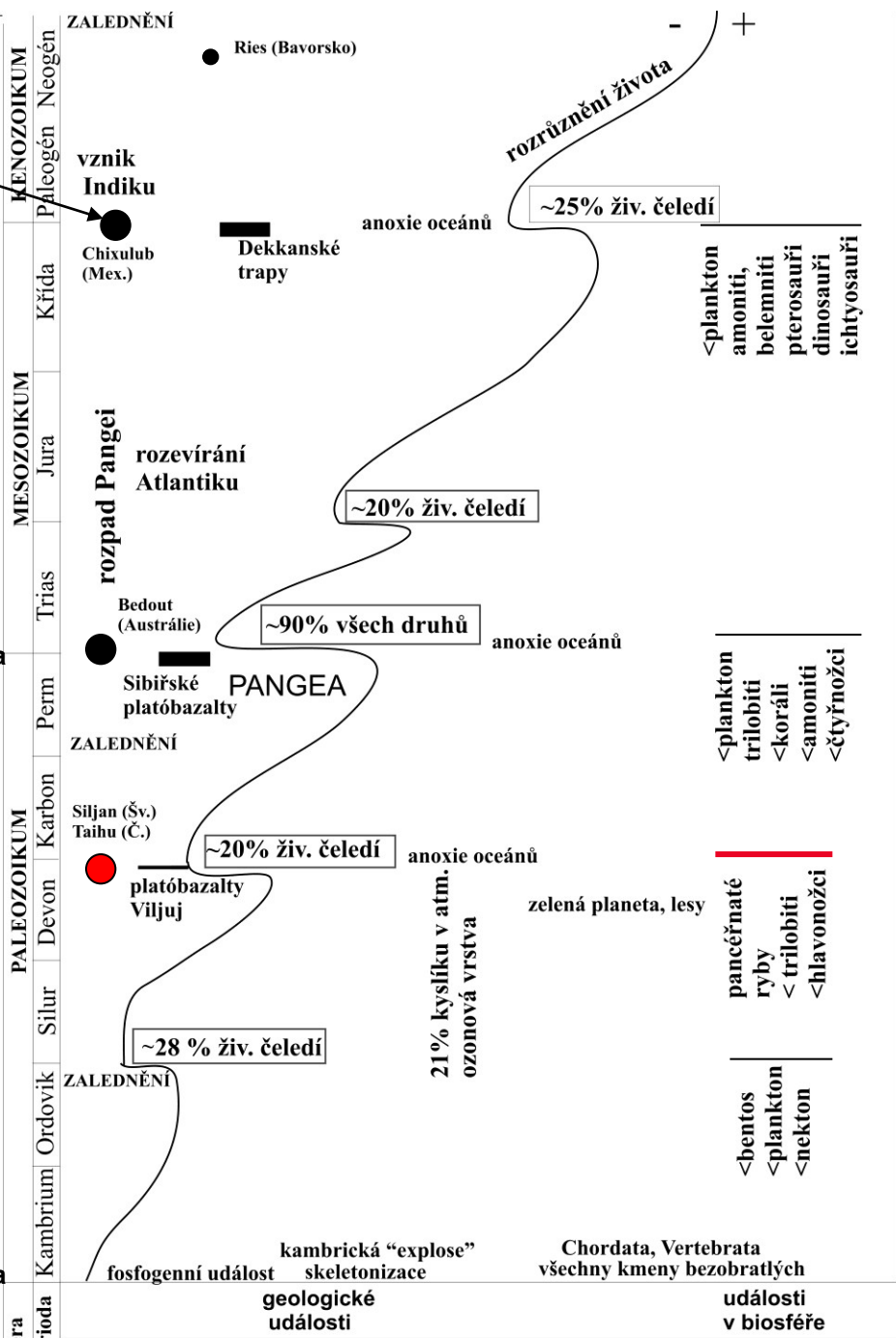


recent

66 Ma

250 Ma

542 Ma



**FANEROZOIKUM**

eon

éra

perioda

KENOZOIKUM (Paleogén, Neogén)  
MESOZOIKUM (Křída, Jura, Trias)  
PALEOZOIKUM (Karbon, Perm, Devon, Silur, Kambrium, Ordovik)



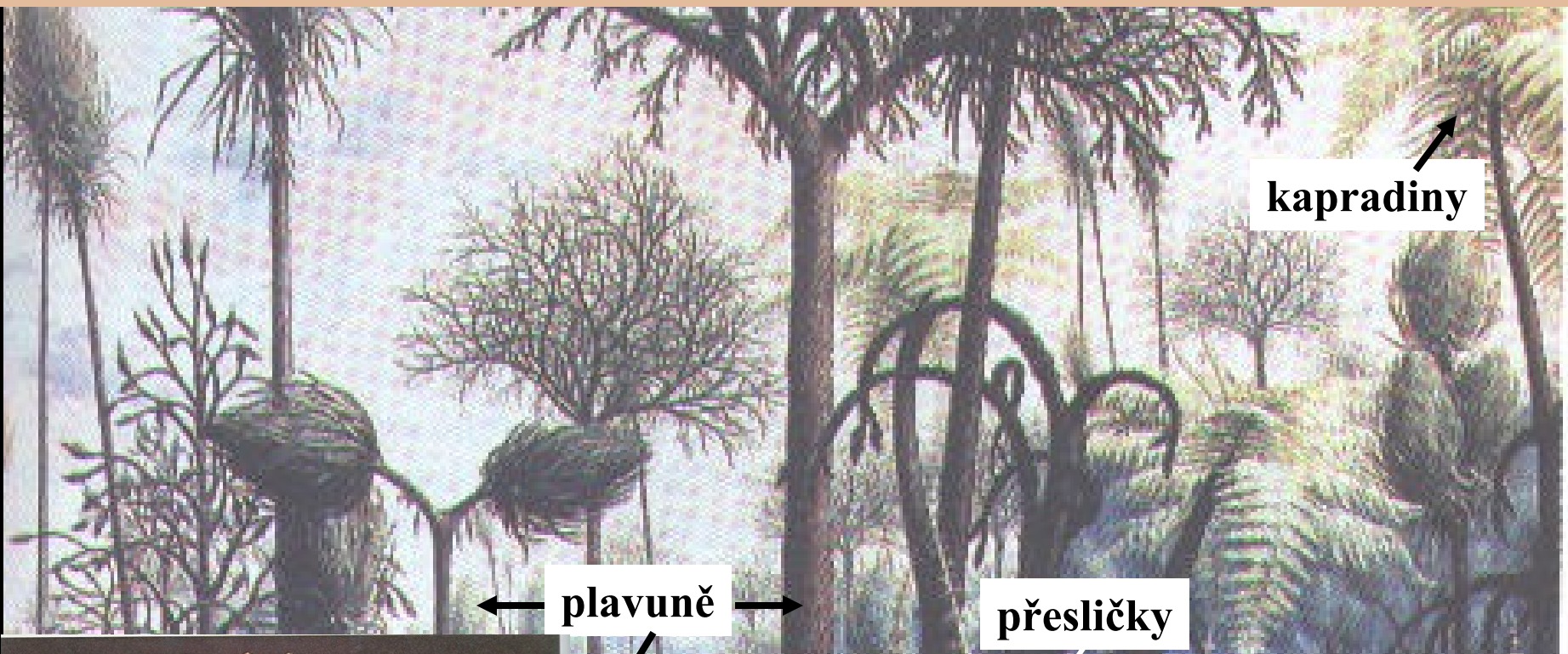
## **II. Hromadné vymírání – v závěru DEVONU (~365 Ma):**

**Mizí 88% druhů amonitů, 86 % druhů ramenonožců a trilobitů, zastavil se růst korálových útesů, dlouhodobá krize**

### **Příčiny:**

- impakty (Švédsko, Quebec)**
- výlevy čedičů na velkých plochách (Sibiř – Viljuj)**
- vysoká teplota planety + anoxie oceánů**
- kolísání klimatu**

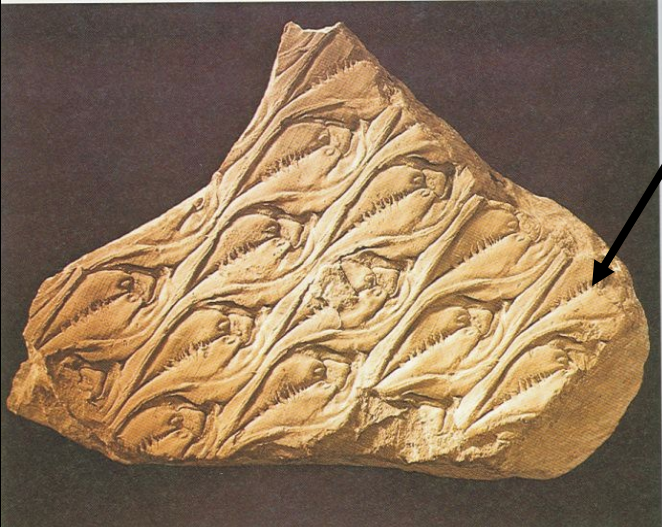
# Pohled do permokarbonského pralesa (dominance kaprad'orostů)



kapradiny

plavuně

přesličky



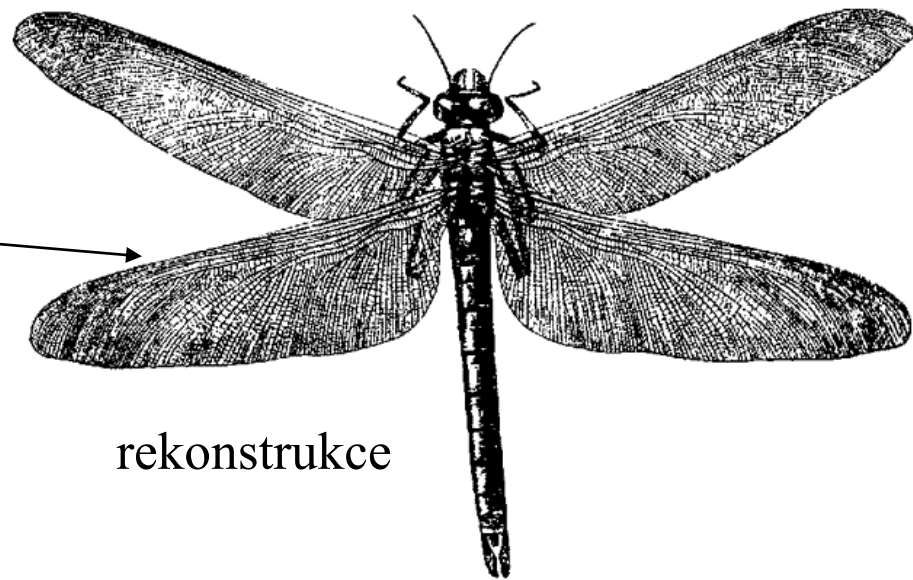
fosilní kůra plavuní



vrcholí paleofytikum + nástup jehličnanů

Největší karbonový hmyz  
představovala obrovská vážka  
(rozpětí křídel až 75 cm)

*Meganeura monyi*



rekonstrukce



fosílie

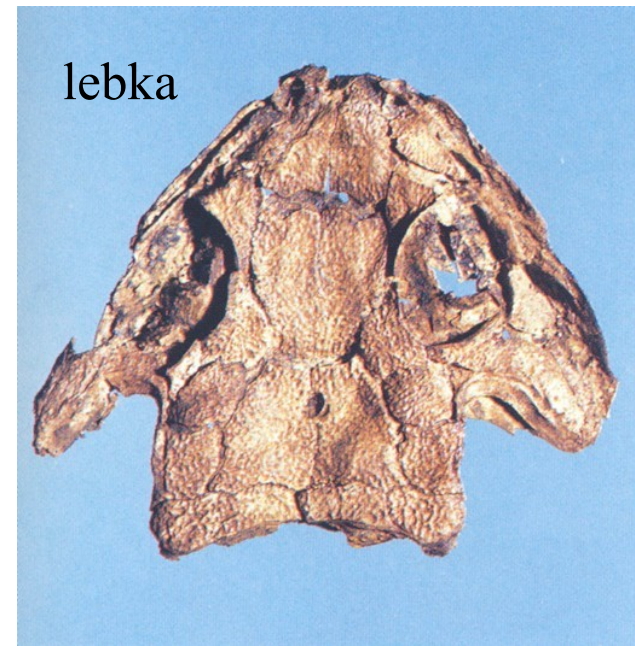
*Discosauriscus austriacus*, – krytolebci, obojživelníci, perm  
(např. Boskovická brázda, Bačov aj.)



