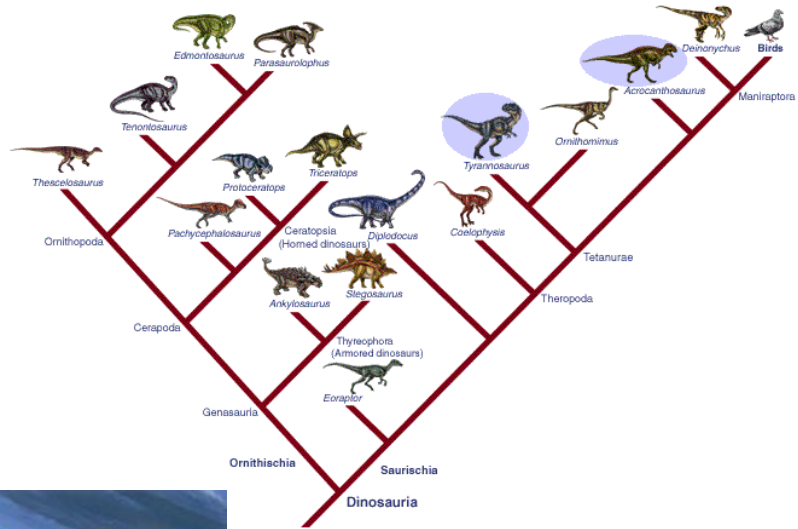
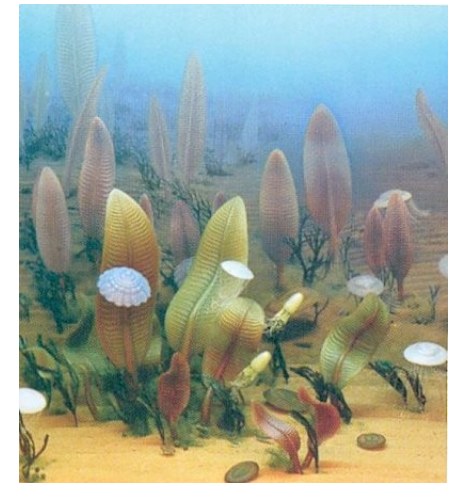


HISTORIE ŽIVOTA NA ZEMI



Asteroid Impact

David A. Hardy



Systematika a taxonomie

systematika, paleontologie → historie evolučních změn

systematika = studium vztahů mezi organismy

taxonomie = teorie a praxe klasifikace

kategorie: třída, řád, čeleď, druh, ...

taxon: Mammalia, Primates, Hominidae, *Homo sapiens*, ...

Systematika a taxonomie

1. Předlinnéovská

včela medonosná = *Apis pubescens, thorace subgriseo, abdomine fusco, pedibus posticis glabris utrinque margine ciliatis*

[ochlupená včela, s tmavě šedou hrudí, tmavohnědým zadečkem a holýma, po obou stranách obrvenýma zadníma nohama]

Acaciae quodammodo accedens, Myrobalano chebulo Veslingii similis arbor Americana spinosa, foliis ceratoniae in pediculo geminatis, siliqua bivalvi compressa corniculata seu cochlearum vel arietinorum cornuum in modum incurvata, sive Unguis cati

[americký trnitý strom poněkud připomínající akát, podobný Veslingovu vrcholáku *Myrobalanus chebula*, s párovými listy rohovníku *Ceratonia* na řapíku, stlačenou šešulí o dvou chlopních, zahnutou jako tykadla hlemýždě nebo rohy berana nebo jako kočičí drápy]

Systematika a taxonomie

1. Předlinnéovská

zubr = buffle, urus, bubalus, catoblepas, theur,
the bubalus of Belon, Scottish bison

... Aristoteles: bonasus → totéž?

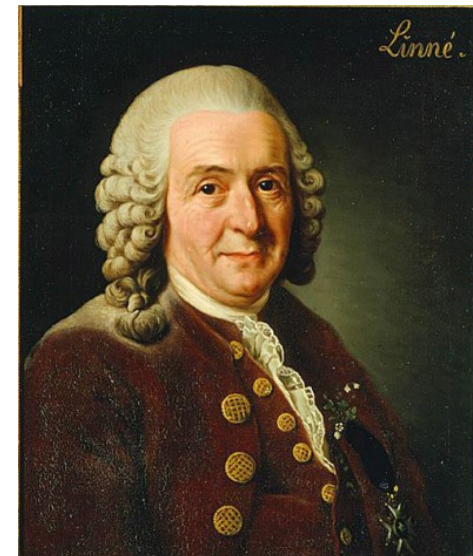


2. Karl Linné: 1735 *Systema Naturae*

binominální nomenklatura: rod + druh

hierarchická klasifikace:

říše, kmen, třída, řád, čeleď, rod, druh



Carolus Linnaeus

3. Darwin:

kladogeneze (větvení) a anageneze (změna znaků)

system by měl odrážet reálnou fylogenezi → otázka Jak?

Evoluční systematika

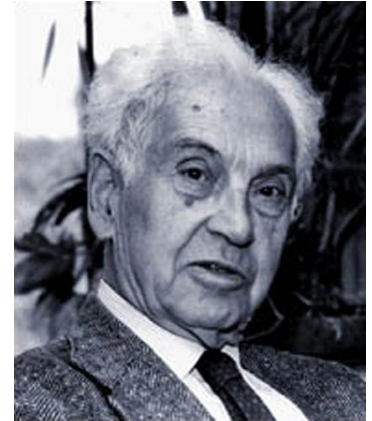
před 1950: společný předek + adaptivní divergence

diskuse, zda vhodnější adaptivní, nebo neadaptivní znaky

subjektivní a nejasná kritéria výběru a vážení znaků ⇒ krize taxonomie

(⇒ samotné slovo taxonomie nahrazeno pojmem „systematika“)

kontroverze mezi „rozdělovači“ (splitters) a „hromadiči“ (lumpers)



E. Mayr

Numerická taxonomie (fenetika)

1957: Charles Michener, Robert Sokal, P.H.A. Sneath

taxonomie by neměla být založena na malém počtu „důležitých“ znaků,
ale na celkové podobnosti

⇒ co největší počet znaků

numerické metody: morfologické a genetické distance, ordinační a
shluková analýza

fenogramy

problémy: homoplazie (konvergence, paralelismus, reverze), sdílené
primitivní znaky, nestejná rychlost evoluce

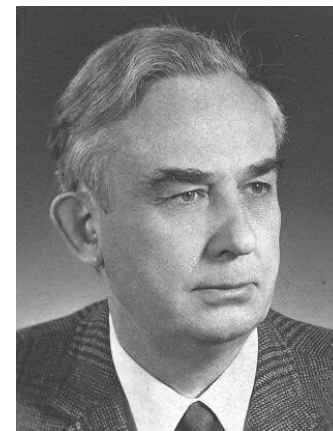
Fylogenetická systematika (kladistika)

1950, 1966: Willi Hennig: *Phylogenetic Systematics*

pouze reflexe genealogie, nikoli adaptivní divergence

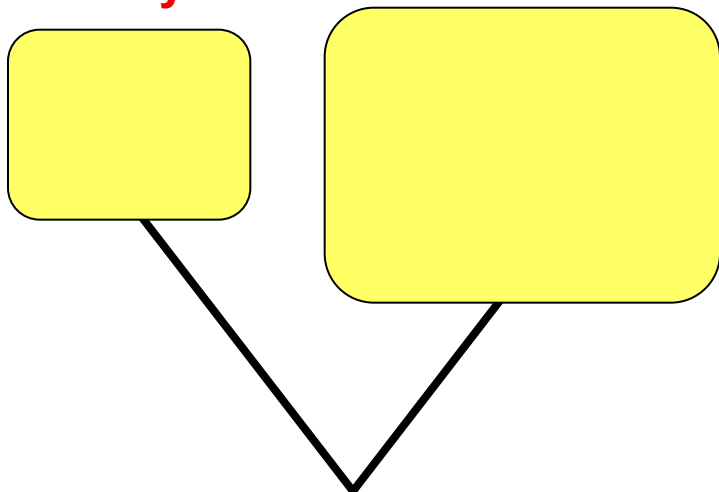
striktní monofylie

monofyletická skupina = **klad** (clade)

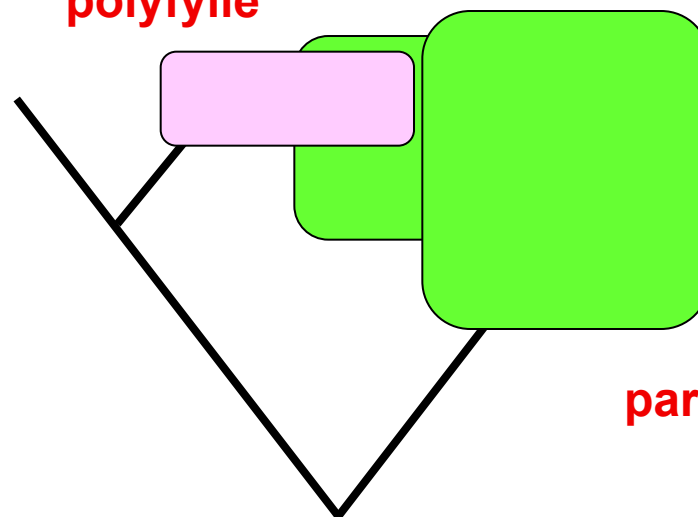


W. Hennig

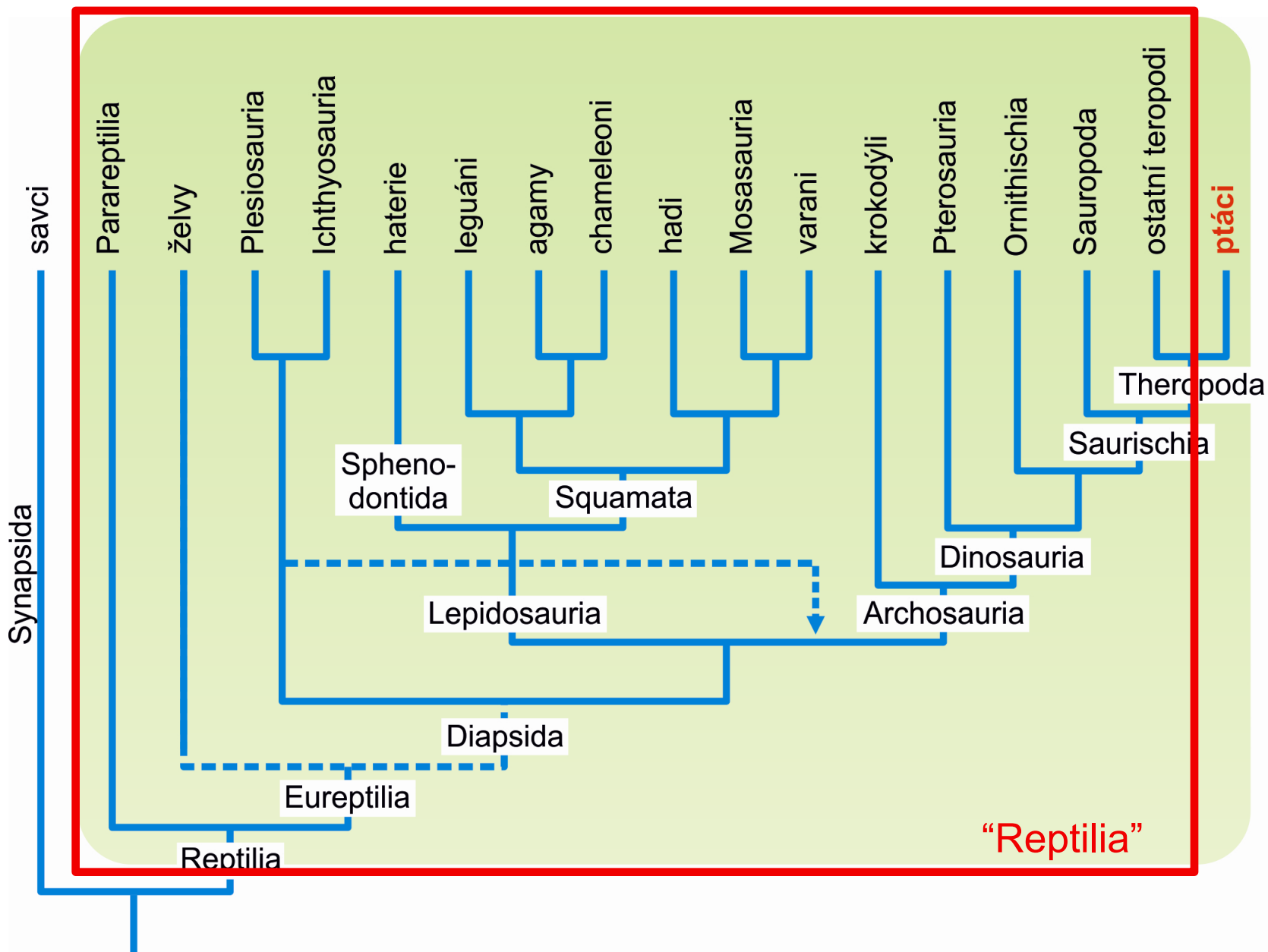
monofylie



polyfylie



parafylie



“Pongidae”



Orangutan
48 chromosomes
(24 pairs)



Gorilla
48 chromosomes
(24 pairs)



