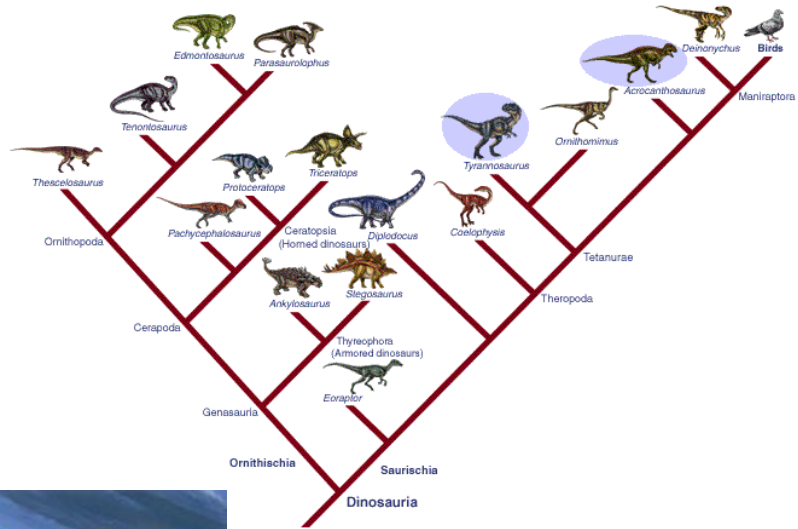
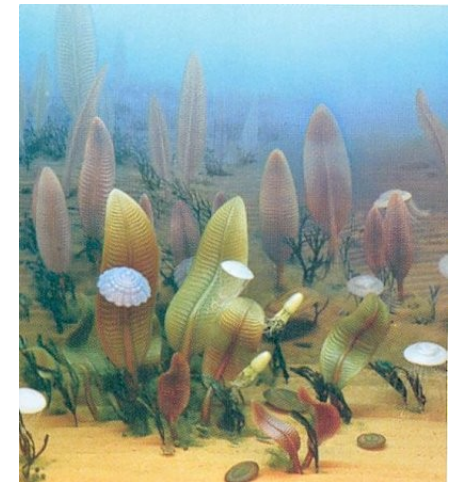


HISTORIE ŽIVOTA NA ZEMI



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*
- *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

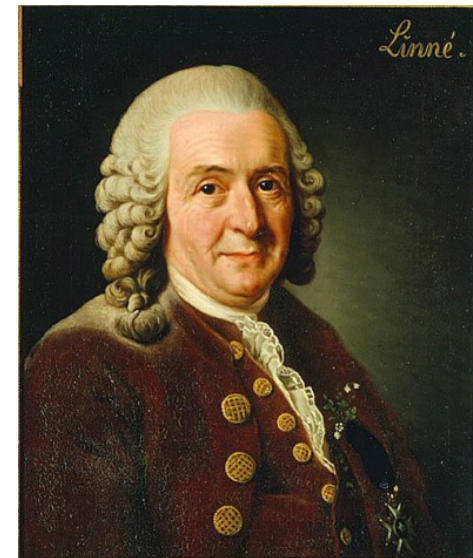
1. Předlinnéovská

- 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



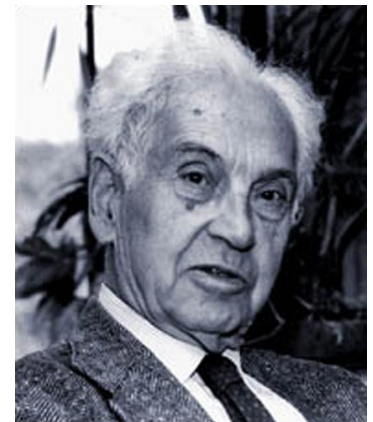
Carolus Linnaeus

3. Darwin:

- kladogeneze (větvení) a anageneze (změna znaků)
- systém 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)



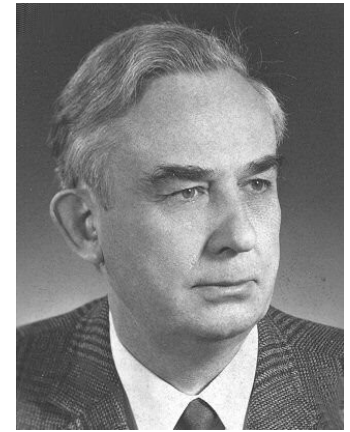
E. Mayr

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

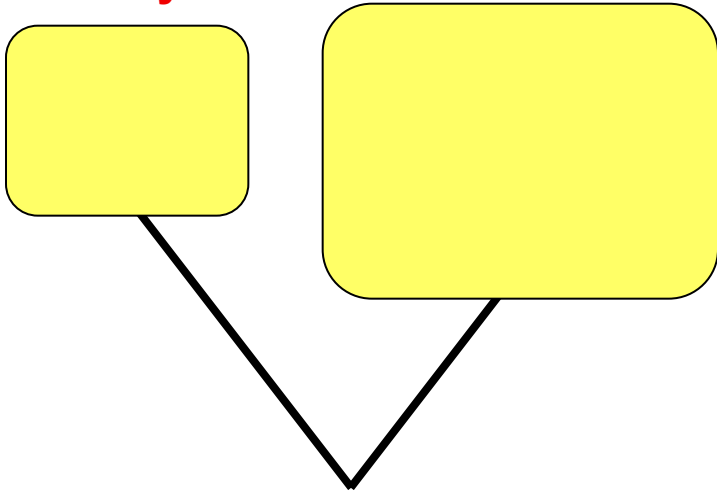
Fylogenetická systematika (kladistika)

- 1950, 1966: **Willi Hennig**: *Phylogenetic Systematics*
- pouze reflexe genealogie, nikoli adaptivní divergence
- striktní monofylie
- monofyletická skupina = **klad** (clade)

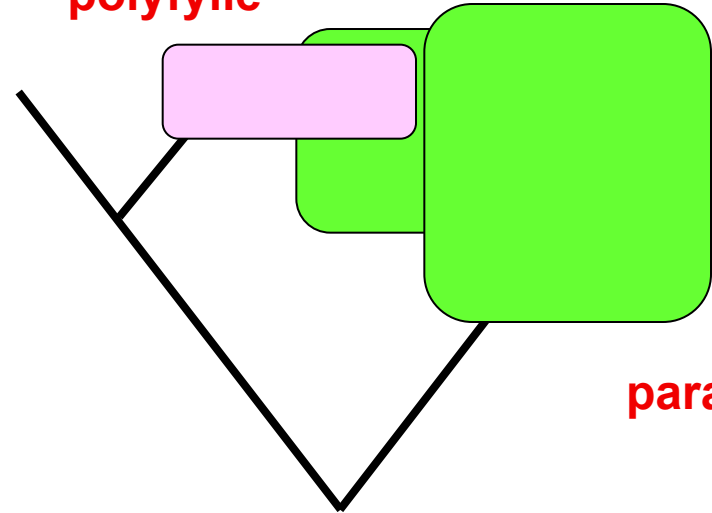


W. Hennig

monofylie



polyfylie



parafylie

Synapsida

savci

Parareptilia

želvy

Plesiosaoria

Ichthyosauria

haterie

leguáni

agamy

chameleoni

hadi

Mosasauria

varani

krokodýli

Pterosauria

Ornithischia

Sauropoda

ostatní teropodi

ptáci

Sphenodontida

Squamata

Lepidosauria

Archosauria

Dinosauria

Saurischia

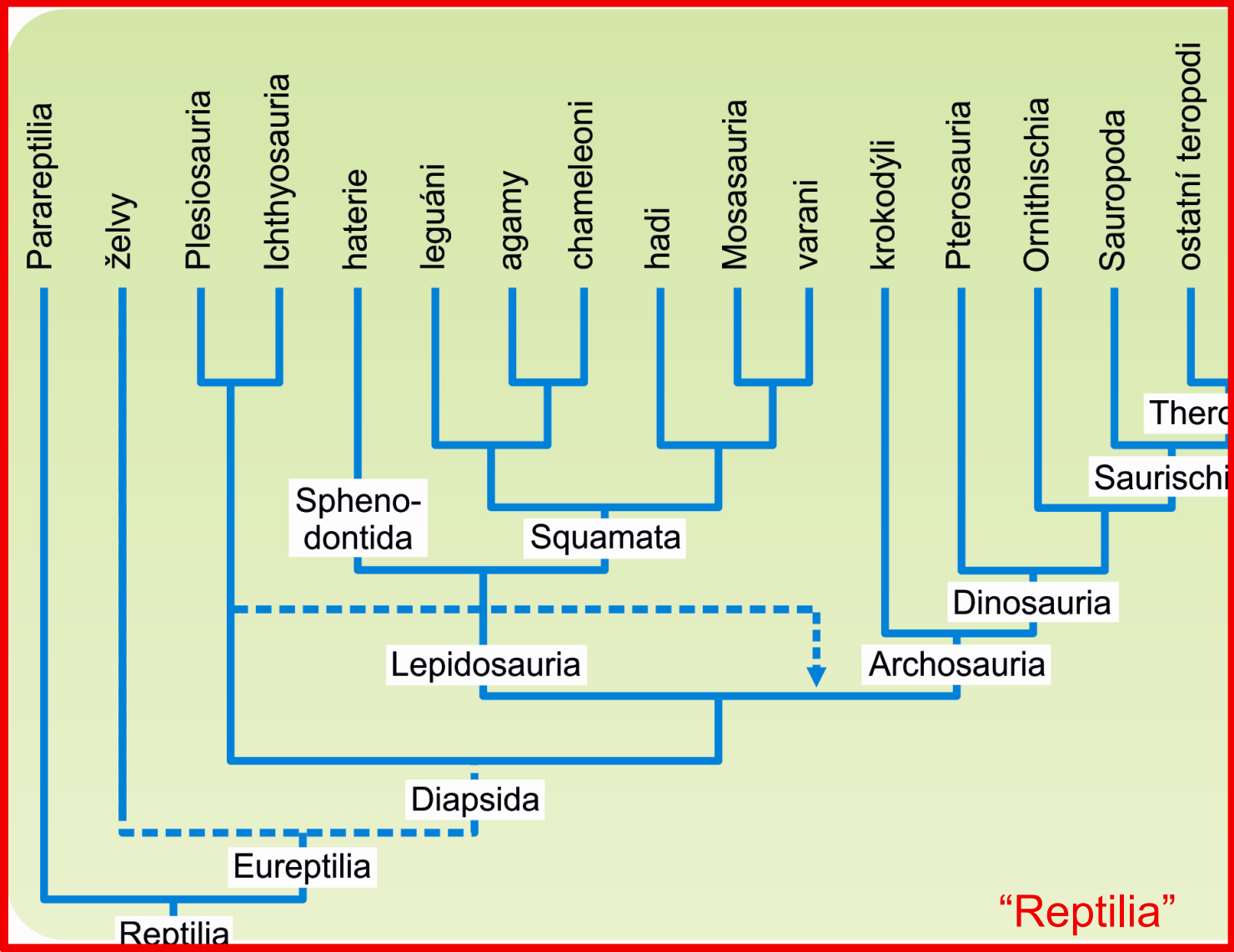
Theropoda

Diapsida

Eureptilia

Reptilia

“Reptilia”



“Pongidae”



Orangutan
48 chromosomes
(24 pairs)



Gorilla
48 chromosomes
(24 pairs)



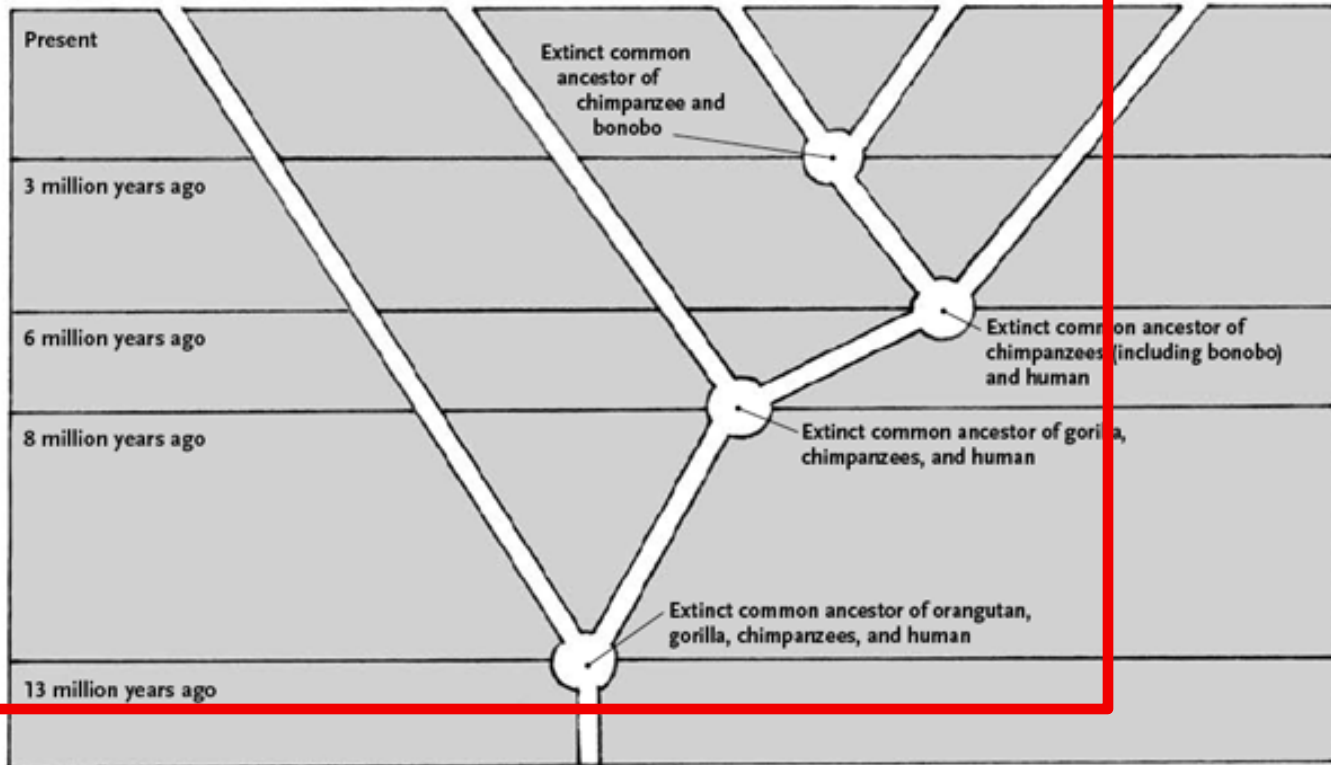
Chimpanzee
48 chromosomes
(24 pairs)