rekonstrukce



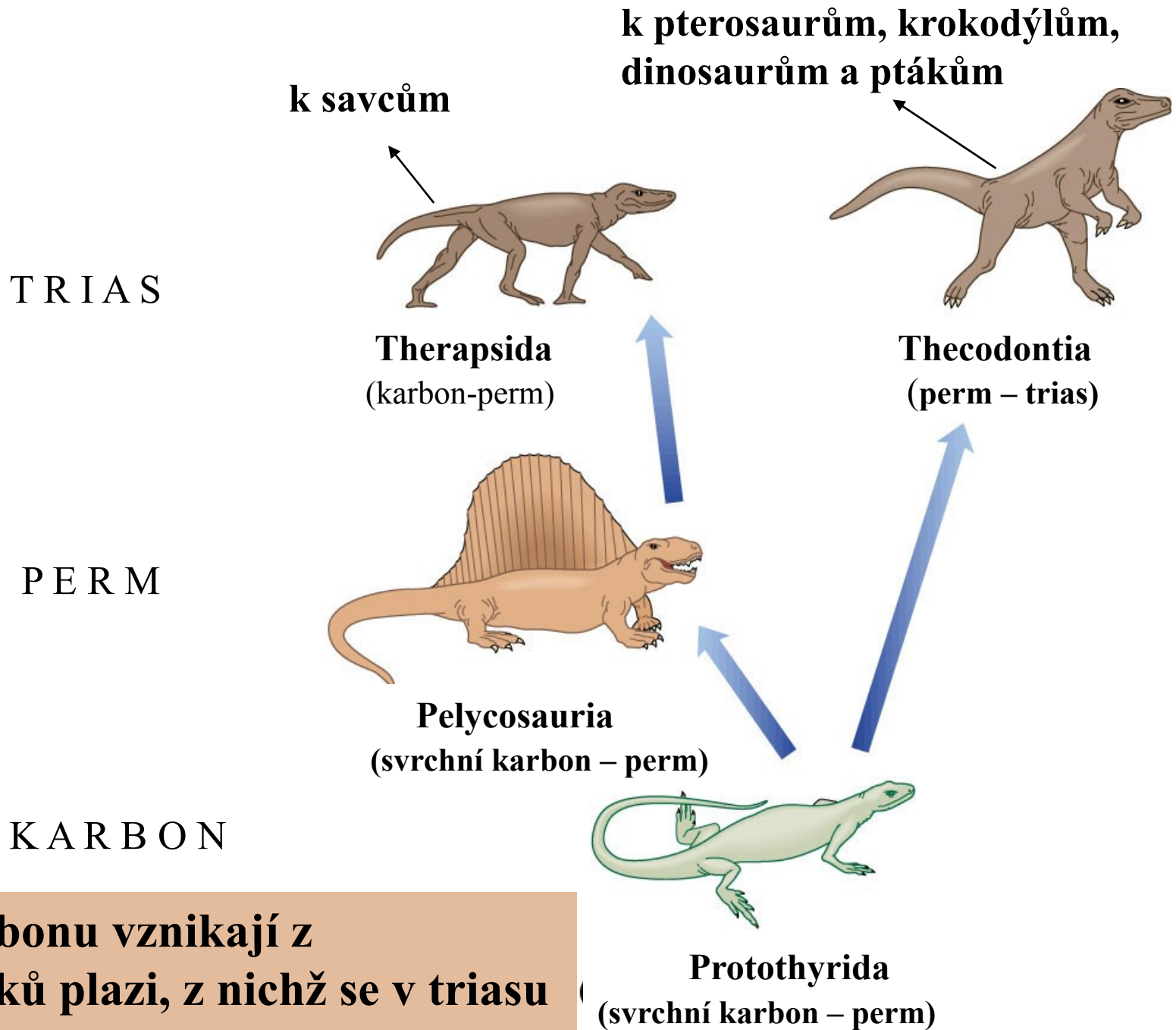
kostra



lebka

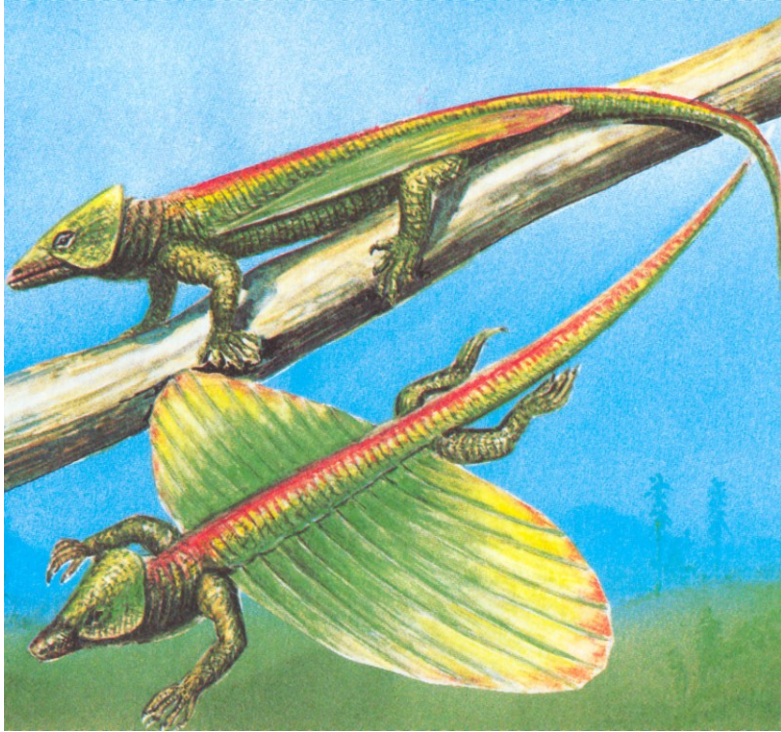
***Hylonomus* – první známý amniot (rozmnožování mimo vodní prostředí)**



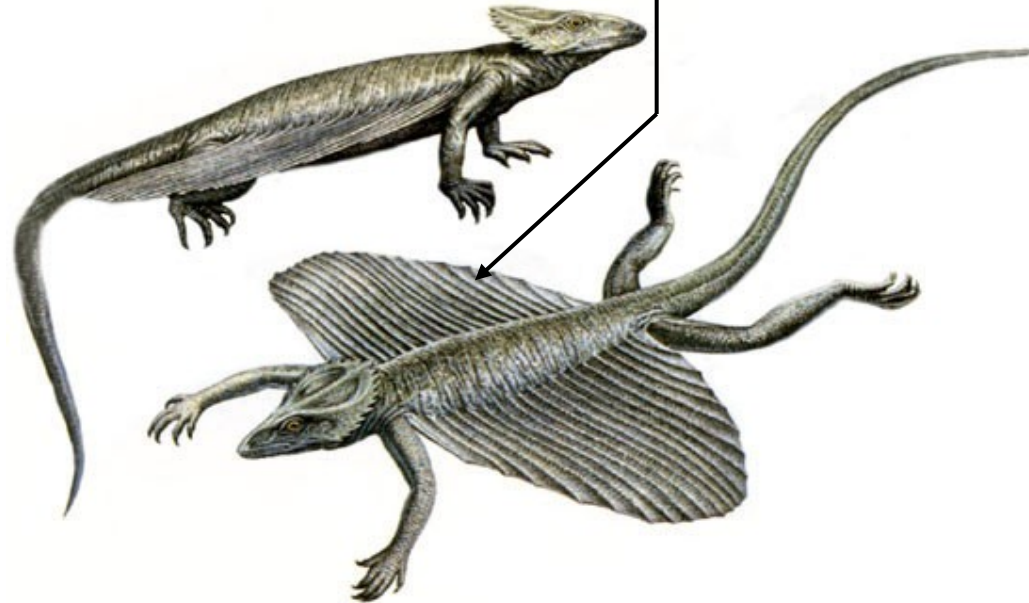
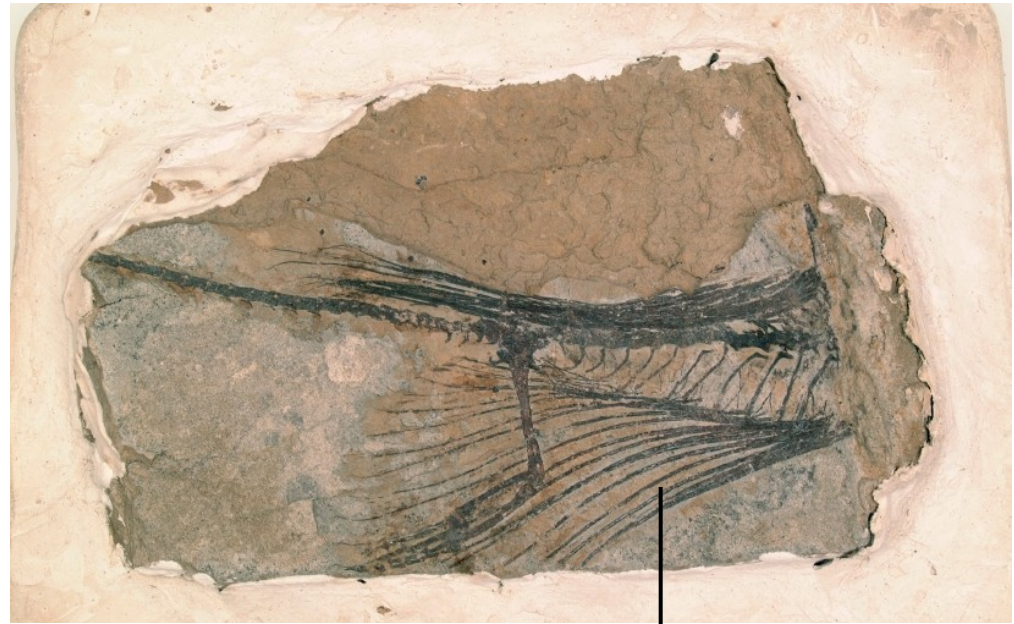


**Během karbonu vznikají z obojživelníků plazi, z nichž se v triasu odštěpují savci**

**Ve svrchním permu ovládli  
plazi klouzavý let:**

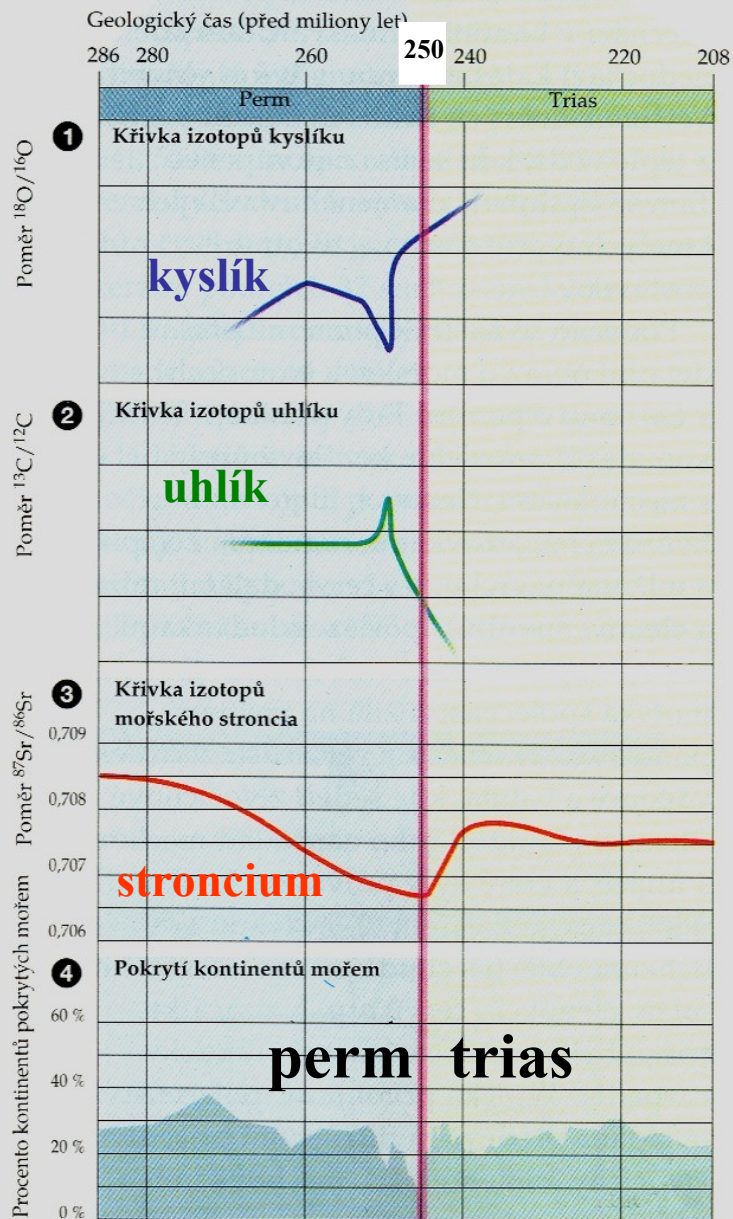


*Weigeltisaurus jaekeli*, sv. perm Evropy



*Coelurosauravus*, sv. perm, Madagaskar

# Souhrnné křivky izotopů O, C a Sr kolem hranice perm/trias -250 Ma



**kyslík:**

**pokles = silné ochlazení, vzestup = náhlé oteplení**

**uhlík:**

**vzestup - oxidace C, pokles - nástup anoxie)**

**stroncium:**

**pokles – regrese (snížení hladiny oceánů),  
vzestup – transgrese (zvýšení hladiny oceánů)**





# III. Hromadné vymírání – PERM/TRIAS (~250 Ma)

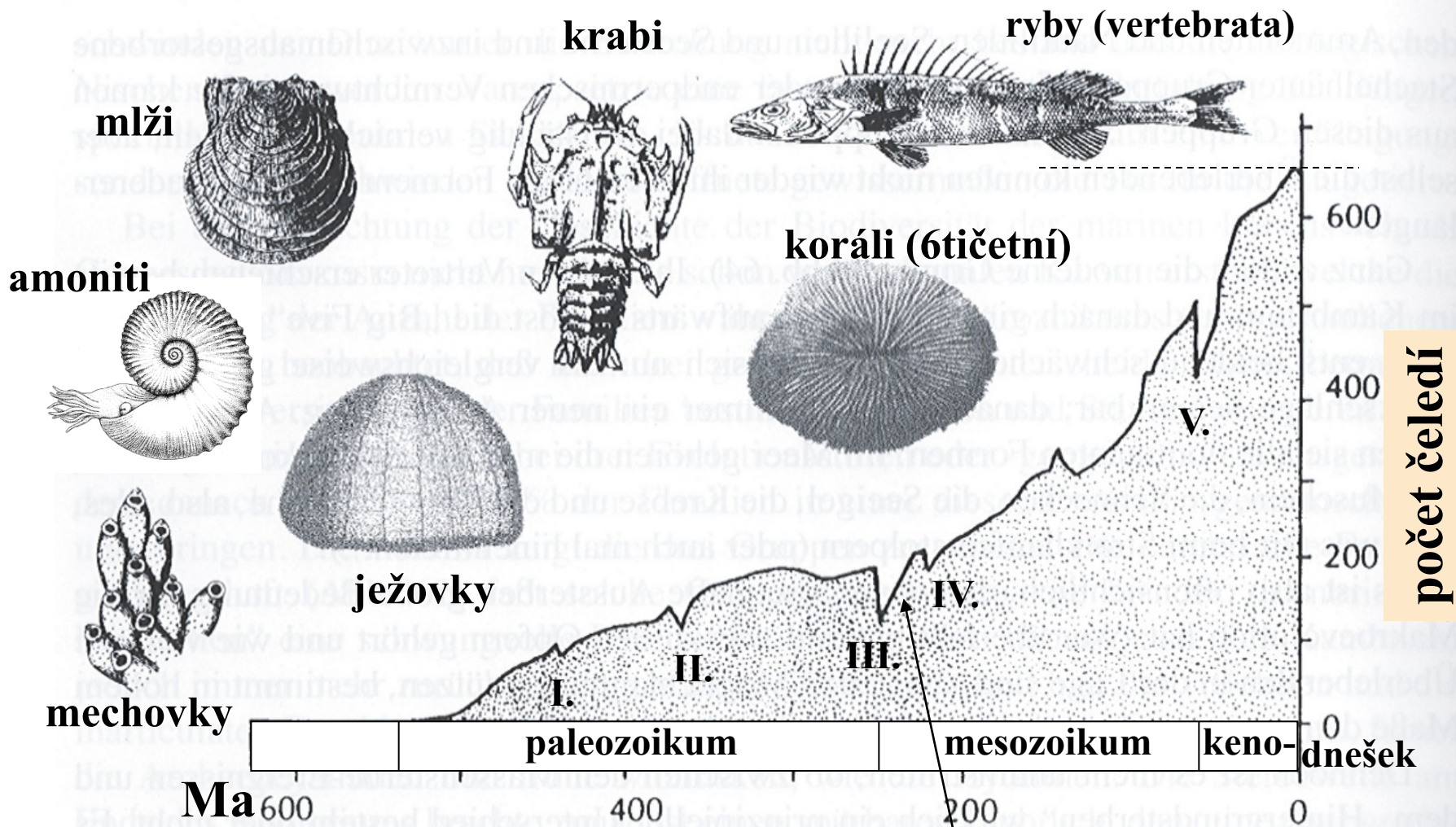
## Nejsilnější v historii Země:

**Mizí 96% živočišných druhů (decimace II. mořské fauny):**

- totálně trilobiti a starobylí koráli,
- téměř všichni amoniti, většina planktonu,
- převážná většina čtyřnožců ~ 75 % čeledí,
- největší redukce hmyzu v historii planety (8 řádů z 27)

