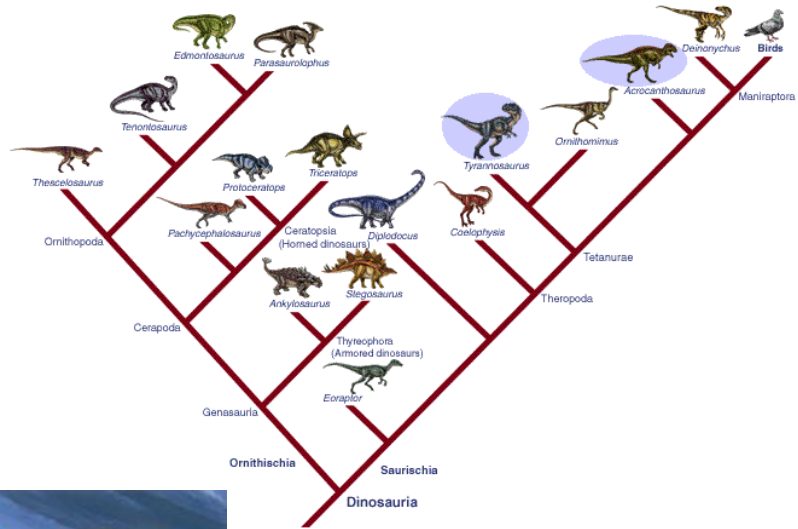
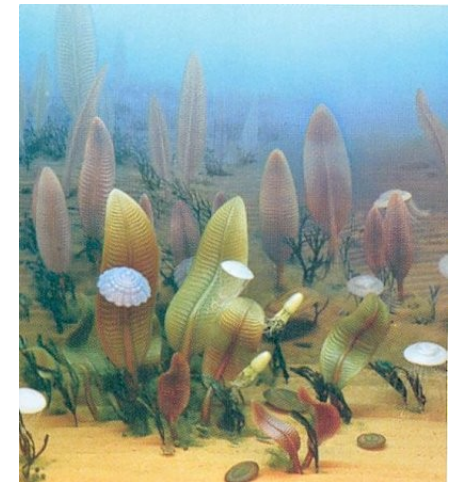


HISTORIE ŽIVOTA NA ZEMI



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?

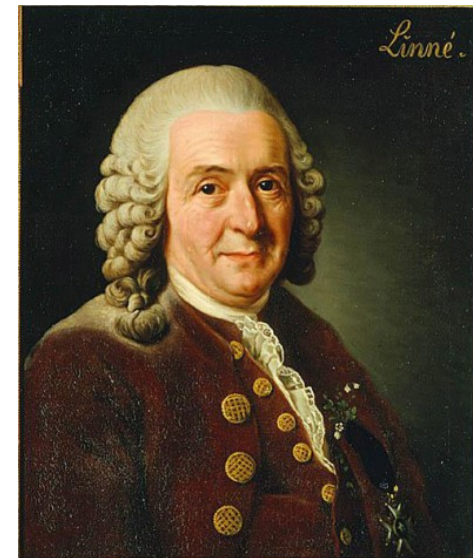


2. Karl Linné: 1735 *Systema Naturae*

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

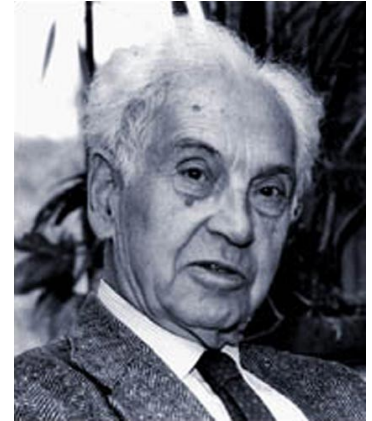
před 1950: společný předek + adaptivní divergence

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

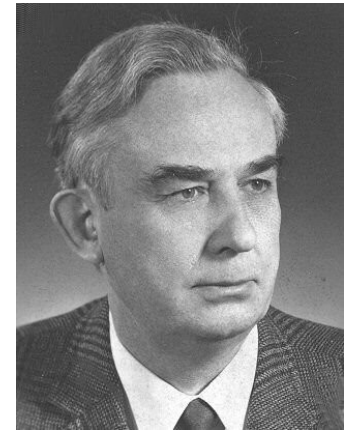
Fylogenetická systematika (kladistika)

1950, 1966: Willi Hennig: *Phylogenetic Systematics*

pouze reflexe genealogie, nikoli adaptivní divergence

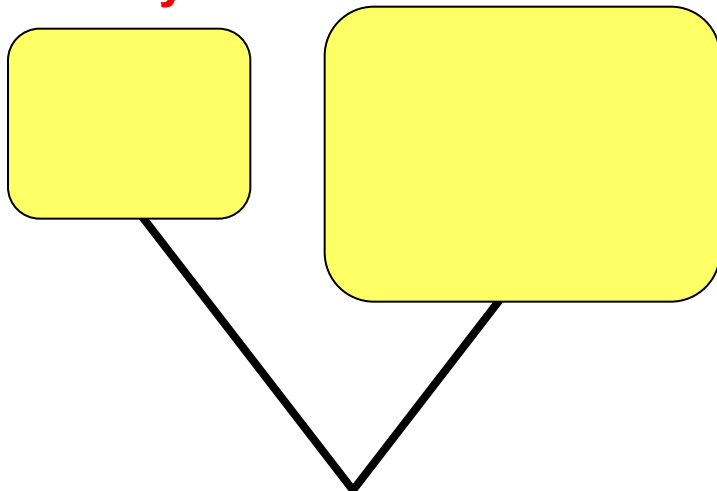
striktní monofylie

monofyletická skupina = **klad** (clade)

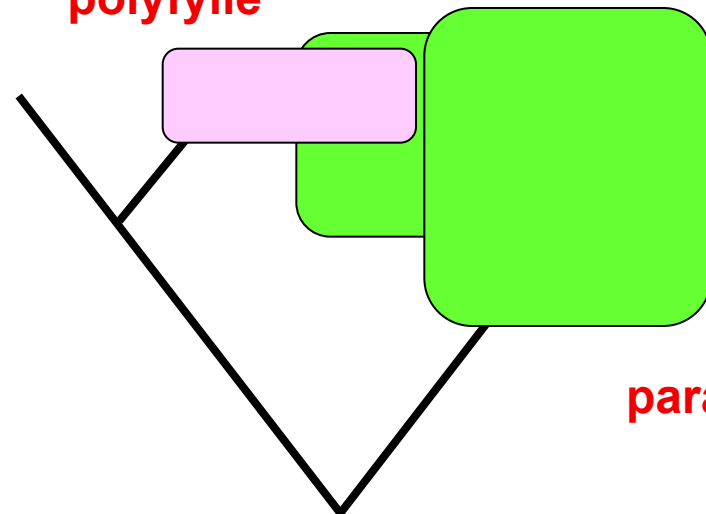


W. Hennig

monofylie



polyfylie



parafylie

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

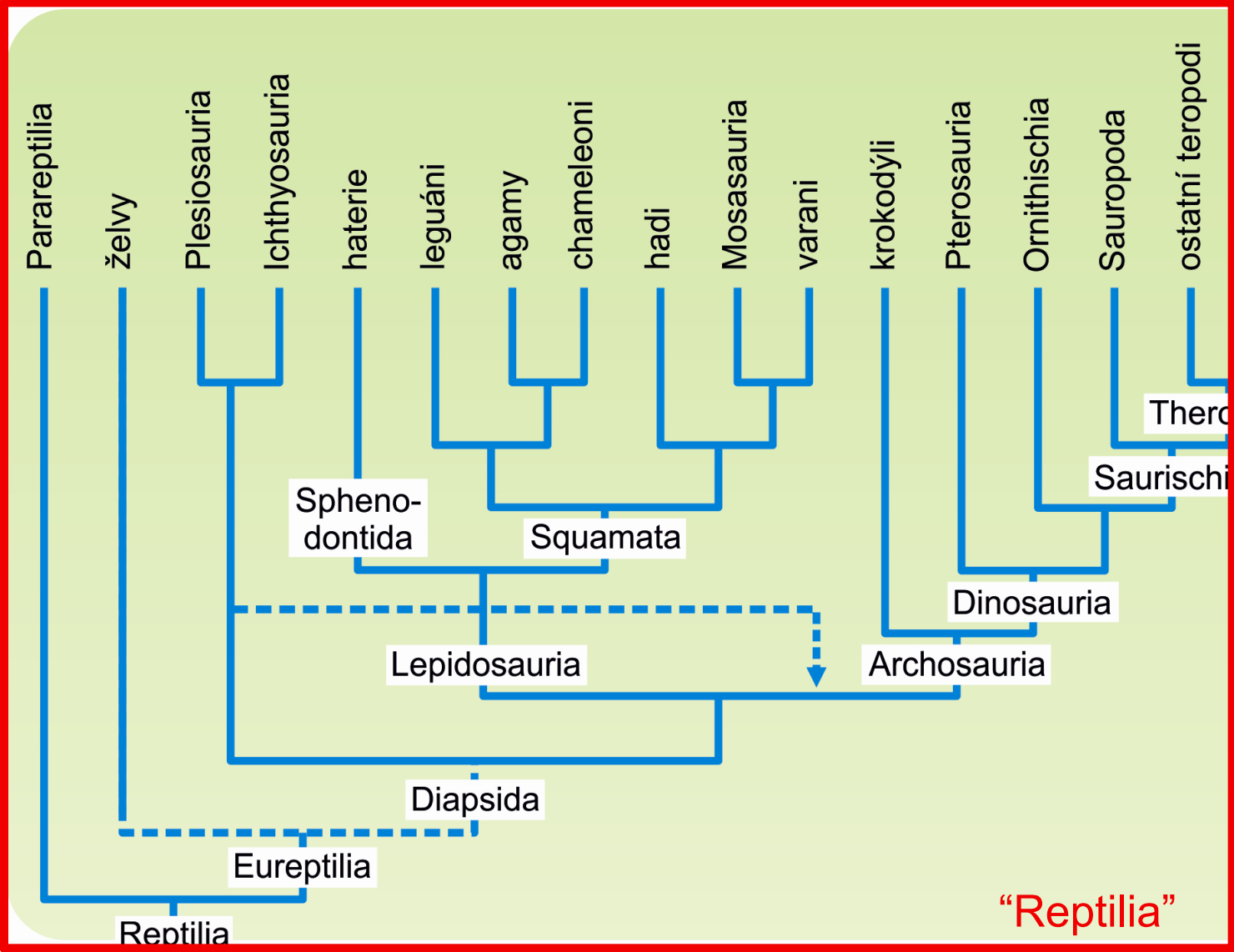
Theropoda

Diapsida

Eureptilia

Reptilia

“Reptilia”



“Pongidae”



Orangutan
48 chromosomes
(24 pairs)



Gorilla
48 chromosomes
(24 pairs)



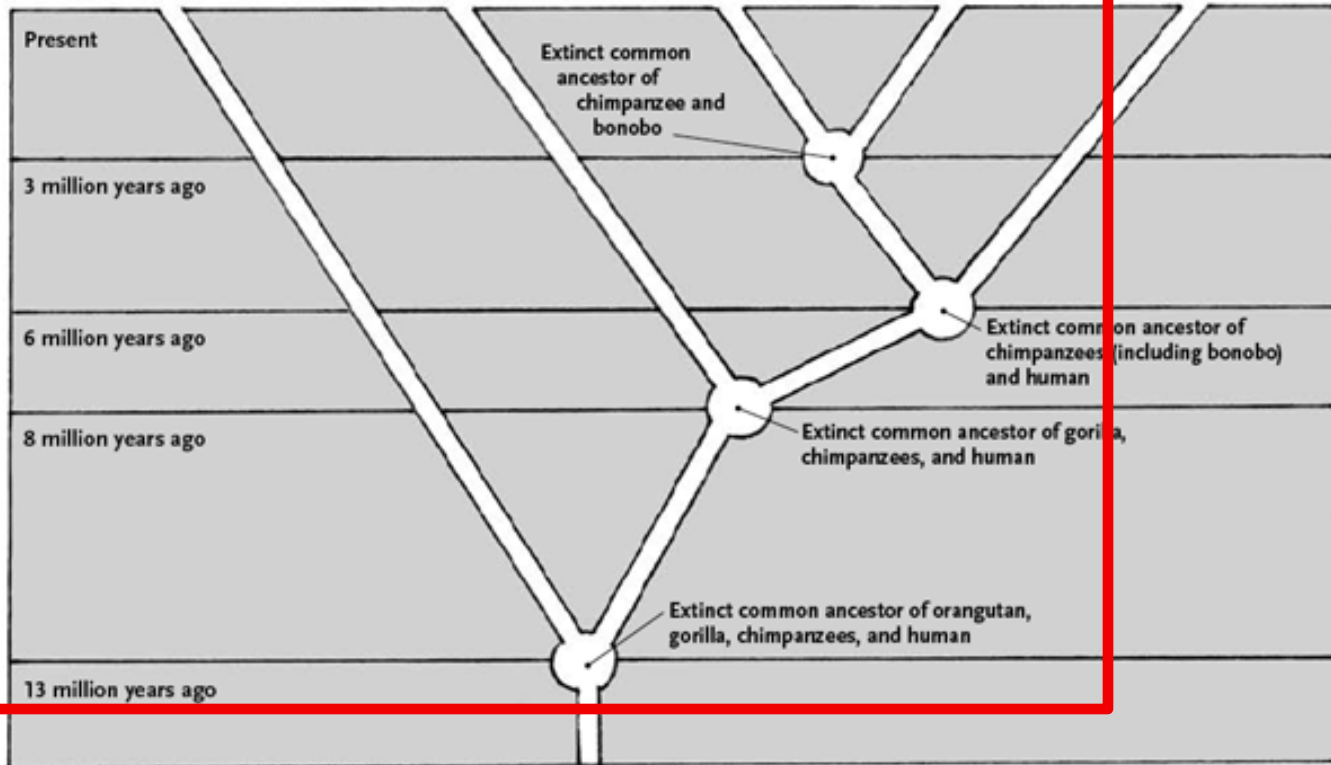
Chimpanzee
48 chromosomes
(24 pairs)



Bonobo
48 chromosomes
(24 pairs)



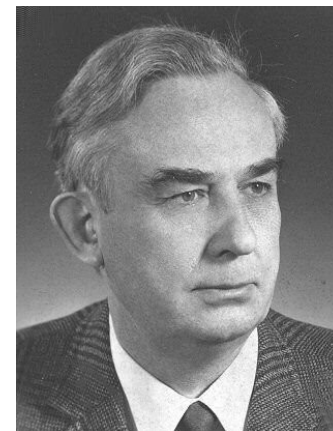
Human
46 chromosomes
(23 pairs)



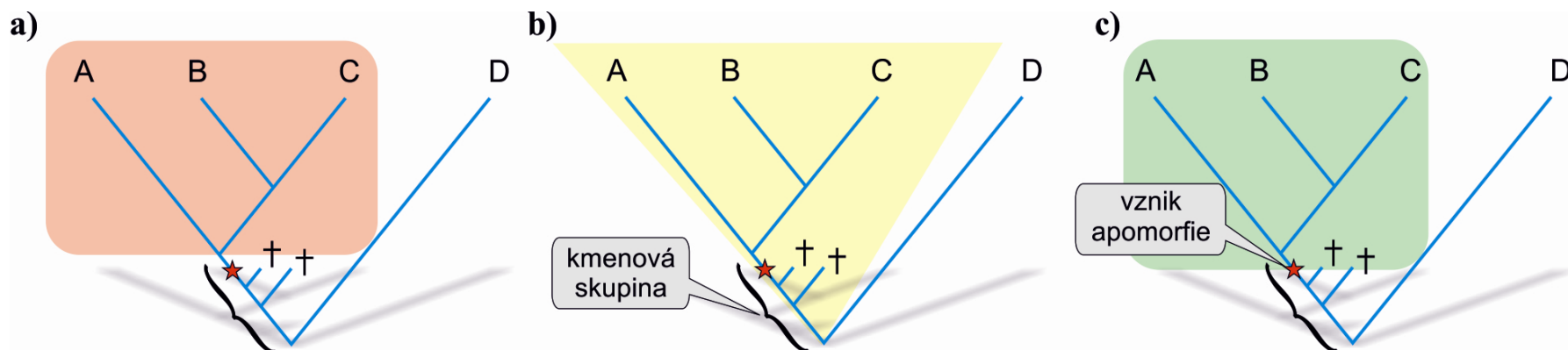
Fylogenetická systematika (kladistika)

