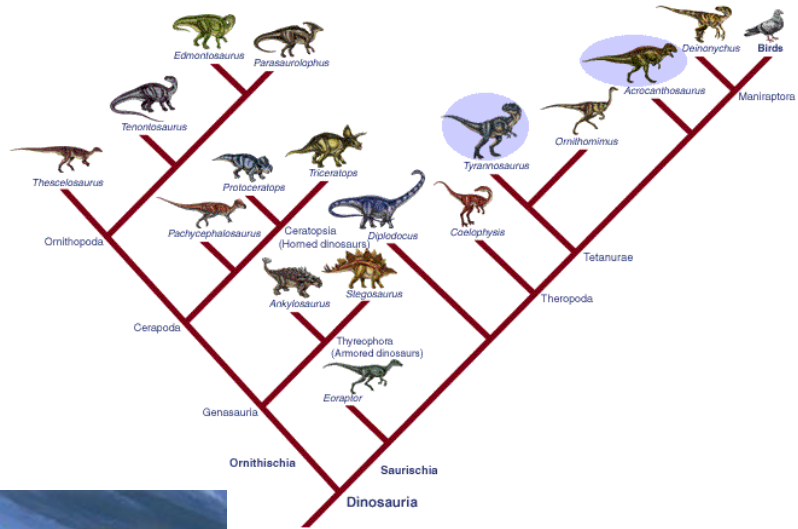
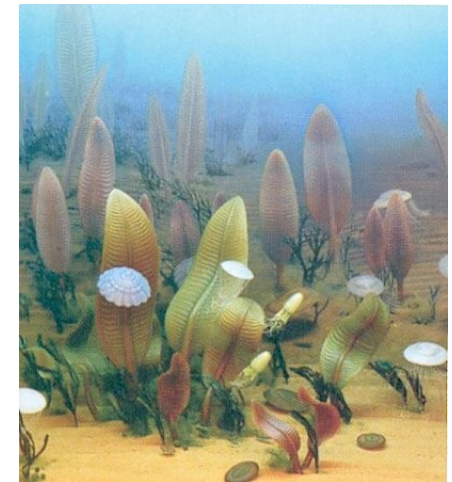


# HISTORIE ŽIVOTA NA ZEMI



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

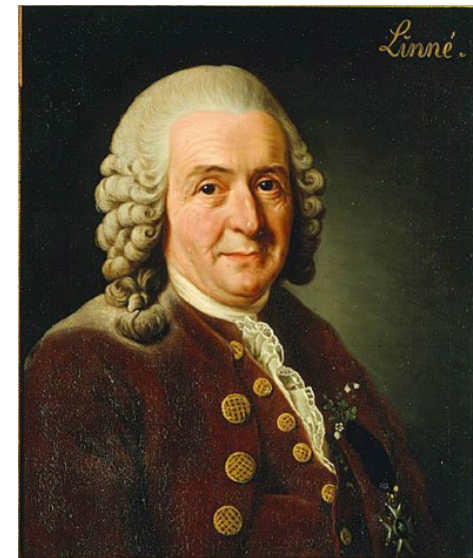
## 1. Předlinnéovská

- 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



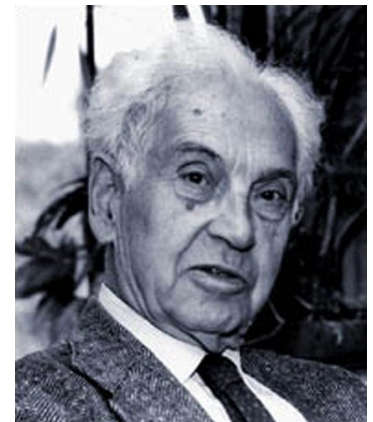
Carolus Linnaeus

### 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

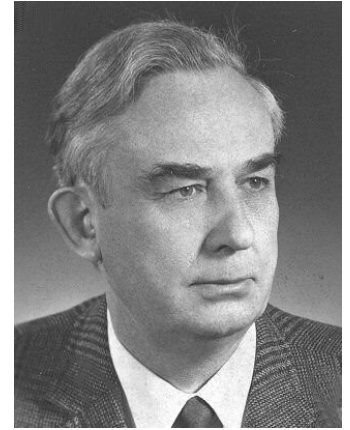


## Numerická taxonomie (fenetika)

- 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

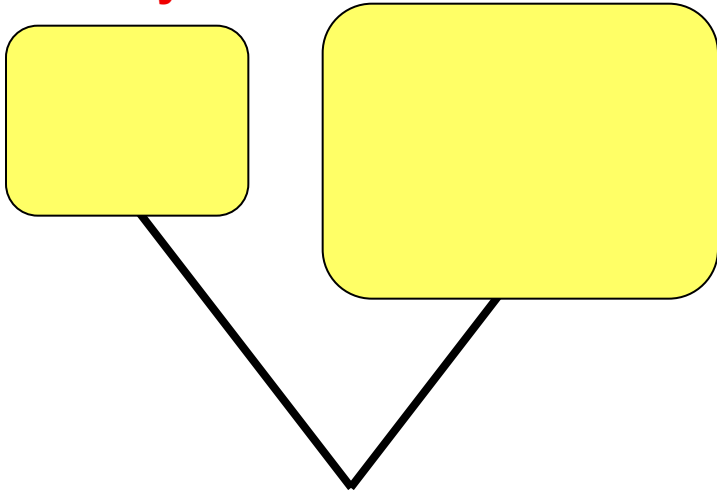
# Fylogenetická systematika (kladistika)

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

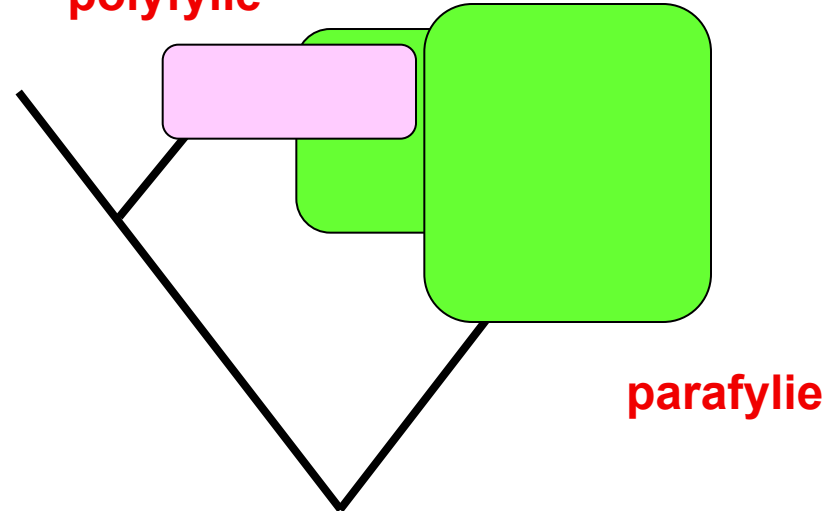


W. Hennig

**monofylie**



**polyfylie**



**parafylie**





# “Pongidae”



Orangutan  
48 chromosomes  
(24 pairs)



Gorilla  
48 chromosomes  
(24 pairs)



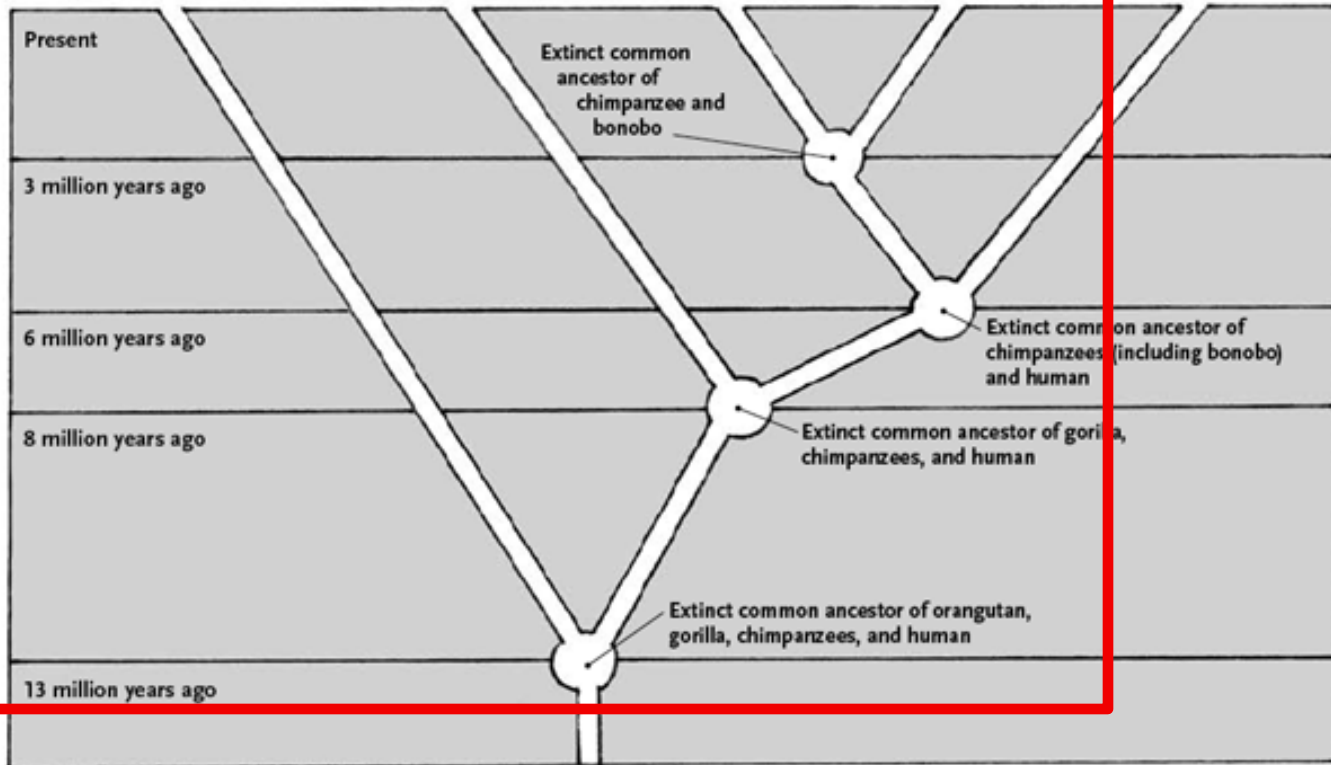
Chimpanzee  
48 chromosomes  
(24 pairs)



Bonobo  
48 chromosomes  
(24 pairs)

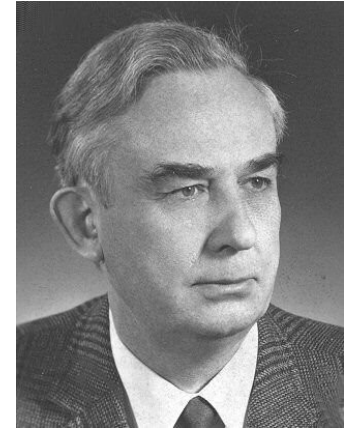


Human  
46 chromosomes  
(23 pairs)