## Příčiny:

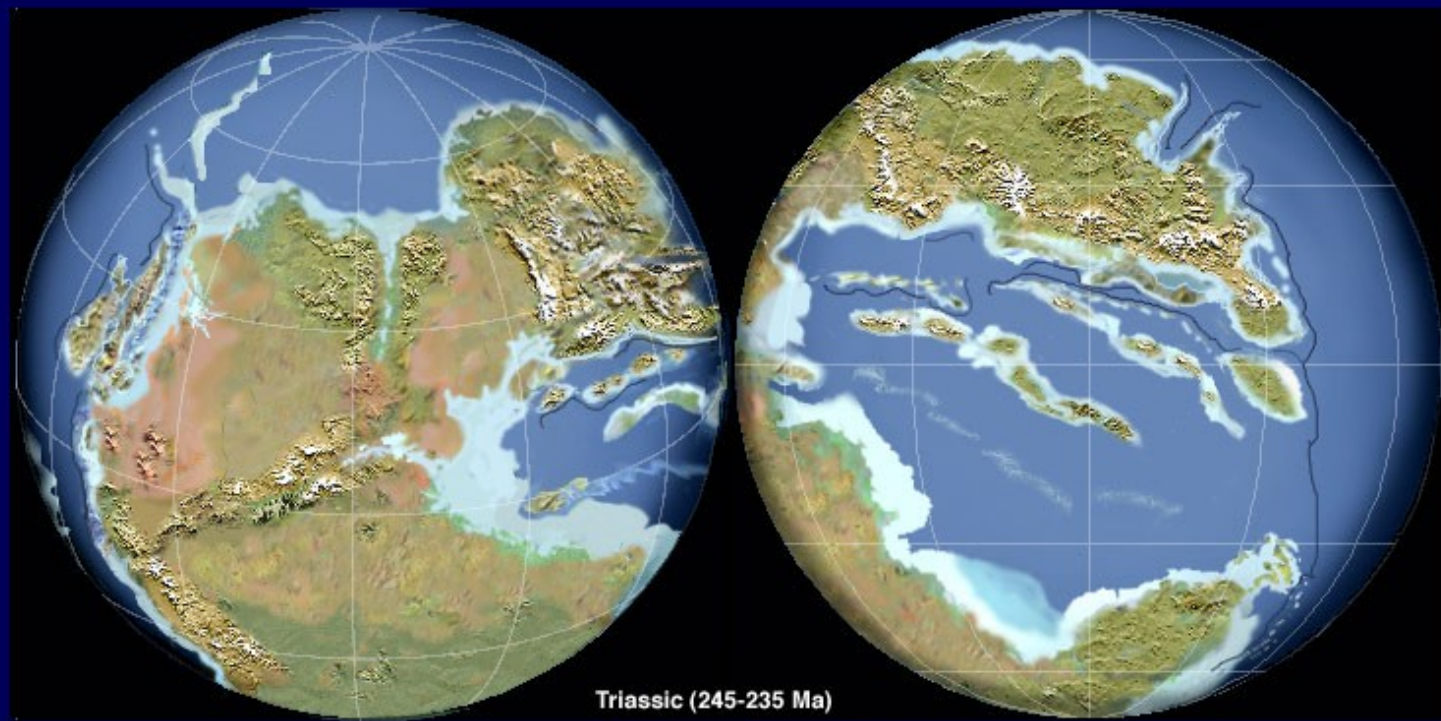
- S-J uspořádání kontinentů, omezení proudění v oceánech,
- změny klimatu, dezertifikace (nástup pouští) na kontinentech
- superanoxie oceánů
- obrovské výlevy čedičů (Sibiř – 2,5 mil. km<sup>2</sup>, mocnost až 3 km)
- impakt (zatím jediný nález v Austrálii - lokalita Bedout)
- regrese koncem permu a transgrese začátkem triasu



**3. mořská (mesozoikum-kenozoikum) fauna, kolísání její diverzity a strmý vzestup od začátku triasu**

# TRIAS

- štěpení Gondwany
- rozšiřování Tethys
- vznik mozambického zálivu
- klima – aridní, dtto jako v permu

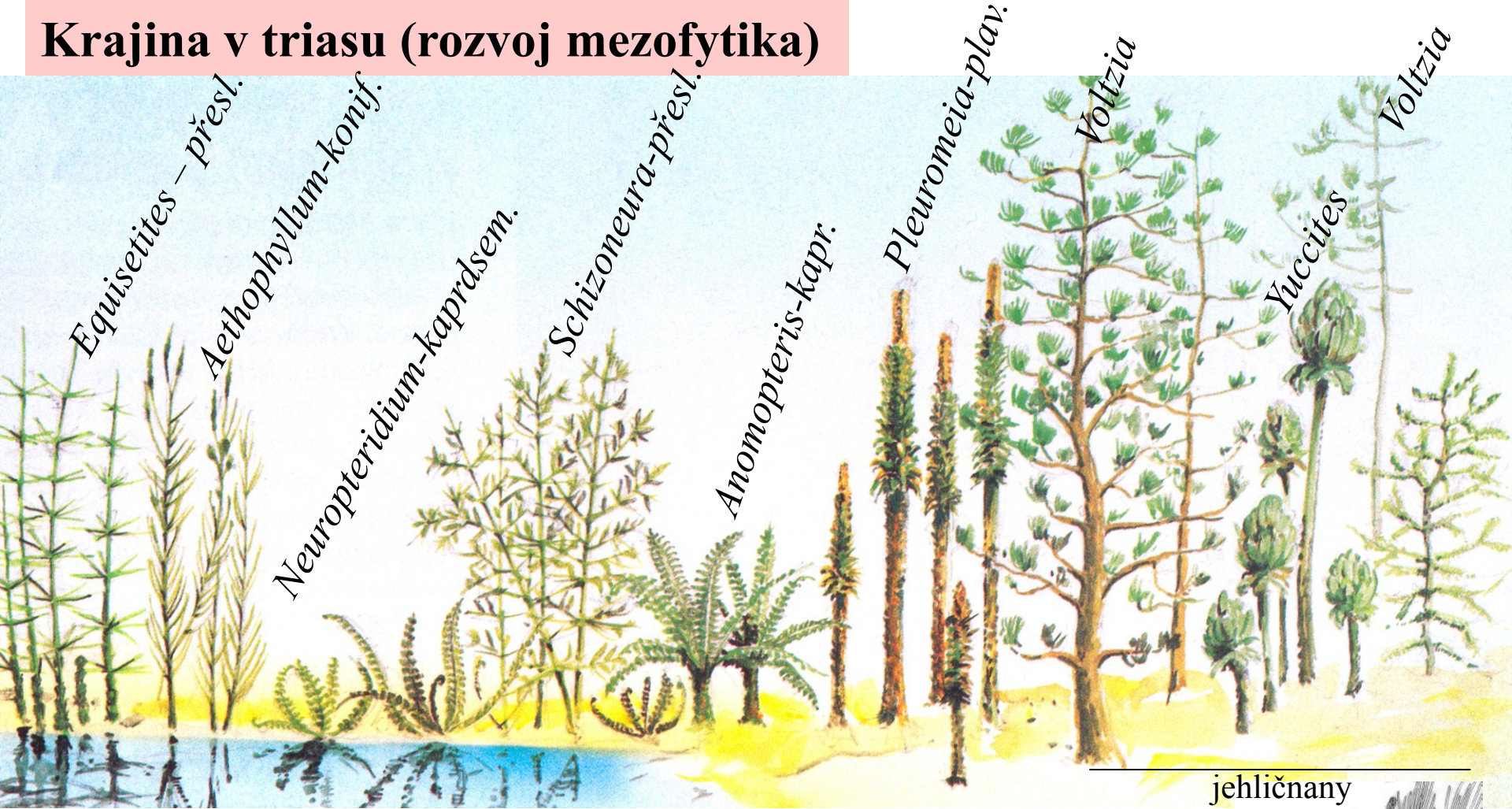


Triassic (245-235 Ma)



Late Triassic 220 Ma

# Krajina v triasu (rozvoj mezofytika)



*Voltzia*, permotriasový  
jehličnan



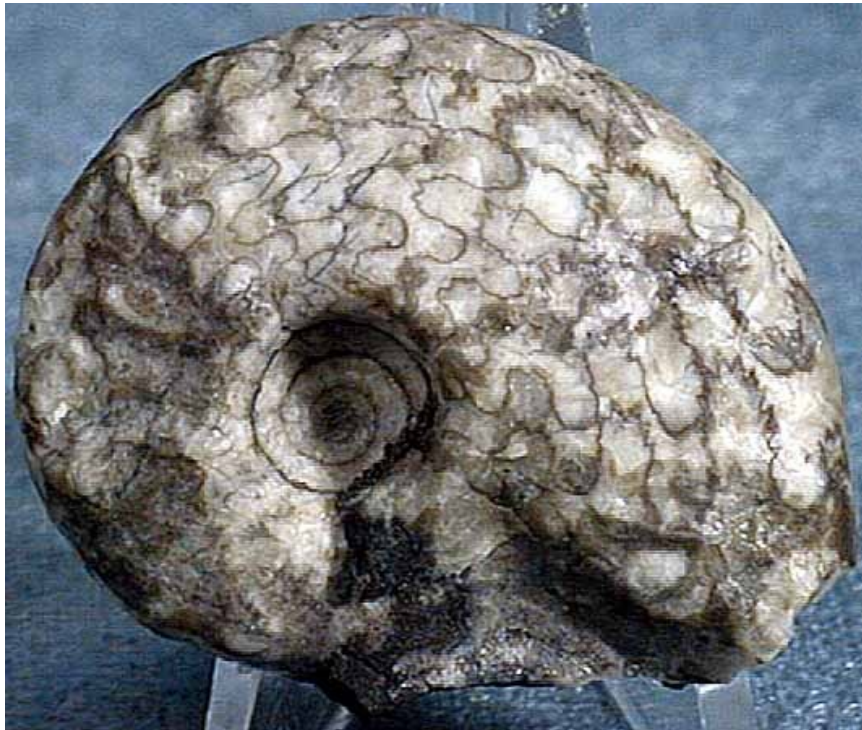
# Animalia

- rozvoj skupin, které nebyli příliš postiženy předchozí krizí (**bivalvia, gastropoda, ježovky, z obratlovců notosauři**)
- revitalizace skupin postižených předchozím vymíráním (**brachiopoda** – poslední výraznější diverzifikace a poté už jen ústup; některé **liljice** i planktonní (dtto pz), **houby** – rozvoj v prostředí útesů, trvá během jury i křídly; **amoniti** – ceratitový šev, *Ophiceras*: velké rozrůznění ~ 100 rodů, 3000 druhů), rozvoj belemnitů (dvoužábří hlavonožci)
- nástup nových skupin do uvolněných nik (**šestičetní koráli** – hlubokovodnější = žádná symbiosa, řasy); paprkokoploutvé **ryby** (převah Holostei - mnohokostných), pokračují lalokoploutvé a dvojdyšné; **moderní obojživelníci, žáby + ocasatí**; z tekodontů vznikají **šupinatí plazi a haterie, dinosauři** (ještě v triasu diverzifikace), **pterosauři** ( v triasu nejsou významní), **krokodýli** (původně suchozemští), **ichtyosauři**, z therapsidů pak **savci** (Multituberculata, Docodonta, Trituberculata – tzv. Prototheria) i Theria (živorodí, Symmetrodonta) – mozaiková evoluce. Objevují se i **želvy** (suchá země, nezatažitelný krk).

# Charakterističní zástupci mořských bezobratlých v triasu



*Rhaetina* brachiopod,  
trias, Alpy



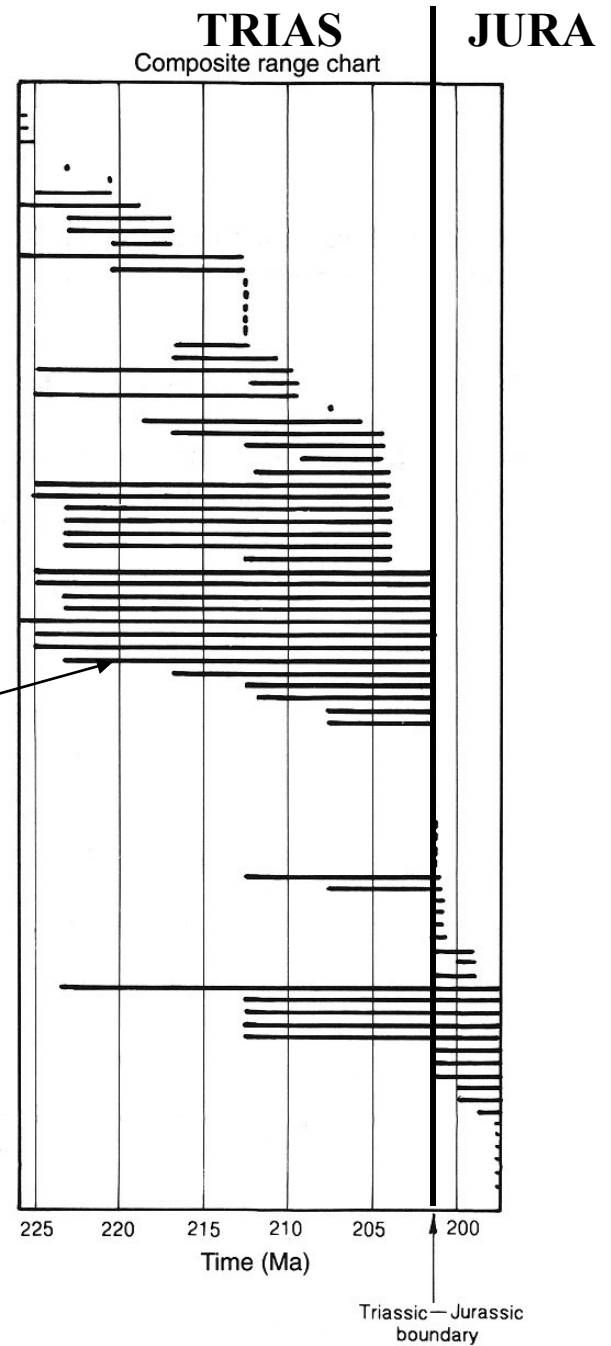
*Ceratites humboldtensis*, amonit,  
trias, Německo



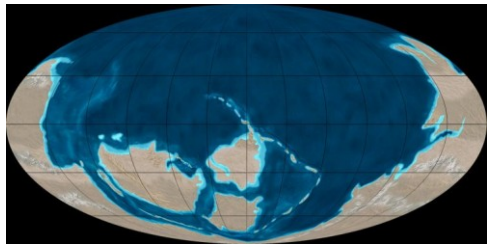
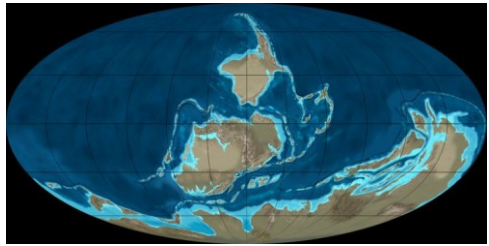
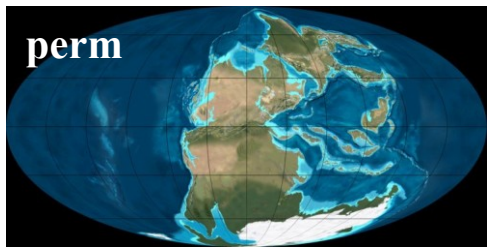
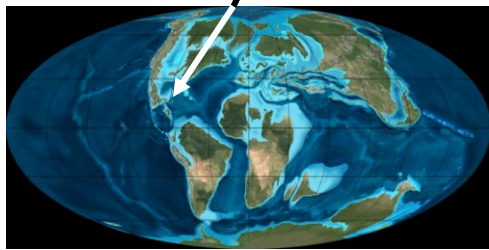
*Claraia clarai*, mlž, typický pro spodní trias