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

definování kladů pouze na základě synapomorfí



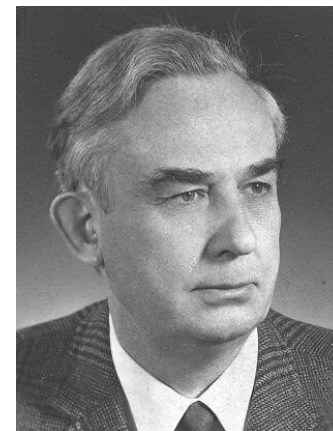
W. Hennig



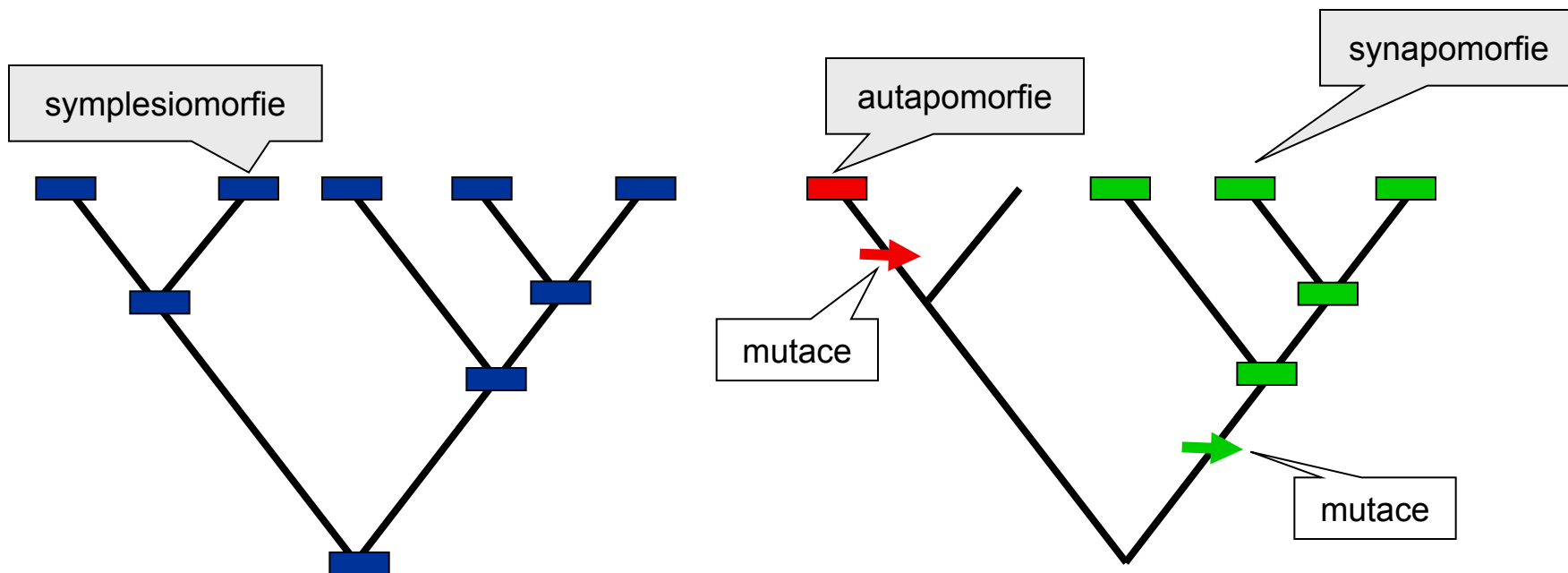
Fylogenetická systematika (kladistika)

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

definování kladů pouze na základě synapomorfí



W. Hennig



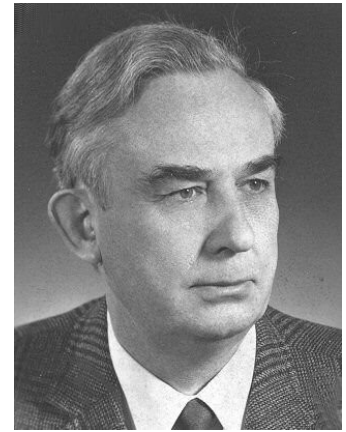
Fylogenetická systematika (kladistika)

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

kladogramy

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

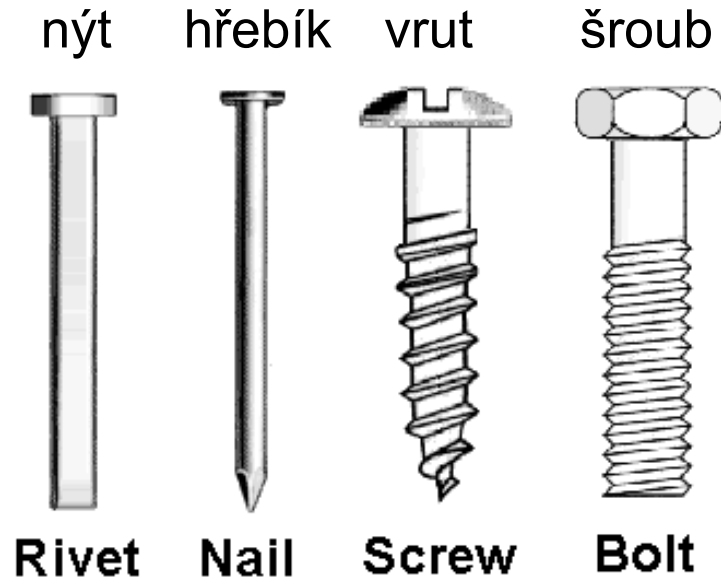
problémy: homoplazie, rychlá evoluce



W. Hennig



Kladistika a fenetika na příkladu „evoluce“ spojovacích materiálů



Nýt má nejjednodušší strukturu a proto předpokládáme, že je nejbliž tvaru společného předka současných spojovacích materiálů

Mezi ostatními typy existuje min. 7 odvozených stavů (tj. neexistujících u nýtů):

- 1) hlavička se zářezem,
- 2) zakulacená hlavička,
- 3) šestihranná hlavička,
- 4) dřík se závitem,
- 5) zužující se dřík,
- 6) ostrý hrot,
- and 7) silný průměr

Kladistika a fenetika na příkladu „evoluce“ spojovacích materiálů

Stavy znaků všech 4 typů jsou srovnány v tabulce, kde
„0“ = plesiomorfní („nýtovitý“) stav
„1“ = apomorfní (odvozený) stav

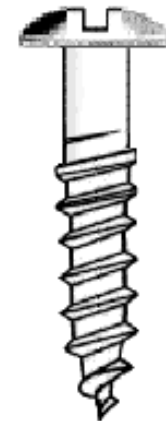
Character	Rivet	Nail	Screw	Bolt
Head notch	0	0	1	0
Rounded head	0	0	1	0
Hex head	0	0	0	1
Threaded shaft	0	0	1	1
Tapered shaft	0	0	1	0
Pointed tip	0	1	1	0
Thick diameter	0	0	1	1



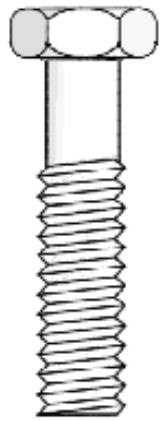
Rivet



Nail



Screw



Bolt

Kladistika a fenetika na příkladu „evoluce“ spojovacích materiálů

Character	Rivet	Nail	Screw	Bolt
Head notch			1	0
Rounded head			1	0
Hex head			0	1
Threaded shaft			1	1
Tapered shaft			1	0
Pointed tip			1	0
Thick diameter			1	1

Phenetic Comparison (Total of all shared states)				
	Rivet	Nail	Screw	Bolt
Rivet	-	6	1	4
Nail		-	2	3
Screw			-	2
Bolt				-

Jestliže ke klasifikaci typů spojovacích materiálů použijeme **fenetický** přístup, srovnáváme je navzájem počítáním celkového počtu sdílených stavů (jak původních, tak odvozených).

Např. nýt vs. hřebík: 6 podobností, 1 rozdíl

Kladistika a fenetika na příkladu „evoluce“ spojovacích materiálů

Character	Rivet	Nail	Screw	Bolt
Head notch	0	0	1	0
Rounded head	0	0	1	0
Hex head	0	0	0	1
Threaded shaft	0	0		
Tapered shaft	0	0	1	0
Pointed tip	0	1	1	0
Thick diameter	0	0		

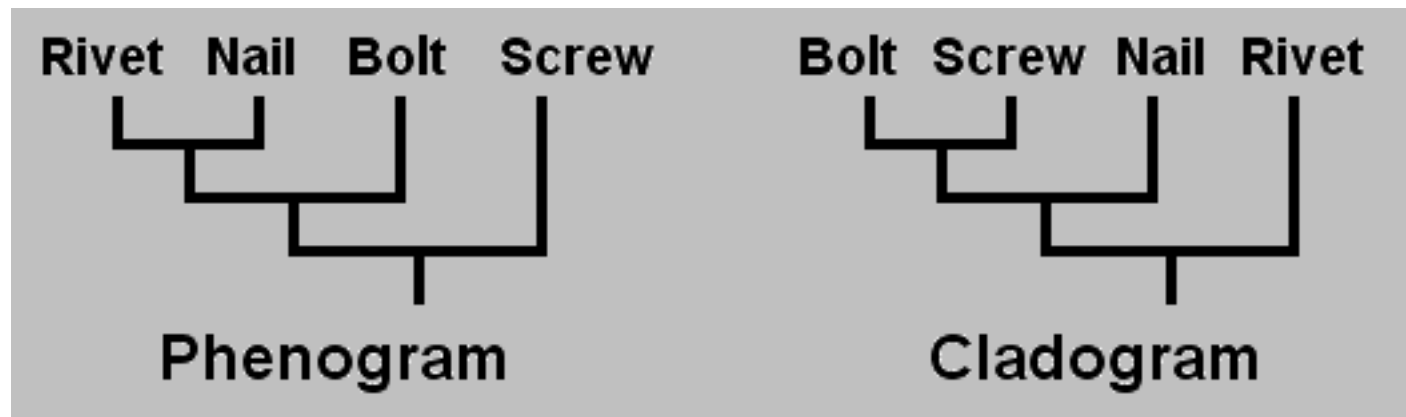
Cladistic Comparison (Total of derived states only)				
	Rivet	Nail	Screw	Bolt
Rivet	-	0	0	0
Nail		-	1	0
Screw			-	2
Bolt				-

Jestliže ke klasifikaci typů spojovacích materiálů použijeme **kladistický** přístup, srovnání je založeno pouze na počtu odvozených stavů (○).

Např. šroub vs. vrut: 2 synapomorfie

Kladistika a fenetika na příkladu „evoluce“ spojovacích materiálů

Phenetic Comparison (Total of all shared states)					Cladistic Comparison (Total of derived states only)				
	Rivet	Nail	Screw	Bolt		Rivet	Nail	Screw	Bolt
Rivet	-	6	1	4	Rivet	-	0	0	0
Nail		-	2	3	Nail		-	1	0
Screw			-	2	Screw			-	2
Bolt				-	Bolt				-