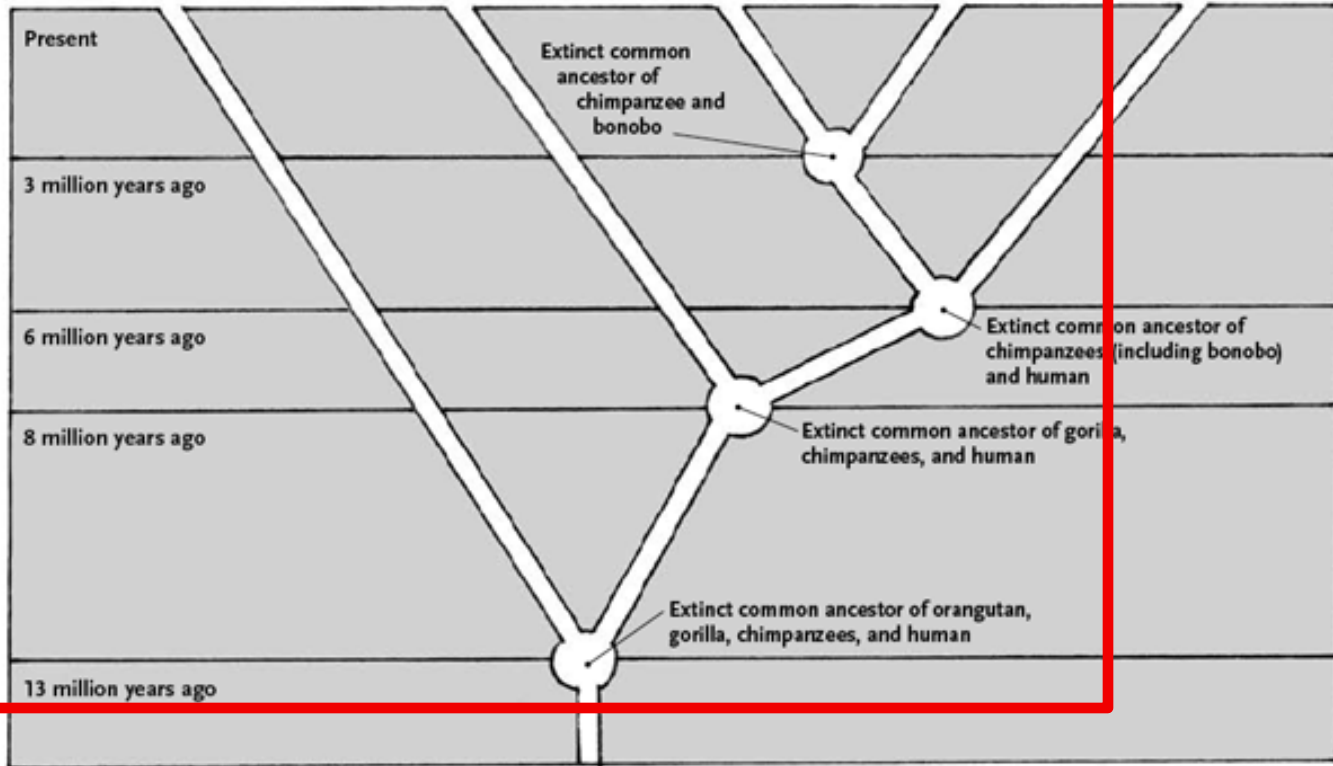
Chimpanzee
48 chromosomes
(24 pairs)



Bonobo
48 chromosomes
(24 pairs)



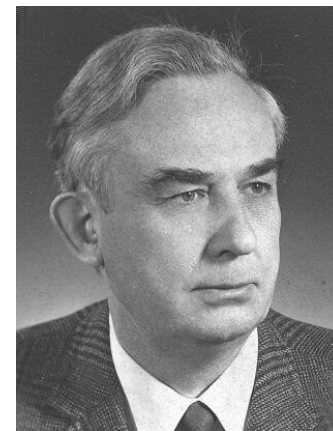
Human
46 chromosomes
(23 pairs)



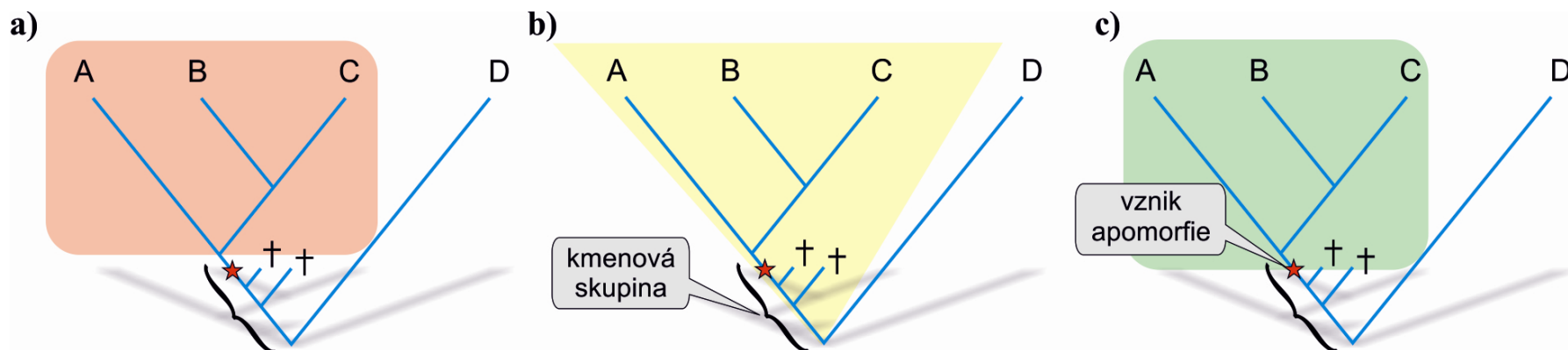
Fylogenetická systematika (kladistika)

znaky **plesiomorfní** (symplesiomorfní),
apomorfní (synapomorfní, autapomorfní)

definování kladů pouze na základě synapomorfí



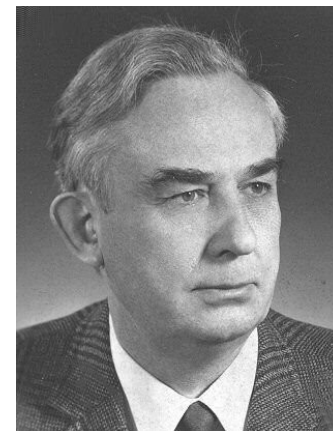
W. Hennig



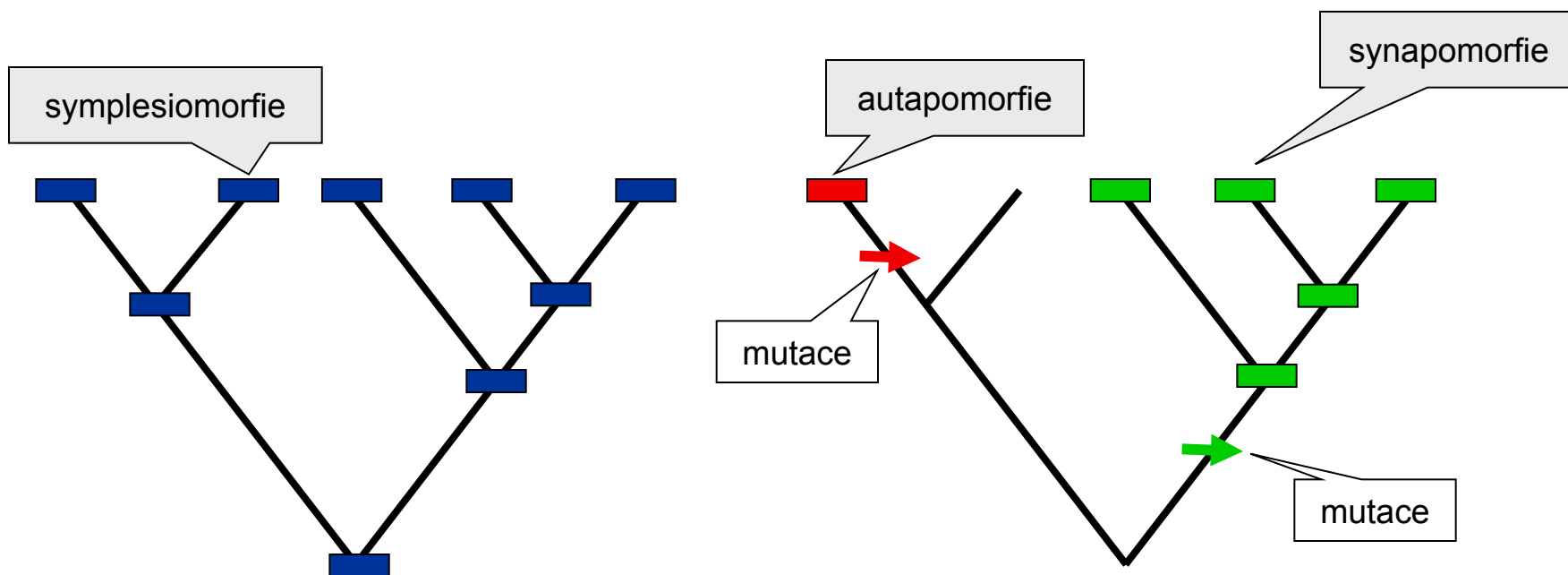
Fylogenetická systematika (kladistika)

znaky **plesiomorfní** (symplesiomorfní),
apomorfní (synapomorfní, autapomorfní)

definování kladů pouze na základě synapomorfí



W. Hennig



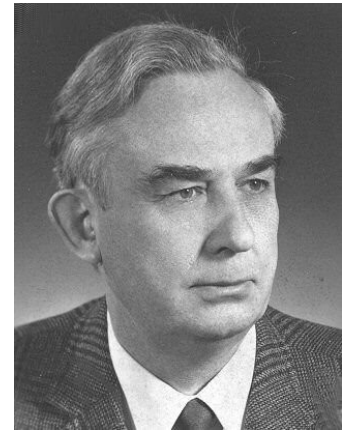
Fylogenetická systematika (kladistika)

princip parsimonie: Occamova břitva
(William of Ockham, 14. stol.)

kladogramy

PhyloCode (*International Code of Phylogenetic Nomenclature*) – dosud poněkud kontroverzní a málo praktický

problémy: homoplazie, rychlá evoluce



W. Hennig



Evoluční systematika - reakce

fylogenetické vztahy + rozsah divergence \Rightarrow kombinace fenetického a kladistického přístupu

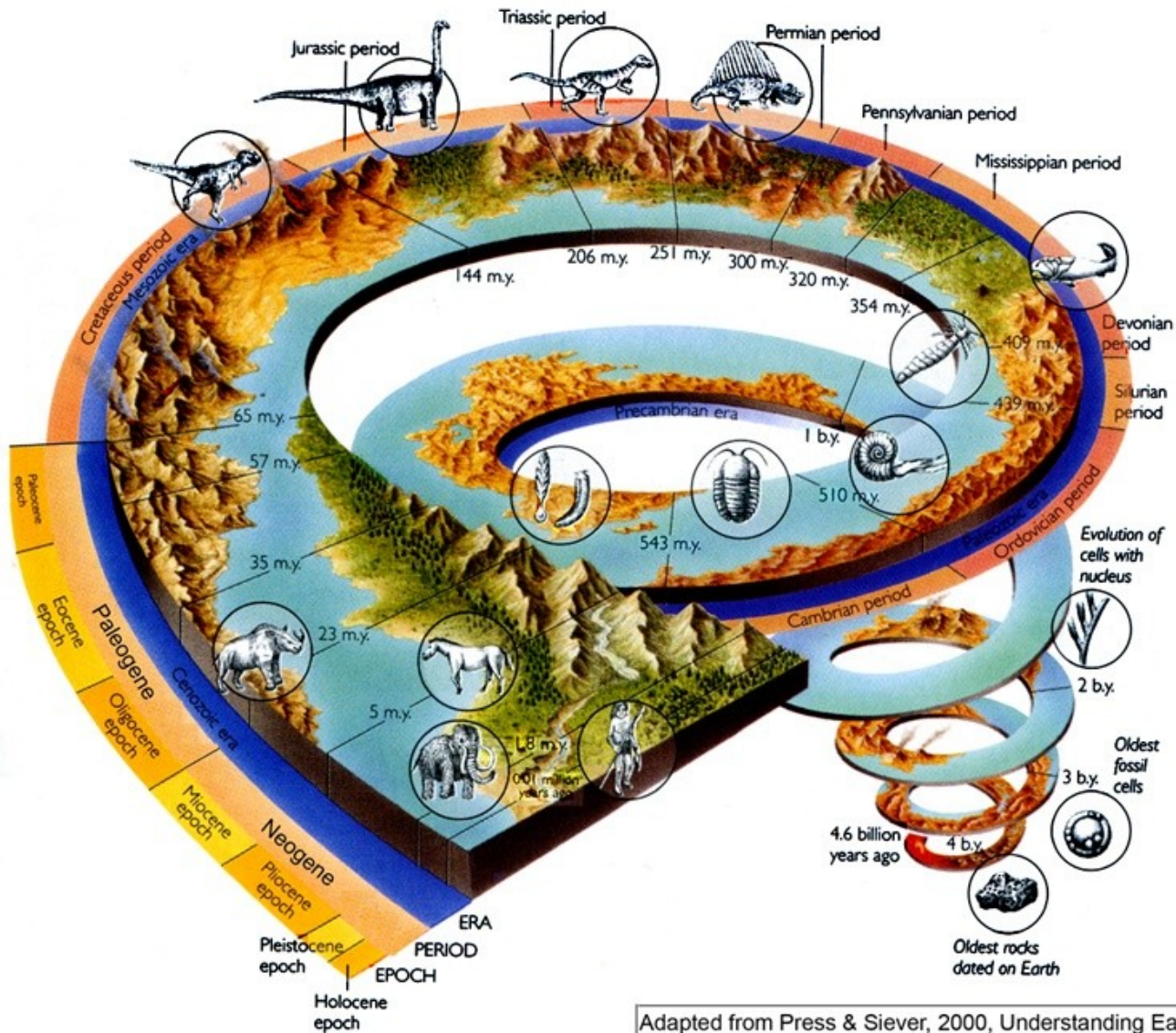
reflexe kladů i gradů

grad = skupina druhů, ze které vznikla jiná skupina, jejíž rozrůznění od ancestrální dosáhlo vysokého stupně (plazi, ještěři, ryby v tradičním pojetí)