Změna palynospektra kolem hranice  
trias/jura (Newark, USA, Fowell, Olsen, 1993)

rozsah jednotlivých druhů





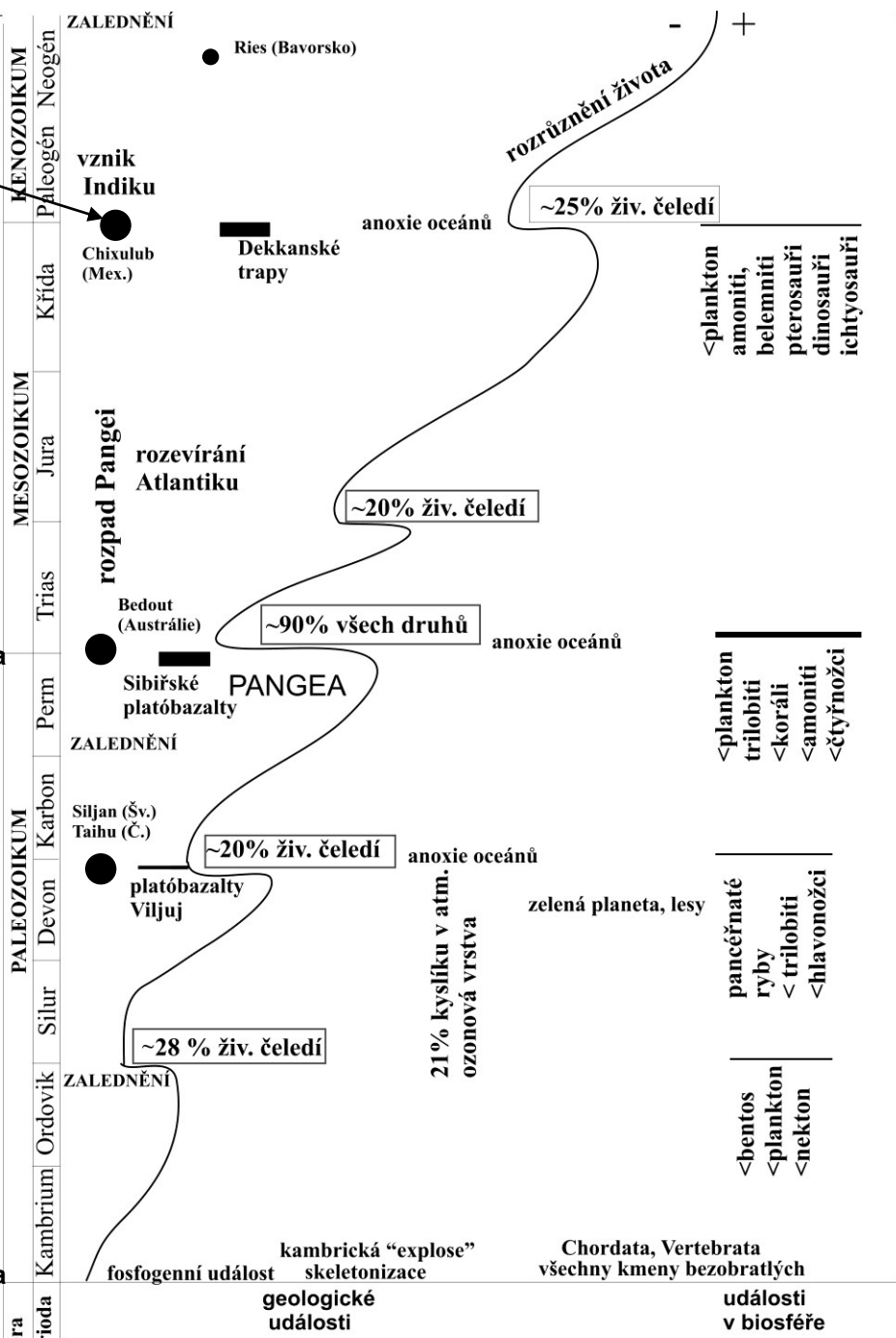


recent

66 Ma

250 Ma

542 Ma



**Biotické krize**

krytosemenné nahosemenné výtrusné a kaprad'osemenné snitce, řasy (půdy)

← **V.vymírání**

← **IV.vymírání**

← **III.vymírání**

← **II.vymírání**

← **I.vymírání**

**FANEROZOIKUM**

## IV. Vymírání – svrchní trias

Mizí:

- konodonti, plakodonti, < notosauři,
- až 76 % druhů (většinou mořské fauny, snížení diverzity lilijic, loděnek)
- mizí 6 nadčeledí amonitů – do jury přechází pouze 1 rod,
- všechny evropské druhy bivalvií a ½ druhů ve světě vůbec,
- v oblasti Alp plně rifové vápence.

Na kontinentech nelze korelovat případné decimace s krizí mořskou, rovněž rostlinstvo zasaženo jen málo (koncem triasu pokles diverzity kapradin)

Diskuse:

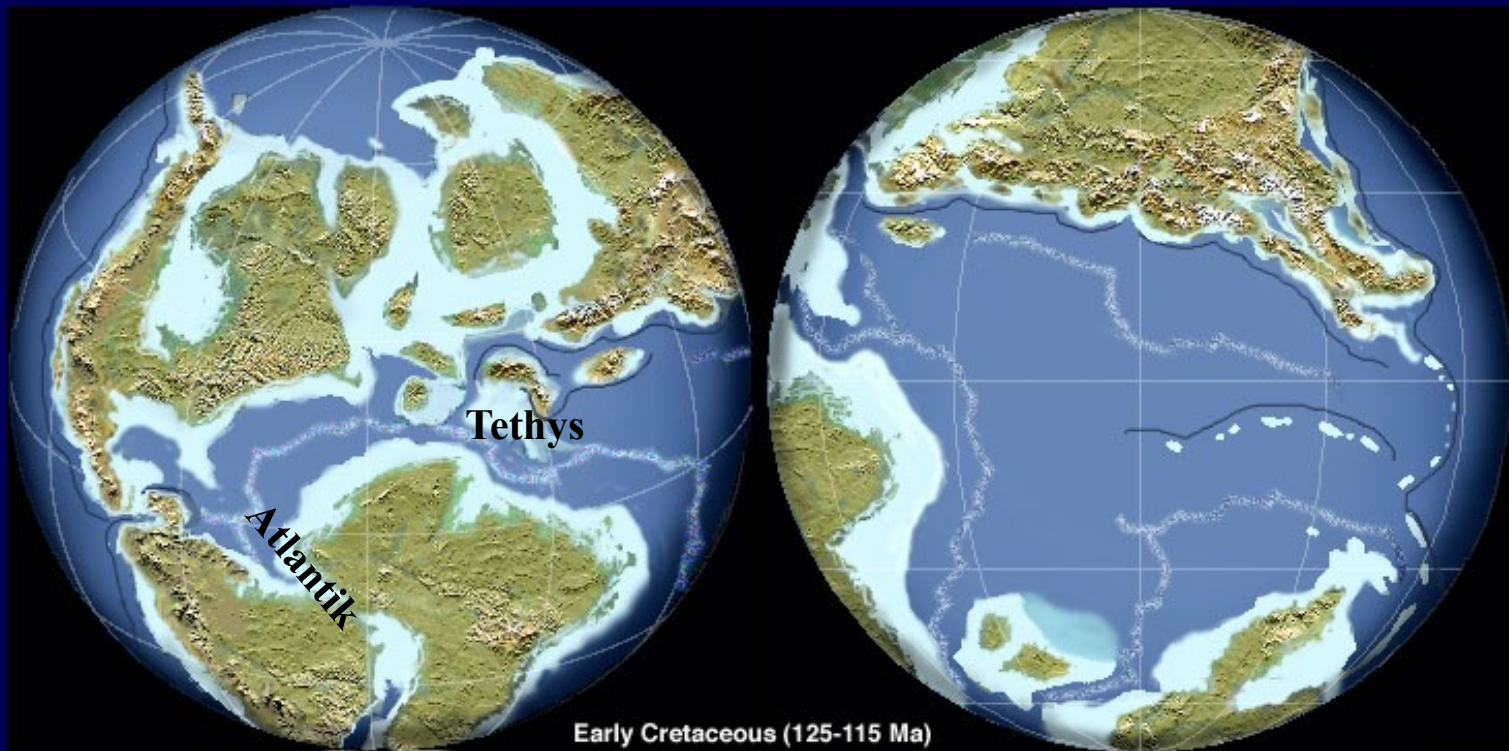
- chybí vulkanismus, zalednění, impakty, žádné výkyvy křivek izotopů  
⇒ terrestrické příčiny krize – redukce mořských oblastí svrchnotriasovou regresí a následnou transgresí (anoxie), v závěru triasu poklesla koncentrace volného kyslíku až na **12-10 %**.

Pozn. – stále málo informací, nejméně prozkoumaný event z „Big Five“, v poslední době uvažována možná souvislost mezi Manicouagan impaktem (kráter Britská Kolumbie, 214± 1 Ma) –viz vysoké poměry izotopu He3 v černých břidlicích svr. triasu (Stuart et al. 2007).

# KŘÍDA

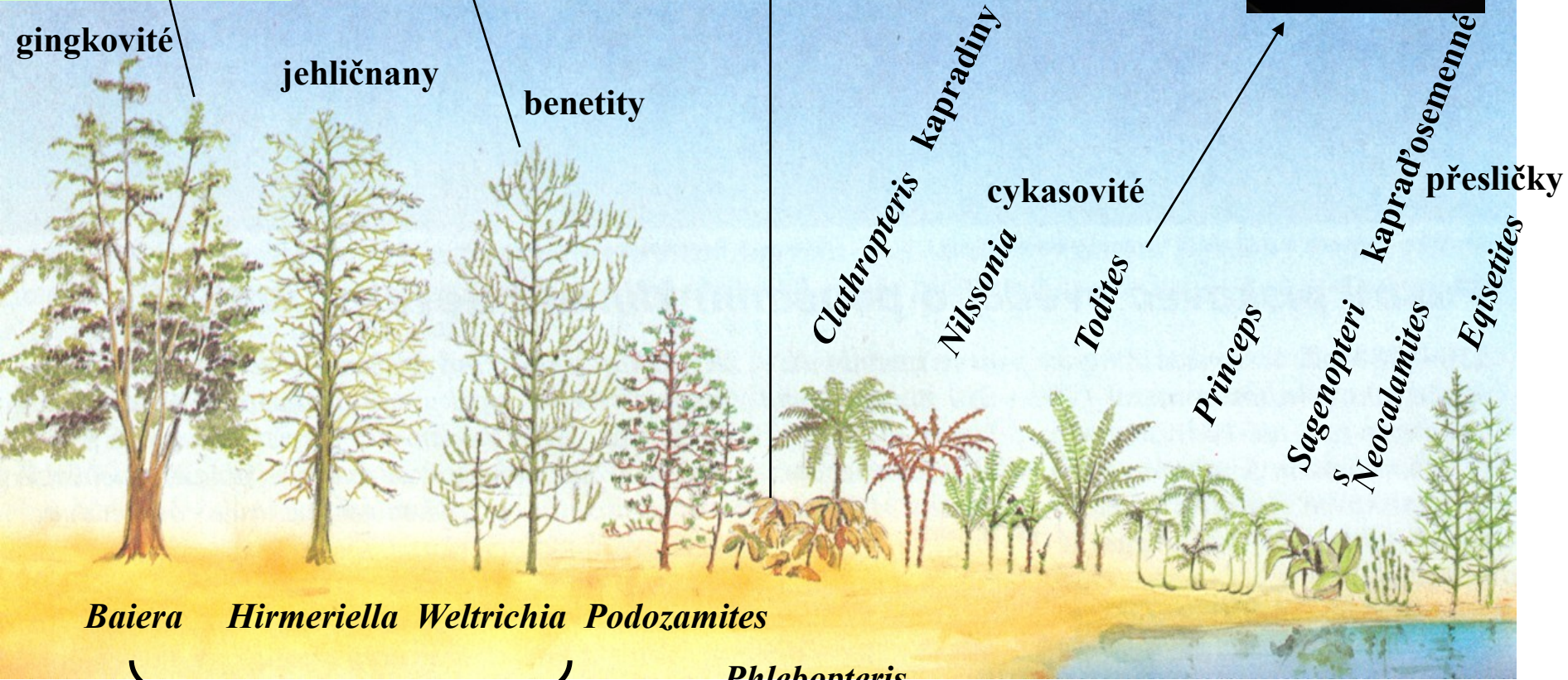
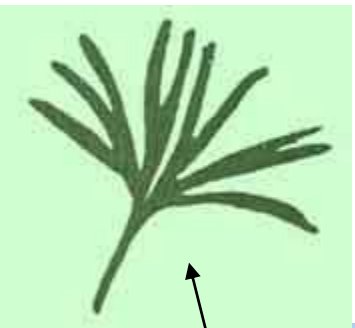
oddalování  
desek  
pokračuje

rozšíření  
oceánu  
Tethys



Early Cretaceous 130 Ma

# Typická vegetace spodní jury



dominance mesofytických skupin (nahosemenné)

(upraveno podle Paturi 1995)

# Nejstarší kvetoucí rostlina



- 140 Ma, počátek křídy, Čína
- plodolisty obsahující semena  
(= charakteristický znak krytosemenných)
- korunní plátky ještě chybí, ale listové struktury v protilehlé pozici ke květní ose vytvářejí již nejjednodušší květy

*Archaeofructus liaoningensis*

(Sun, Dilcher, Zheng & Zhou. 1998. Science 282:1692).

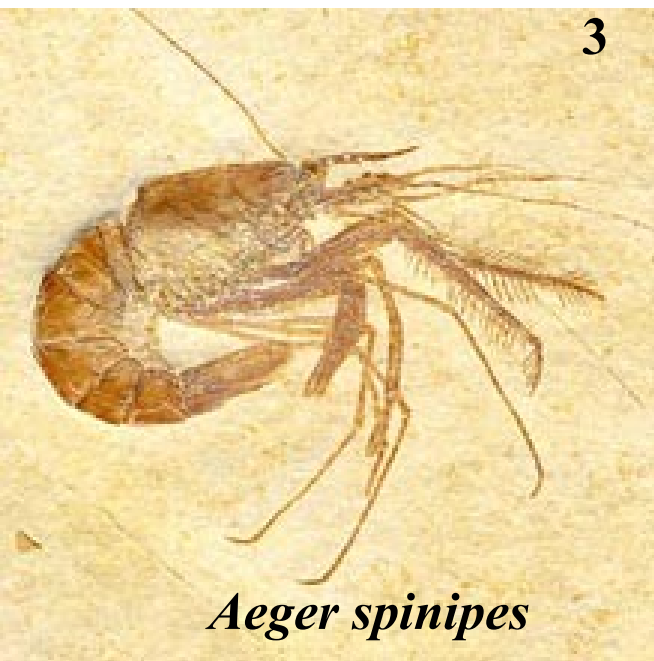


*Mesolimulus walchi*



*Gyrodus* sp., Neopterygii,

„mnohokostní“



*Aeger spinipes*

Ukázky fosílií ze svrchní jury  
Bavorska (Solnhofen, 1-3) a  
Švýcarska (4)