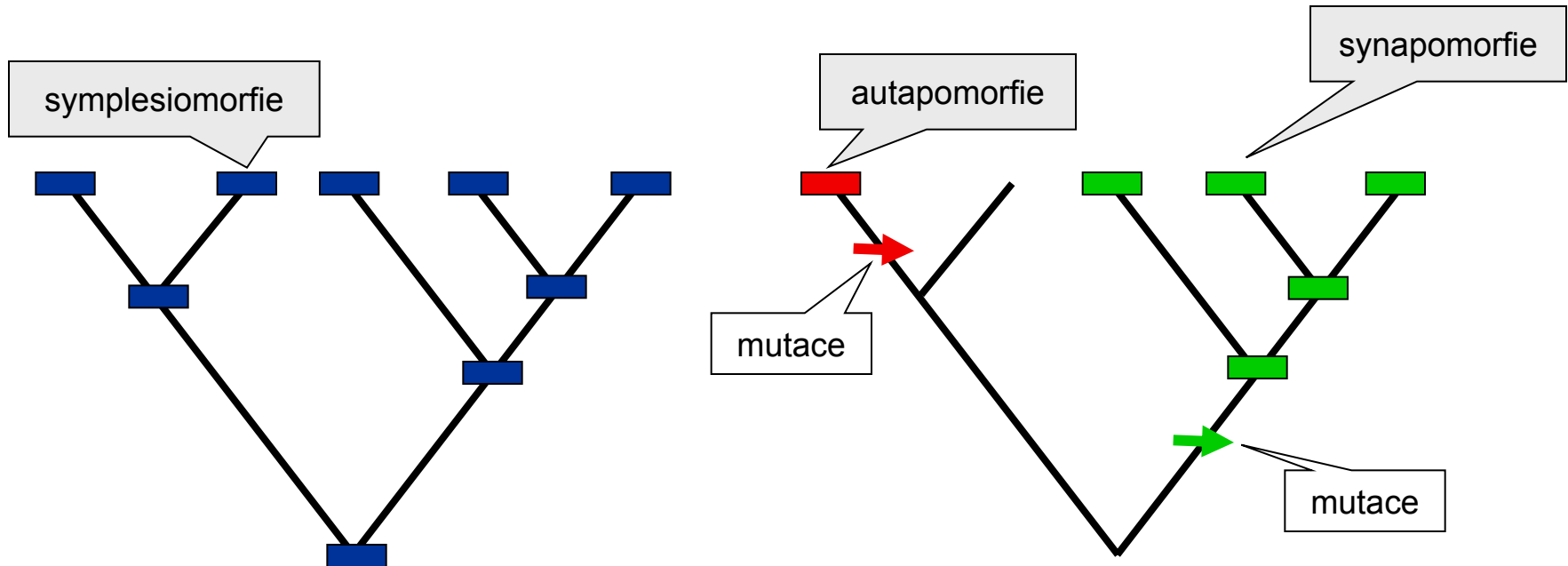


# Fylogenetická systematika (kladistika)

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

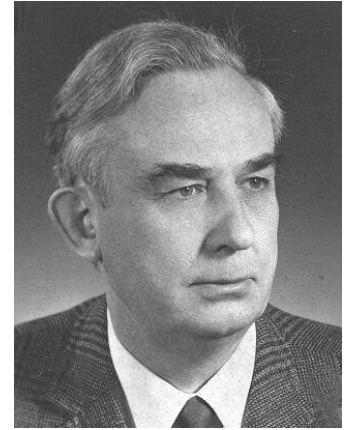


W. Hennig



# Fylogenetická systematika (kladistika)

- 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



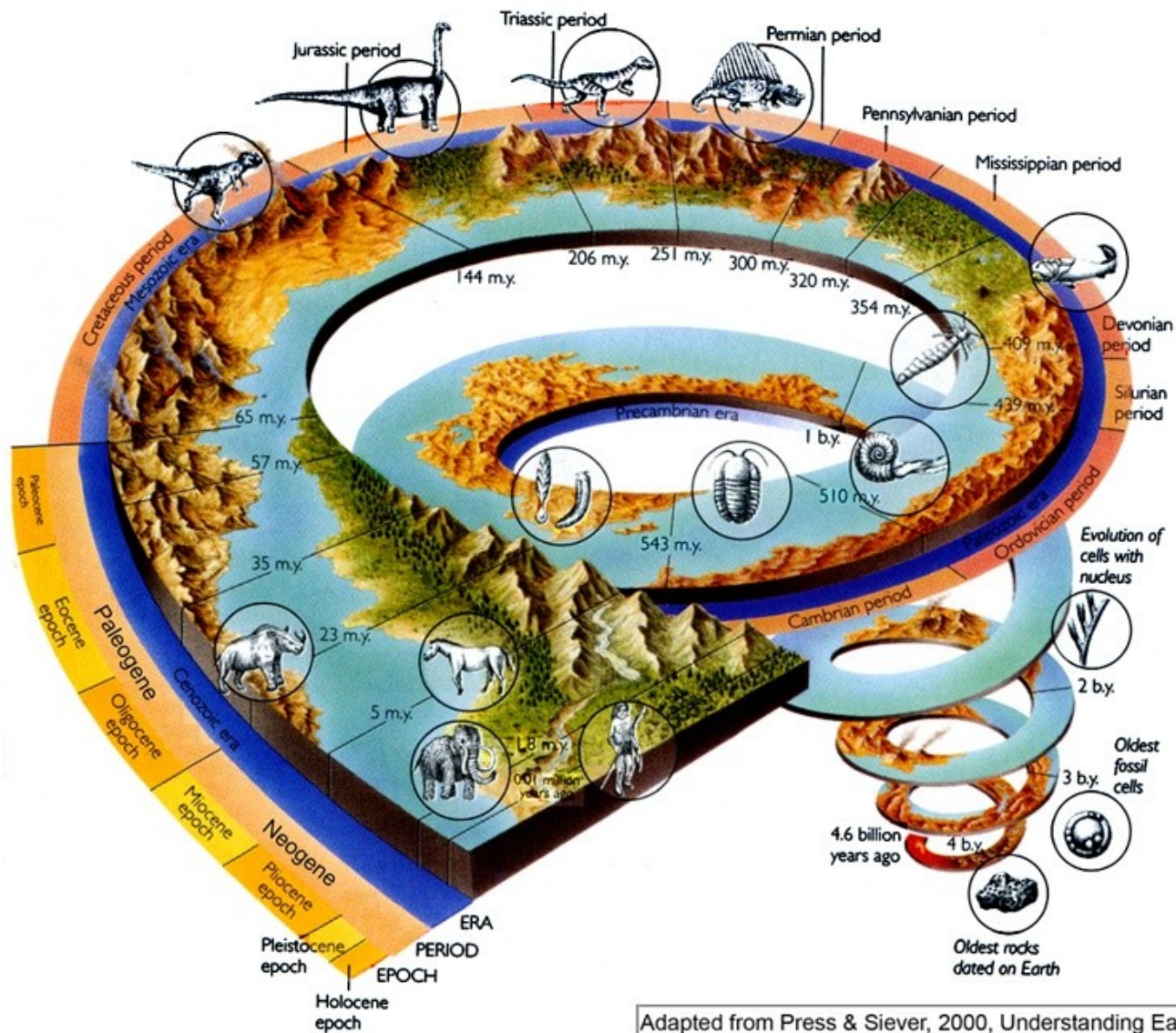
# Evoluční systematika - reakce

- 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)



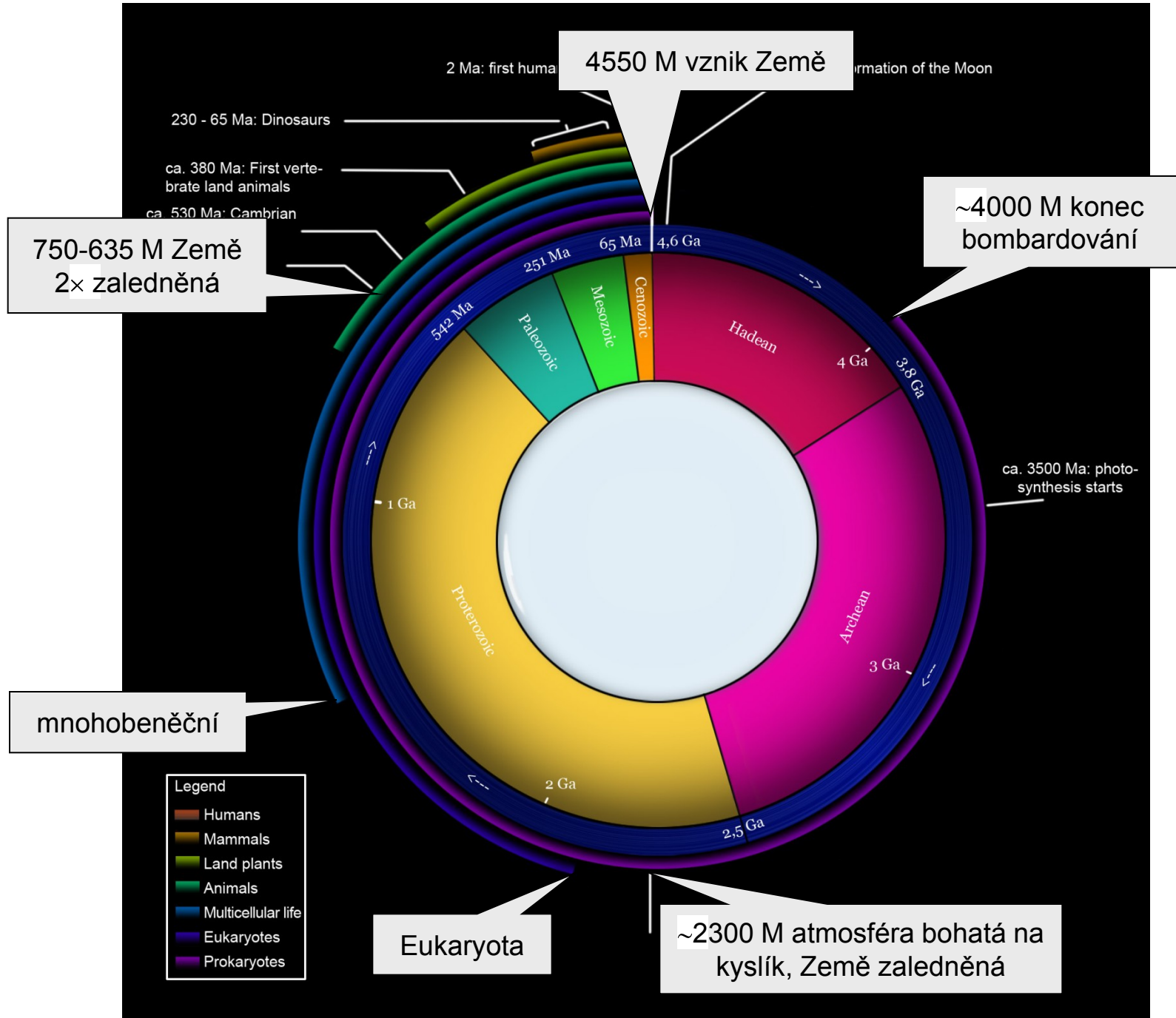
E. Mayr

# Historie života na Zemi



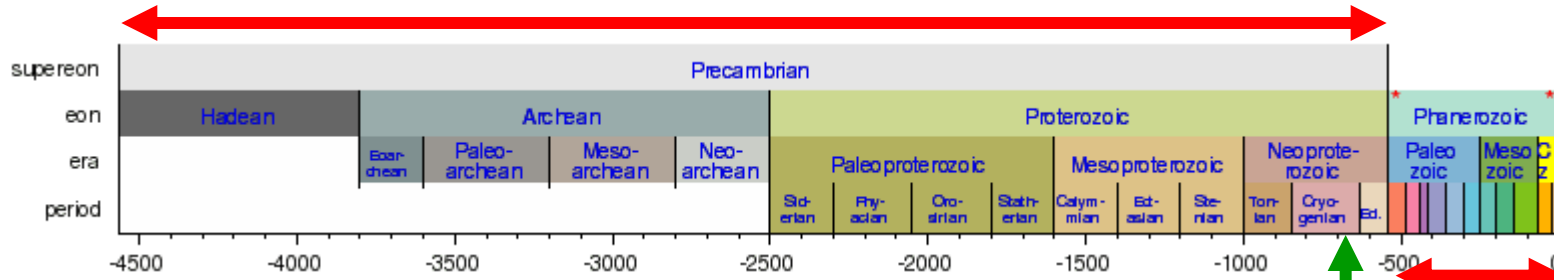
Adapted from Press & Siever, 2000, Understanding Earth