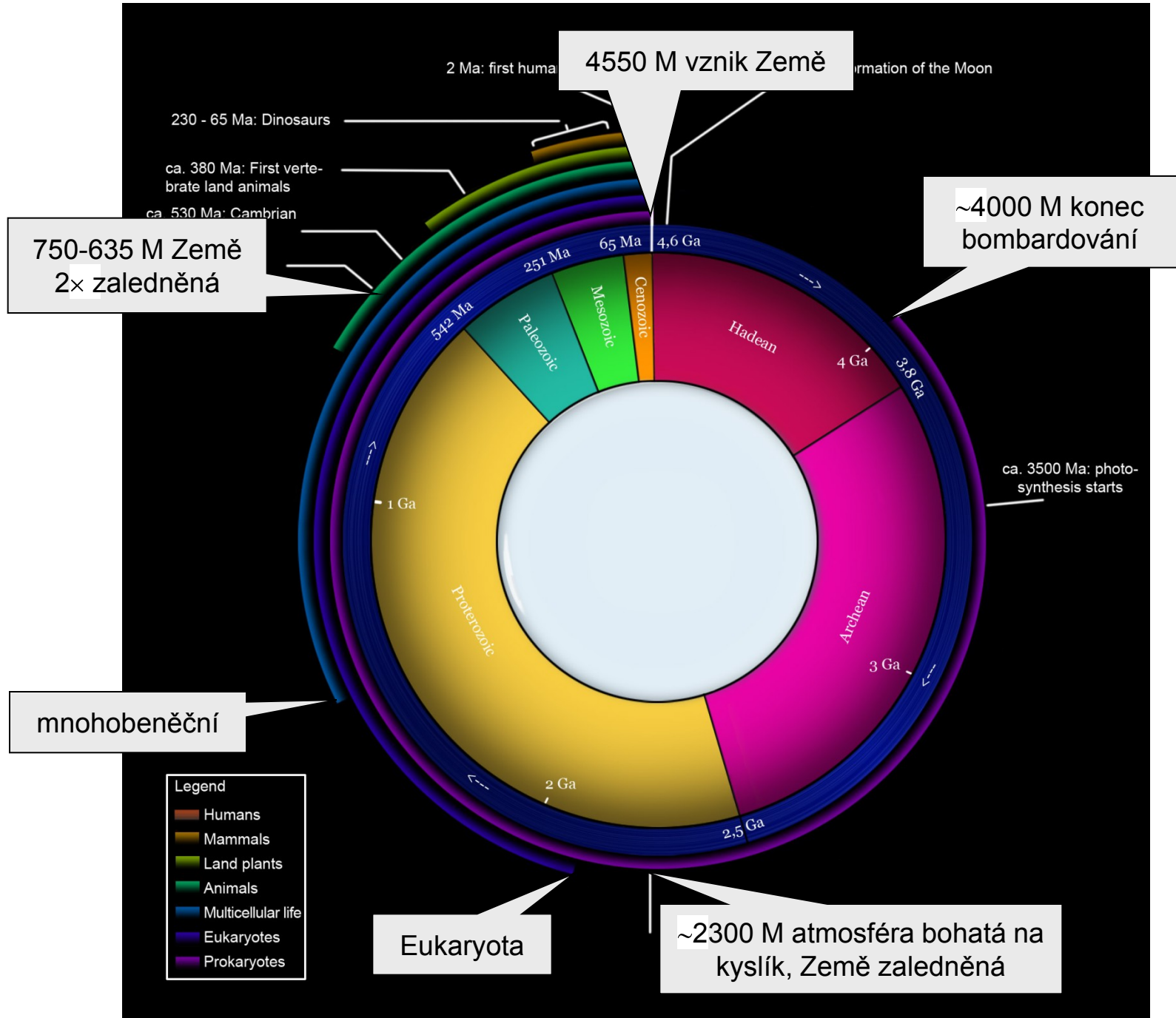


E. Mayr

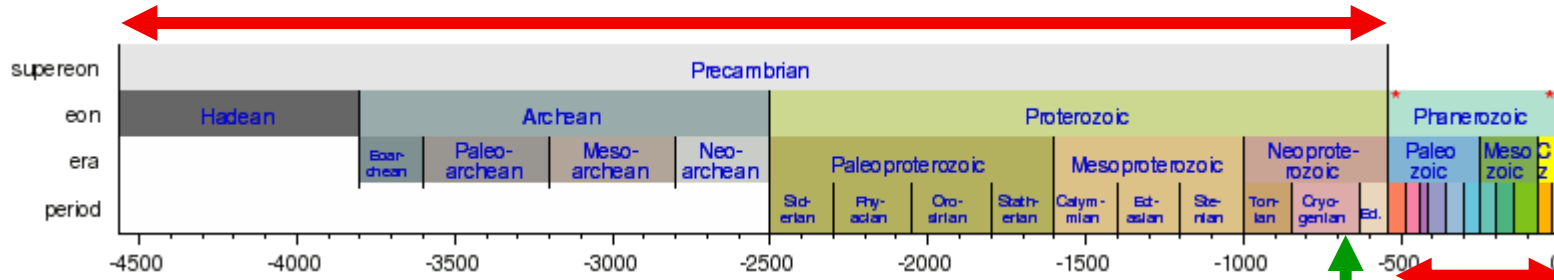
Historie života na Zemi



Adapted from Press & Siever, 2000, Understanding Earth



Prekambrium



eon

Hadaikum
(Hadean)

Archaikum
(Archean)

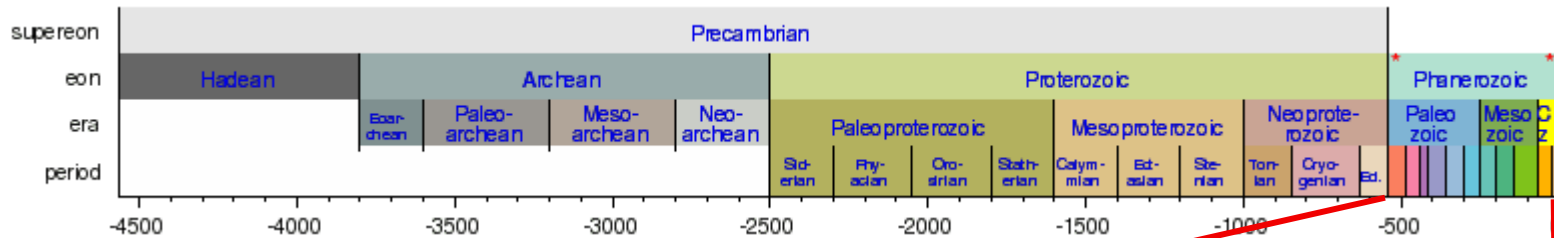
Proterozoikum
(Proterozoic)

Fanerozoikum

Ediakarská fauna
(Vendian) ~635-542 M



Fanerozoikum

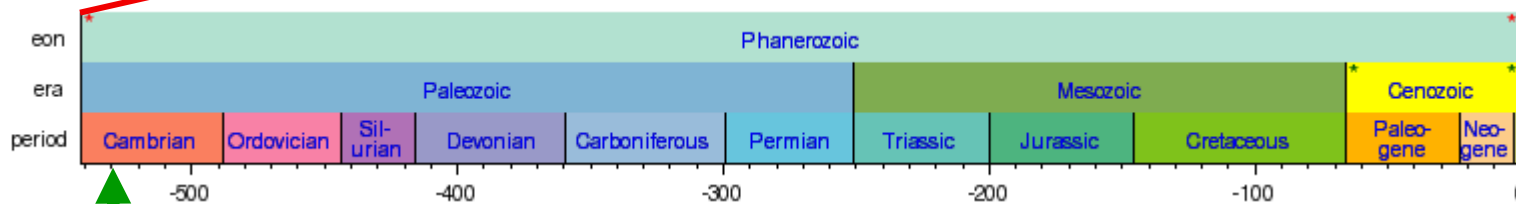


éra

Paleozoikum

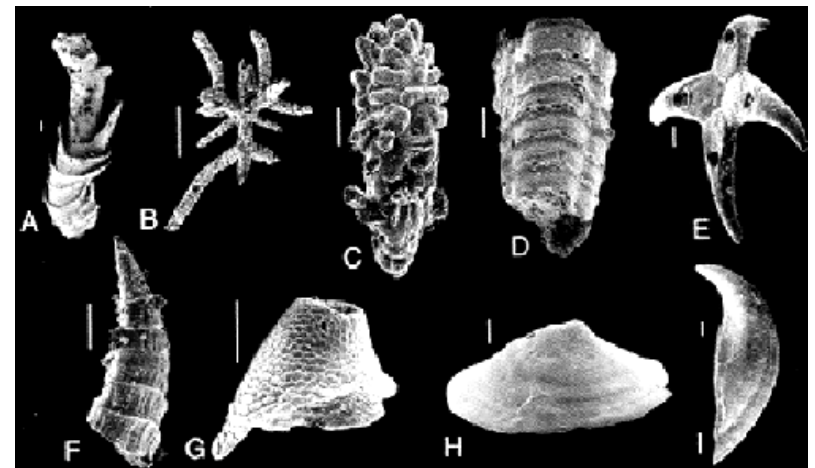
Mesozoikum

Kenozoikum



kambrická exploze
~540-520 M

Tomotiánská fauna



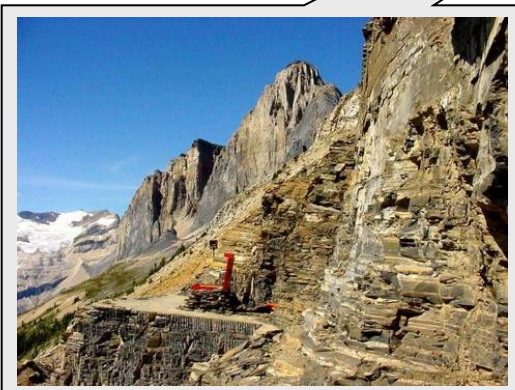
Kambrická exploze

Burgessova břidlice (Burgess Shale) ~ 530M

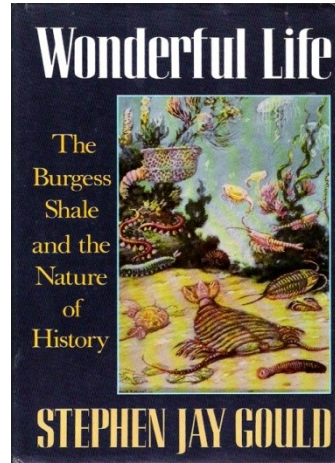
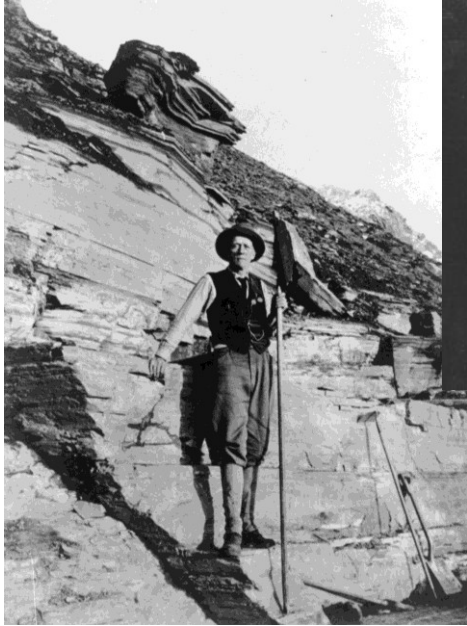
Canadian Rockies, Yoho National Park



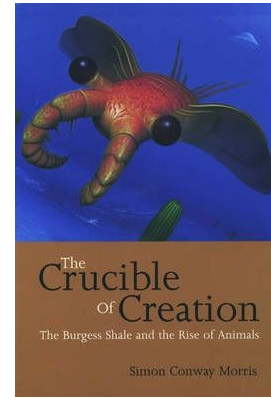
kontinent



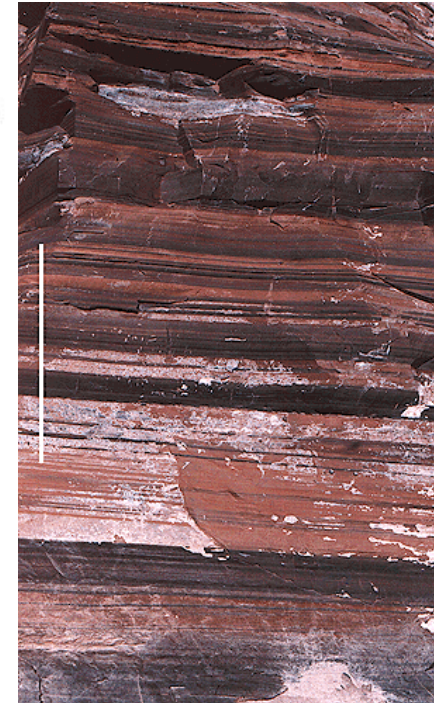
Charles Doolittle Walcott (1909)



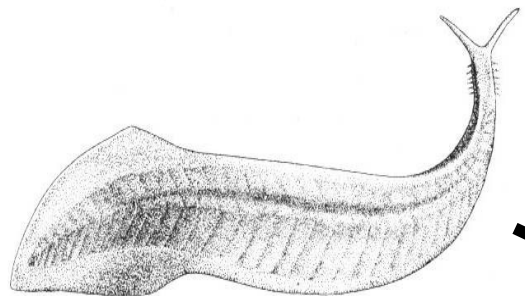
S.J. Gould



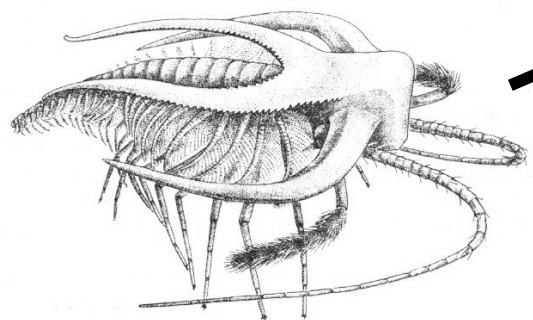
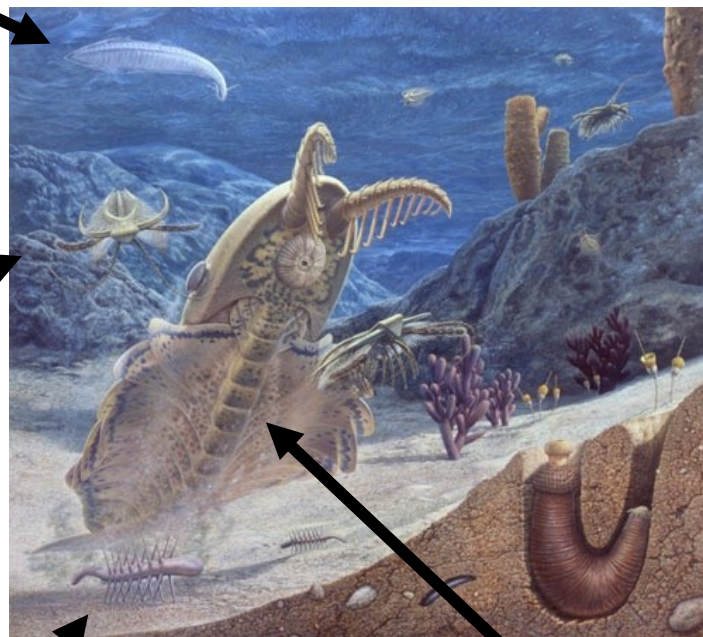
Simon Conway Morris



Pikaia gracilens

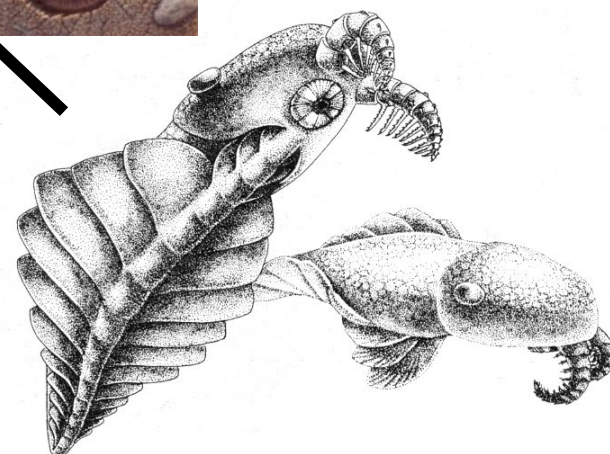


Yohoia

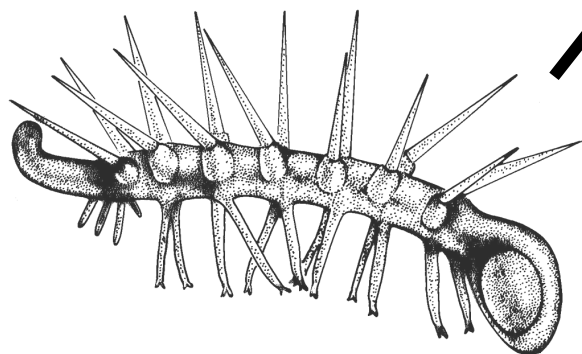


Marella

Anomalocaris nathorsti

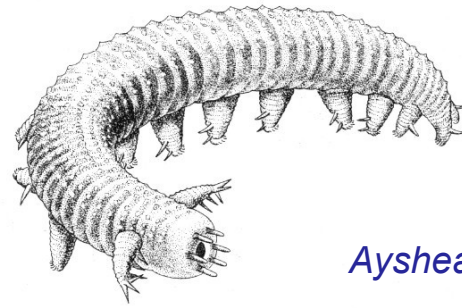
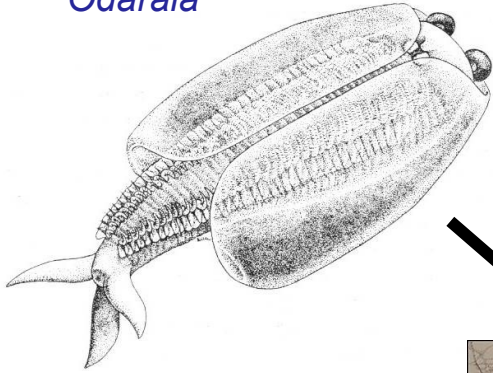