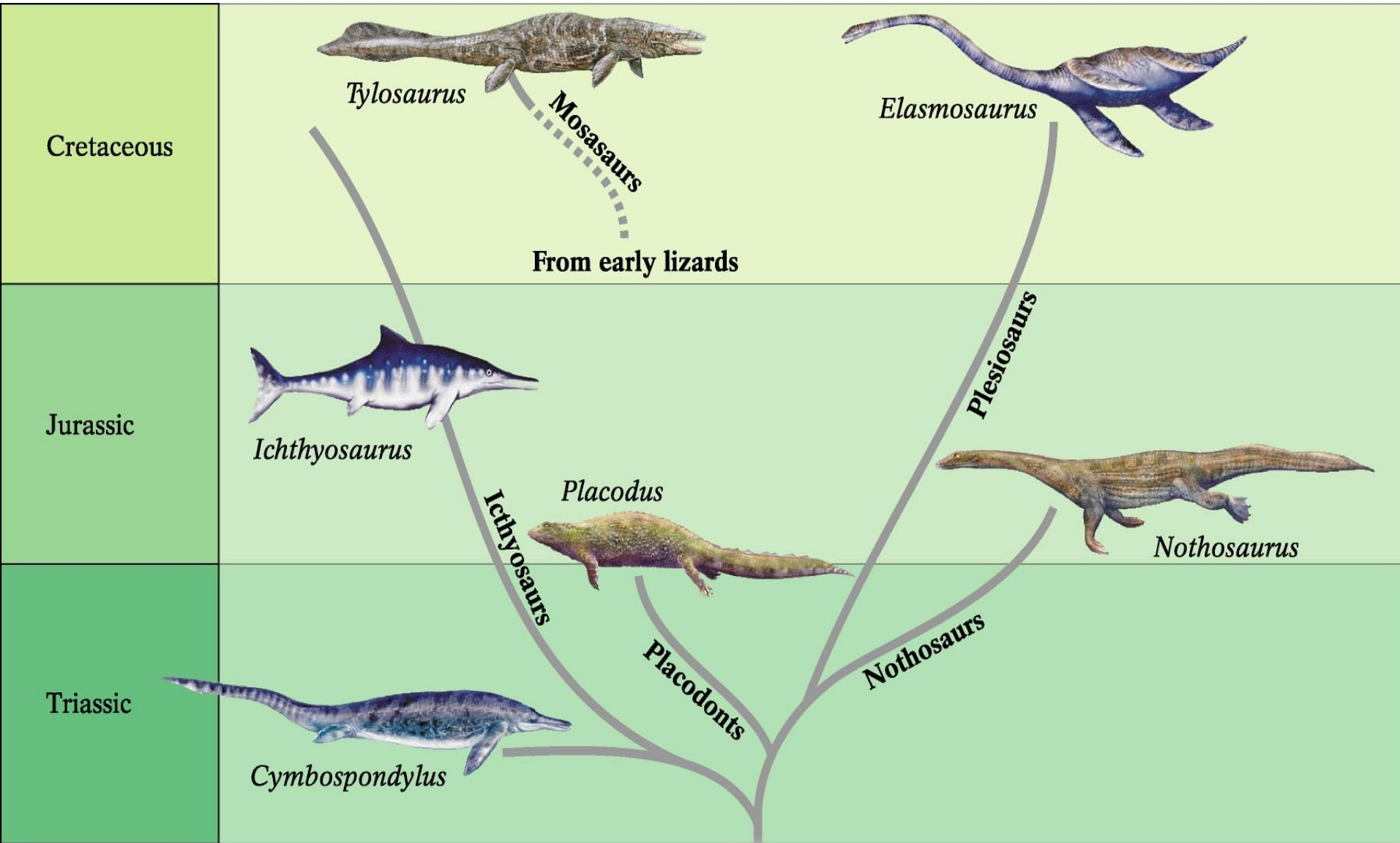


*Arietites* sp.



**Útes mlžů (rudistů) *Vaccinites vesiculosus* (Woodward, 1855); svrchní křída, Oman, ukázka útesotvorných mlžů typických pro křídu.**

# Mořští plazi



Plus mořští krokodýli

From early diapsids





*Plesiosaurus brachypterygius*, spodní jura, Holzmaden, Německo

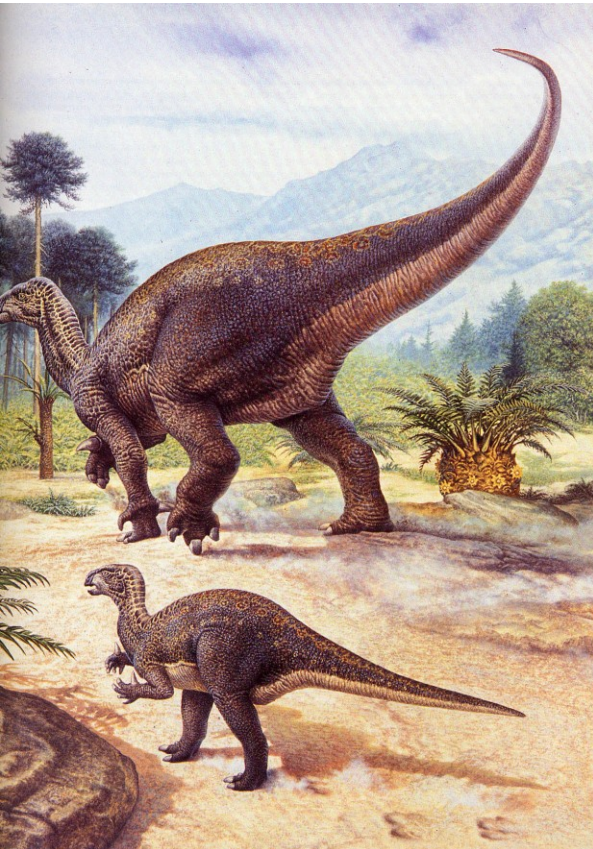
**Dinosauria**

**Coelurosauria**

*Coelophysis*  
(rekonstrukce)



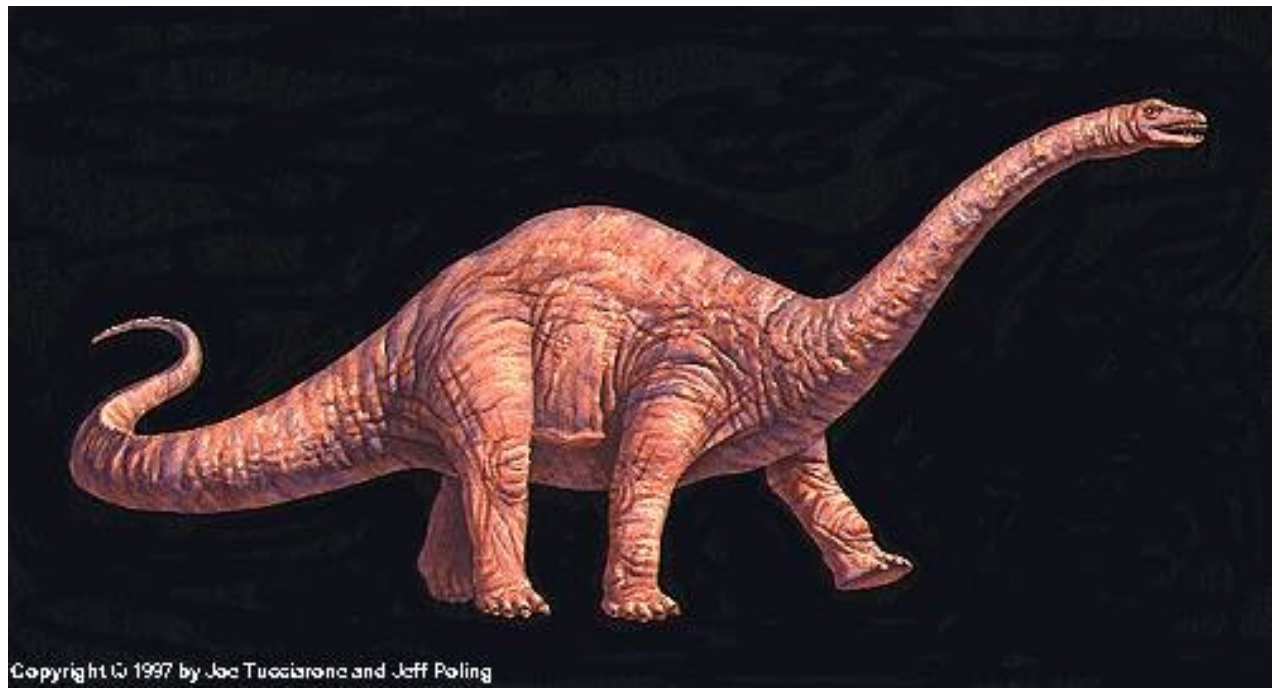
# Rozrůznění býložravých dinosaurů



*Iguanodon*



*Stegosaurus*



*Apatosaurus*

# Hadrosauria - zvuky



*Anatosaurus*



*Parasaurolophus*

# Ceratopsia - obrana

*Triceratops*



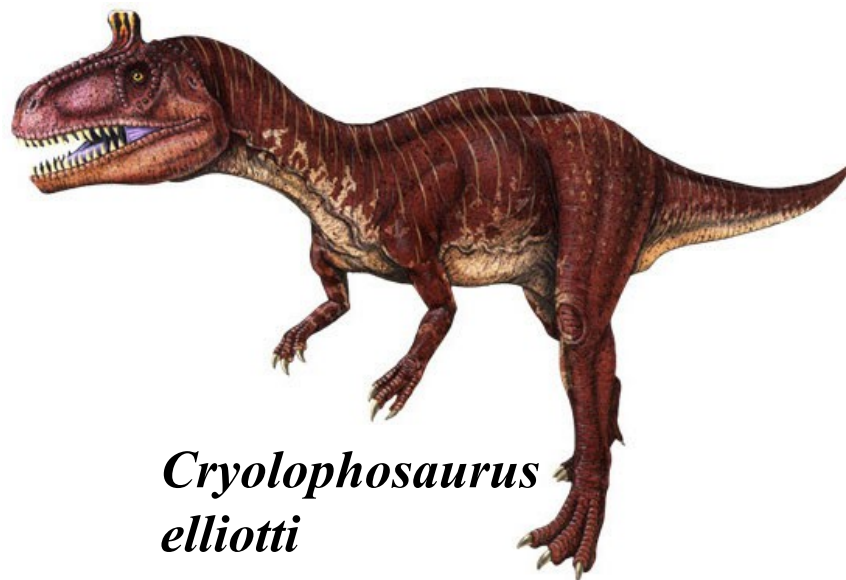
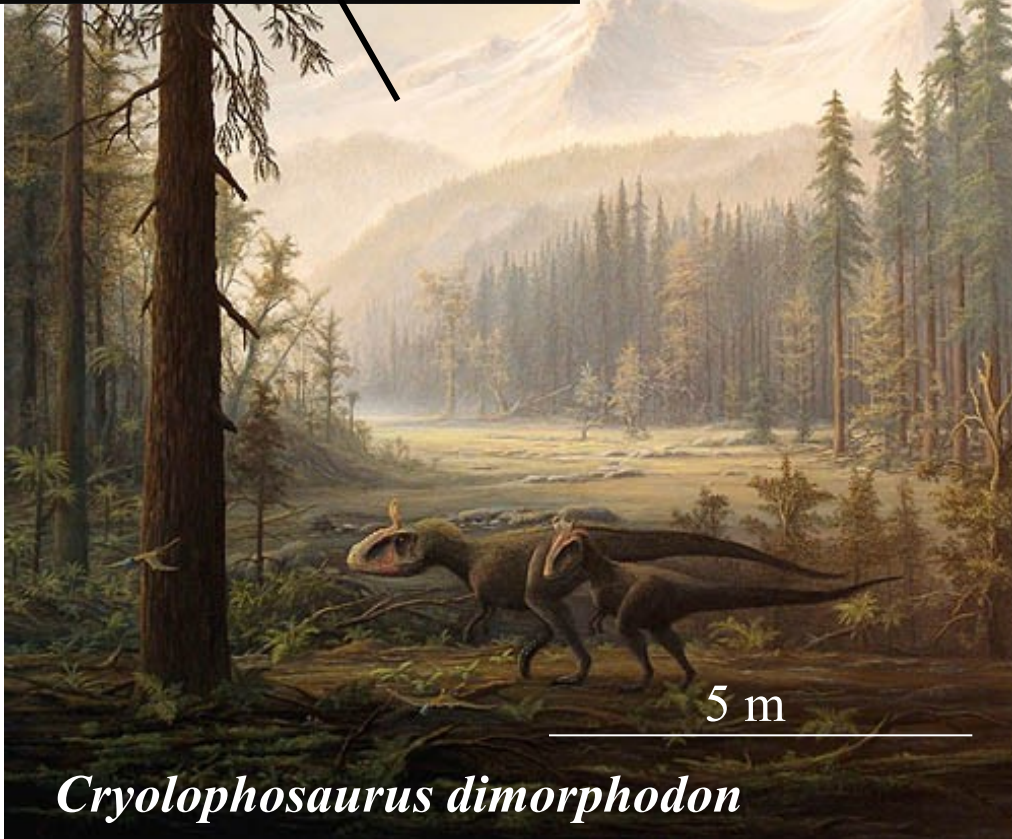
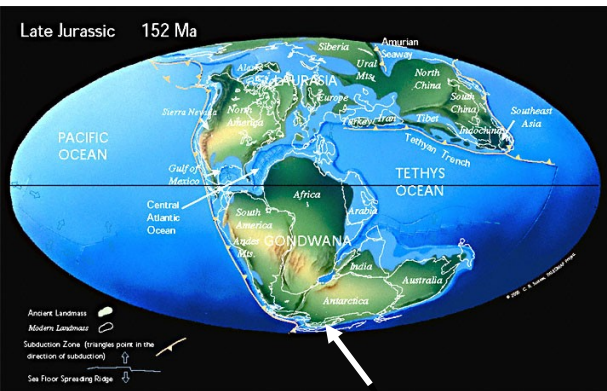
(c)1999 M. Shiraishi---All Rights Reserved



*Torosaurus*

# Nálezy dinosaurů v Antarktidě (Mt. Kirkpatrick)

spodní jura, spolu s kostmi dalších reptilů a savcovitých čtyřnožců, Antarktis – jižní pól – dlouhá polární noc – chladno (ovšem tepleji než dnes) => teplokrevnost (nebo pravidelné migrace)



spodní jura

# Dravci (poslední nálezy)



kostra (bílá místa chybí)

## *Raptorex kriegsteini*,

I-sien Fm., sp. křída, Liao-ning prov., sv. Čína, 125 Ma,

60 kg, 2.7 m, 5-6 let, stavba těla dtto *T.rex*, ale 100x menší hmotnost;

Závěr: zmenšení předních končetin v tyranosauří linii umožnilo hbitost a rychlost, a nebylo spojeno s potřebou kompenzovat váhu těla (starší hypotéza).

