

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

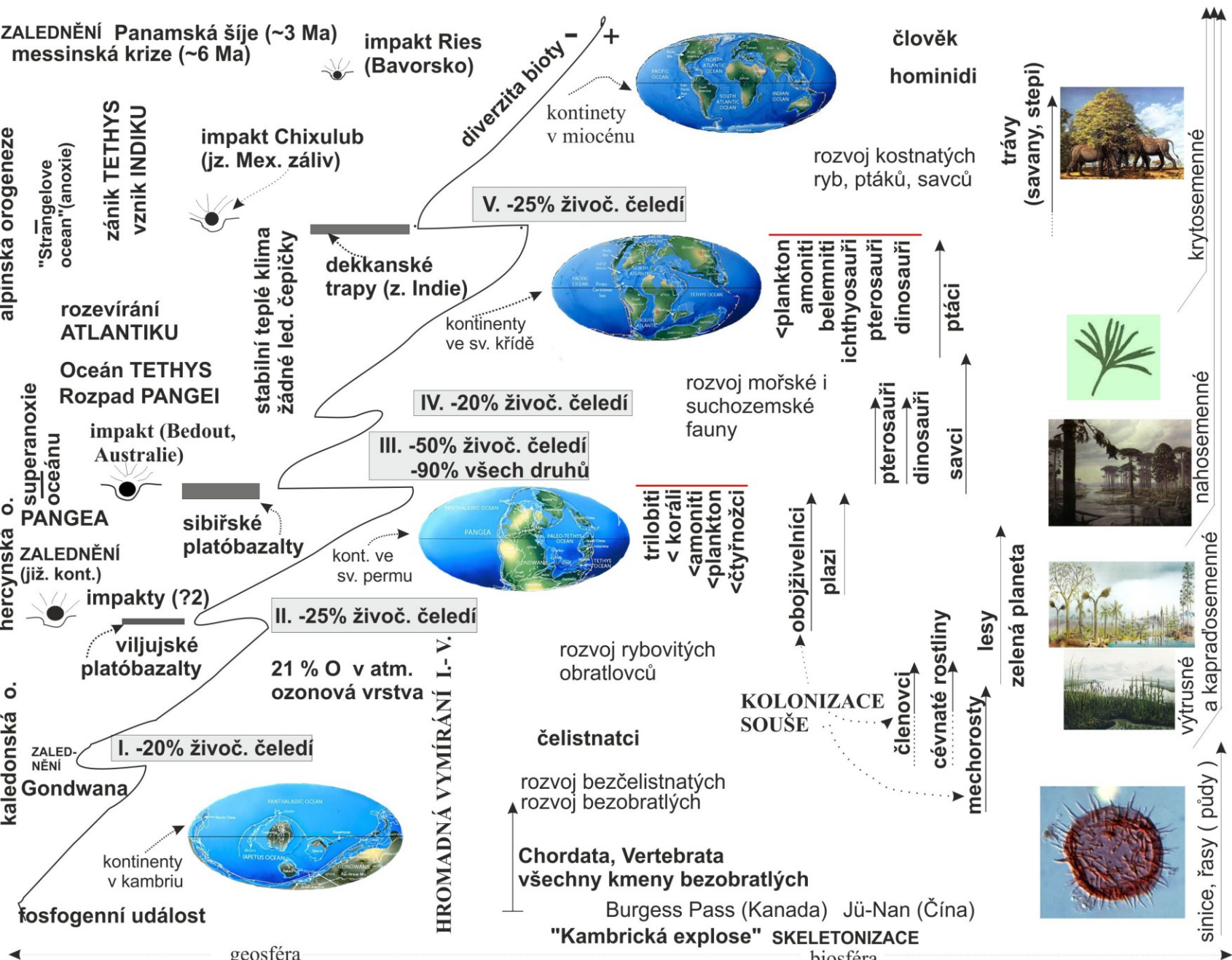
Jura-křída

Rostislav Brzobohatý

Výběrovka 15

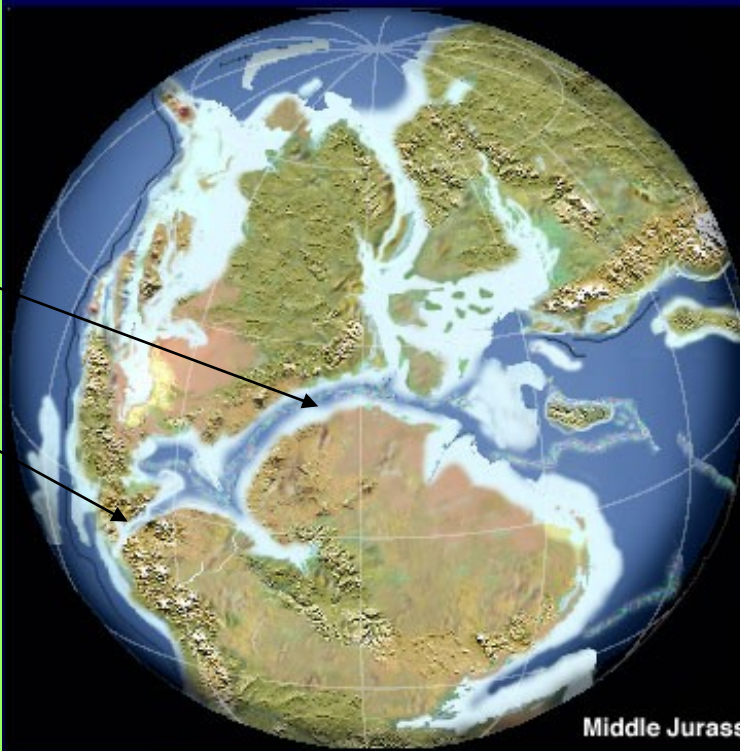
JURA (200 - 142 Ma) - KŘÍDA (142 - 65 Ma)

J-Cr



JURA

- Tethys se rozevívá k Z
- vznik Atlantiku
propojení Tethys a Pacifiku
- tříštění Gondwany pokračuje
- nástup alpínské orogeneze
- klima teplé, cykasy až 60 st. sš.



Middle Jurassic (170-160 Ma)



Middle Jurassic 160 Ma

Late Jurassic 152 Ma



Ve svrchní juře byl Alantik úzkým oceánem oddělujícím Afriku od Severní Ameriky. V. část Gondwany se odděluje od z. části.

KŘÍDA

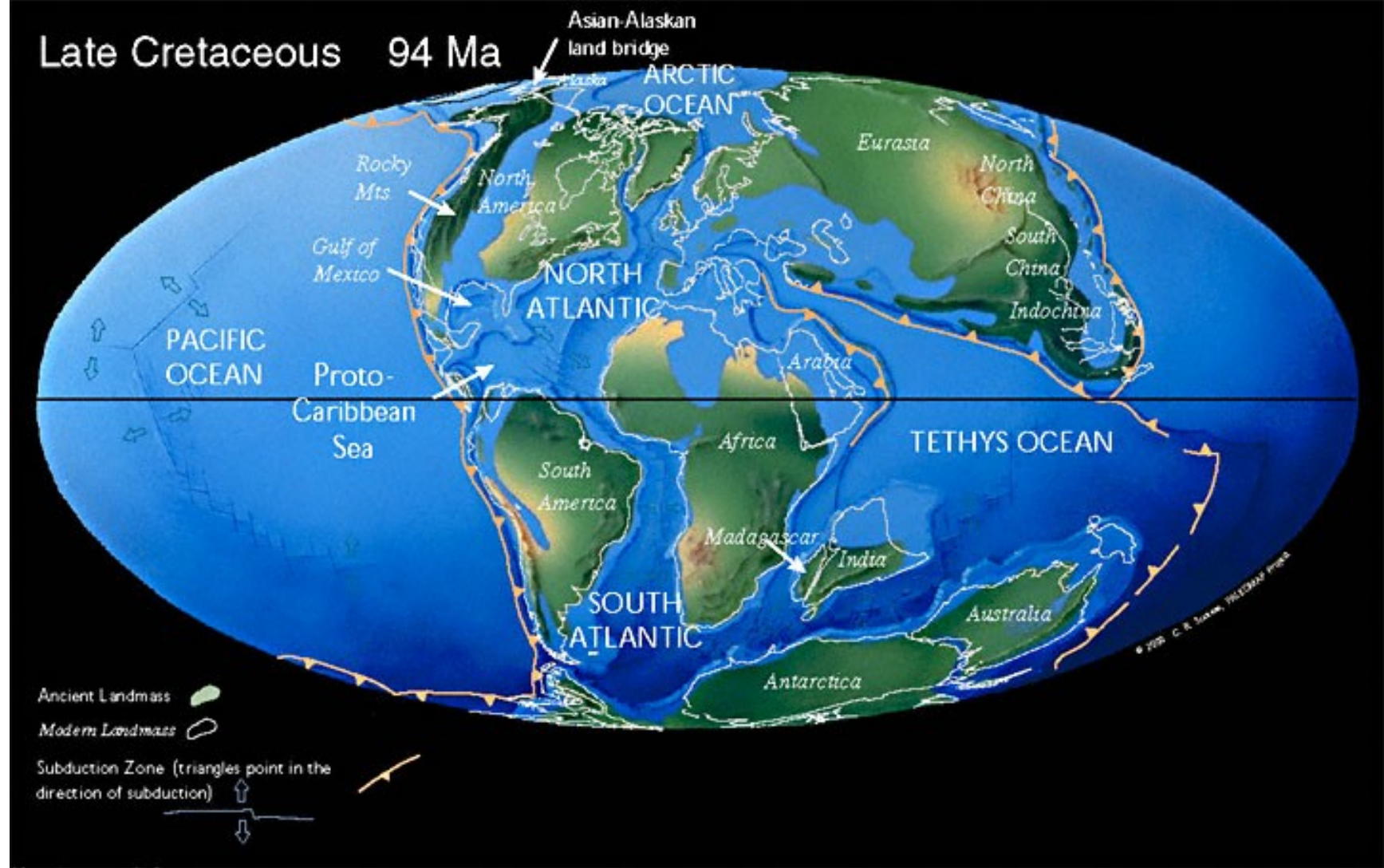
- blok Antarktida, Indie a Austrálie se separuje od Afriky
- alpínská orogeneze sílí
- distribuce placentálů
- klima velmi teplé, cykasy až 70 st. Sš.



Early Cretaceous (125-115 Ma)



Early Cretaceous 130 Ma



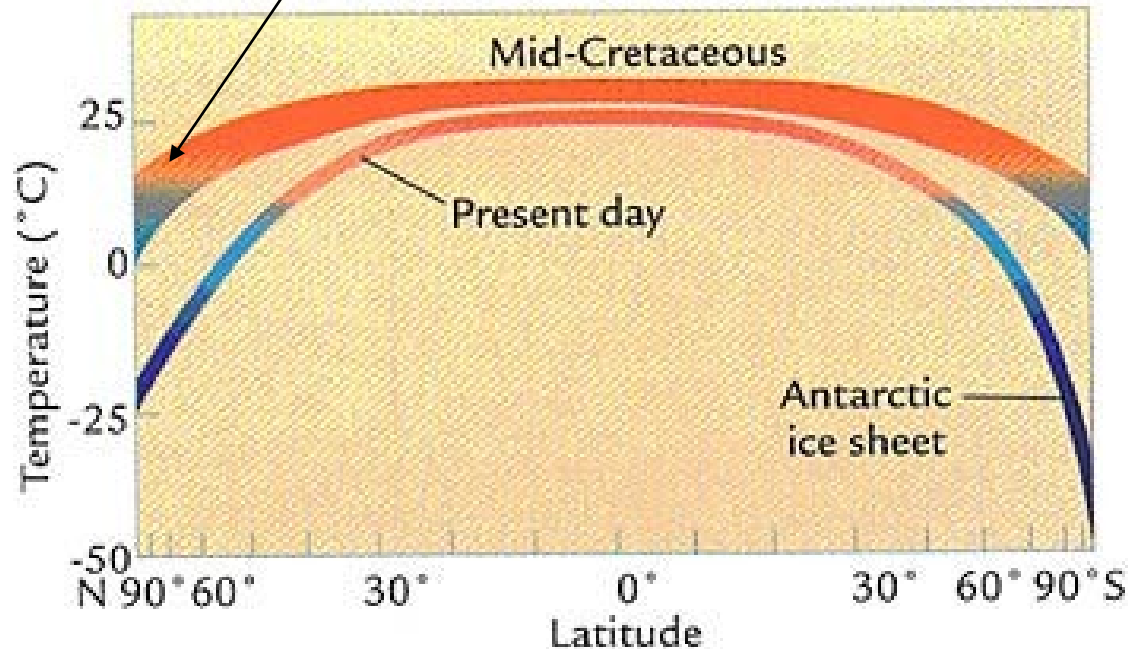
Souhrn:

Během křídý se otevřel Jižní Atlantik, Indie oddělila od Madagaskaru a švenkovala k SV k Eurasii, Severní Amerika byla ještě spojena s Eurasií a Austrálie s Antarktidou. Desková tektonika => otevření Severního ledového oceánu a Indiku, počátek orogeneze alpské v oblasti Tethys a andské v oblasti styku pacifických a amerických desek.

Klima v juře a křídě

Jura - teplejší než dnes, teplomilné cykasy až k 60 st. sev. šířky, teplomilná flóra též v Gondwaně a Sibiři.

**Křída – teplá a vlhká, subtropická vegetace až k 70 st. sev. šířky.
Konec křídý – prudké ochlazení – viz dále.**



ŽIVOT v juře a křídě

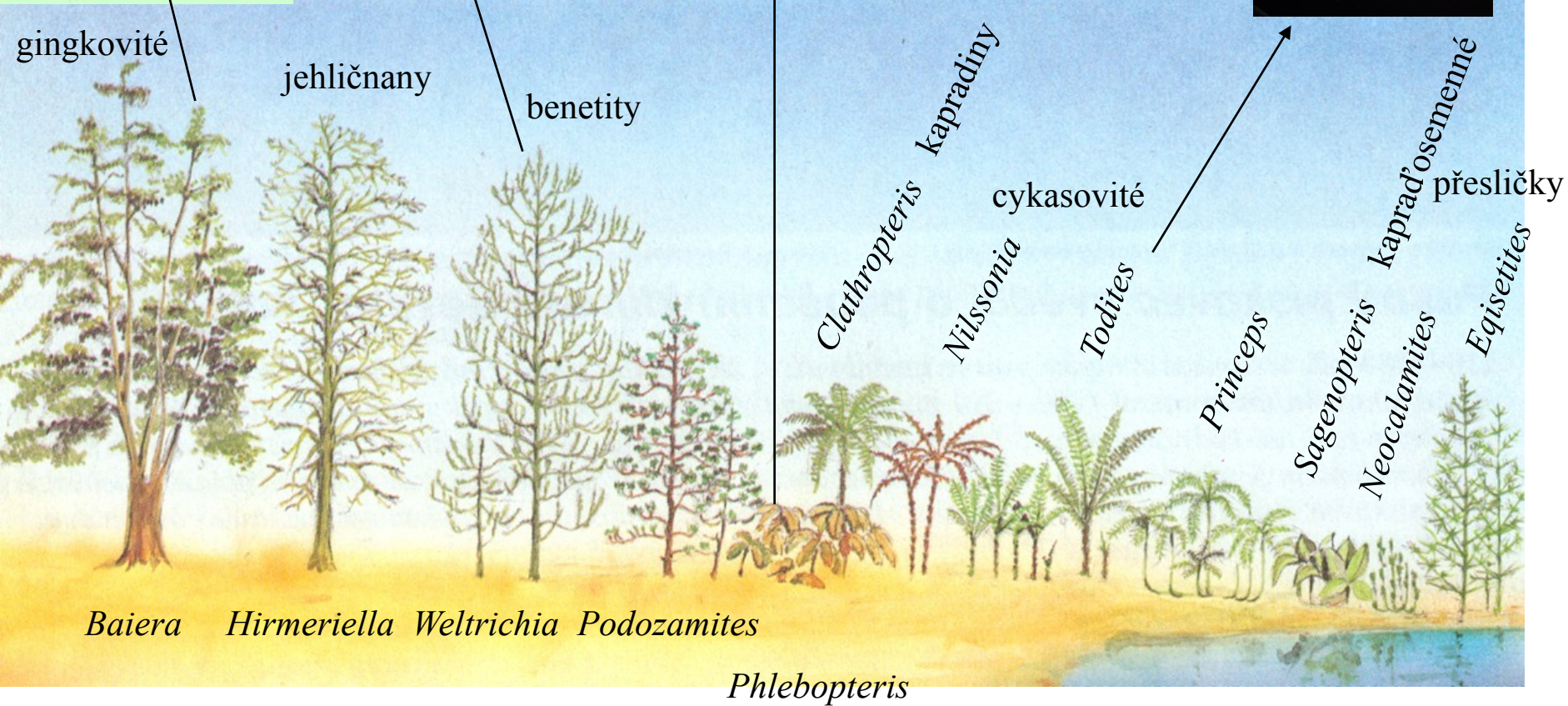
Moře:

- rozvoj planktonu: fytoplankton – rozsivky, bičíkovci, vápnitý nanoplankton - Chrysophyta; zooplankton – foraminifera, radiolárie (<Spumelaria), kalpionely
- bentos – rozvoj nepravidelných ježovek a rozlehlých porostů lilijic, v útesech pak křemitých hub (spongolity) od svrchní jury šestičetných korálů (už mělká moře, symbióza s řasami), mlžů – rudisti a další mlži s masivními schránkami, mechovek kruhoústých a oružnatých)
- nekton - explozivní rozvoj amonitů (amonitový typ švu, gigantické i heteromorfní formy), belemnitů, Teleostei se stávají dominantní skupinou ryb a tento trend trvá dodnes, žraloci se již systematicky podobají dnešním, krokodýli (většinou mořské dobře adaptované formy, značné velikosti), želvy se adaptují na mořské prostředí (+ obrovité formy), plesiosauři, ichtyosauři, mosasauridi (viz dále)

Souše:

- rozvoj hmyzu od svrchní křídly – vazba na rozrůznění krytosemenných rostlin, nově včely, mravenci, komáři
- obrovské rozrůznění dinosaurů z hlediska životních strategií, ? teplokrevnost, péče o potomstvo
- rozrůznění pterosaurů - ? teplokrevnost, osrstění
- nástup ptáků (Archaeopteryx ? a další, opositní ptáci, moderní ptáci)
- od spodní křídly placentálové a vačnatci

Typická vegetace spodní jury



Krajina v křídě ve Střední Evropě

borovice

Williamsonia (benetity, cykasům podobné)



Mantonodium (kapradiny)

Cycadeoides

Nathorstinia (kapr.)

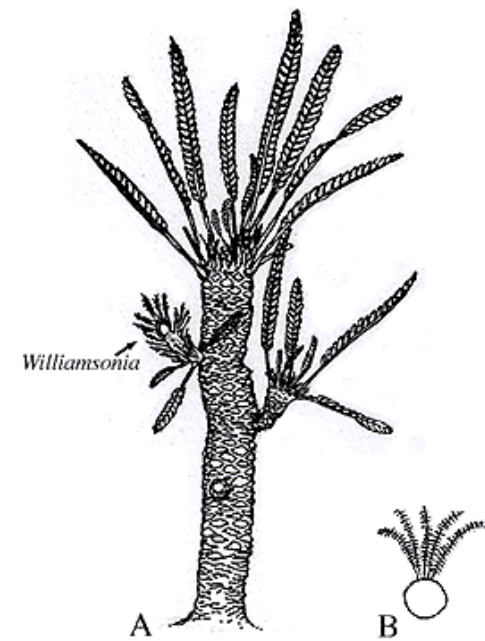
Ginkgoites sp. - křída



Ginkgo biloba - recent



Ginkgo biloba, recent



benetity



jehličnany

spodní křída

Nejstarší doložená kvetoucí rostlina

Okvětní plátky ne plně vyvinuty, semeno se začíná uzavírat do plodolistů, keřovitá, báze křídly



Archaeofructus liaoningensis

* 140-million-year-old fossil from northeast China. The leafy, seed-containing pods (carpels) are the defining characteristic of angiosperms (“seeds in vessels”).

* Petals are apparently absent, but leaf-like structures subtending each fruiting axis define them as flowers.

Enlarged view of the carpels (each is about 1 mm long) showing seeds in carpel (Sun, Dilcher, Zheng & Zhou. 1998. Science 282:1692).

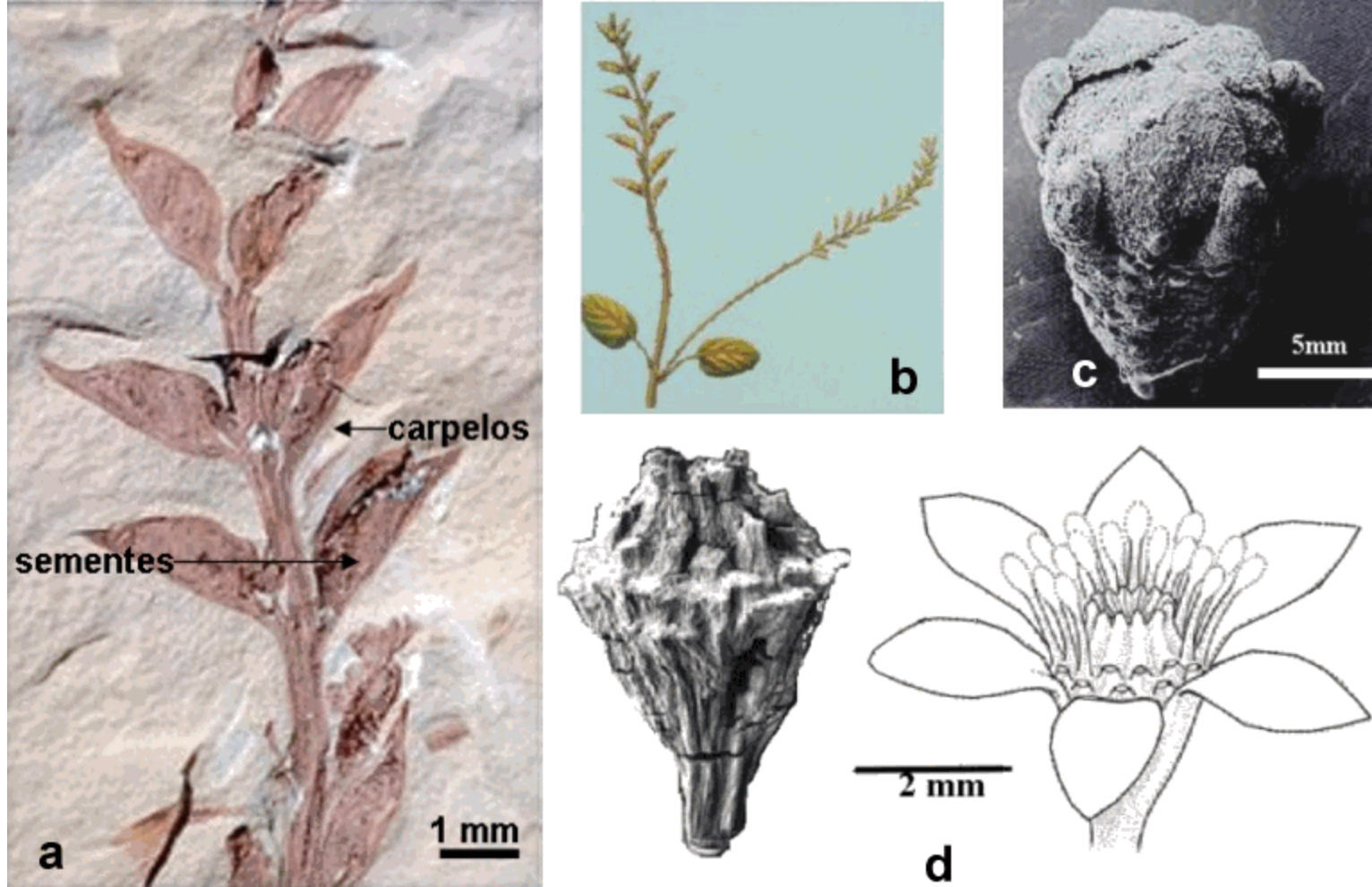
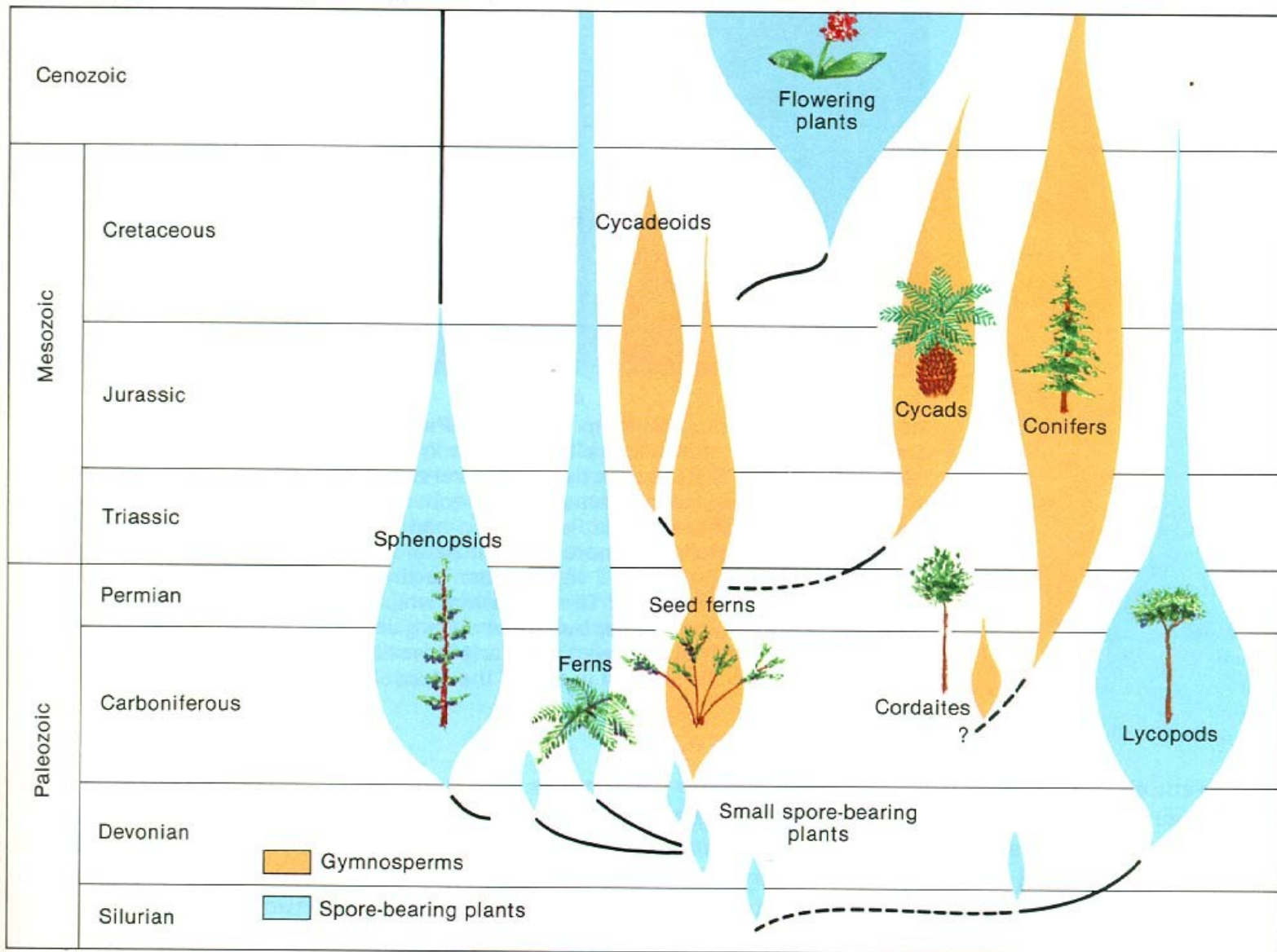


Figura 4 - a) *Archaeoфраuctus liaoningensis*, a mais antiga angiosperma conhecida, identificada no nordeste da China¹¹; b) Reconstrução de *Archaeoфраuctus liaoningensis*; c) Flor fóssil do Cretáceo inferior da Inglaterra, com sépalas e pétalas muito reduzidas¹³; d) *Nymphaeaceae* fóssil do Cretáceo de Portugal¹².

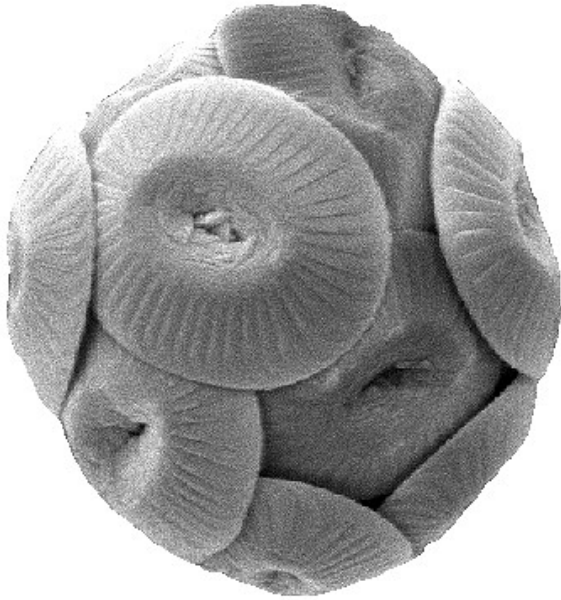


Archaeofructus sinensis,
Liaoning, ~125 Ma, apt, voda

Ve svrchní křídě již dominance krytosemenných – nástup kenofytika (převládají magnolie, myrty, platany, fikusy, palmy tj. dnešní subtropická a tropická vegetace, objevují se v palynospektrech i trávy – rozsáhlé porosty trav však ještě ve svrchní křídě chybějí)



Fytoplankton

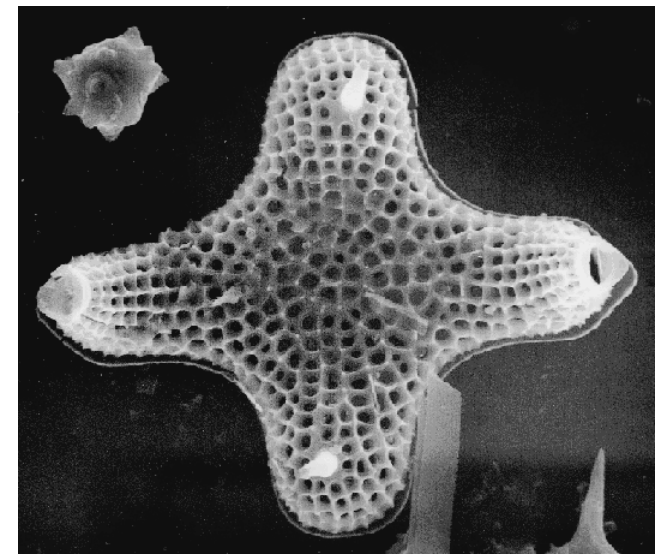
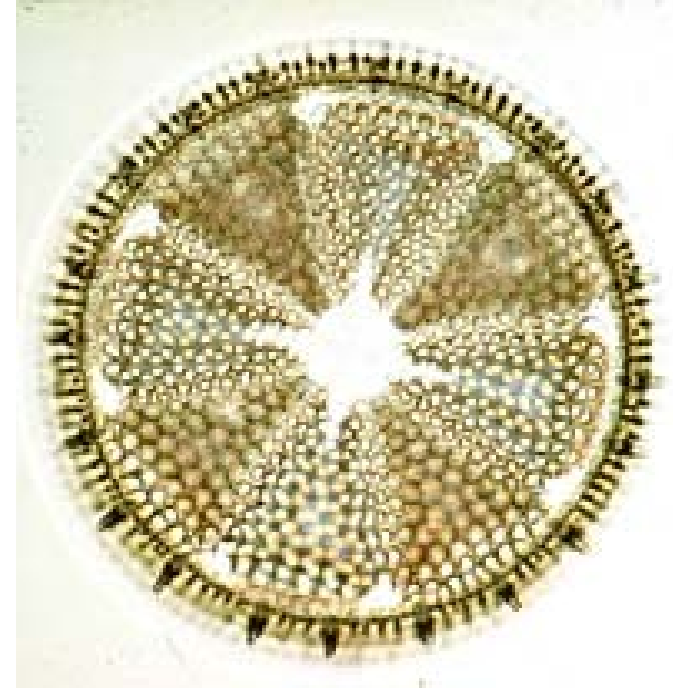


Kokolitky, hnědé řasy



Alga *Gymnodinium catenatum*

Dinophyta, obrněnky, bičíkaté řasy



Bacillariophyceae (rozsivky)

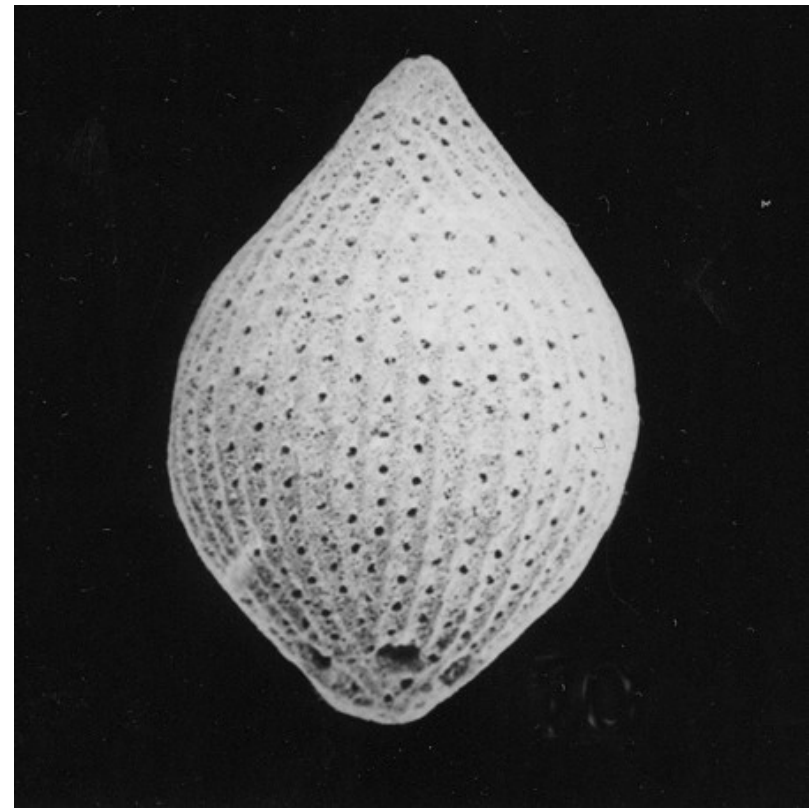
Psací křída (složeno z kokolitek a globigerin), Etretat, Normandie, křída,



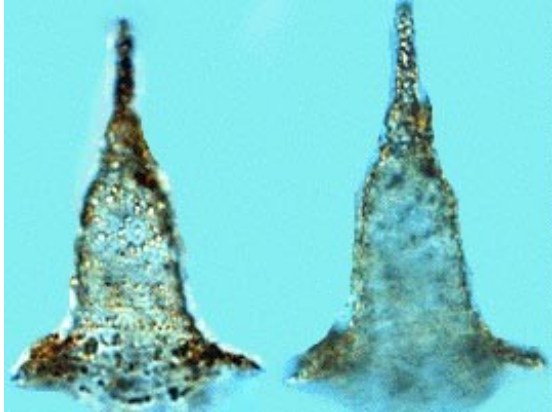
Zooplankton



Globotruncana sp., Foraminifera, sv. křída, Alicante, Španělsko



Radiolaria – expanse v juře (Spumellaria).