Evoluční systematika - reakce

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

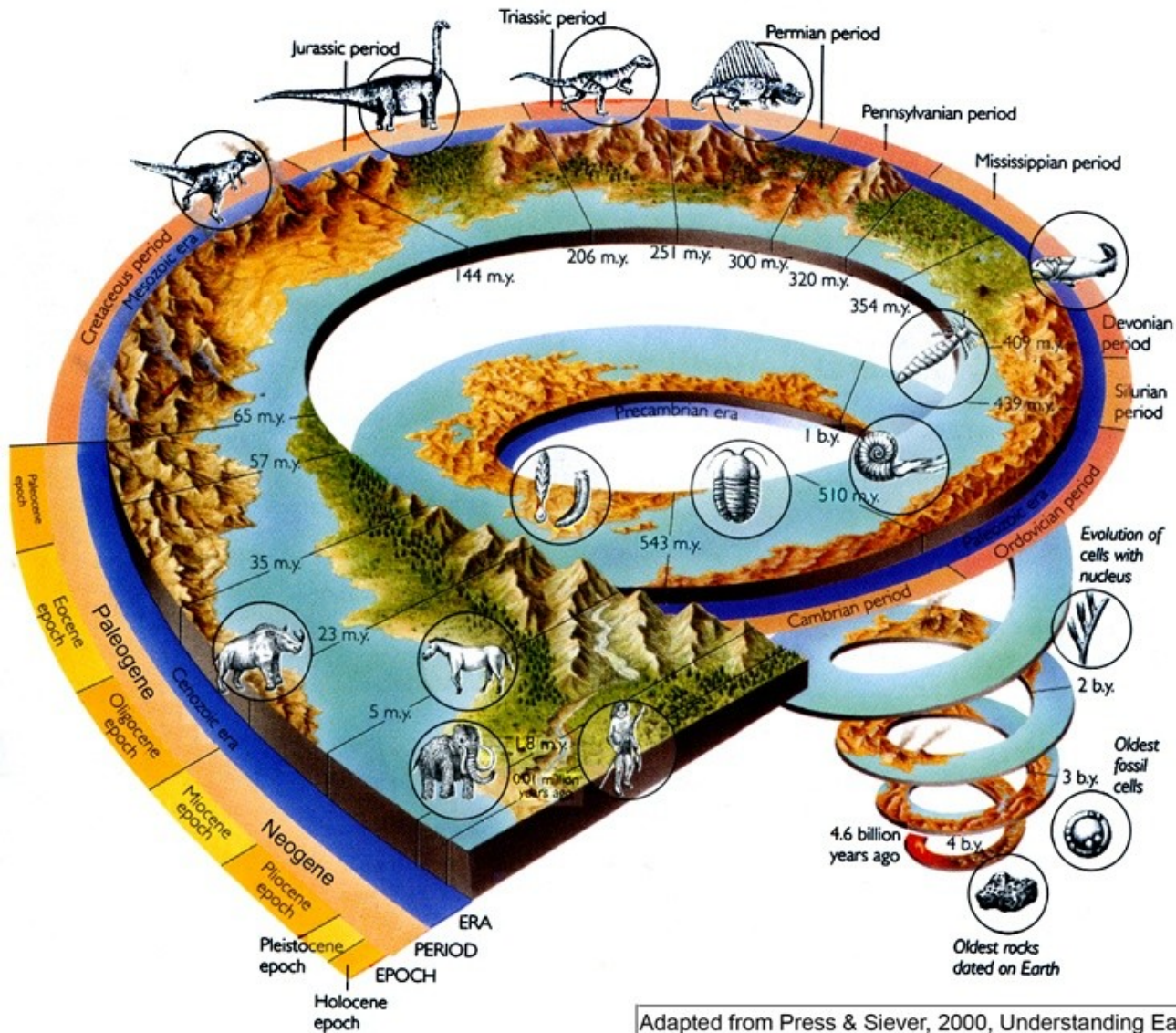
reflexe kladů i gradů

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

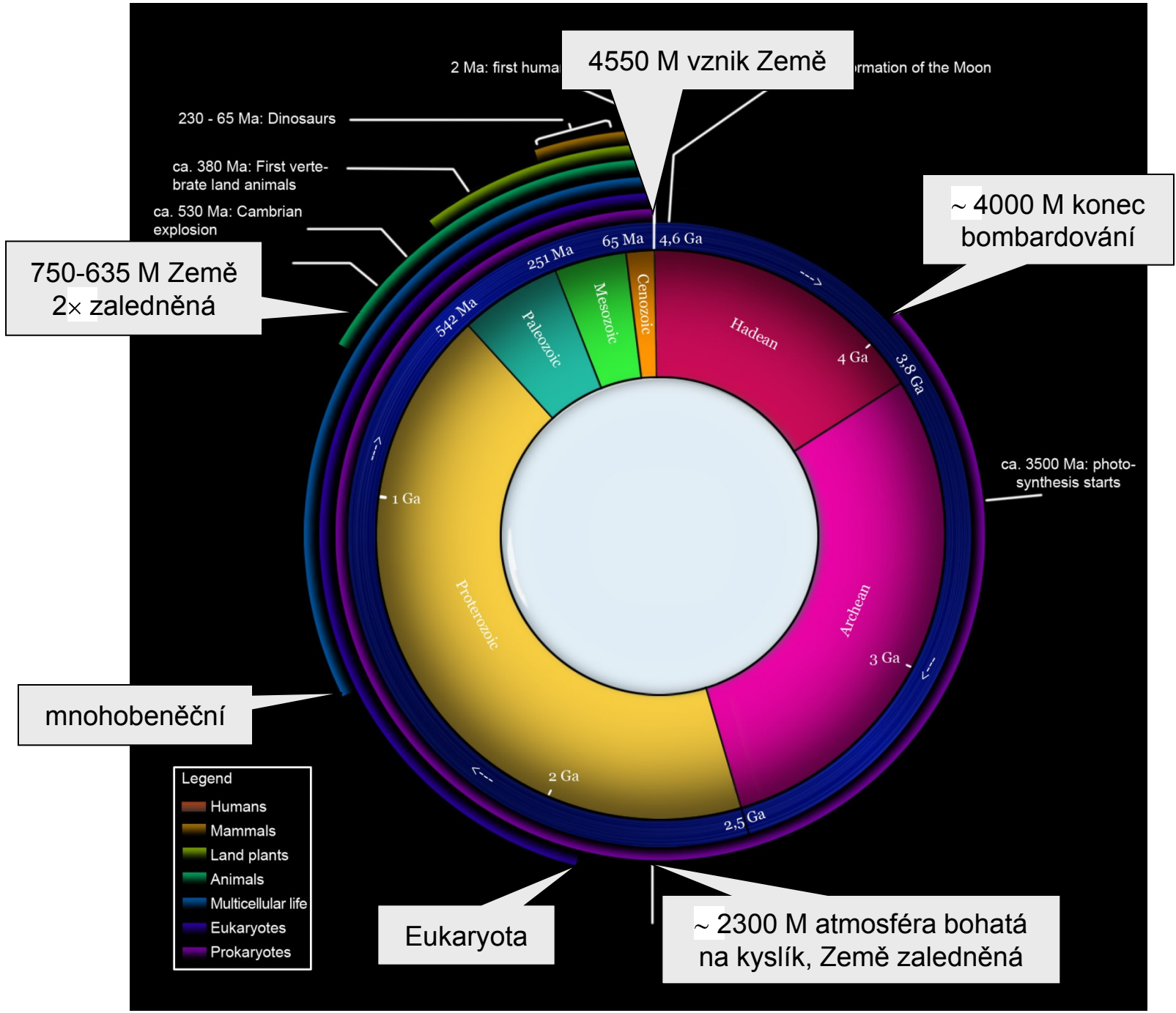


E. Mayr

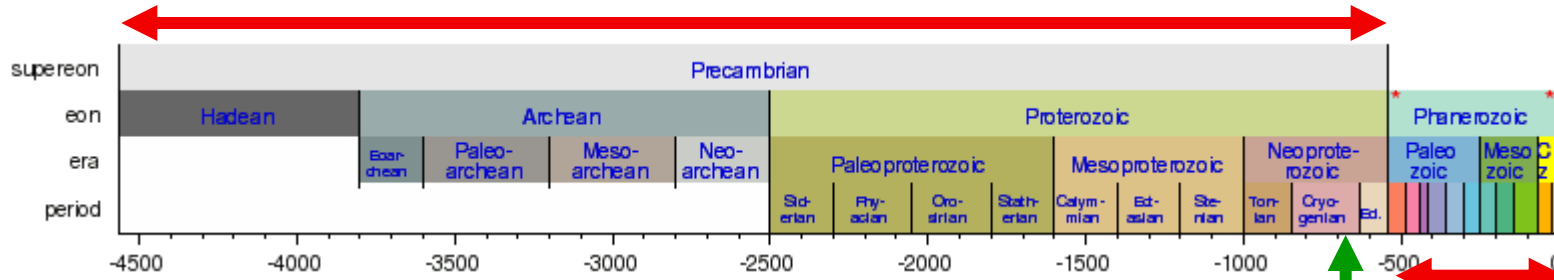
Historie života na Zemi



Adapted from Press & Siever, 2000, Understanding Earth

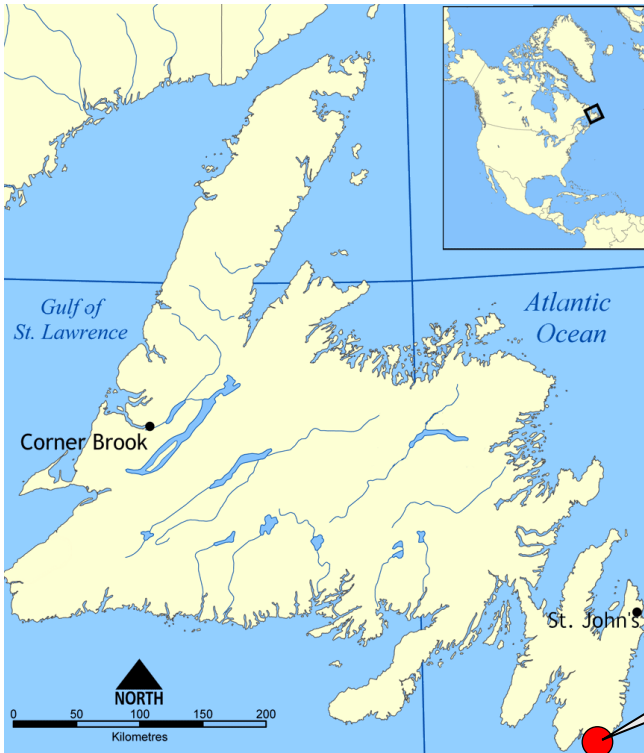


Prekambrium



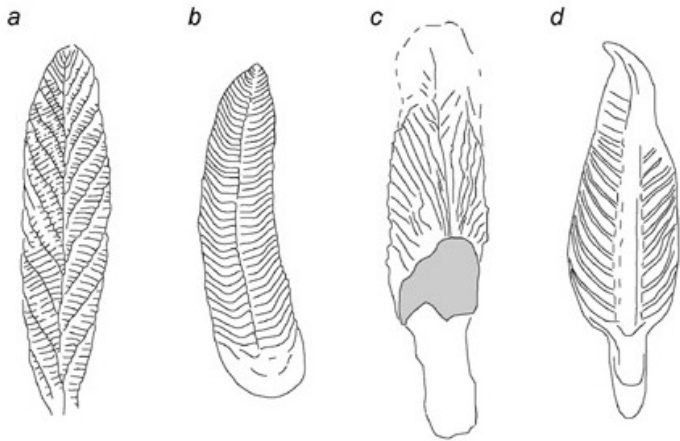
eon Hadaikum (Hadean) Archaikum (Archean) Proterozoikum (Proterozoic) Fanerozoikum

Ediakarská fauna (Vendian) ~635-542 M



Charnwood, Leicestershire ~ 560 M





Charnia

Charnia

Spriggina

Stromatoveris

Thaumaptilon



Ediacara Hills,
Australie



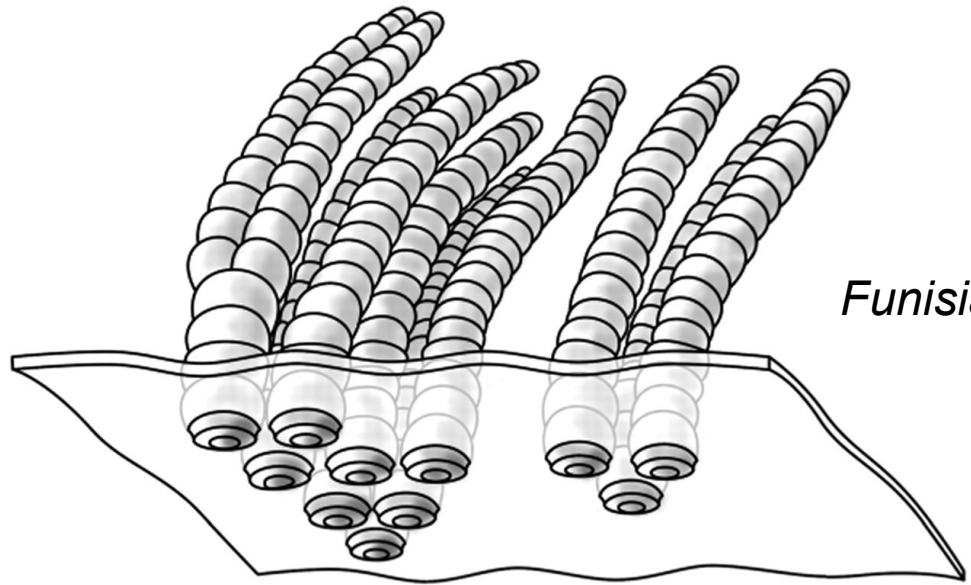
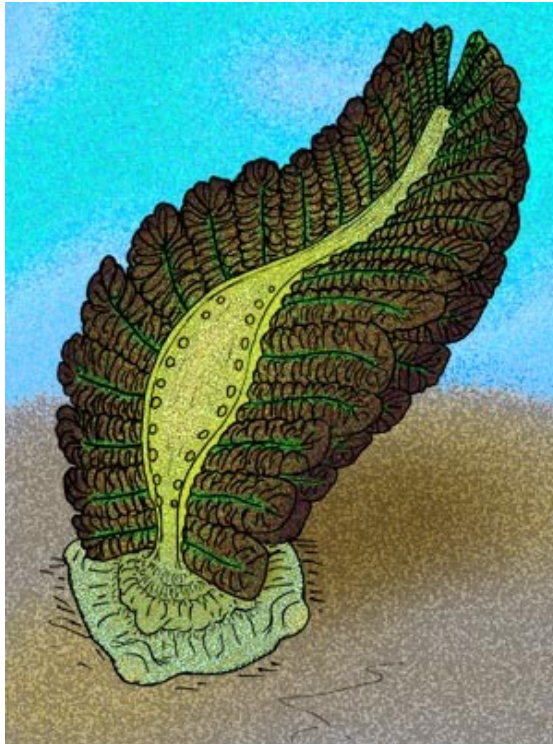
Spriggina



Dickinsonia
~ 580 M

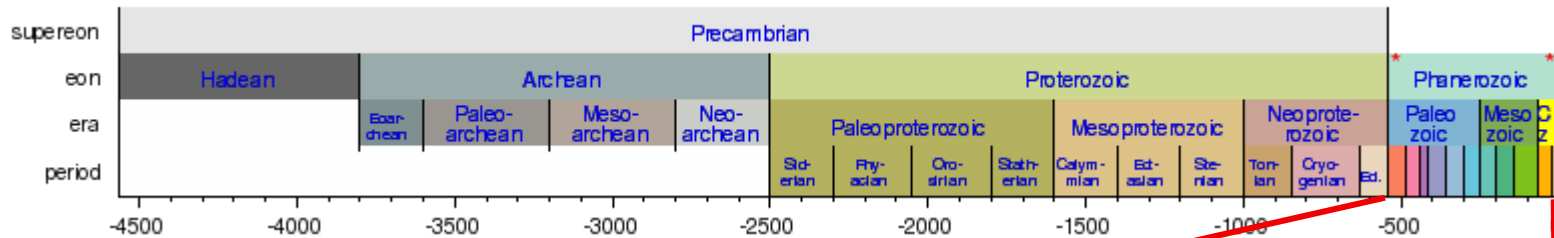


Spriggina



Funisia: sex?

Fanerozoikum

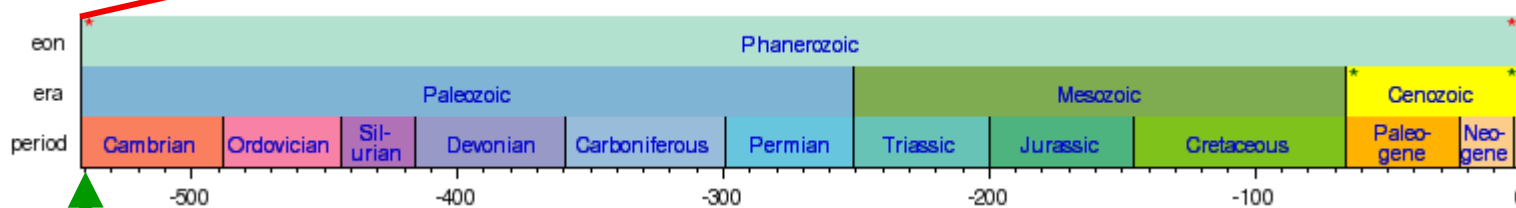


éra

Paleozoikum

Mesozoikum

Kenozoikum

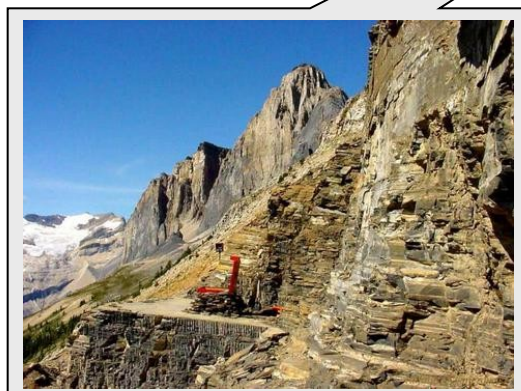


kambrická exploze
~ 542-520 M

Kambrická exploze

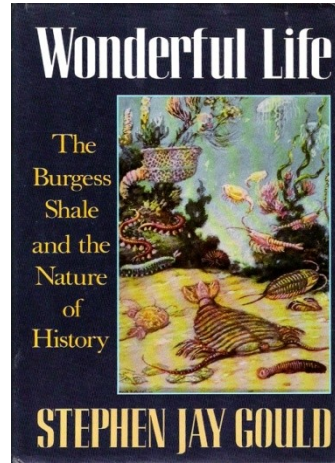
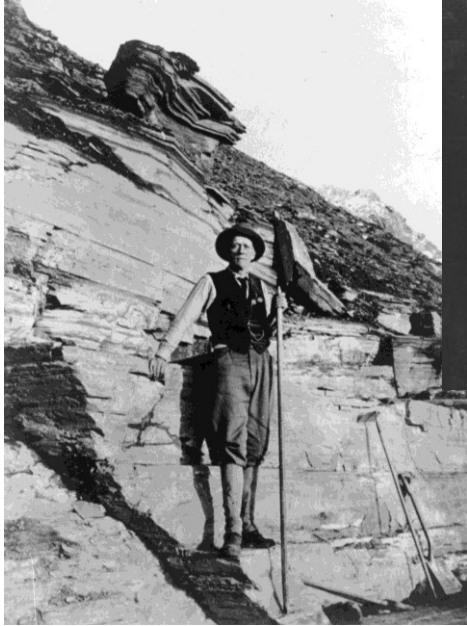
Burgessova břidlice (Burgess Shale) ~ 542-520 M