Velká tyranosauria nastupují cca 35 Ma po raptorech a drží si suverenitu

v potravním řetězci až do hranice křída/paleogén



rekonstrukce

lebka

dokonalé zachování

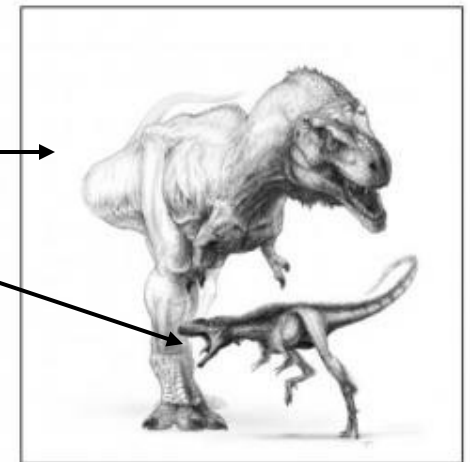
© PA



PAUL SERENO

*T.rex*  
versus  
*R. kriegsteini*

(srovnání)



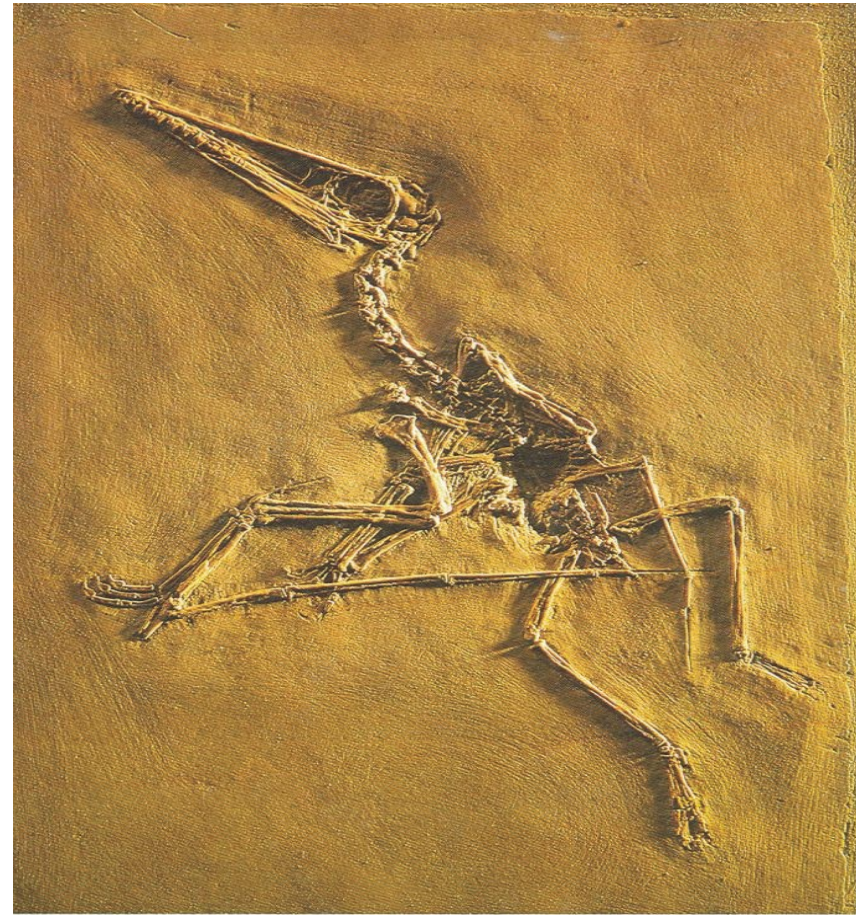
(Sereno, P. et al., Science, září 2009)

# Pterosauria



Copyright(c)2004.M.Shiraishi-All right reserved

*Rhamphorhynchus* - rekonstrukce

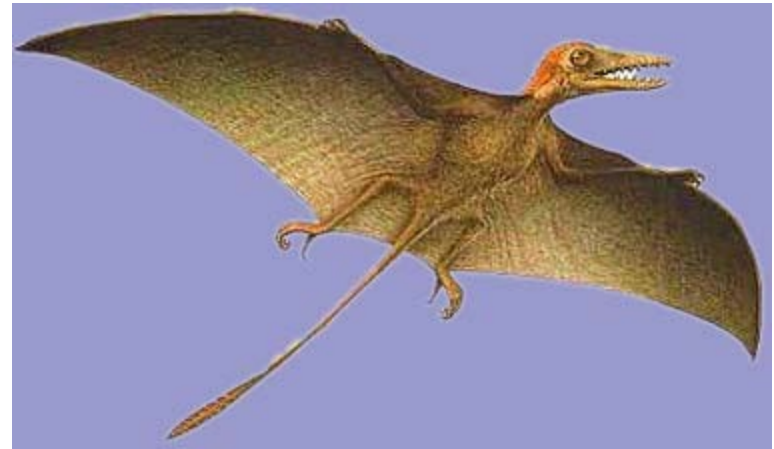


*Pterodactylus* – fosílie, jura





***Sordes pilosus* – osrstěný pterosaur  
(rekonstrukce)**





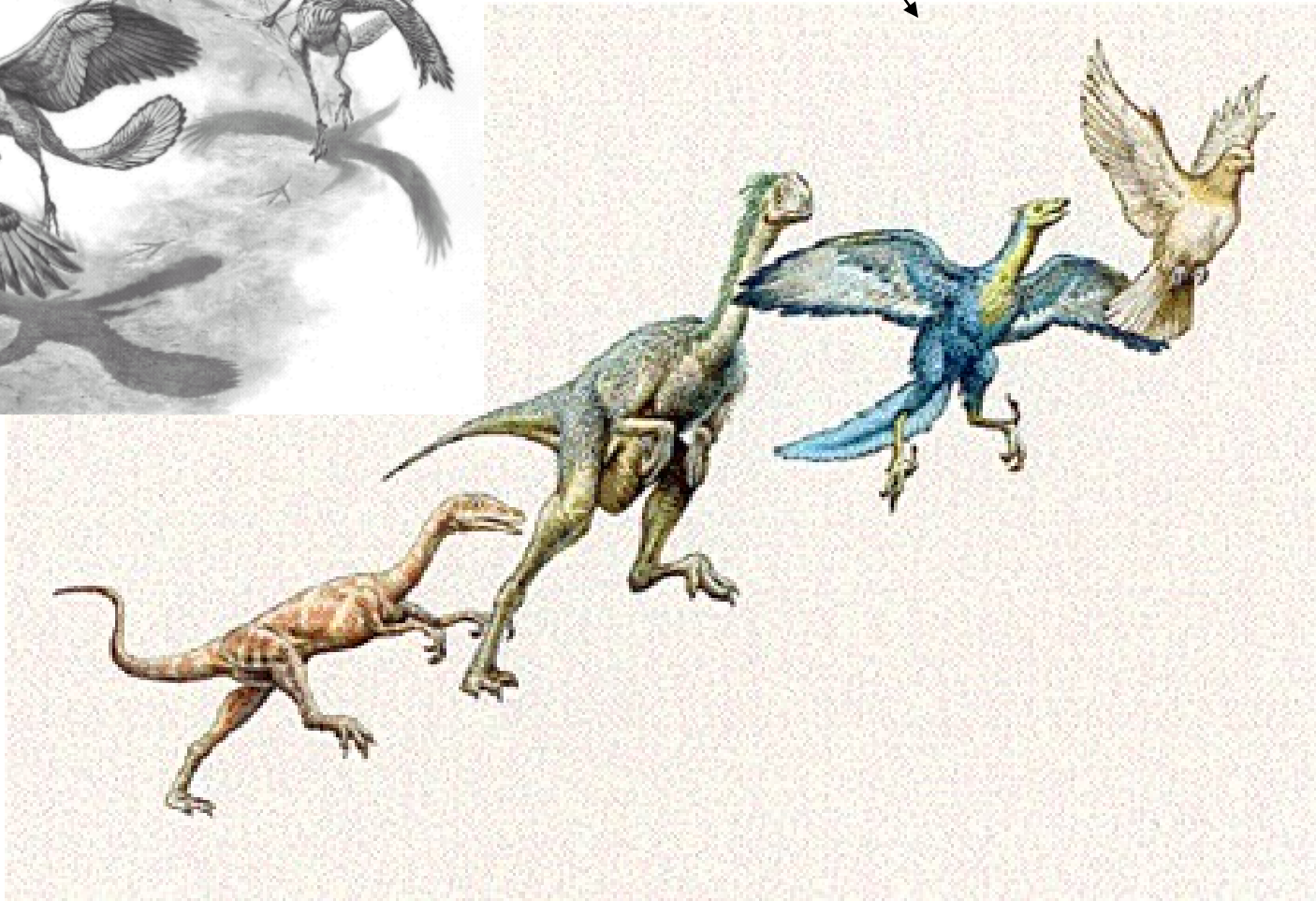
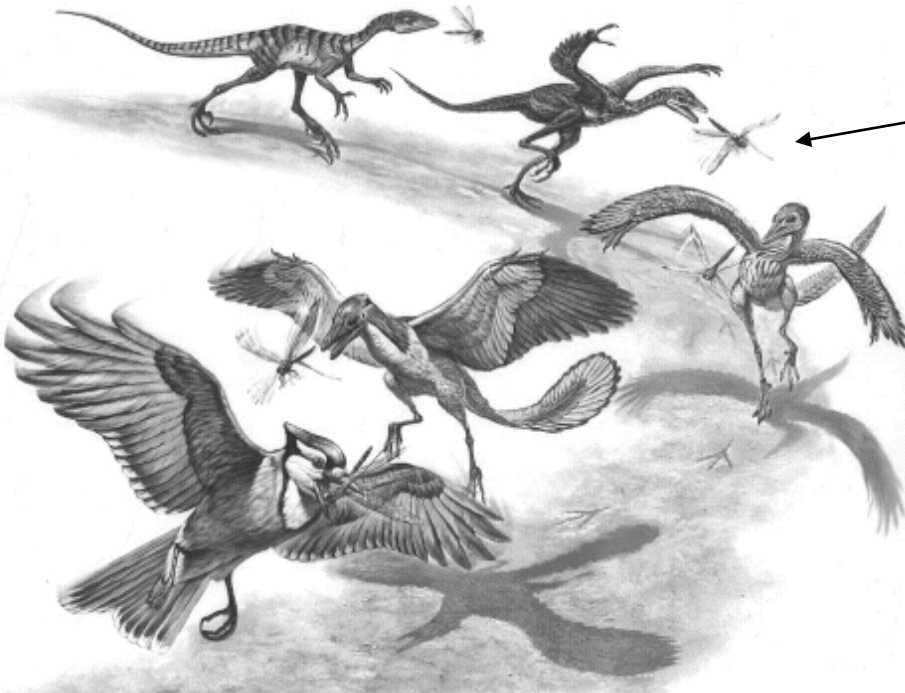
***Quetzalcoatlus*, Mexico – rozpětí křídel až 18 m, rekonstrukce**

**Biologie pterosaurií  
byla podobná ptačí (?)**

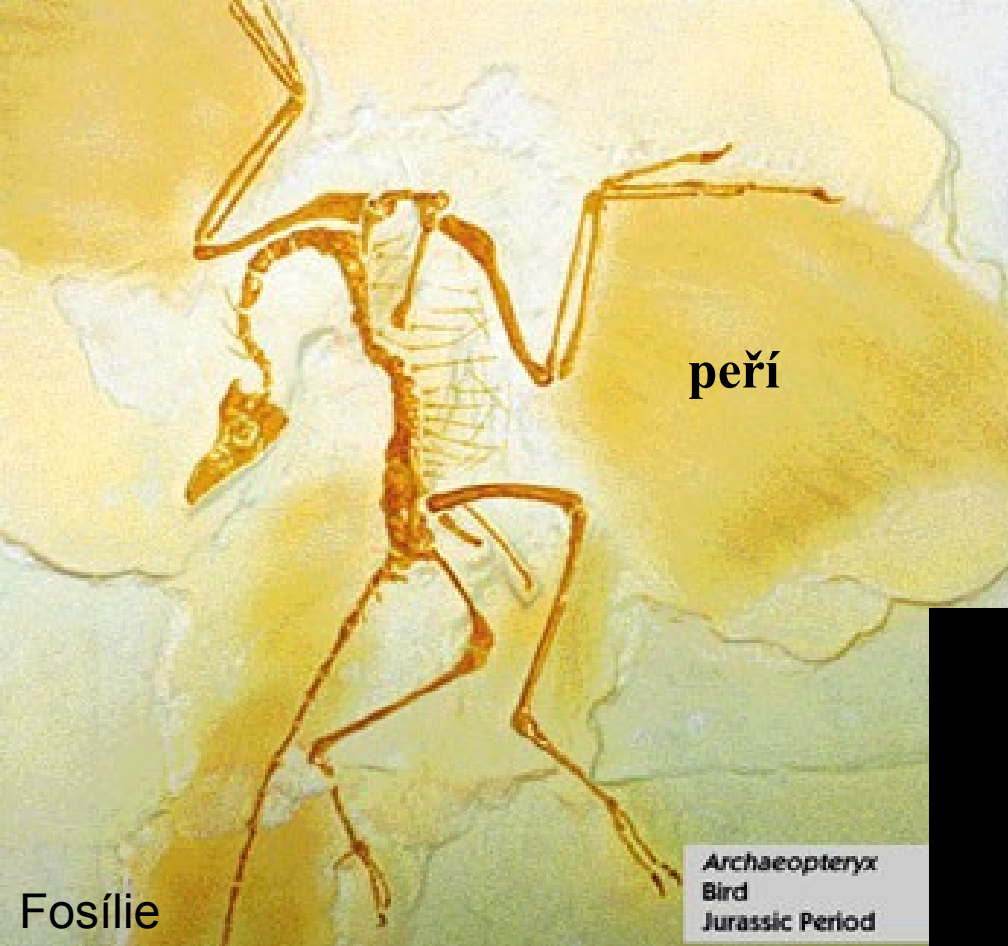


# Teplokrevní dinosauři, osrstění, opeření => cesta k letu a vznik ptáků

Kurzikolní hypotéza



# Pokusy o létání



peří

Archaeopteryx  
Bird  
Jurassic Period

Fosílie

## *Archaeopteryx*

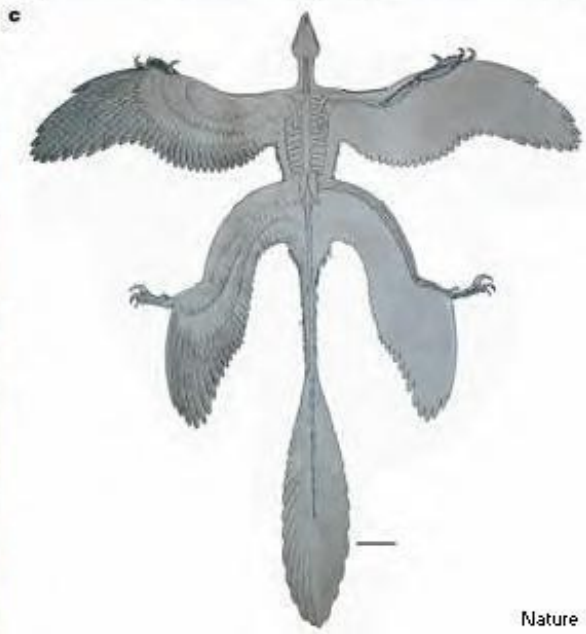
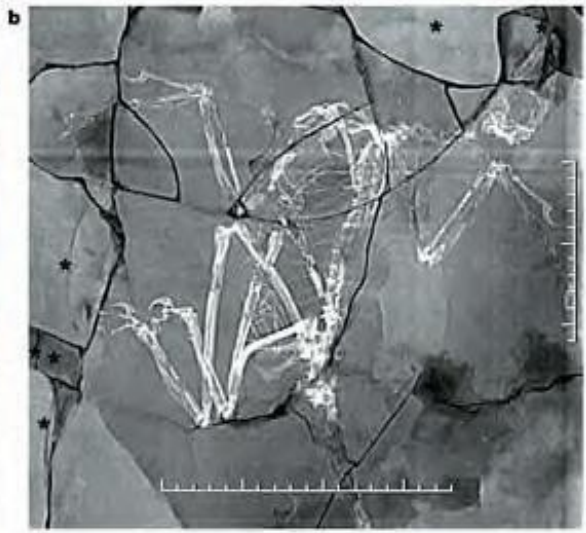
Jura, Solnhofen,  
Bavorsko,



Možná rekonstrukce

Copyright © 1999 by Joe Trovati and Jeff Poppinga

peří →



*Microraptor guyi*, sp. křída, Liaoning, Čína

## Počátek křídy: praví ptáci



*Confuciusornis sanctus*  
(spodní křída, Čína)  
(pohlavní dimorfismus)



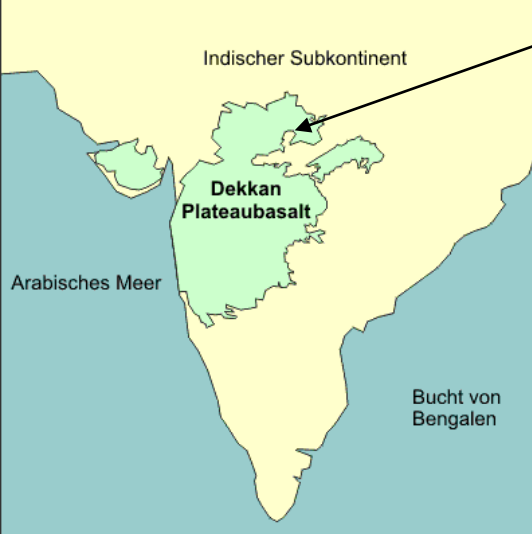
samec

samička

rýdovací pera

### **Confuciusornis sanctus**

An aura of feathers surrounds a male, at left, and a female bird that lived more than 120 million years ago. Their size difference and the male's long tail feathers show that sexual dimorphism may have existed in birds at least since that time.