Bonobo
48 chromosomes
(24 pairs)

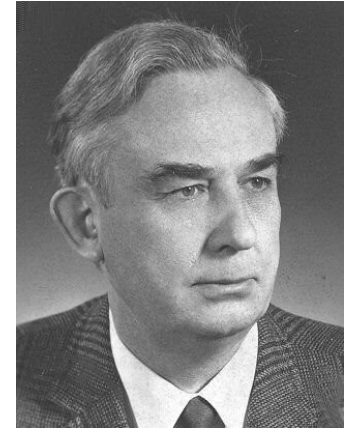


Human
46 chromosomes
(23 pairs)

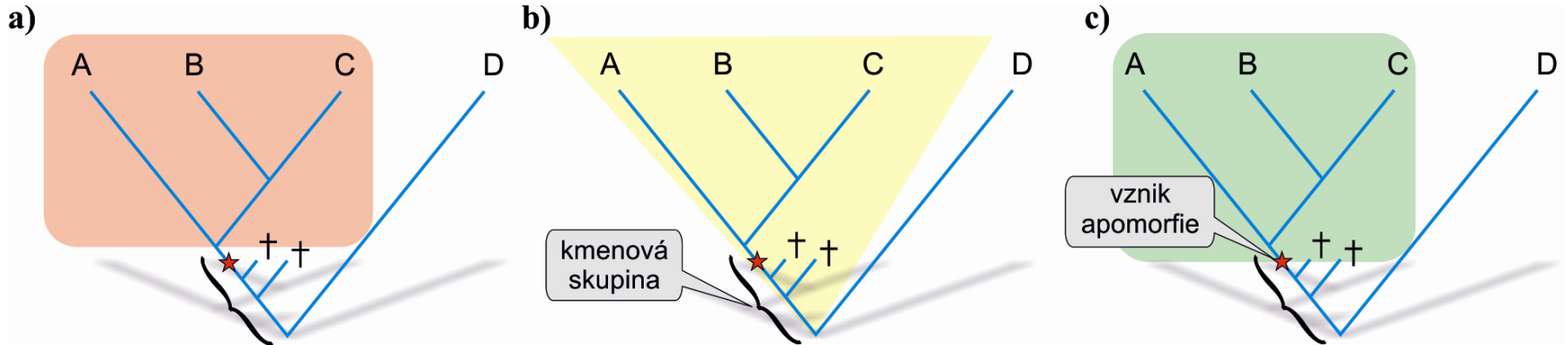


Fylogenetická systematika (kladistika)

- znaky **plesiomorfní** (symplesiomorfní),
apomorfní (synapomorfní, autapomorfní)
- definování kladů pouze na základě synapomorfii

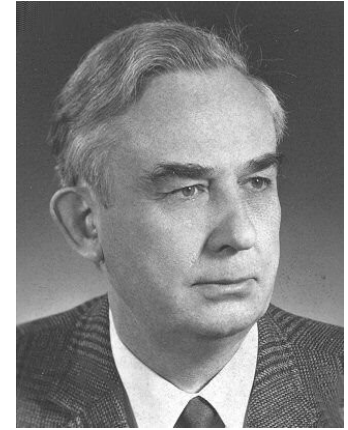


W. Hennig

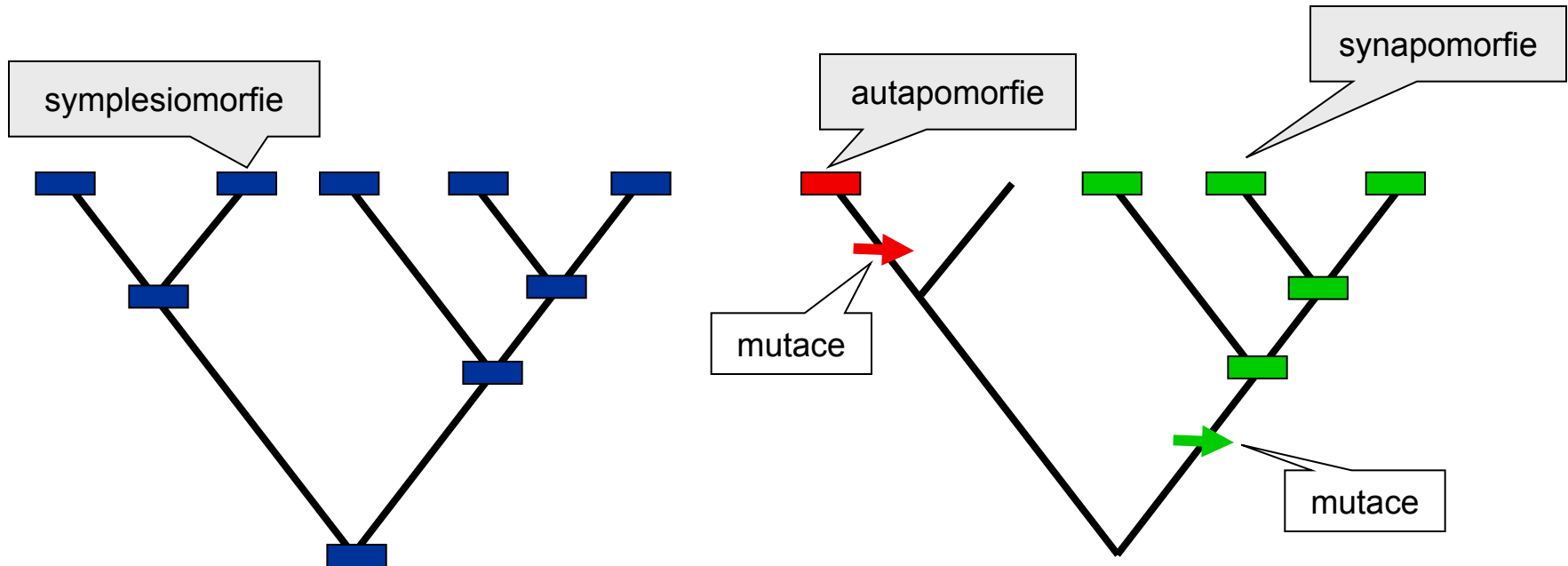


Fylogenetická systematika (kladistika)

- znaky **plesiomorfní** (symplesiomorfní),
apomorfní (synapomorfní, autapomorfní)
- definování kladů pouze na základě synapomorfii

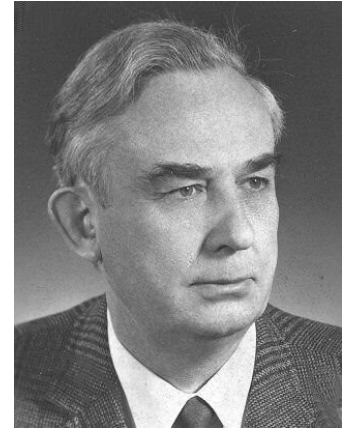


W. Hennig



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



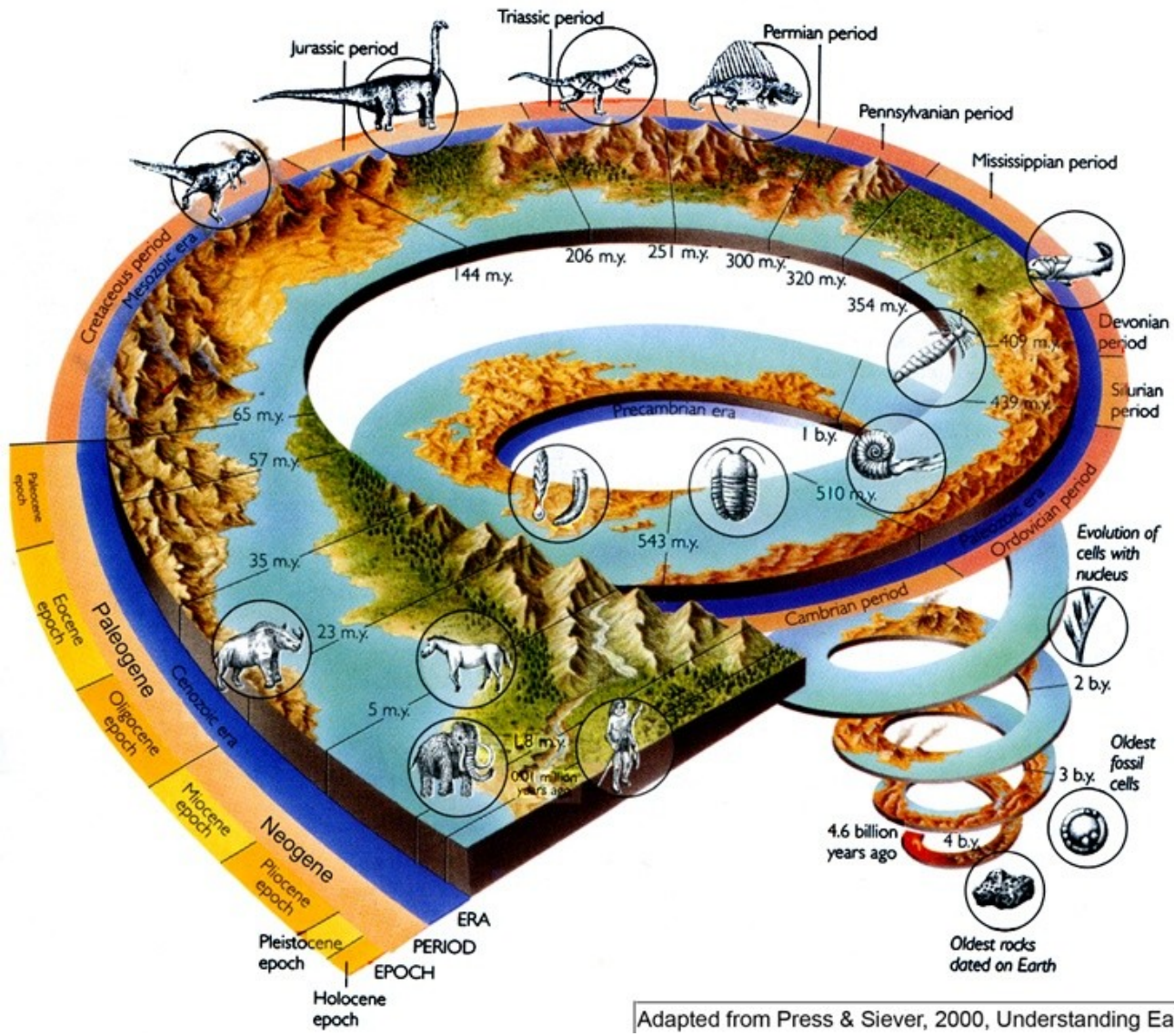
Evoluční systematika - reakce

- fylogenetické vztahy + rozsah divergence \Rightarrow kombinace fenetického a kladistického přístupu
- reflexe kladů i gradů
- grad = skupina charakterizovaná dobře integrovaným adaptivním komplexem (společné adaptace – např. ptáci)