# Prekambrium

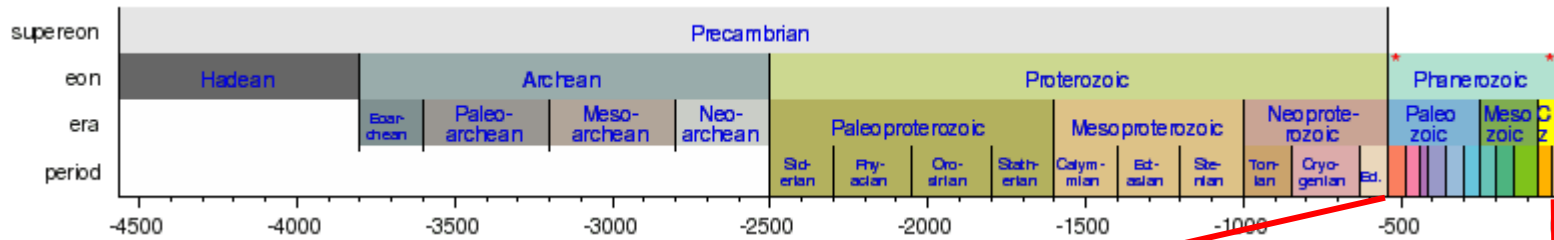


**eon** Hadaikum (Hadean) Archaikum (Archean) Proterozoikum (Proterozoic) Fanerozoikum

Ediakarská fauna (Vendian) ~635 M



# Fanerozoikum

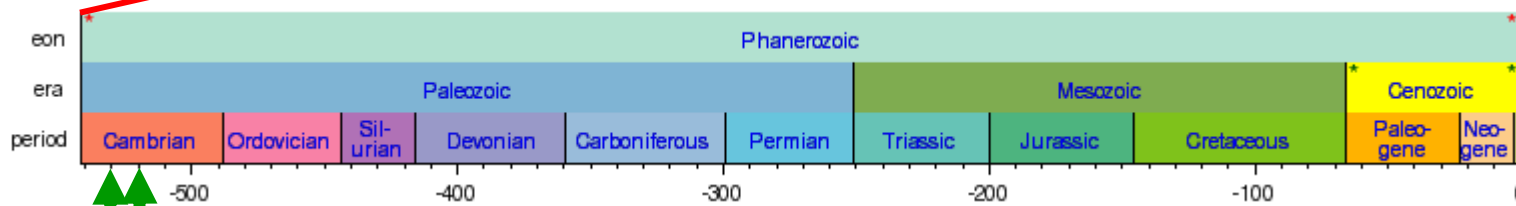


## éra

Paleozoikum

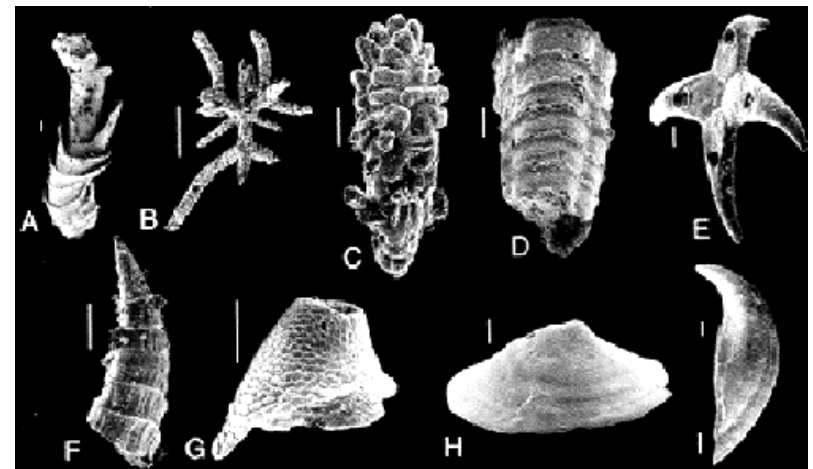
Mesozoikum

Kenozoikum



Tommotiánská fauna  
(Tommotian) ~530 M

Burgessova břídlice  
(Burgess Shale) ~520 M

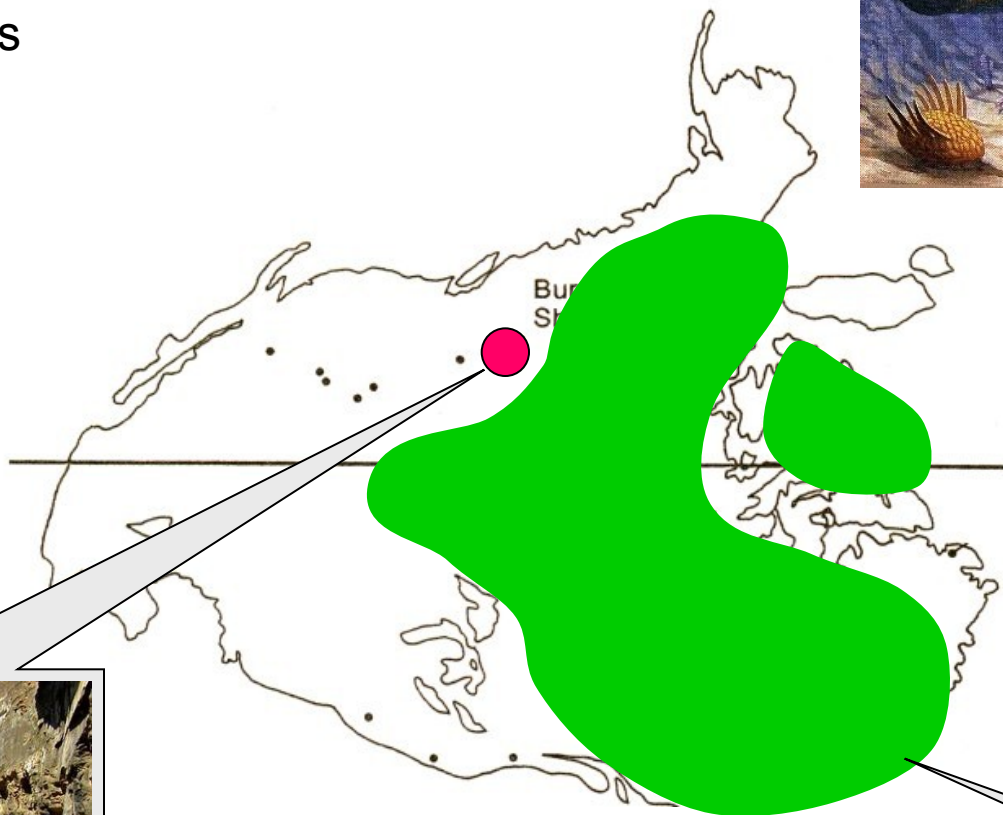




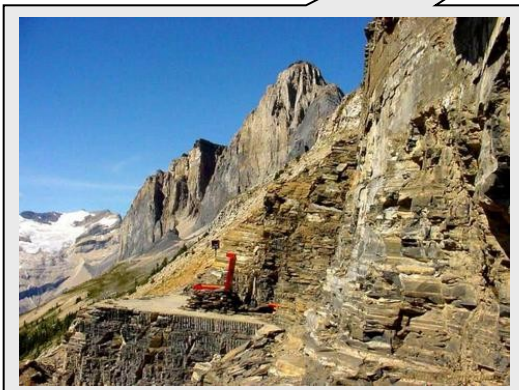
# Kambrická exploze

## Burgessova břidlice (Burgess Shale)

- Canadian Rockies

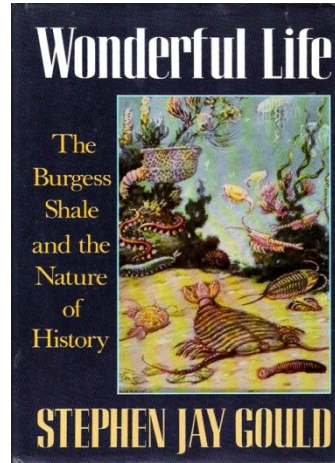
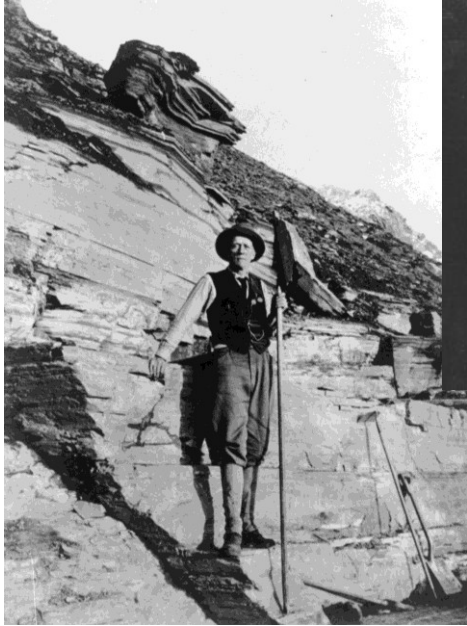


kontinent

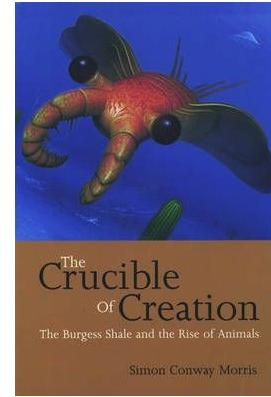




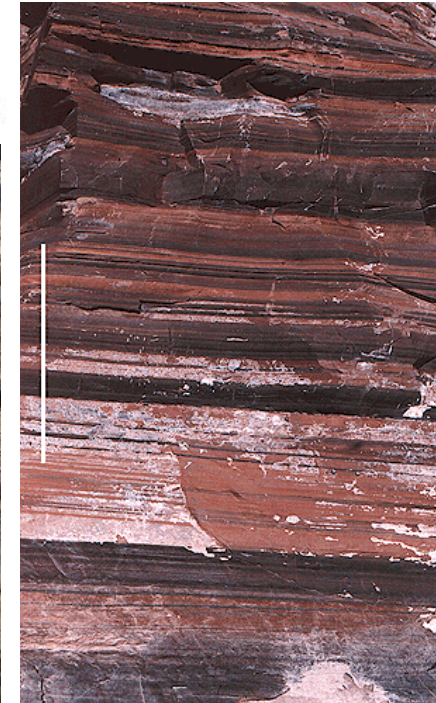
# Charles Doolittle Walcott (1909)