Codonellopsis, recent



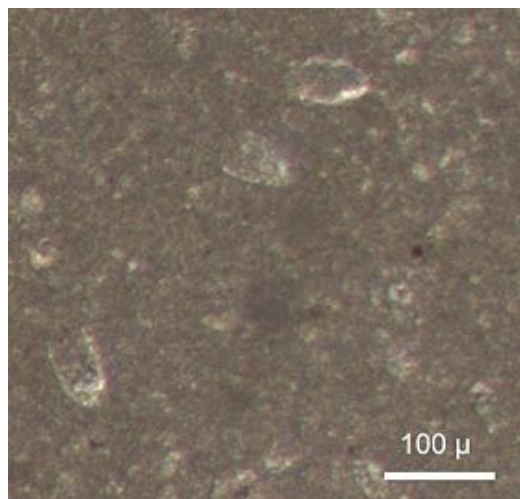
www.fisheries.go.th/cf-chan

Favella, recent

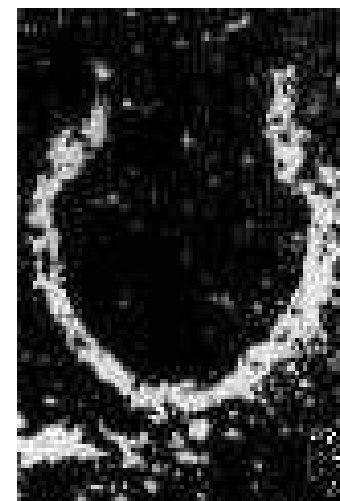
kalpionely (Tintinnida, nálevníci)



Remaniella sp.

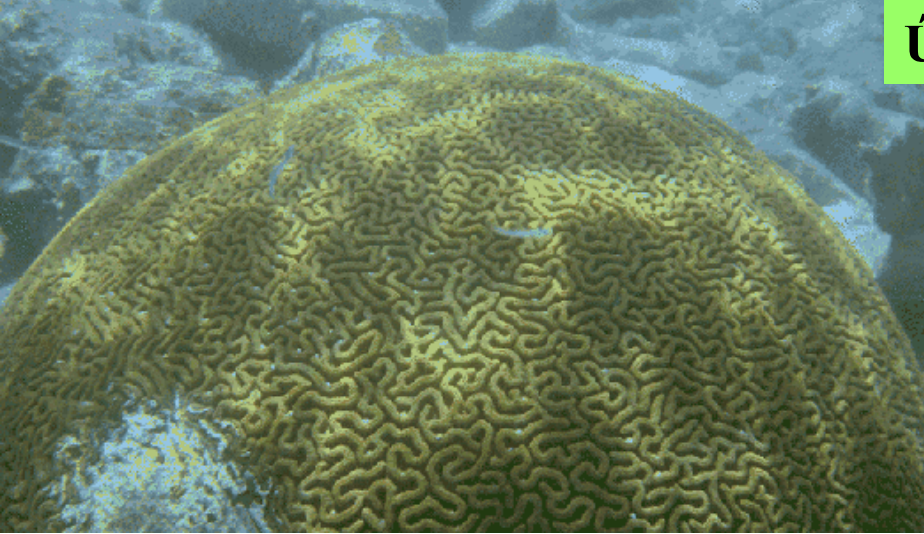


„kalpionelový“ vápenec

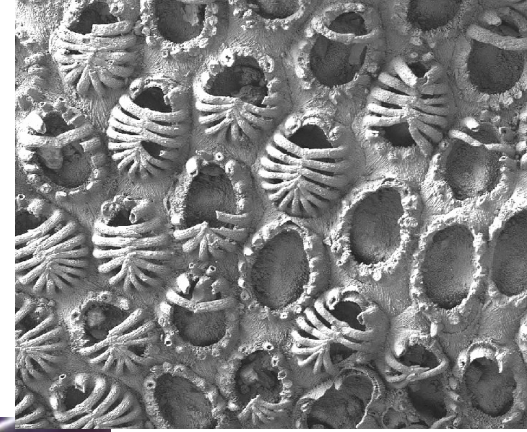


Calpionella alpina

Útesové facie křída



Hexacoralla (Scleractinia), šestičetní koráli,
od svrchní jury mělkovodní + účast na stavbě rifů



detail

**cheilostomátní
mechovky**

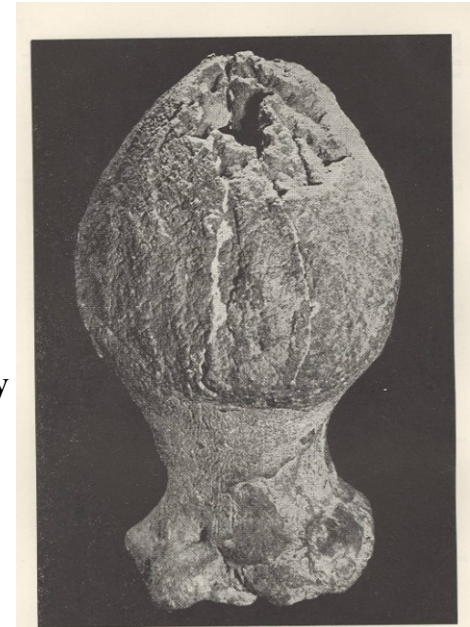


trs

Hippurites, silnostěnní mlži,
stavba imituje
solitérní korály,
křídové útesy



Siphonia, houba, křída, Čechy





Biostroma mlžů (rudistů) *Vaccinites vesiculosus* (Woodward, 1855); sv. křída, Oman (from Schumann & Steuber 1997) – mlži dočasně zatlačili při stavbě útesů korály (urgonská facie)

Hexacoralla



Aulosmilia archiaci, svrchní křída, Santa Maria, Španělsko

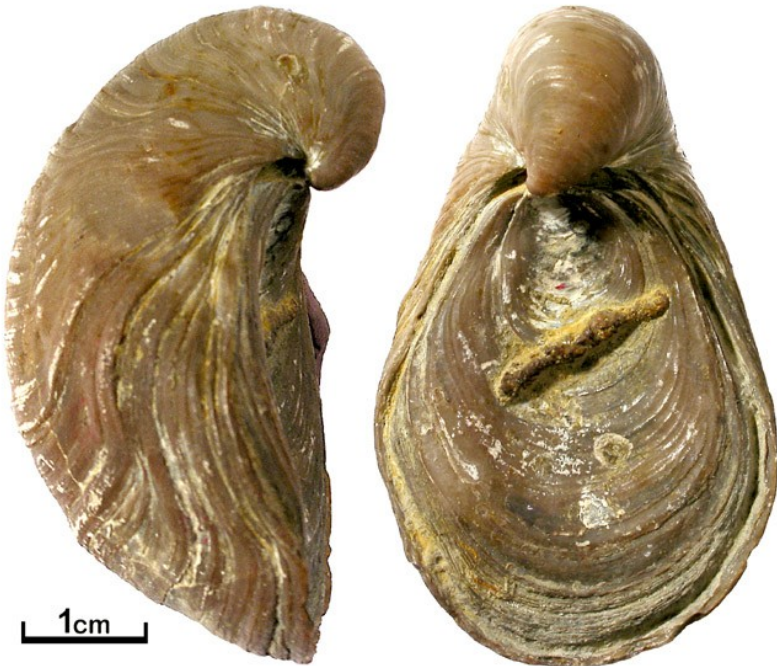
Bivalvia



Trigonia sp., jura, Polsko



Trigonia elongata, stř. jura,
Westfálsko



Gryphaea arcuata, sp.jura,



Dicerias, jura, Ernstbrunn

Stratigraficky významná bivalvia křídová



Inoceramus concentricus,
sp. křída, Francie



Inoceramus sp.

Gastropoda



Pleurotomaria constricta,
jura, Heimbach, Německo



Nerinea bruntrutana, jura, Švýcarsko

Belemniti, hlavonožci, vnitřní schránka
(rostrum, CaCO_3), rozvoj jura-křída



rostra
belemnitů



model belemnita



spodní jura



svrchní jura

Amoniti – jura, Francie



dk166 - *Pleuroceras transiens* - D / Ep : 39 (33) / ? (9) mm



dk167 - *Microdactylites gracilis* - D / Ep : 22 / 6.5 mm



dk394a - *Haugia jugosa* - D / Ep : 44 / 8.5 mm



dk093a - *Amaltheus margaritatus* - D / Ep : 46 / 10.5 mm



dk078 - *Polyplectus discoides* - D / Ep : 24 / 6 mm



dk392b - *Catacoeloceras raquinianum* - D / Ep : 15 / 6.5 mm

Ammoniti – časté jsou obrovité formy



Lewesiceras peramplum
~ 1m, křída (u nás např.
Čížovky u Boskovic)



***Parapuzosia seppenradensis* (vpravo) – největší známý amonit (průměr 1,8 m),
křída, Německo**



Douvilleiceras mammilatum
spodní křída, Troyes, Francie



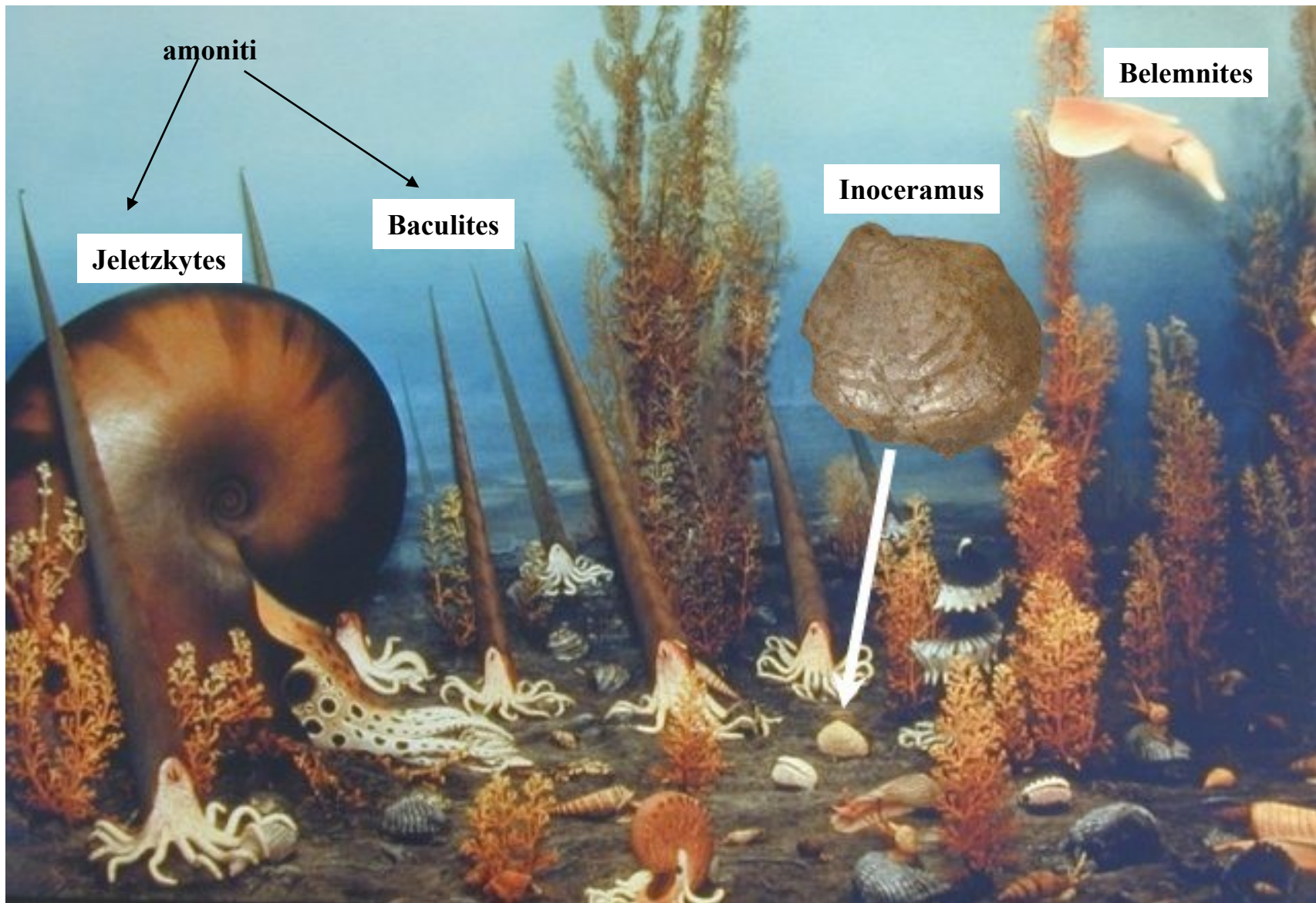
Scaphites sp., svrchní křída
Fall River, J. Dakota, USA

Amoniti – časté aberantní formy v křídě

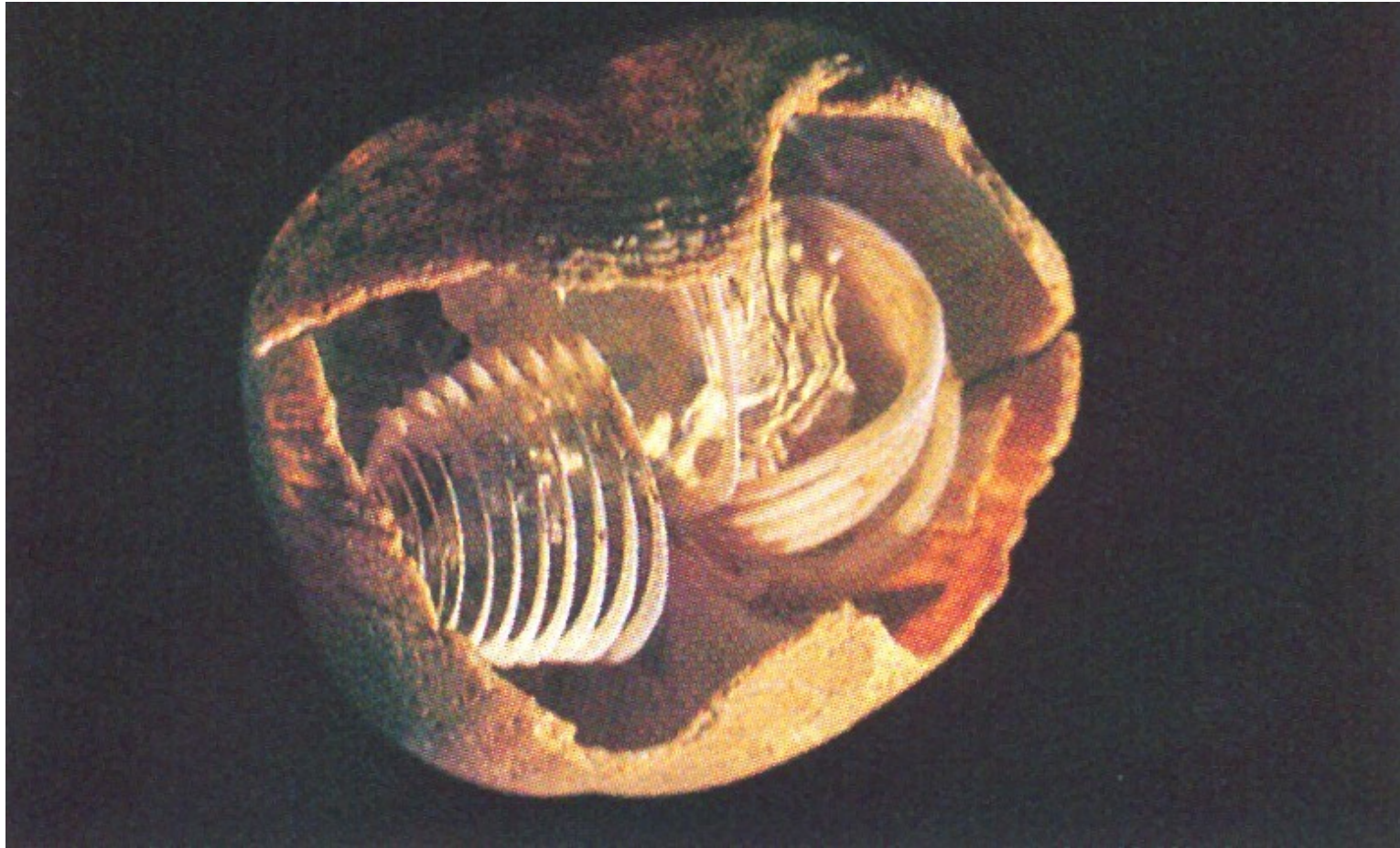


Ancyloceras, sp. křída,
Uljanovsk, Rusko

Pohled na dno křídového moře v Severní Dakotě (USA)

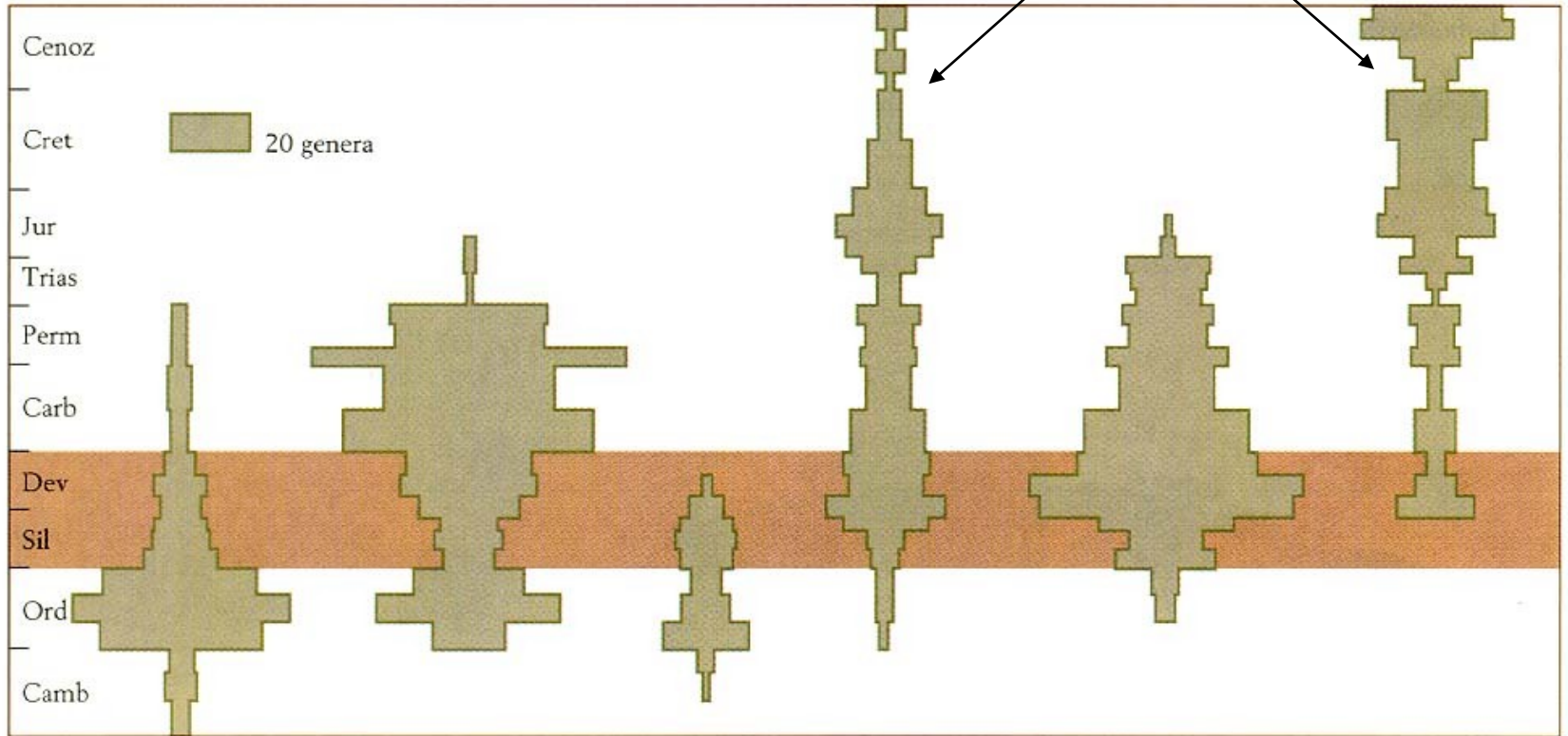


Brachiopoda

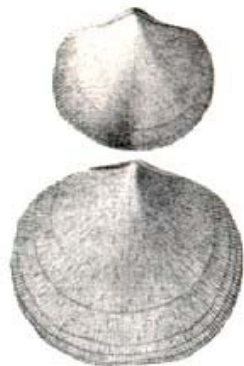


Spiriferina rostrata, jura, jeden z posledních zástupců spiriferid,
N.-S.-Sepulcre, Francie

Brachiopoda – od triasu ustupujú, zůstávajú rynchonelidi a terebratulidi



Orthida



Strophomenida



Pentamerida



Rynchonellida



Spiriferida



Terebratulida



Echinodermata

Phymosoma,
sv. křída, Francie

Pygurus blumenbachi,
sv. jura, Francie,
Charente maritime



Galerites, sv. křída, Německo



Pentasteria longispina, jura, Weissenstein, Švýcarsko



Nahloučení hvězdic *Pentasteria longispinna*, svrchní jura, Solothurn, Německo, příklad rychlého pohřbení sedimentem

Chelicerata – Merostomata

- rozvoj v juře, + stopy



Mesolimulus walchi, sv. jura,
Solnhofen

**Crustacea –
rozvoj rakovců**



Aeger spinipes, sv. jura, Solnhofen

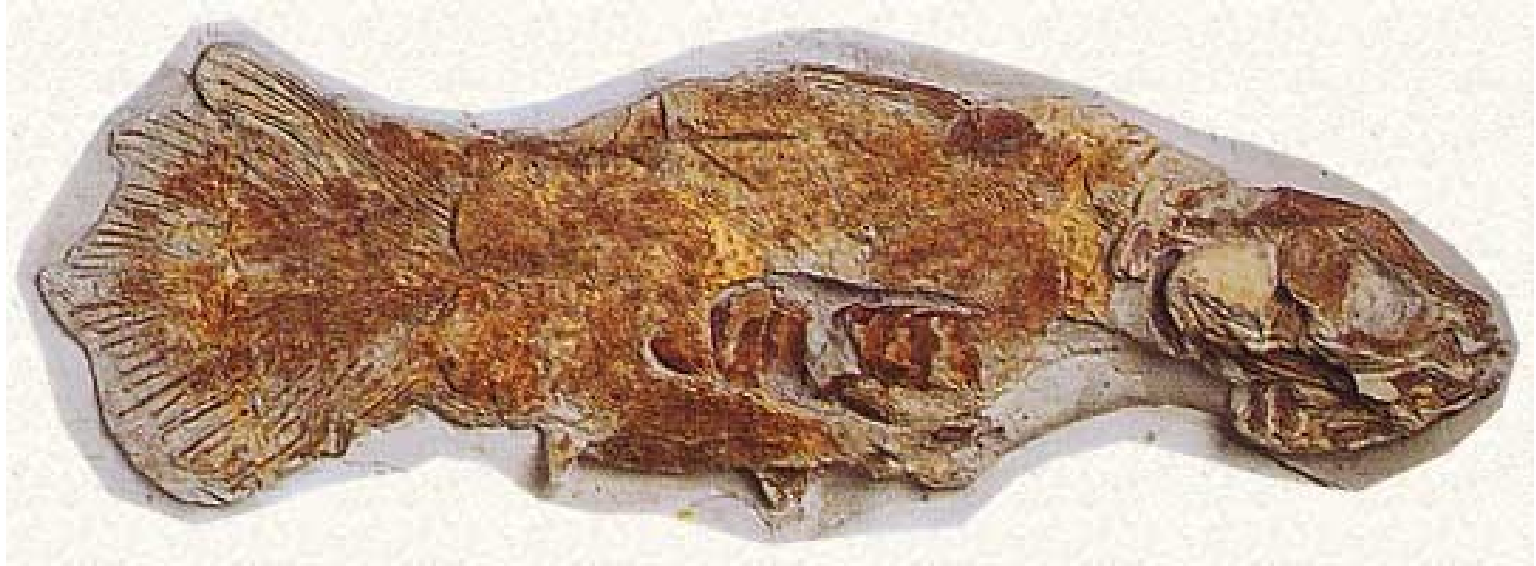
Rybovitý nekton



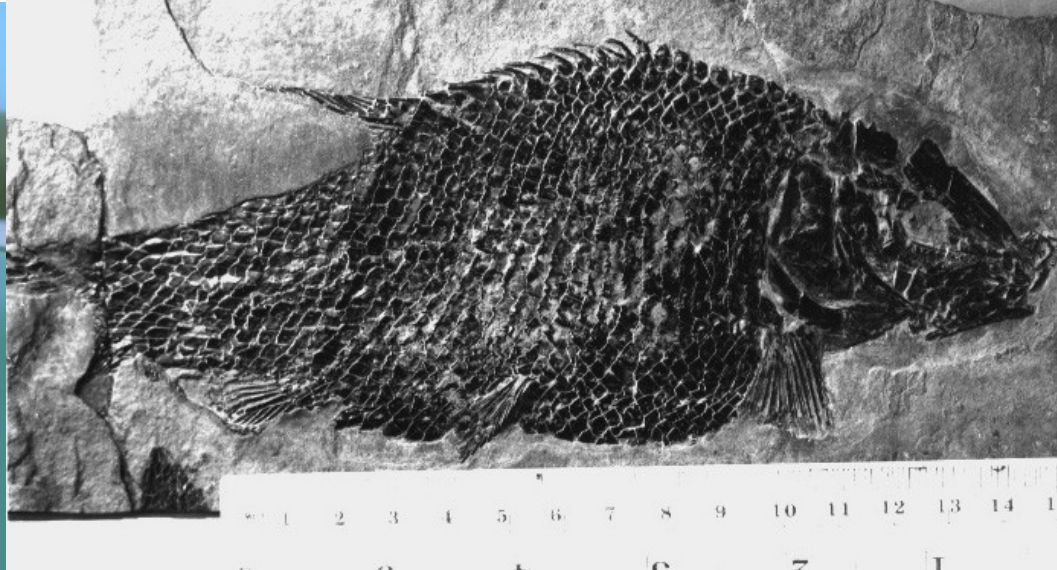
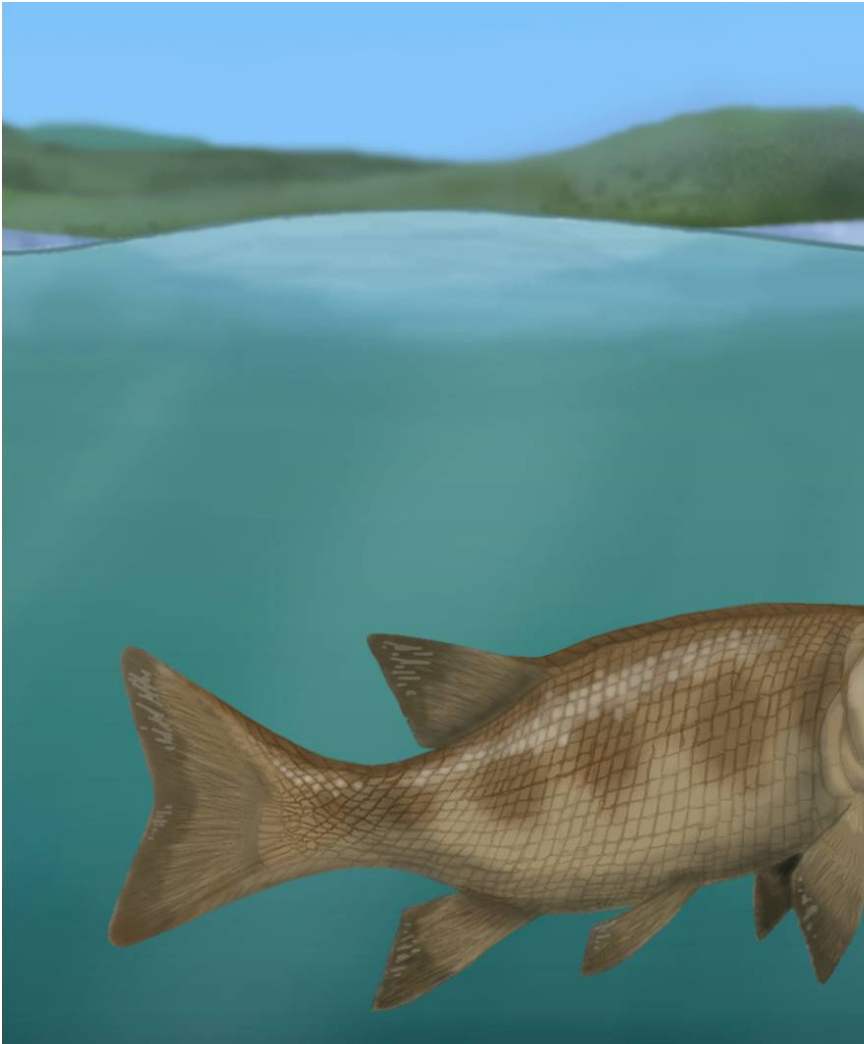
Squalicorax pristodontus
sv. křída, Maastricht, Nizozemsko



Hybodus, žraloci, křída



***Macropoma levesiensis*, lalokoploutvá ryba, plíce + žábry, křída, Evropa**



Semionotus,
paprskoploutvé ryby
sp. jura



***Pachycormus bollensis*, Neopterygii, „mnohokostní“,
sp. jura (lias), Německo, dravci**



Aspidorhynchus acutirostris, „mnohokostní“, sv. jura, Blumenberg



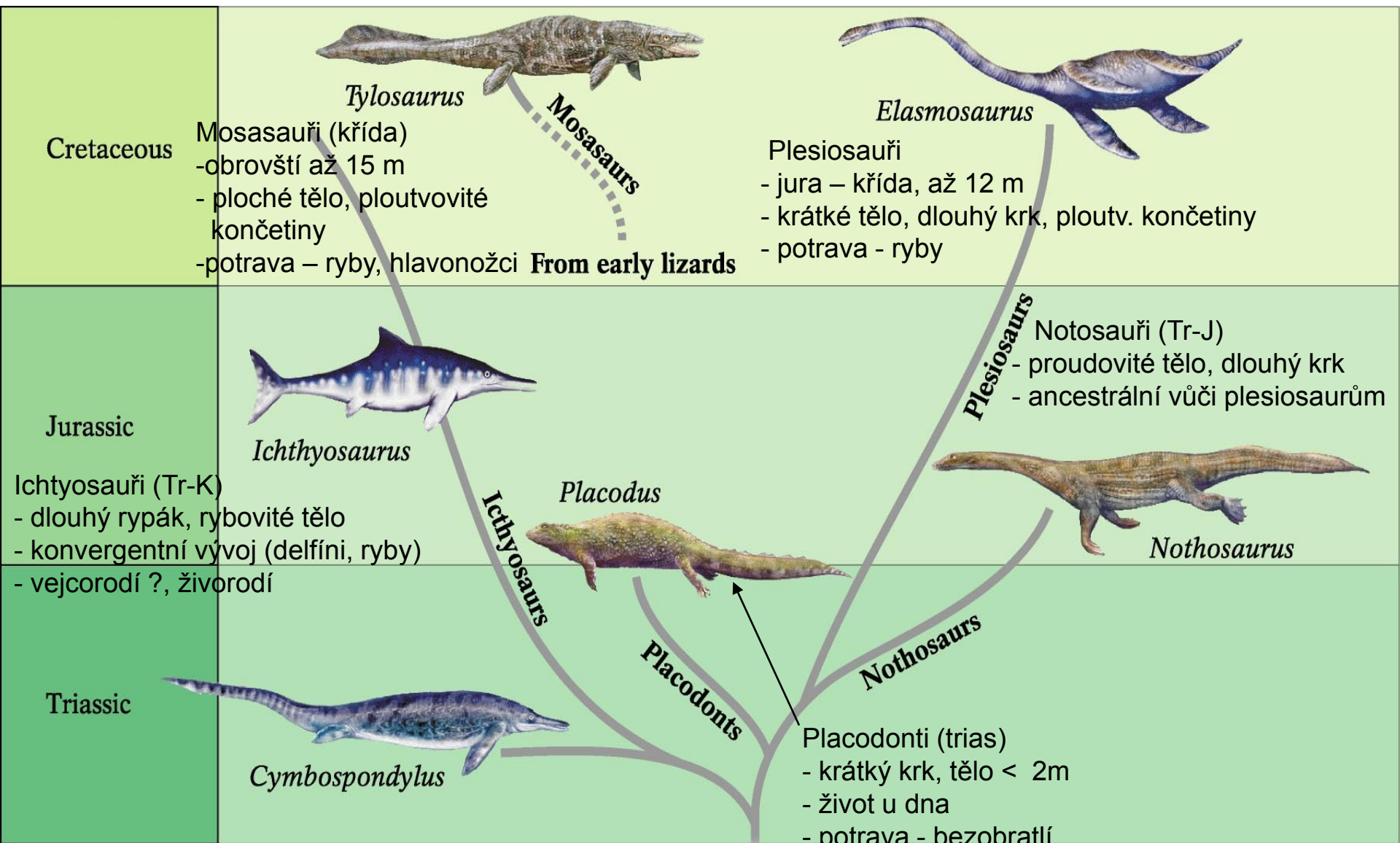
knoflíkovité zuby

Gyrodus sp., Neopterygii, „mnohokostní“, sv. jura, Solnhofen



Xiphactinus audax (Teleostei). Celokostné ryby ryby během křídy diverzifikují, nahrazují „mnohokostné“, vedle amonitů a žraloků představují významné mořské predátory. *X. audax* označovaná též jako "Bulldog Fish", žila v oceánech pozdní křídy a dosahovala délky až 6 m.

Euryapsidní mořští plazi



Tylosaurus



Elasmosaurus



Ichthyosaurus



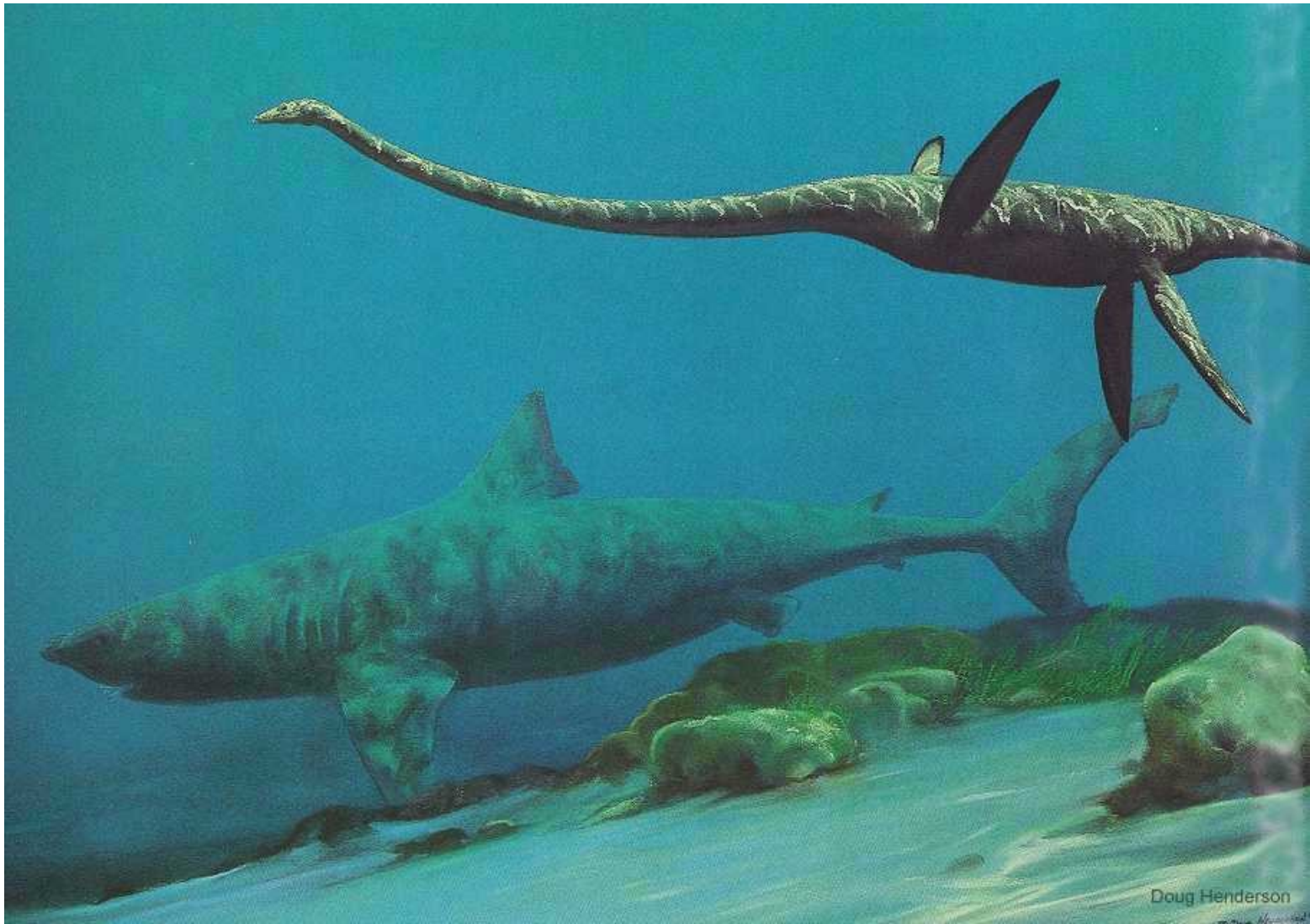
Placodus



Nothosaurus



Cymbospondylus



Elasmosaurus (Plesiosauria) a žralok *Cretoxyrhina mantelli* (křída). Žraločí zuby jsou nacházeny v kostech mosasaurů a plesiosaurů.