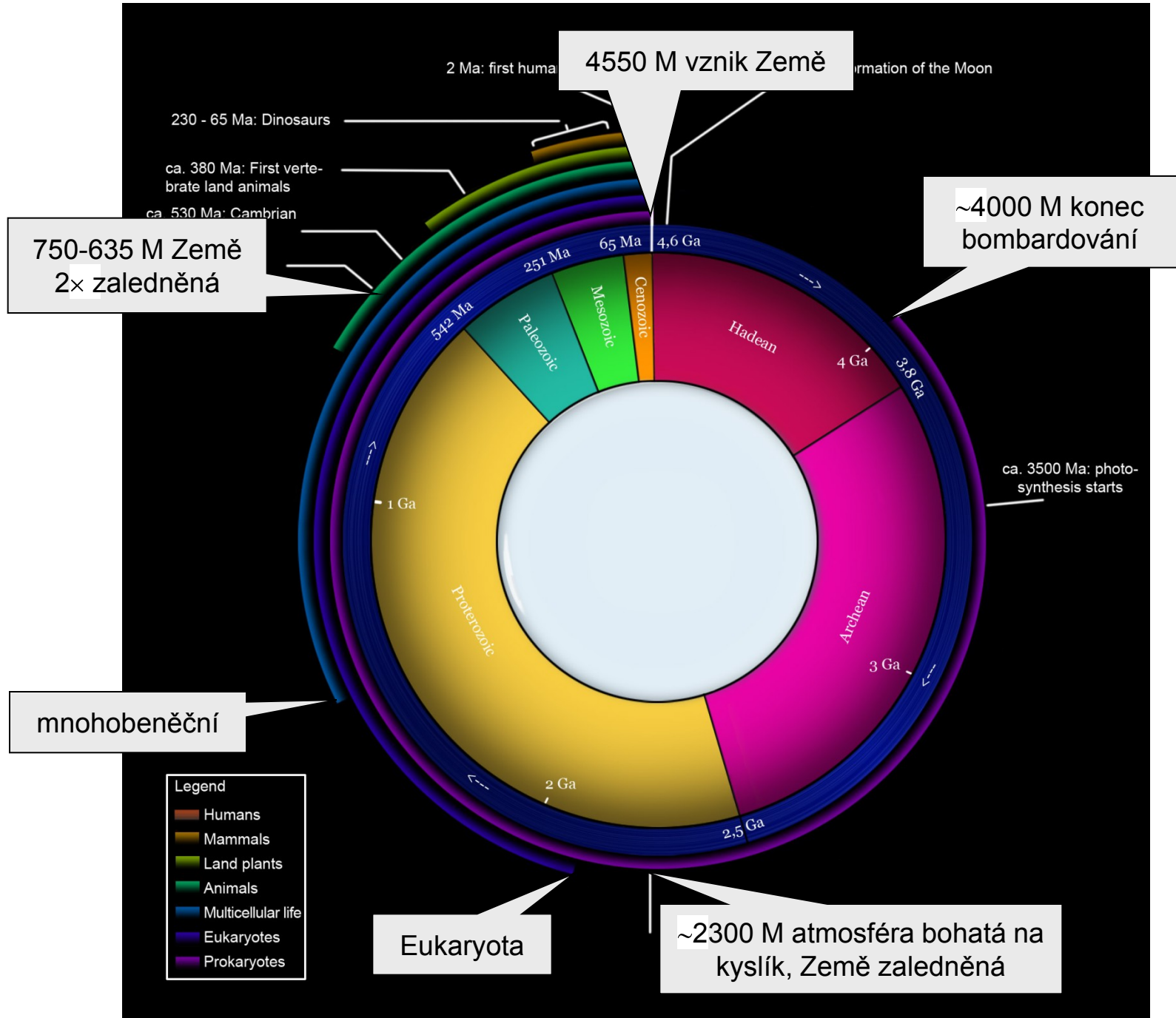


E. Mayr

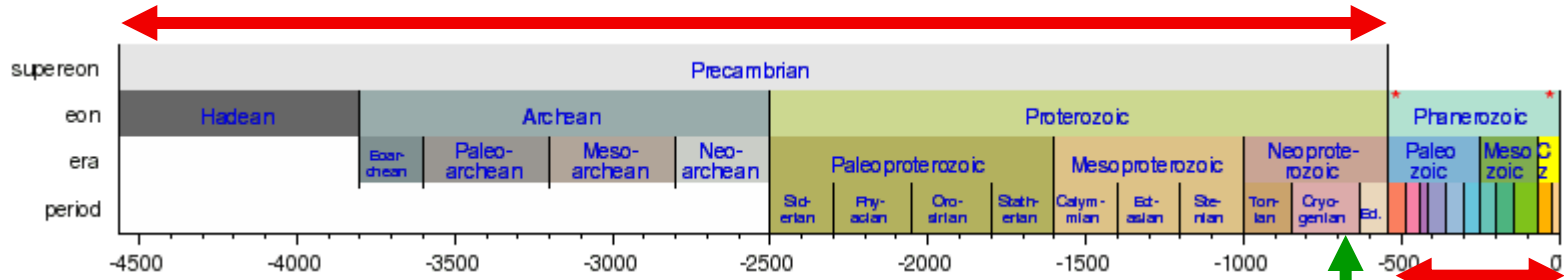
Historie života na Zemi



Adapted from Press & Siever, 2000, Understanding Earth



Prekambrium

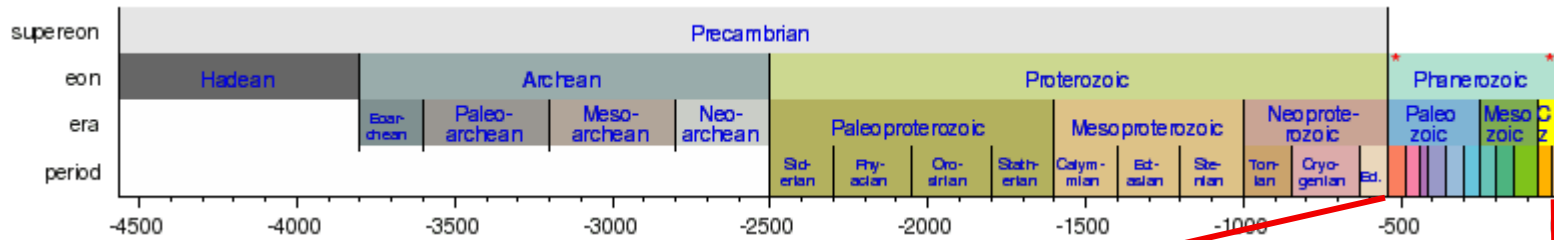


eon Hadaikum (Hadean) Archaikum (Archean) Proterozoikum (Proterozoic) Fanerozoikum

Ediakarská fauna (Vendian) ~635 M



Fanerozoikum

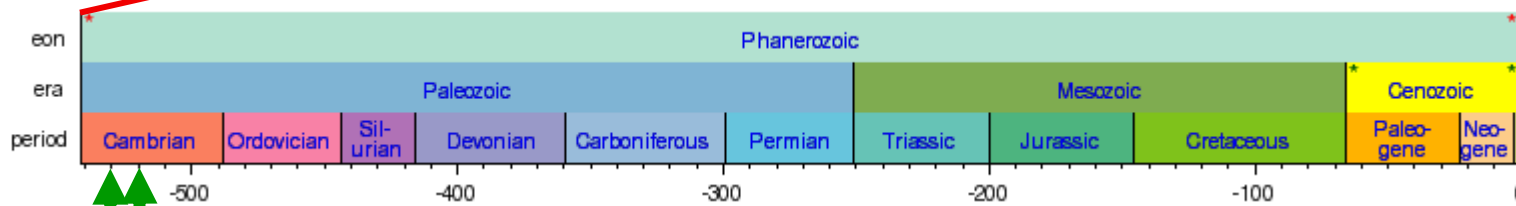


éra

Paleozoikum

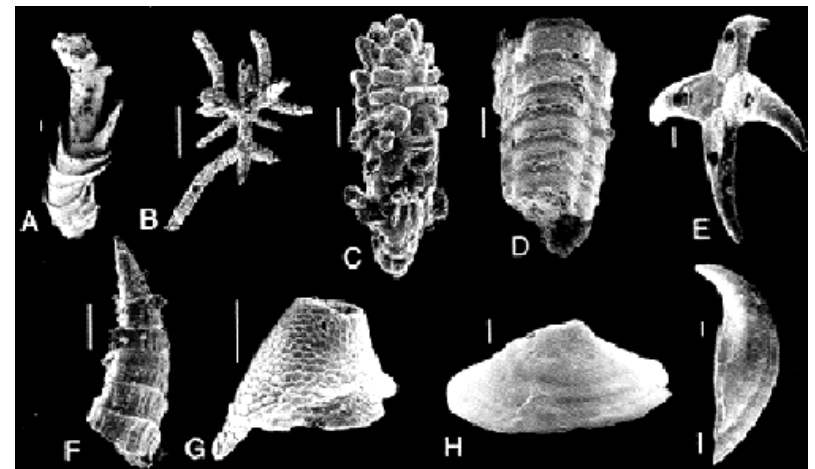
Mesozoikum

Kenozoikum



Tommotiánská fauna
(Tommotian) ~530 M

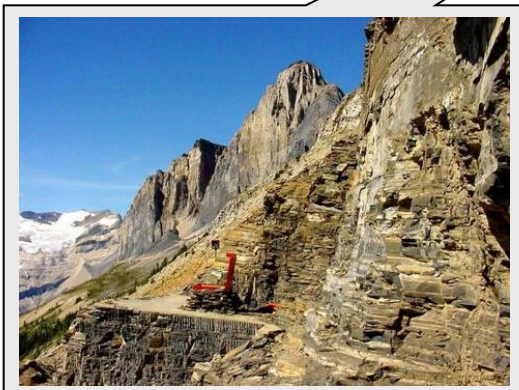
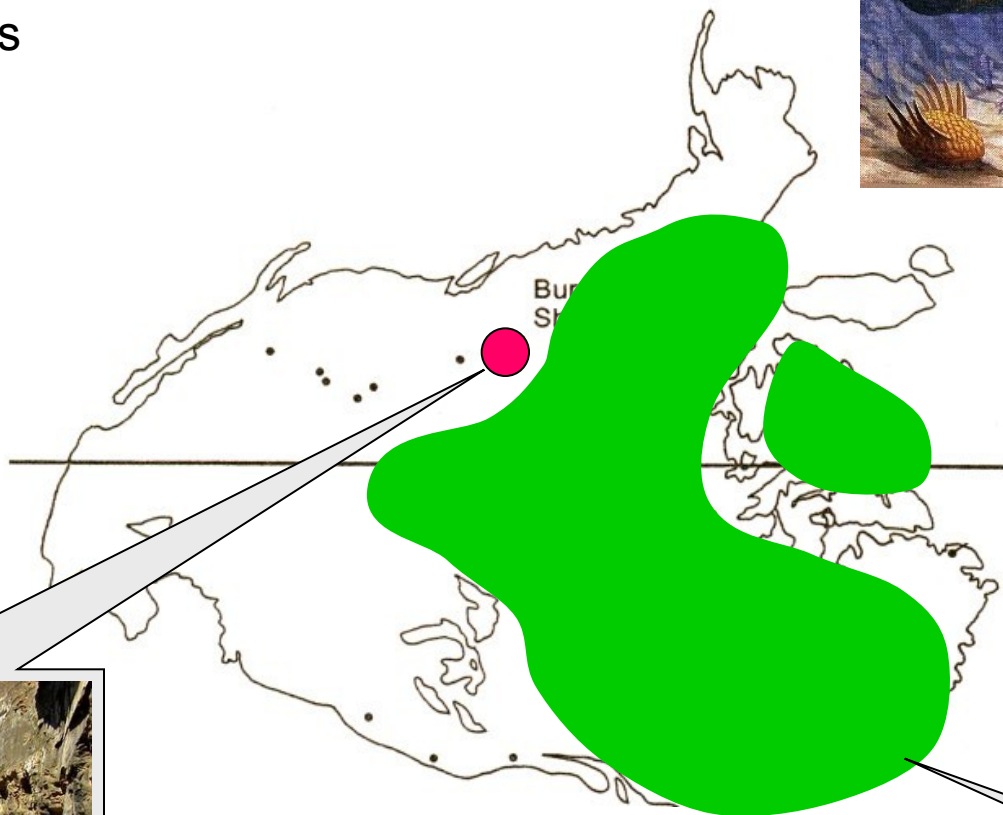
Burgessova břidlice
(Burgess Shale) ~520 M



Kambrická exploze

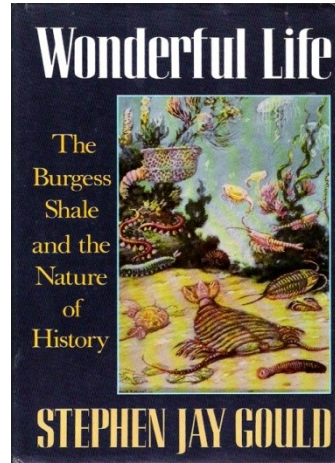
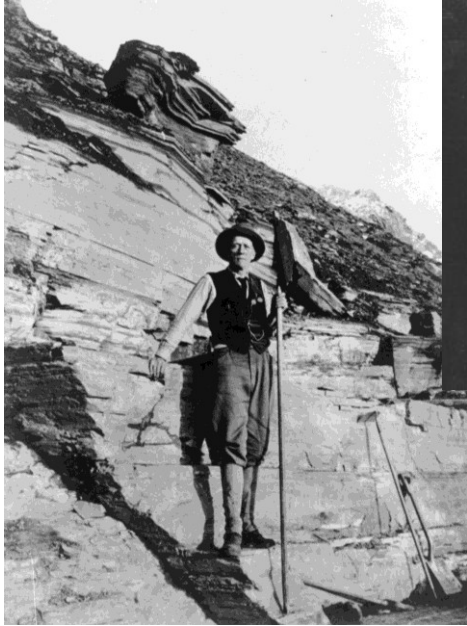
Burgessova břidlice (Burgess Shale)

- Canadian Rockies

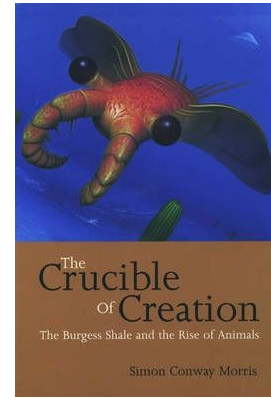


kontinent

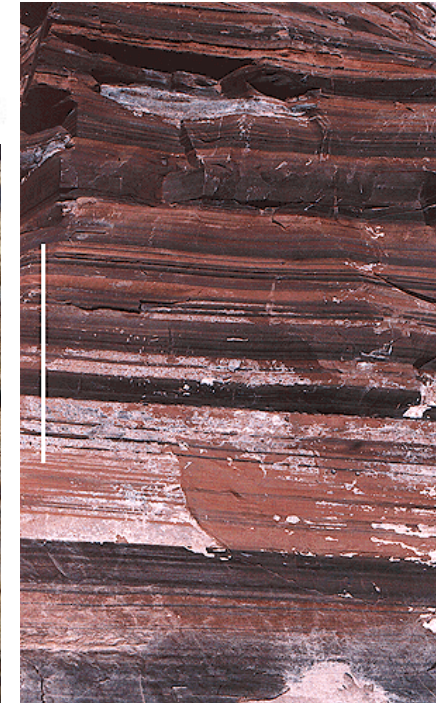
Charles Doolittle Walcott (1909)