A. canadensis



Hallucigenia

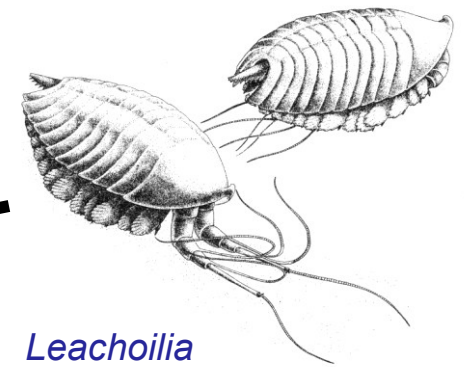
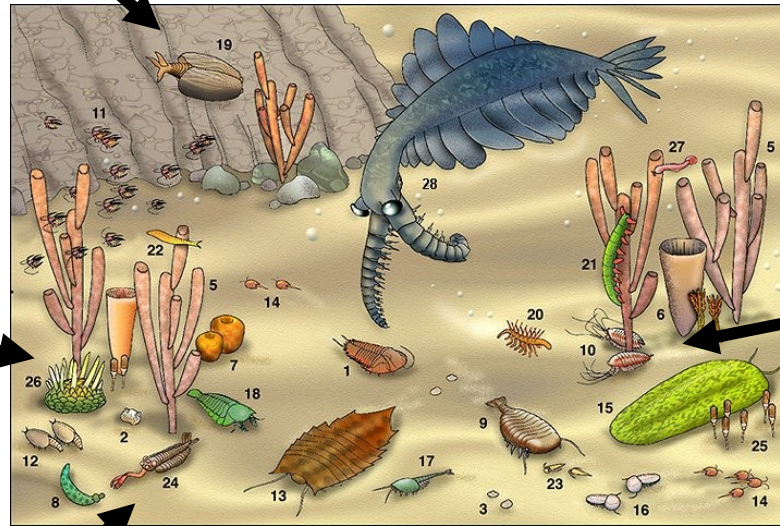
Odaraia



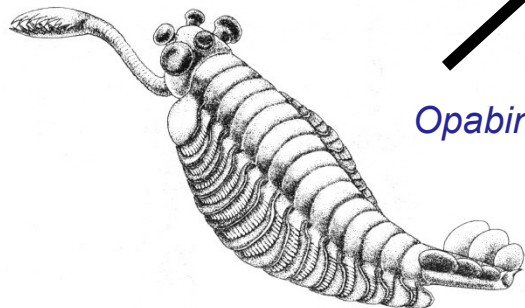
Aysheaia



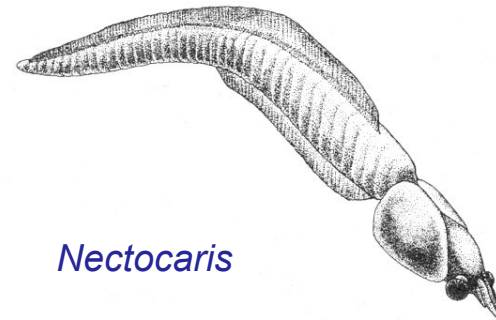
Wiwaxia



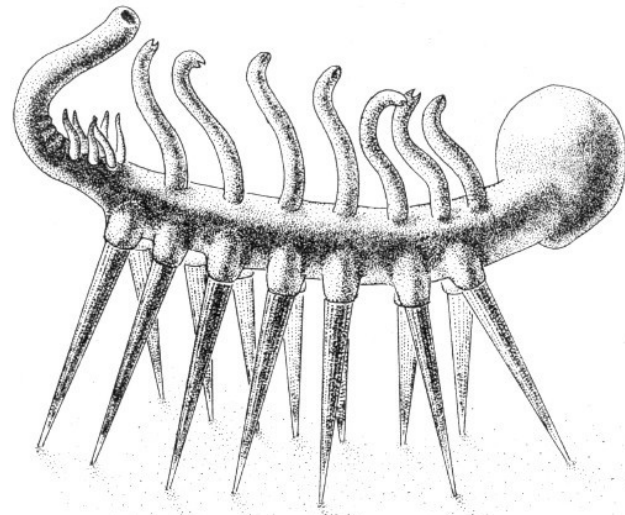
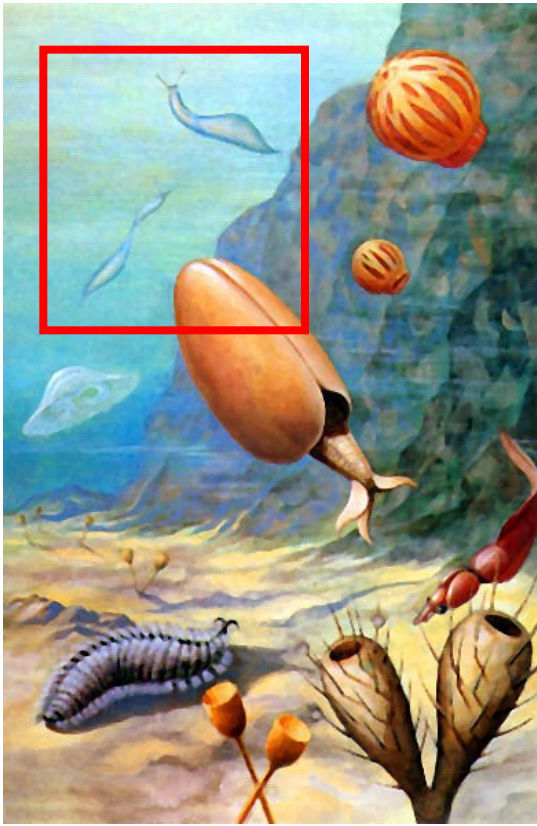
Leachoilia



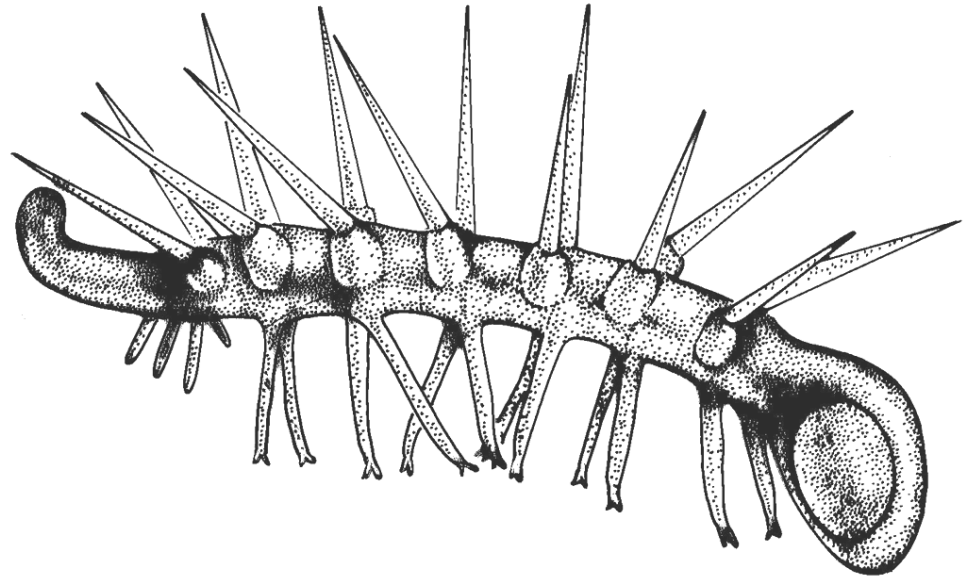
Opabinia



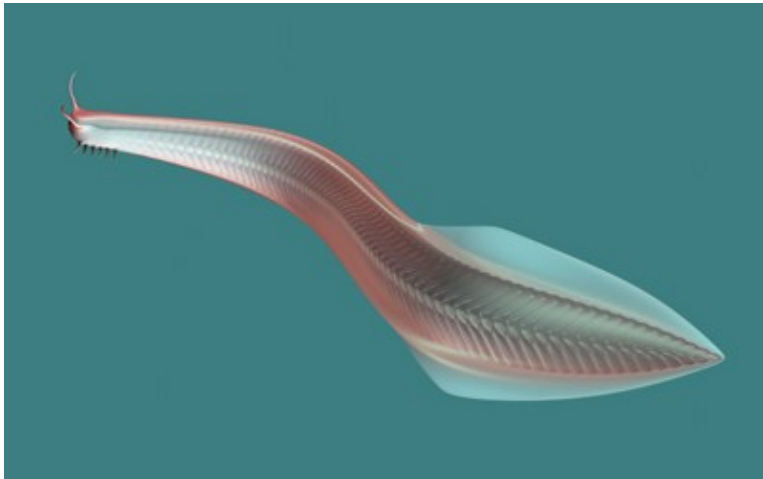
Nectocaris



Hallucigenia



Pikaia gracilens (Chordata)



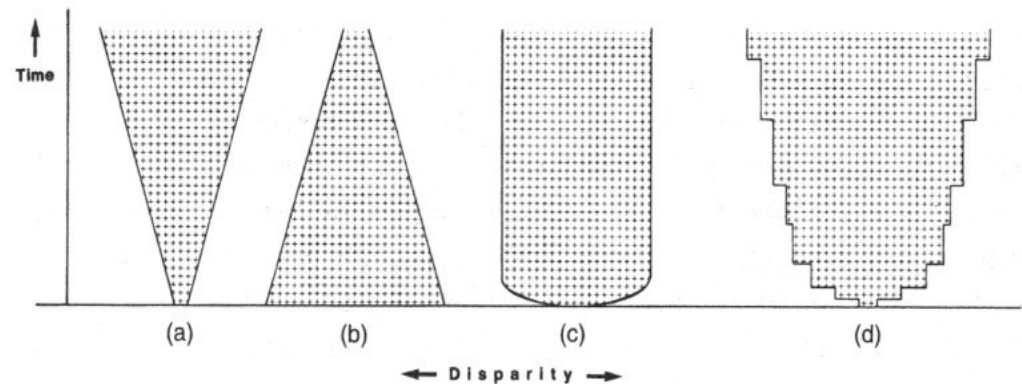
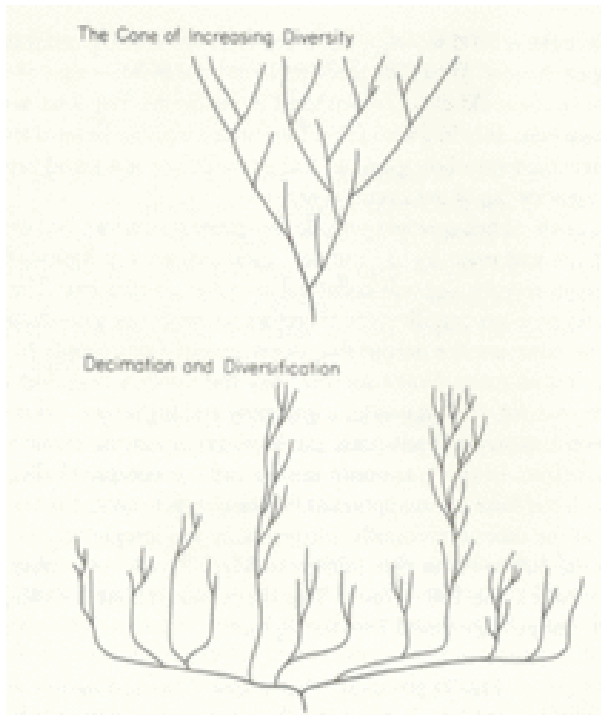
diverzita a disparita:

interpretace burgesských nálezů

Stephen Jay Gould vs. Simon Conway Morris

diverzita = počet druhů

disparita = počet stavebních plánů (morfologická rozmanitost)