Canadian Rockies, Yoho National Park

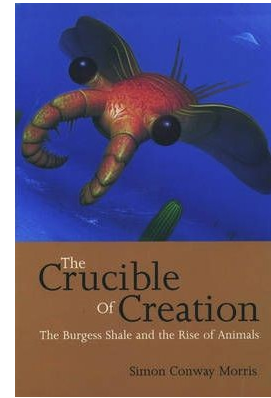


kontinent

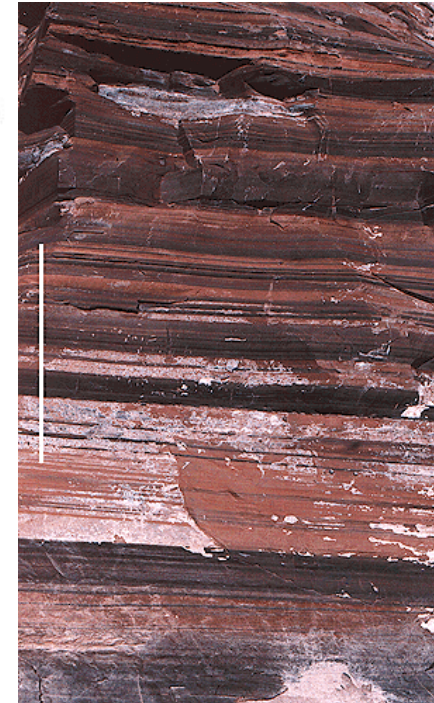
Charles Doolittle Walcott (1909)



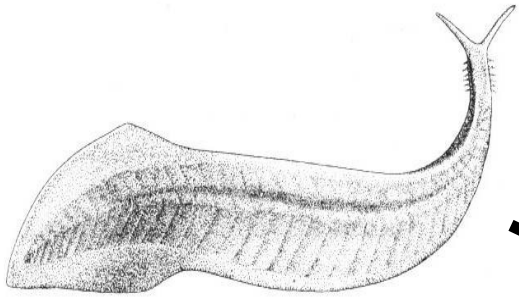
S.J. Gould



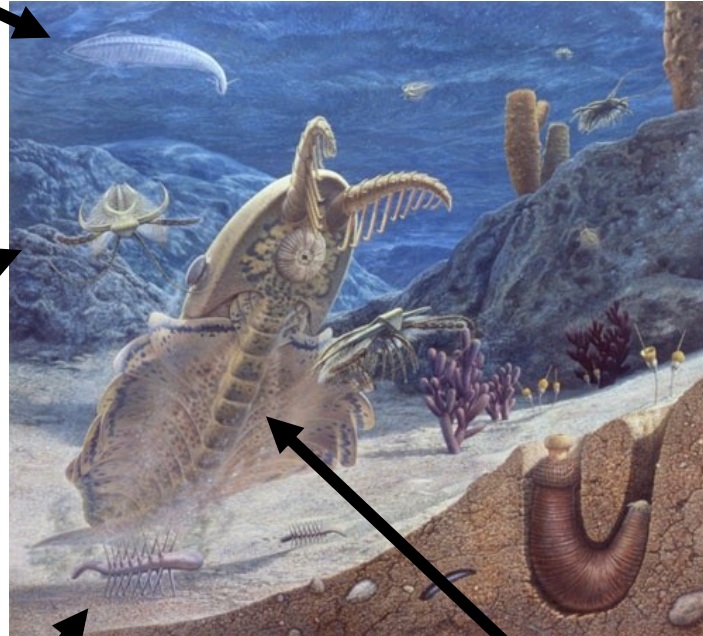
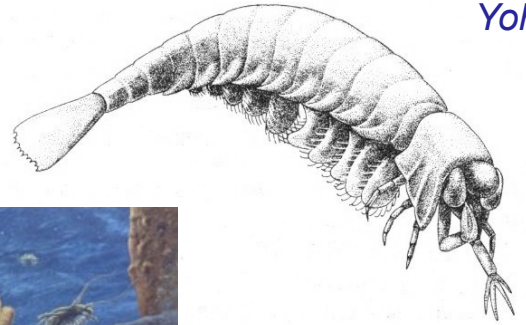
Simon Conway Morris



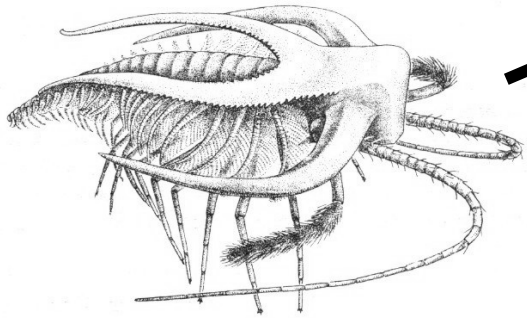
Pikaia gracilens



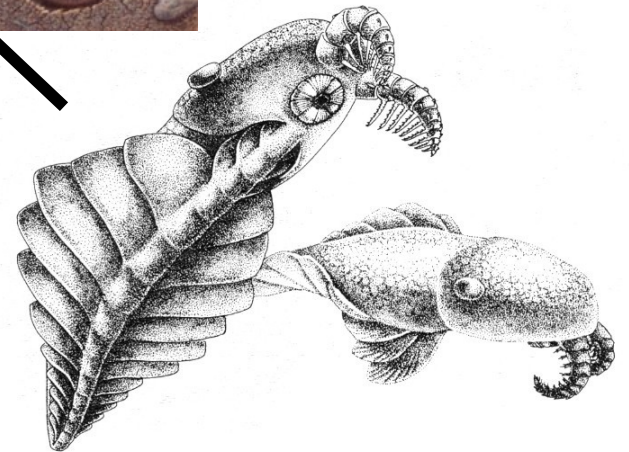
Yohoia



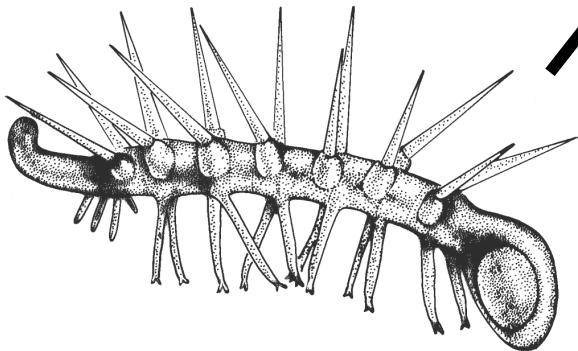
Marella



Anomalocaris nathorsti

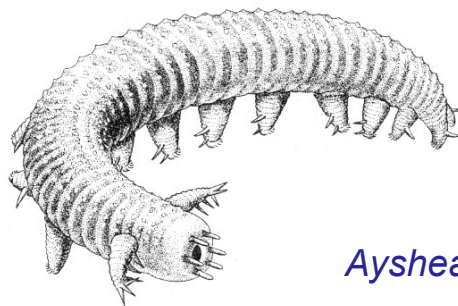
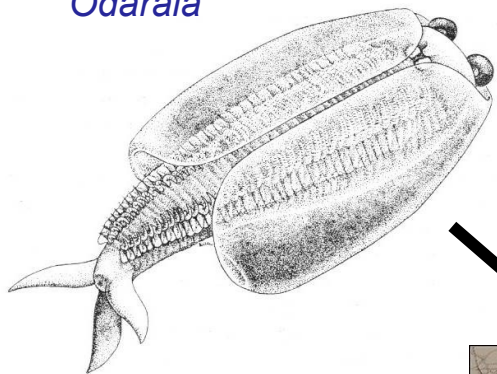


Hallucigenia

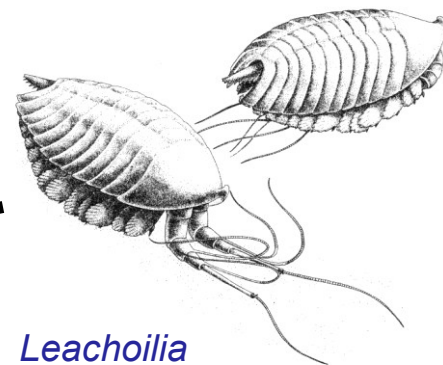


A. canadensis

Odaraia



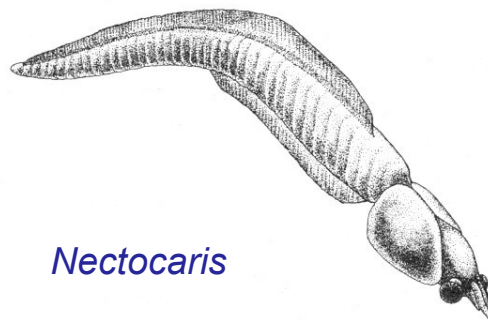
Aysheaia



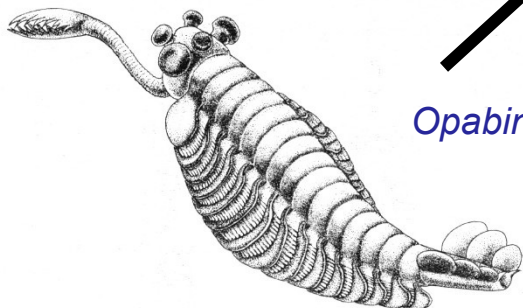
Leachoilia



Wiwaxia



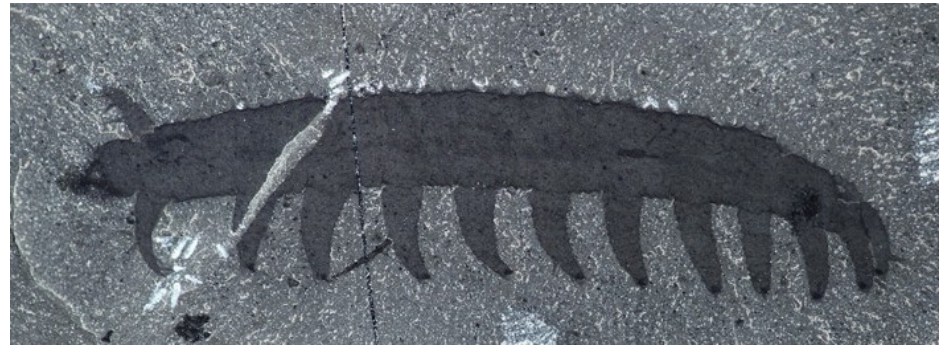
Nectocaris



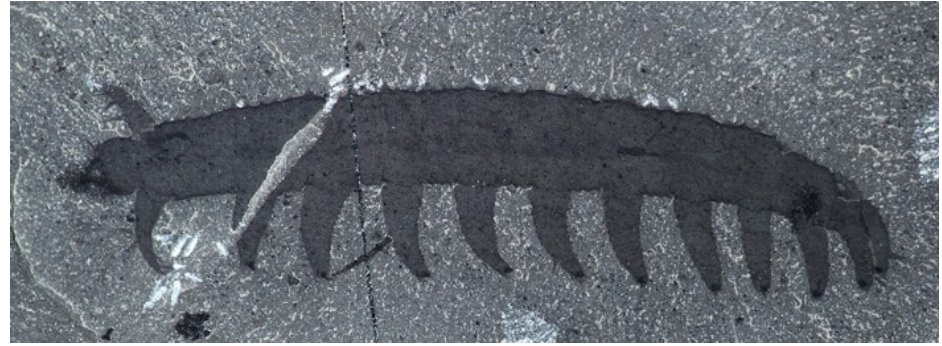
Opabinia



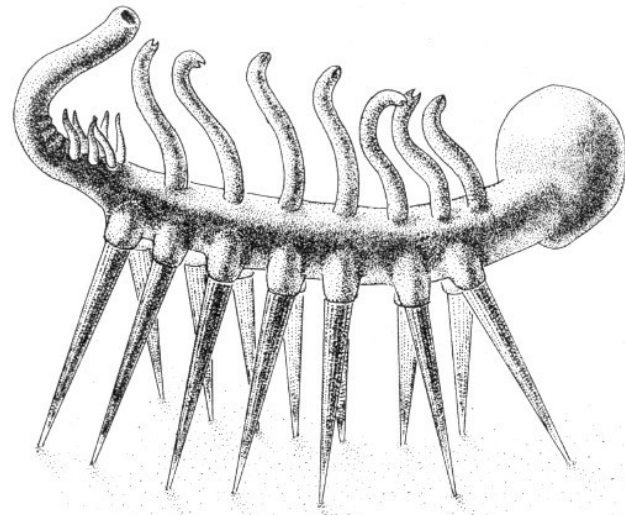
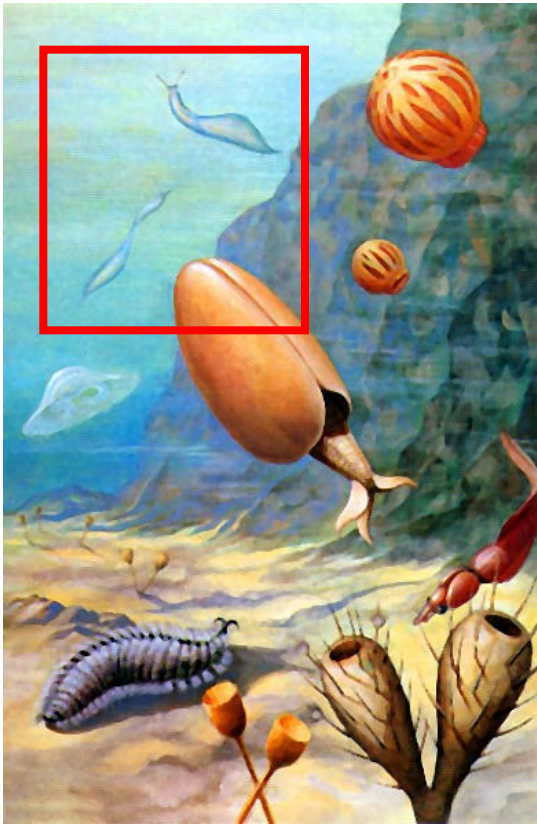
Aysheaia



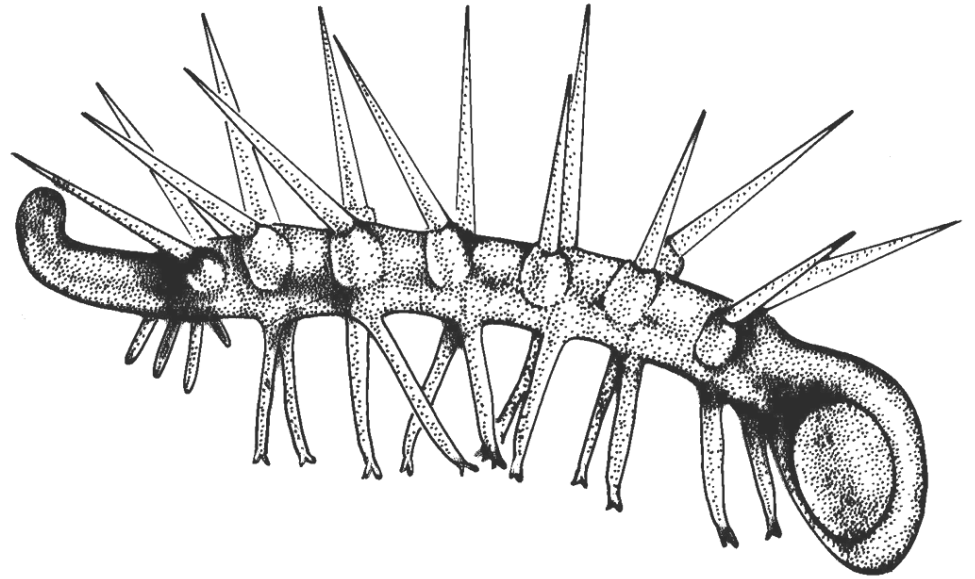
Přechod z moře na souš?