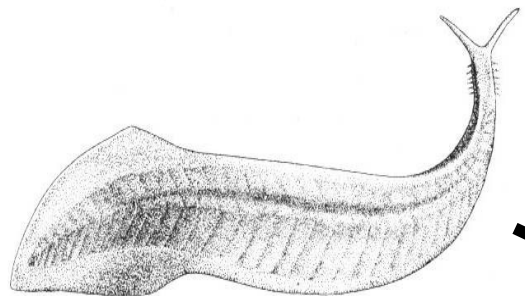
S.J. Gould



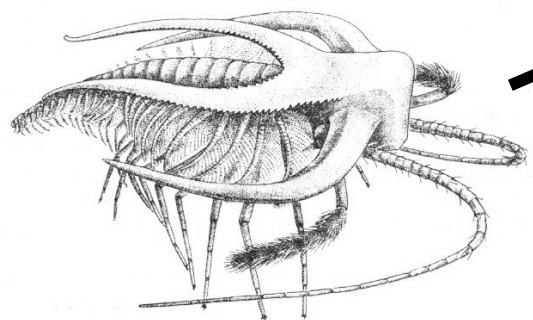
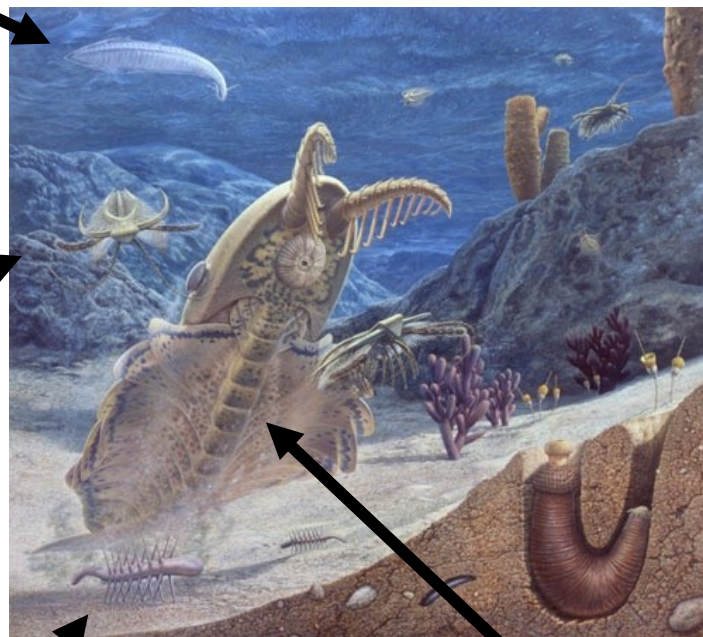
Simon Conway Morris



Pikaia gracilens

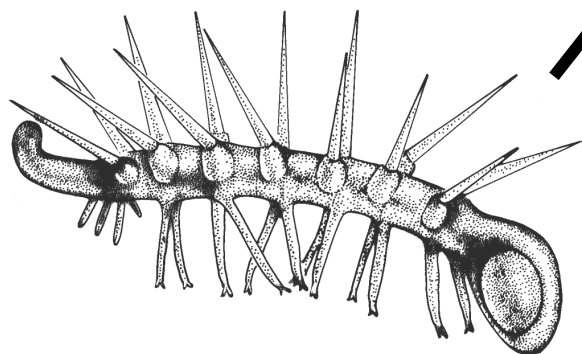


Yohoia

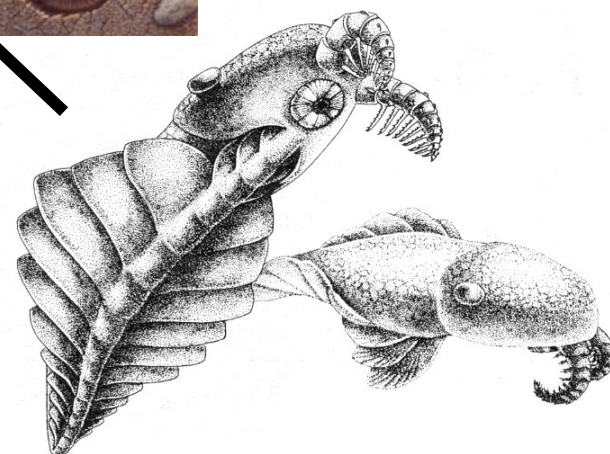


Marella

Anomalocaris nathorsti

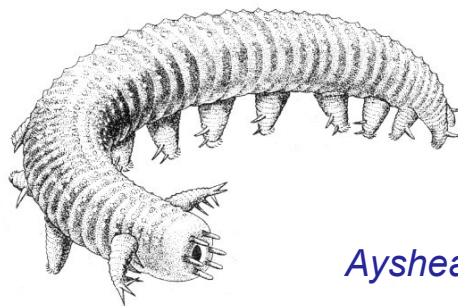
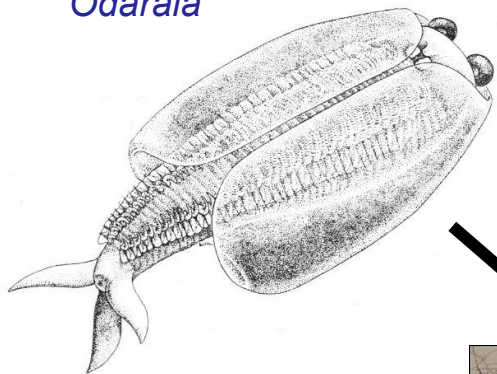


Hallucigenia



A. canadensis

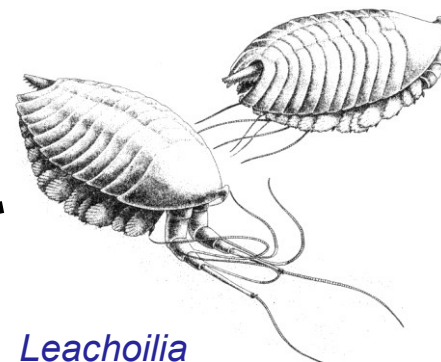
Odaraia



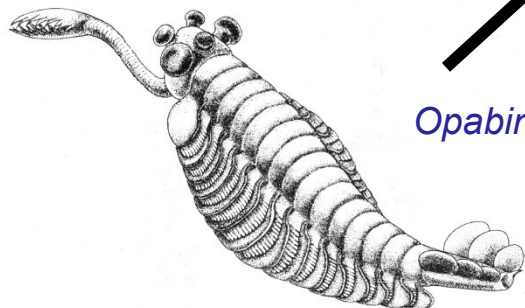
Aysheaia



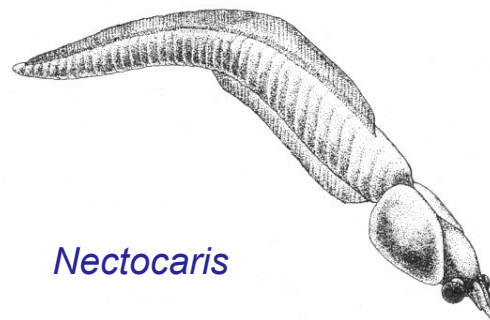
Wiwaxia



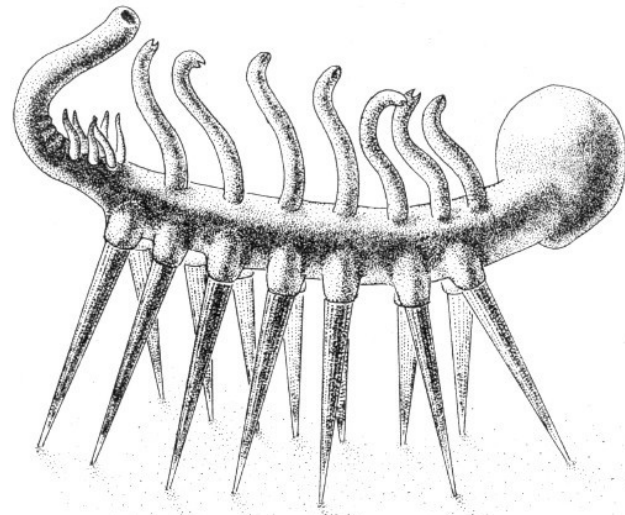
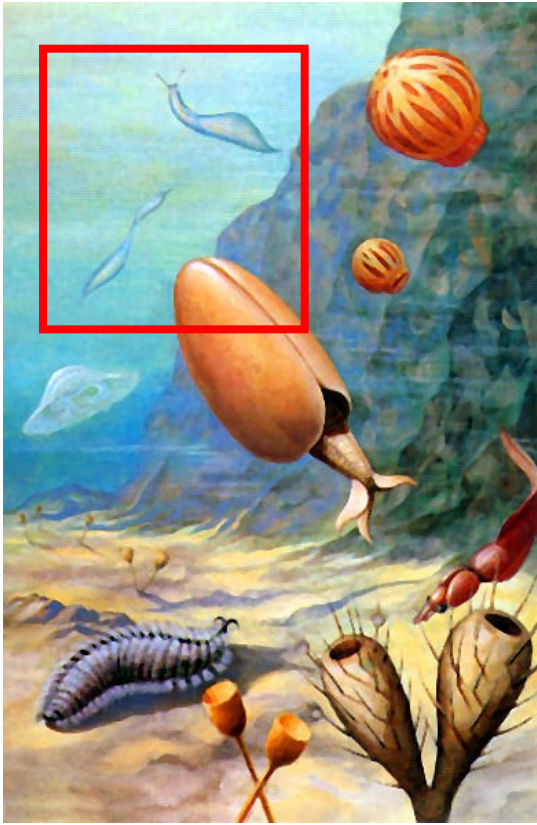
Leachoilia



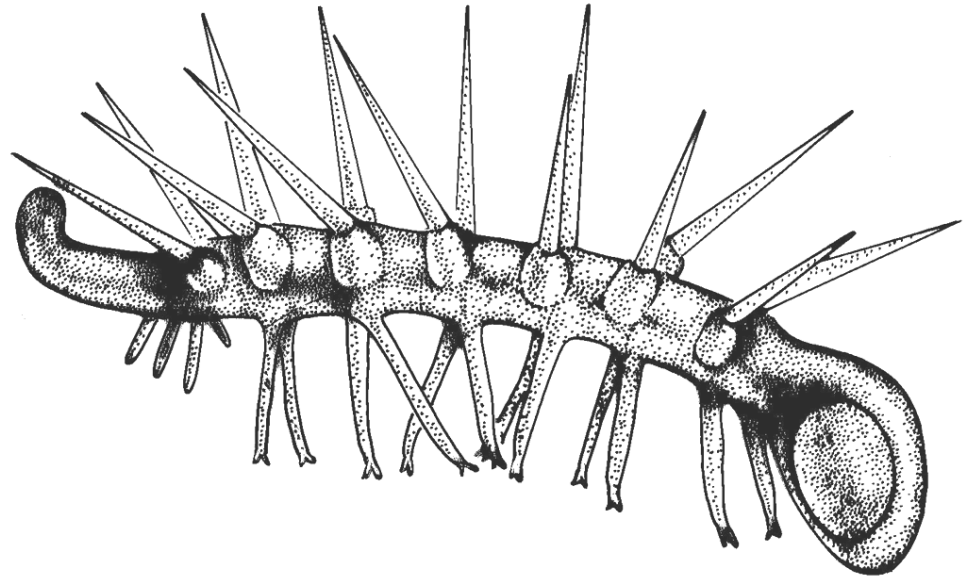
Opabinia



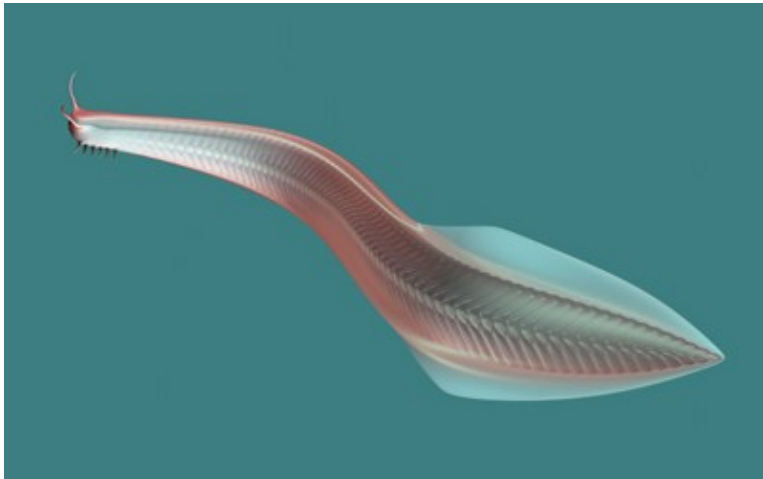
Nectocaris



Hallucigenia

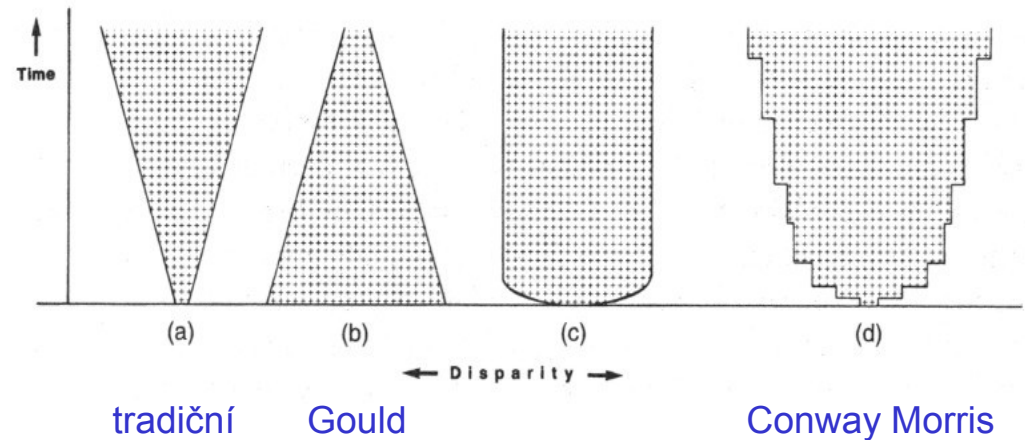
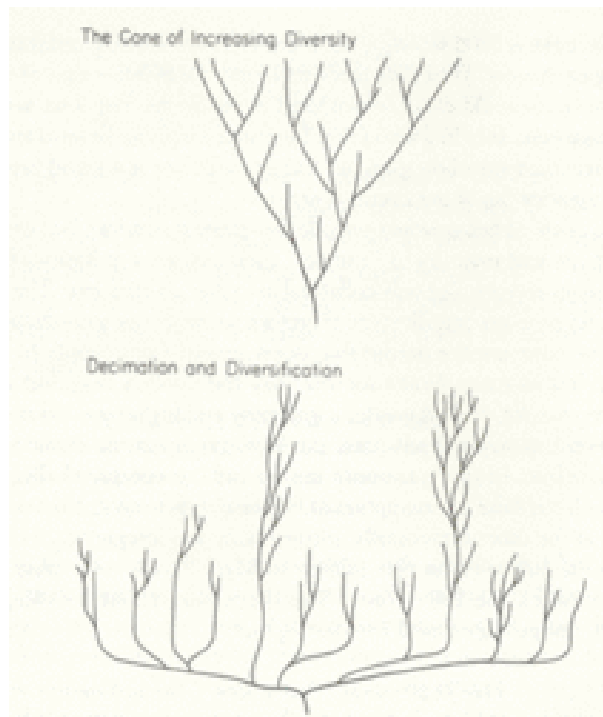


