

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

Epistemologie hromadných vymírání a příčiny krizí

Rostislav Brzobohatý

Výběrovka 15

Epistemologie hromadných vymírání a biotických krizí

- **Definice HV - vymizení relativně velkého procentuálního podílu druhů (75%) různých taxonomických skupin během krátkého úseku geologického času (10^3 - 10^6 roků) v globálním měřítku**
- **Problémy: měření vymírajících druhů, rychlost („náhlost“) vymírání, problém taxonomie**
- **Korelace mezi záznamy velkých událostí a biotickými krizemi (empirická zjištění):**
 - 1) **eustatické změny mořské hladiny (příčiny: desková tektonika, změny klimatu)**
 - 2) **černé břidlice (ohřátí mořské vody, anoxie, ochlazení mořské vody)**
 - 3) **posun v poměrech stabilních izotopů ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)**
 - 4) **zvýšené obsahy prvků v horninách (siderofilní, chalkofilní)**
 - 5) **magnetická polarizace (normální, reverzní)**
 - 6) **desková tektonika**
 - 7) **vulkanická aktivita (trapy)**
 - 8) **zalednění (ice-house, green-house)**
 - 9) **mimozemské impakty**
 - 10) **katastrofická uvolnění klatrátů metanu**
 - 11) **supernovy**
 - 12) **GTME**
 - 13) **Sluneční supererupce**

Provázání a vzájemné vztahy většiny událostí

Ad 1) **Eustatické změny**

Příčiny:

- a) **Desková tektonika – růst středooceánských hřbetů – probíhá na dlouhých časových škálách (cyklus regrese-transgrese)**
regrese – ztráta kontinentálních šelfů jako prostředí pro velkou část fosilizovatelné bioty (většinou spojeno s poklesem teploty)

- b) **Změna klimatu – růst nebo rozpouštění polárních čepiček => regrese-transgrese, změny intenzity a směru mořských proudů, převládající cirkulace větrů, změny albeda, kontinentalizace**

Ad 2) **Černé břidlice** – sedimenty s vysokým obsahem C se ukládají v anoxických podmínkách, spojeno většinou s transgresemi a ohřátím mořské vody po rozpuštění polárních čepiček. Ohřev mořské vody = snížení rozpouštění kyslíku (tj. jeho přítomnost v oceánské vodě), hluboké vody jsou málo větrané - OMZ leží vysoko, jejich rozšíření do šelfových prostředí = likvidace šelfových společenstev

Řada vymírání je nepochybně spojena s tvorbou černých břidlic

Jiný oceánský zvrat nastává ochlazením povrchových oceánských vod v takovém rozsahu, že překročí hustotu podložní vody a klesají.

Ad 3) **Posun v poměrech stabilních izotopů**

O: 3 přirozené v přírodě O16 (~99, 75 %) O17, O18 (~0, 2 %)
O18/O16 - závisí na teplotě prostředí a celkovém objemu zemského ledu. Odpařovaná voda – bohatá na lehčí izotop – když se nevrací (ledovce) pak poměr vzrůstá (např. výrazně ve sv. permu)

C: 2 stabilní- C12 (98, 9 %), C13 (1, 1 %), C14 (radioaktivní – stopy)
obecně: karbonáty obohaceny o C13, organická hmota o C12,
fluktuace C13/C12 odráží ráz cirkulace oceánů a velké klimatické změny. V mořských karbonátech (např. schránky živočichů) je stejný jako v CO2 rozpuštěném v mořské vodě – odráží poměry prostředí života v moři, CO2 mořský = CO2 atmosférický
Uvedený poměr = představa o množství biomasy na Zemi zachované v sedimentech konkrétního stáří.
Příkl. = sv. perm, pokles této hodnoty, „Strangelove ocean“
katastrofický pokles fotosyntetizujícího planktonu.

Formální vyjádření = delta C13 (= rozdíl mezi poměrem C13/C12 vzorku a tzv. standardu vyjádřený v tisícinách), pokles-anoxie, vzestup - oxidace

S: 4 stabilní izotopy – S32 (95%), S33, S34(4,2 %), S36

S34/S32 – tento poměr je v sedimentech zvyšován aktivitou síranových bakterií (metabolizují S32) – anaerobní podmínky – např. hranice P/T, tento poměr kolísá v zemské historii i podle různých materiálů (mořské sulfáty, řasy, dešťové vody etc.).

Sr: Sr87 a Sr86 – jejich poměr rovněž v zemské historii silně kolísá, odráží v globále geotektoniku:

- eroze sialických hornin (např. granity) = přínos Sr87 (= zvyšování poměru)

- vulkanická aktivita (rifty, paltóbazalty etc.) = přínos Sr86 (= snižování poměru, např. konec permu = aktivita riftů)

Ad 4) **Zvýšené obsahy prvků v horninách**

V této souvislosti 2 skupiny prvků: a) siderofilní, b) chalkofilní

a) Siderofilní – především skupina Pt (nejlépe se měří Ir, ovšem Ru, Rh, Pd, Os a Pt se rovněž berou v potaz),
na povrchu – vzácné.