S.J. Gould

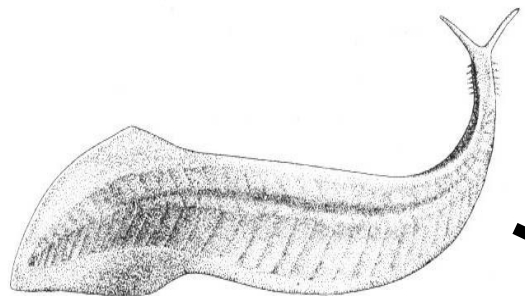


Simon Conway Morris

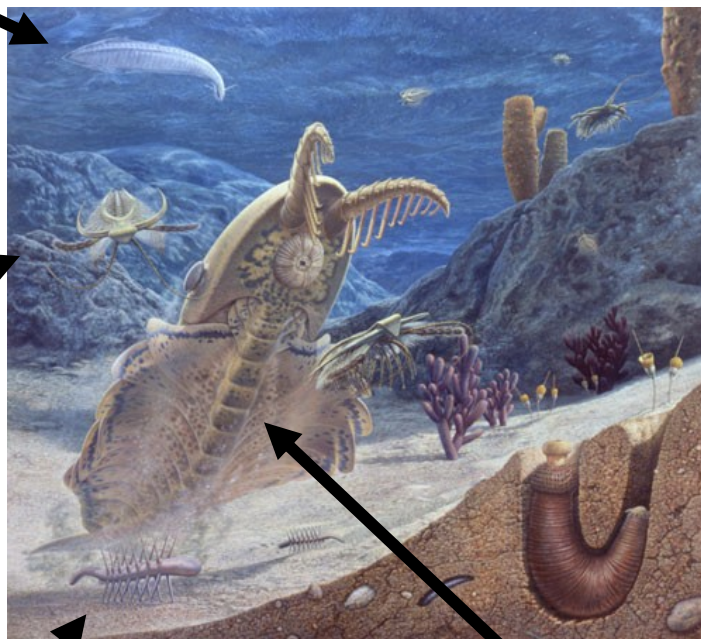




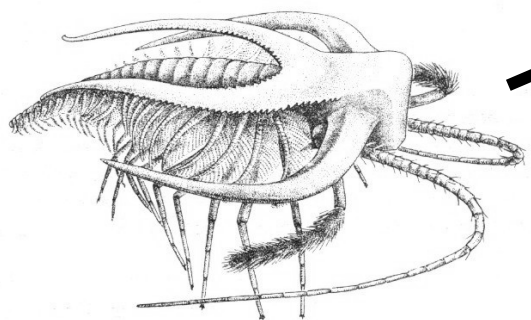
*Pikaia gracilens*



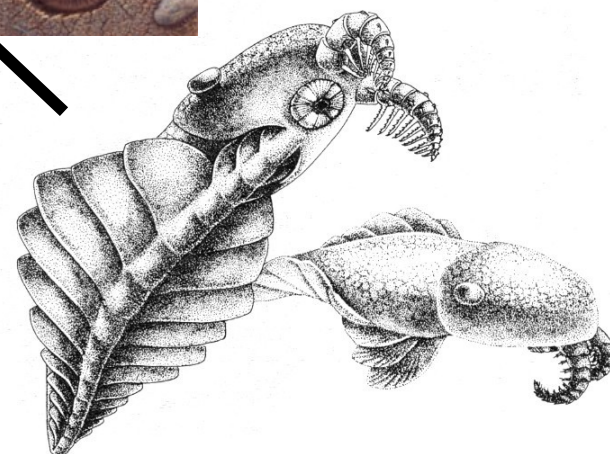
*Yohoia*



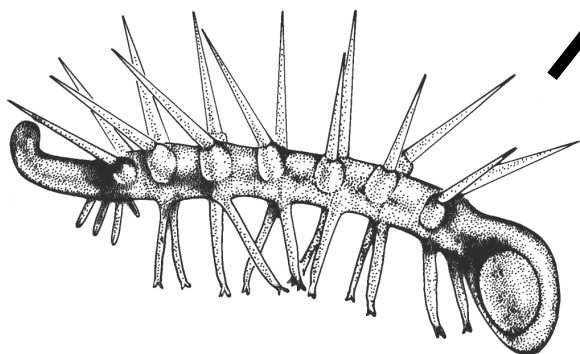
*Marella*



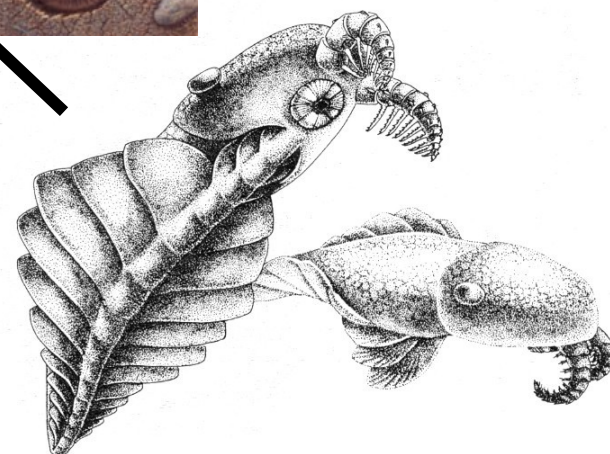
*Anomalocaris nathorsti*



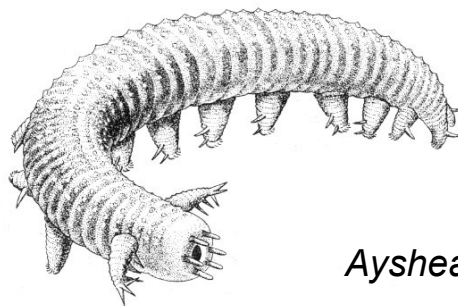
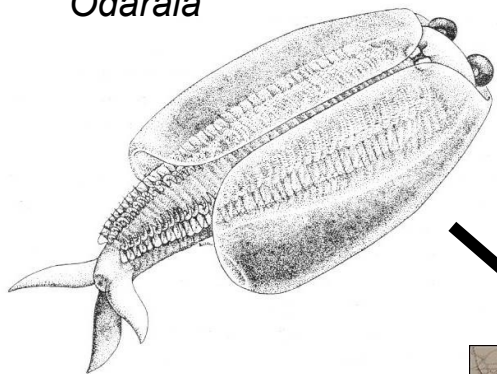
*Hallucigenia*



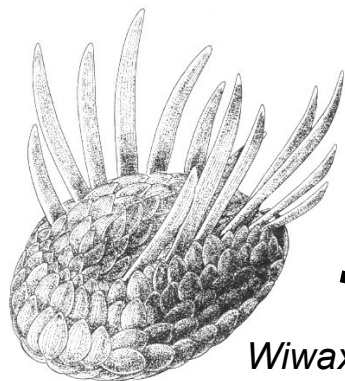
*A. canadensis*



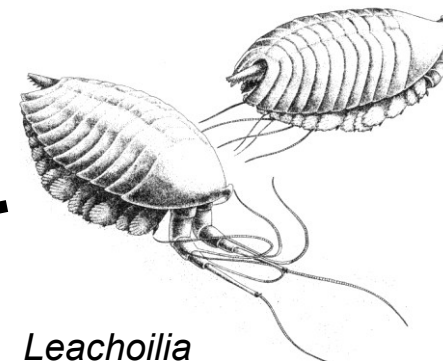
*Odaraia*



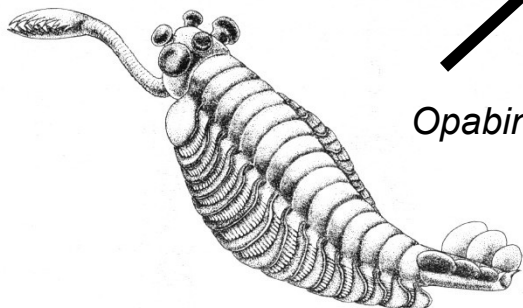
*Aysheaia*



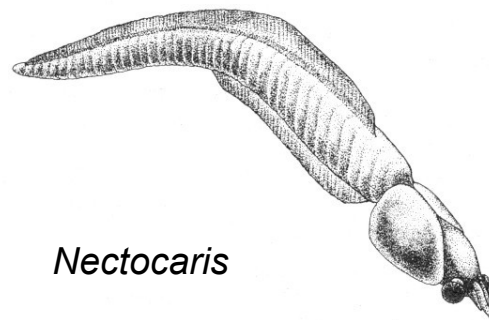
*Wiwaxia*



*Leachoilia*

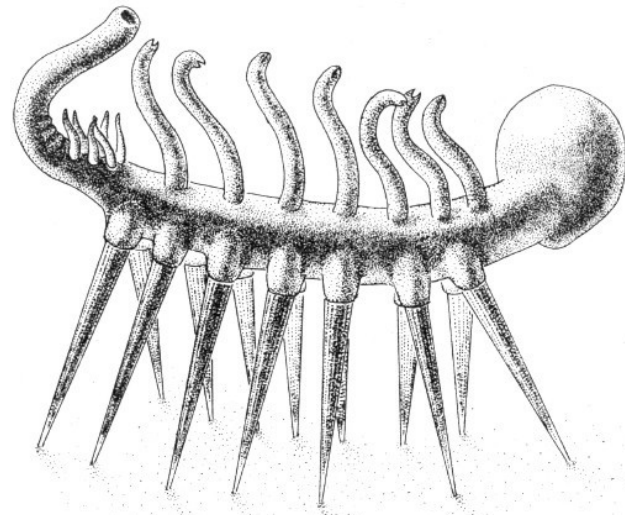
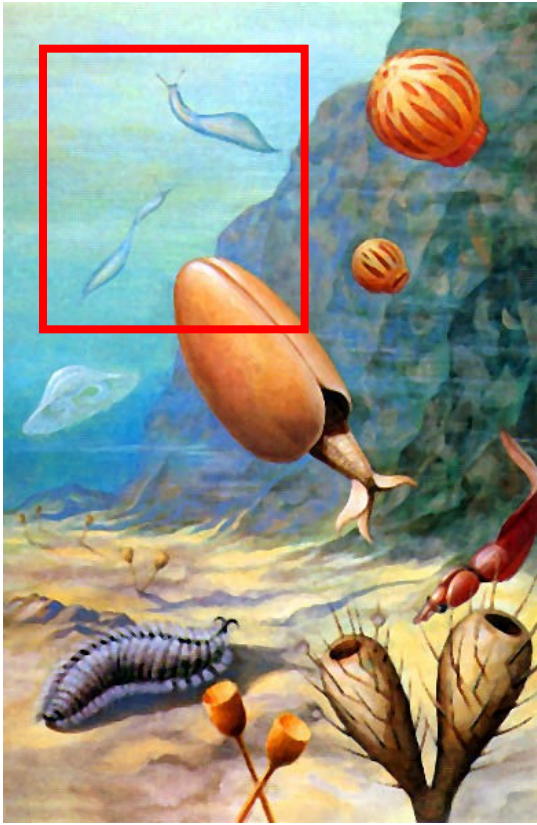


*Opabinia*

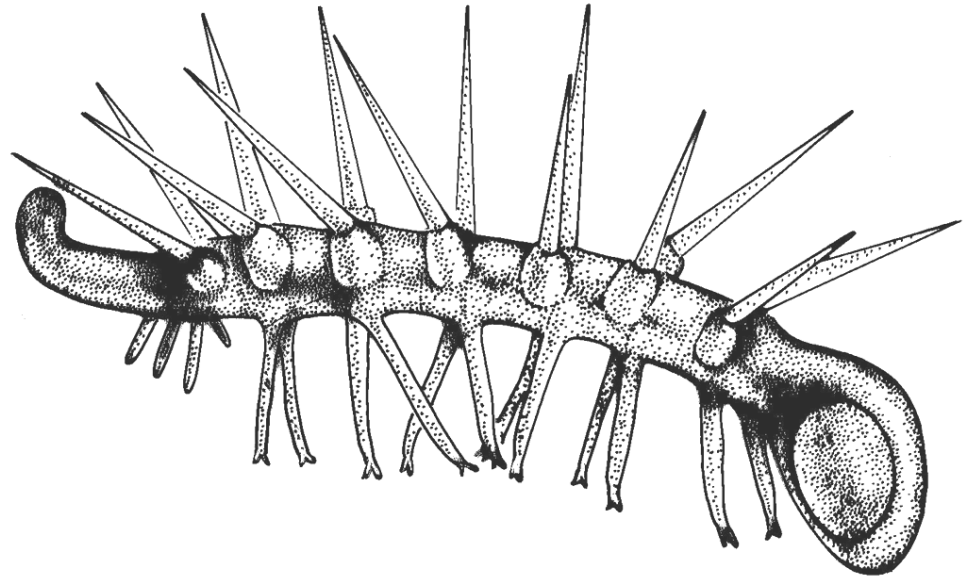


*Nectocaris*

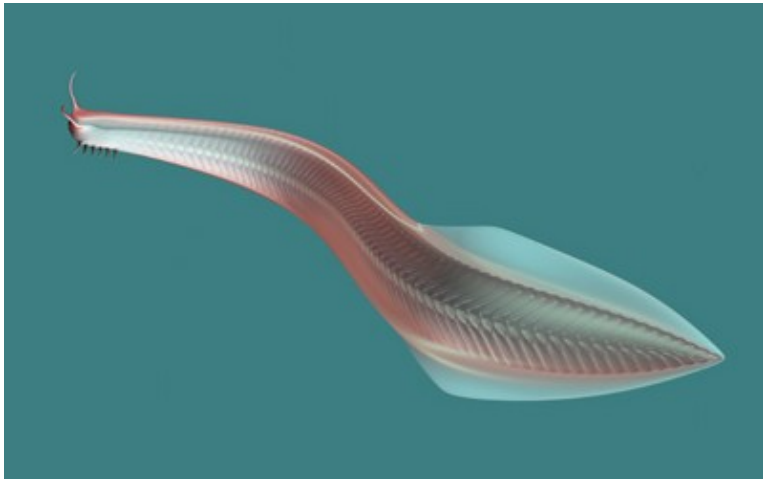




*Hallucigenia*

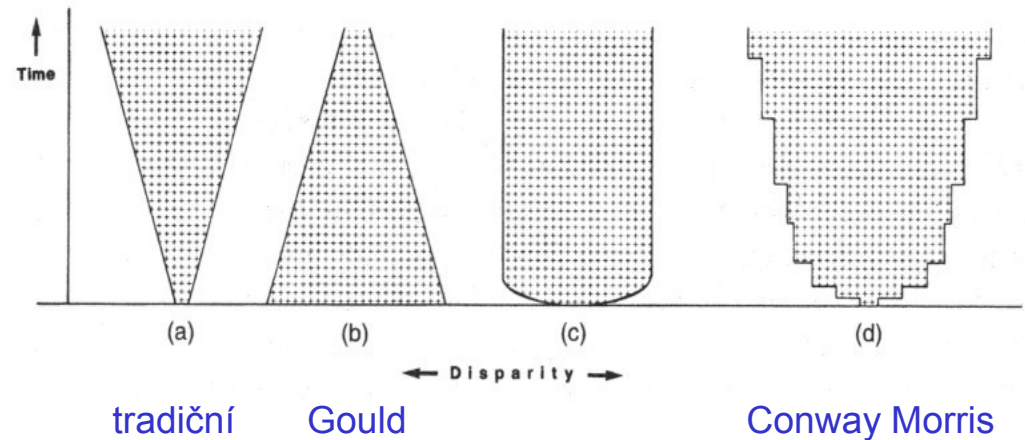
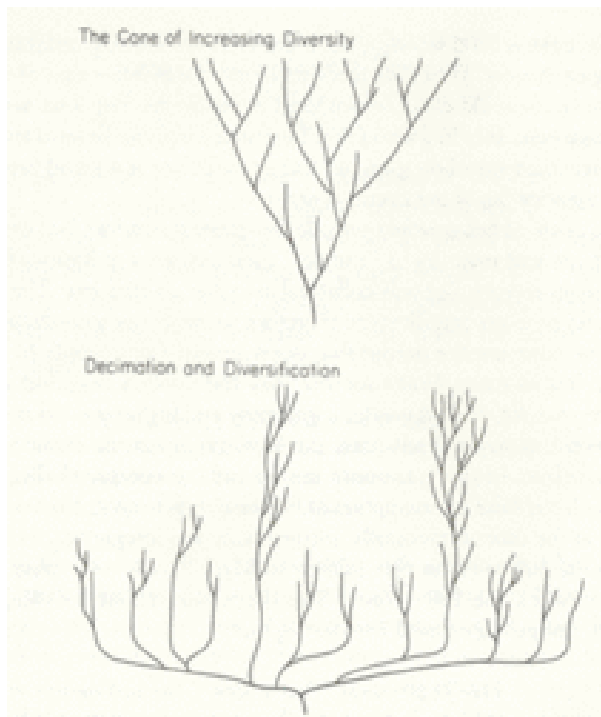