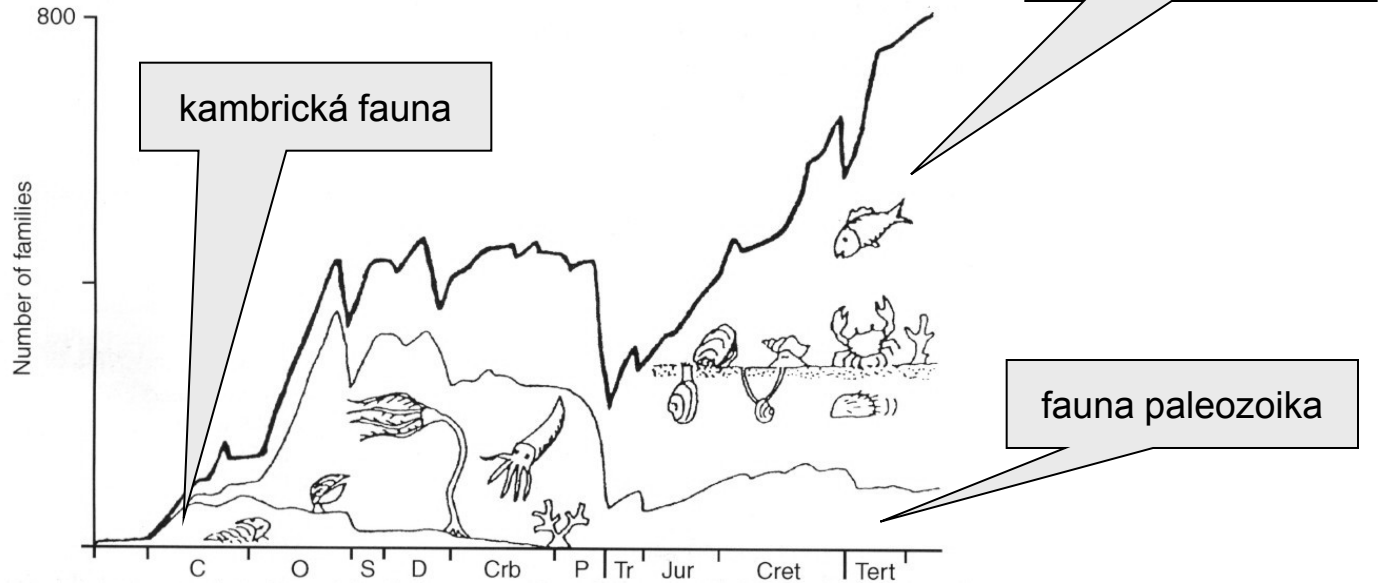
tradiční

Gould

Conway Morris

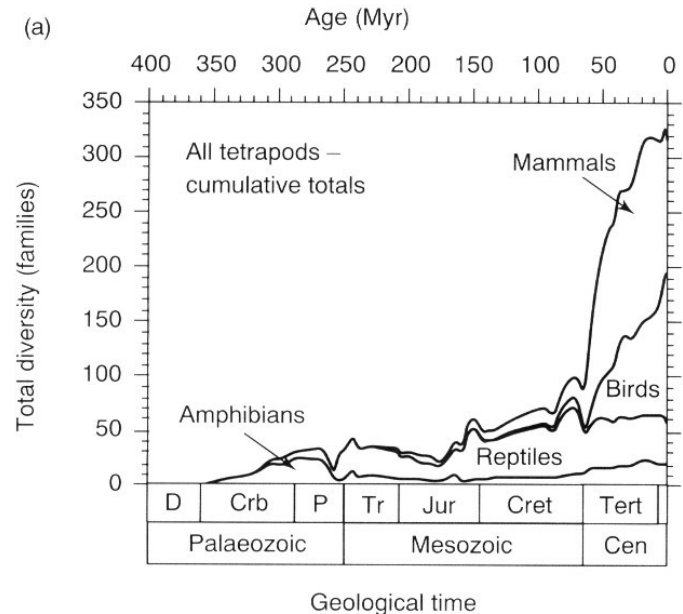
Fanerozoikum

růst diverzity

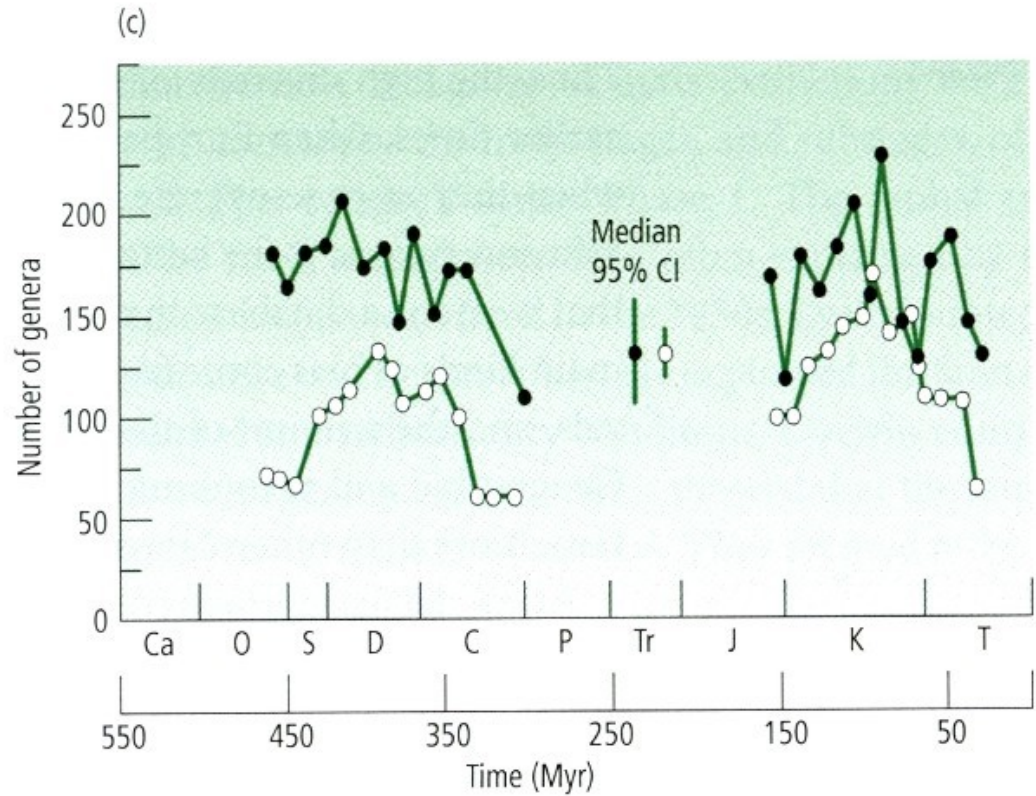
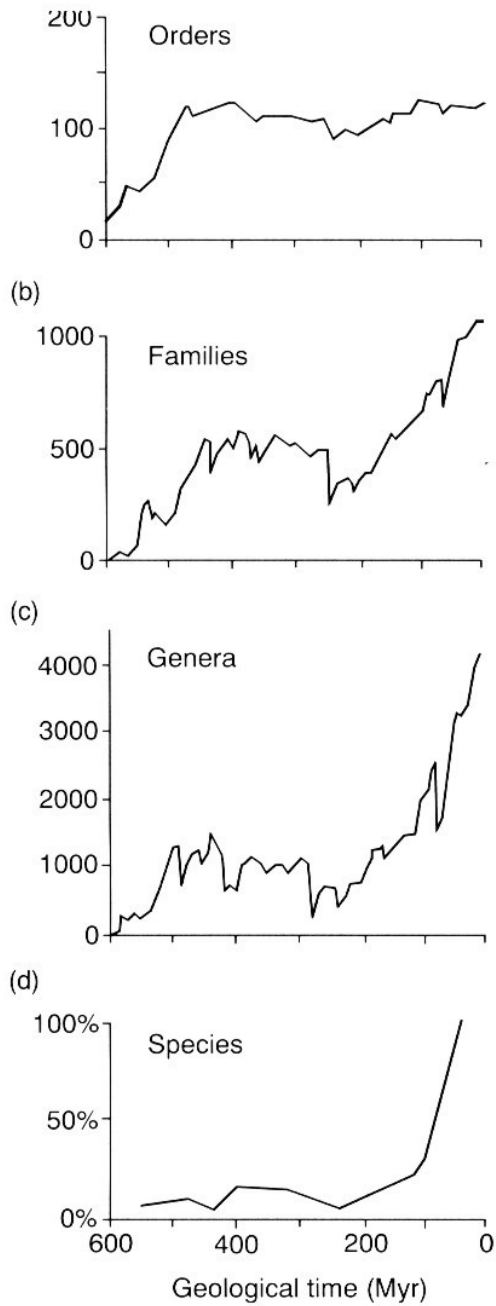


Jack J. Sepkoski (1981): logistický model

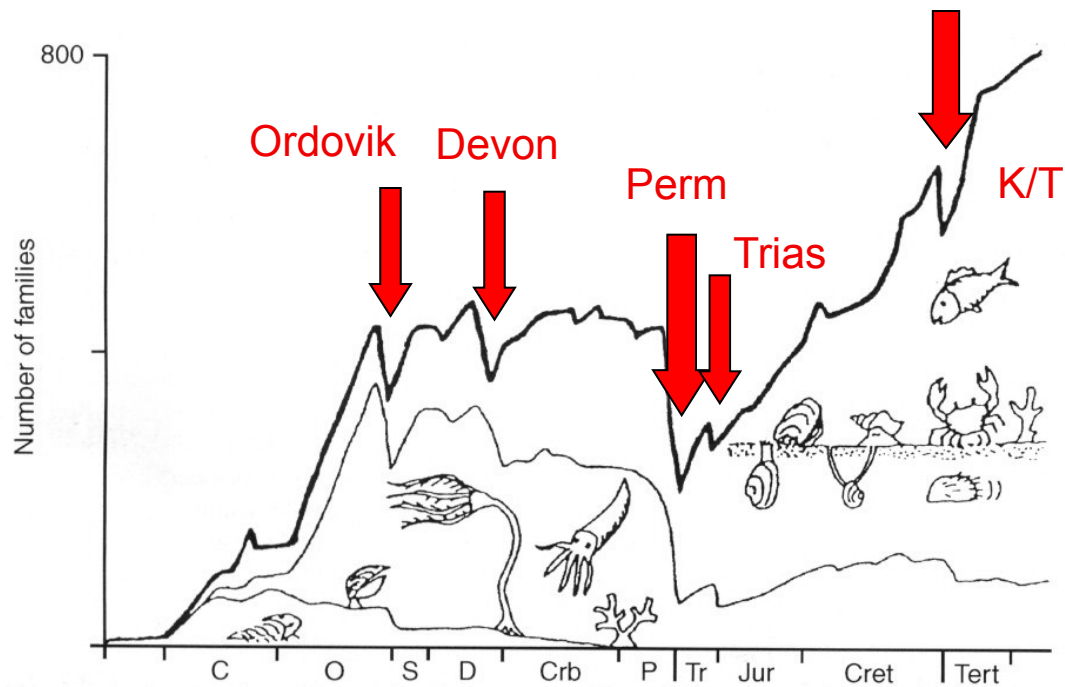
Michael J. Benton (1997):
křivka pro suchozemské organismy odlišná
exponenciální model



M. J. Benton (1997):



bereme-li v úvahu nekompletnost fosilního záznamu → žádný trend?

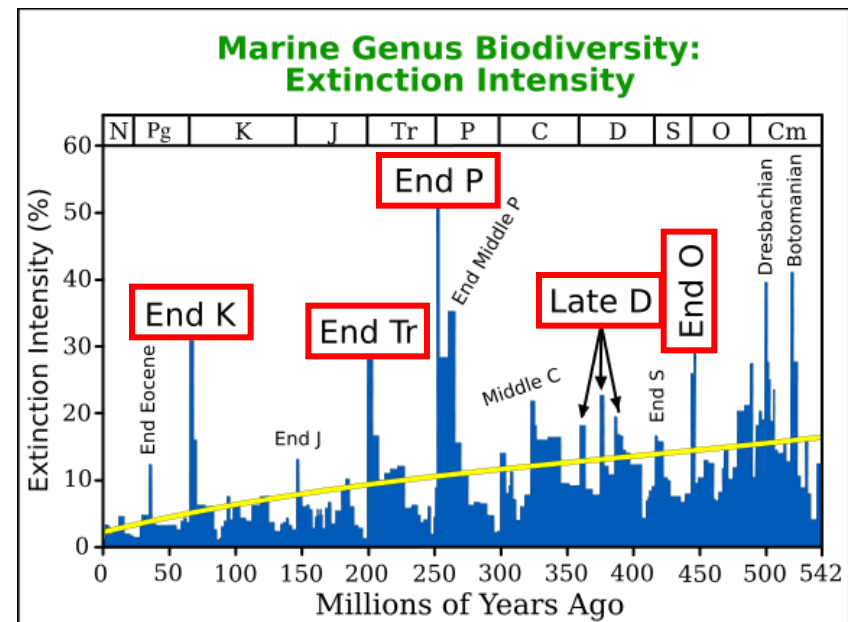


Extinkce:

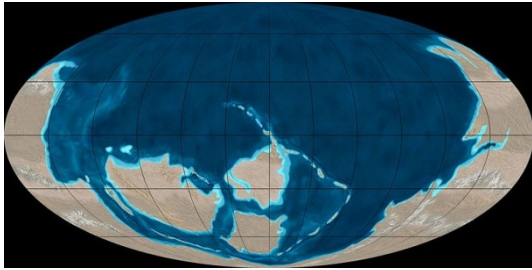
background extinctions („šum“)

masové extinkce → „Velká pěťka“

největší: konec Permu

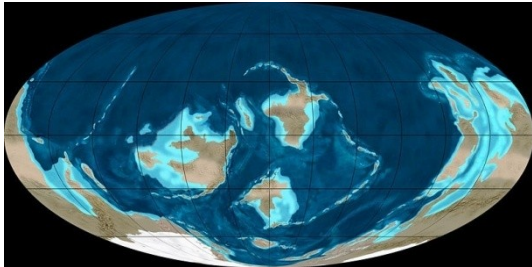


Paleozoikum



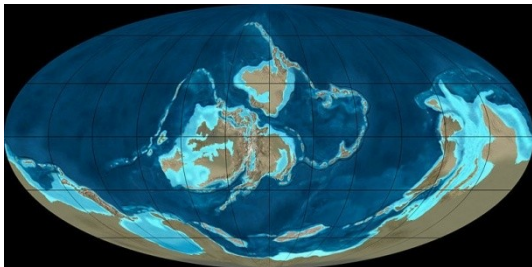
Kambrium:

jediný superkontinent Rodinia (Proterozoikum) →
Gondwana, Laurentia, Baltica, Angara (Siberia), Avalonia
...



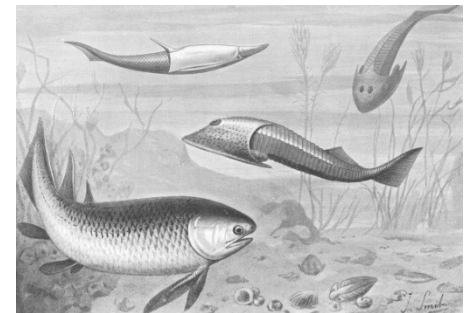
Ordovik:

růst diverzity (mořské o.)
na konci 1. masová extinkce

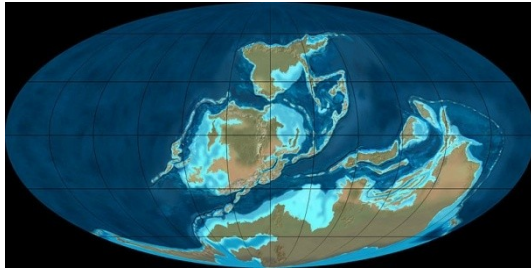


Silur:

čelistnatci
první suchozemské o.
(rostliny, štíři)

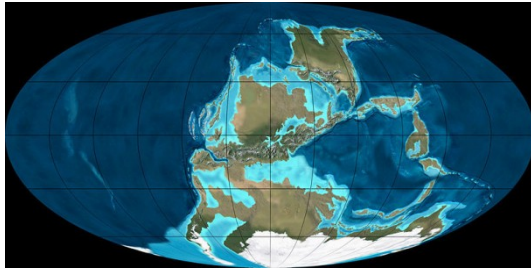


Laurentia+Baltica = Laurasia



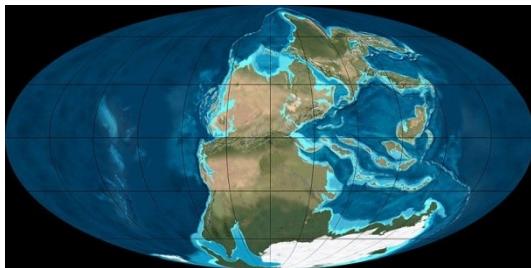
Devon:

radiace ryb, první žraloci, lalokoploutví, obojživelníci
na konci 2. masová extinkce



Karbon:

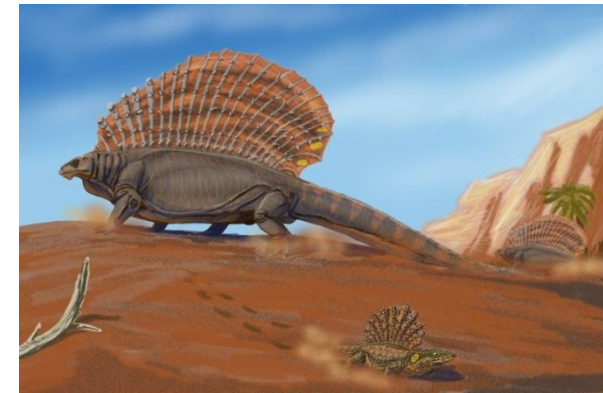
přesličky, hmyz, první plazi



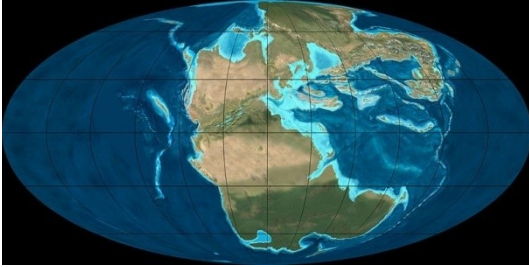
Perm:

Pangea
Therapsida (→ savci)
na konci 3. masová extinkce

Edaphosaurus
(Pelycosauria)



Mesozoikum



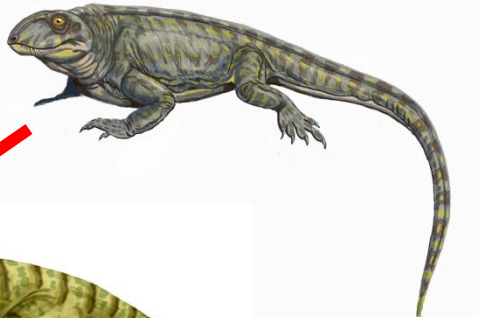
Trias:

motýli, dvojkřídli

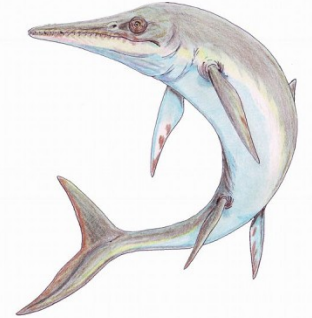
radiace plazů (želvy, ichthyosauři, plesiosauři, pterosauři, archosauři)

konec triasu: dinosauři, savci, 4. extinkce

synapsidní plaz
Pelycosauria
(*Palaeohatteria*)



archosauři



ichthyosauři



Therapsida



plesiosauři



kynodont
(*Cynognathus*)



pterosauři



primitivní savec (*Castorocauda*)

Evoluce savců

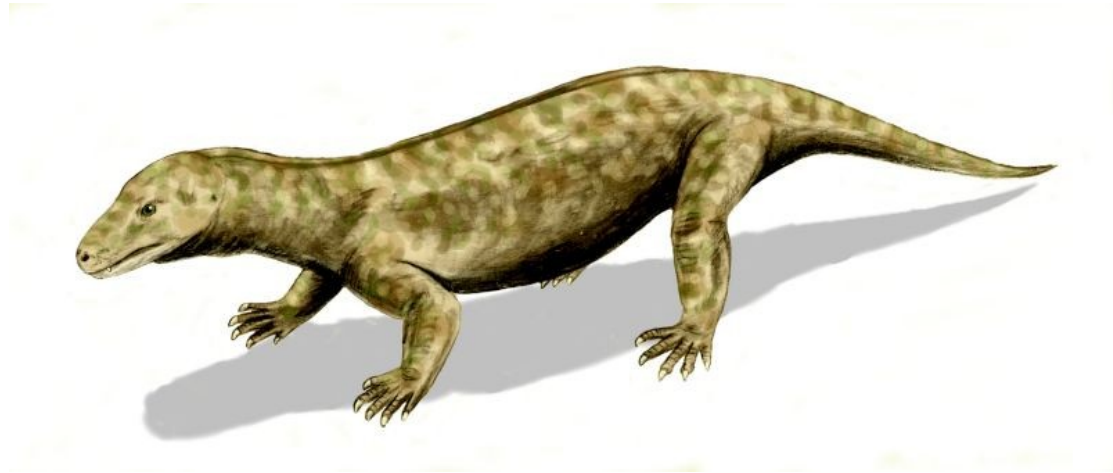
Sphenacodon: spodní perm (270 M) – spodní čelist z více kostí, zakloubení čelisti plazí, žádný bubínek

Biarmosuchia: svrchní perm – jeden z nejranějších terapsidů, zakloubení čelisti více savčí, horní čelist srostlá, zadní nohy vzpřímenější



Biarmosuchus

Procynosuchus: konec permu – primitivní kynodont



Thrinaxodon: spodní trias – odvozenější kynodont, bubínek ve spodní čelisti



Probainognathus: střední trias (~ 235 M) – 2 klouby, savčí a plazí

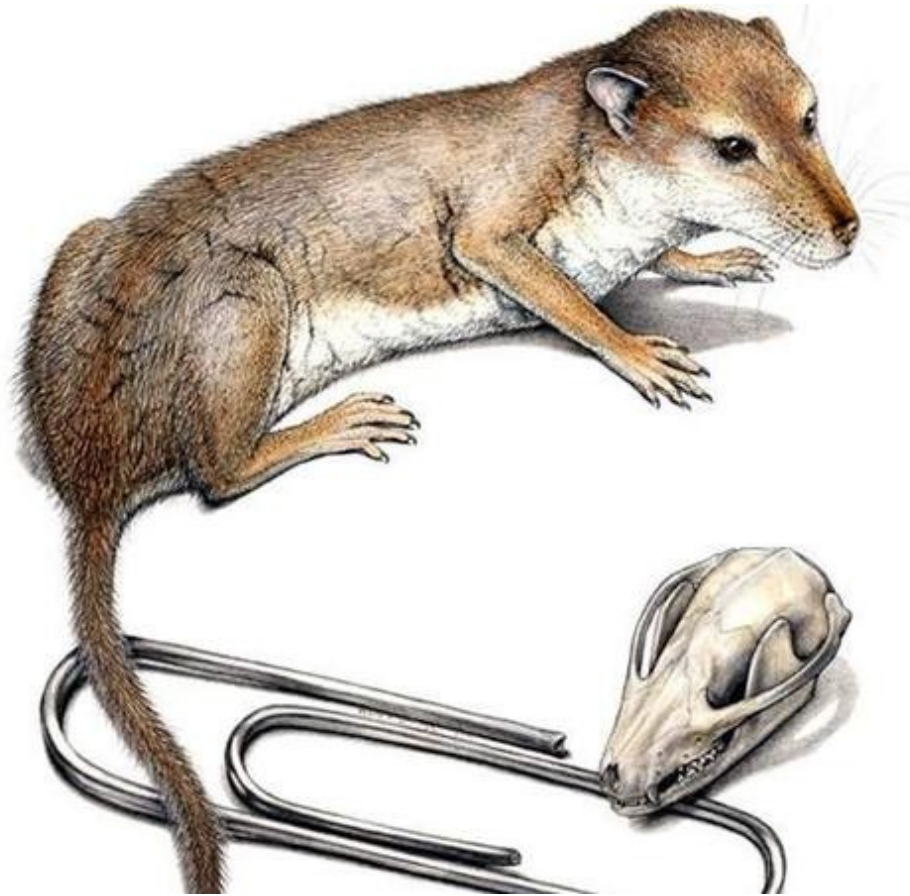


Diarbrognathus: spodní jura (~ 209 M) – pokročilý kynodont, sice pořád 2 klouby, ale plazí téměř zcela ke slyšení

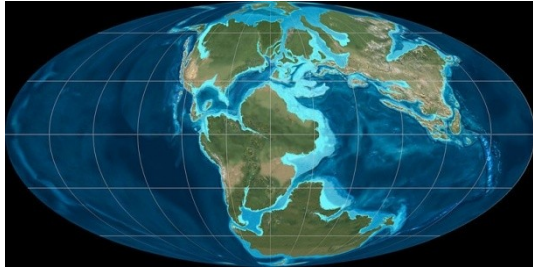
Morganucodon: spodní jura (~ 220 M)
– stále zbytek plazího kloubu



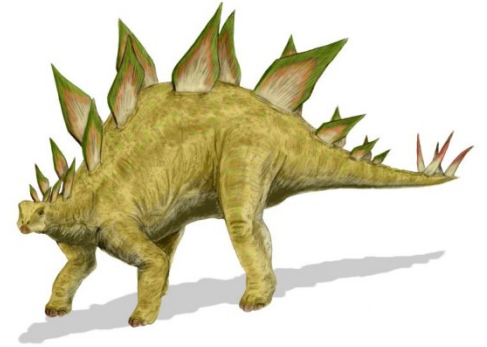
Hadrocodium: spodní jura – kůstky středního ucha se přesunuly z čelisti do krania



Mesozoikum



Jura:
kostnaté ryby
evoluce ptáků

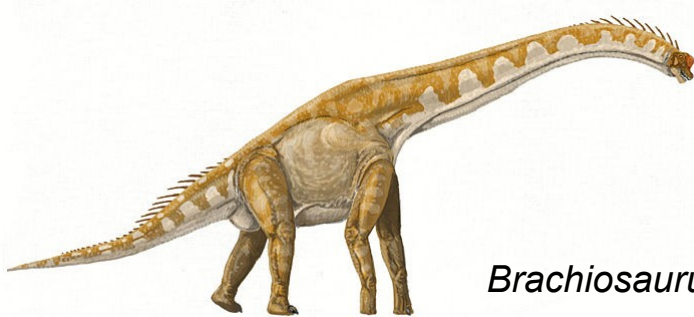


Stegosaurus

Saurischia

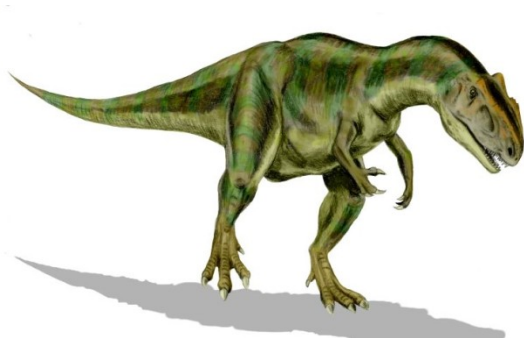
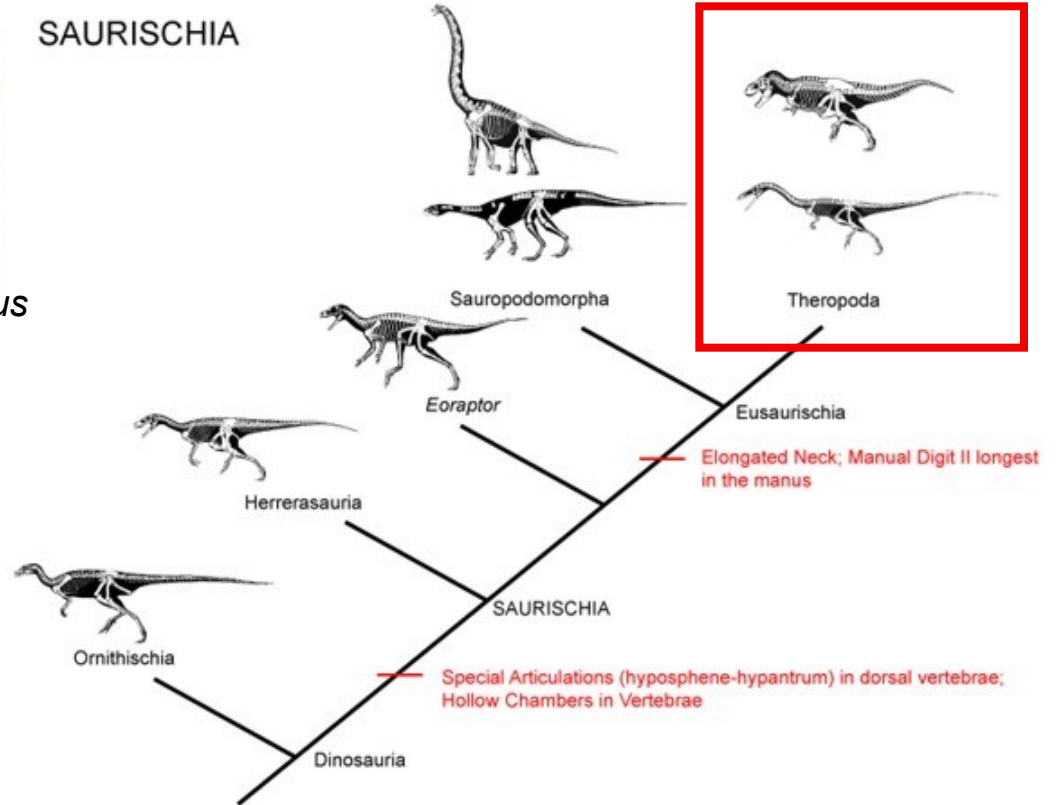
dinosauři

Ornithischia



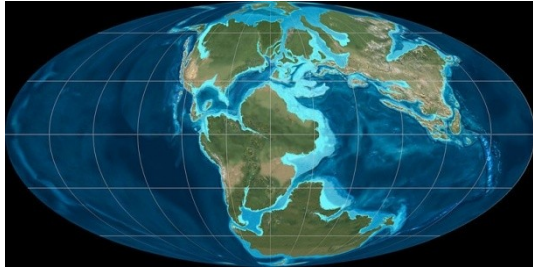
Brachiosaurus

SAURISCHIA

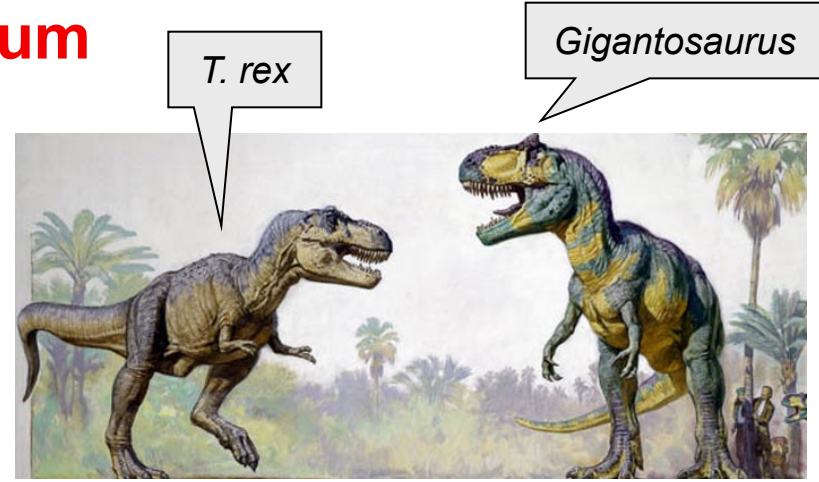


Allosaurus

Mesozoikum



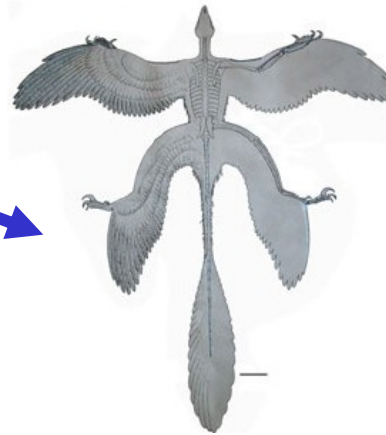
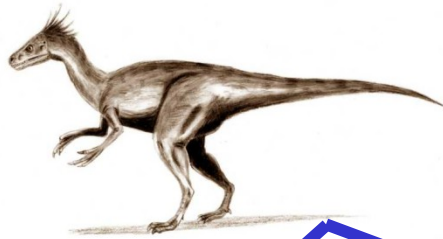
Jura:
kostnaté ryby
evoluce ptáků



theropodní dinosauři

Maniraptora

tyrannosauři
(křída)