**Dekkanské trapy** (SZ Indie), jedna z největších vulkanických oblastí světa. ~2. 000 m mocné ploché uložení láv. Objem čedičů odhadován na 512. 000 km<sup>3</sup> => znečištění atmosféry plyny a prachem + nabourání globálního ekosystému v křídě

(srovnání: 1980 erupce Svaté Heleny produkovala 1km<sup>3</sup> vulkanického materiálu).



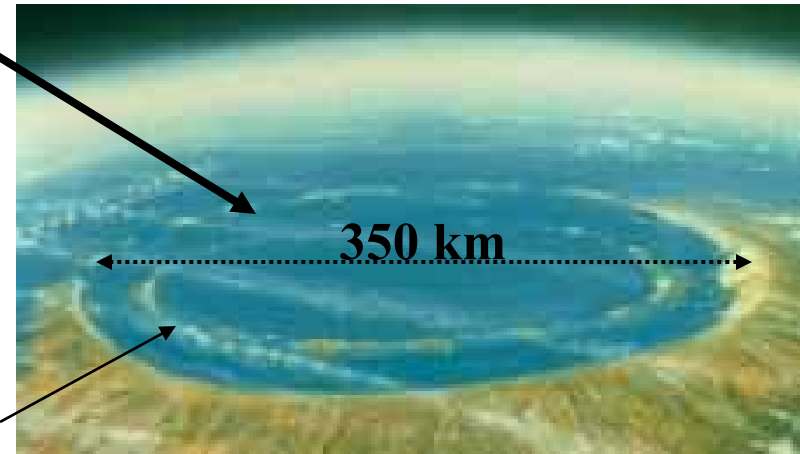


# Impakt mimozemského tělesa



## 65 Ma, Křída/Paleogén

Mexický záliv, poloostrov Yucatán, kráter Chixculub, impakt tělesa ~ 10 km v průměru, následky – V. masové vymírání



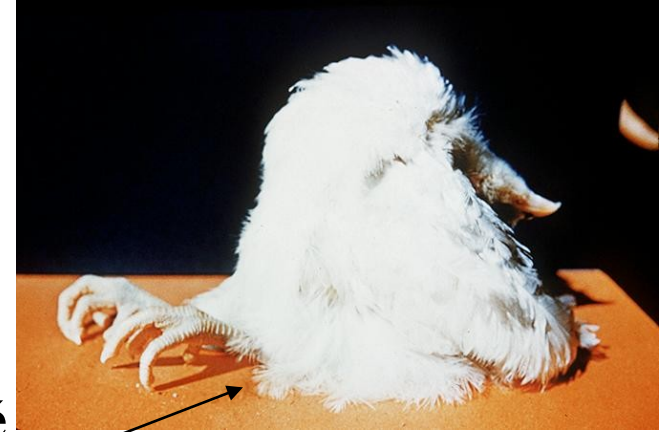
vnitřní prstenec



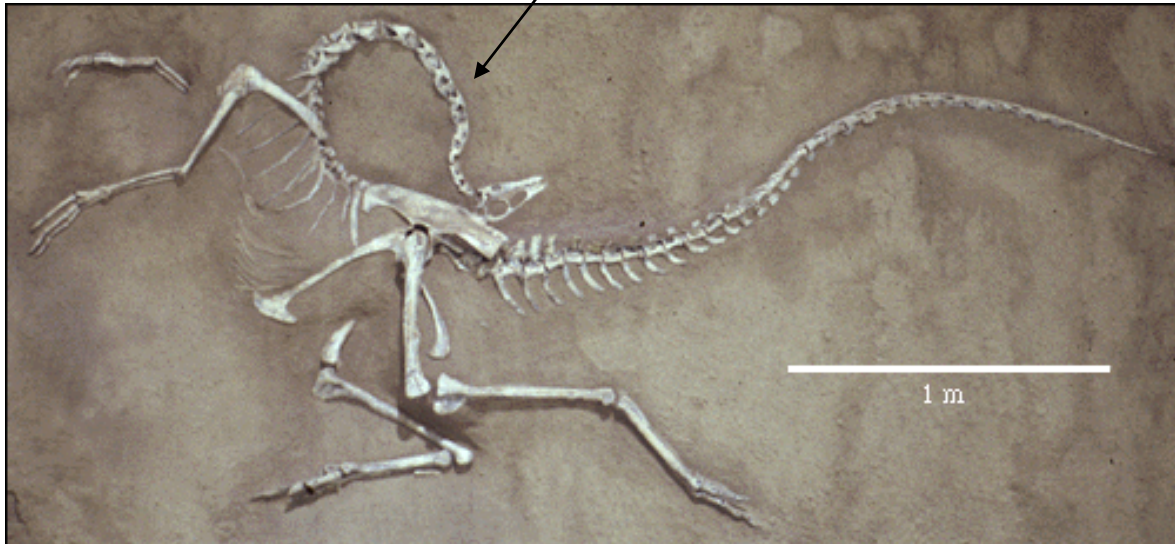
Člověk – tyfus  
(obraz Bell 1809)

## opisthotonus ? svědectví

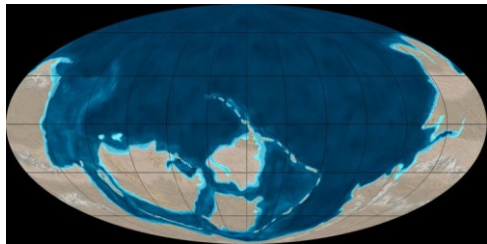
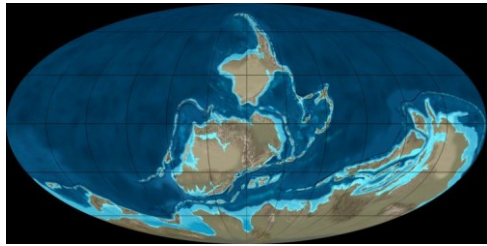
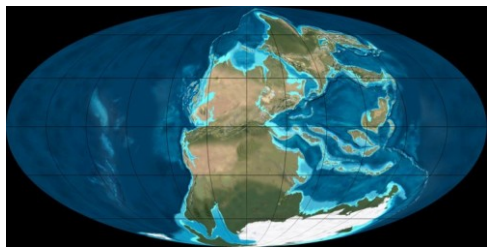
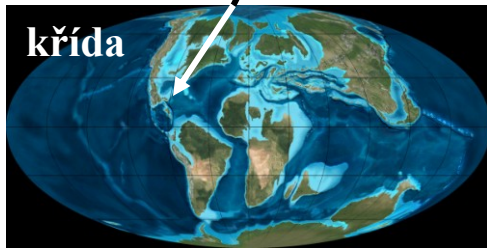
křeč zádového  
svalstva ve smrtelné  
extázi (poškození mozku  
v důsledku otravy,  
nedostatku kyslíku etc.)



Pták – recent,  
nedostatek thiaminu



*Struthiomimus altus* – křída (Amerika), teropodní dinosaur cca „pštrosího vzhledu“  
– interpretace: otrava při sopečném výbuchu (?) (podle [www.Ideo.columbia.edu](http://www.Ideo.columbia.edu), 2007)

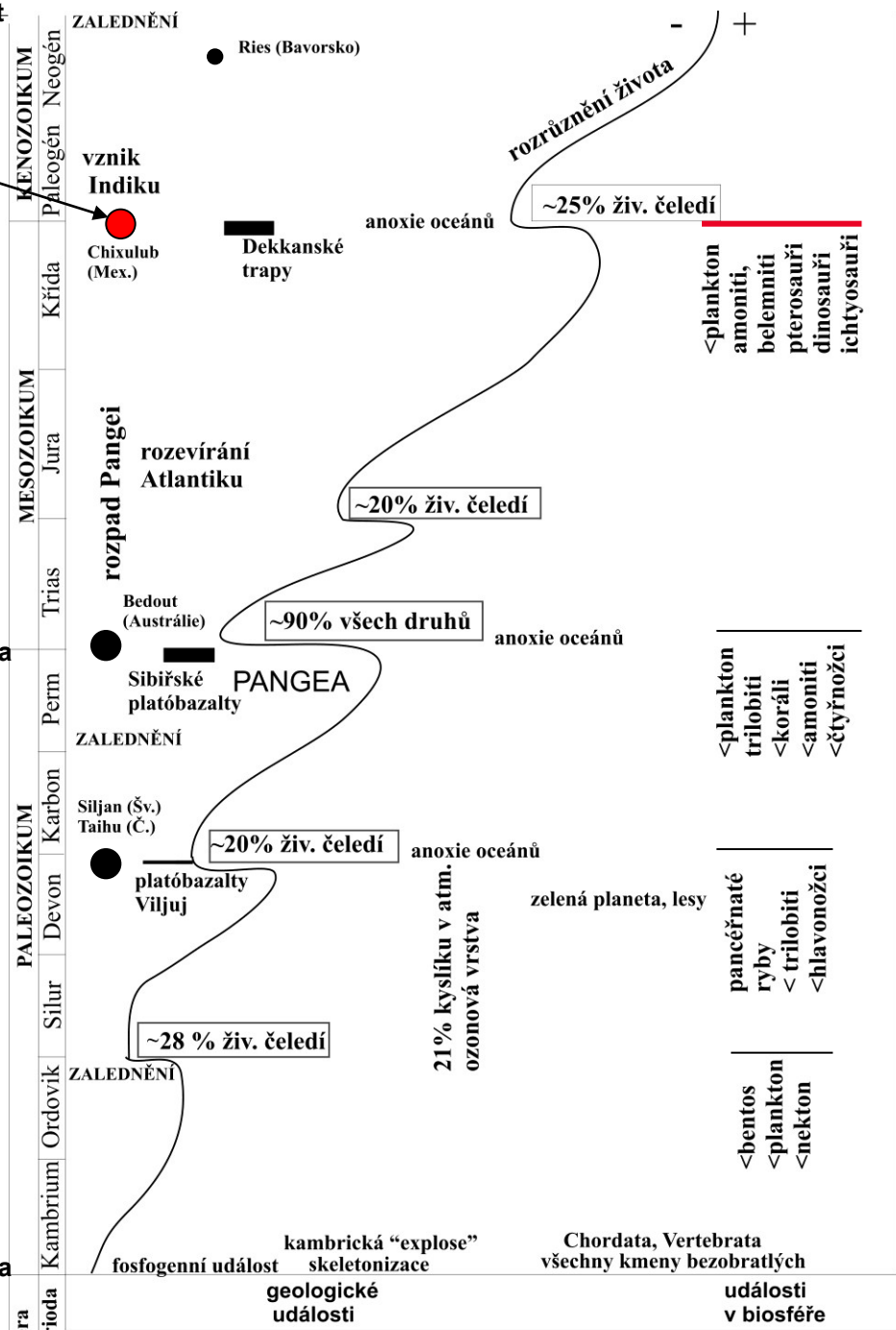


recent

66 Ma

250 Ma

542 Ma



**Biotické krize**

**V.vymírání**

**IV.vymírání**

**III.vymírání**

**II.vymírání**

**I.vymírání**

**FANEROZOIKUM**

# **V. Hromadné vymírání, KŘÍDA/PALEOGÉN (66 Ma):**

**Vymírají:**

**amoniti, belemniti, dinosauři, pterosauři, ichtyosauři**

**a**

**převážná většina planktonních organizmů.**

**Celkem z planety mizí 25 % všech živočišných čeledí.**

**Příčiny:**

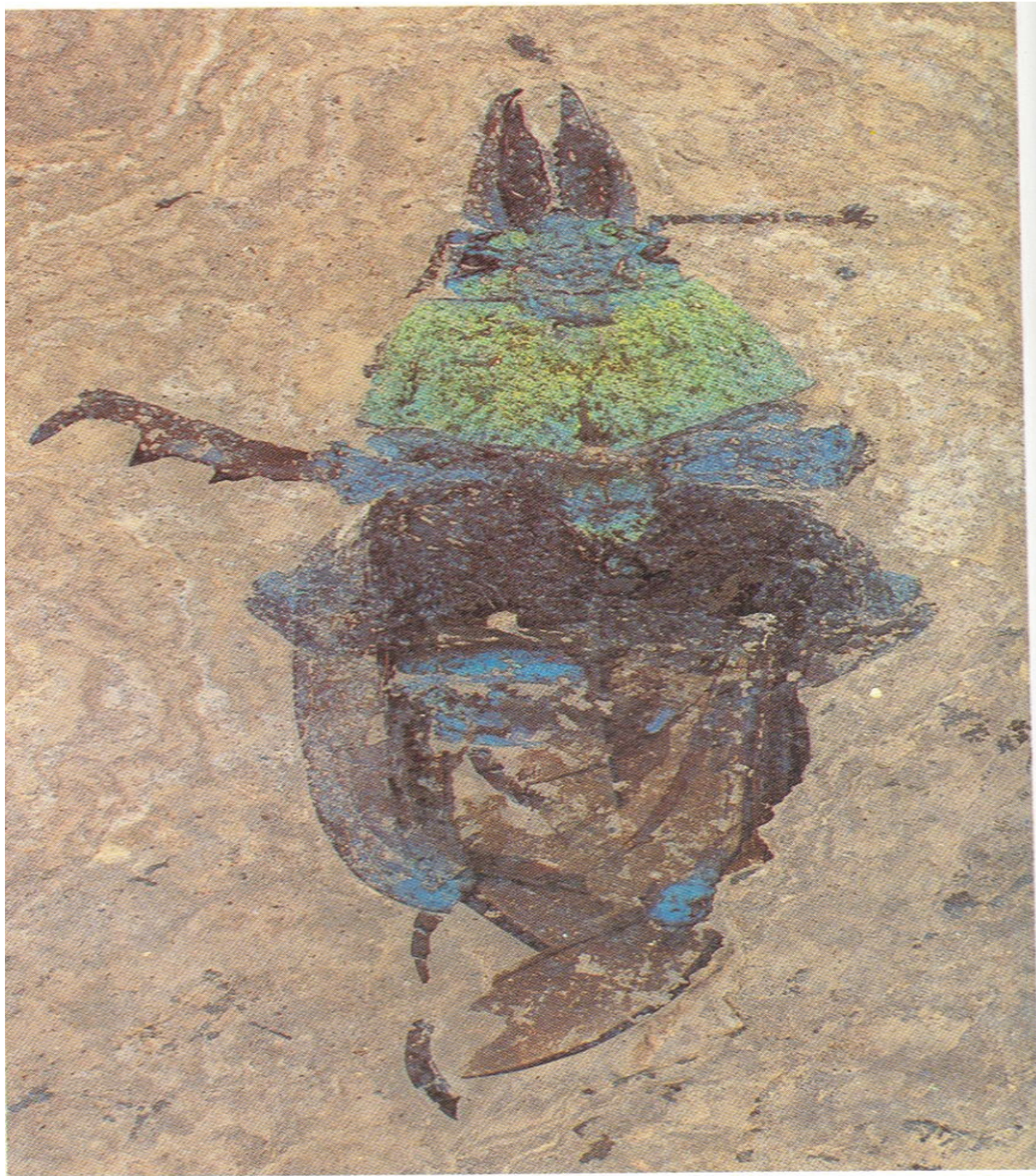
- impakt (Chixculub)**
- obrovské výlevy čedičů (trapy – Indie)**
- silná anoxie oceánů**
- vztahy uvnitř biosféry např. hypotéza: hmyz – přenos parazitů + epidémie (leishmanióza, malárie) na velké plazy**