Plesiosaurus brachypterygius, spodní jura, Holzmaden, Německo

Ichthyosauria

Maximální expanse
ve spodní juře (Holzmaden),
Stenopterygius – častý,
11m *Letopterygius*,
v křídě vzácní a
vymírají ke konci.



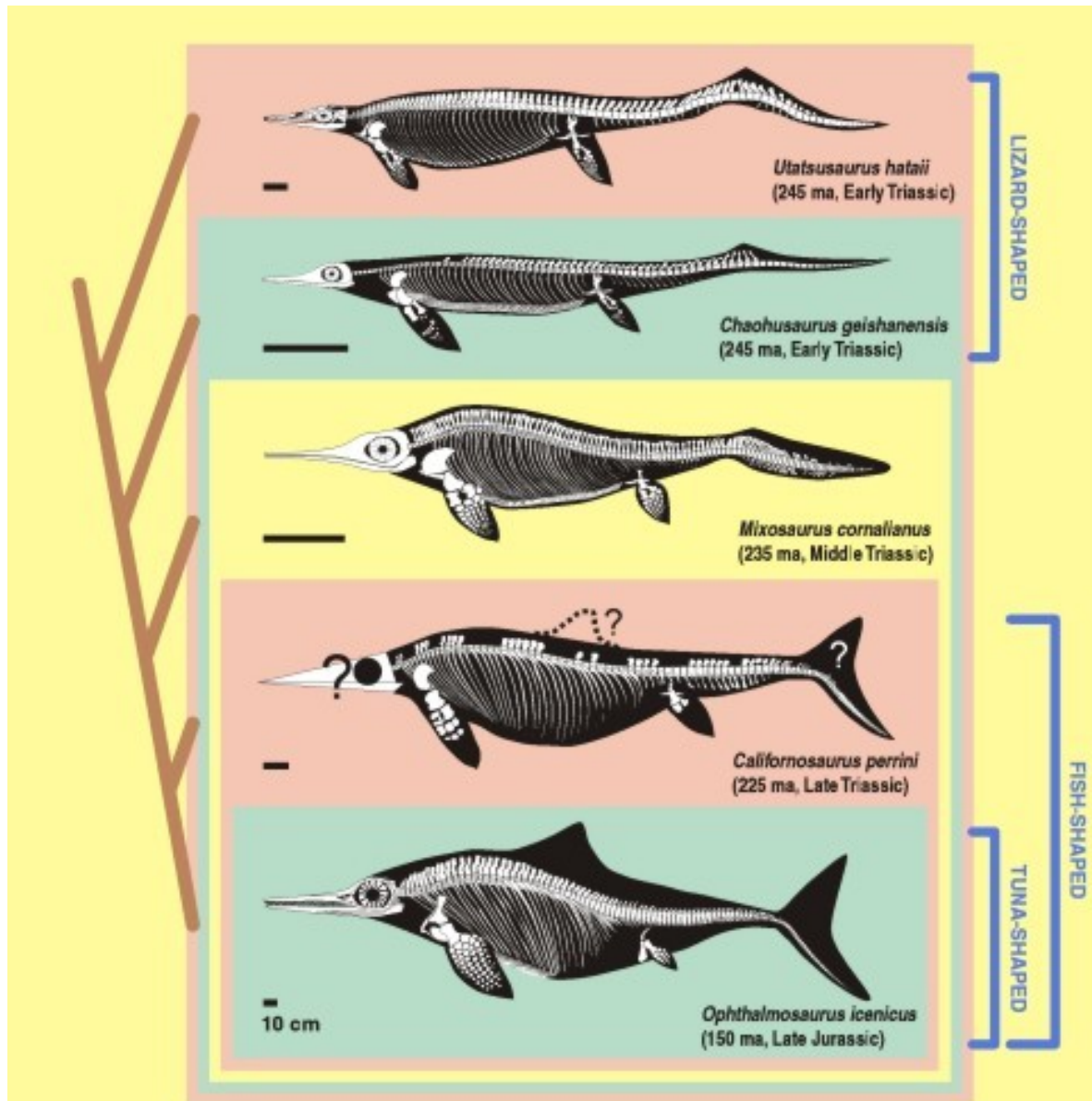
Stenopterygius, jura, Holzmaden
? živorodý

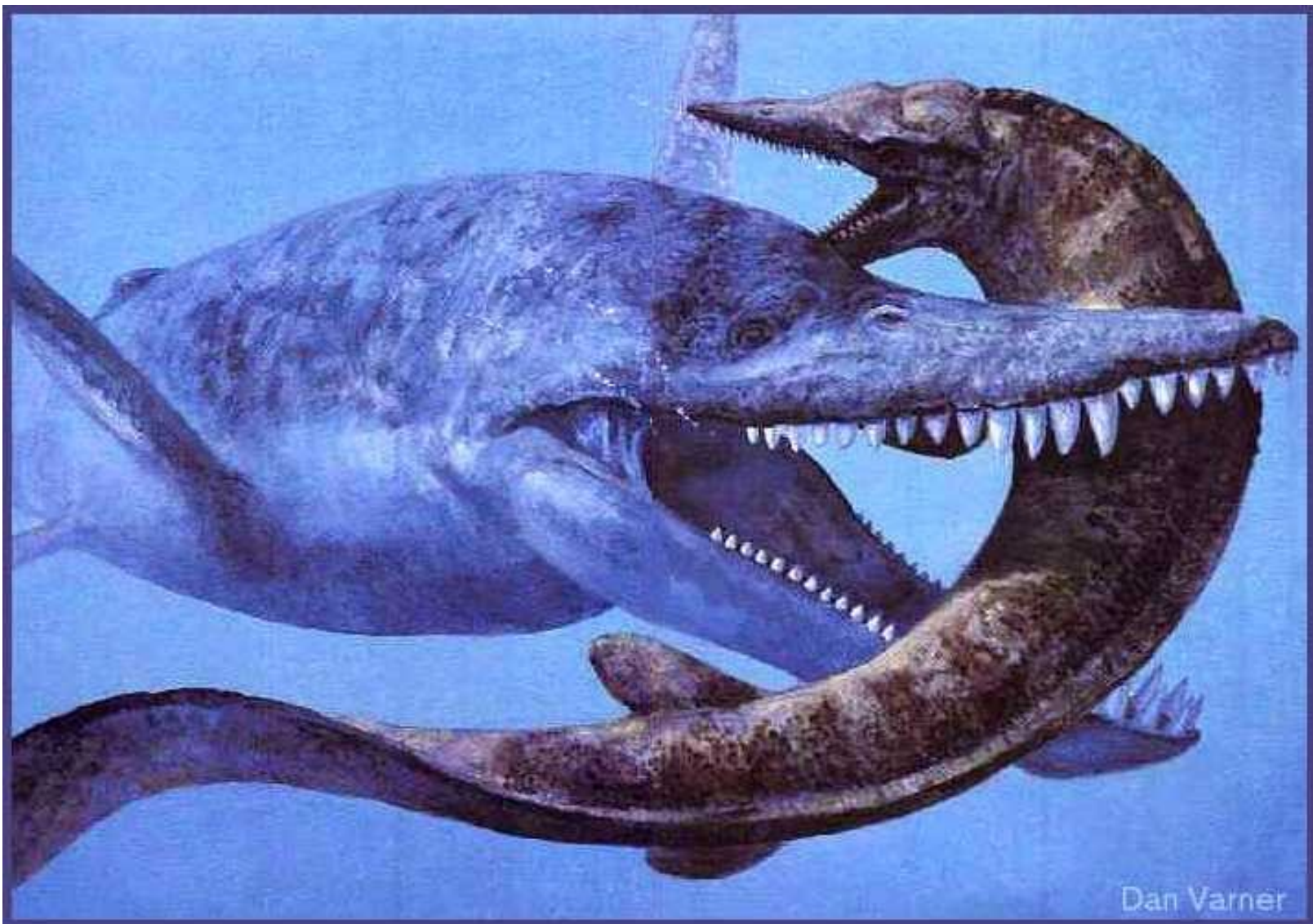


Ich hatte ziemlich
große Augen, damit
ich meine Beute
besser sehen
konnte!

Ichthyosauria se již během triasu silně rozrůznila. Objevilo se několik strategií tvaru těla ve spodním a středním triasu. Dolní obrázek však zřetelně ukazuje tendenci od ještěrovitého tvaru ve spodním triasu až k vysloveně rybovitému tvaru ve svrchní juře.

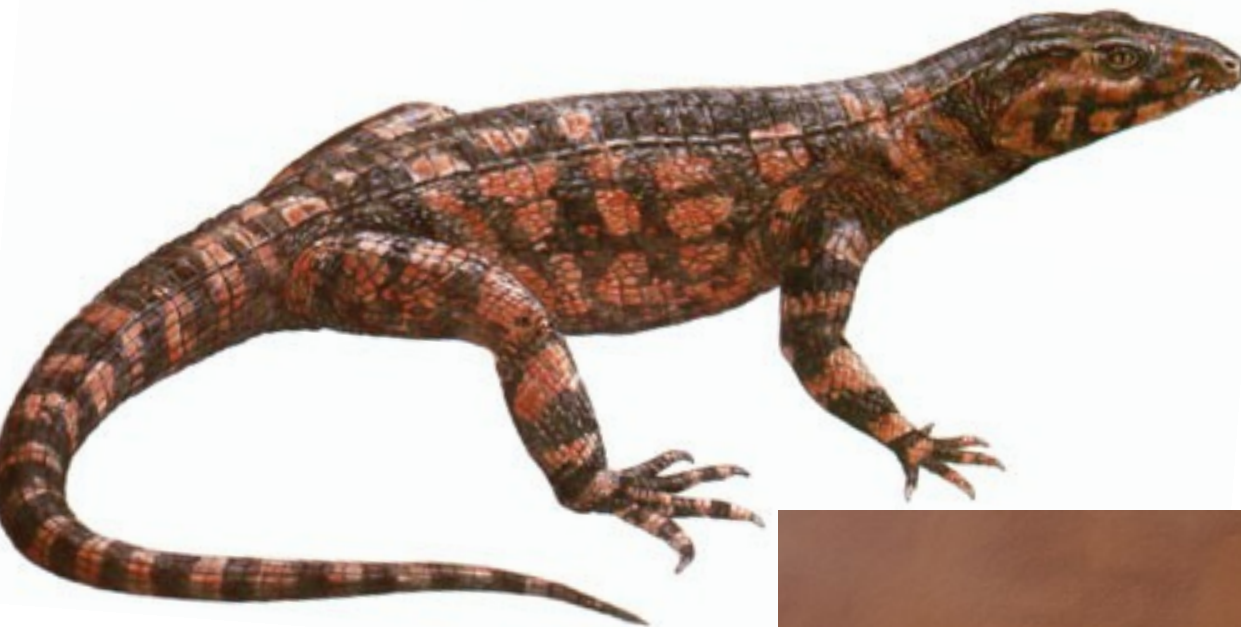
sp. trias





Příklad potravních vztahů v křídě: obrovitý *Kronosaurus* (Plesiosauria) loví juvenilního mosasaura.

Souše



Protosuchus, krokodýli, jura



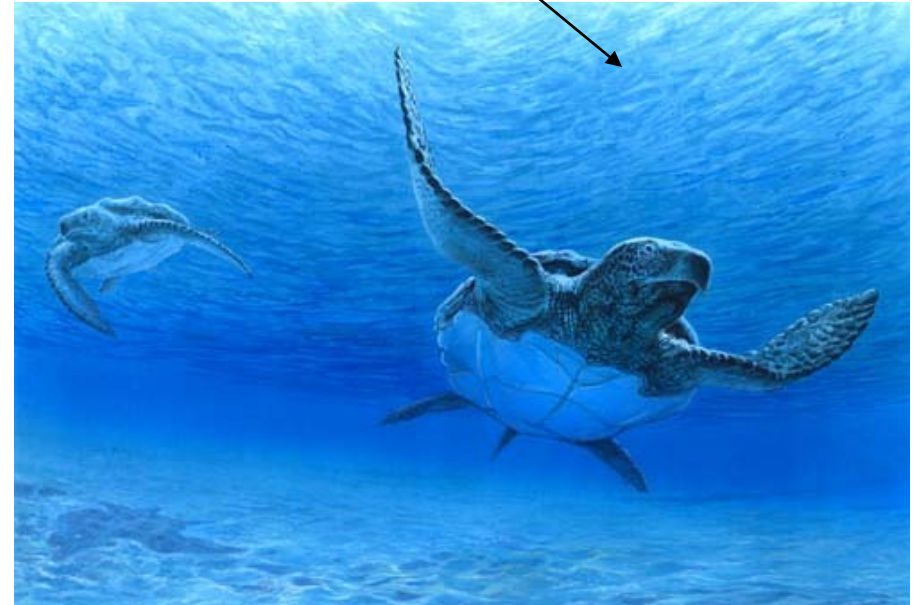
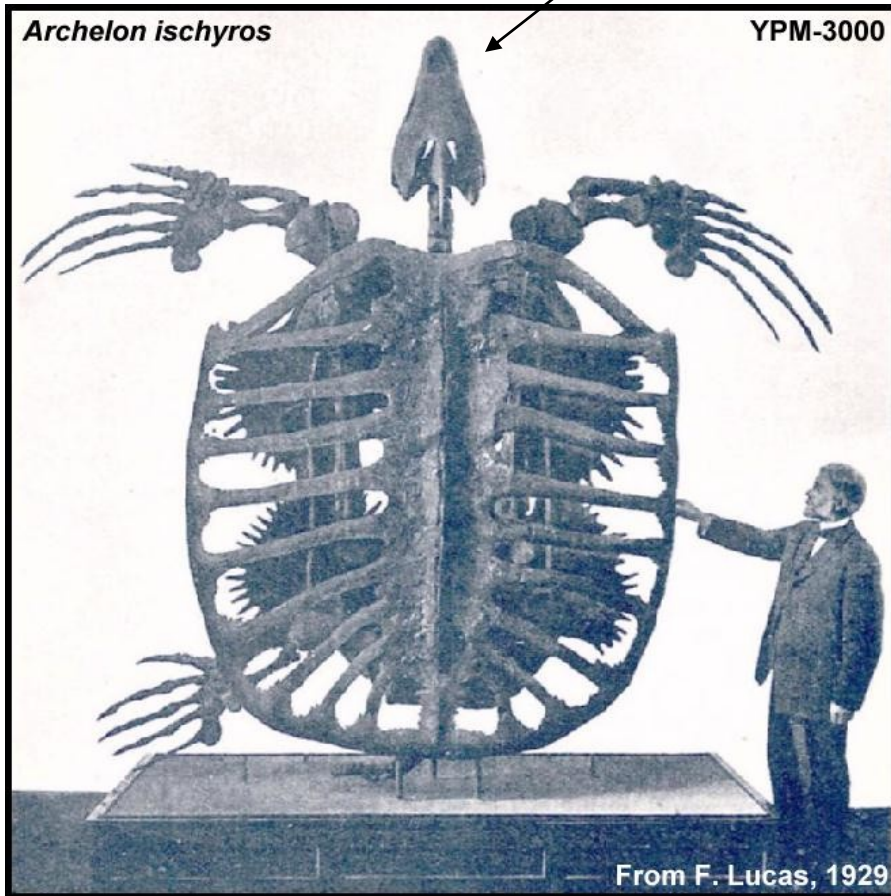
Krokodýli žili původně po odštěpení od tekodontů na suché zemi. V juře přecházejí do vody a některé jejich skupiny se výborně adaptovaly na mořské vodní prostředí. Podobně jako ichthyosauři i tento *Geosaurus* měl rybovitě tělo a byl výborným plavcem.



***Morganucodon*, spodní jura (Čína, Wales),
hmyzožravý savec, trikonodontní**

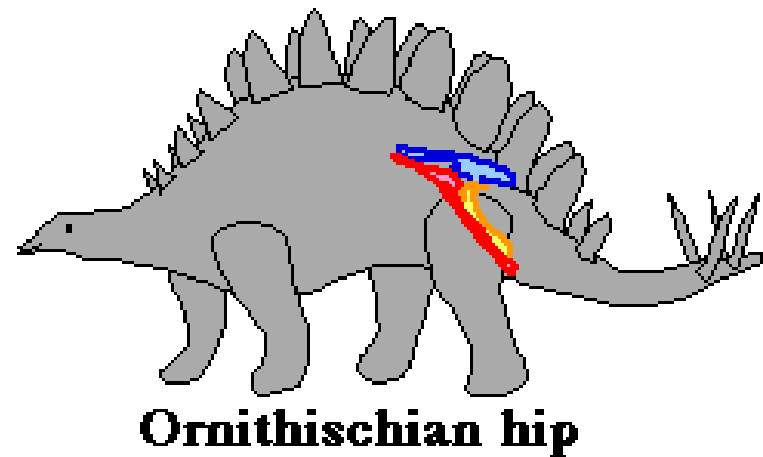
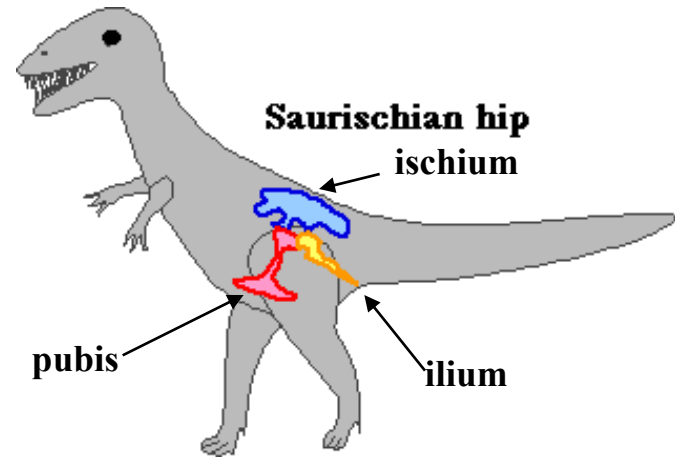


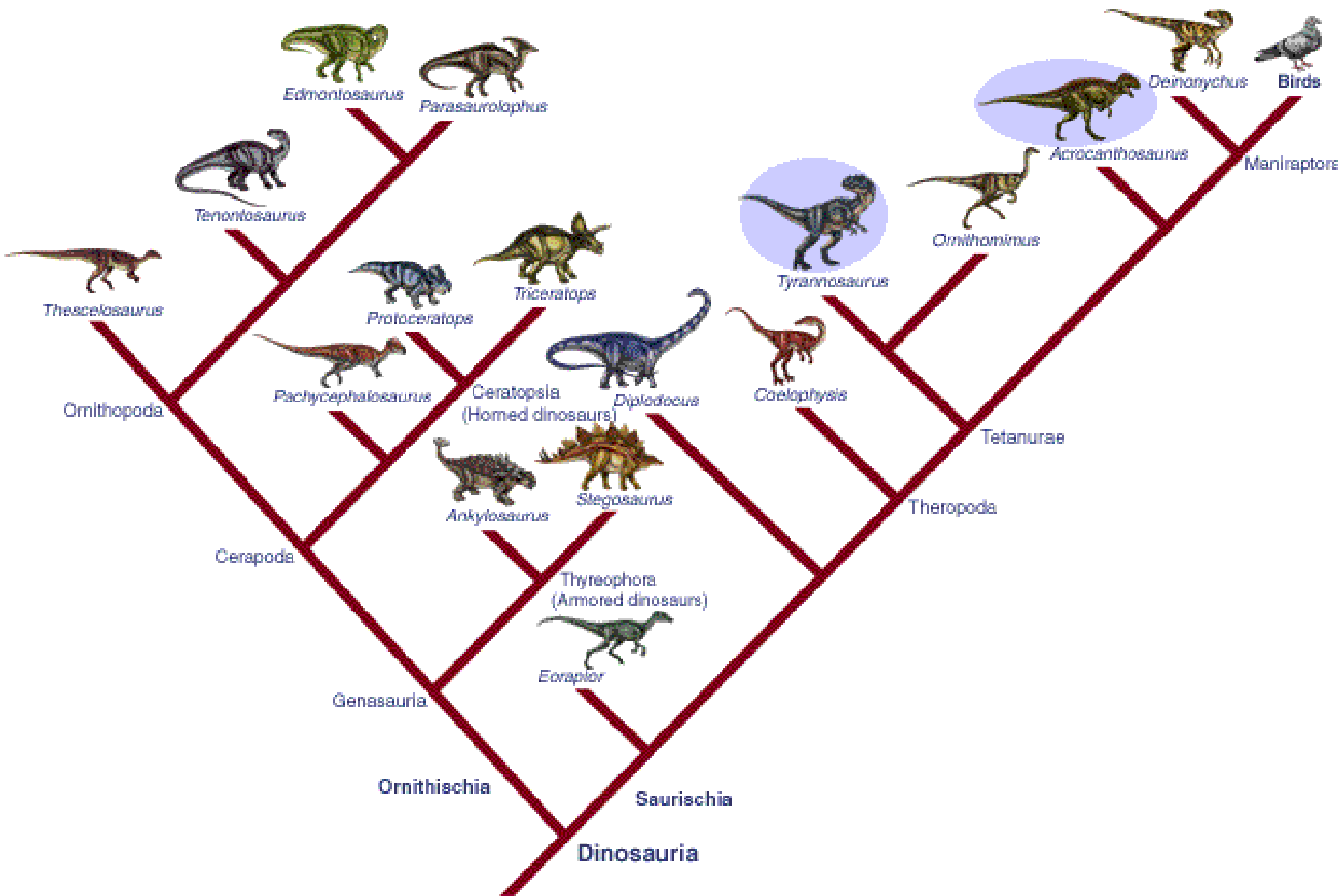
Chelonia – želvy jsou původně suchozemské, v nejvyšší juře přecházejí do moře. V křídě dosáhly obrovských rozměrů – *Archelon* – 4 m.



DINOSAURIA - skupiny

- 2 velké skupiny podle rázu pánve
 - Saurischia (plazopánví)
 - sauropoda (*Brontosaurus*, etc.)
 - theropoda (bipédní dravci)
 - z této linie vzešli i ptáci
 - Ornithischia (ptakopánví)
 - všichni jsou býložraví
 - ankylosauři
 - stegosauři
 - hadrosauři
 - iguanodonti
 - ceratopsidi





Jeden z možných kladogramů dinosaurií

SAURISCHIA

THEROPODA

- Zahrnují všechny masožravé formy dinosaurů a jen některé býložravce s primitivními znaky





Velociraptor (Jurassic Park)



Troodon

noční dravec – potrava savci ?, největší mozek v poměru k tělu u dinosaurů,
opěřený ??, blízký „ptačí“ linii – viz dále



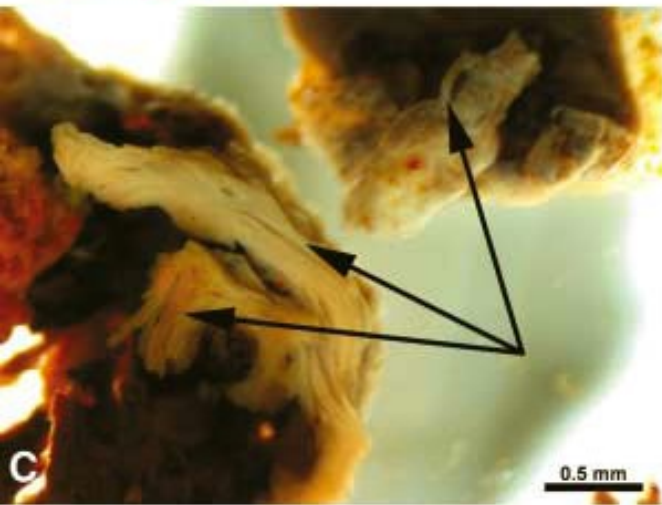
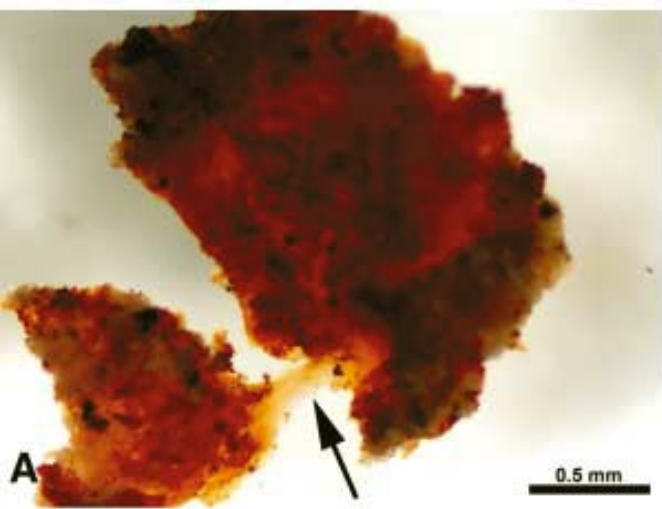
Allosaurus



***Tyrannosaurus rex*, Pozn.: T. rex měl 1.9 miliard základních párů v DNA a *Deinonychus* 1.58 miliard párů. To podporuje odštěpení ptáků od dinosaurů, ptáci mají např. *Emu* – 1.5 mld. vrána – 1. 2 mld.) – viz dále. Velké genomy mají živočichové s velkými kostními buňkami – člověk má 3.5 mld. párů)**

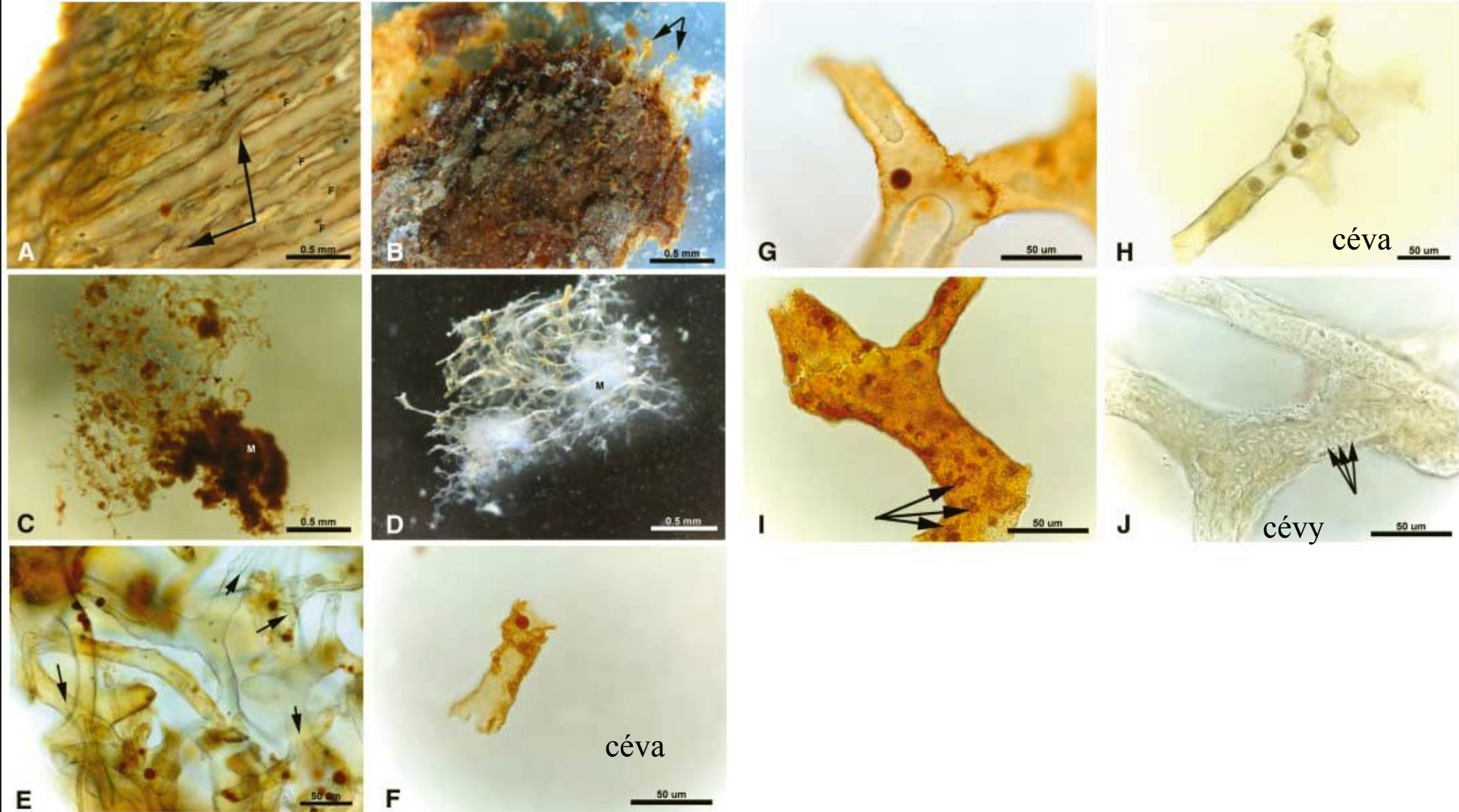


Tyrannosaurus rex



Kosti *T. rex* jsou všestranně studovány, viz následující snímky

Fig. 1. Demineralized fragments of endosteally derived tissues lining the marrow cavity of the *T. rex* femur. (A) The demineralized fragment is flexible and resilient and, when stretched (arrow), returns to its original shape. (B) Demineralized bone in (A) after air drying. The overall structural and functional characteristics remain after dehydration. (C) Regions of demineralized bone show fibrous character (arrows). Scale bars, 0.5 mm.



A, B, C, E, G, F, I = *T. rex*
 D, H, J = *pštros*

Fig. 3. SEM images of aldehyde-fixed vessels. (A) Isolated vessel from *T. rex*. (B) Vessel isolated from extant ostrich after demineralization and collagenase digestion (3). (C) Vessel from *T. rex*, showing internal contents and hollow character. (D) Exploded *T. rex* vessel showing small round microstructures partially embedded in internal vessel walls. (E) Higher magnification of a portion of *T. rex* vessel wall, showing hypothesized endothelial nuclei (EN). (F) Similar structures visible on fixed ostrich vessel. Striations are seen in both (E) and (F) that may represent endothelial cell junctions or alternatively may be artifacts of the fixation/dehydration process. Scale bars in (A) and (B), 40 μ m; in (C) and (D), 10 μ m; in (E) and (F), 1 μ m.