*Pikaia gracilens* (Chordata)



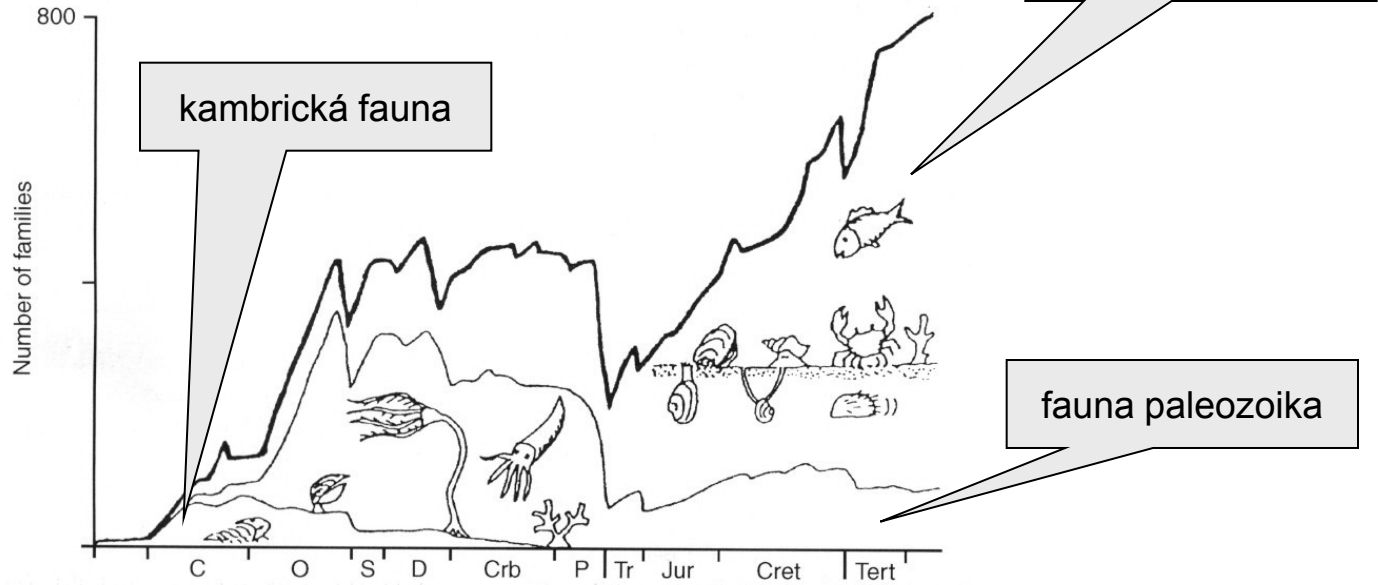
## diverzita a disparita:

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



# Fanerozoikum

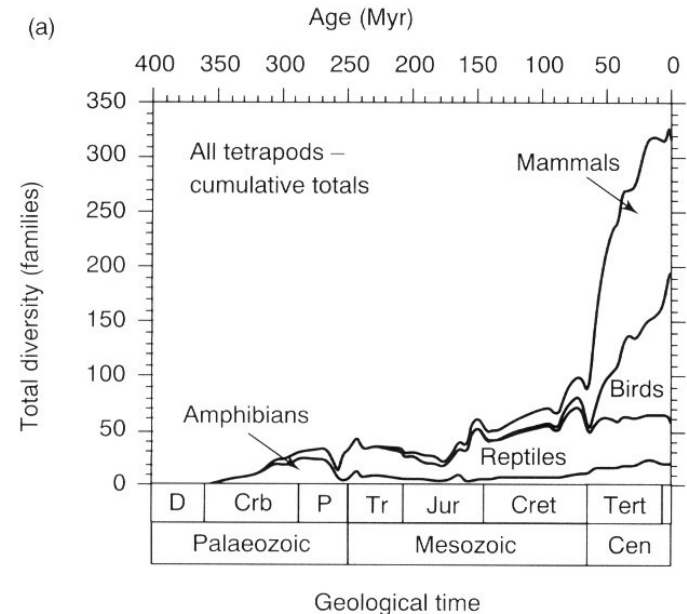
růst diverzity



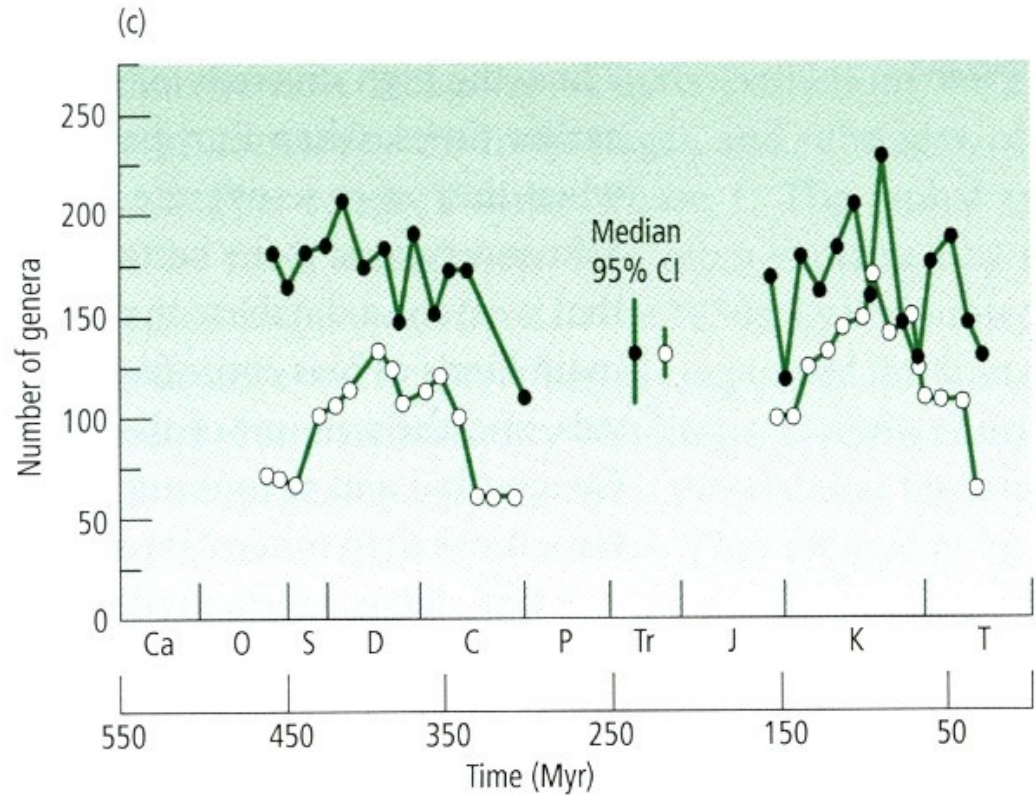
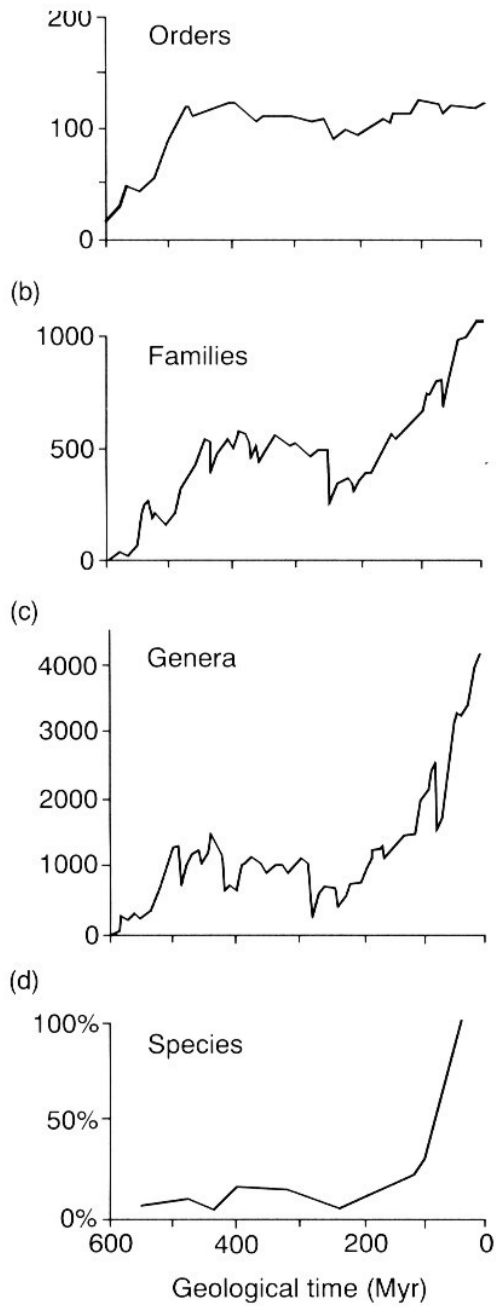
Jack J. Sepkoski (1981): logistický model

Michael J. Benton (1997):

- křivka pro suchozemské organismy odlišná
- exponenciální model

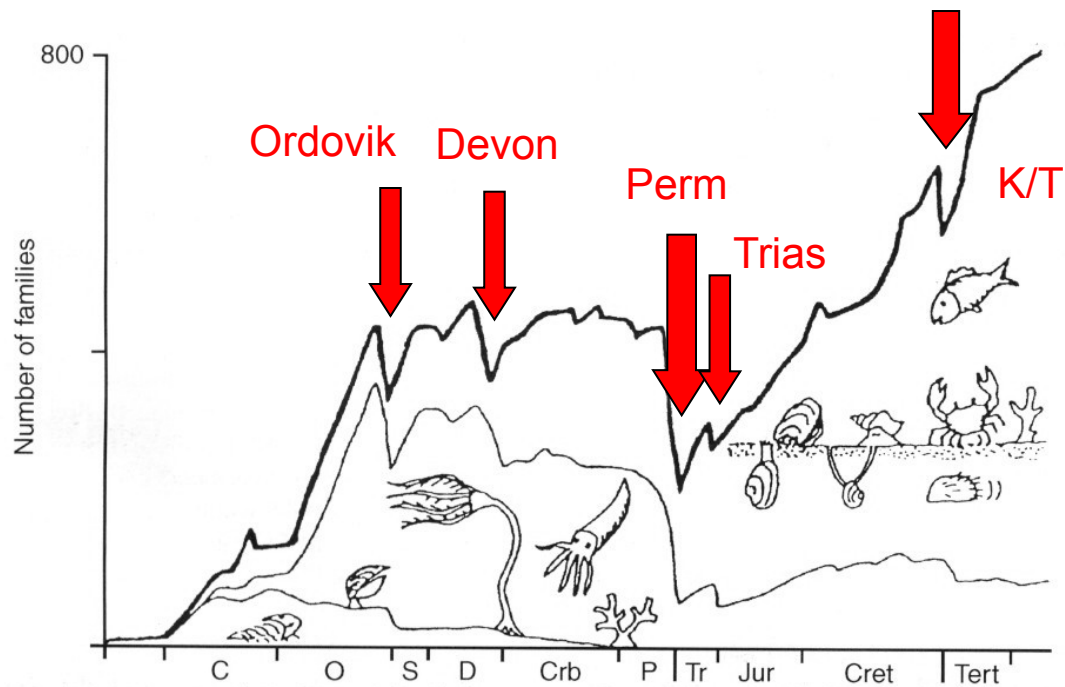


M. J. Benton (1997):



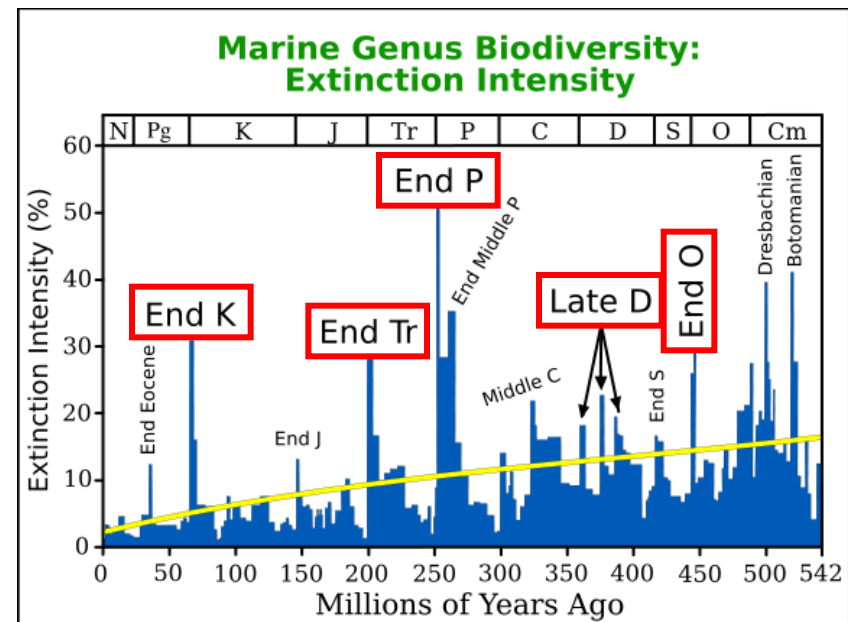
bereme-li v úvahu nekompletnost fosilního záznamu → žádný trend?