Pikaia gracilens (Chordata)



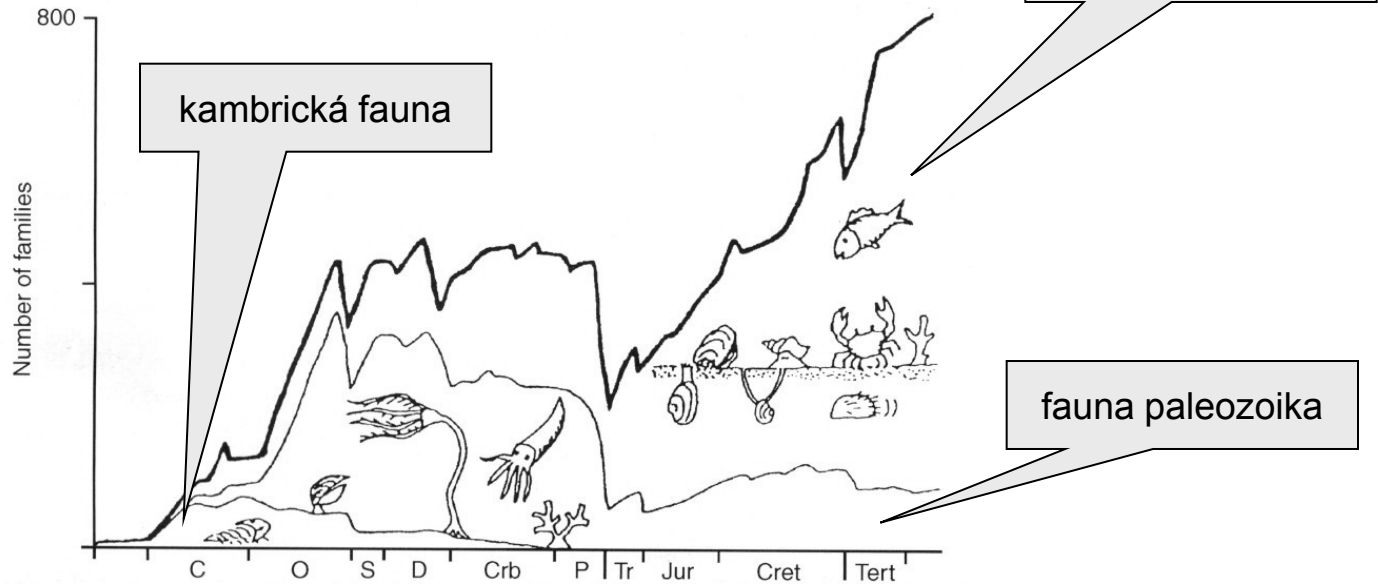
diverzita a disparita:

- interpretace burgesských nálezů
- Stephen Jay Gould vs. Simon Conway Morris
- diverzita = počet druhů
- disparita = počet stavebních plánů (morfologická rozmanitost)



Fanerozoikum

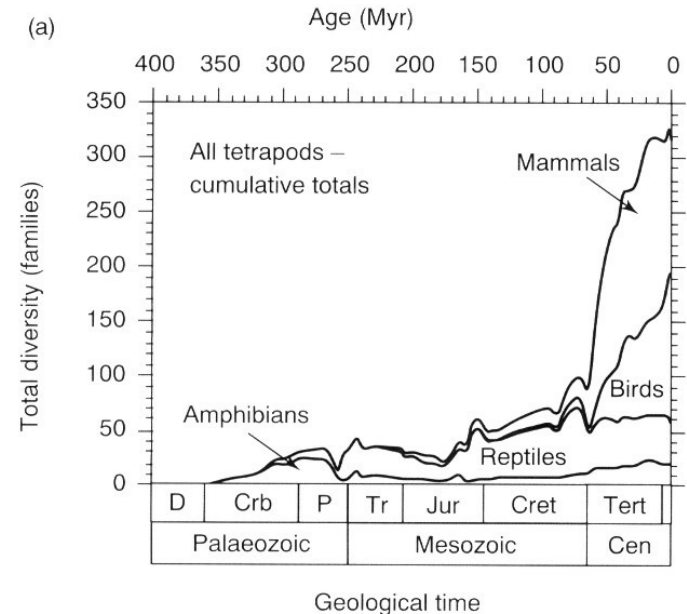
růst diverzity



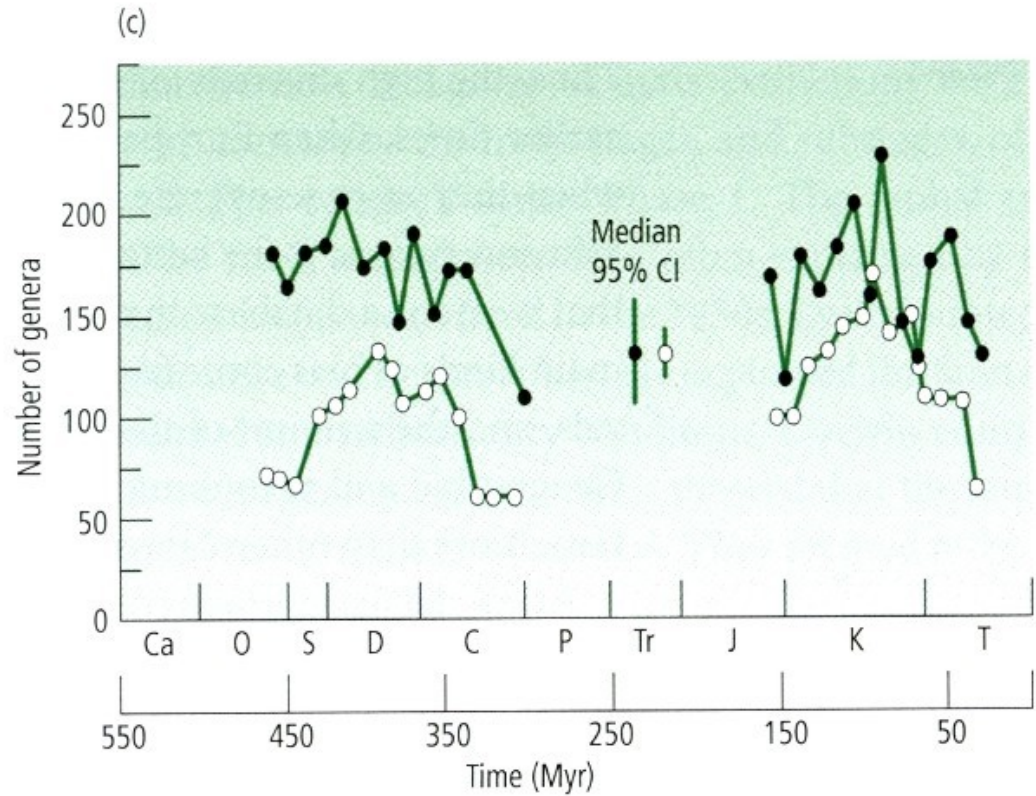
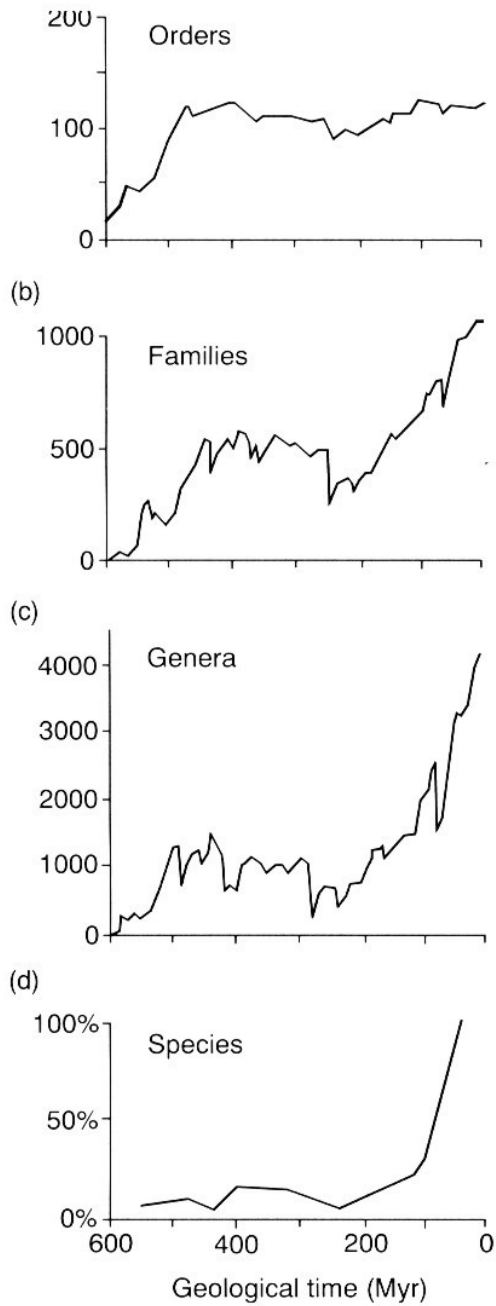
Jack J. Sepkoski (1981): logistický model

Michael J. Benton (1997):

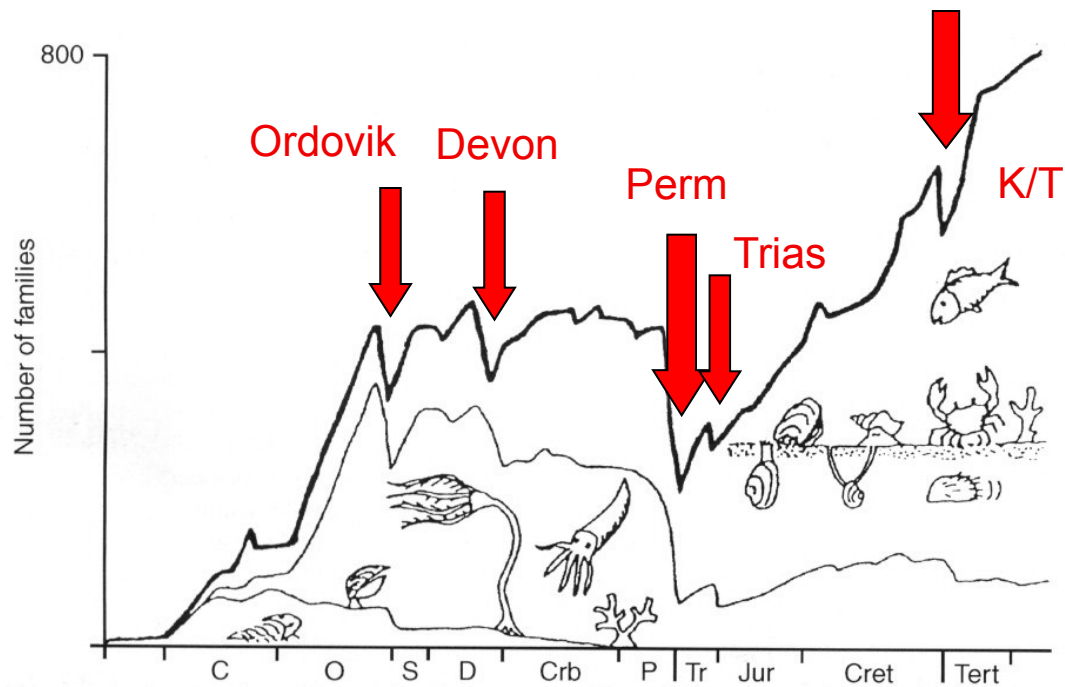
- křivka pro suchozemské organismy odlišná
- exponenciální model



M. J. Benton (1997):

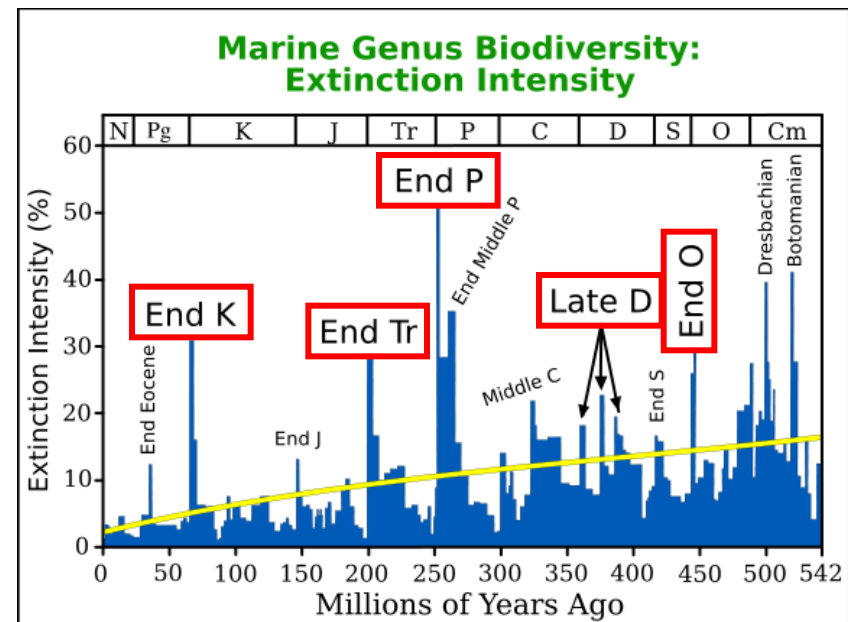


bereme-li v úvahu nekompletnost fosilního záznamu → žádný trend?