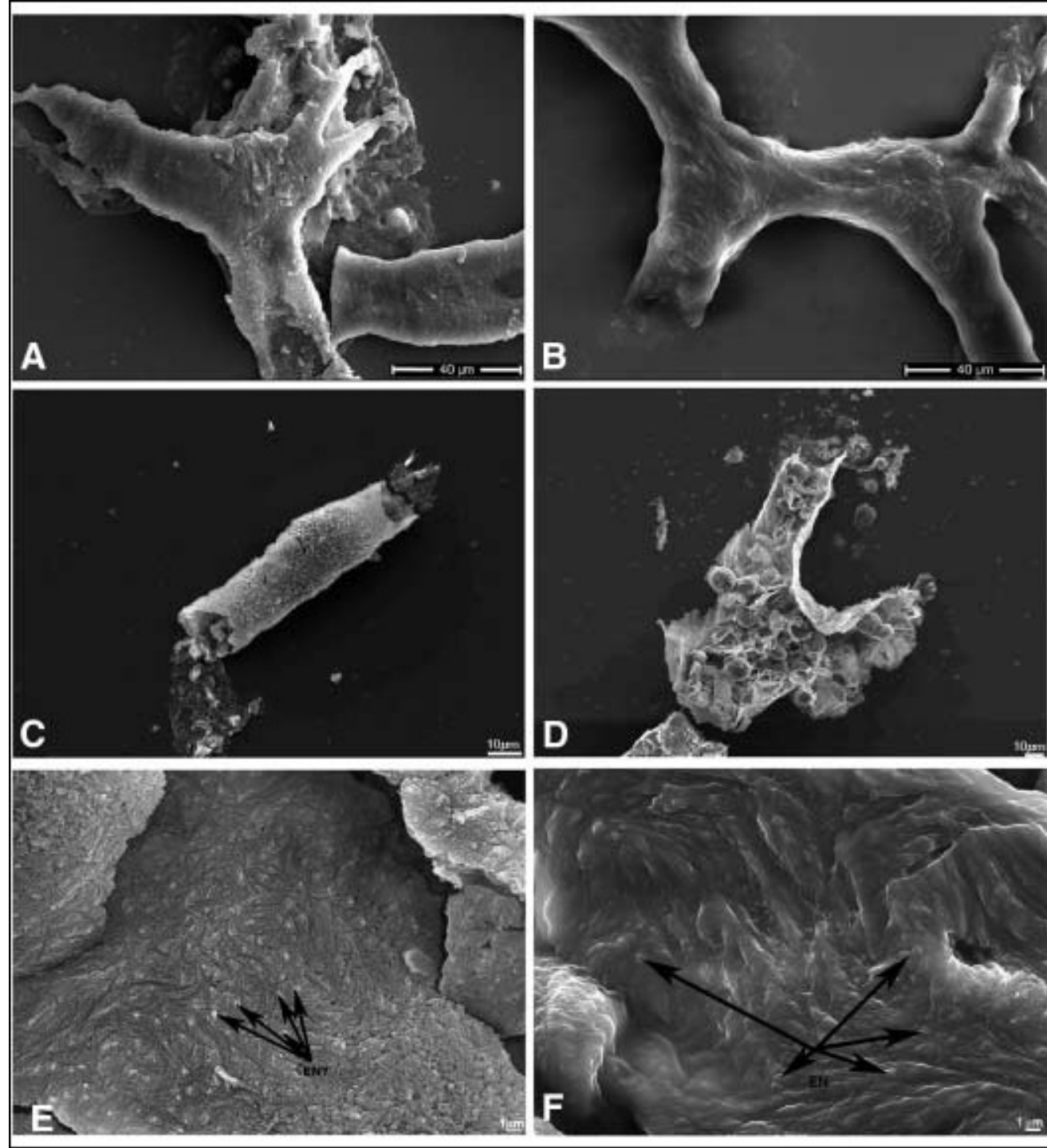
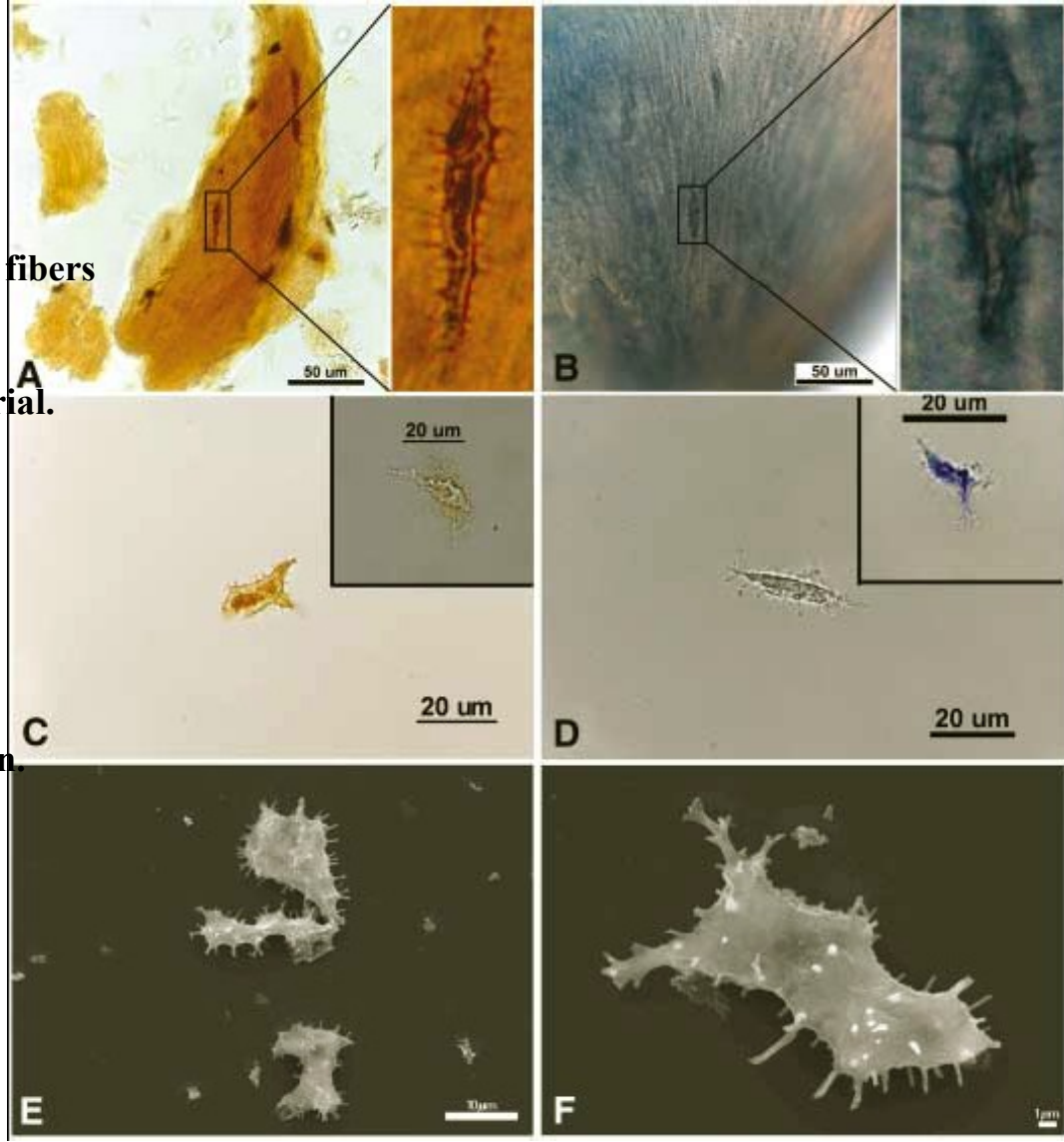
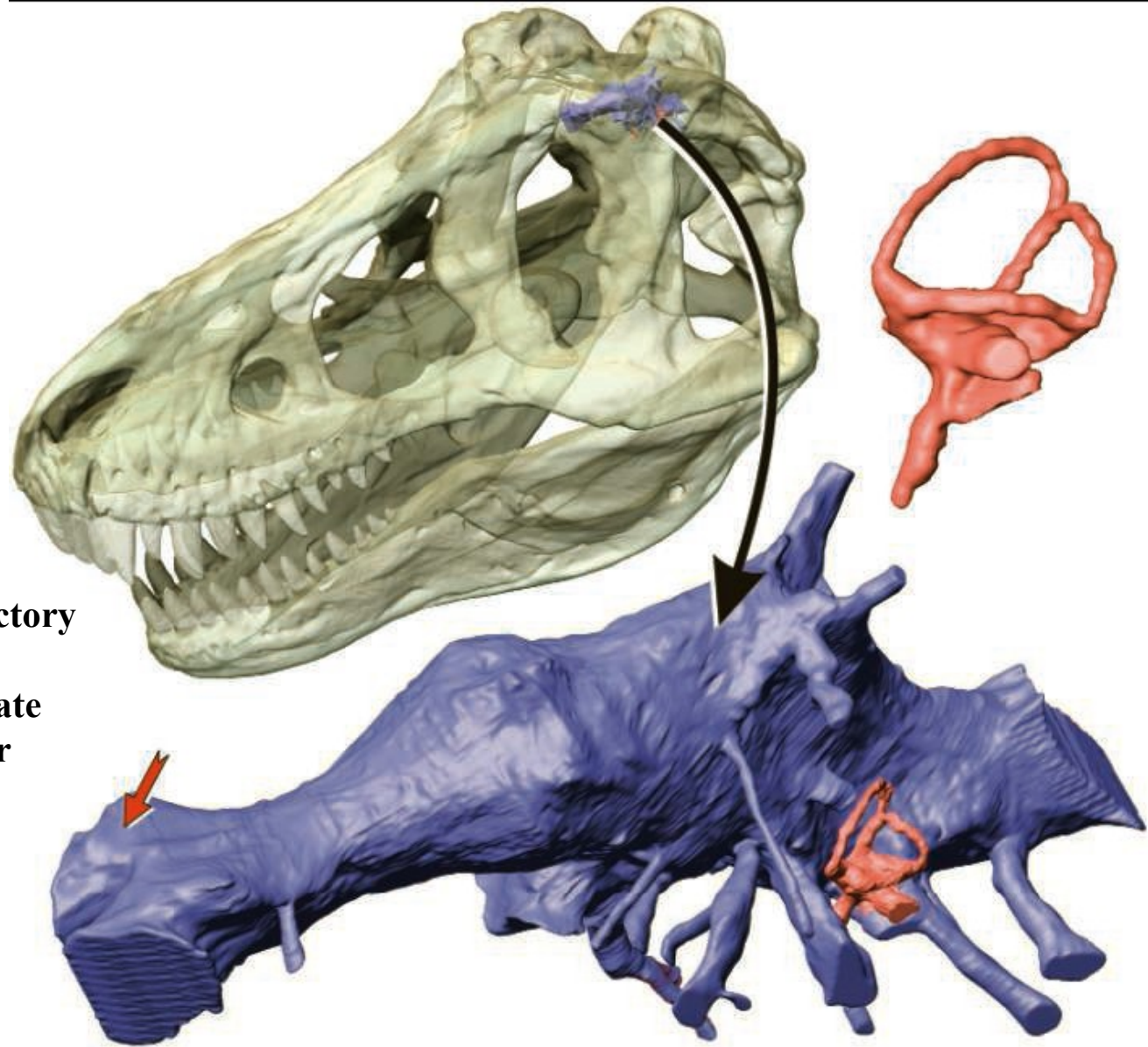


Fig. 4. Cellular features associated with *T. rex* and ostrich tissues. (A) Fragment of demineralized cortical bone from *T. rex*, showing parallel-oriented fibers and cell-like microstructures among the fibers. The inset is a higher magnification of one of the microstructures seen embedded in the fibrous material. (B) Demineralized and stained (3) ostrich cortical bone, showing fibrillar, parallel-oriented collagen Matrix with osteocytes embedded among the fibers. The inset shows a higher magnification of one of the osteocytes. Both inset views show elongate bodies with multiple projections arising from the external surface consistent with filipodia. (C) Isolated microstructure from *T. rex* after fixation.

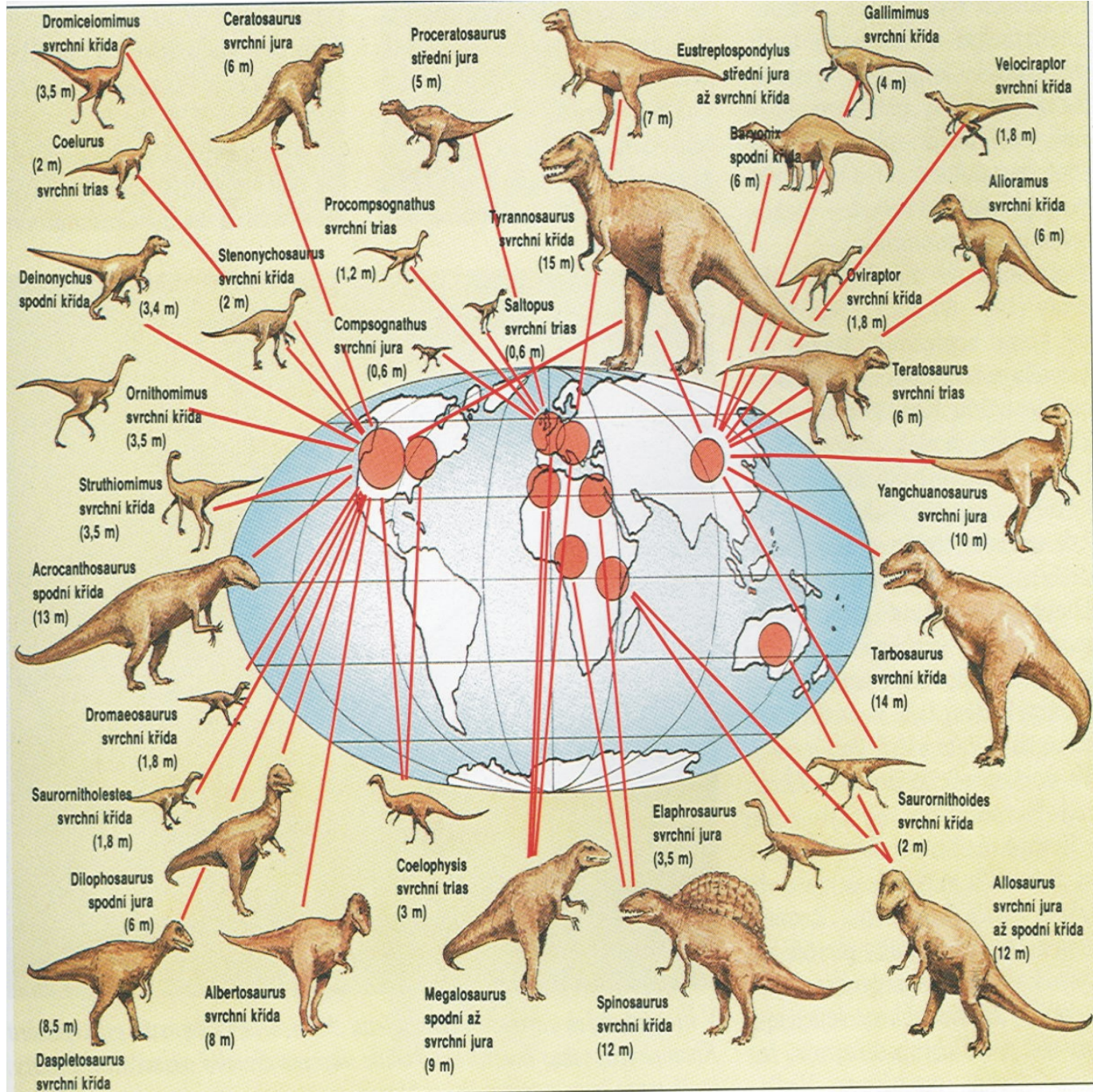


In addition to the multiple filipodial-like projections, internal contents can be seen. The inset shows a second structure with long filipodia and an internal transparent nucleus-like structure. (D) Fixed ostrich osteocyte; inset, ostrich osteocyte fixed and stained for better visualization. Internal contents are discernible, and filipodia can be seen extending in multiple planes from the cell surface. (E and F) SEM images of aldehyde-fixed (3) microstructures isolated from *T. rex* cortical bone tissues. Scale bars in (A) and (B), 50 mm; in (C) and (D), 20 mm; in (E), 10 mm; in (F), 1 mm.

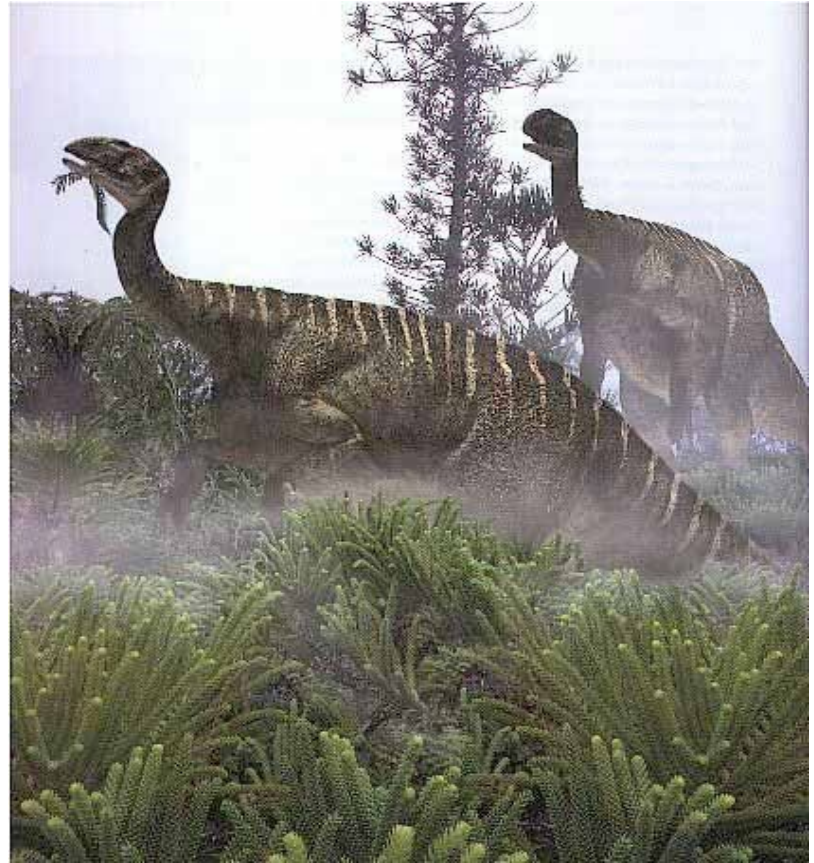
CT scans of T. rex's brain (blue) reveal sizable olfactory bulbs (red arrow) and an inner ear (red) with long, delicate canals for balance and cochlear



Rozrůznění dravých dinosaurů a jejich geografické rozšíření



PROSAUROPODA



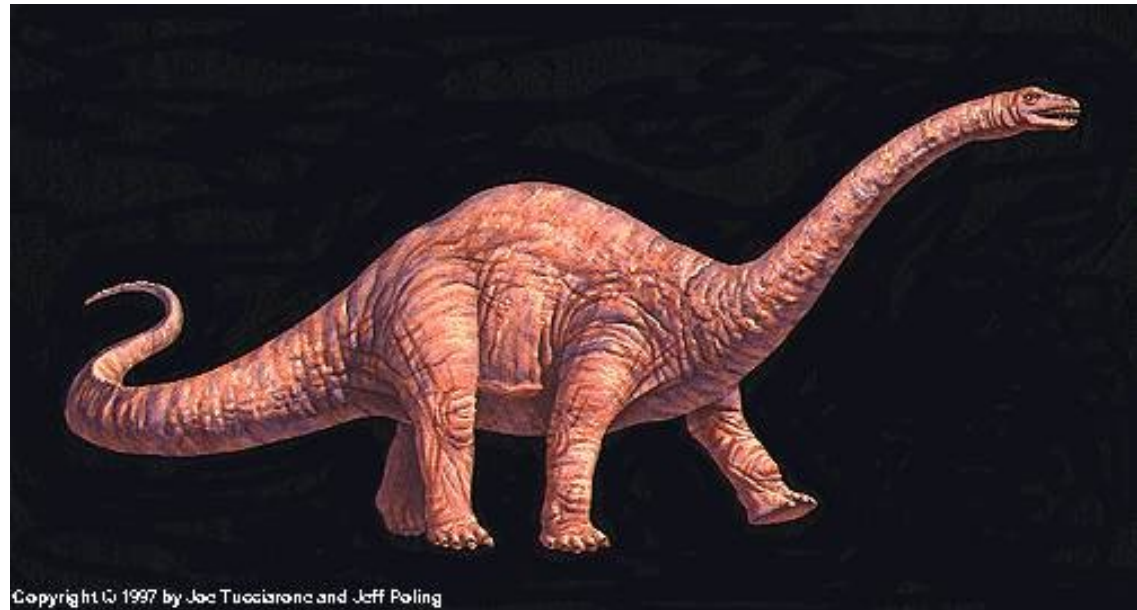
Plateosaurus

Sauropoda

většinou jura



„*Brontosaurus*“



Apatosaurus



Z 55 na 33 metrů se zmenšil „nejdelší“ známý dinosaur poté, co paleontologové přehodnotili svůj původní nález.

„*Seismosaurus*“

Na úžasnou délku usoudili objevitelé jeho neúplné kostry z umístění 20. až 27. ocasního obratle. Lucas ale dokázal, že ve skutečnosti jde o 12. až 19. ocasní obratel a že zvíře bylo celkově mnohem kratší. Lucas navíc objevil v blízkosti nálezů kostry ještě kost zadní nohy a i její velikost potvrzuje, že původní odhady délky seismosaura byly přehnané. Srovnání detailů kostry s kostrami diplodoků zase naznačuje, že seismosaurus patřil do jejich blízkého příbuzenstva. Původní vědecké jméno *Seismosaurus hallorum* by se tedy mělo změnit na *Diplodocus hallorum*, ale Lucas si nedělá iluze, že by se „zemětřesné“ jméno ztratilo ze světa.



Brachiosaurus

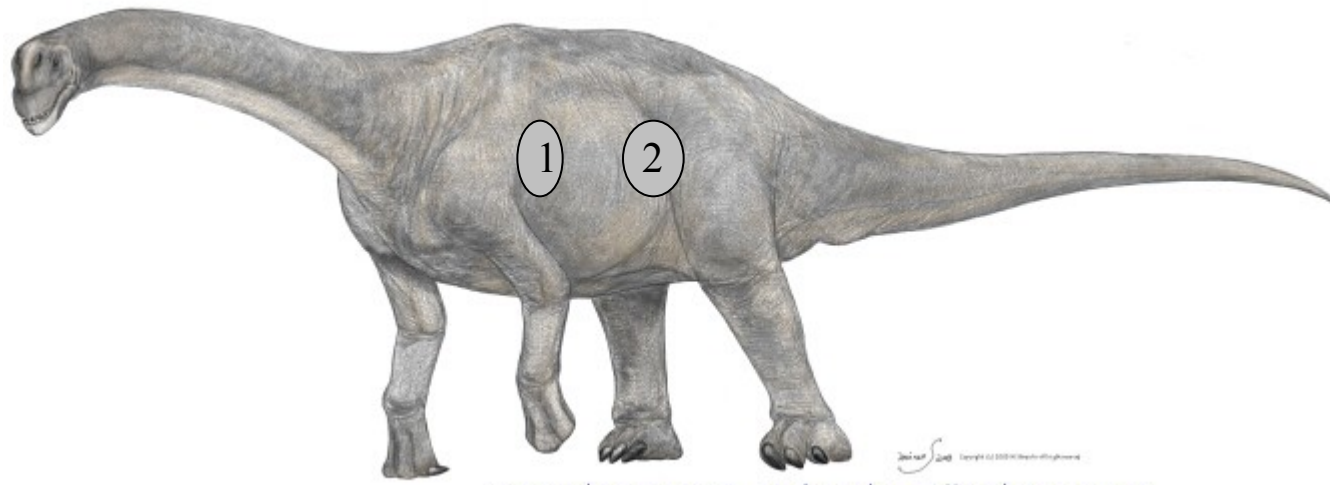
ウルトラサウルス

Ultrasaurus macintosh

1979年、やはりコロラドで2.7mもある肩甲骨が発見され、ブラキオサウルス科の恐竜と考えられこのような復元がなされた。これこそ史上最大の陸棲動物として話題になったが現在ではこれもスーパーサウルスの骨だとされて幕となった。



Ultrasaurus



Copyright (c) 2005. M. Shiraishi - All right reserved

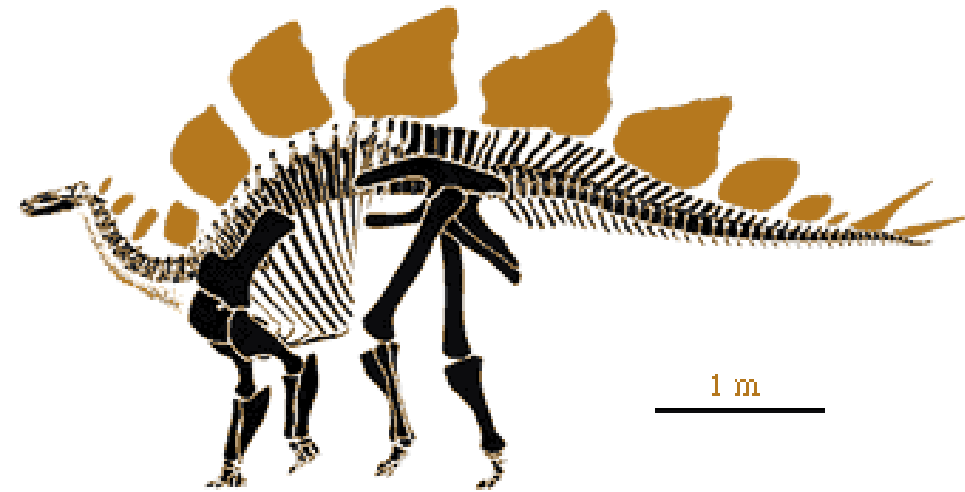


Camarasaurus – svrchní jura, pneumatické kosti (odlehčené vzduchovými dutinami (3)+ vzduchové vaky za předním (1) a před zadním (2) pletencem)

ORNITHISCHIA

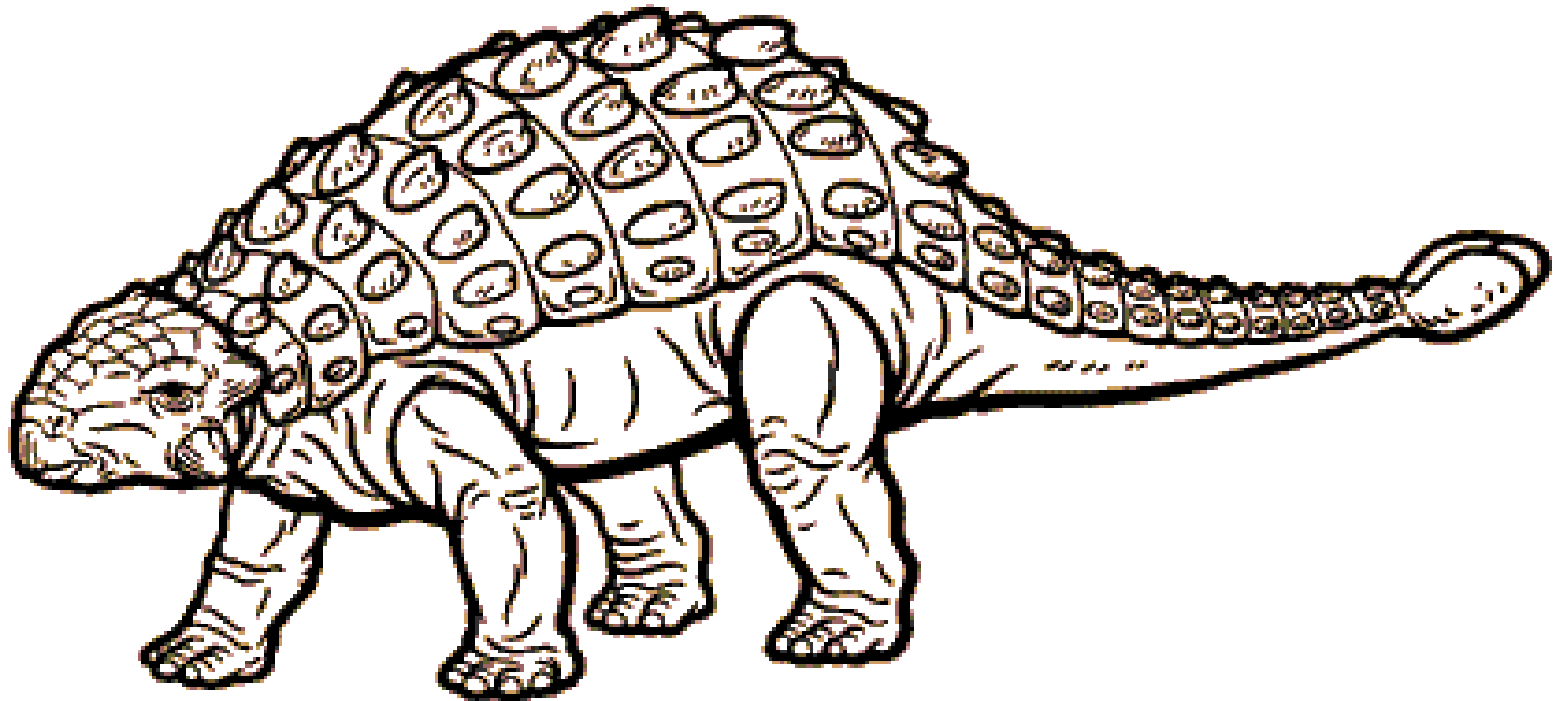
- (1) stegosauři
 - (2) ankylosauři
 - (3) ornithopodi
 - (4) pachycephalosauri
 - (5) ceratopsia
-
- Všichni býložraví

stegosauři



Stegosaurus

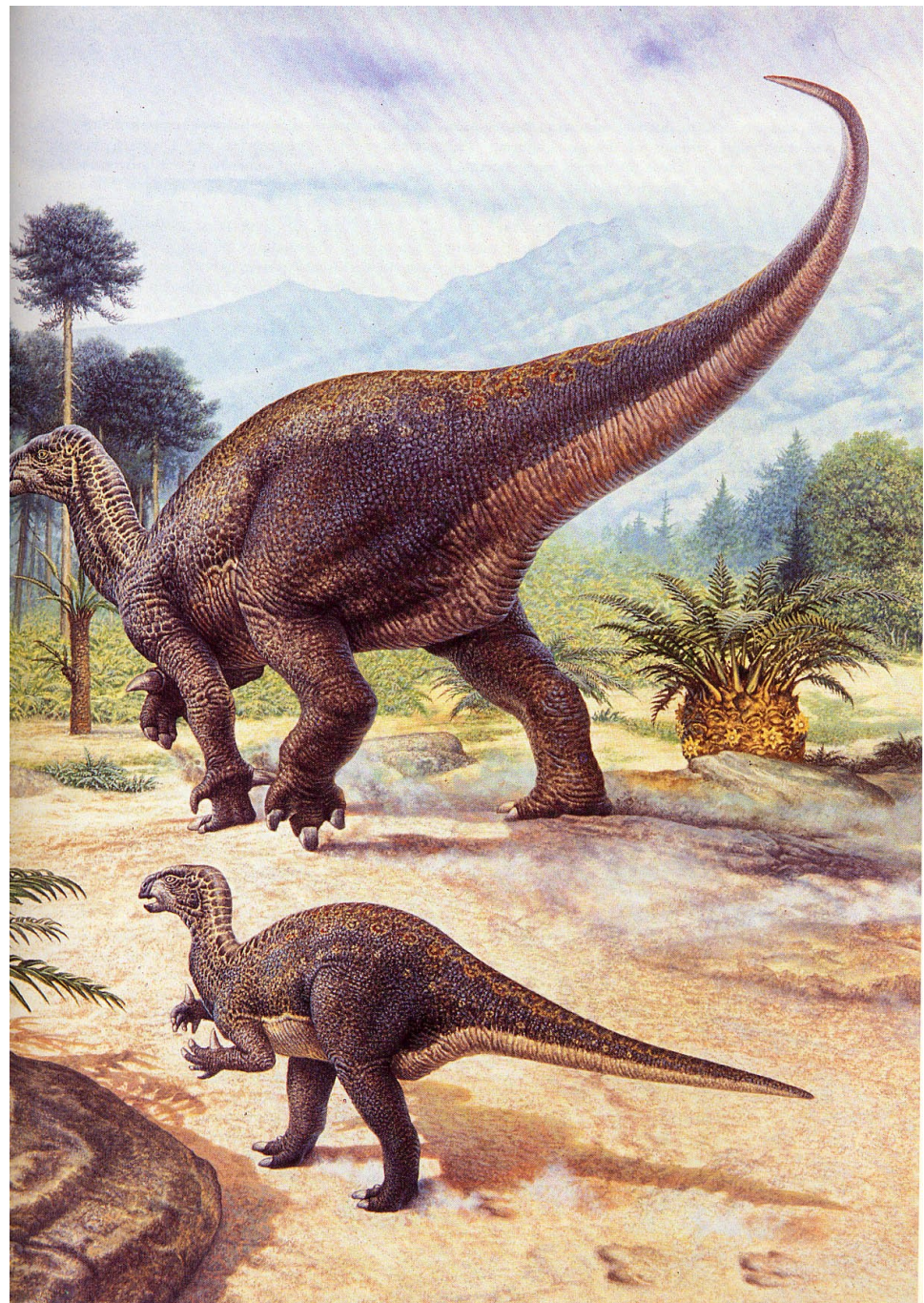
ANKYLOSAURS



Ankylosaurus

ornitopodi

Iguanodon





SMITHSONIAN INSTITUTION, 1991

hadrosauři

další typy hadrosaurů

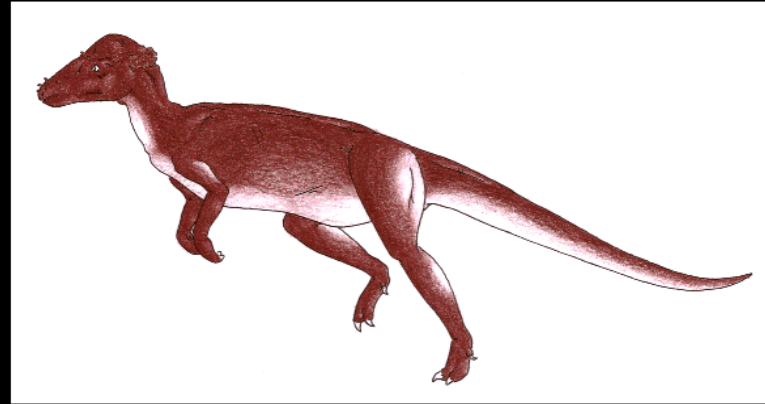


Anatosaurus



Parasaurolophus

Pachycephalosaurs

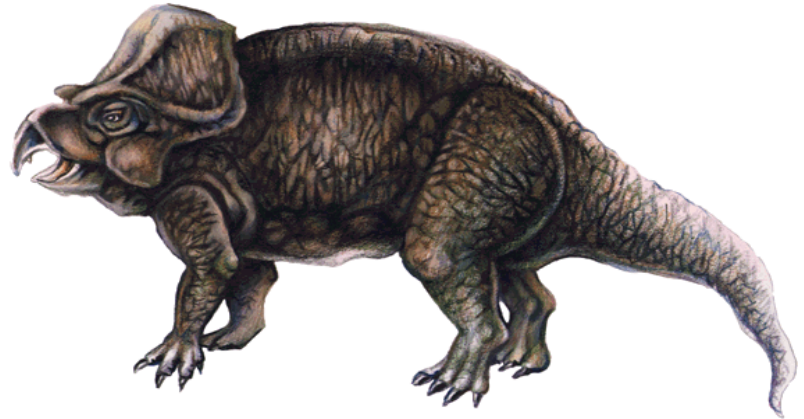
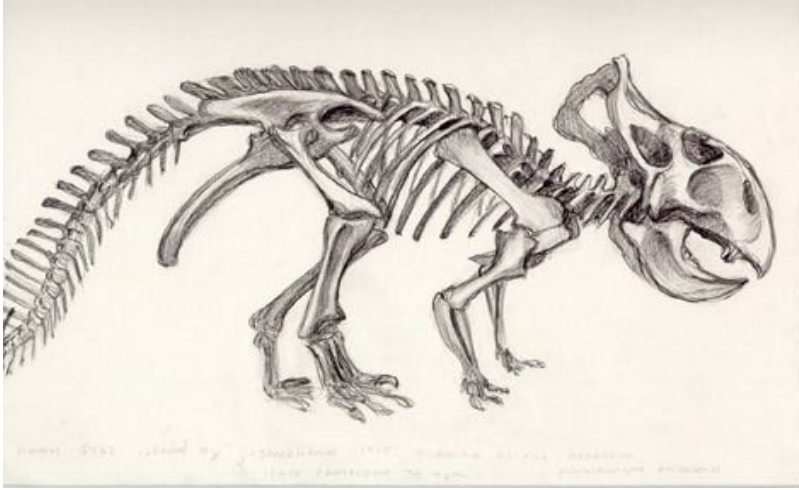


CLASH OF THE BONEHEADS

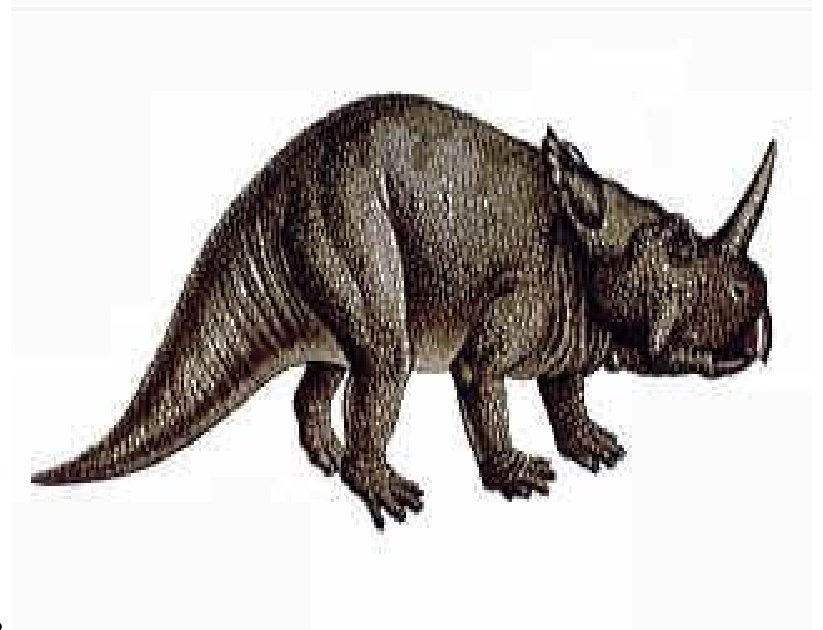
Prenocephale males collide at full tilt. *Prenocephale* was smaller than its North American relative *Pachycephalosaur*, and lived at an earlier time, in Mongolia.



Ceratopsia



Protoceratops



Monoclonius



Torosaurus





M. Shiraiishi
05/2002/1999

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

Triceratops



Copyright © 1996 Joe Tucciarone and Jeff Poling

Teplokrevní vs. studenokrevní dinosauři.....