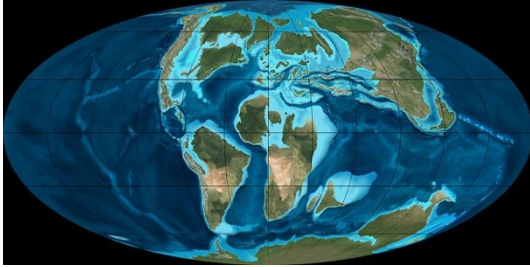
Archaeopteryx lithographica

ptáci

Microraptor gui

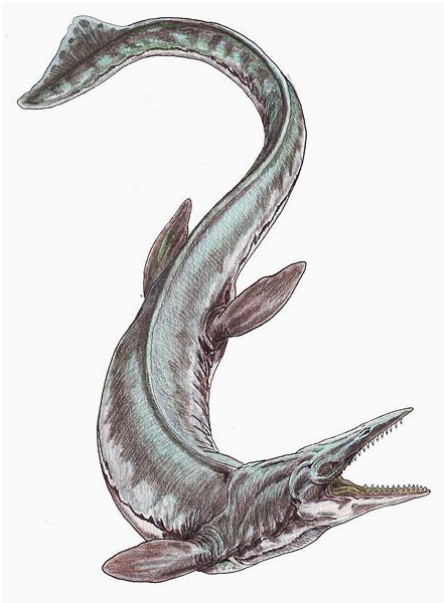


Mesozoikum

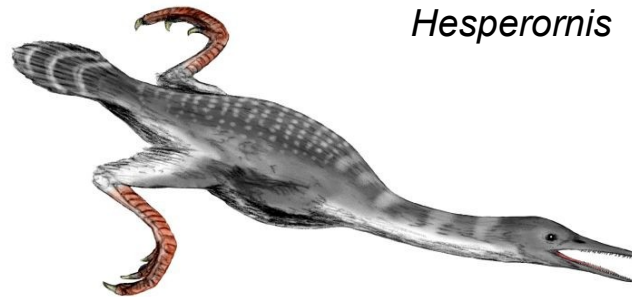


Křída:

krytosemenné rostliny
moderní žraloci a rejnoci, mosasauři, první hadi, ptáci
savci: divergence vačnatců a placentálů



mosasauři

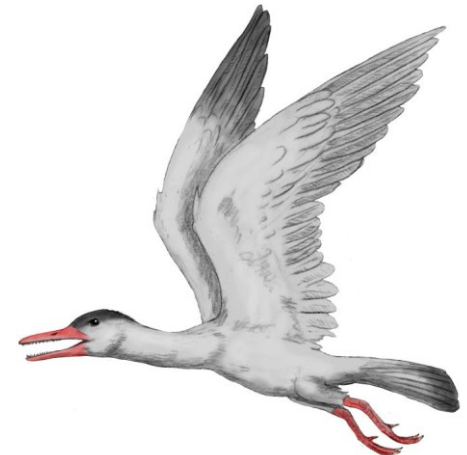


Hesperornis

na konci křídly: 5. extinkce, 65 M

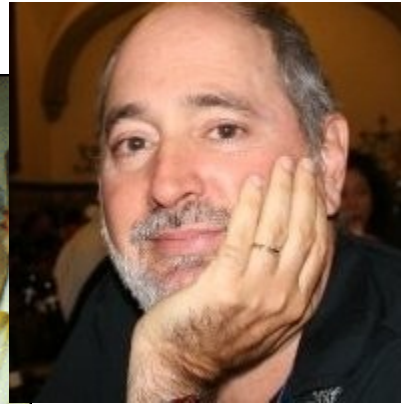
→ otázka příčiny

Ichthyornis

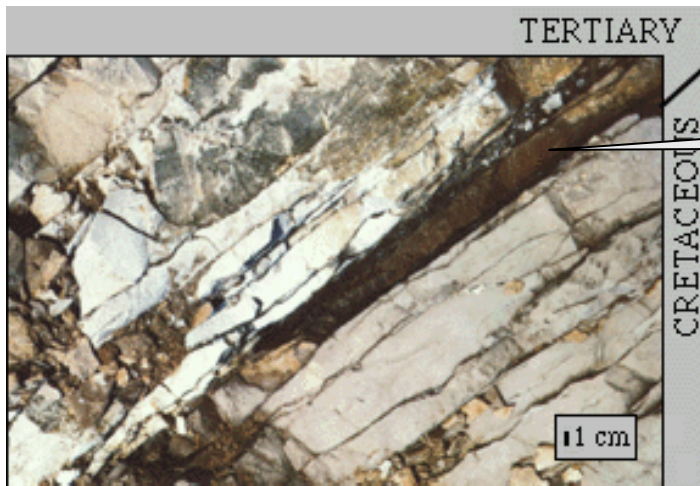


Extinkce na K/T hranici:

1980 Louis Alvarez a kol.: katastrofická hypotéza iridium na K/T rozhraní

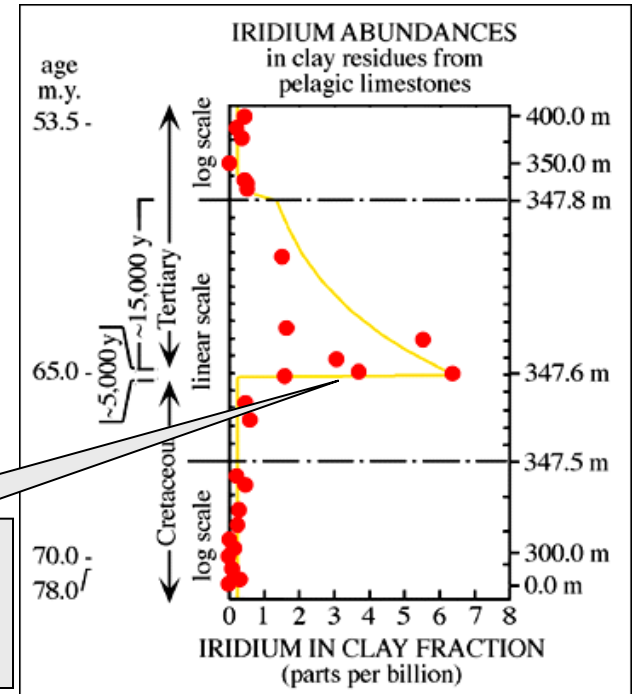


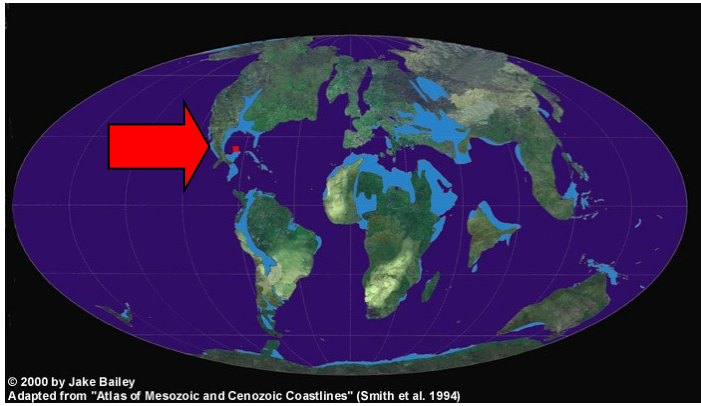
L. Alvarez



K/T hranice

cca. 100-násobné zvýšení množství iridia

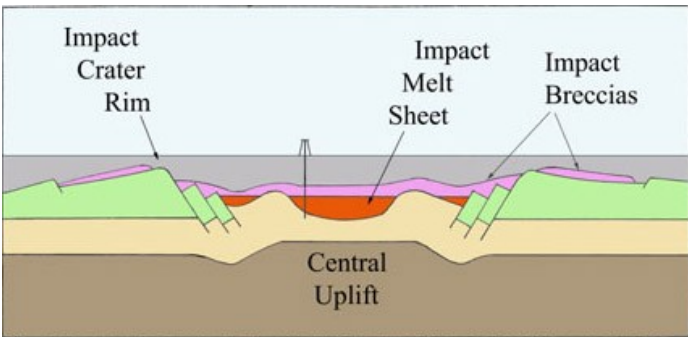
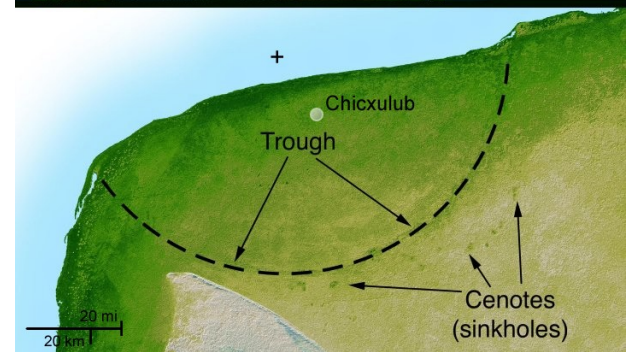
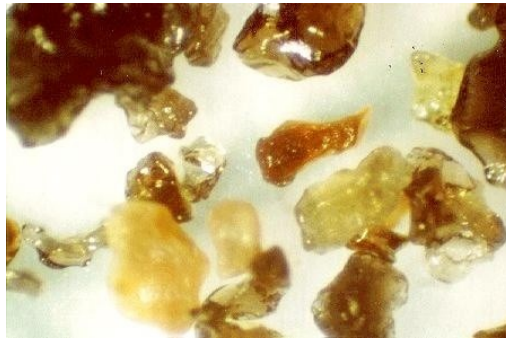
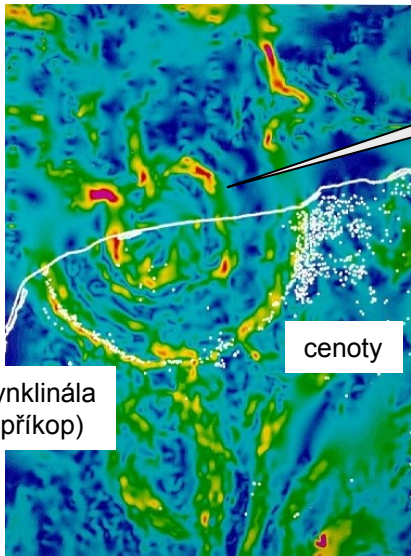




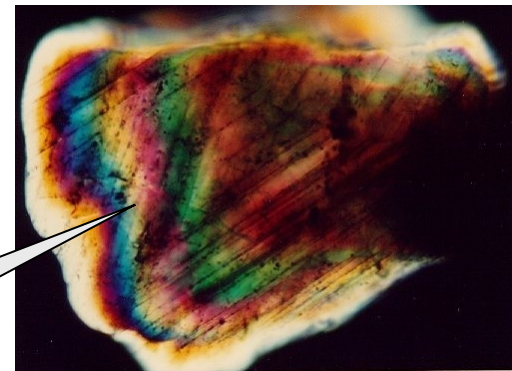
kráter Chicxulub (Mexiko)



mapa gravitačního pole



šokový krystal



Problémy impaktové teorie:

vymírání nebylo pro většinu živočichů tak náhlé, docházelo k němu už před katastrofou

druhy mizely po etapách od teplomilnějších po méně teplomilné

srážka s asteroidem o cca. 300 tisíc let starší než vymírání (× dopad meteoritu spustil vlny tsunami a zemětřesení ⇒ promíchání vrstev)

lokalita El Penon (Mexiko): stejné druhy nad „meteoritickou“ vrstvou jako pod ní)

Alternativní hypotéza:

postupné ochlazování v důsledku gigantických sopečných erupcí na Dekkánské plošině v Indii

čedičová vrstva 1200-1800 metrů silná, 100 000 km² ⇒ v průběhu 1 mil. let
→ min. 1,5 mil. km³ čedičů

vznik plošiny na přelomu křídy a třetihor

Pozn.:

nové datování Dekkánského jevu – dřív než dopad bolidu/planetky

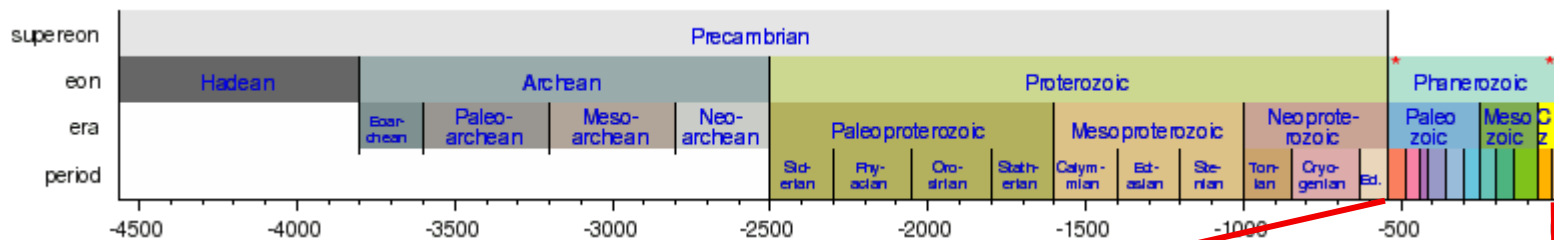
nové datování: článek v Science únor 2013 – zpřesněné datování, vymírání dinosaurů se tak jeví bez problémů

dnes to vypadá, že ca. 100 tisíc let před dopadem ochlazení o 6-8 st C, asi v důsledku dekkánské katastrofy – dopad pak ranou z milosti