Extinkce:

- background extinctions („šum“)
- masové extinkce → „Velká pětka“
- největší: konec Permu



Paleozoikum

Kambrium:

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

...

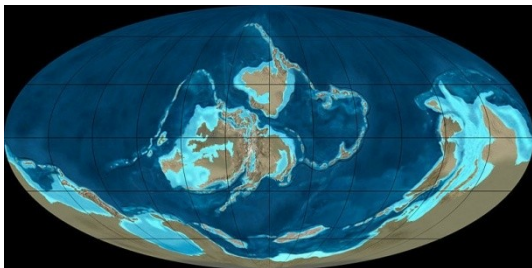
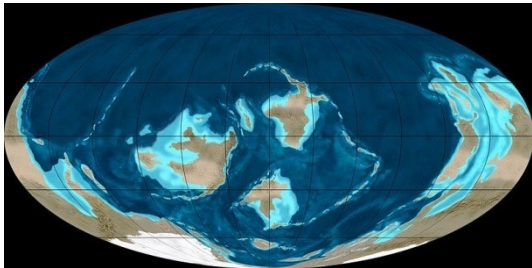
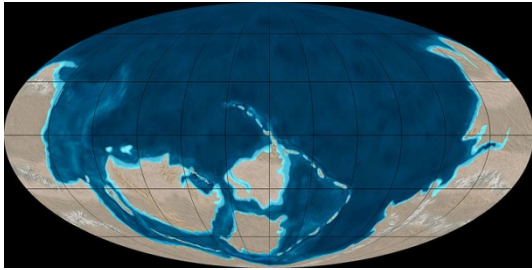
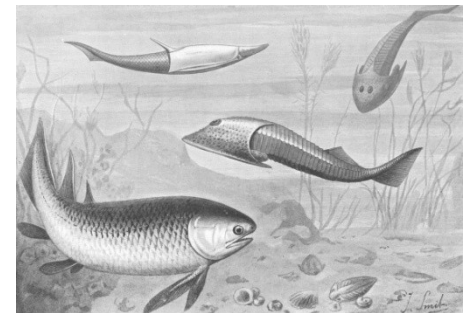
Ordovik:

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

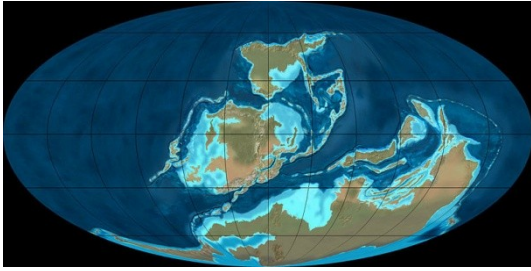


Silur:

čelistnatci
první suchozemské o.
(rostliny, štíři)

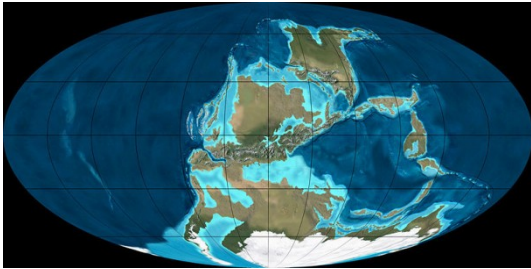


Laurentia+Baltica = Laurasia



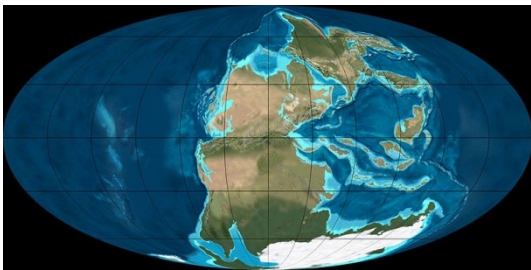
Devon:

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



Karbon:

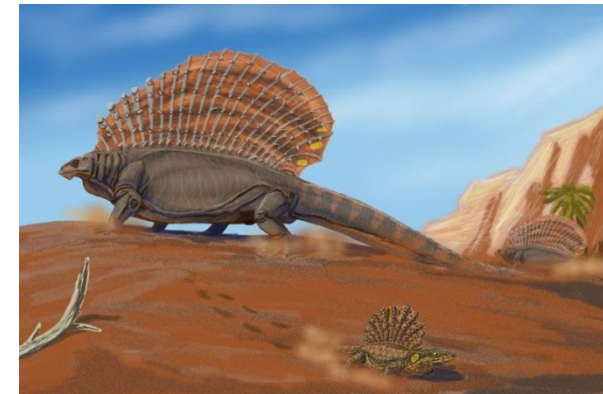
přesličky, hmyz, první plazi



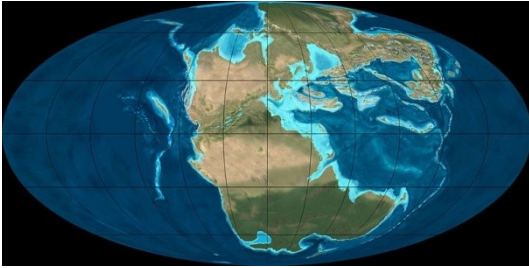
Perm:

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

Edaphosaurus
(Pelycosauria)



Mesozoikum



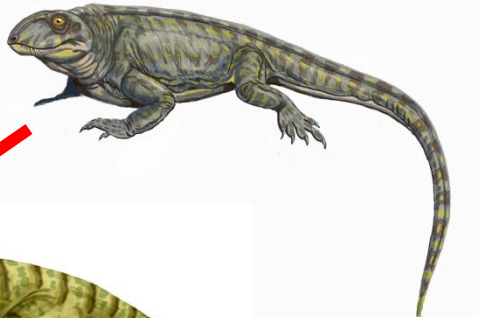
Trias:

motýli, dvojkřídli

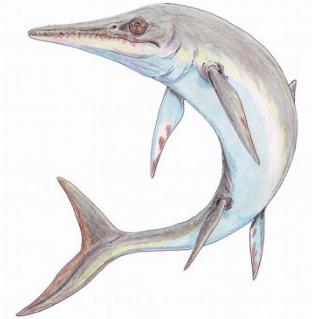
radiace plazů (želvy, ichthyosauři, plesiosauři, pterosauři, archosauři)

konec triasu: dinosauři, savci, 4. extinkce

synapsidní plaz
Pelycosauria
(*Palaeohatteria*)



archosauři



ichthyosauři



Therapsida



plesiosauři



cynodont
(*Cynognathus*)

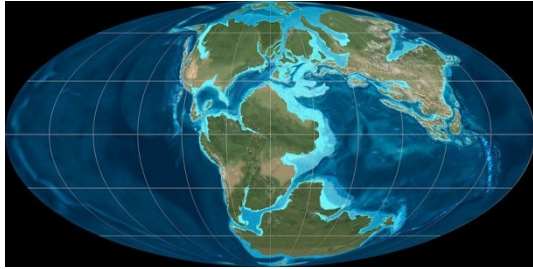


pterosauři

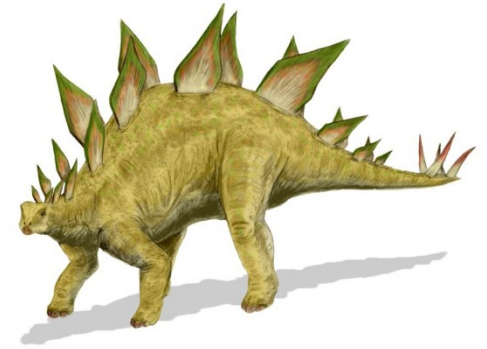


primitivní savec (*Castorocauda*)

Mesozoikum



Jura:
kostnaté ryby
evoluce ptáků

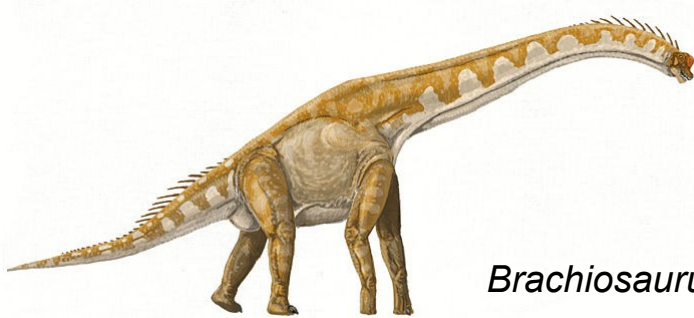


Stegosaurus

Saurischia

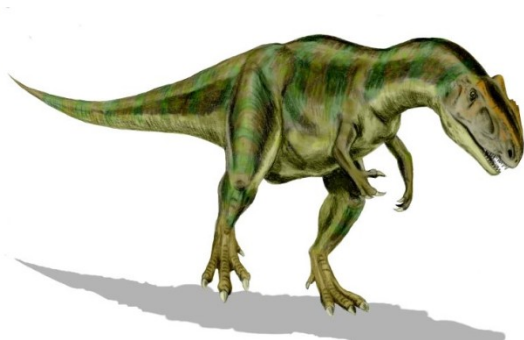
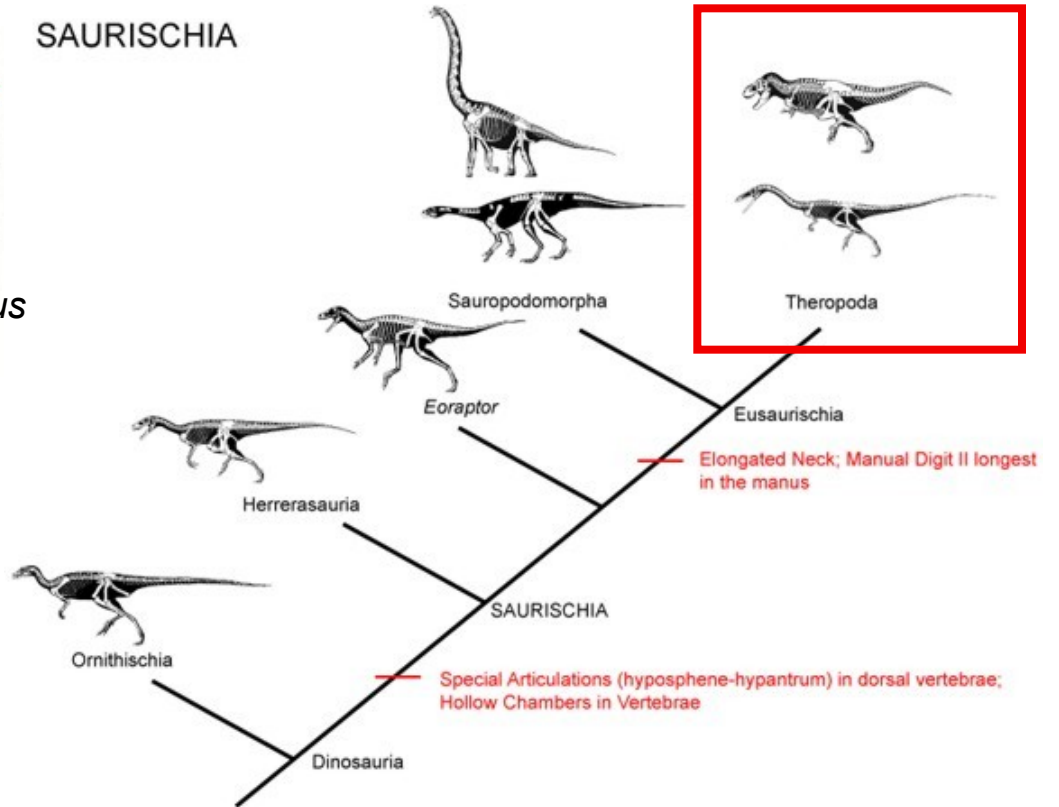
dinosauři