## Extinkce:

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



# Paleozoikum

## Kambrium:

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

...

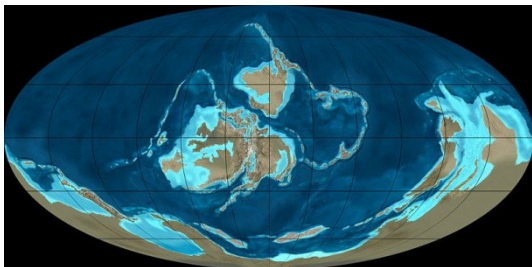
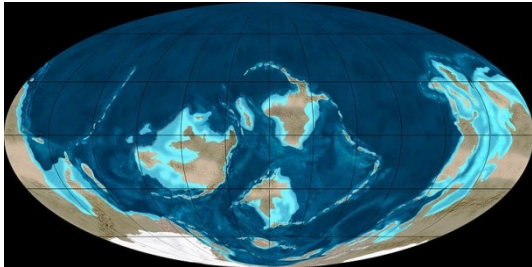
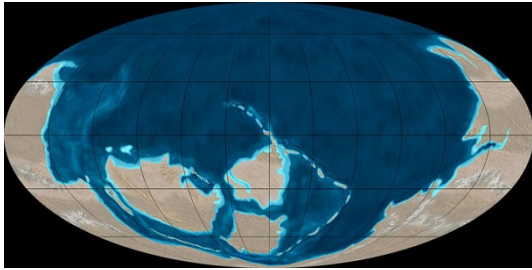
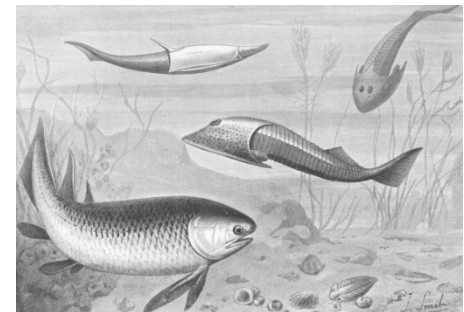
## Ordovik:

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



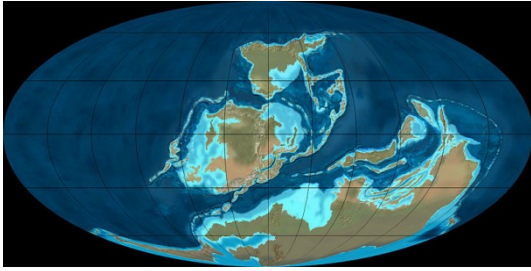
## Silur:

čelistnatci  
první suchozemské o.  
(rostliny, štíři)



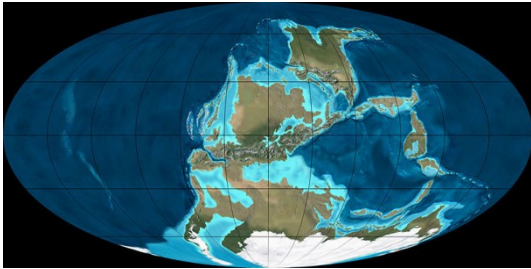
Laurentia+Baltica = Laurasia





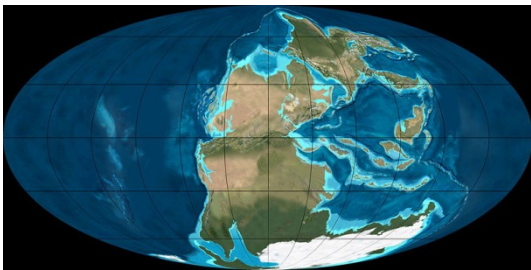
## Devon:

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



## Karbon:

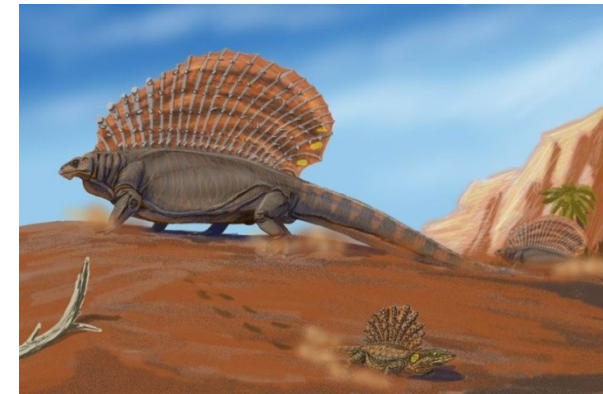
přesličky, hmyz, první plazi



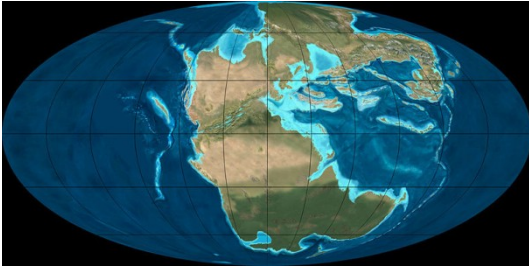
## Perm:

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

*Edaphosaurus*  
(Pelycosauria)



# Mesozoikum



## Trias:

motýli, dvojkřídli

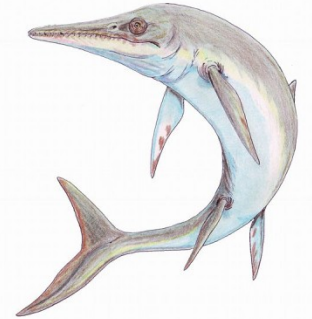
radiace plazů (želvy, ichthyosauři, plesiosauři, pterosauři, archosauři)

konec triasu: dinosauři, savci, 4. extinkce

synapsidní plaz  
Pelycosauria  
(*Palaeohatteria*)



archosauři



ichthyosauři



Therapsida



plesiosauři



cynodont  
(*Cynognathus*)

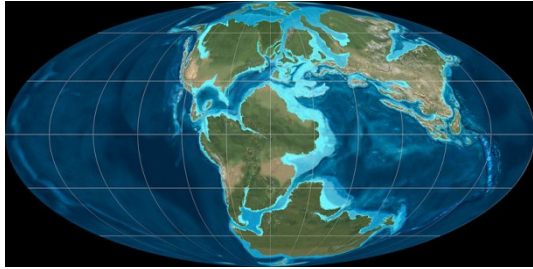


pterosauři

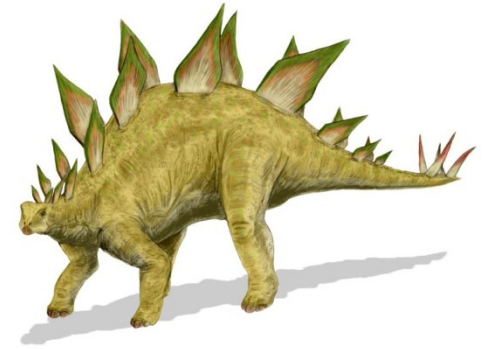


primitivní savec (*Castorocauda*)

# Mesozoikum



**Jura:**  
kostnaté ryby  
evoluce ptáků

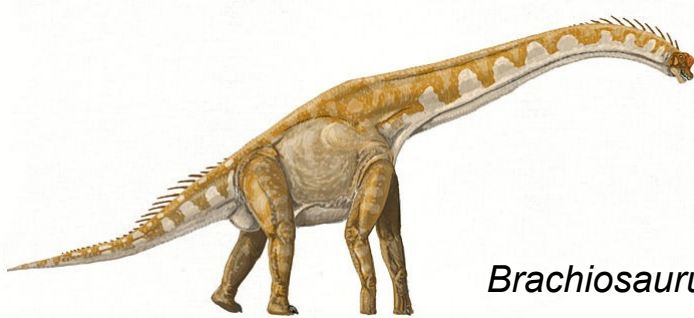


*Stegosaurus*

**Saurischia**

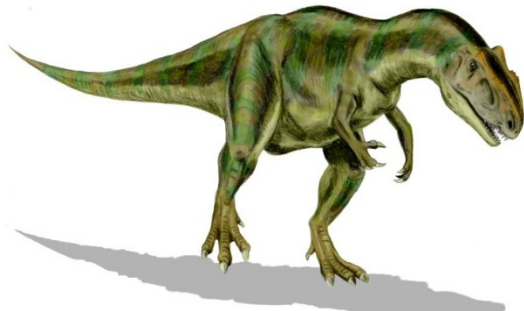
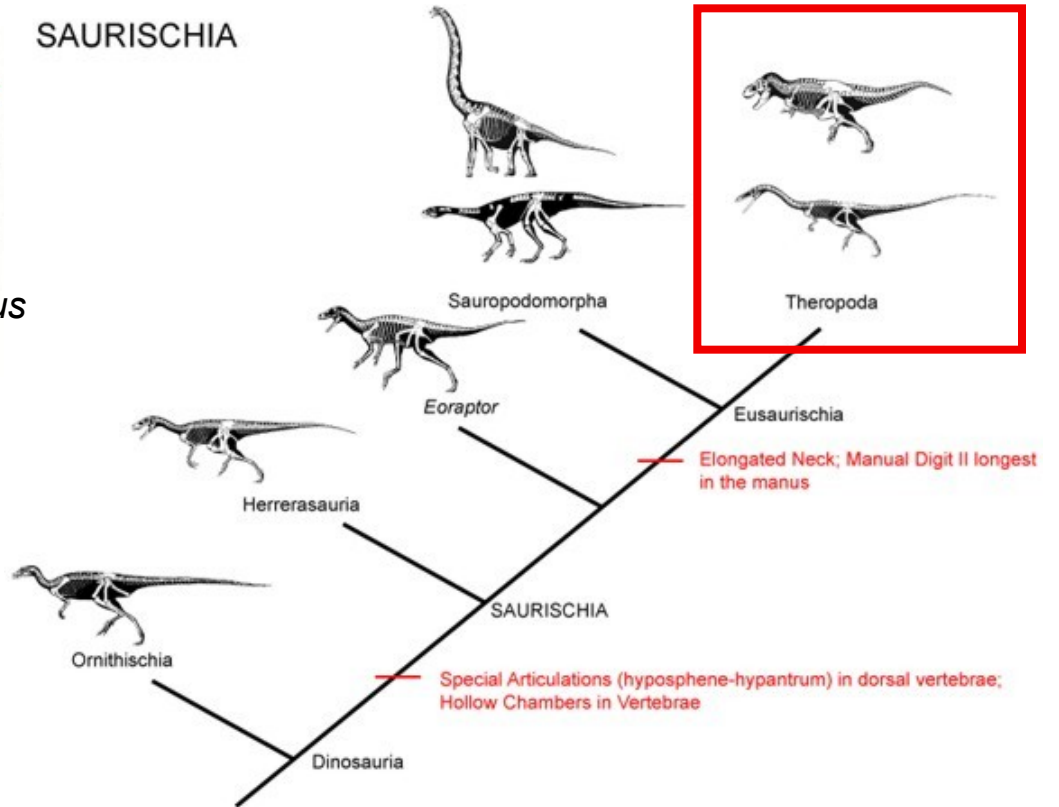
dinosauři