**Uvolnění životních prostor v oceánech i na kontinentech = prudký rozvoj nových skupin organizmů především III. moderní fauny během paleogénu a neogénu:**

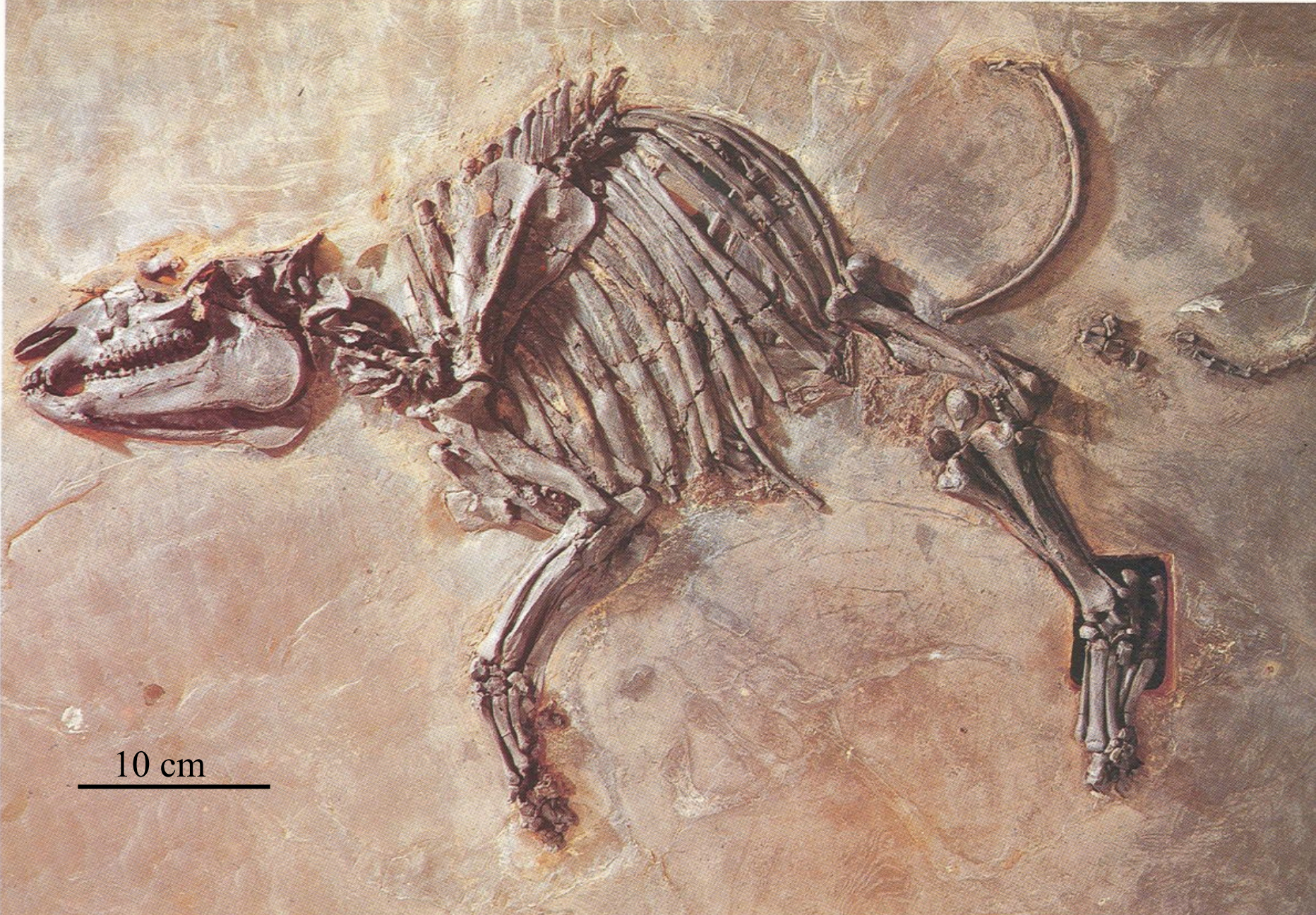
- oceánský plankton (mikroorganizmy), kostnaté ryby (zcela nahradily biologicky hlavonožce), savci (země, voda, vzduch), ptáci (vzduch, země, voda)**
- ve spolupráci s nimi rozvoj krytosemenné flóry (trávy, kvetoucí rostlinstvo)**

**Fosilní „nosorožík“,  
Messel (Německo),  
Eocén (~ 48 Ma)**





***Palaeopython* – fosilní krajta, Messel (Německo), eocén (~ 48 Ma)**



***Propalaeotherium* – „prakoník“, Messel (Německo), eocén (~ 48 Ma)**



*Sahelanthropus*

~6,5 Ma

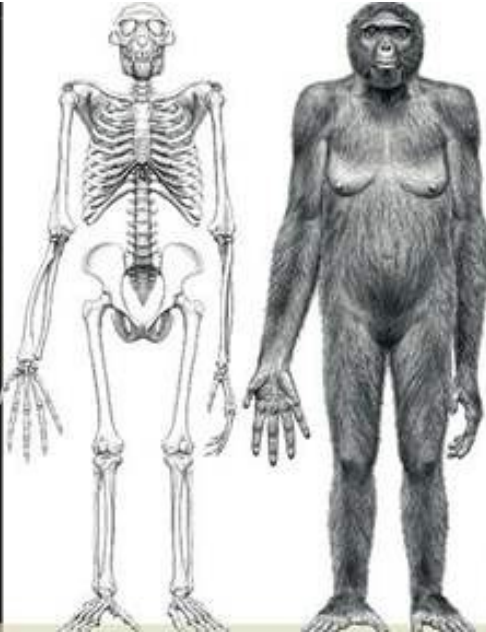
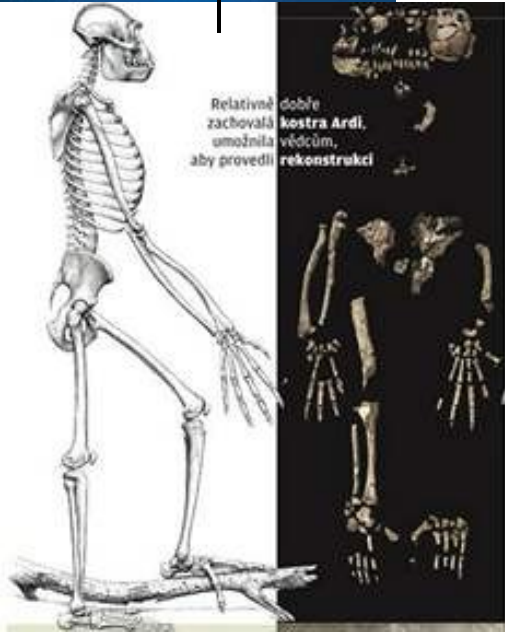


Orrorin

srovnání stehenní  
kosti šimpanze a Orrorina

šimpanz

*Orrorin tugenensis* (6 Ma, V. Afrika, chůze po dvou )



„ARDI“

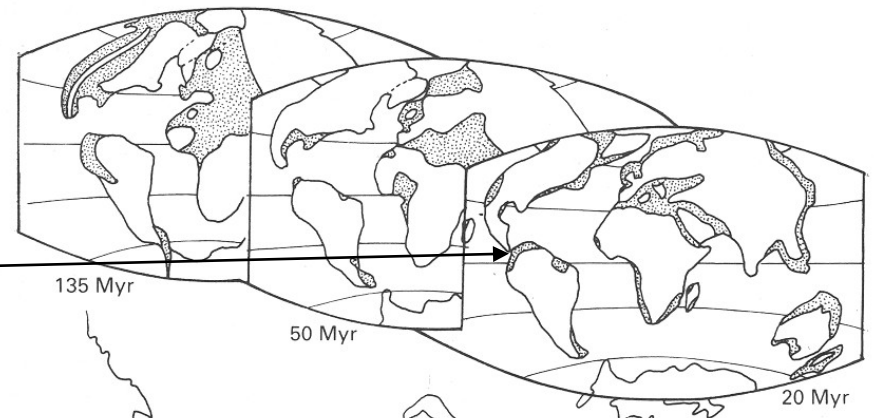
*Ardipithecus ramidus* - 4,4 Ma

(*A. kadaba* - 5,6 Ma)



# Velká americká výměna

spojení S. a J. Ameriky  
pohybem litosferických desek  
- vznik Panamské šíje (3Ma)

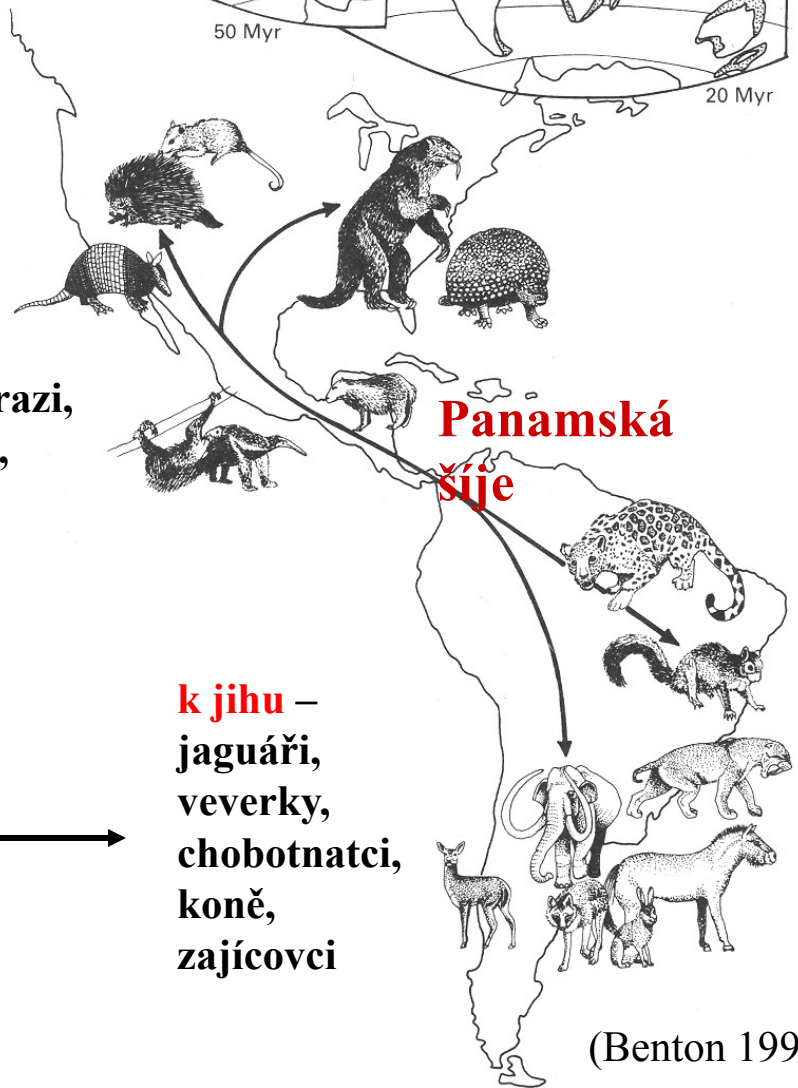


**k severu** –  
hmyzožravci, dikobrazi,  
pásovci, glyptodonti,  
pozemní lenochodi,  
mravenečníci

**Pohyb** skupin savců  
po vytvoření  
pevninského mostu (~ 3 Ma):



Řada skupin jihoamerických savců  
vymírá



**Panamská  
šíje**

**k jihu** –  
jaguáři,  
veverky,  
chobotnatci,  
koně,  
zajícovci

(Benton 1997)





**Městečko Ries (Bavorsko) v kráteru po impaktu před 14,9 miliony let, vltavíny**

# Život jako tvůrčí geologický faktor

- **Život** (biosféra, noosféra ) se **podílí na vlastnostech** a charakteru - **atmosféry** (např. volný kyslík),
  - **hydrosféry** (kyslík, koloběh CO<sub>2</sub>, etc.),
  - **litosféry** (tvorba hornin, ložisek),
  - **geologických procesů** (transport látek, organizmy s fotosyntézou se dnes podílejí na geochem. energ. cyklu 3x více než čistě geologická aktivita Země )
- Všechny sféry spolu vytvářely v historii Země 2 velké **globální ekosystémy** (á 2 Ga).
- Součástí interakcí sfér jsou i **katastrofické změny**, které v živé složce mají ráz **biotických krizí**. Tato dynamika však kolísá v mezích, které nikdy nepřekročily podmínky pro zachování života na Zemi.

# Hromadná vymírání a jejich vztah k událostem na Zemi

- Definice HV = **vymizení** relativně velkého procentuálního podílu druhů (30 %) různých skupin tvorstva během **krátkého úseku** geologického času (desítky tisíc až milionu let) v **globálním měřítku**

HV jsou spojena s:

- změnami úrovně oceánské hladiny – deskovou tektonikou
- změnami směrů oceánských proudů => klima, anoxie moř. vody
- zaledněními (chladná:teplá období)
- vysokou vulkanickou aktivitou (trapy)
- mimozemskými impakty
- stavem biosféry a jejích vnitřních vztahů

**HV nastávají při kombinaci a souběhu vyjmenovaných událostí**

# Závěry

## (co si trvale uvědomovat)

- **Naše planeta:** stav termodynamické, geofyzikální, geochemické, biologické nerovnováhy (v jistých mezích) = **otevřený dynamický systém**, který se neustále vyvíjí
- neustálá tvorba nových struktur, v každém okamžiku nabývá planeta novou tvář, odlišnou od předchozích i následujících = **evoluce**
- **nevratný proces** (není cesta zpět)
- **obraz planety** není jen příčinou, ale i **výsledkem života**

### Závěry v etické oblasti (člověk):

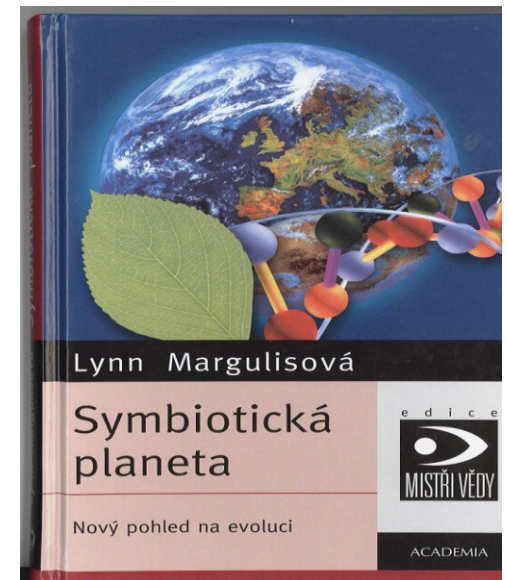
- **respektovat evoluci** (včetně vymírání)
- **vyhnout se globálnímu úderu** planetárnímu ekosystému
- **rozvíjet manipulaci s informacemi rychleji než spotřebu energie** (volit správnou životní strategii)

## Co číst (doporučená literatura):

Gould S. J. (1998): Dějiny planety Země. – Knižní klub Praha, 265 stran. Praha.

Lovelock, J. E. (1993): GAIA – nový pohled na život na Zemi. – Abies Publishers (ISBN 80-88699-03-7), 175 stran. Praha.

Margulisová, L. (2004): Symbiotická planeta. – Edice Mistři vědy, Academia, Praha.



Paturi, F. R. (1995): Kronika Země. – Fortuna Print s.r.o. , 576 stran. Praha.