Problém je, že indické datování stále málo přesné

Nová teorie: dopad dvou těles těsně po sobě (některá data naznačují – mj. tým z Astronomického ústavu před 3 lety, dnes Francouzi na modelech)

eon: **Fanerozoikum**

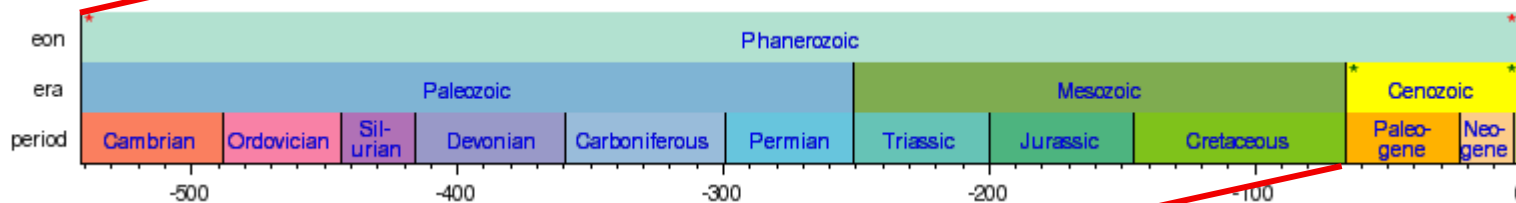


éra

Paleozoikum

Mesozoikum

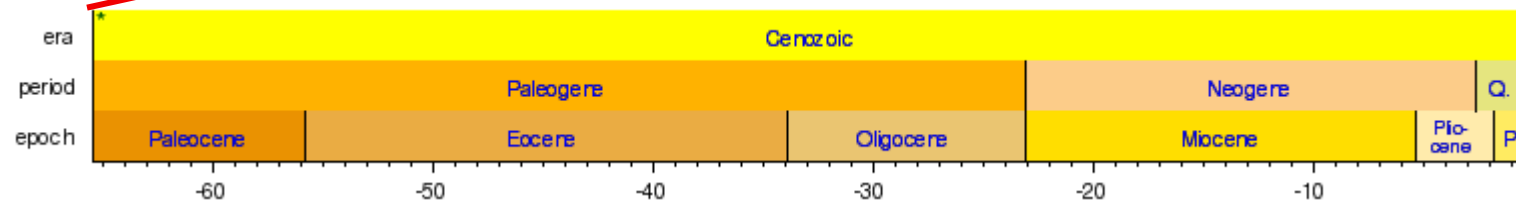
Kenozoikum



perioda

Paleogén

Neogén



epocha

Paleocén

Eocén

Oligocén

Miocén

Plio- Pleisto-

Paleontologická vs. molekulární data

otázka vzniku živočišných kmenů a savčích a ptačích řádů

Kambrická exploze?

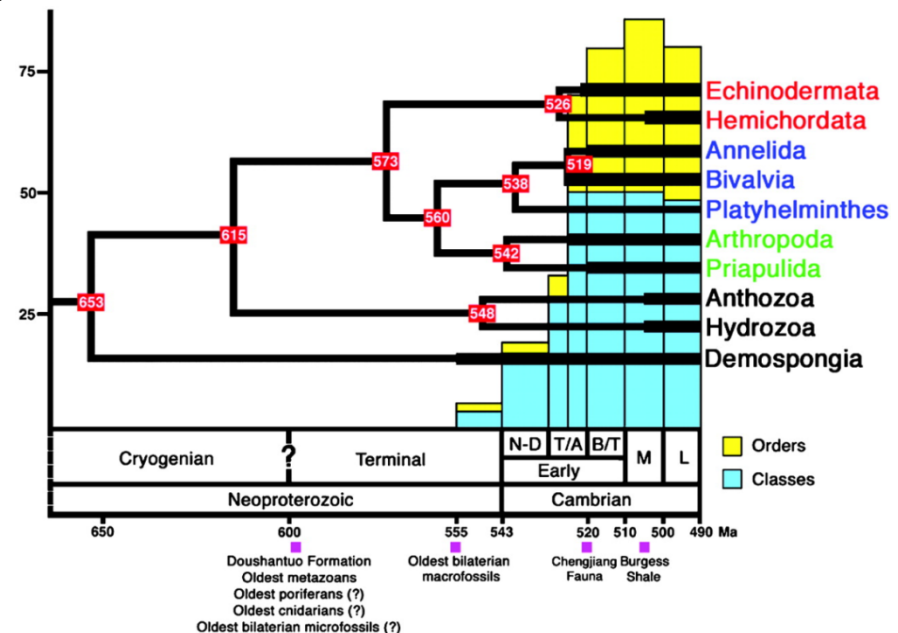
molekulární data (Wray et al. 1996):

- Protostomia-Deuterostomia ~ 1200 M
- Chordata-Echinodermata ~ 1000 M

„fylogenetická pojistka“?

dnešní molekulární odhady bližší kambrické explozi:

- Metazoa ~ 650 M (Peterson et al. 2004)
- Protostomia-Deuterostomia ~ 582 M (Aris-Brosou and Yang 2003)

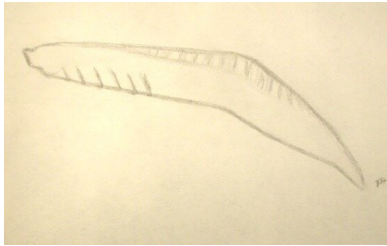


Paleontologická vs. molekulární data

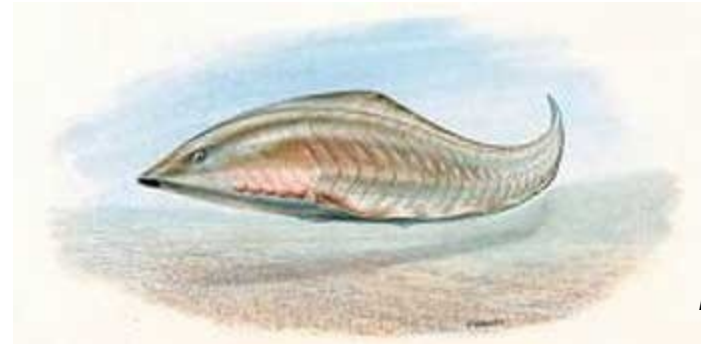
otázka vzniku živočišných kmenů a savčích a ptačích řádů

Kambrická exploze?

fauna z Chengjiang (Čína) ~ 525 M

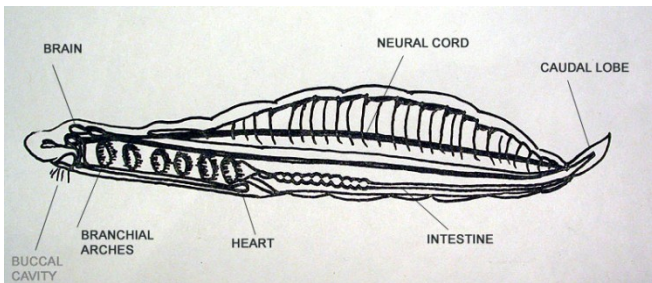


Yunnanozoon lividum



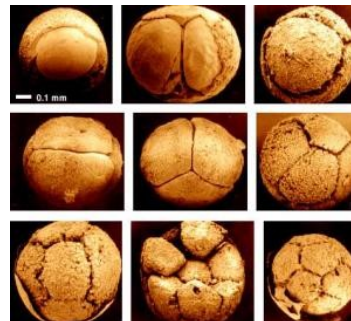
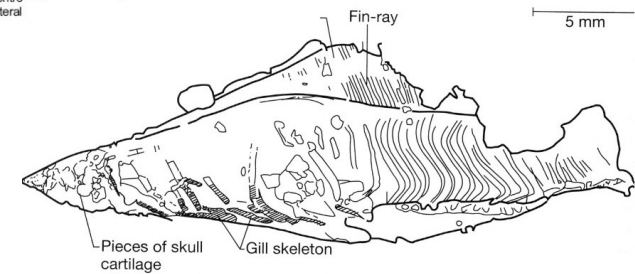
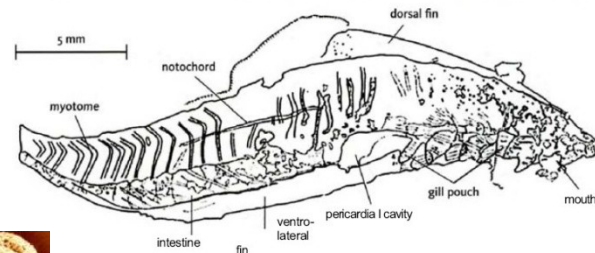
Myllokunmingia

Haikouella lanceolata



Haikouichthys ercaicunensis

formace Doushantuo (J Čína),
590-560M : spousta druhů



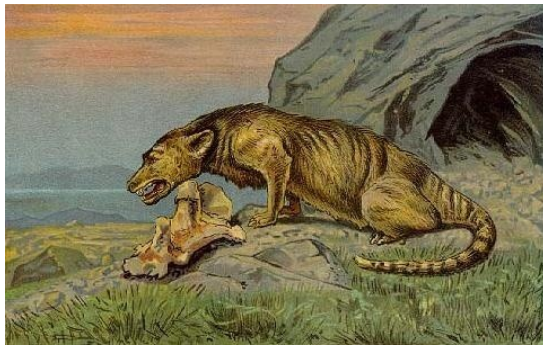
časná embryologická
stadia?

Paleontologická vs. molekulární data

otázka vzniku živočišných kmenů a savčích a ptačích řádů

recentní skupiny savců a ptáků a K/T hranice

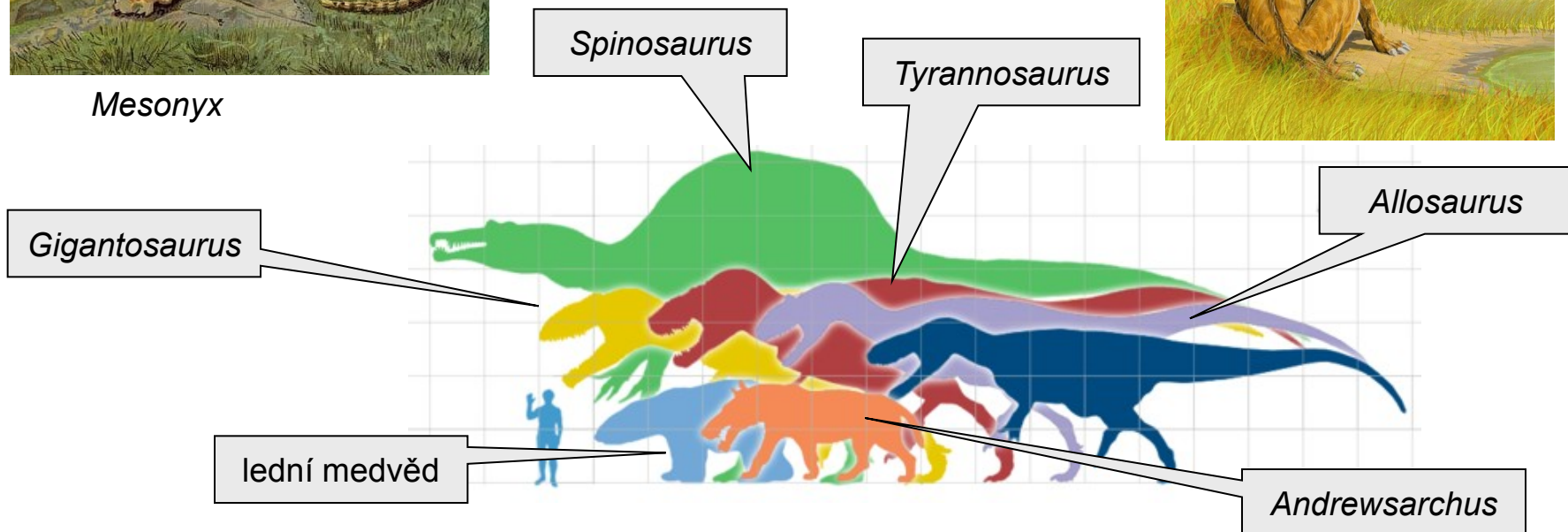
evoluce kytovců: mesonychidi → přechod do vody → kytovci



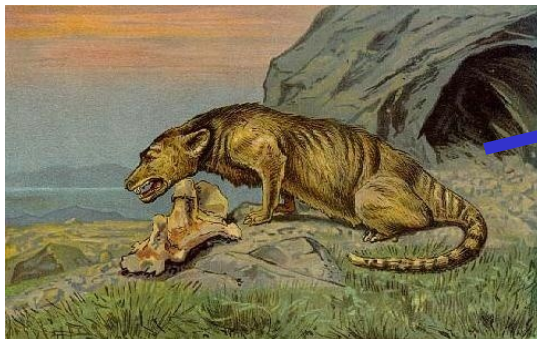
Mesonyx



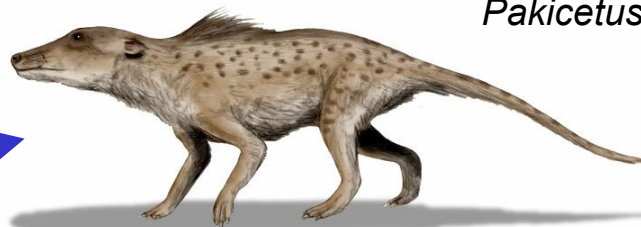
Andrewsarchus
mongolicus



evoluce kytovců

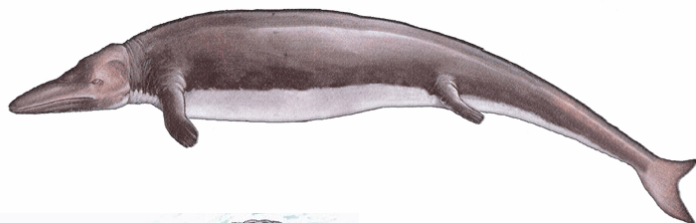


mesonychidi ~ 56 M



Pakicetus 56-34 M

Ambulocetus 50-49 M



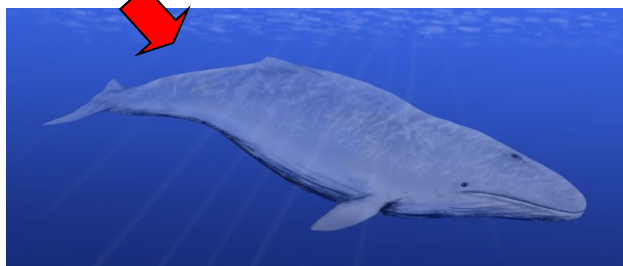
Dorudon 41-33 M



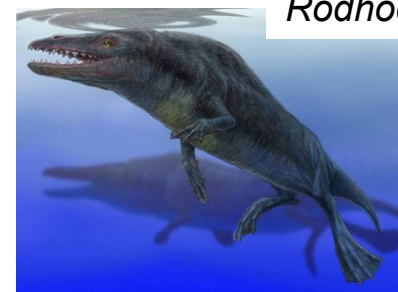
Rodhocetus 47 M



Basilosaurus 40-34 M



Cetotherium 15 M



Obecné zákonitosti

diverzita: analogie s burzou

extinkce: model pěšáka v poli

délka života linií: model bankrotu hazardního hráče

David Raup, Jack Sepkoski:
periodicita? (26 M)



D. Raup



J. J. Sepkoski