**Ornithischia**



*Brachiosaurus*

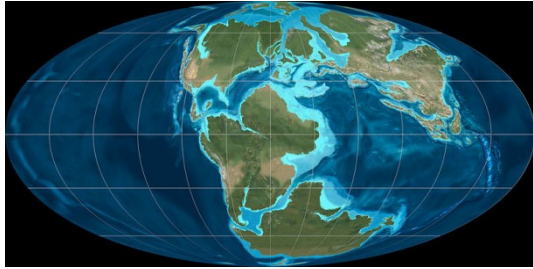
SAURISCHIA



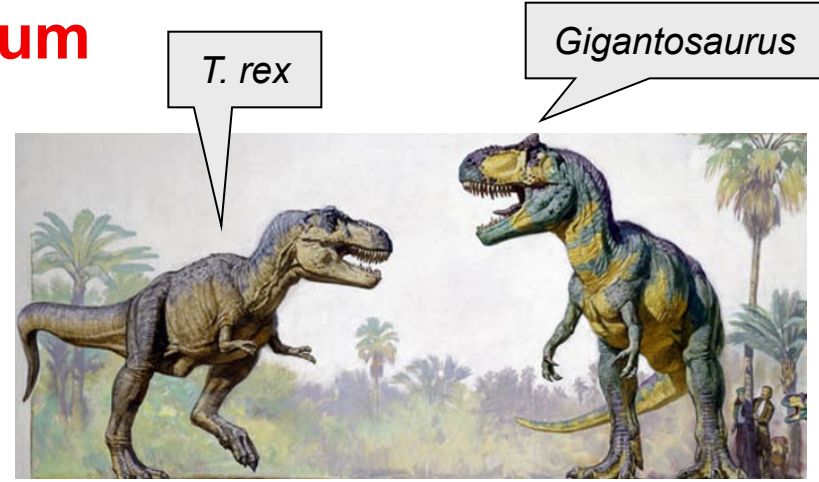
*Allosaurus*



# Mesozoikum



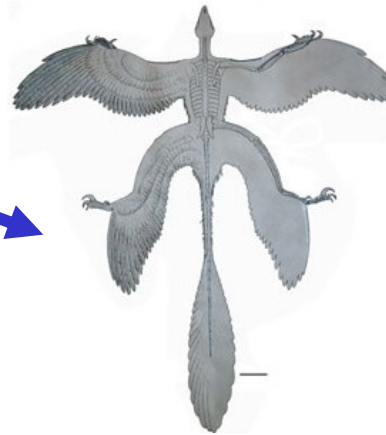
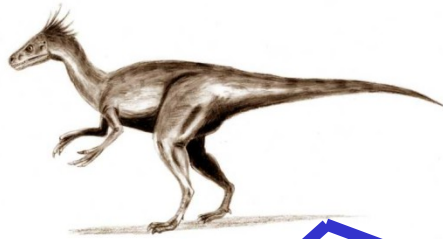
**Jura:**  
kostnaté ryby  
evoluce ptáků



theropodní dinosauři

Maniraptora

tyrannosauři  
(křída)



ptáci

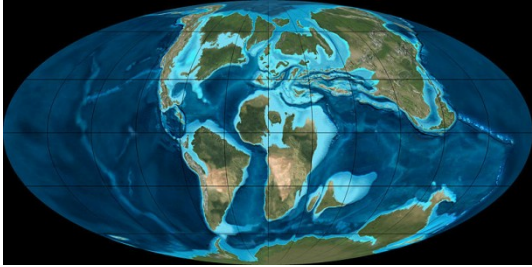


*Archaeopteryx lithographica*

*Microraptor gui*

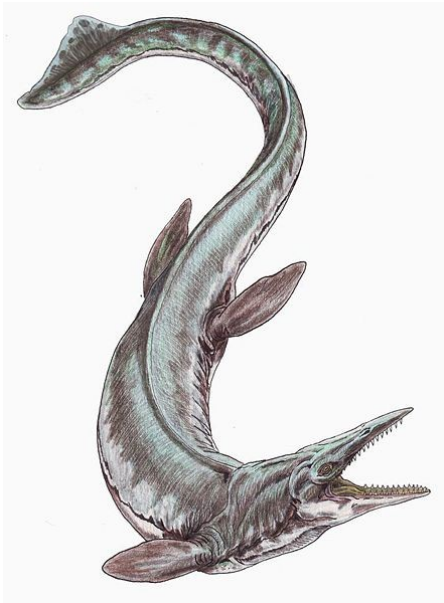


# Mesozoikum

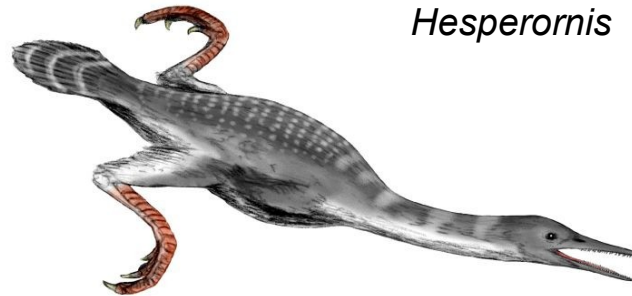


## Křída:

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



mosasauři

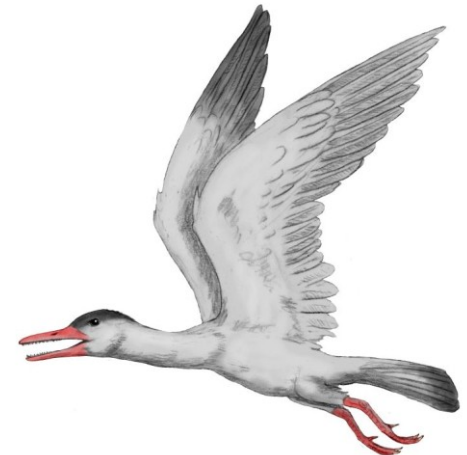


*Hesperornis*

*Ichthyornis*

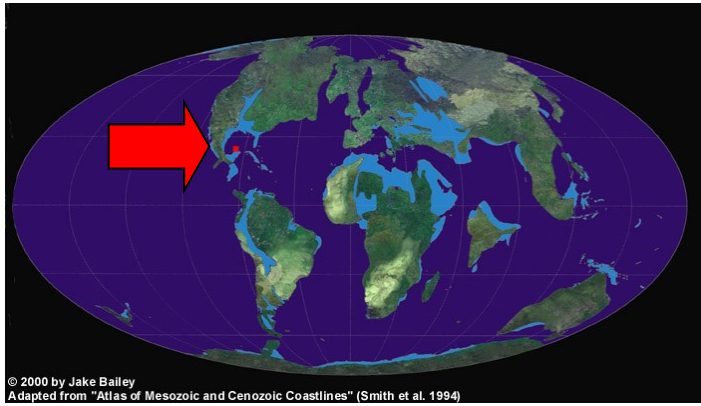
na konci křídly: 5. extinkce, 65 M

→ otázka příčiny





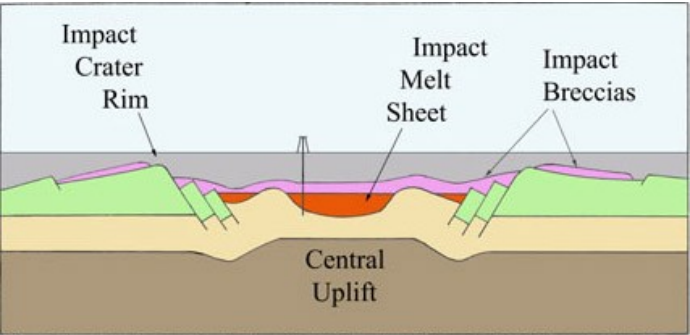
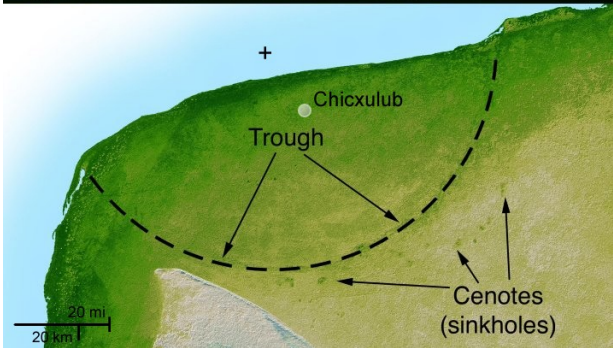
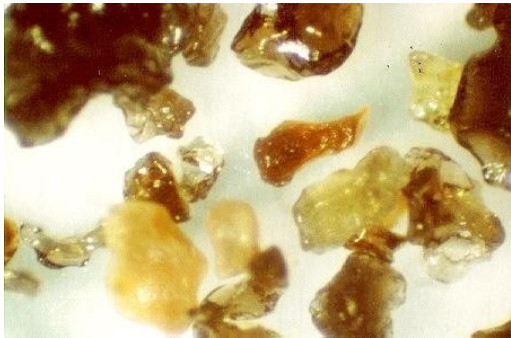
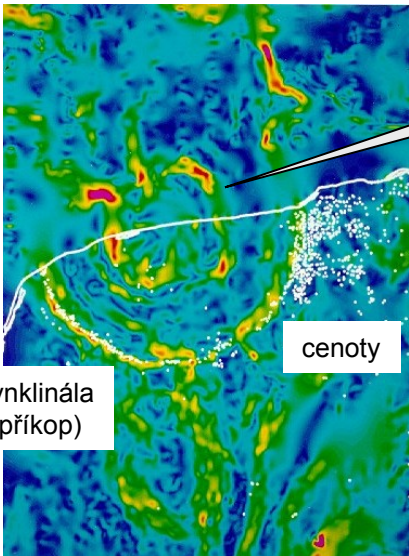




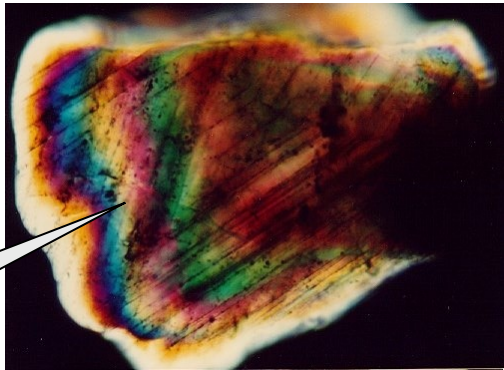
kráter Chicxulub (Mexiko)



mapa gravitačního pole



šokový krystal

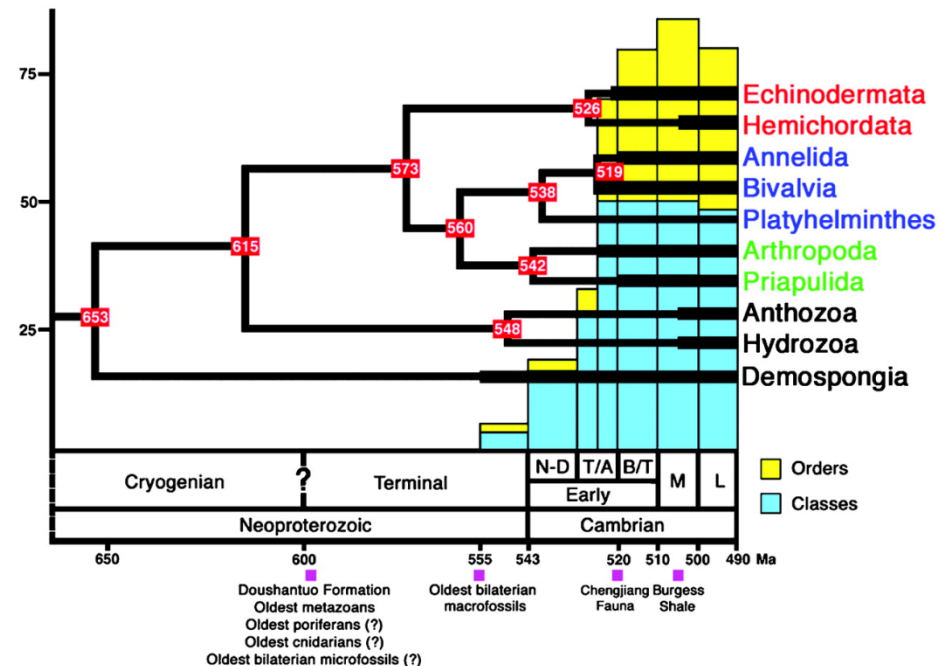


# Paleontologická vs. molekulární data

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)