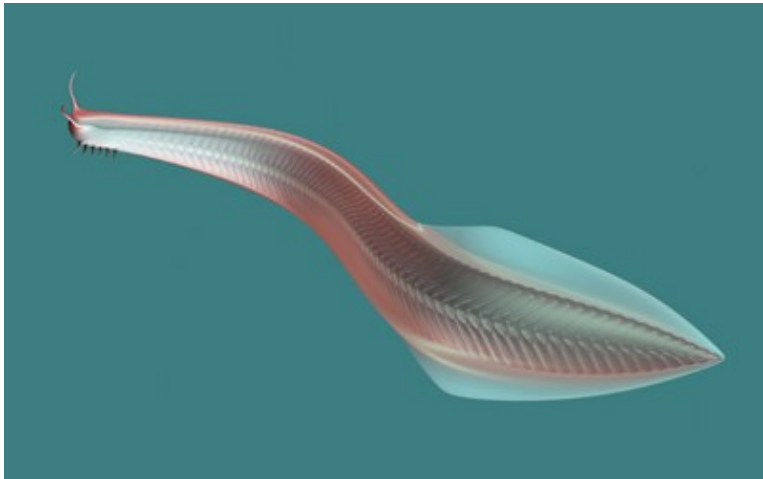
drápkovci
(Onychophora)



Hallucigenia



Pikaia gracilens (Chordata)



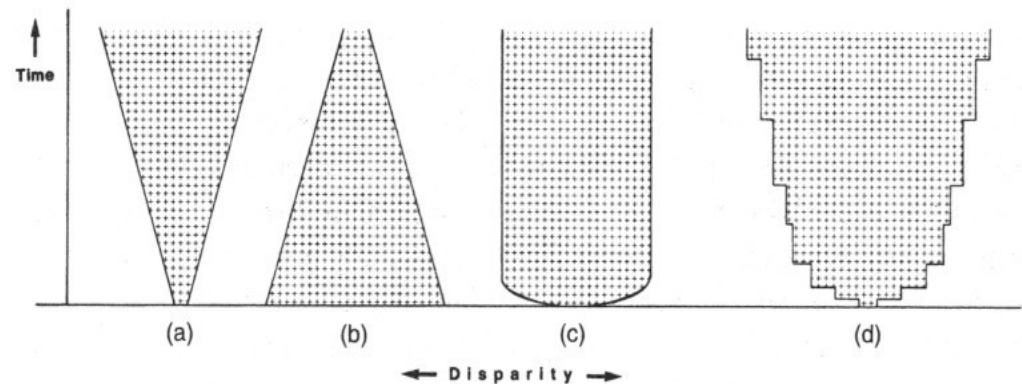
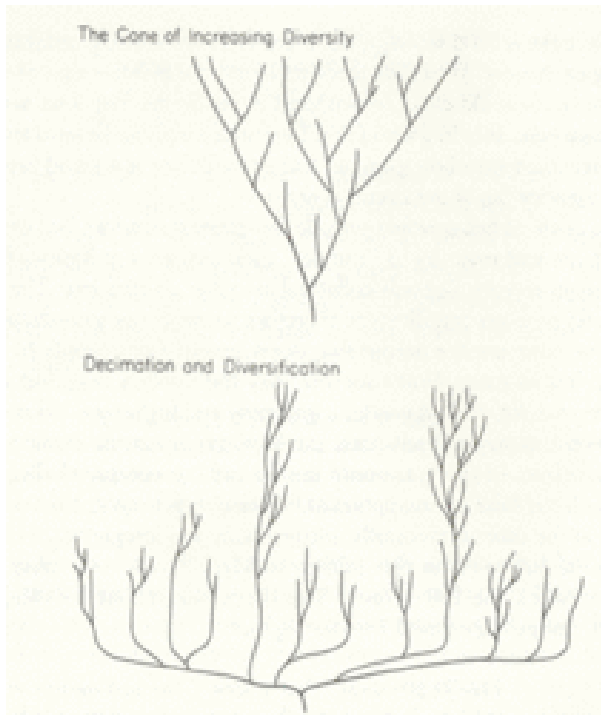
diverzita a disparita:

interpretace burgesských nálezů

Stephen Jay Gould vs. Simon Conway Morris

diverzita = počet druhů

disparita = počet stavebních plánů (morfologická rozmanitost)



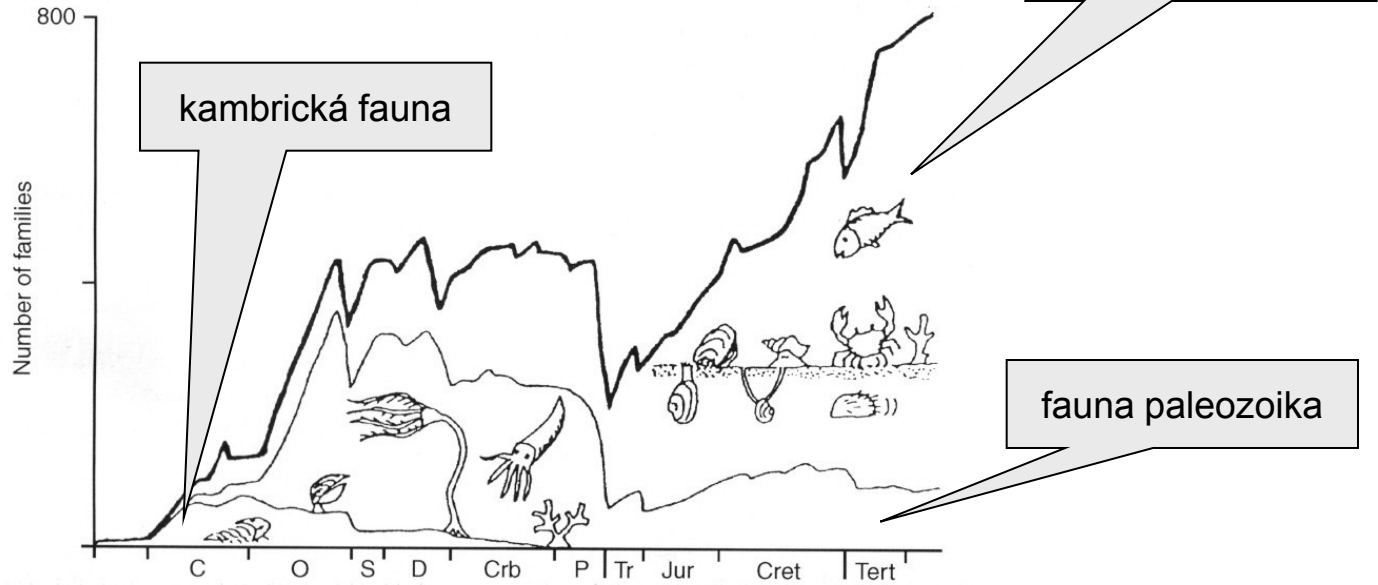
tradiční

Gould

Conway Morris

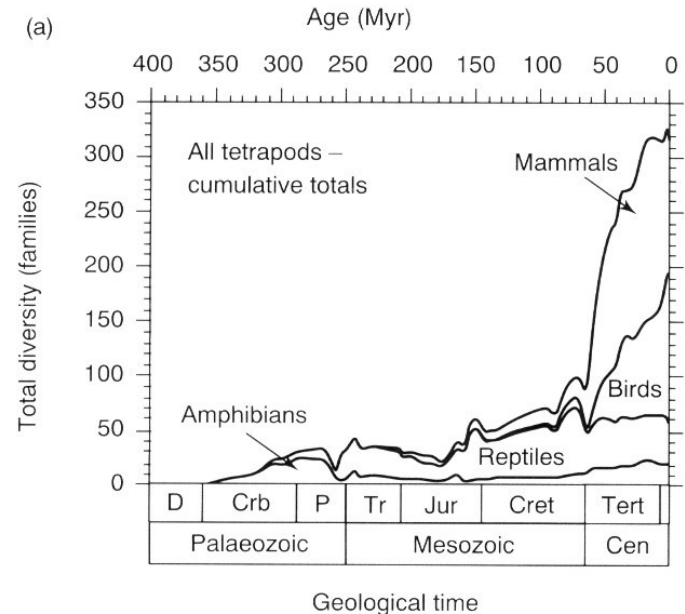
Fanerozoikum

růst diverzity

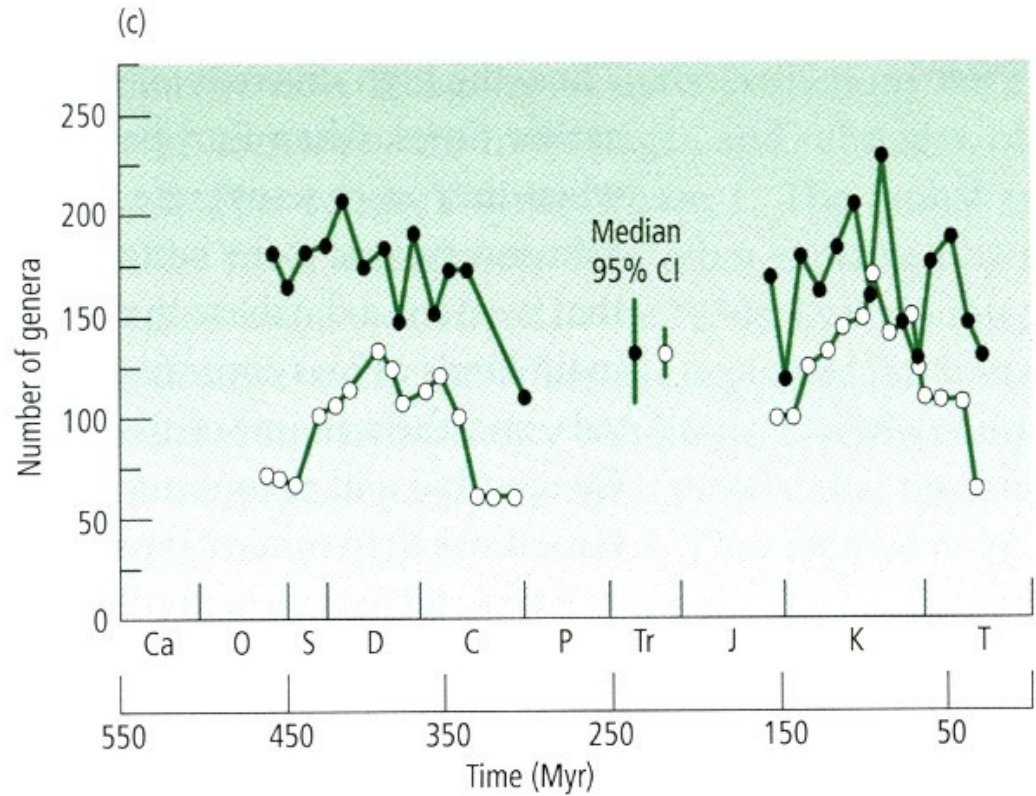
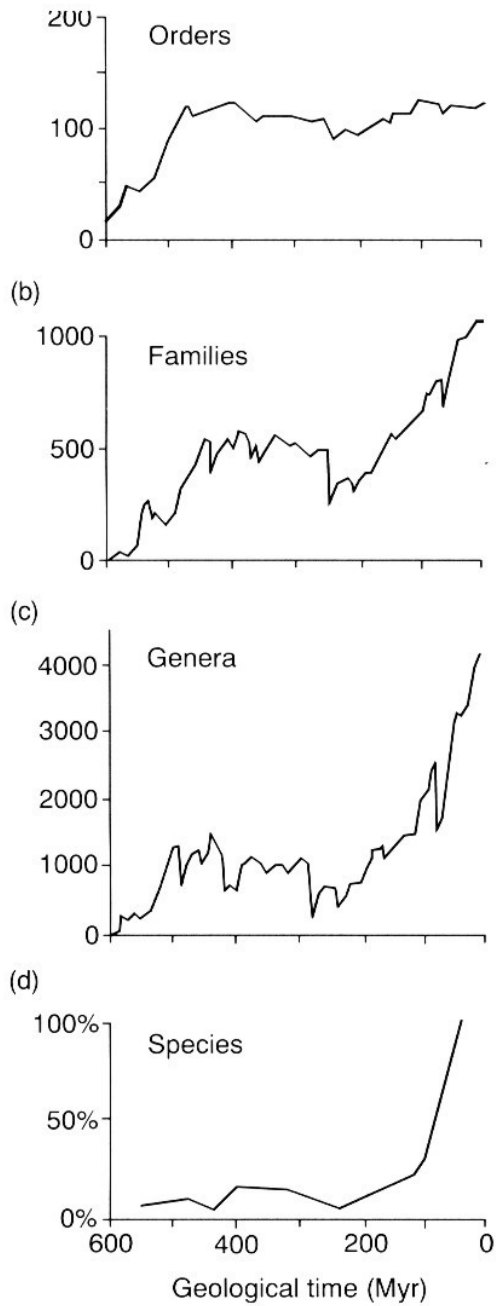


Jack J. Sepkoski (1981): logistický model

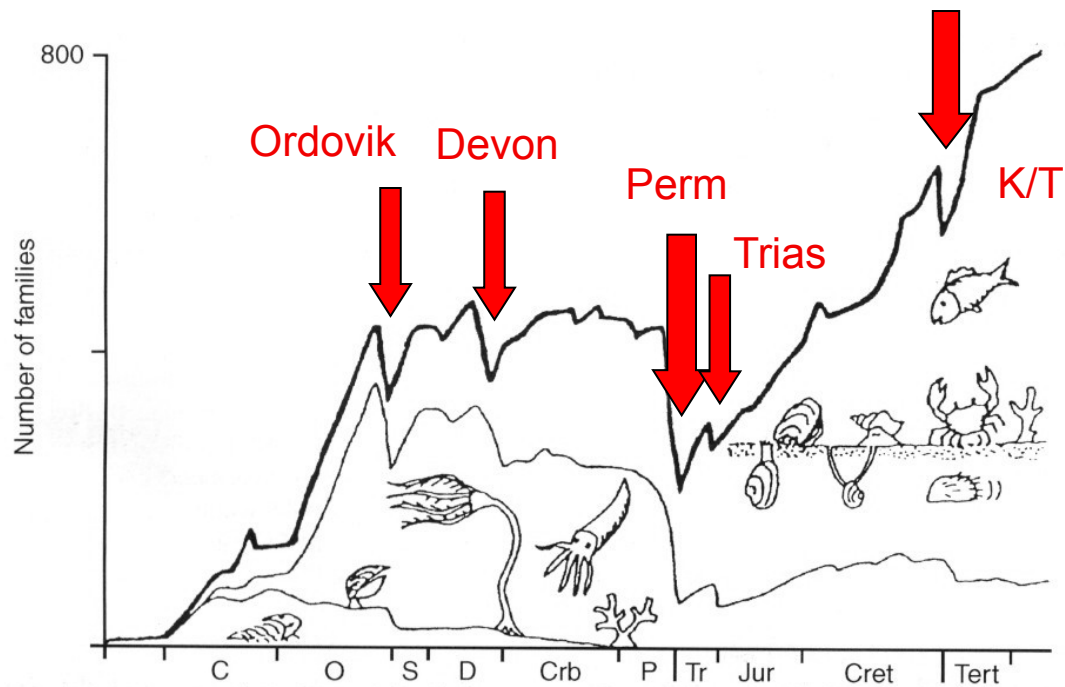
Michael J. Benton (1997):
křivka pro suchozemské organismy odlišná
exponenciální model



M. J. Benton (1997):



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

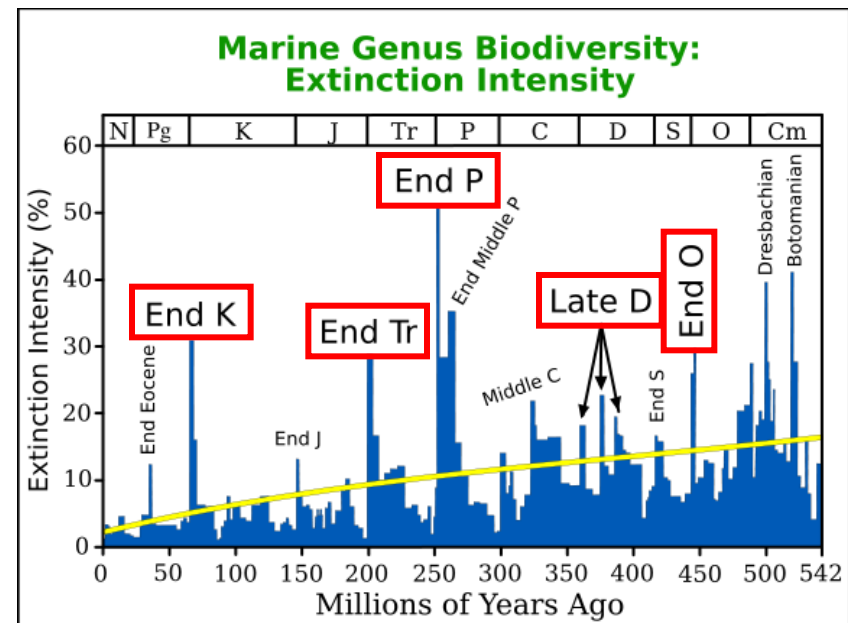


Extinkce:

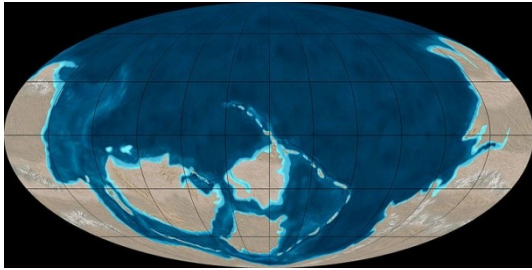
background extinctions („šum“)

masové extinkce → „Velká pěťka“

největší: konec Permu

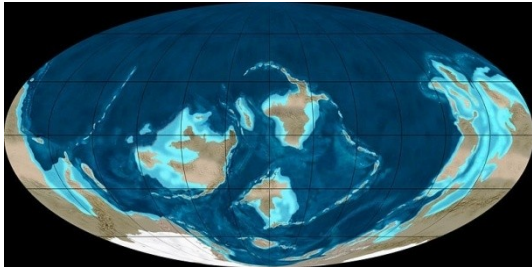


Paleozoikum



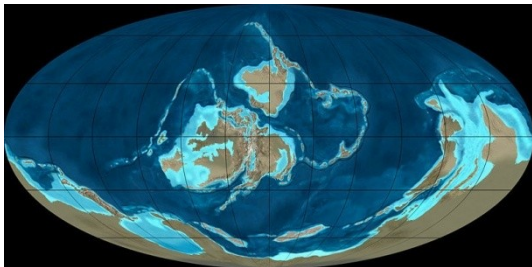
Kambrium:

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



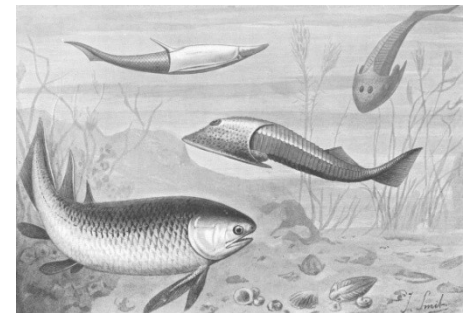
Ordovik:

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

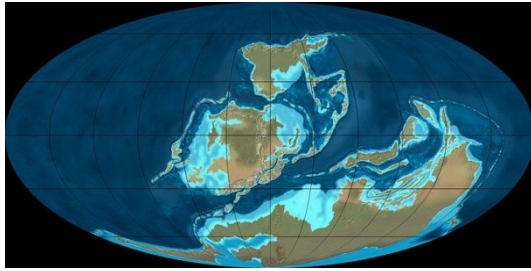


Silur:

čelistnatci
první suchozemské o.
(rostliny, štíři)

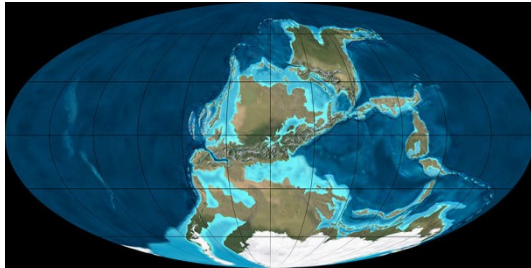


Laurentia+Baltica = Laurasia



Devon:

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

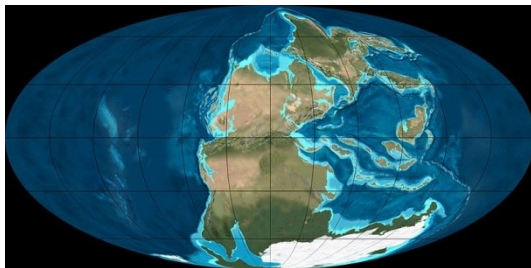


Karbon:

přesličky, hmyz, první plazi



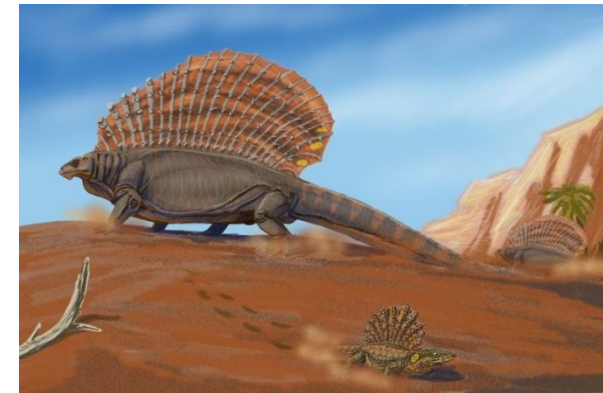
Archaeothyris
(Synapsida)



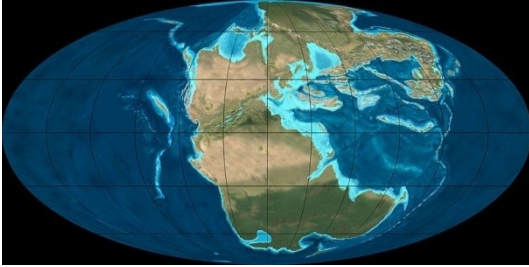
Perm:

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

Edaphosaurus
(Pelycosauria)



Mesozoikum



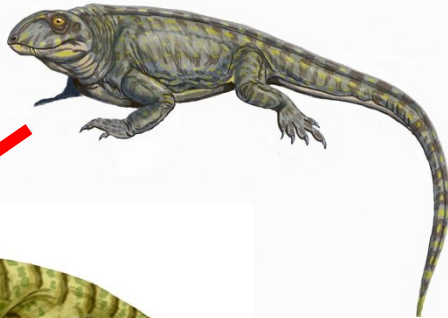
Trias:

motýli, dvojkřídli

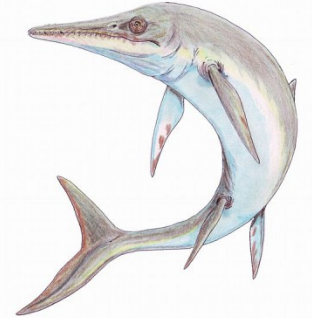
radiace plazů (želvy, ichthyosauři, plesiosauři, pterosauři, archosauři)

konec triasu: dinosauři, savci, 4. extinkce

synapsidní plaz
Pelycosauria
(*Palaeohatteria*)



archosauři



ichthyosauři



Therapsida



plesiosauři



kynodont
(*Cynognathus*)



pterosauři



primitivní savec (*Castorocauda*)

Evoluce savců

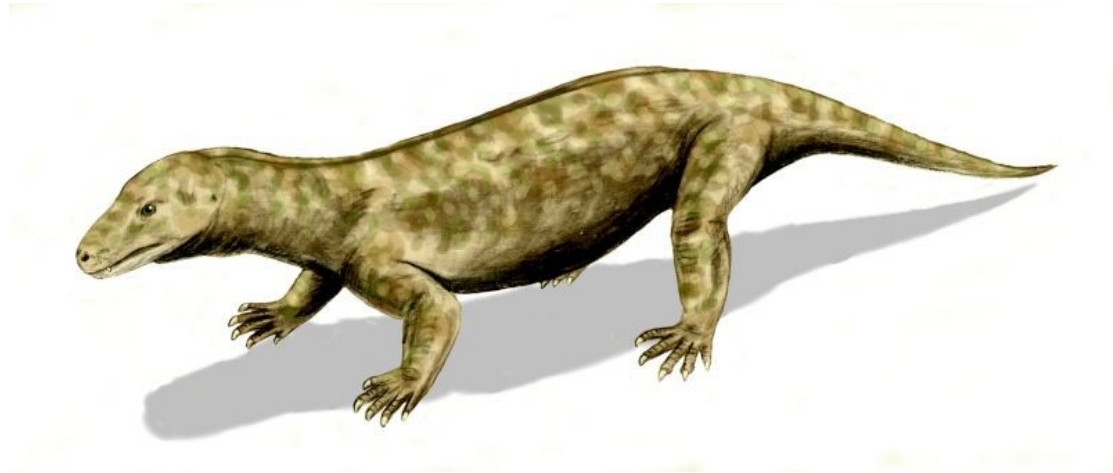
Sphenacodon: spodní perm (270 M) – spodní čelist z více kostí, zakloubení čelisti plazí, žádný bubínek

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

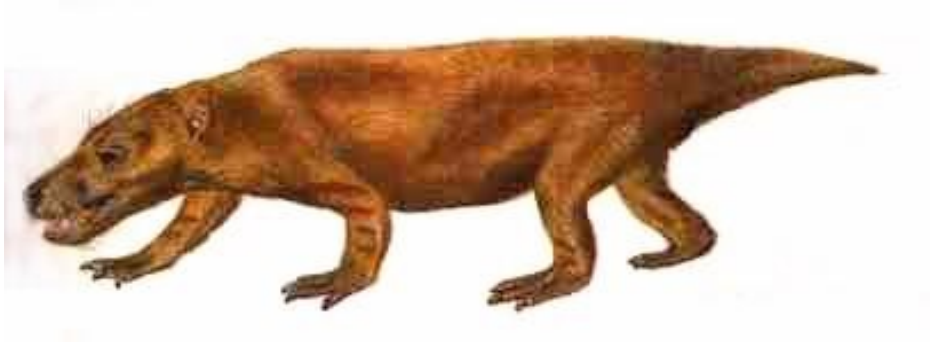


Biarmosuchus

Procynosuchus: konec permu – primitivní kynodont



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



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

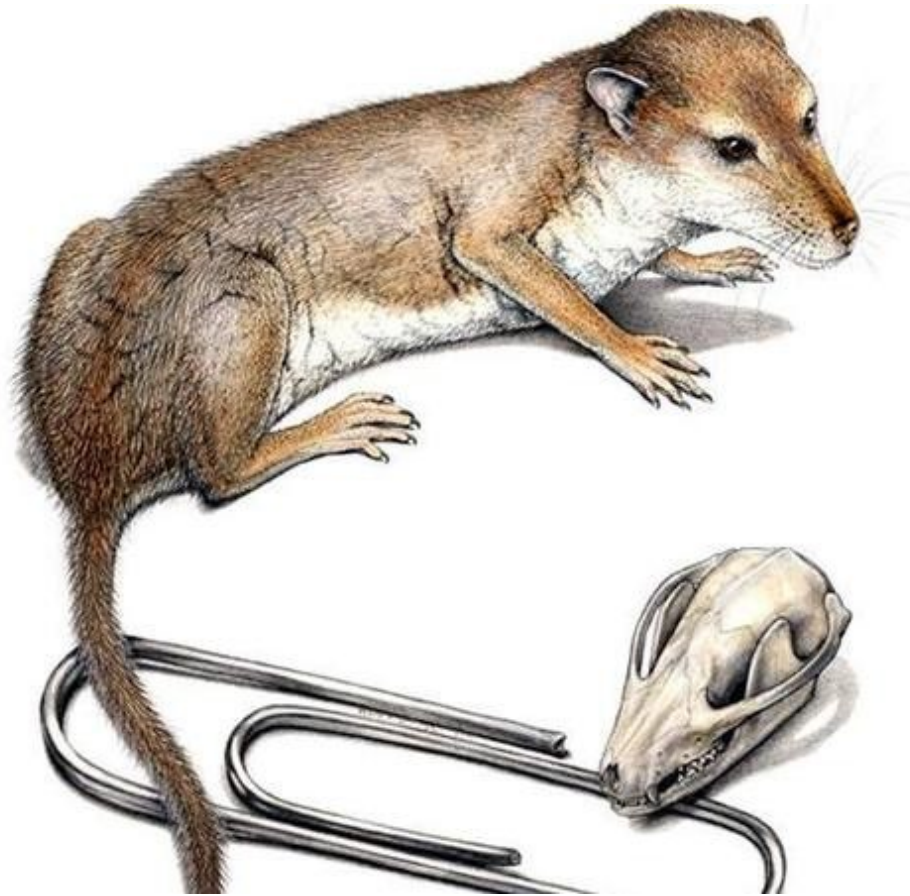


Diarbrognathus: spodní jura (~ 209 M) – pokročilý kynodont, sice pořád 2 klouby, ale plazí téměř zcela ke slyšení

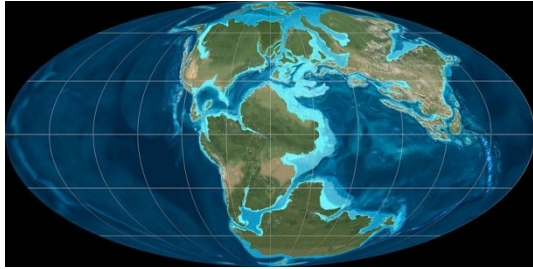
Morganucodon: spodní jura (~ 220 M)
– stále zbytek plazího kloubu



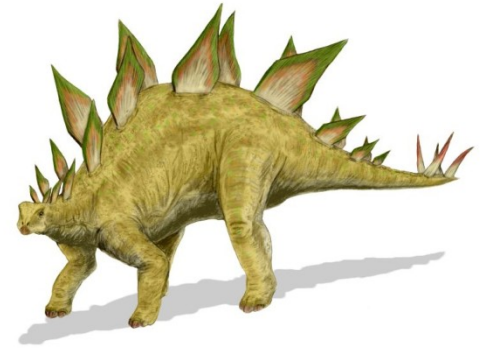
Hadrocodium: spodní jura – kůstky středního ucha se přesunuly z čelisti do krania