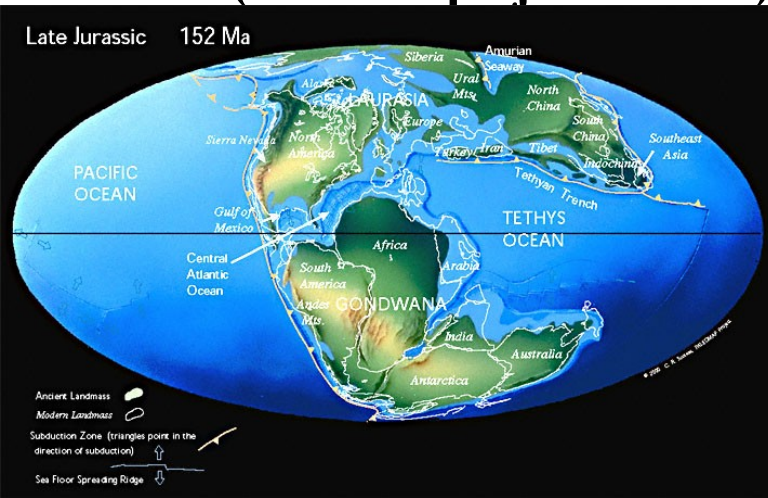
Definice

- Endotermní: tvorba tepla uvnitř těla
- Ectotermní: absorbují teplo z okolí
- Homeotermní: udržují konstantní teplotu
- Poikilotermní: teplota kolísá v závislosti na vnějších podmínkách

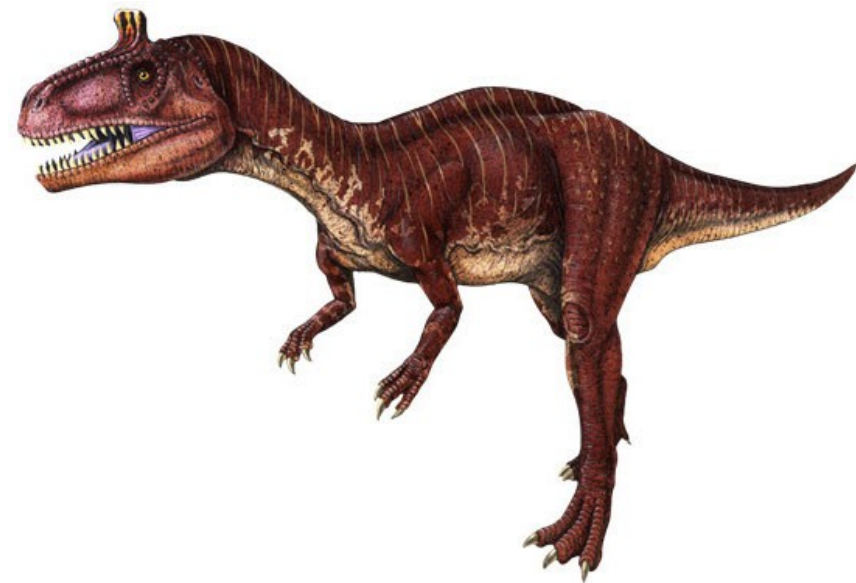
Co mluví pro teplokrevnost dinosaurů

- **Značná pohyblivost mnohých forem – to potřebuje vnitřní teplo.**
- **Dnešní teplokrevní předčí studenokrevné. Pokud dinosauri koexistovali s teplokrevnými (savci) museli být též teplokrevní.**
- **Četní dinosauri chodili vzpřímeně s končetinami pod tělem – typický znak endotermů.**
- **Mnozí dinosauri měli velký mozek, většina endotermů tenduje k velkému mozku.**
- **Studenokrevní nejsou nalézáni ve vysokých zem. šířkách, dinosauri ano (bylo však tepleji) – viz obr. dále**

Nález 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) => teplotnost (nebo pravidelné migrace)



Cryolophosaurus dimorphodon



Cryolophosaurus ellioti

spodní jura



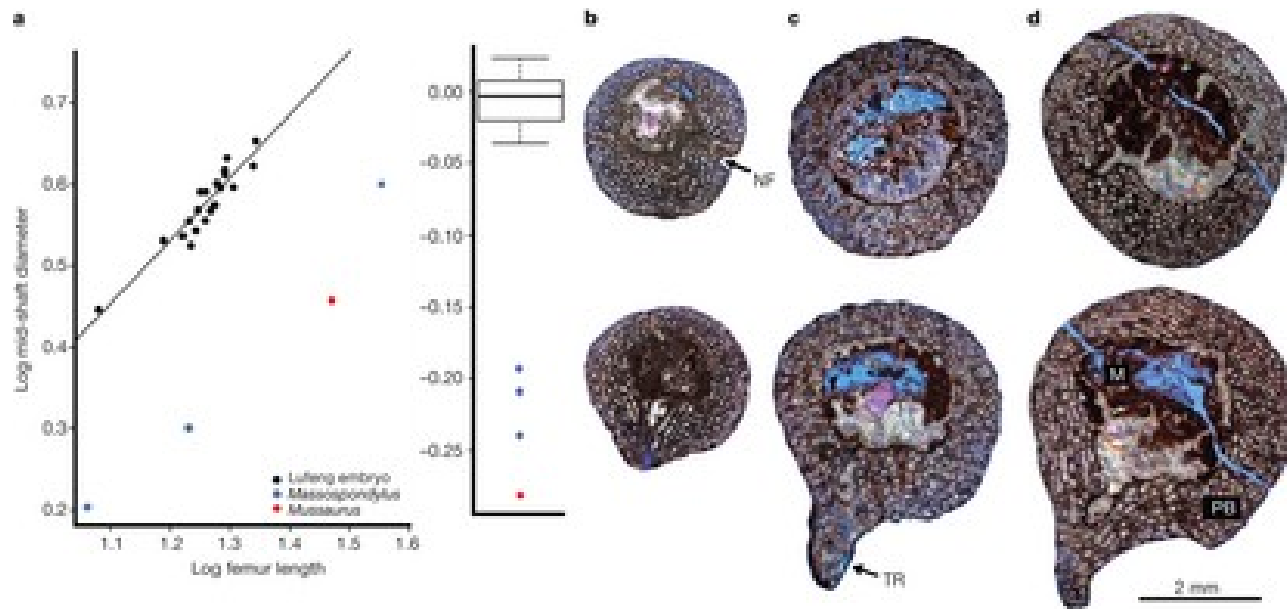
***Psittacosaurus* sp.** (rekonstrukce podle Chesek 2007)

-sp. křída, 145 Ma

-zobák papouščího tvaru

-přední část ocasu zdobený cca 100 dutých keratinózních štětín

-prokázaná péče o mláďata (hnízd se 34 mladými a 1 dospělcem)



Lufengosaurus ? sp. - vajíčka s embryi – jejich studie dokumentuje rychlý růst během embryogeneze (Nature, 2013)

Fossil dinosaur embryos are surprisingly rare, being almost entirely restricted to Upper Cretaceous strata that record the late stages of non-avian dinosaur evolution^{1, 2}. Notable exceptions are the oldest known embryos from the Early Jurassic South African sauropodomorph *Massospondylus*^{3, 4} and Late Jurassic embryos of a theropod from Portugal⁵. The fact that dinosaur embryos are rare and typically enclosed in eggshells limits their availability for tissue and cellular level investigations of development. Consequently, little is known about growth patterns in dinosaur embryos, even though post-hatching ontogeny has been studied in several taxa⁶. Here we report the discovery of an embryonic dinosaur bone bed from the Lower Jurassic of China, the oldest such occurrence in the fossil record. The embryos are similar in geological age to those of *Massospondylus* and are also assignable to a sauropodomorph dinosaur, probably *Lufengosaurus*⁷. The preservation of numerous disarticulated skeletal elements and eggshells in this monotoxic bone bed, representing different stages of incubation and therefore derived from different nests, provides opportunities for new investigations of dinosaur embryology in a clade noted for gigantism. For example, comparisons among embryonic femora of different sizes and developmental stages reveal a consistently rapid rate of growth throughout development, possibly indicating that short incubation times were characteristic of sauropodomorphs. In addition, asymmetric radial growth of the femoral shaft and rapid expansion of the fourth trochanter suggest that embryonic muscle activation played an important role in the pre-hatching ontogeny of these dinosaurs.

Struktura kostí u dinosaurů se podobá spíše současným endotermům než ektotermům.

Endotermní poměr predátor/kořist je obvykle nízký (cca 3 %) – u dinosaurů je podobný jako u savců.

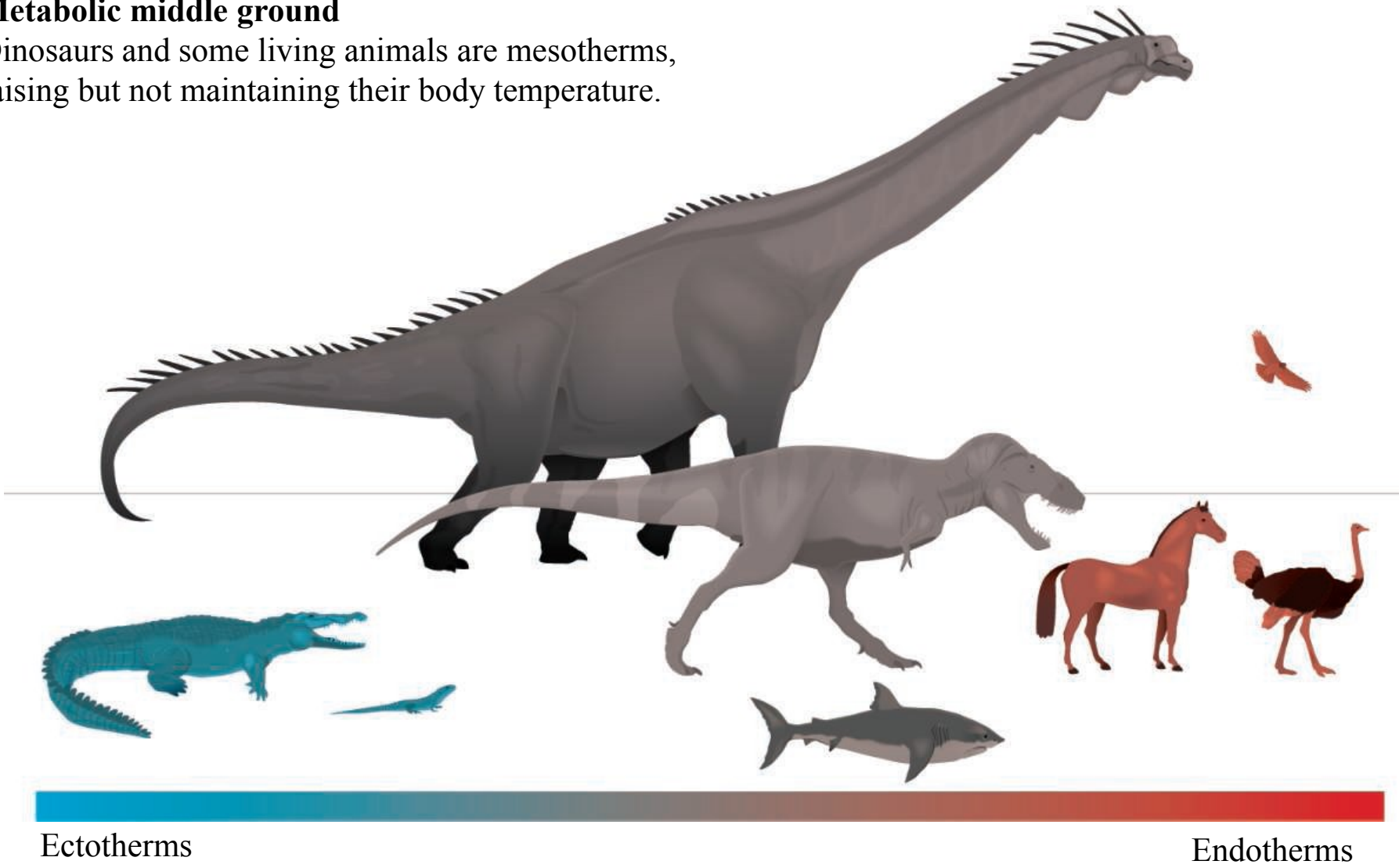
Od dinosaurů se odštěpili ptáci – ti jsou teplokrevní.

Několik současných názorů na tělesnou teplotu dinosaurů - souhrn

- **Dinosauři byli kompletně endotermní, podobně jako jejich descendentů – ptáci.**
- **Někteří měli intermediální typ fyziologie mezi endo- a ektotermií.**
- **Víme toho příliš málo, abychom mohli o fyziologii dinosaurů podloženě spekulovat.**
- **Všichni dinosauři byli ektotermní, protože klima v mesozoiku bylo velmi příznivě teplé. Mnoho současných ektotermů je dostatečně aktivních – stejně tak byli i dinosauři.**

Metabolic middle ground

Dinosaurs and some living animals are mesotherms, raising but not maintaining their body temperature.



Ectotherms

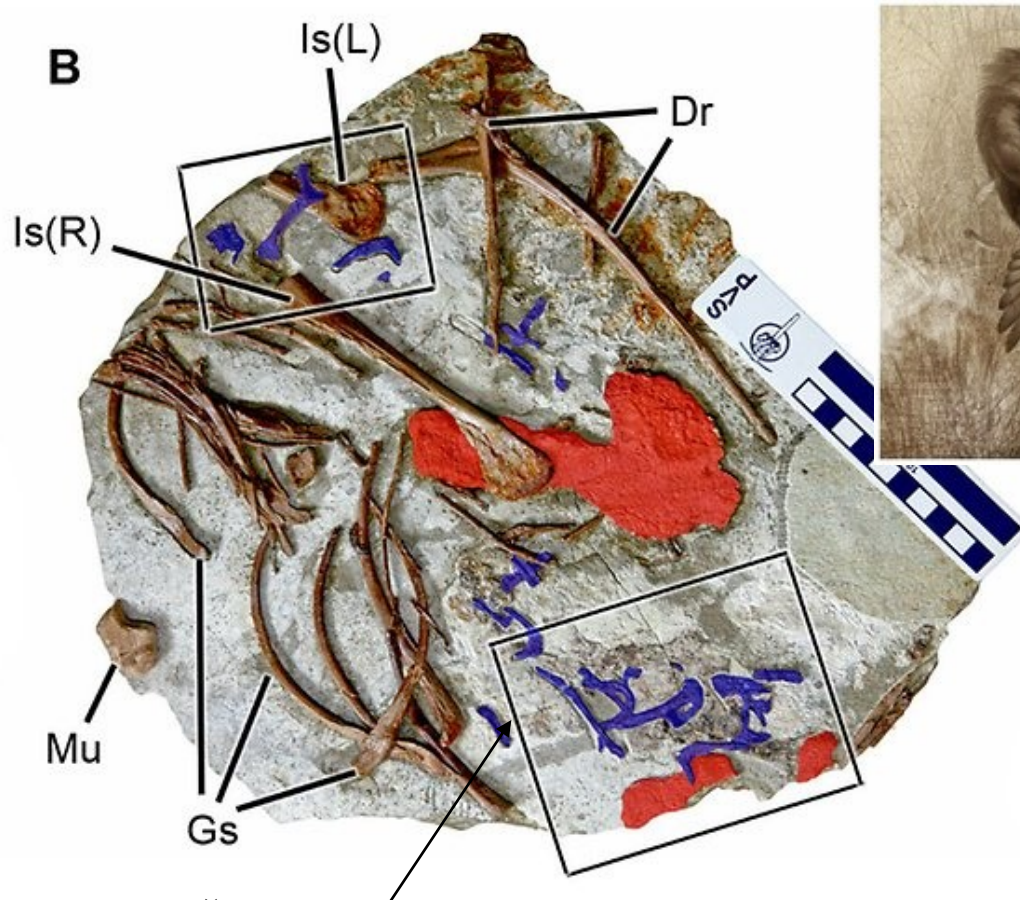
Endotherms

Metabolic rates

Problematika tělního pokryvu



***Sinocalliopteryx gigas*, největší kompsognatidní opeřený reptil, ~ 2,5 m,
Yixian Fm., Čína, sp. křída**



interpretace

Žaludek se zbytky ptáka r. *Confuciusornis sanctus* (modře) a dalšího raptora (červeně)

***Sinocalliopteryx gigas* – masožravý, opeřený, běhavý, nelétavý, (vel. cca vlk)
první nález požívání ptáků**

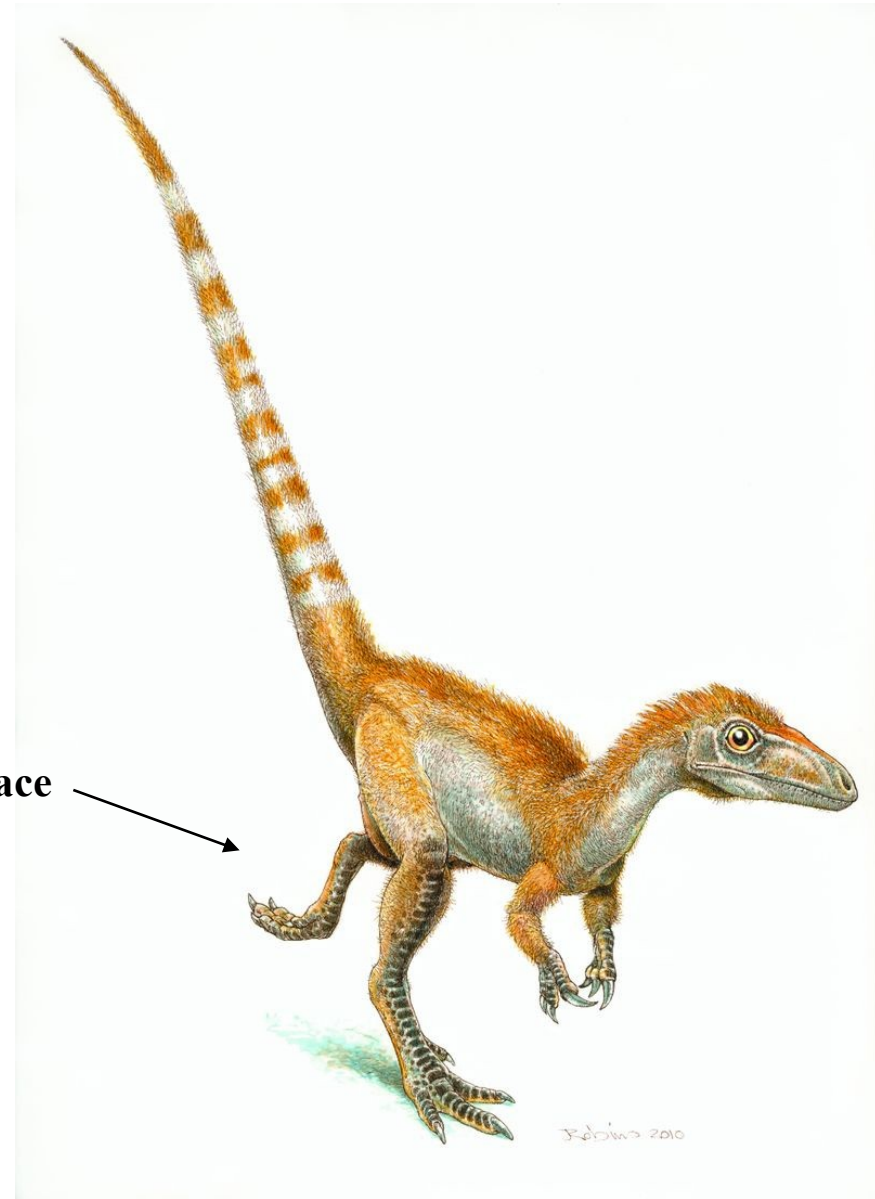
(PLoS one, 2012)



Sinosauropteryx prima, compsognatidní reptil, Liaoning, Čína, sv. křída (Benton, 2010)

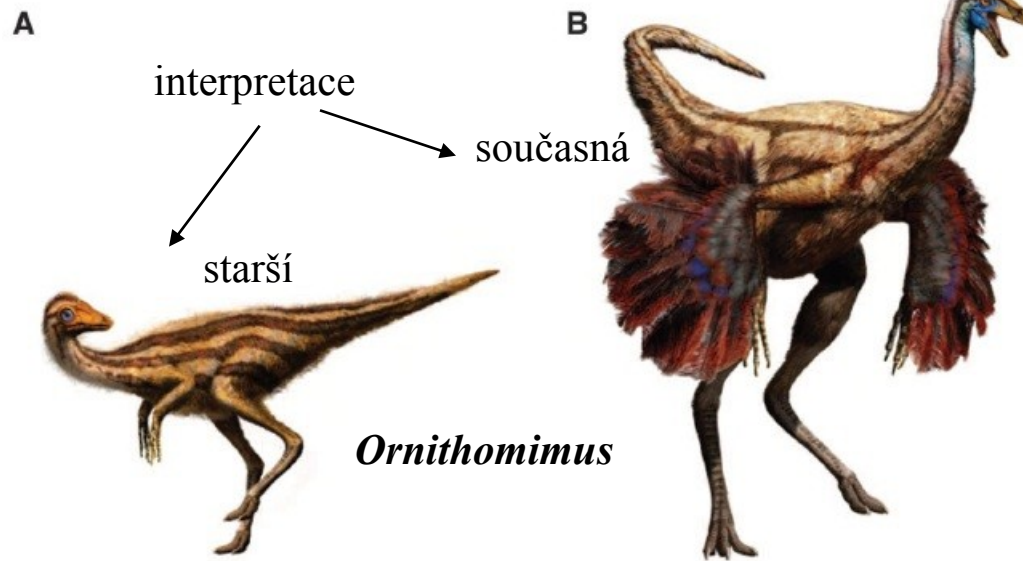


**Dtto, jiný exemplář a barevná interpretace
(viz dále)**





Ornithomimus edmontonicus (Theropoda), Alberta, Kanada, sv. křída, bipédní, běhavý, velikost pštrosa, Zelenitzky et al. 2012 – na dlouhých kostech přední končetiny stopy po upevnění per (brků) – stejně jako u recentních ptáků.

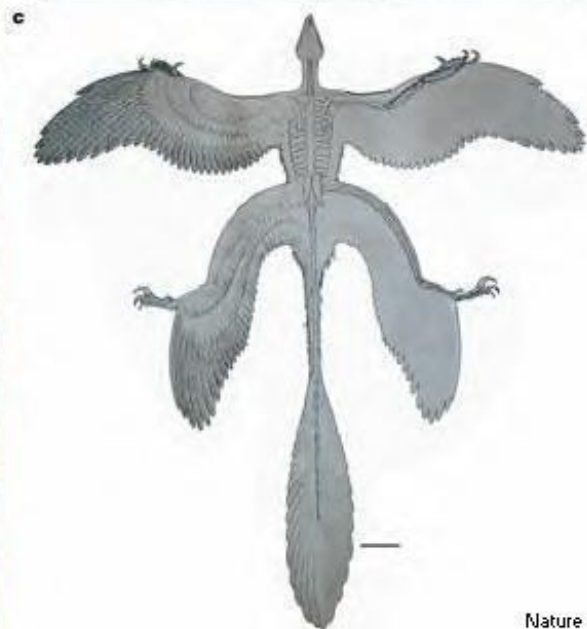
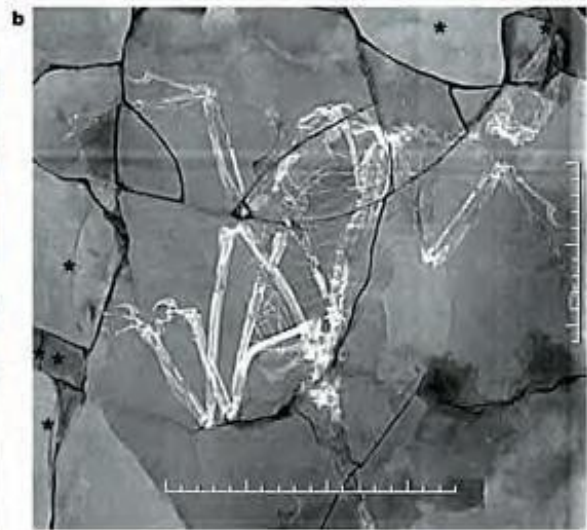


From Zelenitsky et al. 2012

Zelenitsky says, that “wings didn’t initially evolve for flight”.
Nor is it likely that wings evolved to give predators better balance as they latched onto their prey.

Pokusy o létání

peří



Microraptor guyi, sp. křída, Liaoning, Čína,
dromeosauridní reptil



Dtto, pozn. :

- zřejmě noční (barva peří + kůstky kolem očí),
- ocasní pero – dvoření (nikoliv let),
- barva opalizující, měňavě tmavá

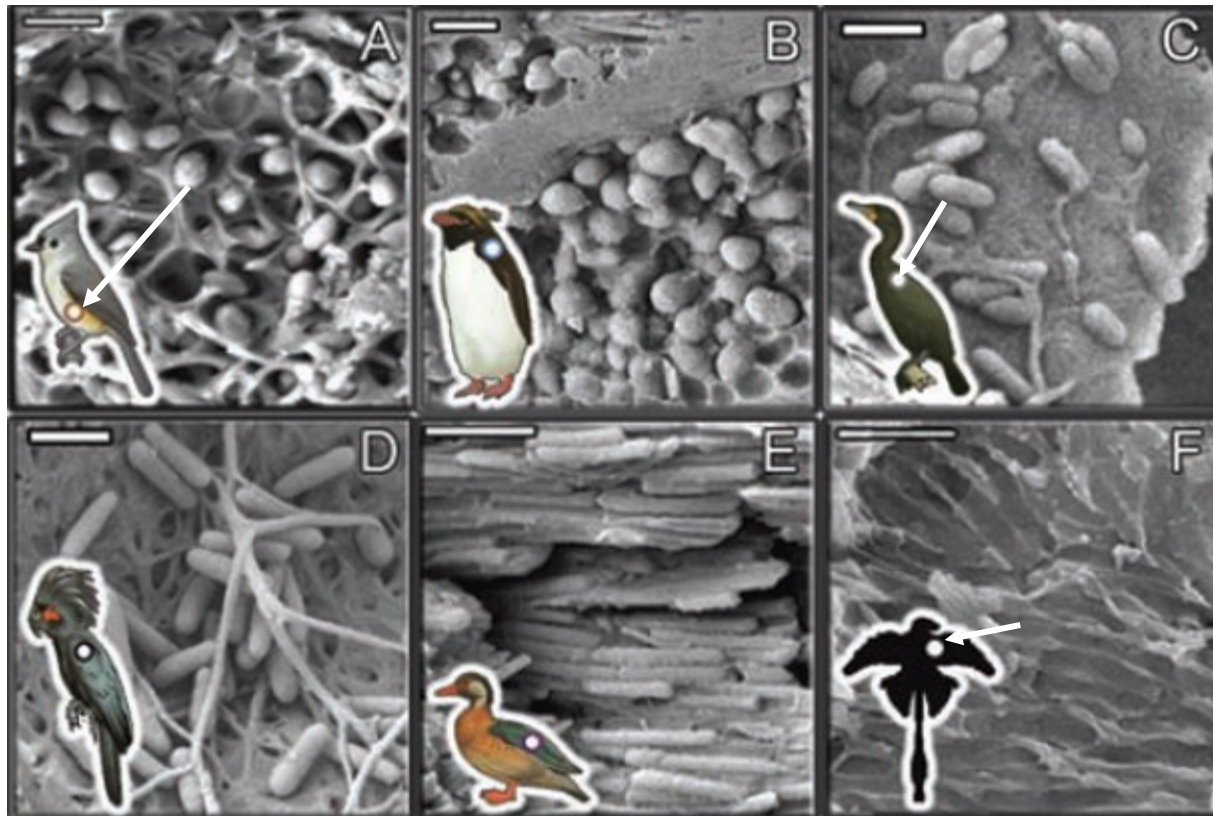
(Yong, 2012)



Microraptor
Alexandra Löwendahl 04

Starší ukázky obrazových rekonstrukcí mikroraptorů

feomelanosomy



eumelanosomy

A) Tufted titmouse B) Macaroni penguin C) Double-crested cormorant
D) Palm cockatoo E) Brazil duck F) Microraptor

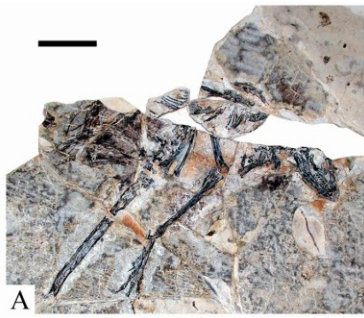
Ukázka melanosomů u různých skupin ptáků a mikropraptorů (Yong, 2012); kulovité (A) = feomelanosomy, rezavá barva; protáhlé eumelanosomy (C), černá barva.

- J. Vinther (2007) počátek studia;

- námitka Marie McNamara (2012)-experimentálně změnila délku melanosomů vlivem tlaku a teploty (ovšem čas, srovnej tafonomické podmínky) = debata, konfrontace.



Dnešní interpretace mikroraptorů

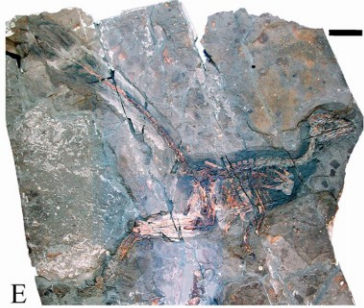


A



B

Sinosauropteryx



E



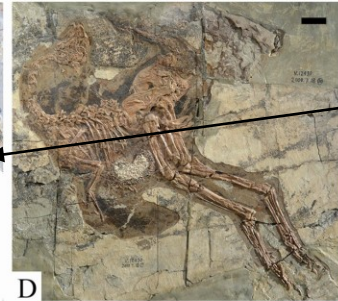
F



C



G



D

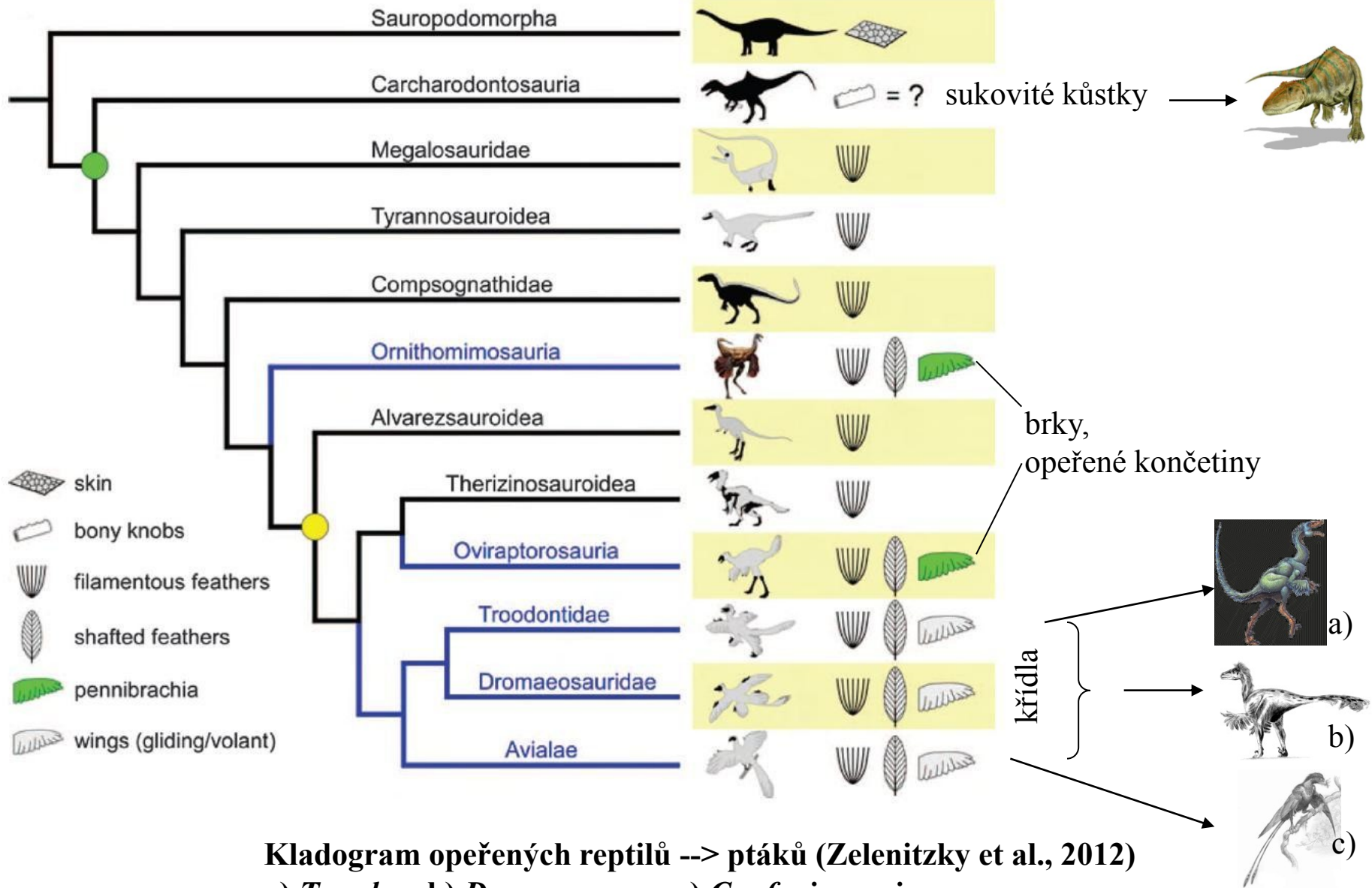
Microraptor



I



H



Kladogram opeřených reptilů --> ptáků (Zelenitzky et al., 2012)
 a) *Troodon*, b) *Dromeosaurus*, c) *Confuciusornis*

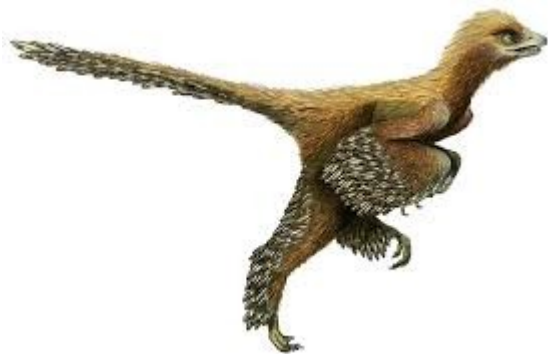


T.HUBIN/IRSNB



fosílie

Aurornis xui Godefroit et al., 2013,
160 Ma, sv. Čína (Liao-ning provincie), stářím předchází archaeopteryxe o 10 Ma, oba
patří zřejmě ke stejné vývojové větvi bazálních ptáků



©Masato Hattori

možné interpretace

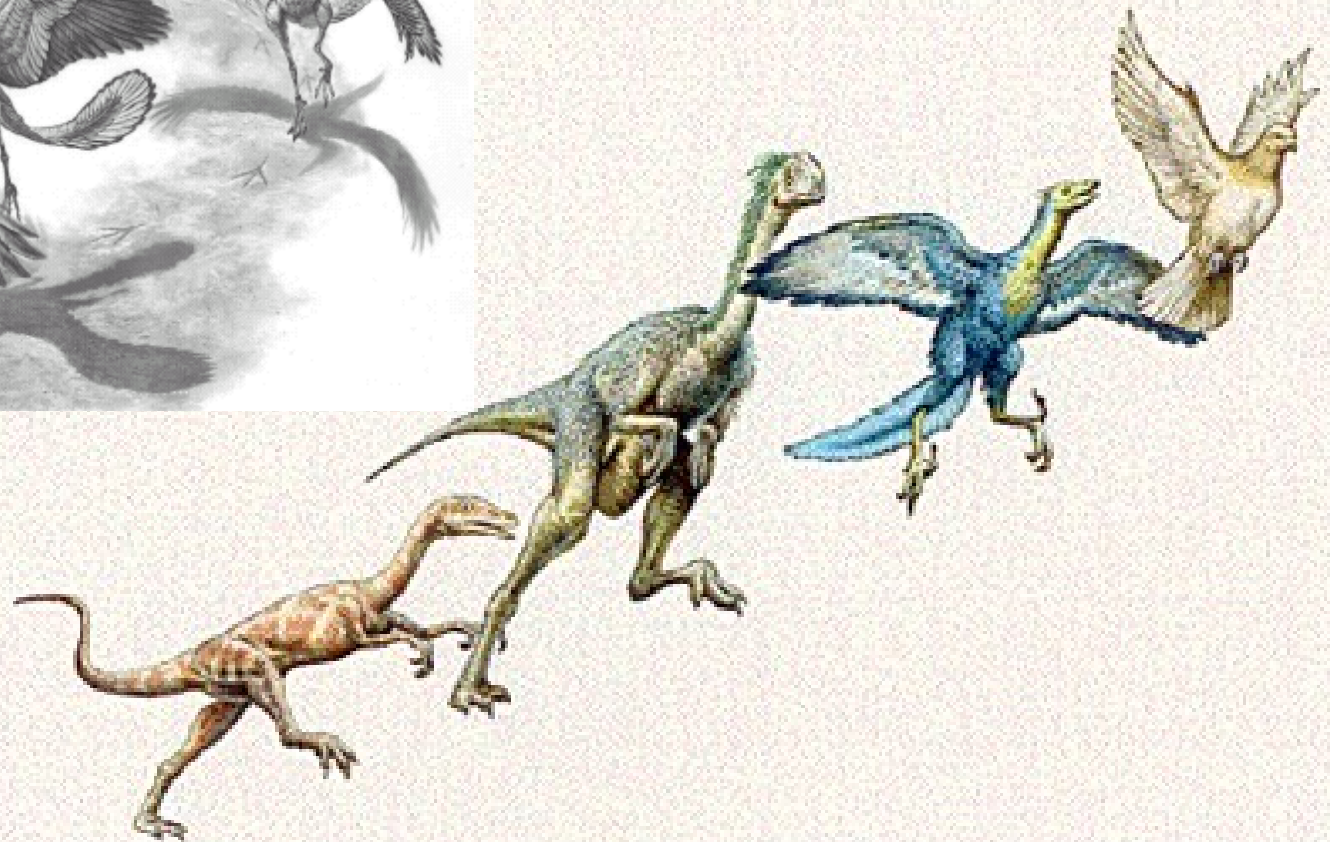
(Amos 2013)



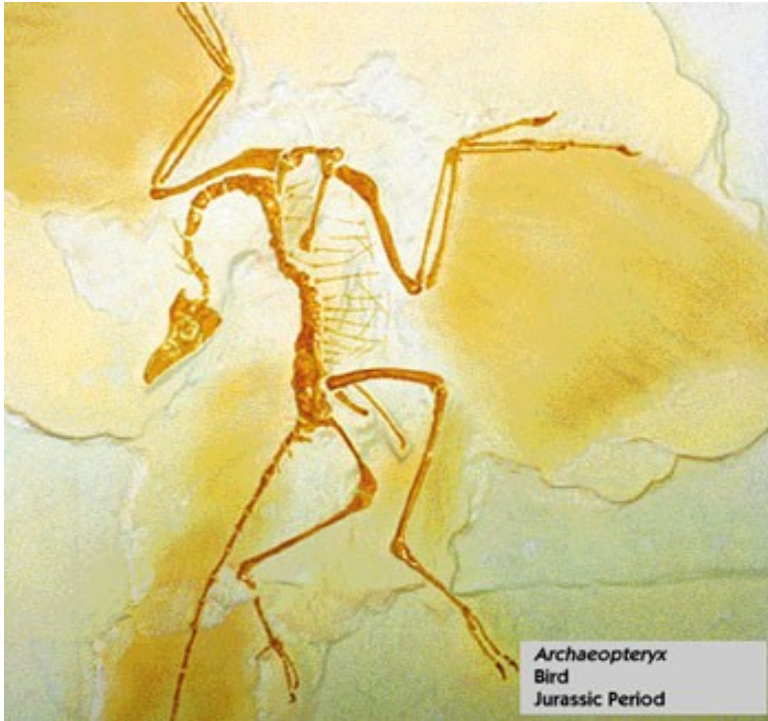
Aurornis xui, fosílie a možná interpretace

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

Kurzikolní hypotéza



Opeřený reptil ?