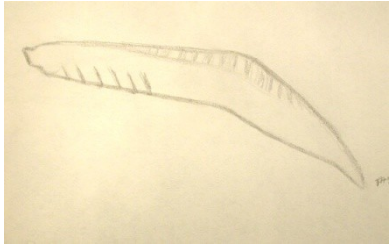


# Paleontologická vs. molekulární data

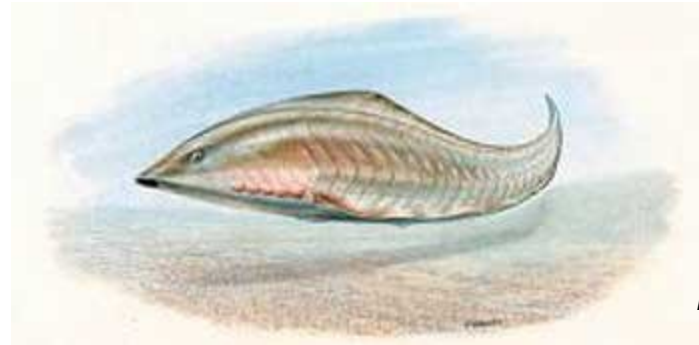
otázka vzniku živočišných kmenů a savčích a ptačích řádů

## Kambrická exploze?

- fauna z Chengjiang (Čína) ~ 525 M

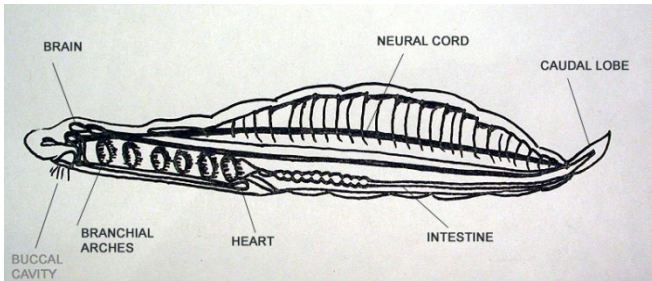


*Yunnanozoon lividum*



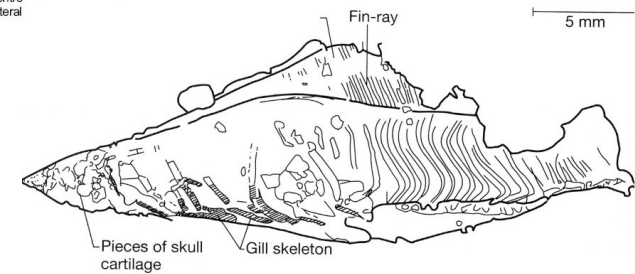
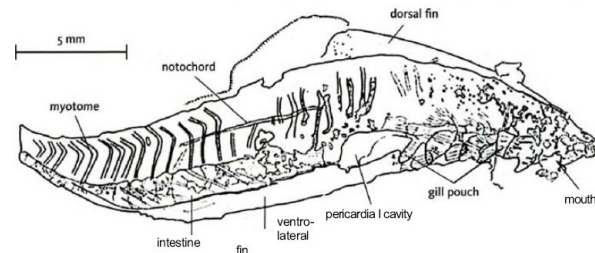
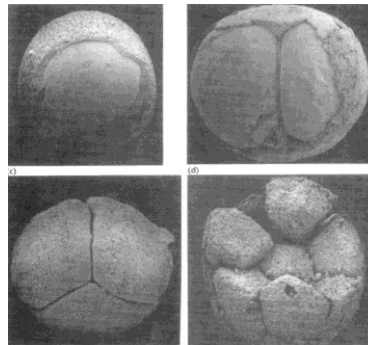
*Myllokunmingia*

*Haikouella lanceolata*



*Haikouichthys ercaicunensis*

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



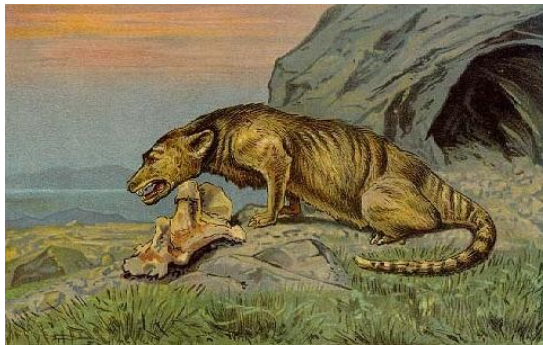


# Paleontologická vs. molekulární data

otázka vzniku živočišných kmenů a savčích a ptačích řádů

recentní skupiny savců a ptáků a K/T hranice

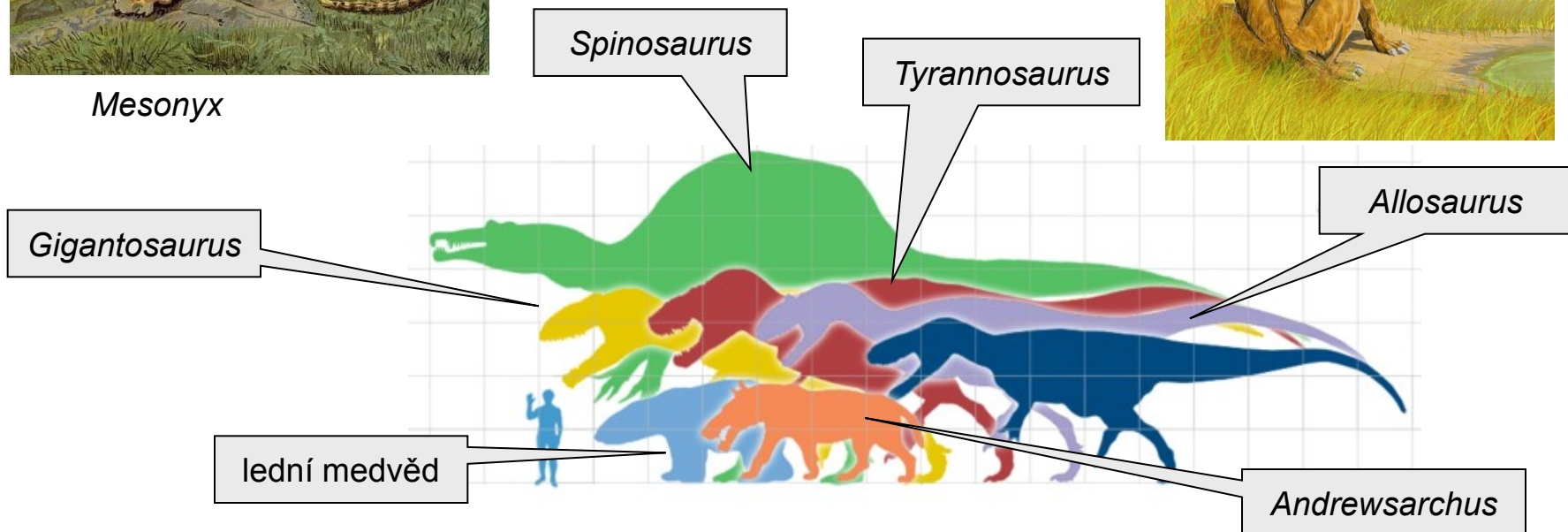
- evoluce kytovců: mesonychidi → přechod do vody → kytovci



*Mesonyx*



*Andrewsarchus  
mongolicus*



# evoluce kytovců

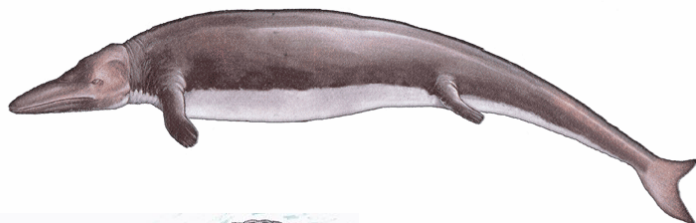


mesonychidi ~ 56 M



*Pakicetus* 56-34 M

*Ambulocetus* 50-49 M



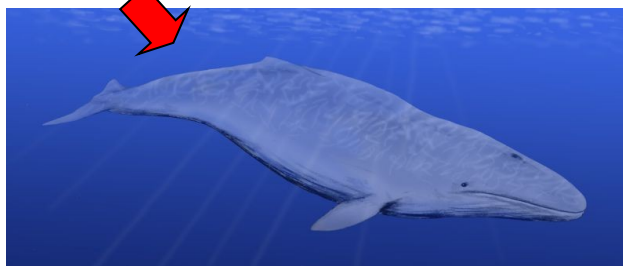
*Dorudon* 41-33 M



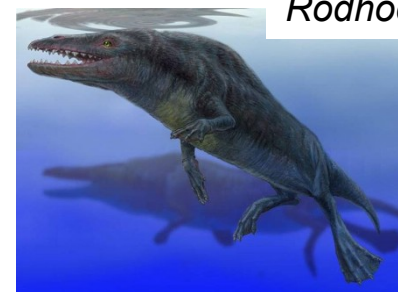
*Rodhocetus* 47 M



*Basilosaurus* 40-34 M

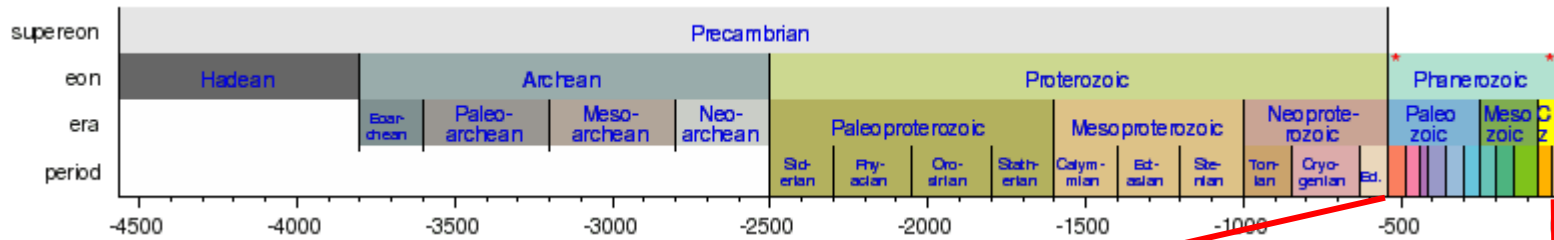


*Cetotherium* 15 M

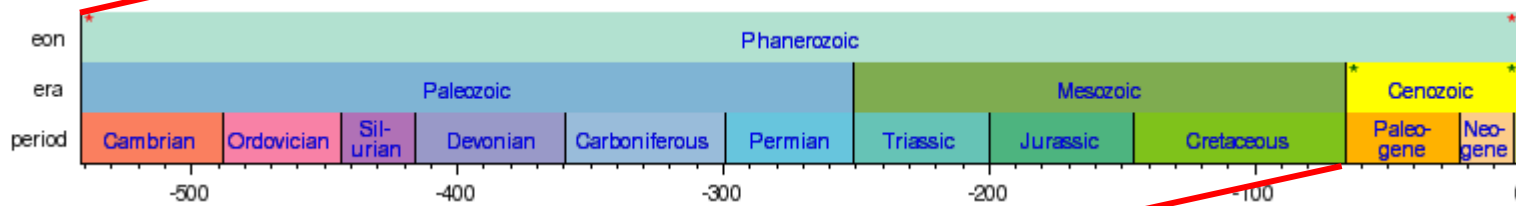




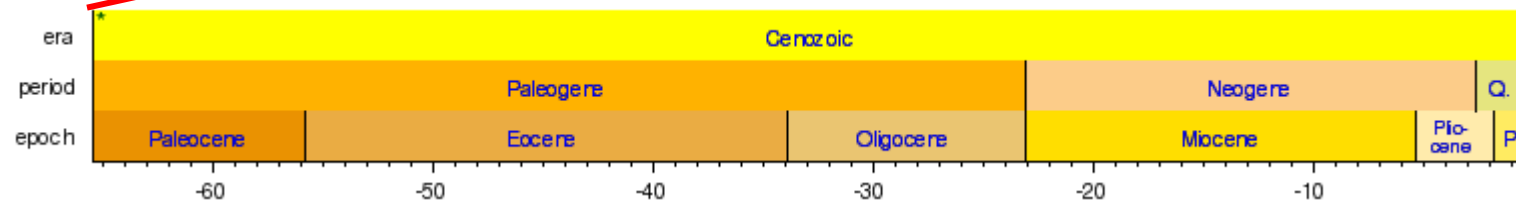
**eon: Fanerozoikum**



**éra** Paleozoikum Mesozoikum Kenozoikum



**perioda** Paleogén Neogén



**epocha** Paleocén Eocén Oligocén Miocén Plio- Pleisto-

# 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