Mesozoikum



Jura:
kostnaté ryby
evoluce ptáků

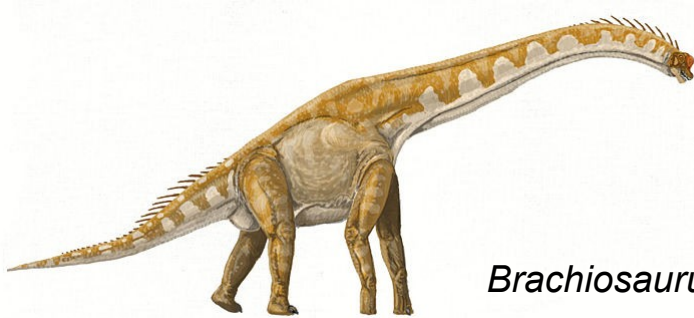


Stegosaurus

Saurischia

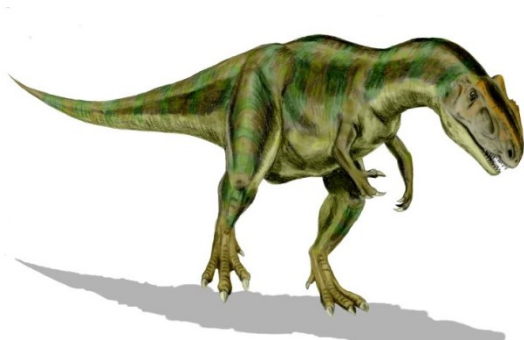
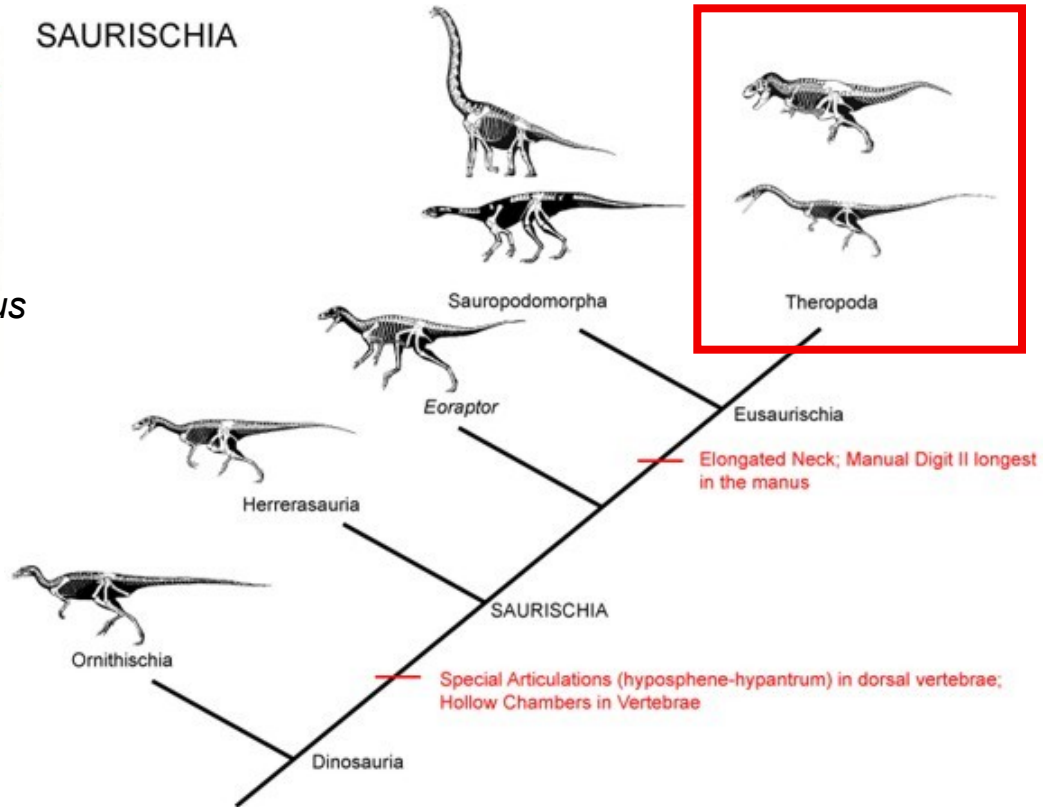
dinosauři

Ornithischia



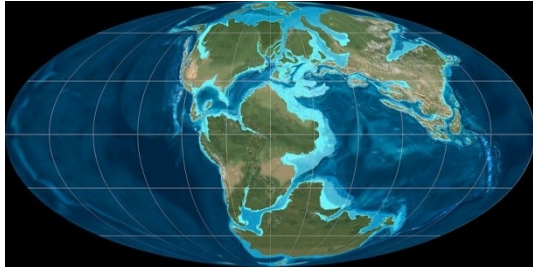
Brachiosaurus

SAURISCHIA

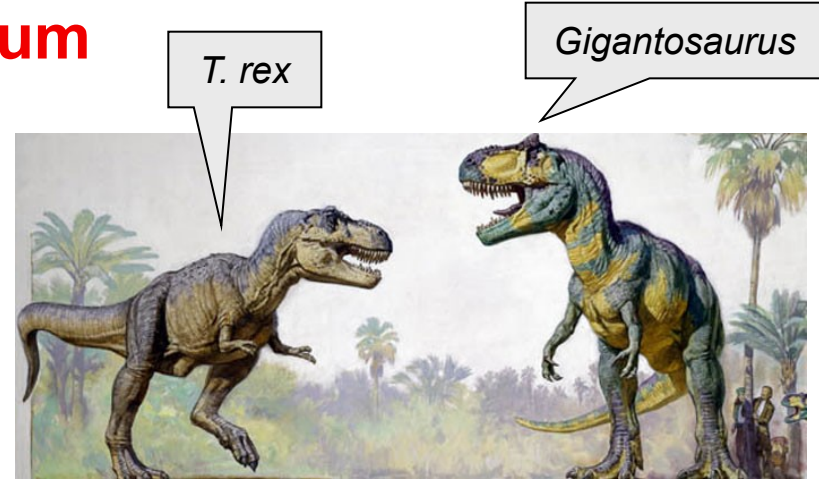


Allosaurus

Mesozoikum



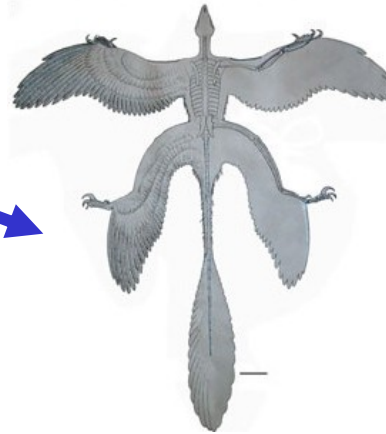
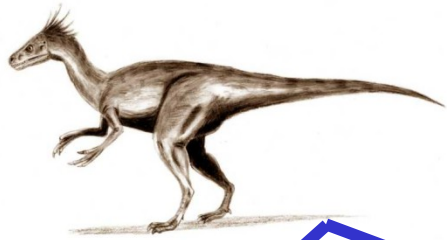
Jura:
kostnaté ryby
evoluce ptáků



theropodní dinosauři

Maniraptora

tyrannosauři
(křída)



ptáci

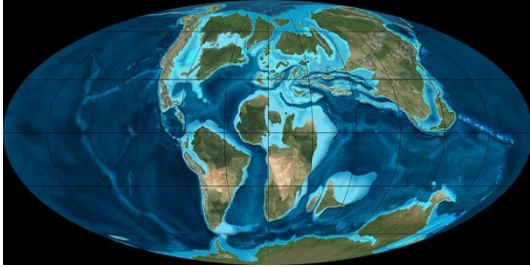


Archaeopteryx lithographica

Microraptor gui

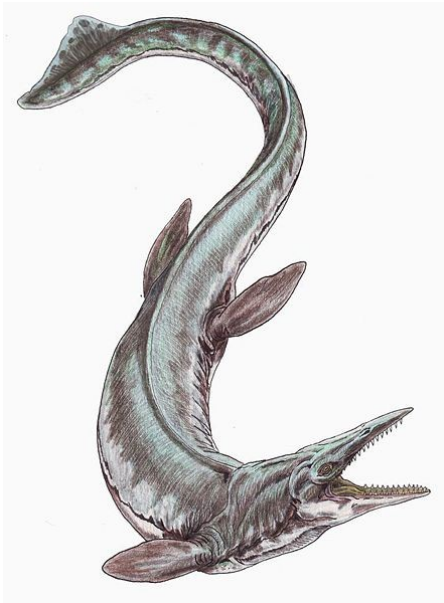


Mesozoikum

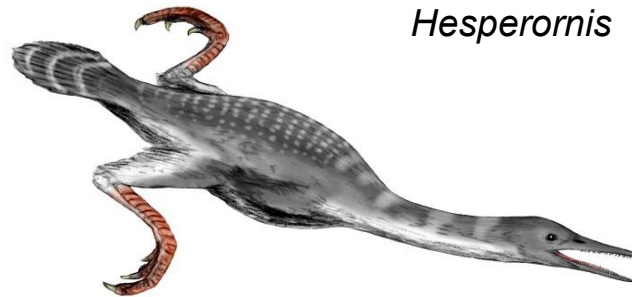


Křída:

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



mosasauři

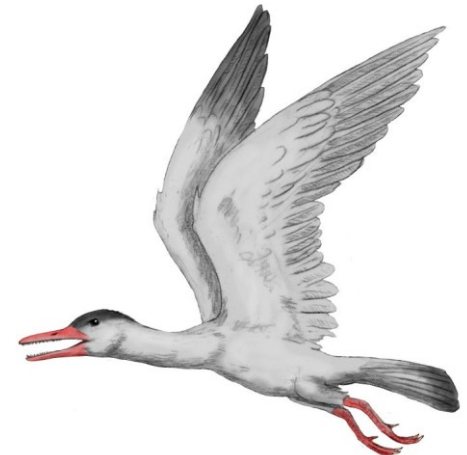


Hesperornis

Ichthyornis

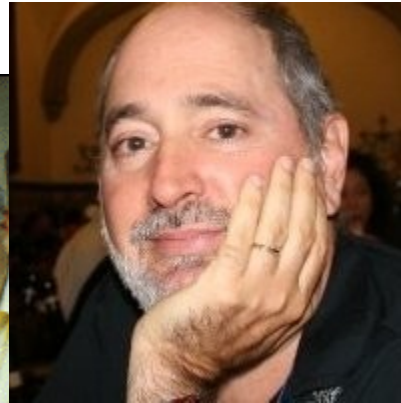
na konci křídly: 5. extinkce, 65 M

→ otázka příčiny

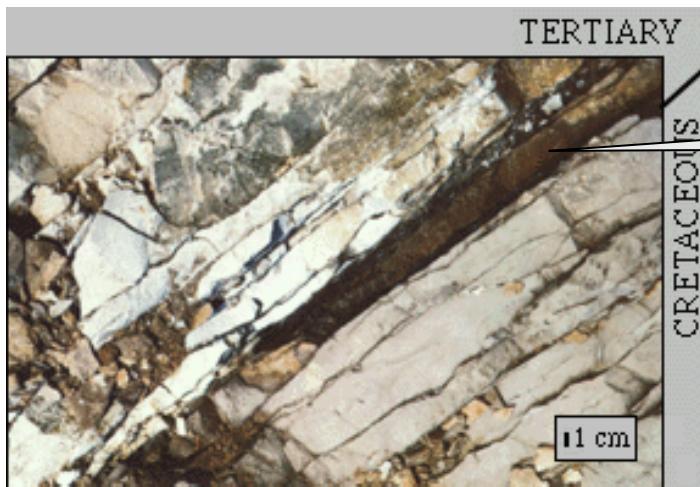


Extinkce na K/T hranici:

1980 **Louis Alvarez** a kol.: katastrofická hypotéza – asteroid 10 km v průměru 10^9 x víc než Hirošima
iridium na K/T rozhraní

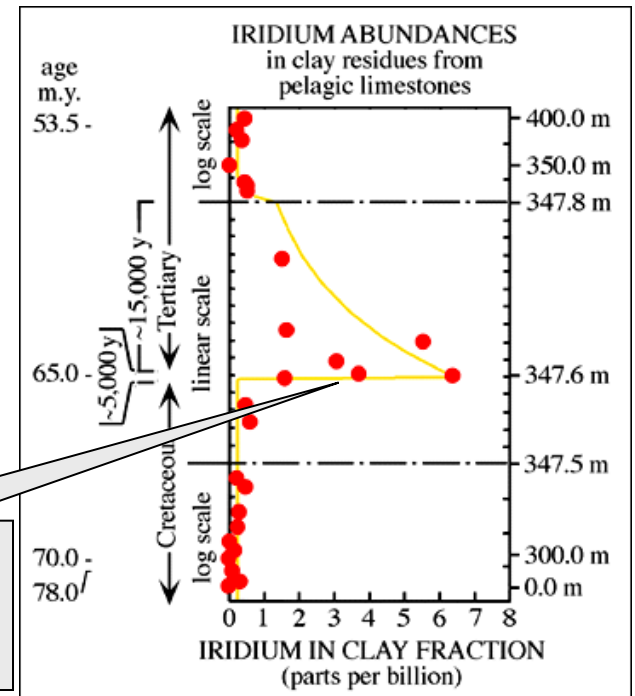


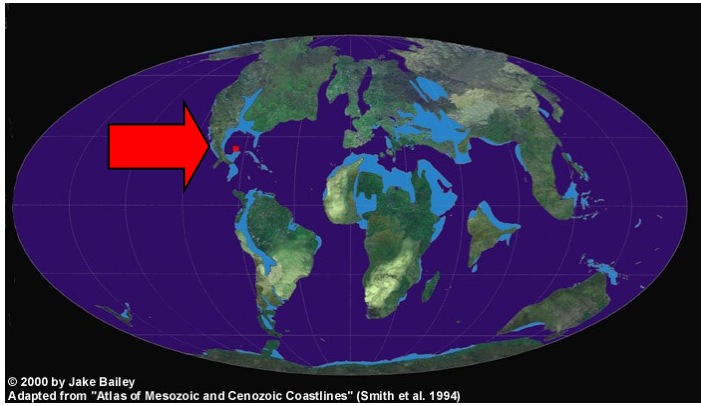
L. Alvarez



K/T hranice

cca. 100-násobné
zvýšení množství iridia

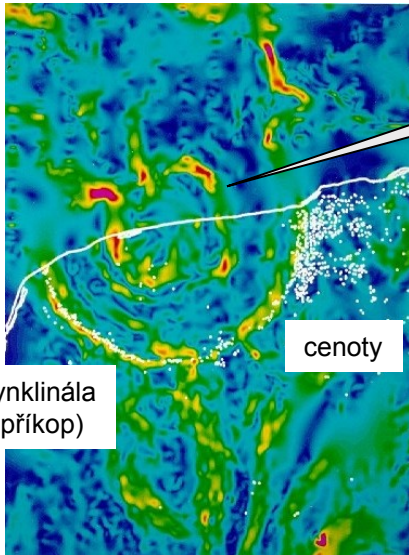




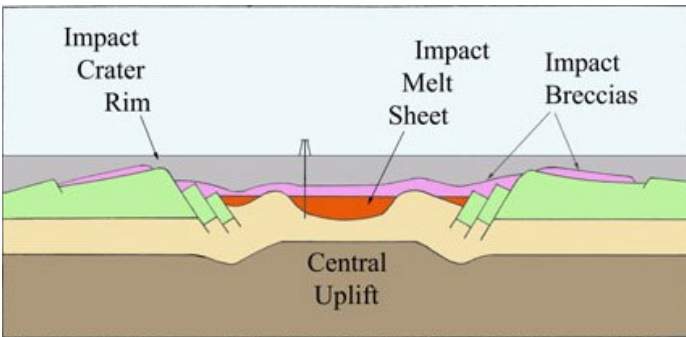
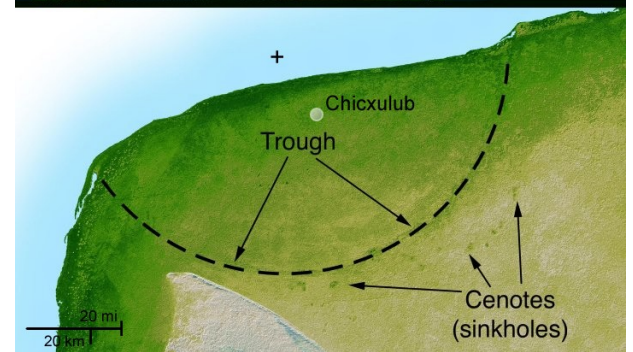
kráter Chicxulub (Mexiko)



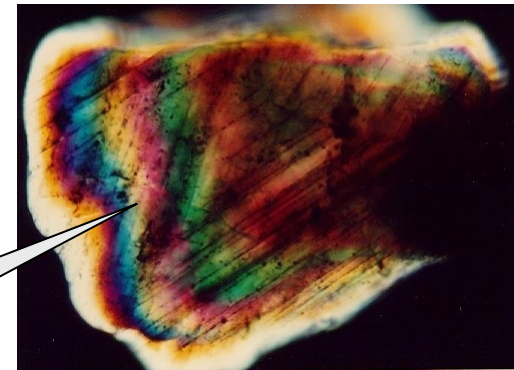
mapa gravitačního pole



tektity z K/T rozhraní



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

Recentní poznatky:

Podle nového datování k dekkánskému jevu došlo dříve než k dopadu bolidu/asteroidu