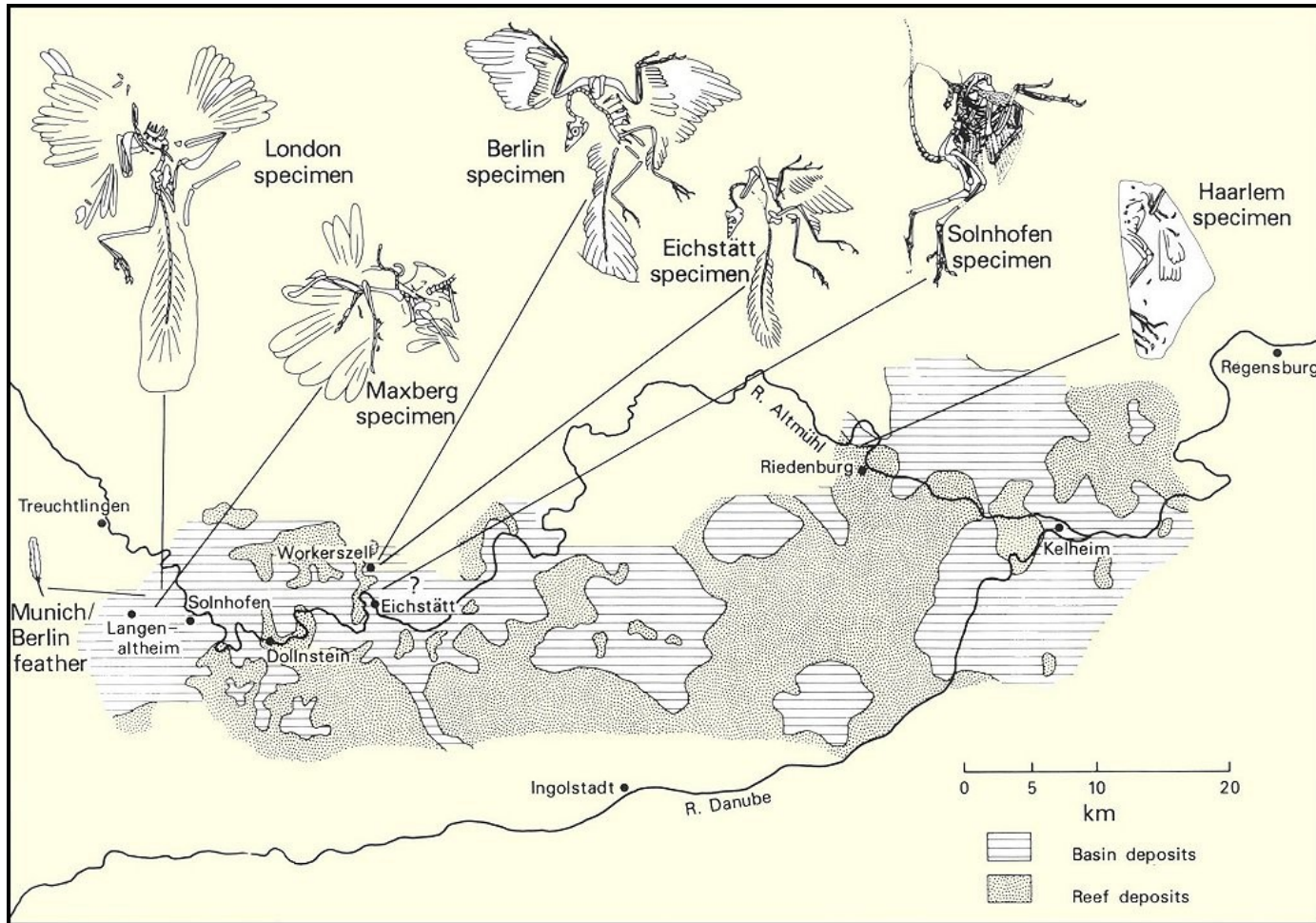


Pták ?



Archaeopteryx

Lokality s nálezy archeopteryxů

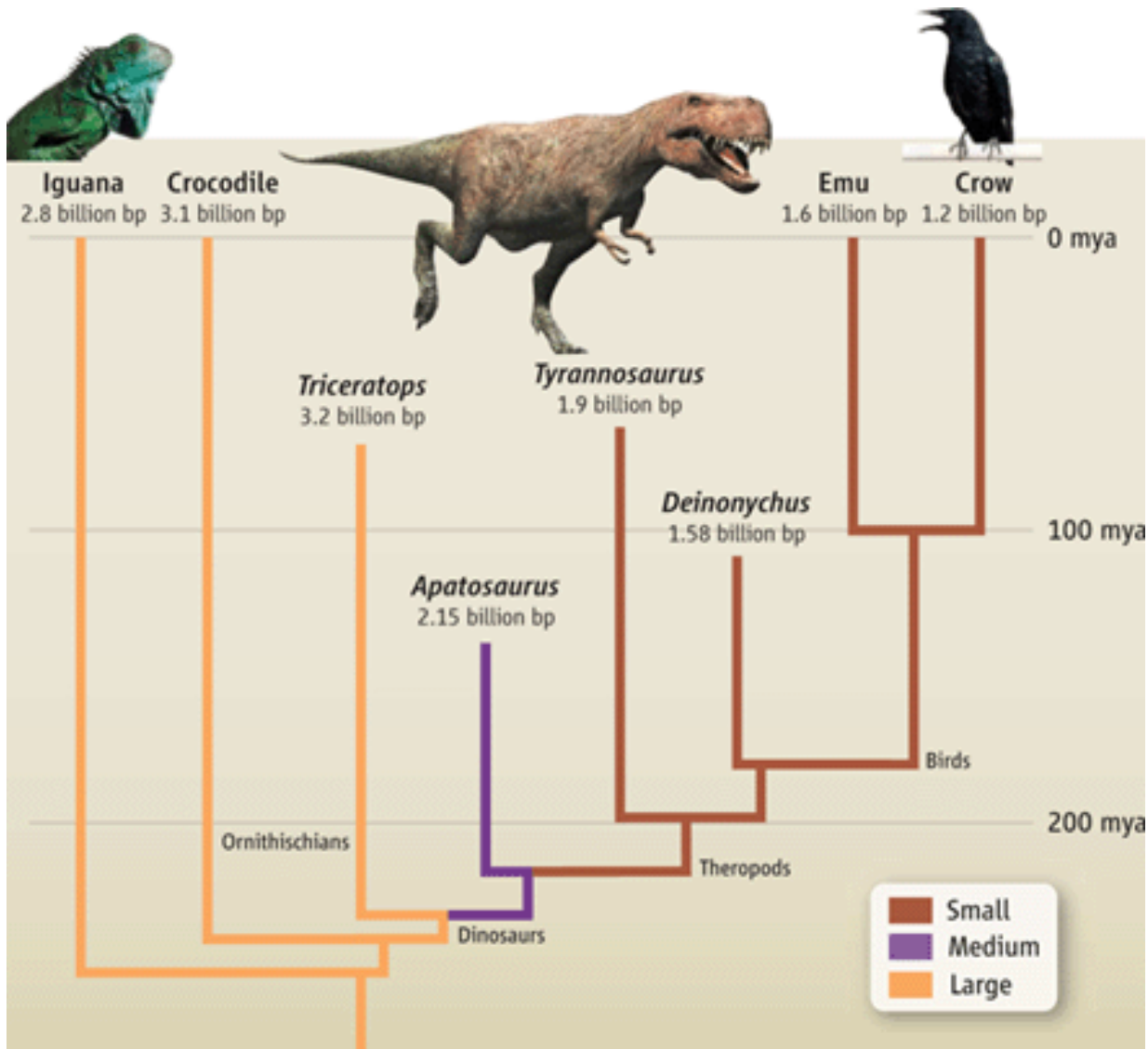




otisk peří, podle studia barevných částic melanosomů byl barva peří černá (Nat. Com., 2012)

Archaeopteryx, svrchní jura, ~150 Ma, Eichstätt, Bavorsko

Velikost genomu (páry bází) – svědčí též o blízkosti teropodních dinosaurů a ptáků



AVES

- SAURIURAE

opozitní ptáci: ? *Archaeopteryx, Confuciusornis, etc.*

- ORNITHURAE

moderní ptáci: *Sinornis, Ichthyornis, Hesperornis, Hongshanornis*

Počátek křídy: praví ptáci



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.

Confuciusornis sanctus
(spodní křída, Čína)
(opozitní)

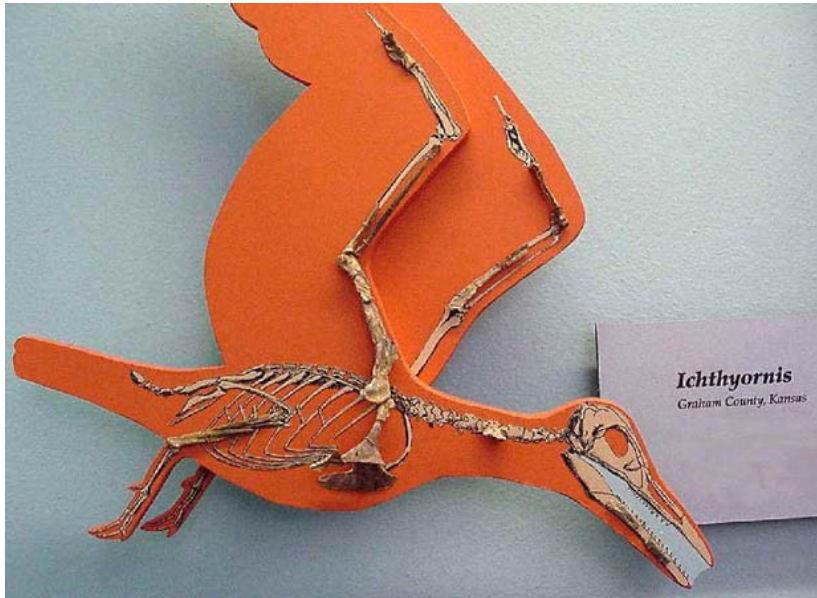


Pozice provincie Liaoning v jv. Číně.

Hongshanornis longicresta, (Ornithurae), nedokonalý let,
Liaoning, ~ 125 Ma



Sinornis



Ichthyornis



Během křídly již diverzita ptáků vzrůstá – různé životní strategie (vodní, etc.)



Hesperornis

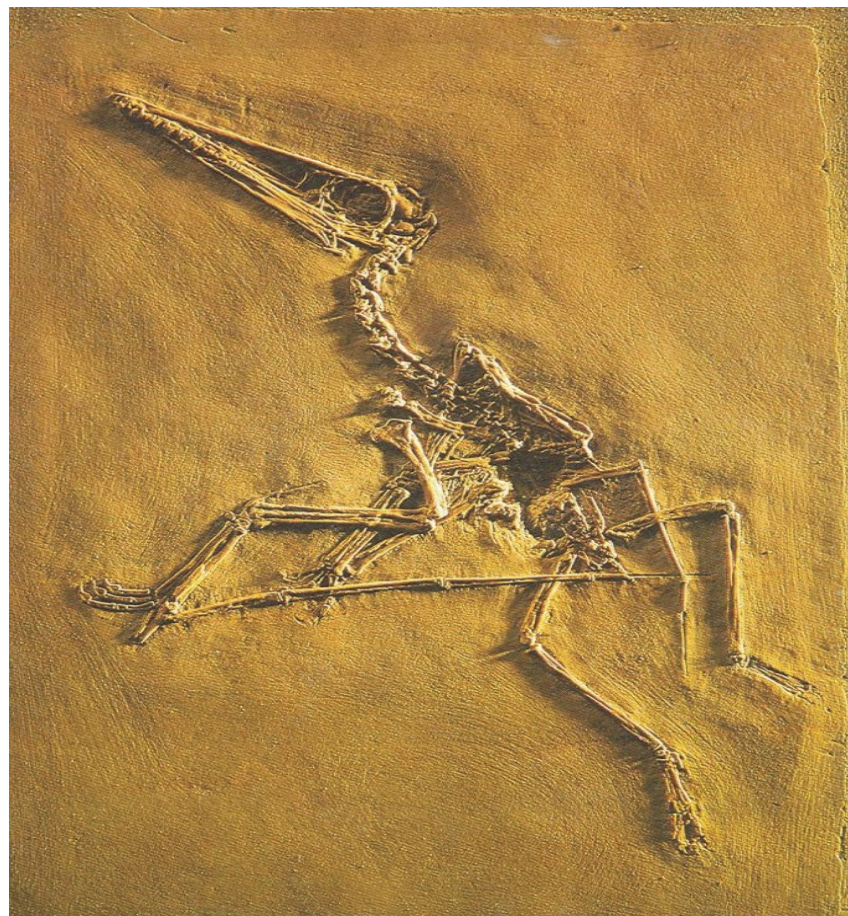
In conclusion, our genome-scale analysis supports the hypothesis of a rapid radiation of diverse species occurring within a relatively short period of time (36 lineages within 10 to 15 million years; Fig. 1) during the K-Pg transition, with many interordinal divergences in the 1- to 3-million-year range. This rate of divergence is consistent with modern speciation rates, but it is notable that so many lineages from a single stem lineage survived extinction. Subsequent ecological diversification of surviving lineages is consistent with a proliferation of the earliest fossil stem representatives of most modern orders by the latest Paleocene to Eocene. Our finding is broadly consistent with recent estimates for placental mammals [(100), but see SM12 (101)] and thus supports the hypothesis that the K-Pg transition was associated with a rapid species radiation caused by a release of ecological niches following the environmental destruction and species extinctions linked to an asteroid impact (2, 4, 5, 102).

PTEROSAURIA

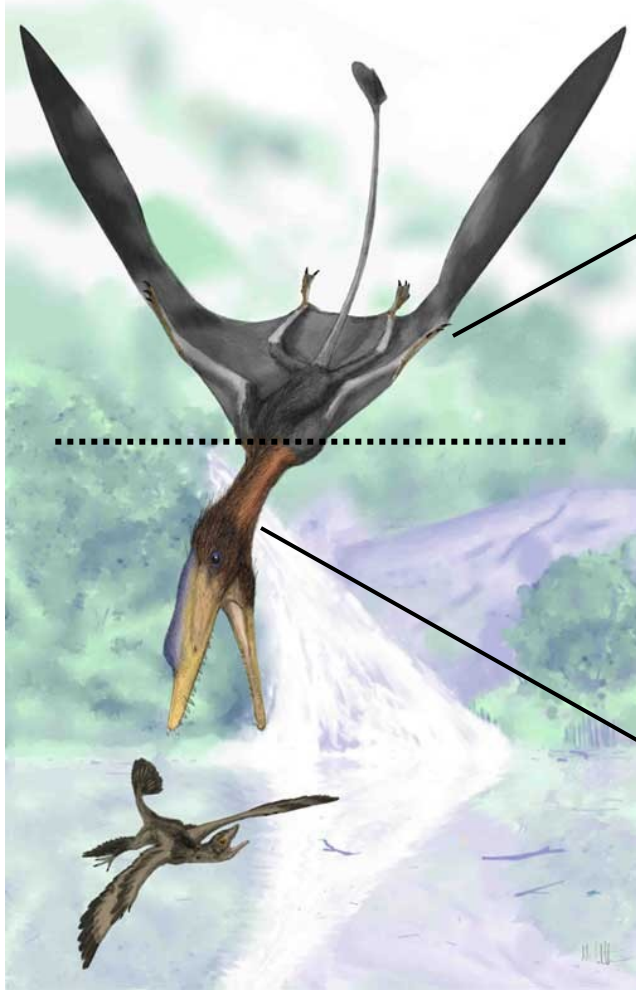


Copyright(c)2004.M.Shiraishi-All right reserved

Rhamphorhynchus, jura - rekonstrukce

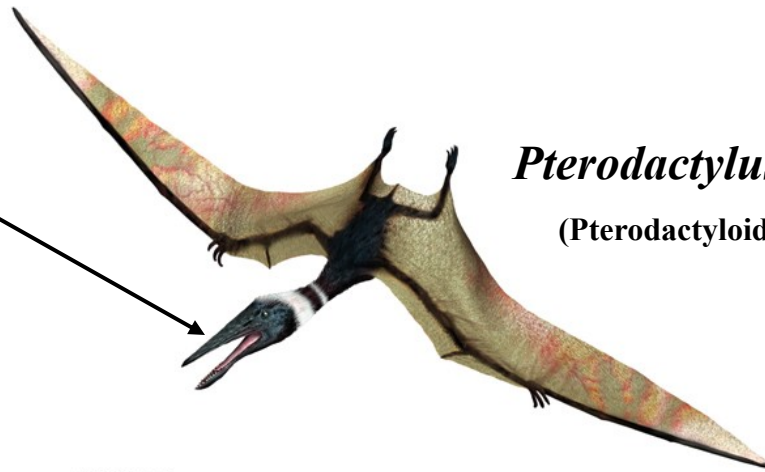


Pterodactylus, sv. jura - fosílie



Rhamphorhynchus

(Rhamphorhynchoidea = sv. trias-sv. jura)



Pterodactylus

(Pterodactyloidea = sv. jura- sv. křída)

Darwinopterus modularis

© DK 2003

Sv. jura, 160 Ma, souvrství Tiaojishan (Liaoning prov.), ~ vrána.

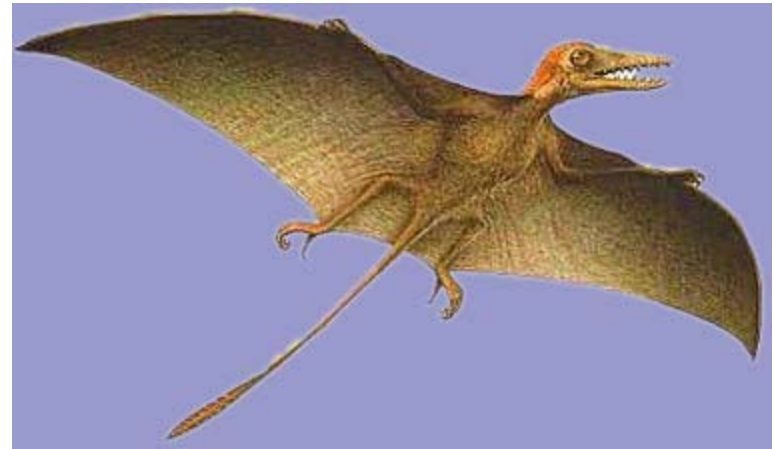
Pokročilé znaky: dlouhé čelisti, špičaté zuby, ohebný protáhlý krk a lebka (=> pterodaktylové)

Starobylé znaky: tělo, ocas, křídla (=> rhamphorhynchové)

➡ „podivný hybrid“, příklad mozaikové evoluce – nejprve se vyvíjela část (hlava a krk) a poté zbytek



Sordes pilosus – osrstěný pterosaur
(rekonstrukce)





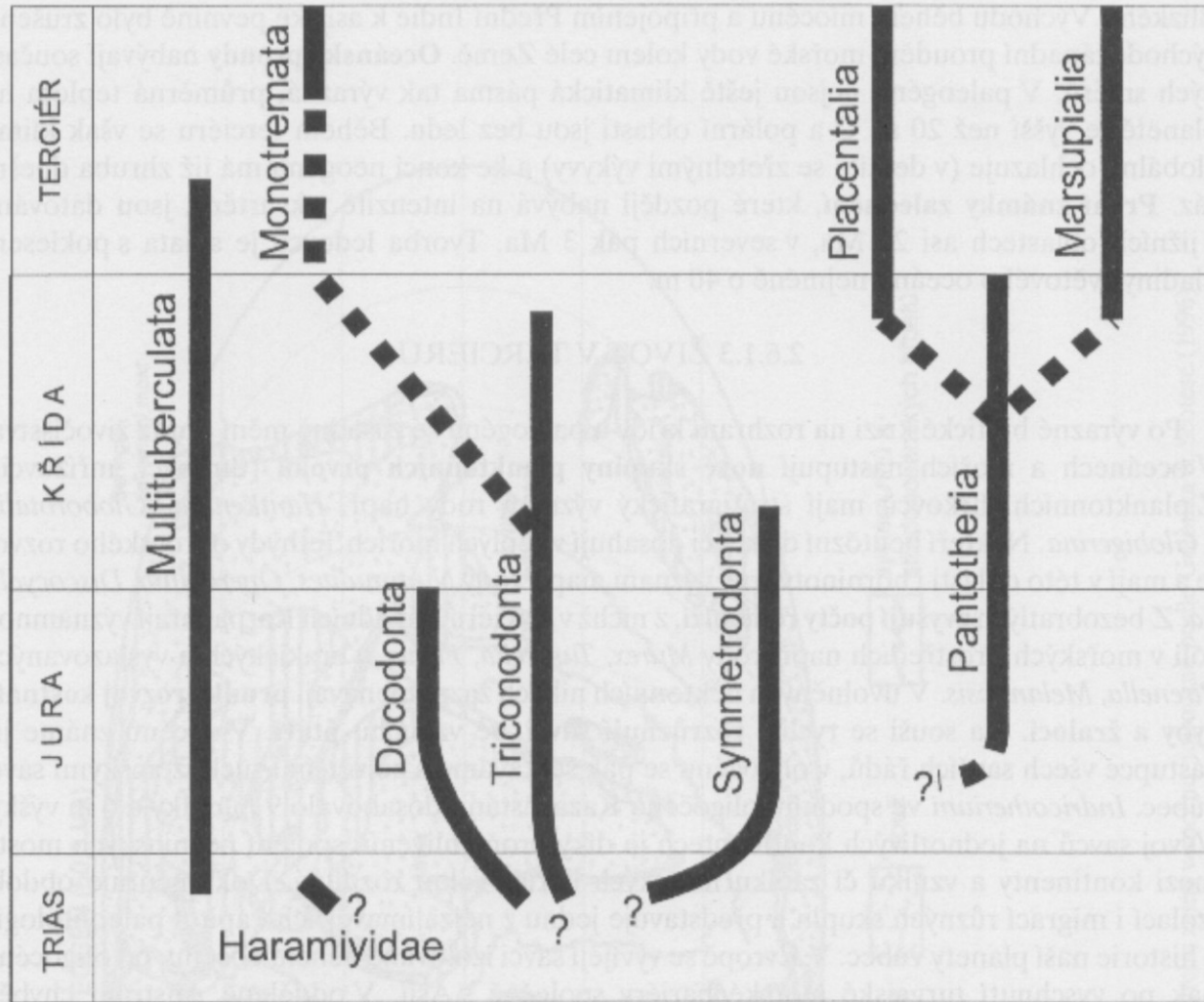
Quetzalcoatlus, křída Mexico – rozpětí křídel až 18 m

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



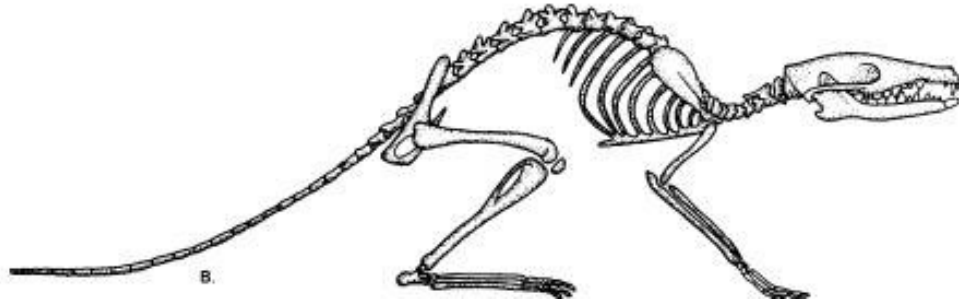
Prototheria

Theria



Obr. 85. Vývojové vztahy a stratigrafický rozsah hlavních skupin savců. Upraveno podle Wicander & Hourac (1989).

Během křídy se objevují ptakořitní, vačnatci a placentálové, jejichž fyziologie se po svrchnokřídové krizi ukáže jako velmi účinná pro další radiaci a diverzifikaci



***Zalambdalestes*, sv. křída, placentál**

Monotremata (Austrálie)



fosílie (podle Meyers, 2006)



rekonstrukce (Darling, 2006)

Volaticotherium antiquus

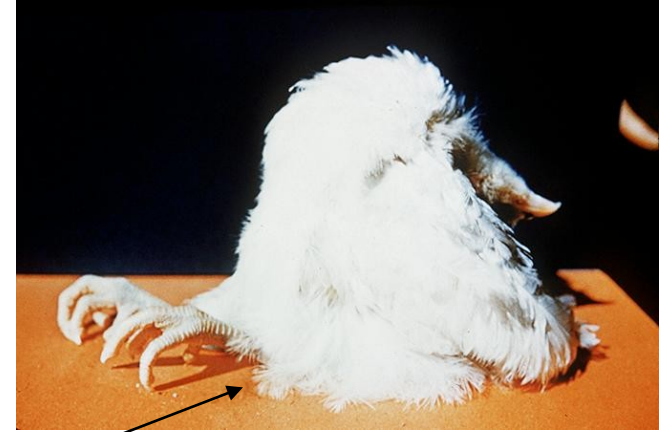
- Čína, 125 Ma, spodní křída, 12-14 cm, potrava-hmyz
- savec, způsob života jako recentní poletuchy, příbuzný multituberkulátům (?)



Člověk – tyfus
(obraz Bell 1809)

Opisthotonus

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



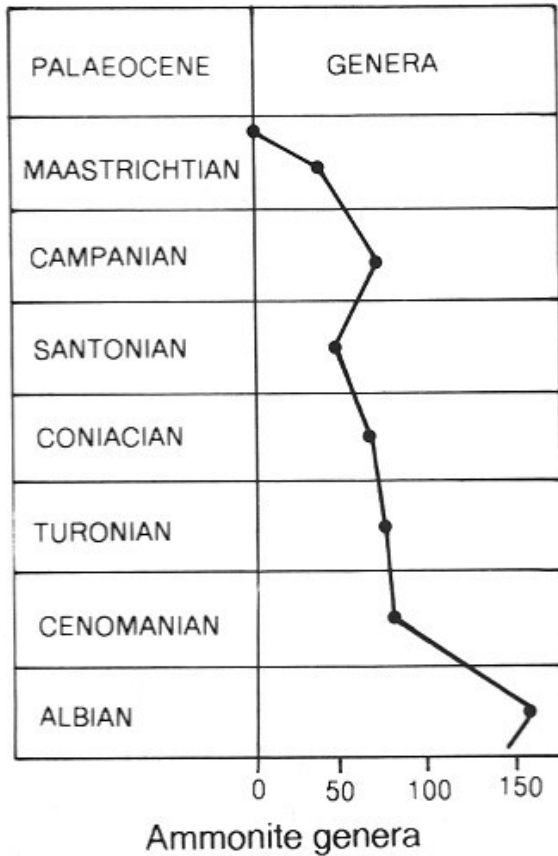
Pták – recent,
nedostatek thiaminu



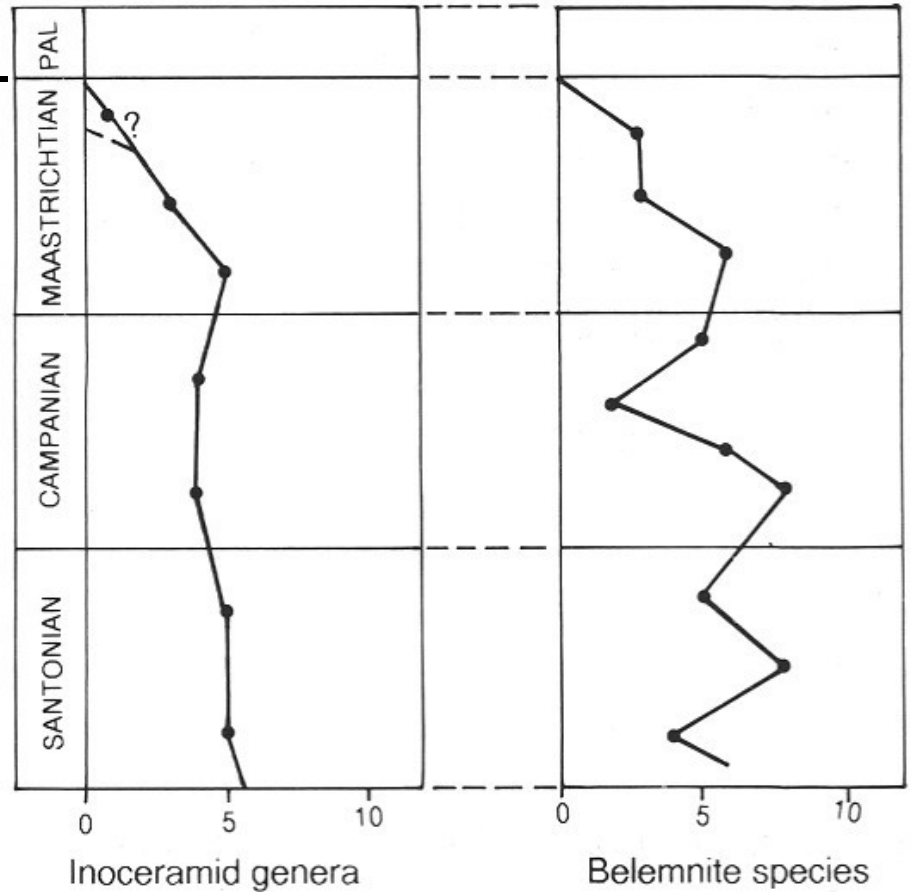
Struthiomimus altus – křída (Amerika), teropodní dinosaurus cca „pštrosího vzhledu“
– interpretace: otrava při sopečném výbuchu (?) (podle www.Ideo.columbia.edu, 2007)

Pokles diverzity měkkýšů ve sv. křídě a jejich zánik na hranici K/T (Hallam et Perch Nilesen 1990)

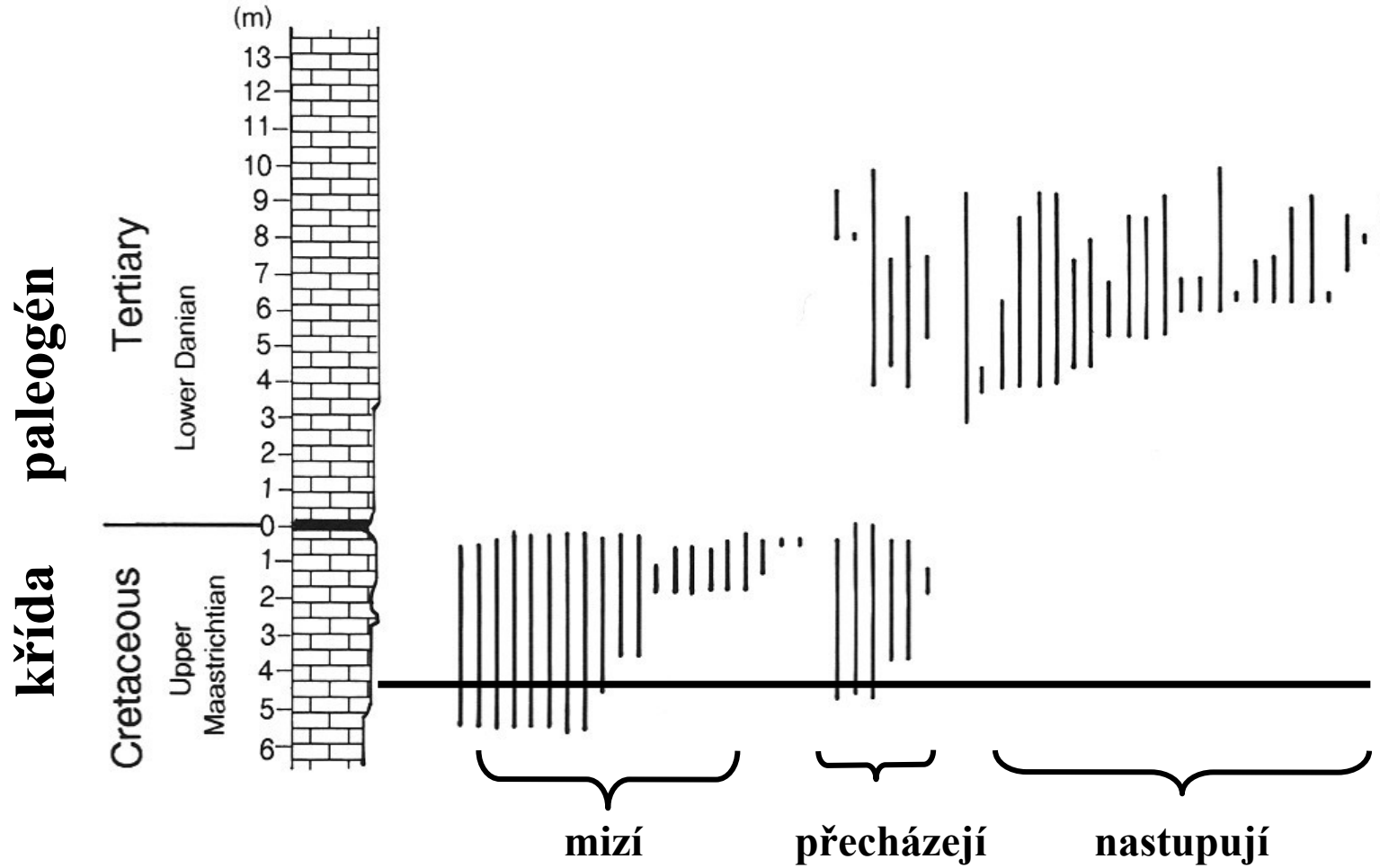
křída | paleogén



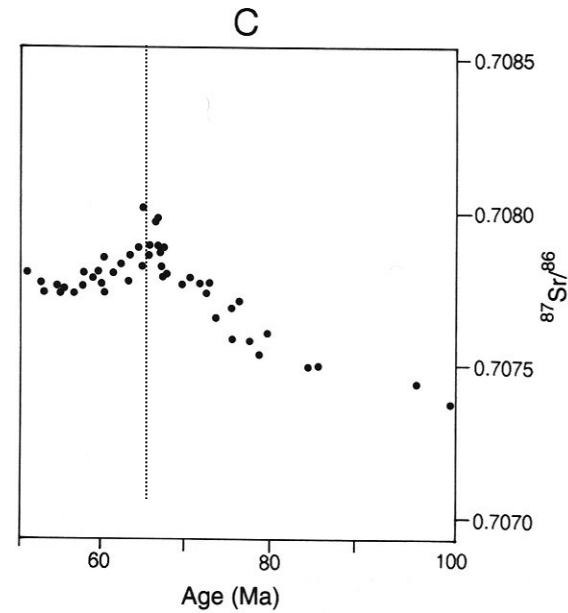
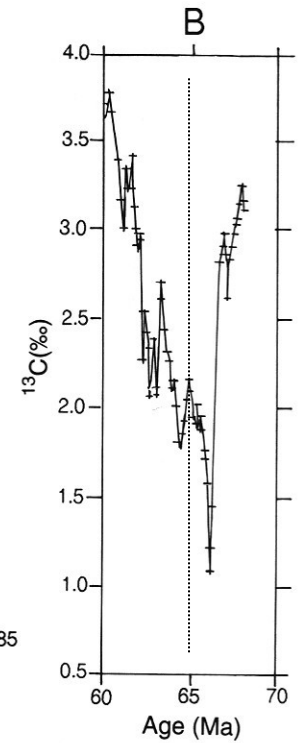
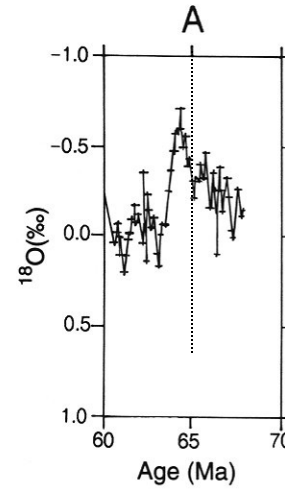
křída | paleogén