Ornithischia



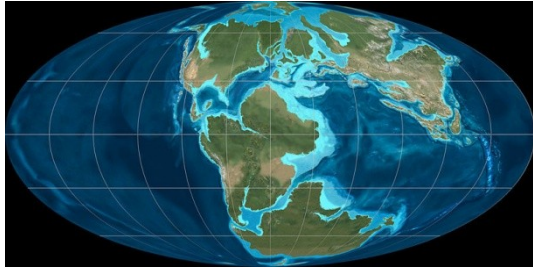
Brachiosaurus

SAURISCHIA

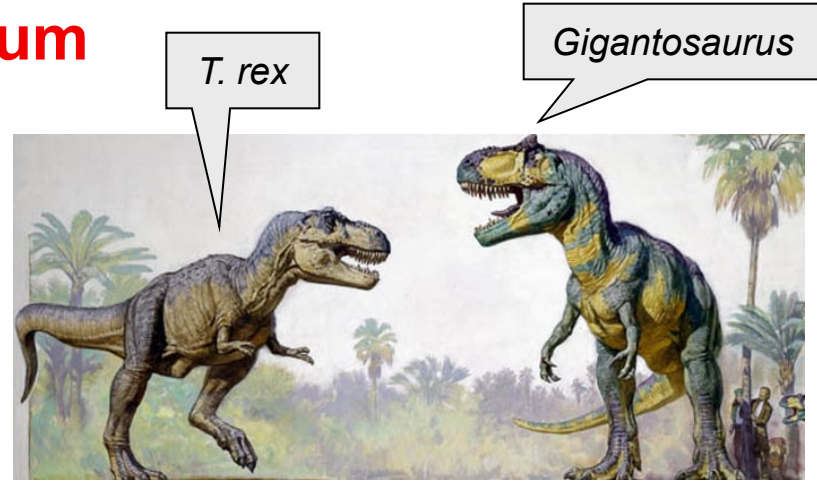


Allosaurus

Mesozoikum



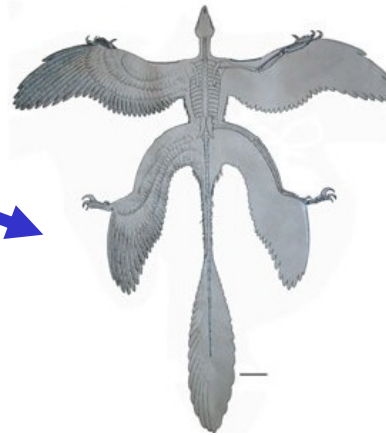
Jura:
kostnaté ryby
evoluce ptáků



theropodní dinosauři

Maniraptora

tyrannosauři
(křída)



ptáci

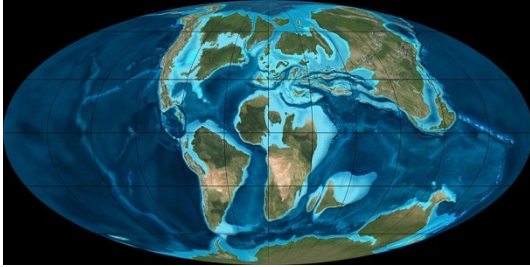


Archaeopteryx lithographica

Microraptor gui

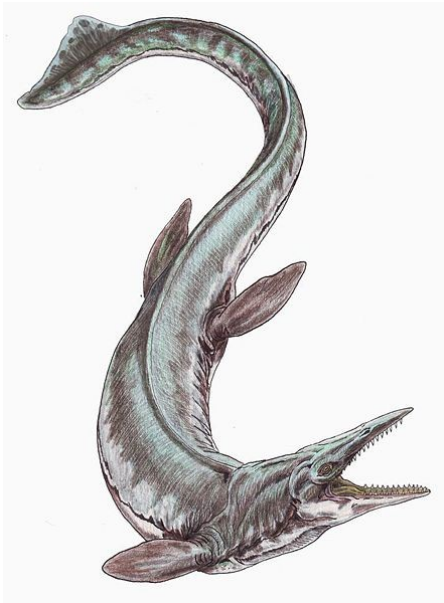


Mesozoikum

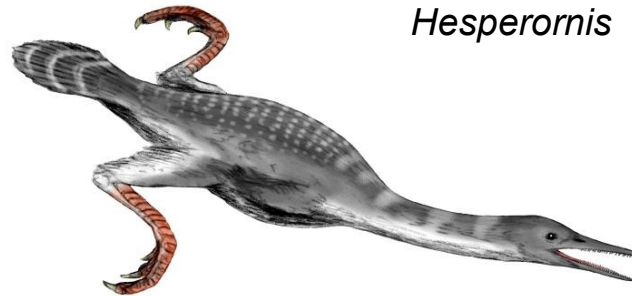


Křída:

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



mosasauři

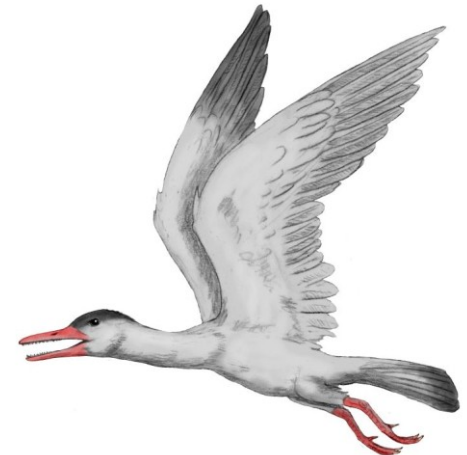


Hesperornis

Ichthyornis

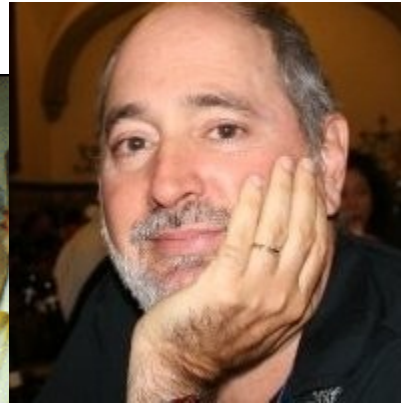
na konci křídly: 5. extinkce, 65 M

→ otázka příčiny

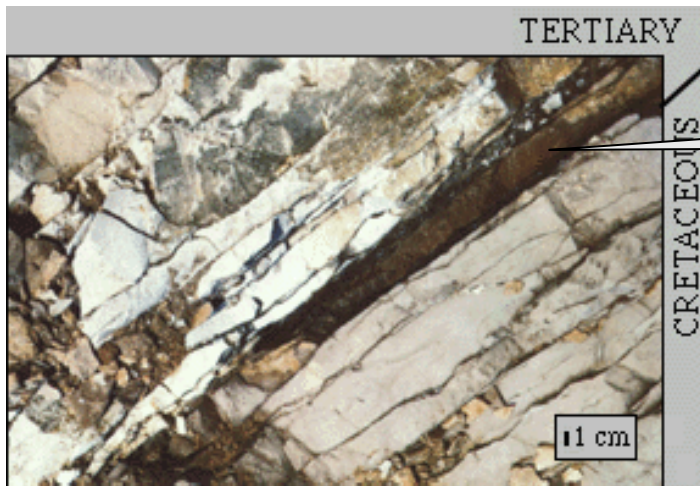


Extinkce na K/T hranici:

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

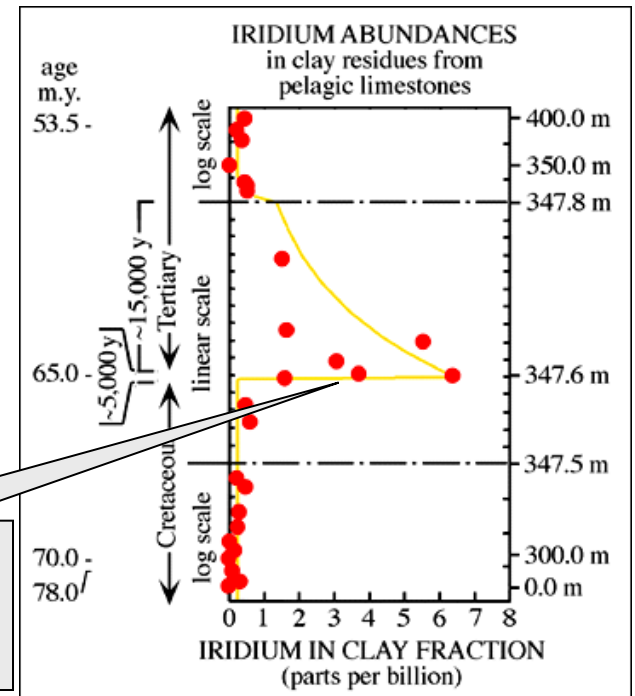


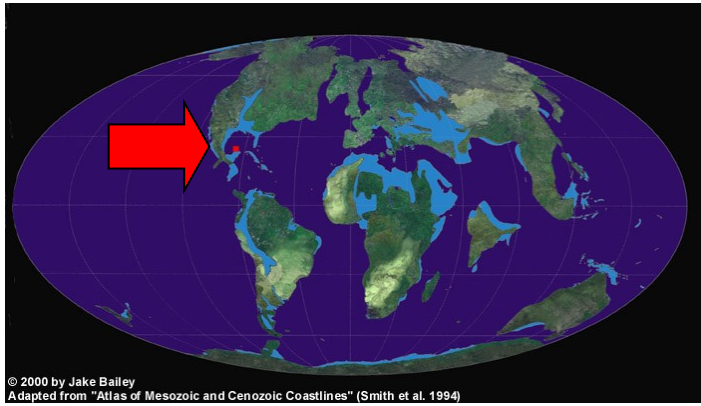
L. Alvarez



K/T hranice

cca. 100-násobné
zvýšení množství iridia

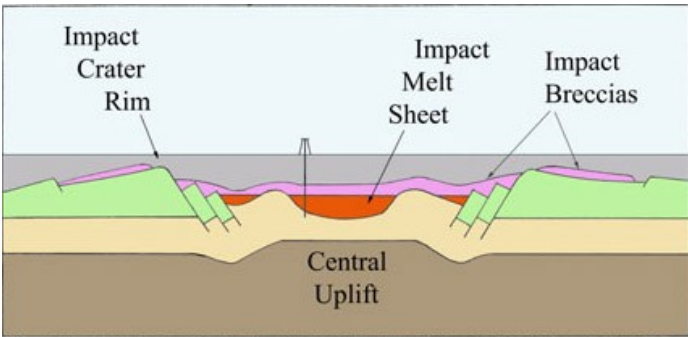
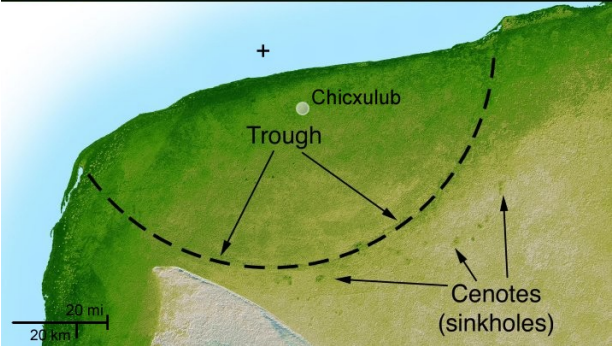
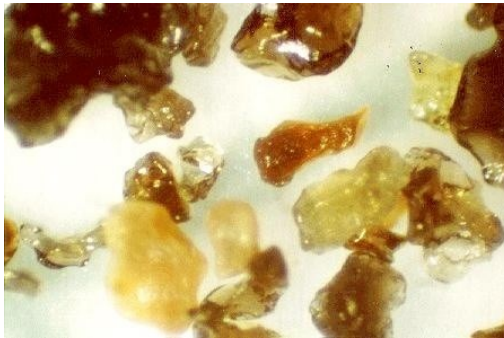
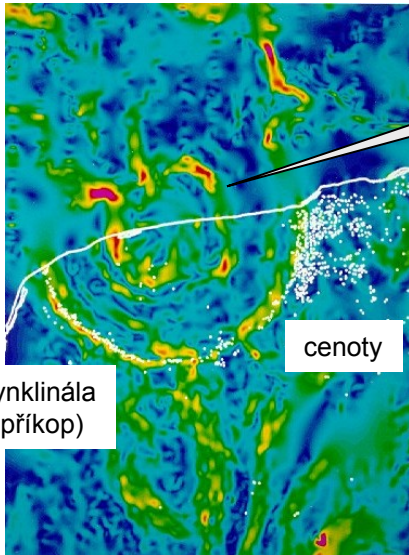




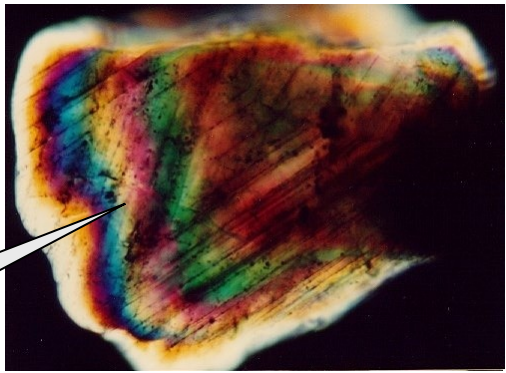
kráter Chicxulub (Mexiko)



mapa gravitačního pole



šokový krystal



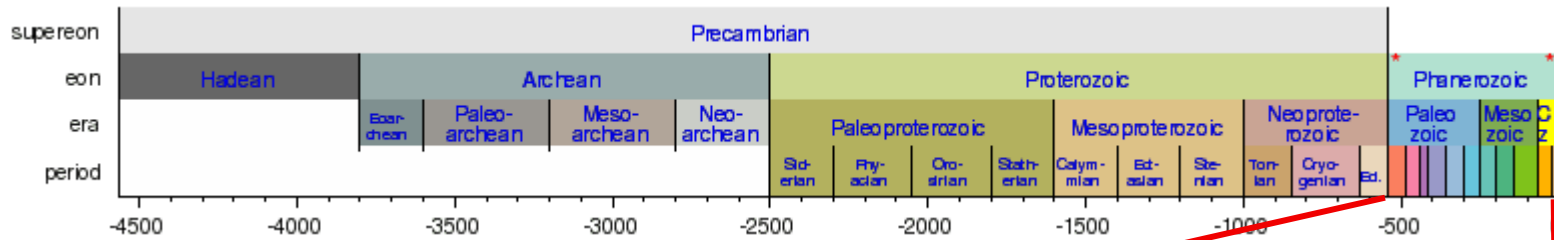
Problémy impaktové teorie:

- 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 \Rightarrow promíchání vrstev)
- lokalita El Penon (Mexiko): stejné druhy nad „meteoritickou“ vrstvou jako pod ní)

Alternativní hypotéza:

- postupné ochlazování v důsledku gigantických sopečných erupcí na Dekánské plošině v Indii
- čedičová vrstva 1200-1800 metrů silná, 100 000 km² \Rightarrow v průběhu 1 mil. let \rightarrow min. 1,5 mil. km³ čedičů
- vznik plošiny na přelomu křídý a třetihor

eon: **Fanerozoikum**

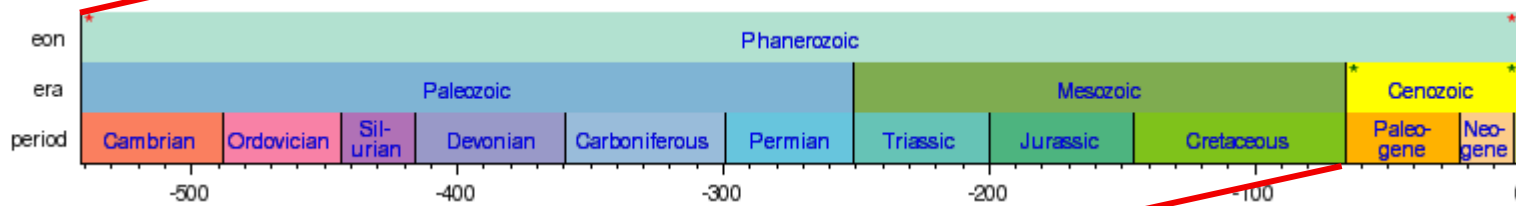


éra

Paleozoikum

Mesozoikum

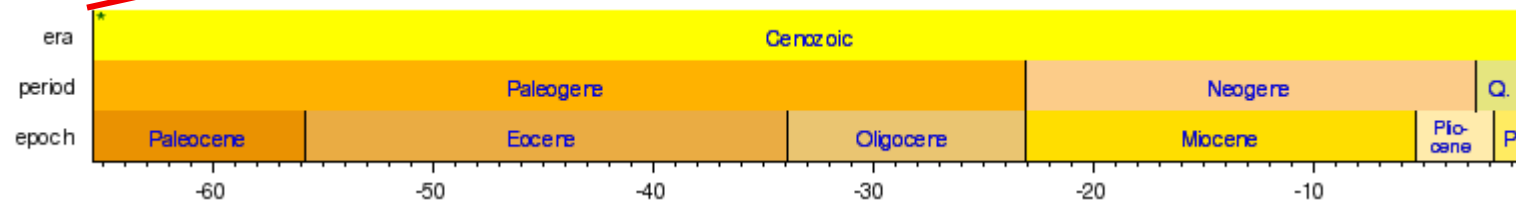
Kenozoikum



perioda

Paleogén

Neogén



epocha

Paleocén

Eocén

Oligocén

Miocén

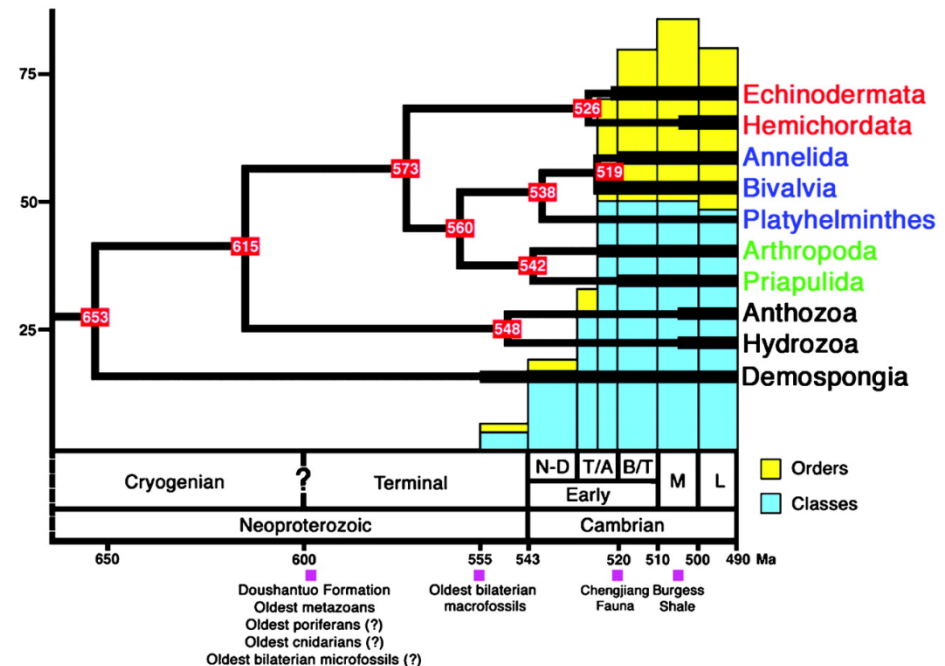
Plio- Pleisto-

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)

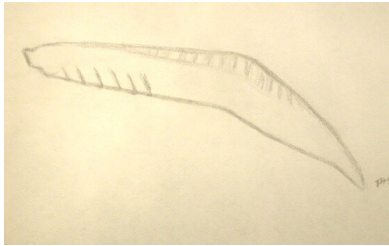


Paleontologická vs. molekulární data

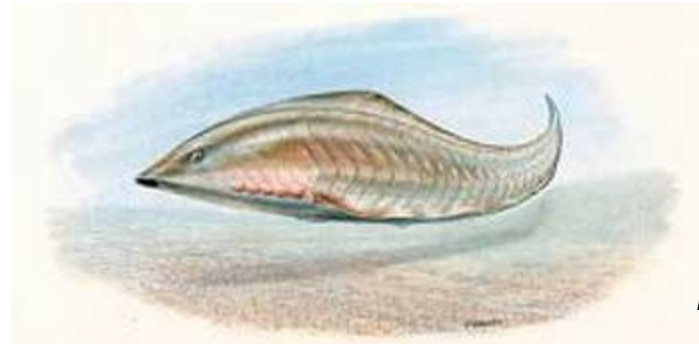
otázka vzniku živočišných kmenů a savčích a ptačích řádů

Kambrická exploze?

- fauna z Chengjiang (Čína) ~ 525 M

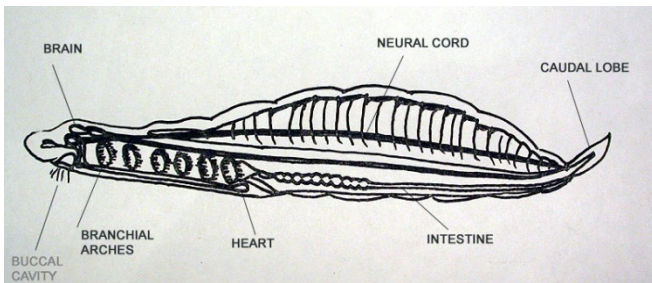


Yunnanozoon lividum



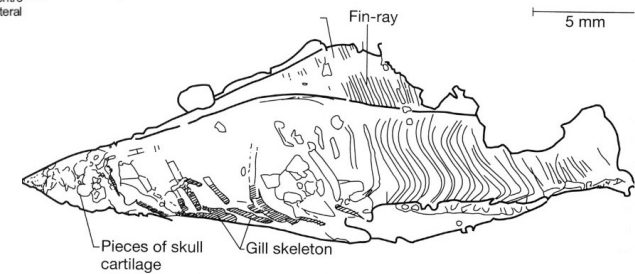
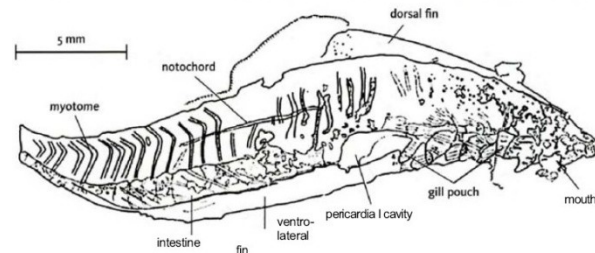
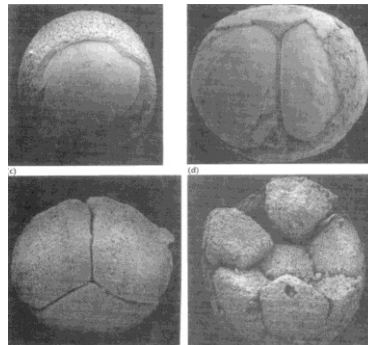
Myllokunmingia

Haikouella lanceolata



Haikouichthys ercaicunensis

- formace Doushantuo (J Čína), prekambrium: časná embryologická stadia?

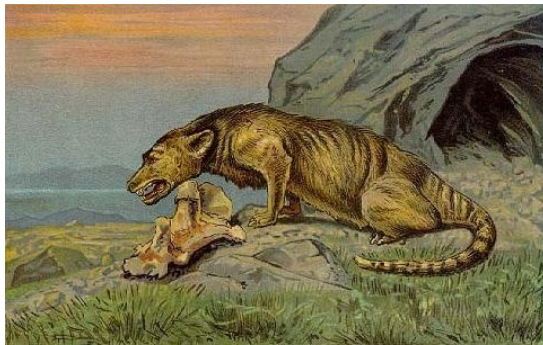


Paleontologická vs. molekulární data

otázka vzniku živočišných kmenů a savčích a ptačích řádů

recentní skupiny savců a ptáků a K/T hranice

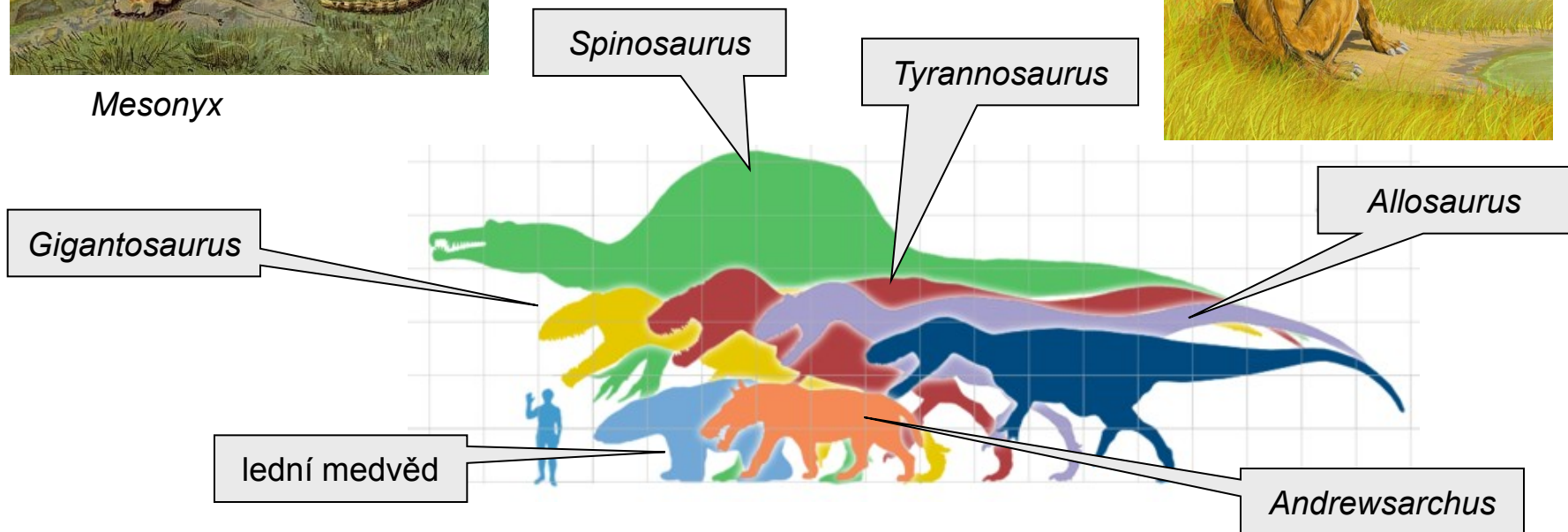
- evoluce kytovců: mesonychidi → přechod do vody → kytovci



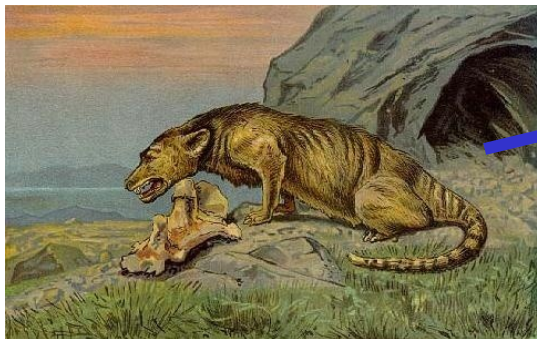
Mesonyx



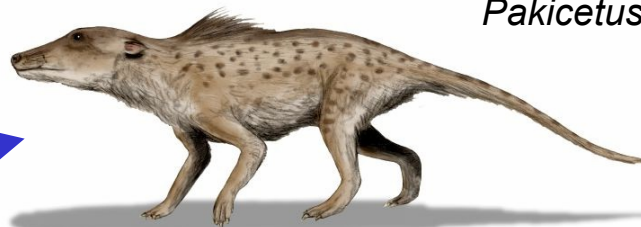
Andrewsarchus
mongolicus



evoluce kytovců

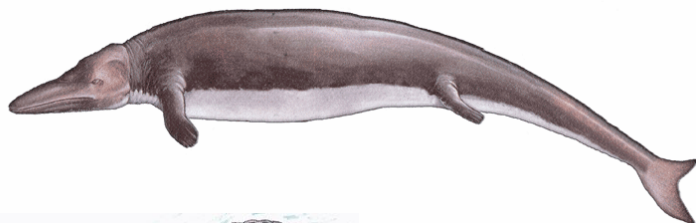


mesonychidi ~ 56 M



Pakicetus 56-34 M

Ambulocetus 50-49 M



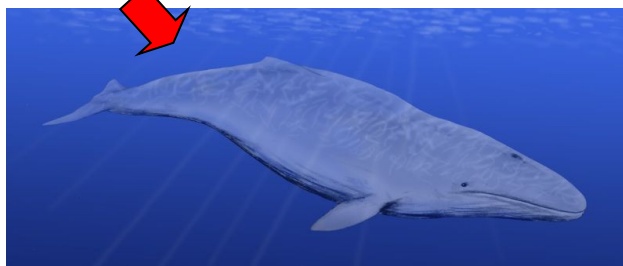
Dorudon 41-33 M



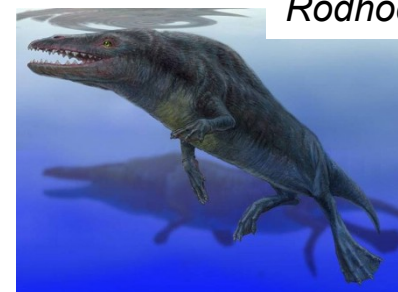
Rodhocetus 47 M



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