Zpřesněné datování: kráter Chicxulub odpovídá

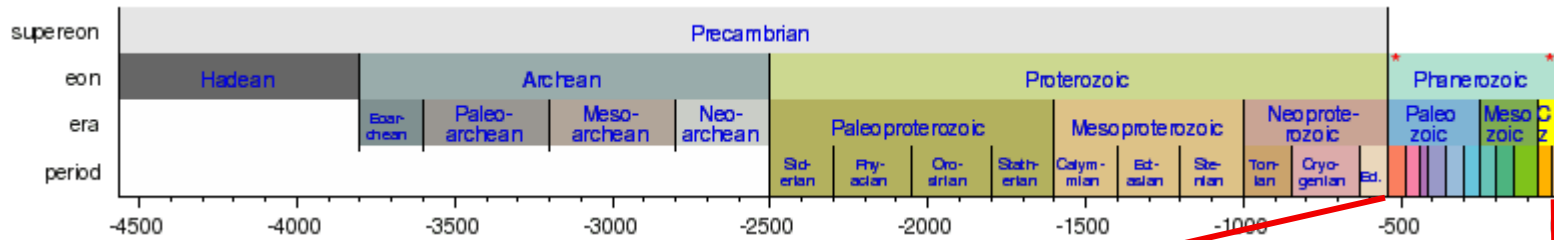
~ 100 tisíc let před dopadem ochlazení o 6-8 °C, asi v důsledku dekkánské katastrofy – dopad pak ranou z milosti

Problém je, že indické datování stále málo přesné

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

http://www.huffingtonpost.com/2013/02/08/dinosaur-extinction-chixulub-asteroid-impact_n_2639911.html

eon: **Fanerozoikum**

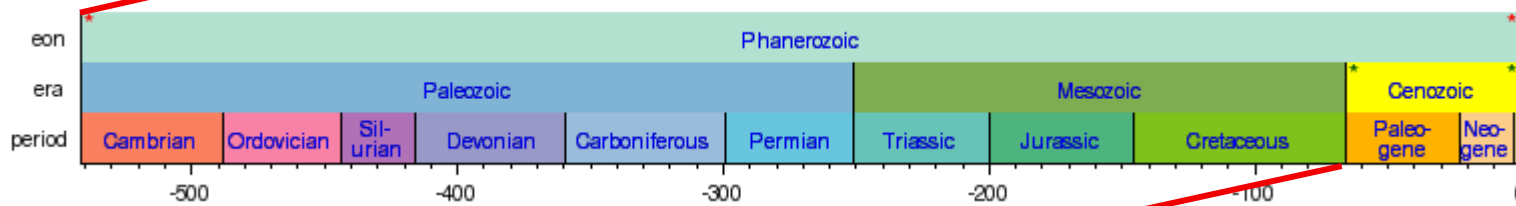


éra

Paleozoikum

Mesozoikum

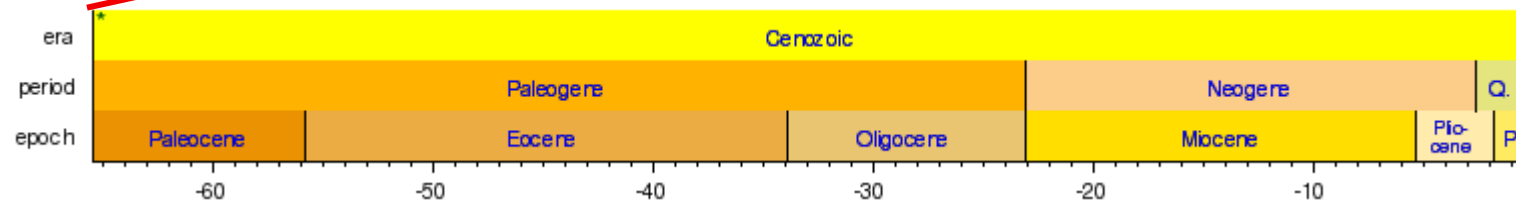
Kenozoikum



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?

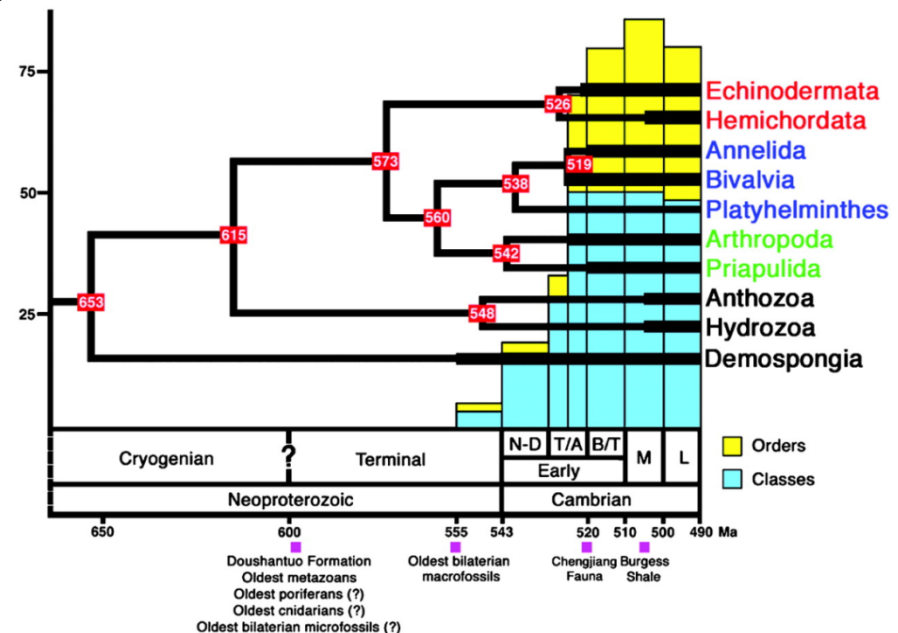
molekulární data (Wray et al. 1996):

- 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)

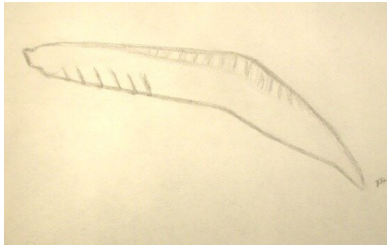


Paleontologická vs. molekulární data

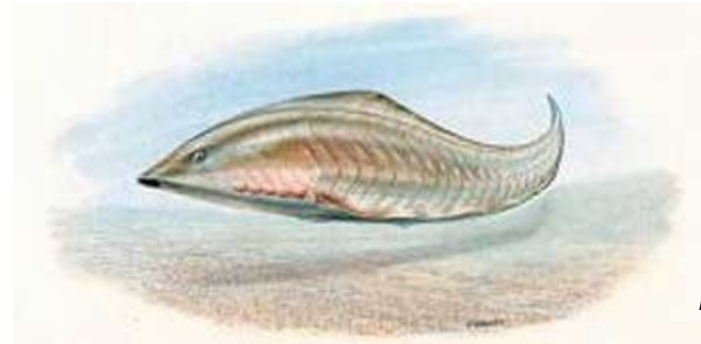
otázka vzniku živočišných kmenů a savčích a ptačích řádů

Kambrická exploze?

fauna z Chengjiang (Čína) ~ 525 M

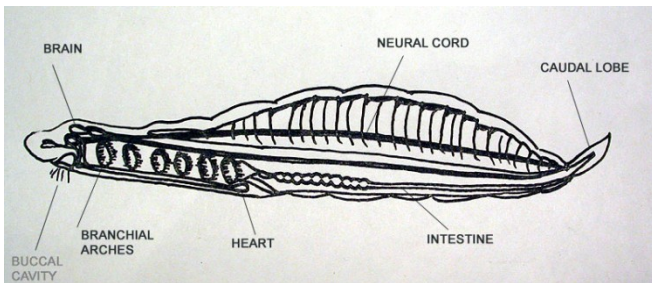


Yunnanozoon lividum



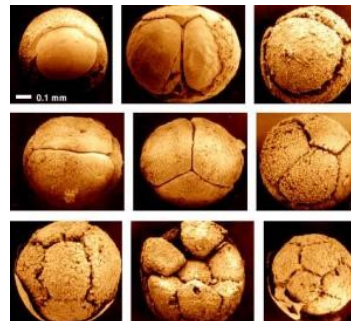
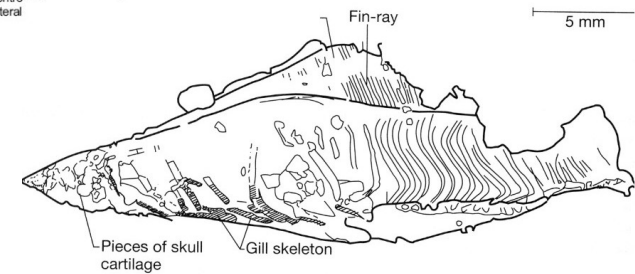
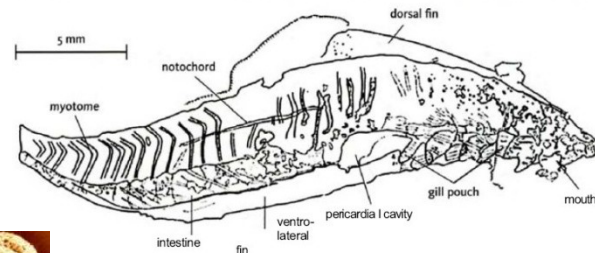
Myllokunmingia

Haikouella lanceolata



Haikouichthys ercaicunensis

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



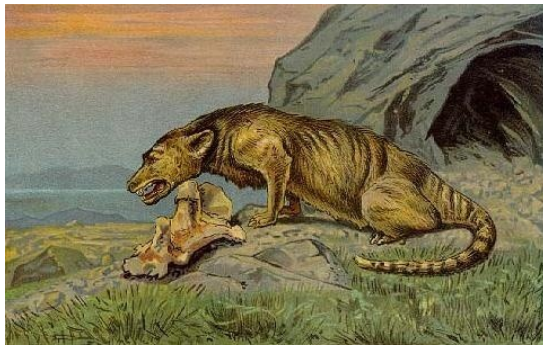
časná embryologická
stadia?

Paleontologická vs. molekulární data

otázka vzniku živočišných kmenů a savčích a ptačích řádů

recentní skupiny savců a ptáků a K/T hranice

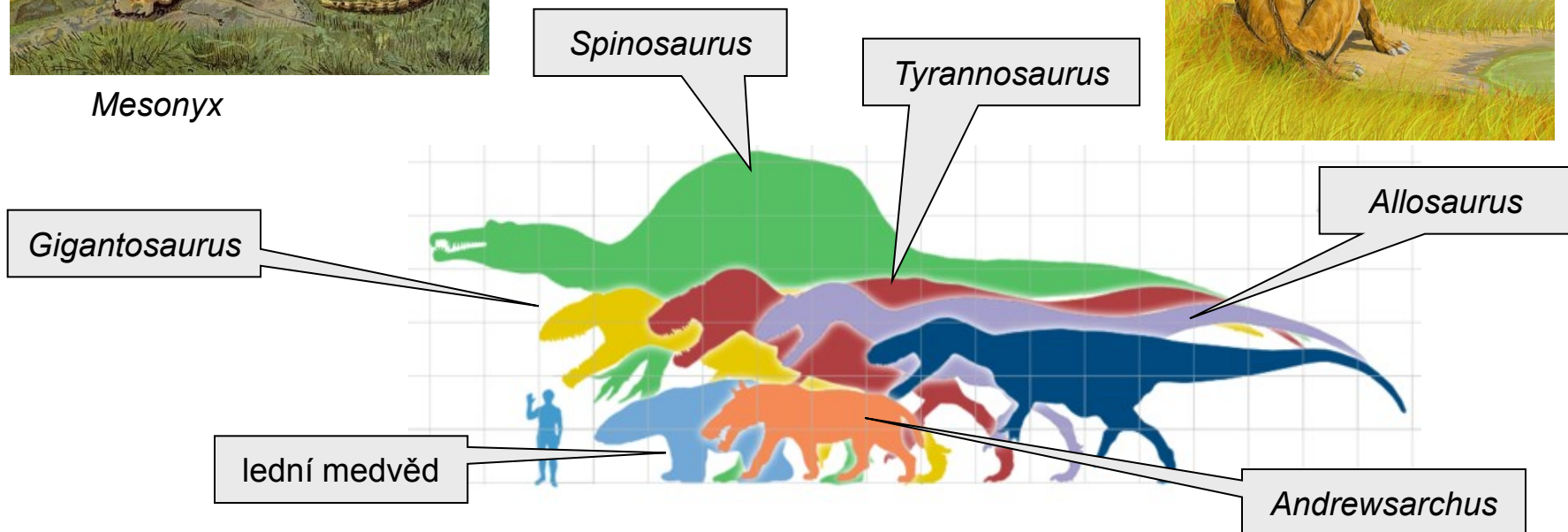
evoluce kytovců: mesonychidi → přechod do vody → kytovci



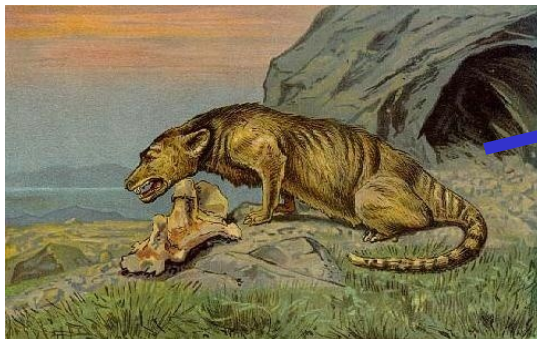
Mesonyx



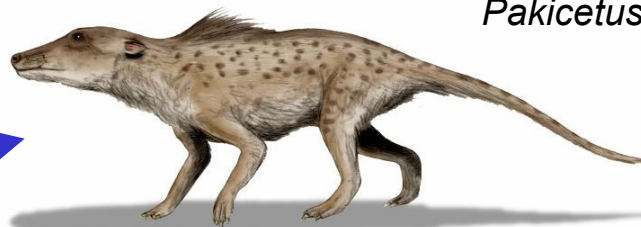
Andrewsarchus
mongolicus



evoluce kytovců

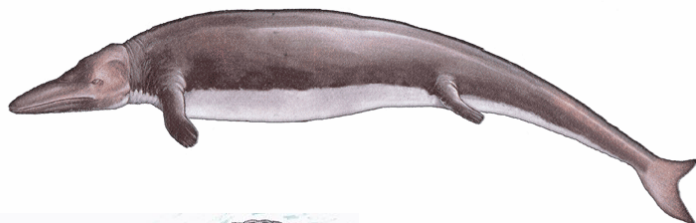


mesonychidi ~ 56 M

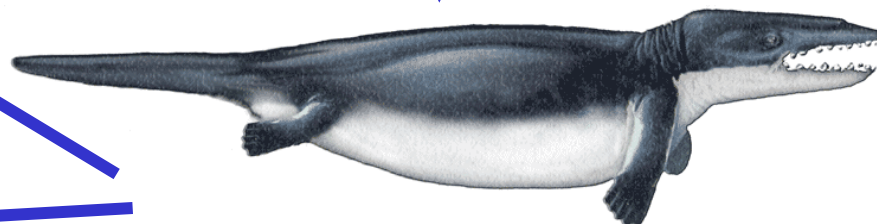


Pakicetus 56-34 M

Ambulocetus 50-49 M



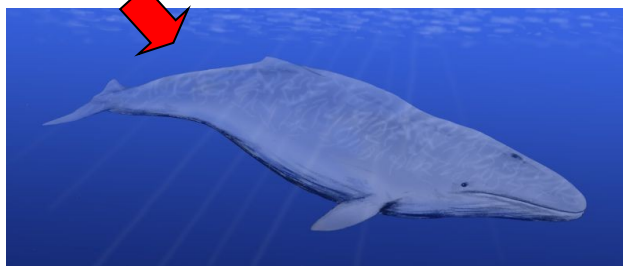
Dorudon 41-33 M



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