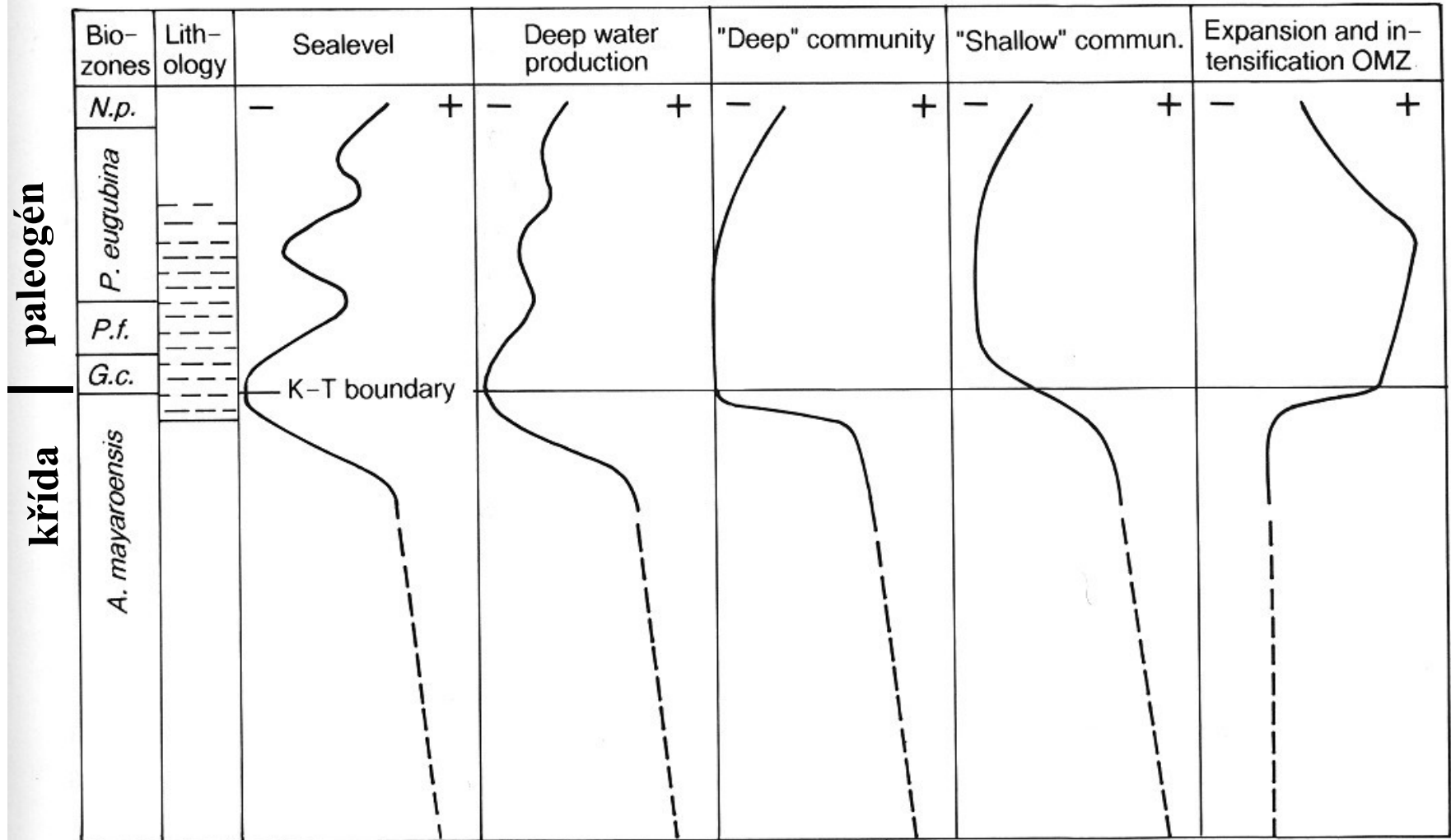
Rozsah druhů ramenonožců okolo hranice křída/paleogén, Dánsko (Surlyk et Johannsen, 1984)



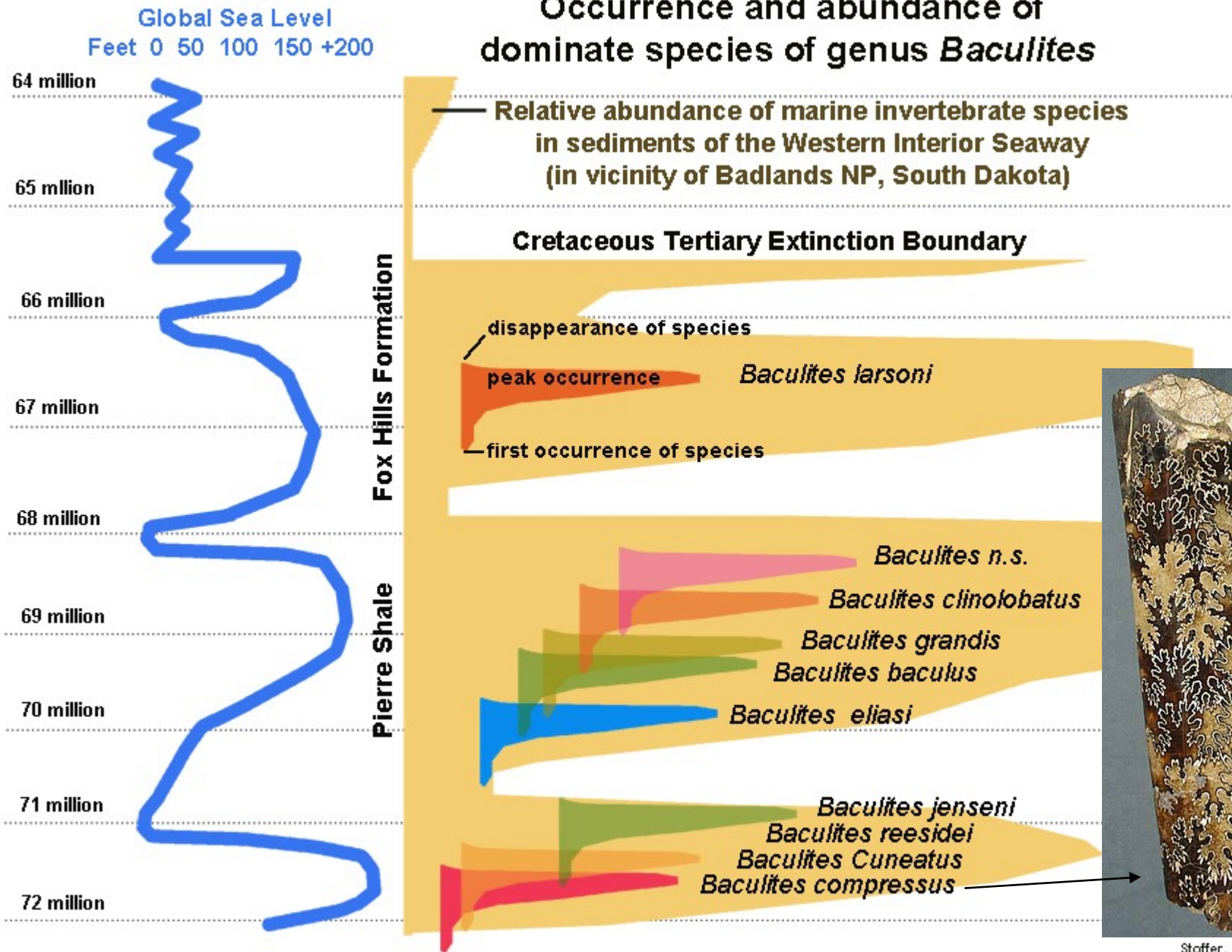
**Exkurze křivek izotopů O, C, Sr
v oceánských vodách okolo hranice
K/T – 66 Ma
(Hallam et Wignall 1997)**



Přehled některých změn na hranici K/T v oceánech (Hallam et Wignall 1997)

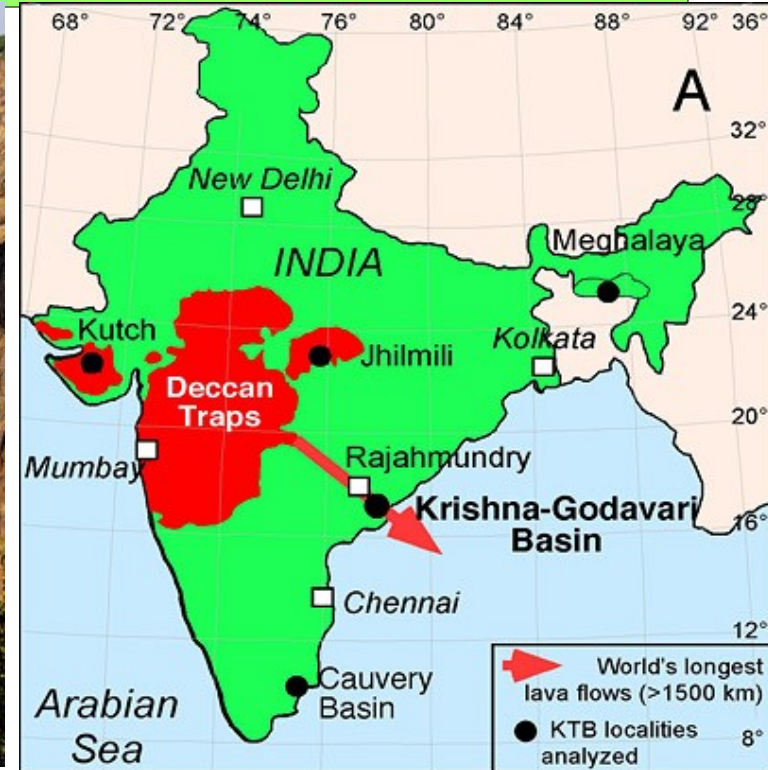


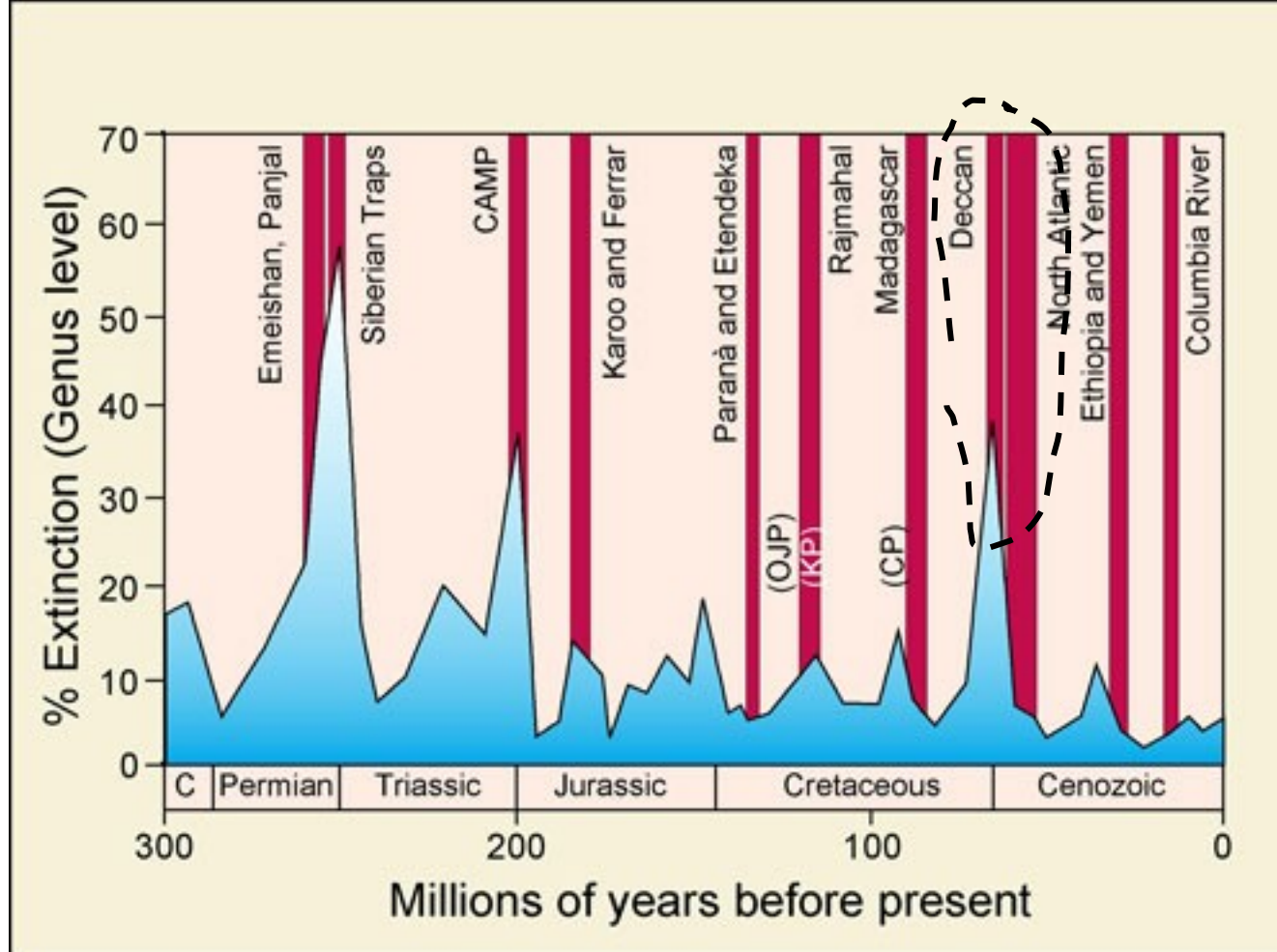
Occurrence and abundance of dominate species of genus *Baculites*



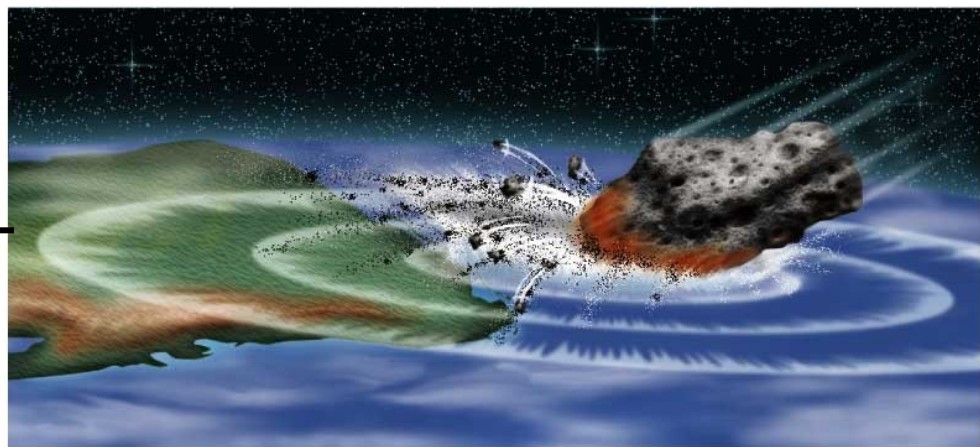
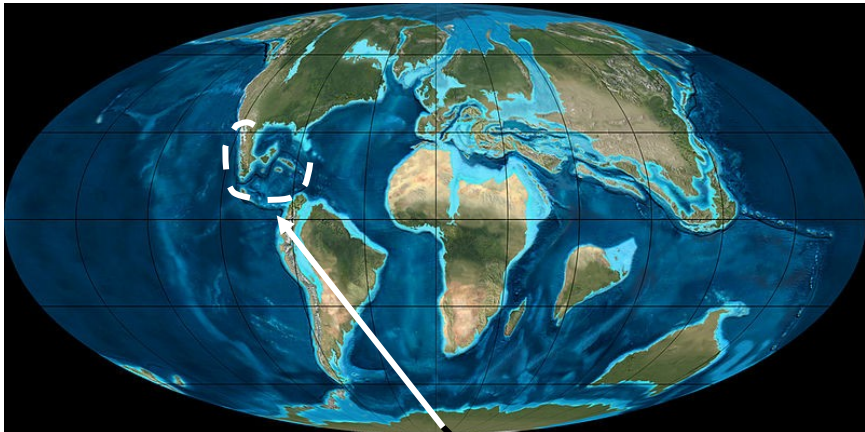
Stoffer, 2012

Dekkanské trapy (záp. Indie), jedna z největších vulkanických oblastí světa. Více než 2,000 m mocné ploché uloženiny láv pokrývají oblast cca 450. 000 km². Objem čedičů je odhadován na 512,000 km³(srovnání: 1980 erupce Svaté Heleny produkovala 1km³ vulkanického materiálu). (foto Keller, 2011)





Dekkanské trapy, jejich pozice (stáří) a srovnání s jinými eventy tohoto typu



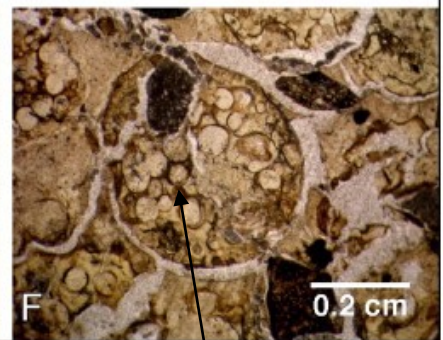
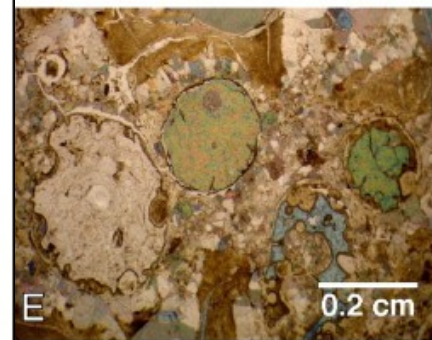
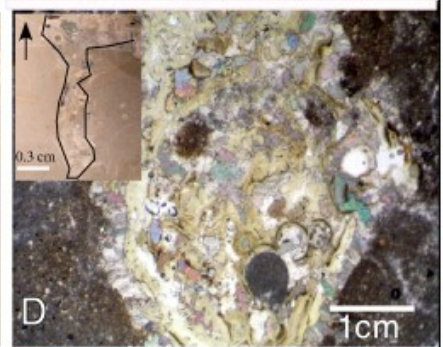
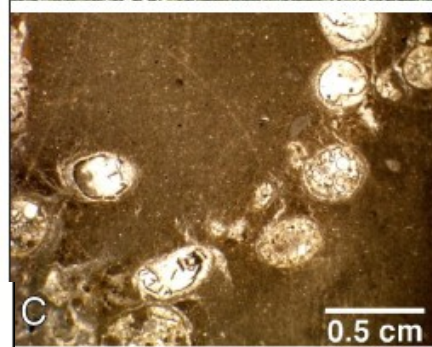
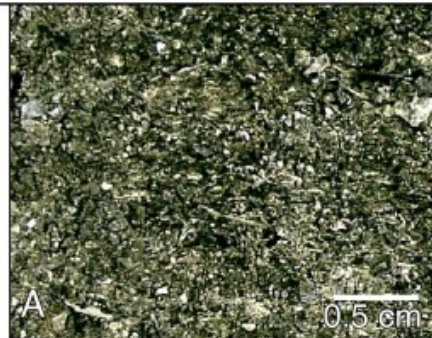
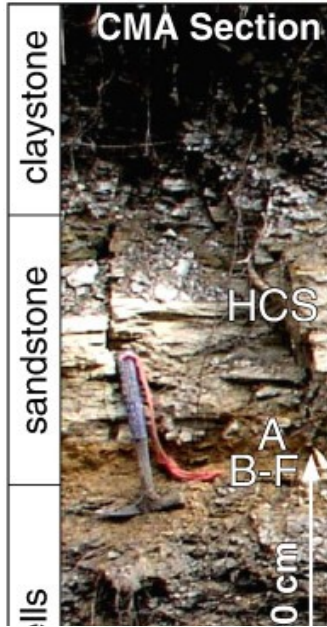
~ 65 Ma, Křída/Paleogén
Mexický záliv, poloostrov
Yucatán, kráter Chixculub,
impakt tělesa ~ 10 km
v průměru,
+ další impakty
+ další jevy (viz dále)



následky –
V. hromadné vymírání

vnitřní prsteneček





Sférule z profilů „chixulubského“ stáří, Haiti, K/T (+ vysoký obsah Ir) a Brazos

(Keller et al. 2009)

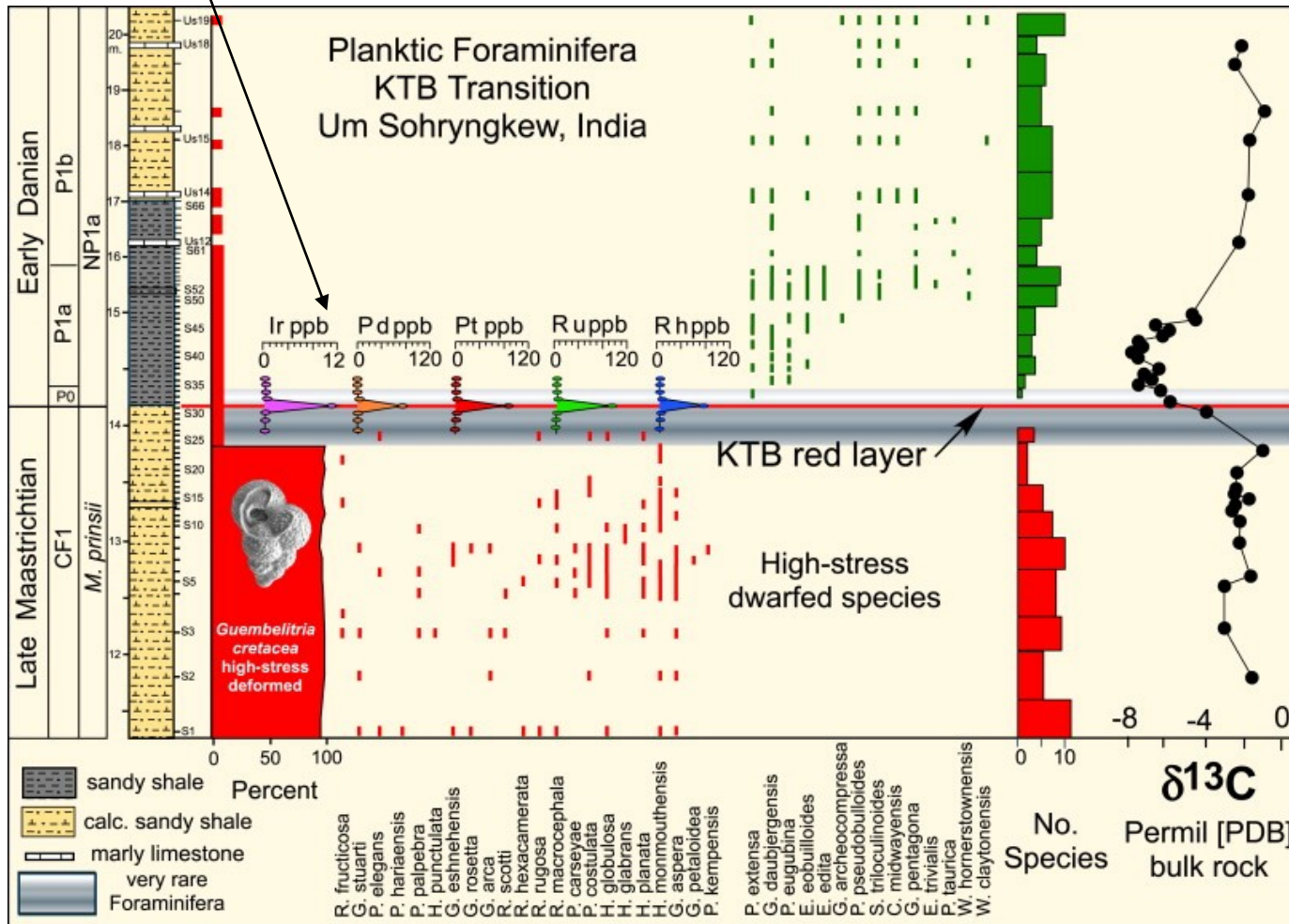


**Jílovitá poloha při hranici K/T má 1000 x větší obsah Ir než podloží a nadloží,
Wyoming, USA (Zimbres, 2009)**



Trinidad Lake State Park, barevná a litologická změna na hranici K/T („Geology guy“, 2006)

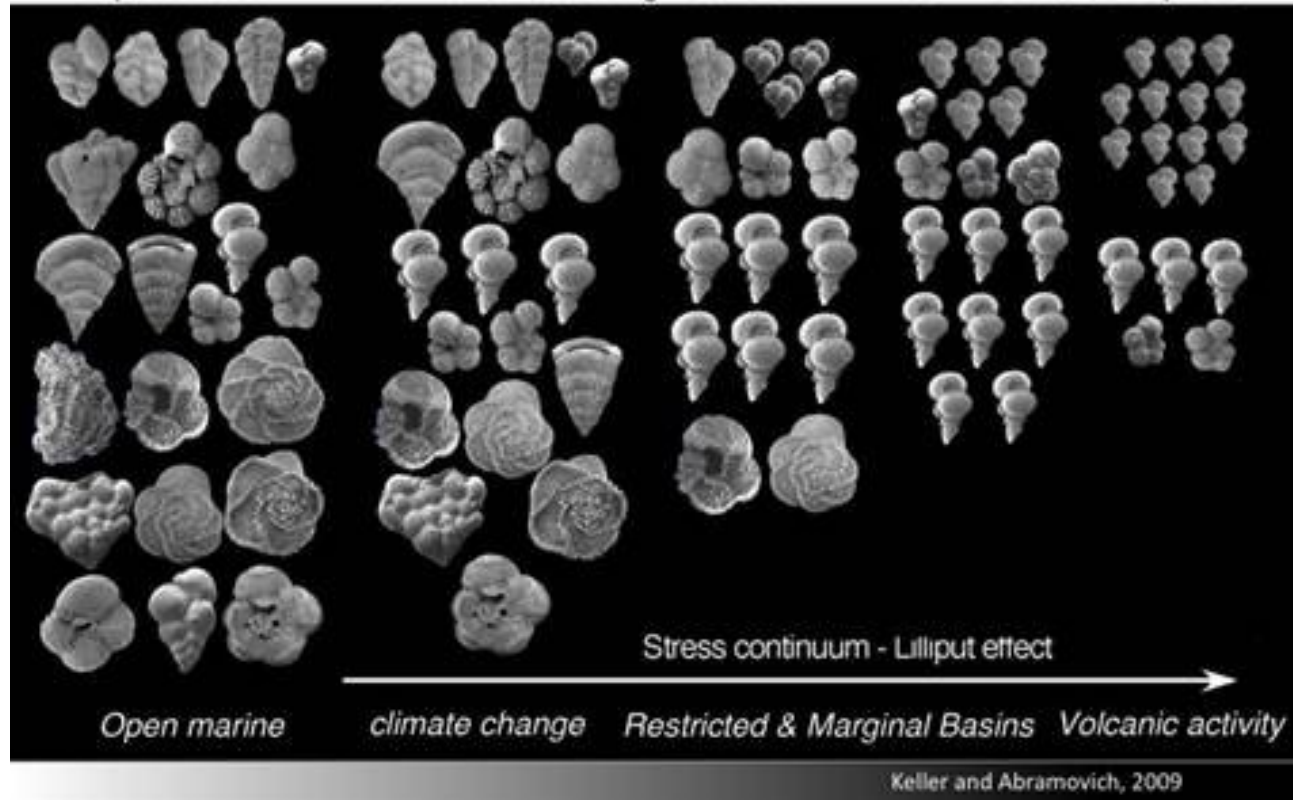
Obsahy prvků Pt skupiny



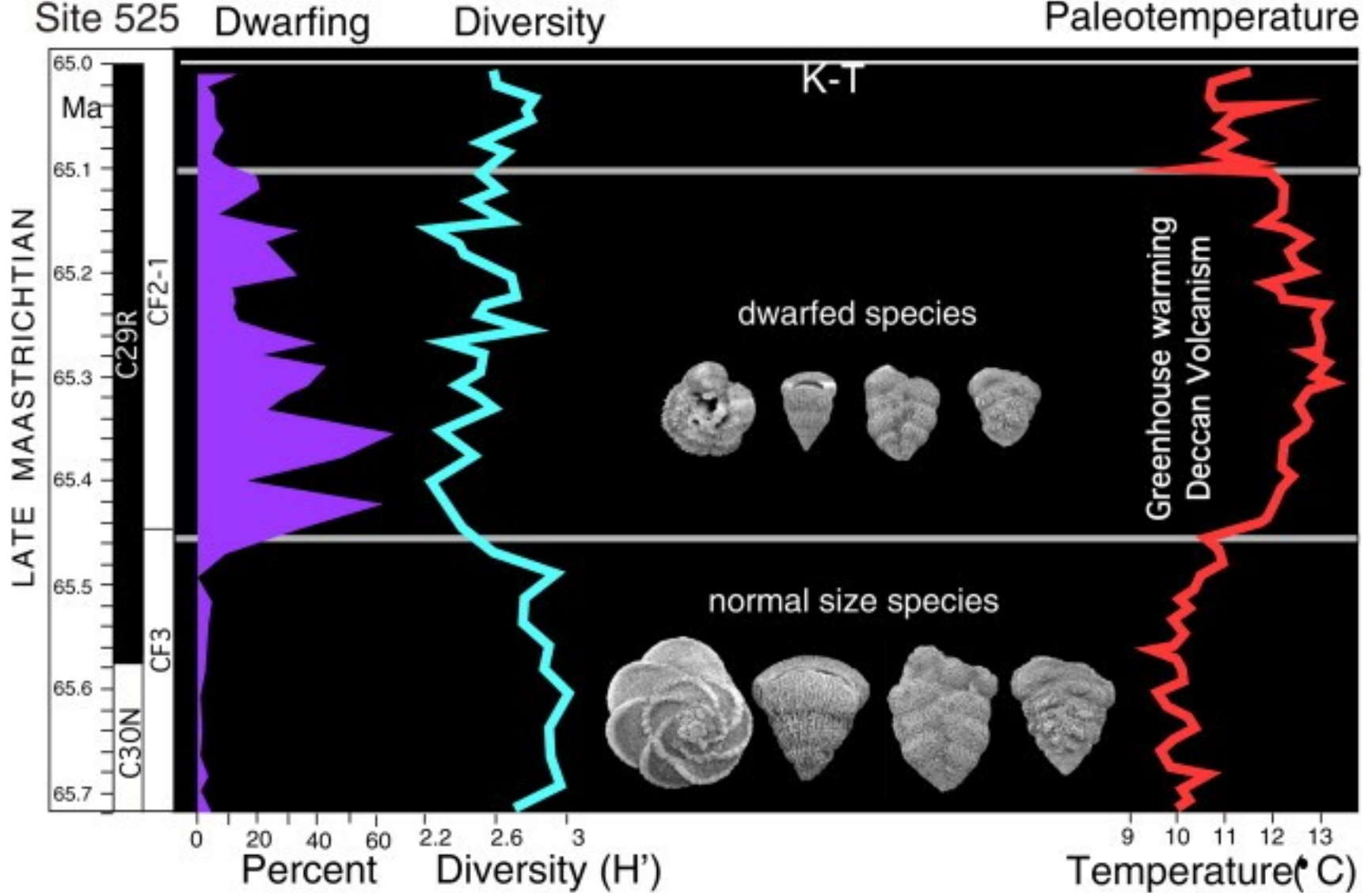
(Keller, 2007)

Environmental Stress in Planktic Foraminifera

Optimum → increasing Stress → Catastrophe



Diverzita a velikost schránek planktonních foraminifer v profilech před a po hranici K/P



Biotický efekt v kalibrovaném vrtu S 525 v nejvyšším maastrichtu = výrazné snížení diverzity a zmenšení velikosti schránek v teplém období „greenhaus“ v hlavní fázi dekkanských trapů

(Keller 2008)

**G. Keller + J. Baum:
Problém !**



Brazos Core Mullinax-1: Event Deposit to K-T Boundary



<p>Event deposit Reworked Chicxulub impact spherules, glauconite, shells, burrowed, rippled & hummocky sandstones</p>	<p>80 cm normal marine sedimentation to K-T boundary 10 cm upward fining silty mudstone, followed by laminated, mudstone, irregular bedding, shells, burrows, pyrite infilled.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

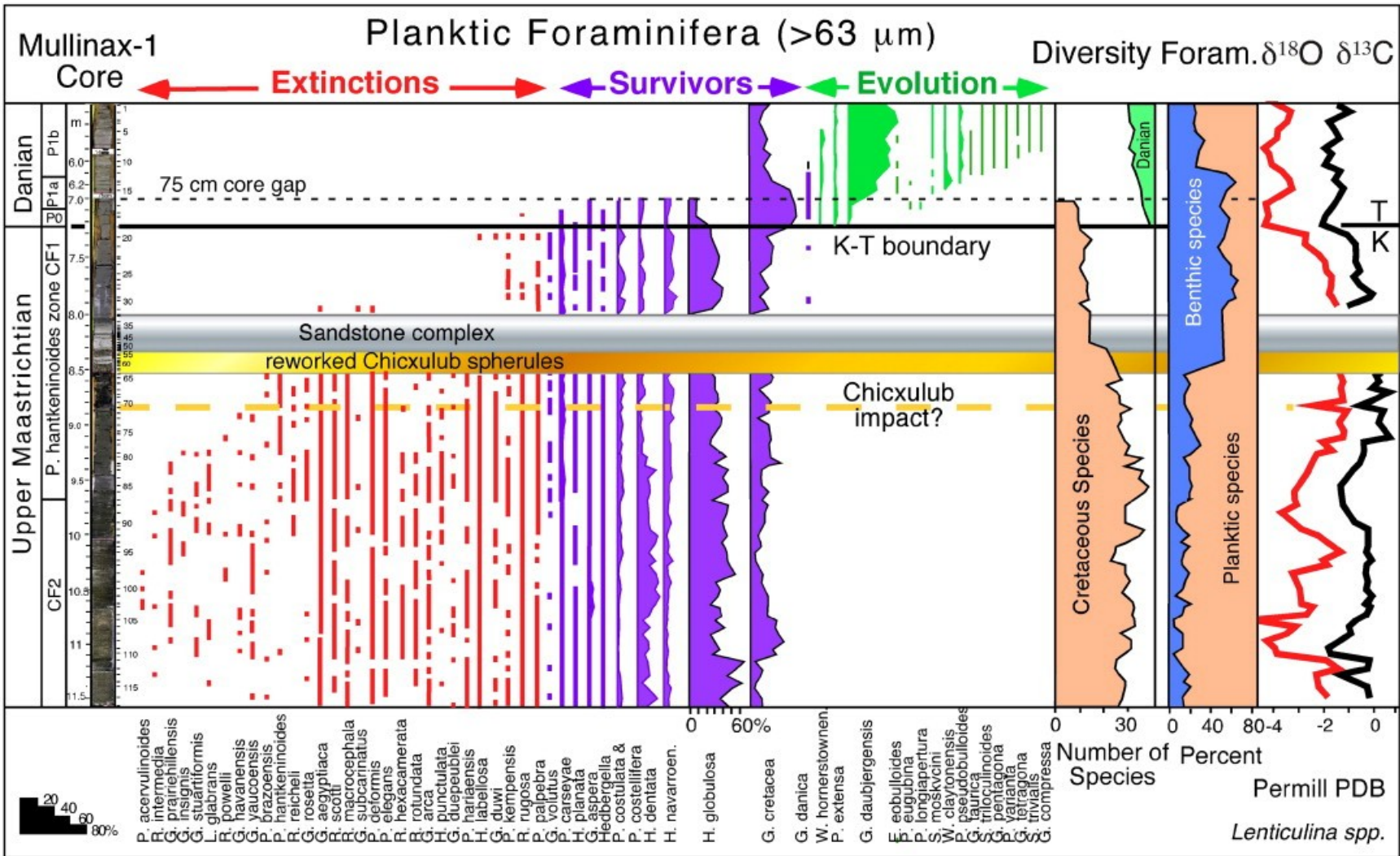
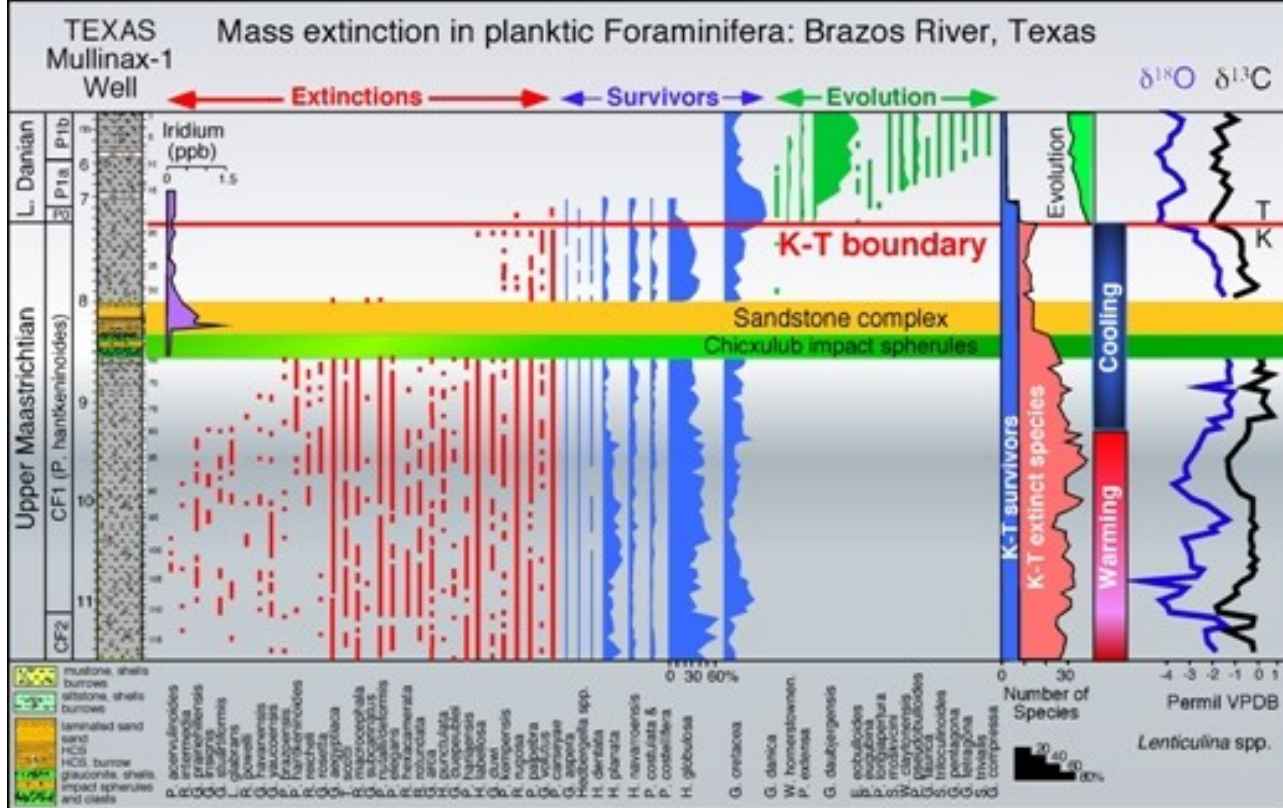


Figure 7. Relative abundance of planktic foraminifera (> 63 μm), stable isotopes, and Ir concentrations in the late Maastrichtian to early Danian Mullinax-1 well, Brazos River, Texas. Note the gradual disappearance of species began during the climate warming and accelerates during the cooling prior to the KT mass extinction. *There is no Ir anomaly at the KTB in any of the Brazos River sections, although elevated Ir concentrations are observed at different intervals below and above the KTB associated with redox boundaries*10. **Viz další slajdy**

(Keller, 2008)



Problém: Vrt Mullinax-1, Texas: impakt + sférule jsou o 300.000 let starší než hranice K/Pg s vymíráním druhů (Keller 2008) => tento impakt nebyl bezprostřední příčinou vymírání

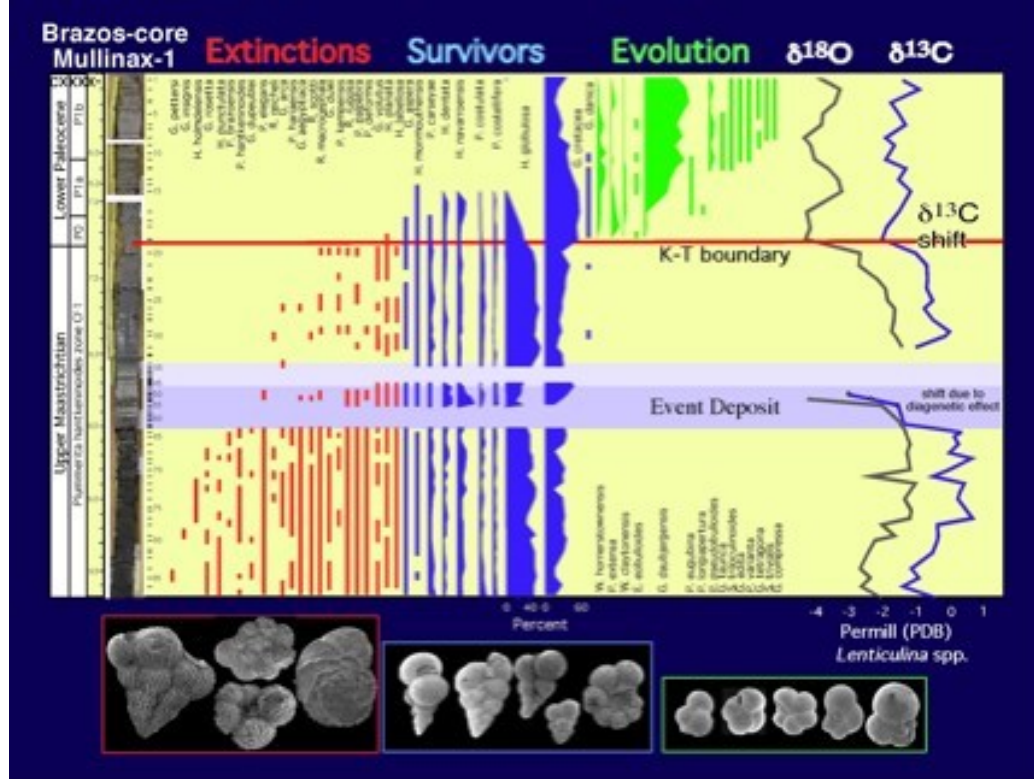
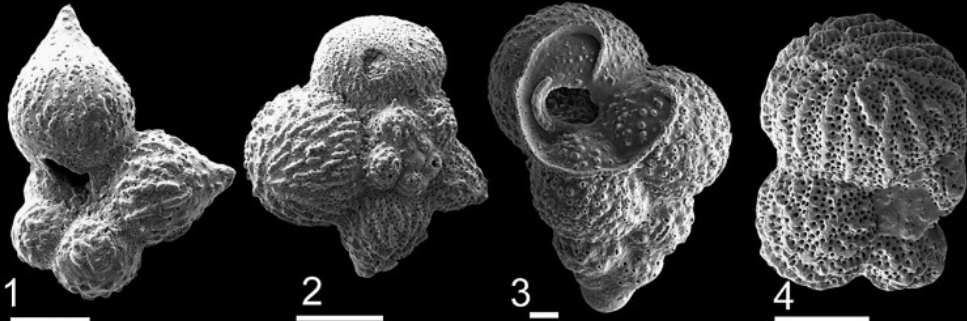


Fig. 8. Relative abundance of planktic foraminiferal species across the event deposit and the K-T Boundary at Brazos core Mullinax-1.

Note that there is no mass extinction at the event deposit. A gradual decrease in species diversity begins well below the event deposit and culminates at the K-T boundary.

maastricht

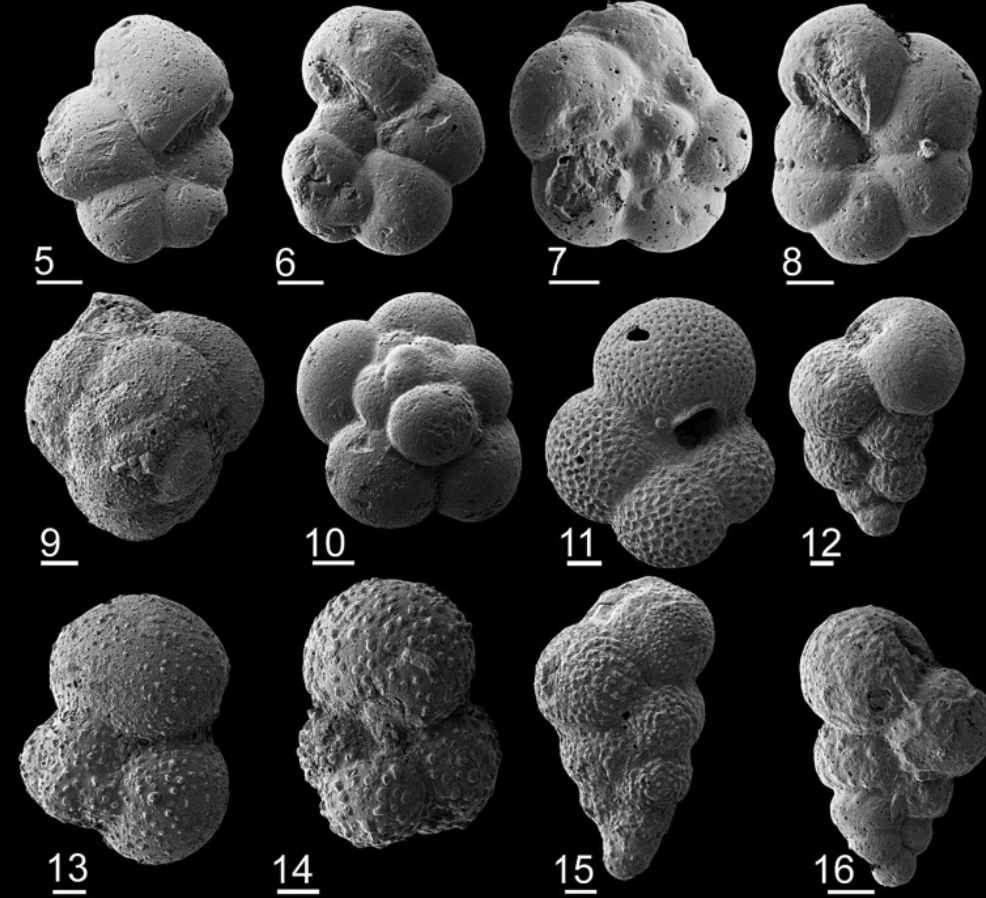
K



výborné zachování

Pg

dan

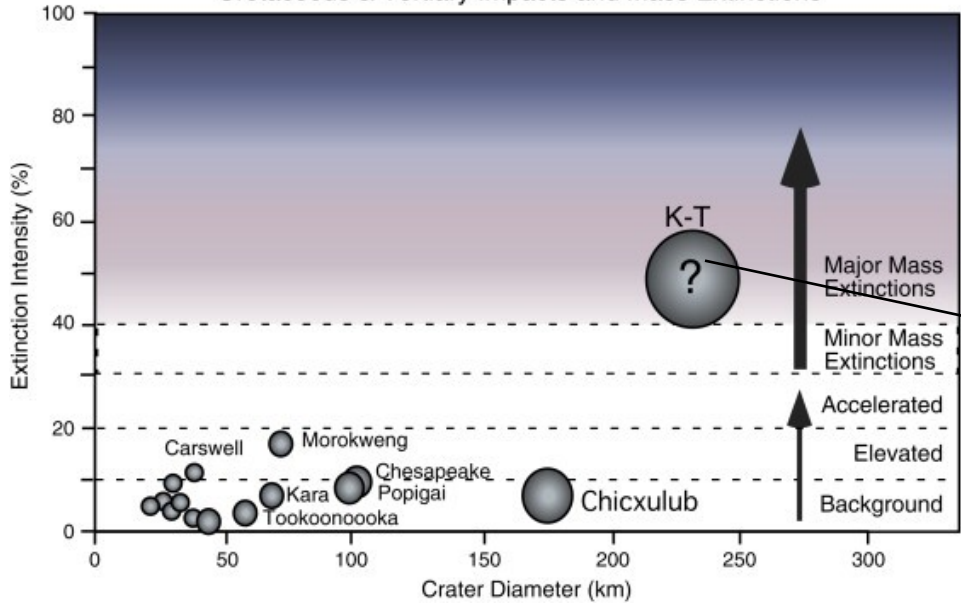


rozpouštění

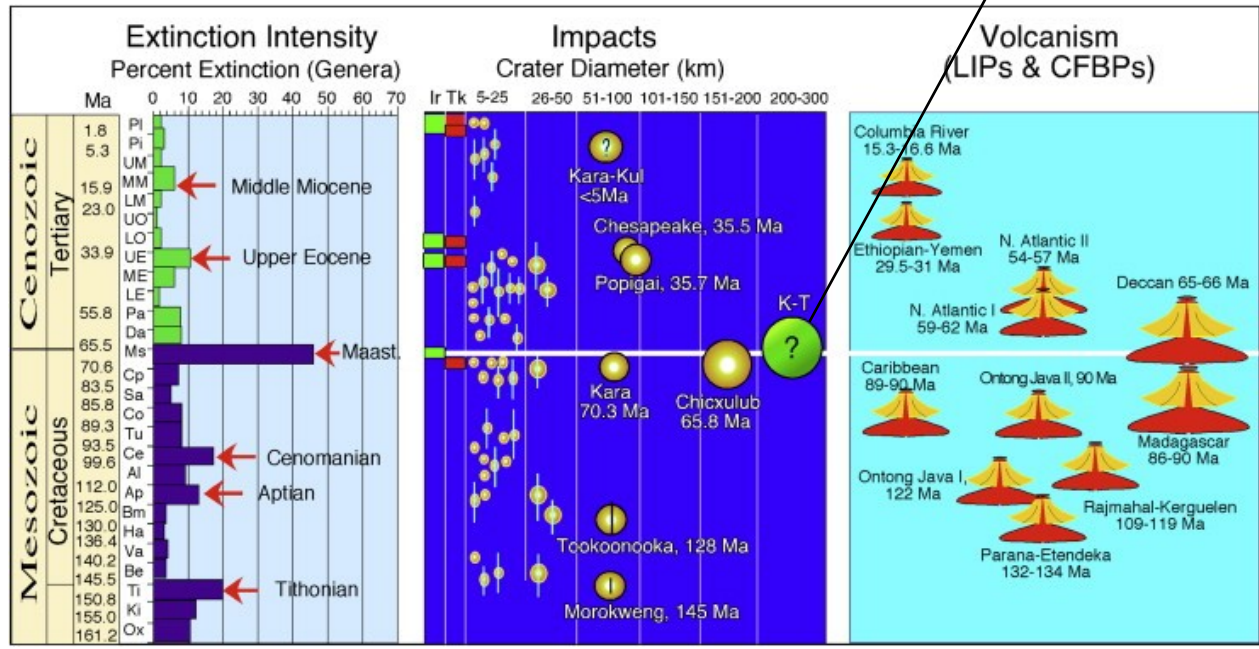
Změna zachování schránek planktonních forams na hranici K/Pg v profilech |Brazos (Keller et al. 2009)

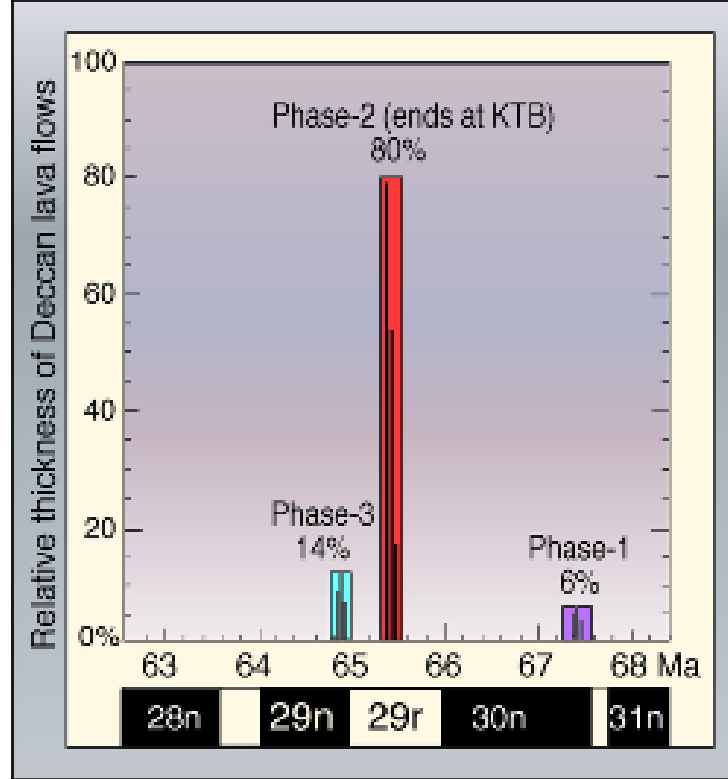
čas

Cretaceous & Tertiary Impacts and Mass Extinctions



Předpoklad dalšího impaktu většího než Chicxulub





Fáze intenzity výlevů dekkanských trapů

Three distinct phases of Deccan volcanism. The first and weakest began roughly 67.5 million years ago. The second and largest phase accounted for 80 percent of the total volcanism and produced the largest lava flows in Earth's history (represented by vertical black bars).

This activity wiped out nearly 100 percent of planktonic foraminifera and ultimately initiated the Cretaceous-Tertiary mass-extinction event. A less severe third eruption phase occurred roughly 300,000 years after the mass extinction and **kept the Earth nearly uninhabitable for another half-million years.**

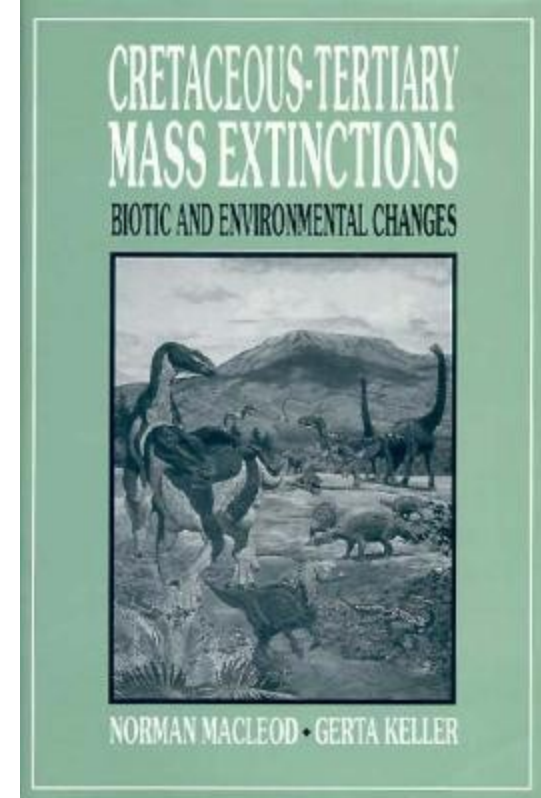


Fig. 1. The onsite scientific team: Jerry Baum, Gerta Keller and Tom Yancey. Thierry Adatte, University of Neuchatel, Switzerland, participated in pre-drilling planning, fieldwork and post-drilling core description, sampling and analyses.

Multiple impact event

Several other craters also appear to have been formed about the time of the K–Pg boundary.

This suggests the possibility of near simultaneous multiple impacts, perhaps from a fragmented asteroidal object, similar to the Shoemaker-Levy 9 cometary impact with Jupiter.

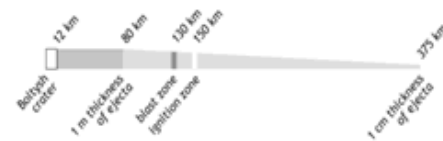
Among these are the **Boltysh crater**, a 24-km (15-mi) diameter impact crater in Ukraine (65.17 ± 0.64 Ma); and the **Silverpit crater**, a 20-km (12-mi) diameter impact crater in the North Sea (60–65 Ma). Any other craters that might have formed in the Tethys Ocean would have been obscured by erosion and tectonic events such as the relentless northward drift of Africa and India.[18][19][20]

A very large structure in the sea floor off the west coast of India has recently been interpreted as a crater by some researchers.[21] The potential **Shiva crater**, 450–600 km (280–370 mi) in diameter, would substantially exceed Chicxulub in size and has also been dated at about 65 mya, an age consistent with the K–Pg boundary. An impact at this site could have been the triggering event for the nearby Deccan Traps.[22] **However, this feature has not yet been accepted by the geologic community as an impact crater** and may just be a sinkhole depression caused by salt withdrawal.[20]



65.17 ± 0.64 Ma

(prům. 27 km kráter)



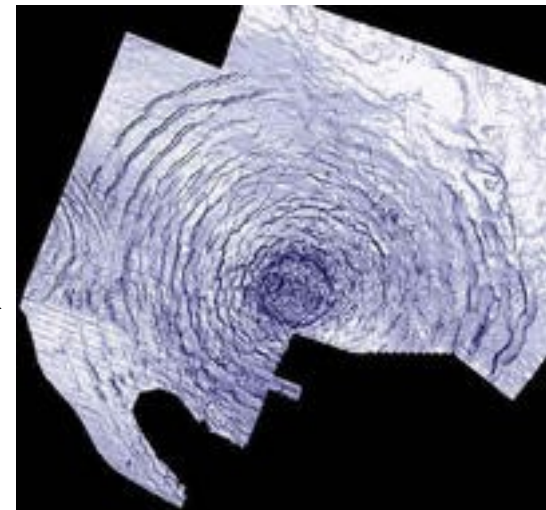
(Tytell, 2002)

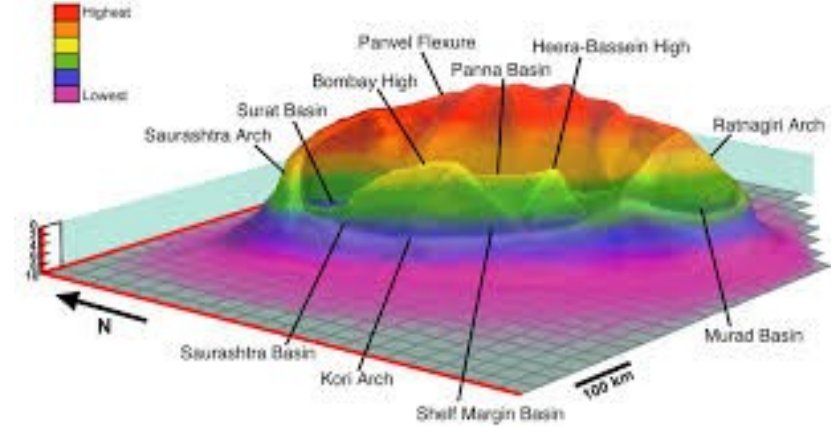
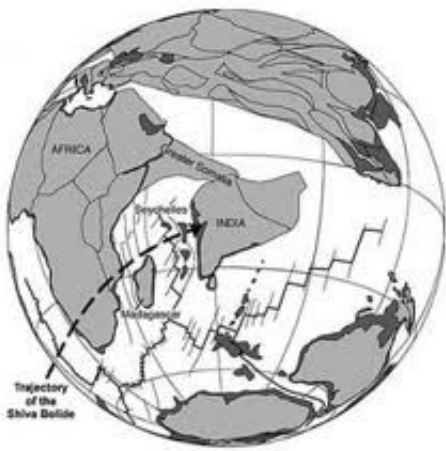
Další krátery v nejvyšší křídě: Boltyš a Silverpit



65-60 Ma

Prům. 3km kráter + kruhy

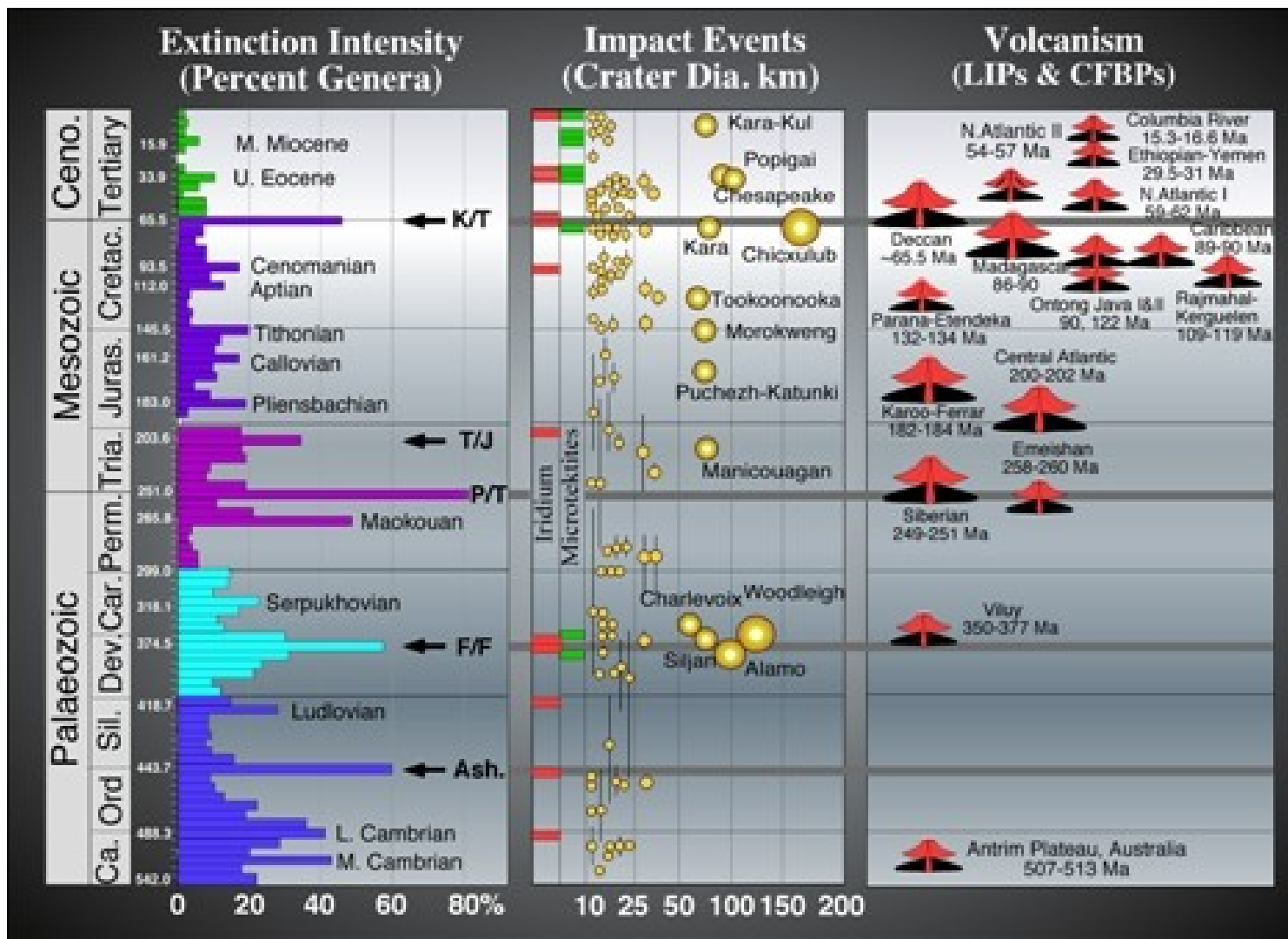




Shiva Crater – ano či ne ?

A very large structure in the sea floor off the west coast of India has recently been interpreted as a crater by some researchers.[21] The potential **Shiva crater**, 450–600 km (280–370 mi) in diameter, would substantially exceed Chicxulub in size and has also been dated at about 65 mya, an age consistent with the K–Pg boundary. An impact at this site could have been the triggering event for the nearby Deccan Traps.[22] **However, this feature has not yet been accepted by the geologic community as an impact crater** and may just be a sinkhole depression caused by salt withdrawal.[20]

?Těleso cca 40 km v průměru



Mass extinctions

V.

IV.)*

III.

II.

I.

Souhrn jevů spojených s intenzitou vymírání ve fanerozoiku (Keller 2008)

*) event na hranici T/J nemá charakter hromadného vymírání – pouze zrychlení

- impakt (Chixculub) + další = složený, mnohonásobný efekt
- obrovské výlevy čedičů (trapy – Indie, Dekkan)
- silná anoxie oceánů
- oteplení a ochlazení mořské vody
- eustatické změny hladiny - globální regrese

Vymírají:

amoniti, belemniti, dinosauři, pterosauři, ichtyosauři a převážná většina planktonních organizmů. Dále jsou decimováni ježovky, koráli, žraloci. (Málo zasažené skupiny: savci, želvy, krokodýli, hadi a obojživelníci.)

Celkem z planety mizí 25 % všech živočišných čeledí a 76 % druhů.

Vysvětlení:

Multifaktoriální událost, terestrické eventy jsou kombinované s mimozemskými, řada pulsů měnících ekosystém během 1-2 miliónů let završených impakty a střední fází dekkanských trapů. Nejlépe prozkoumaná událost.

Tato událost měla za následek:

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

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

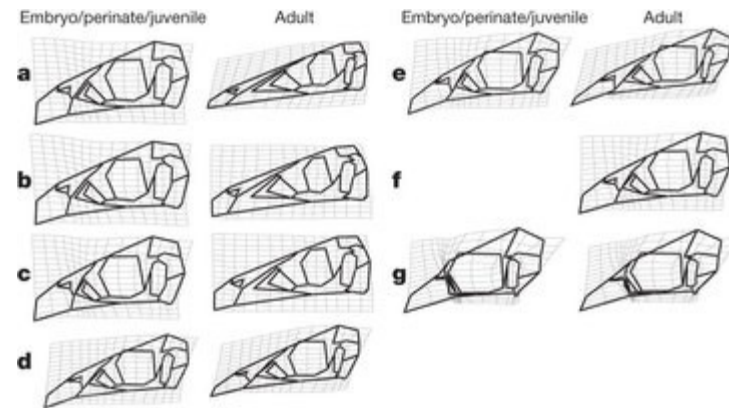
Použité prameny:

- Benton, M.J., 1997: Vertebrate Palaeontology. – Chapman & Hall, pp.452. London.
- Courtillot, V. , 1999: Evolutionary Catastrophes, The Science of Mass Extinction. – Cambridge University Press, pp.173, Cambridge (UK).
- Gould J.S. (ed.), 1998: Dějiny planety Země. – Knižní klub, Columbus, pp. 256, Praha.
- Hallam, A., Vignall, P.B., 1997: Mass Extinctions 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. 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)



Contemporary birds share a common wing design, with a single feather layer. But Nicholas Longrich of Yale University in New Haven, Connecticut, and his colleagues identify separate layers in their fossil analyses of the wings of the Jurassic bird *Archaeopteryx lithographica* (**pictured**) and the Cretaceous feathered dinosaur *Anchiornis huxleyi*.



a) Alligator, b) Compsognathidae, c) Therizinosauridae, d) Archaeopteryx, e) Enantiornithes, f) Confuciusornis, g) Struthio (ostrich)

Nature 487 (2012): 223-226

The interplay of evolution and development has been at the heart of evolutionary theory for more than a century. Heterochrony—change in the timing or rate of developmental events—has been implicated in the evolution of major vertebrate lineages such as mammals, including humans. Birds are the most speciose land vertebrates, with more than 10,000 living species representing a bewildering array of ecologies. Their anatomy is radically different from that of other vertebrates. The unique bird skull houses two highly specialized systems: the sophisticated visual and neuromuscular coordination system allows flight coordination and exploitation of diverse visual landscapes, and the astonishing variations of the beak enable a wide range of avian lifestyles. Here we use a geometric morphometric approach integrating developmental, neontological and palaeontological data to show that the heterochronic process of paedomorphosis, by which descendants resemble the juveniles of their ancestors, is responsible for several major evolutionary transitions in the origin of birds. We analysed the variability of a series of landmarks on all known theropod dinosaur skull ontogenies as well as outgroups and birds. The first dimension of variability captured ontogeny, indicating a conserved ontogenetic trajectory. The second dimension accounted for phylogenetic change towards more bird-like dinosaurs. Basally branching eumaniraptorans and avialans clustered with embryos of other archosaurs, indicating paedomorphosis. Our results reveal at least four paedomorphic episodes in the history of birds combined with localized peramorphosis (development beyond the adult state of ancestors) in the beak. Paedomorphic enlargement of the eyes and associated brain regions parallels the enlargement of the nasal cavity and olfactory brain in mammals. This study can be a model for investigations of heterochrony in evolutionary transitions, illuminating the origin of adaptive features and inspiring studies of developmental mechanisms.

Living birds had common ancestors on the theropod lineage.

Oddly, birds are derived from the "lizard-hipped" dinosaurs and not from the "bird-hipped" ornithischian dinosaurs.

The "bird-hipped" condition of a pubis pointing toward the back of the animal occurred twice independently, once in the ornithischians and once in the lineage leading to birds, an example of *convergent evolution*.

Thus "ornithischia," taken literally, is a misnomer, since the ornithischians have ornithischian-like pelves, not bird-like. Only birds (and their immediate ancestors) have bird-like pelves.