Zvýšené obsahy = 3 výklady:

- vzestup z pláště (vulkanizmus),
- činnost bakterií (koncentrace),
- mimozemské impakty.

Po vyloučení prvních dvou (lze geol. dokázat), zbývají impakty jako nejčastější zdroj vyššího obsahu Pt skupiny v sedimentech – např. tzv. iridiové anomálie

b) Chalkofilní – As, Mo, Se – spojeny velmi silně s vulkanickou činností, indikují intenzivní vulkanizmus (např. trapy)

Ad 5) **Magnetické anomálie (změna magnetické polarizace)**

Magnetické pole Země

Normální

Reverzní

Přepólování (rozpětí x – 40. 000 let), odraz ve vulkanitech

Vztah k HV – relativně málo prozkoumaný

Obraz magnetických anomálií části středoatlantského hřbetu u Islandu

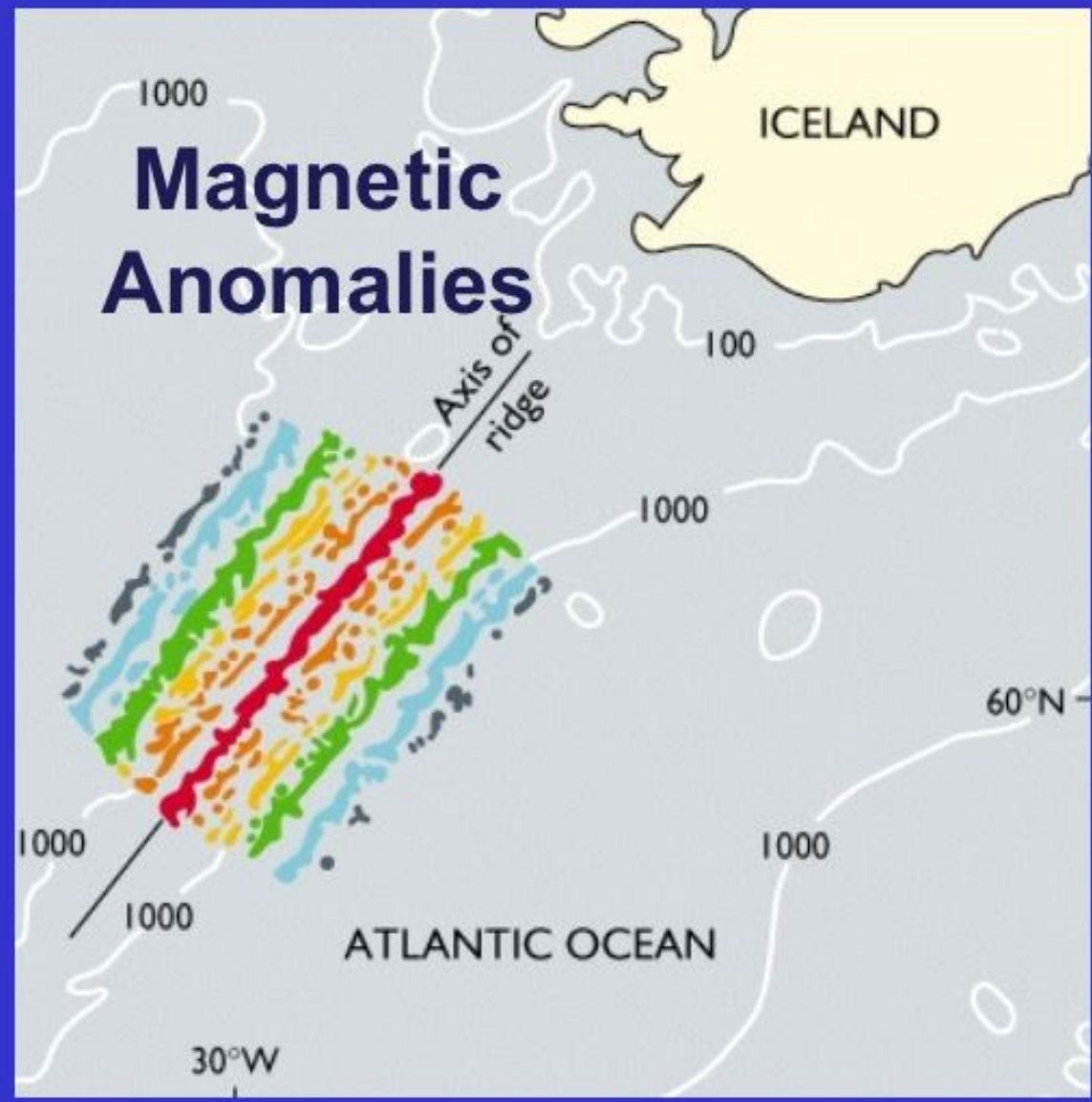
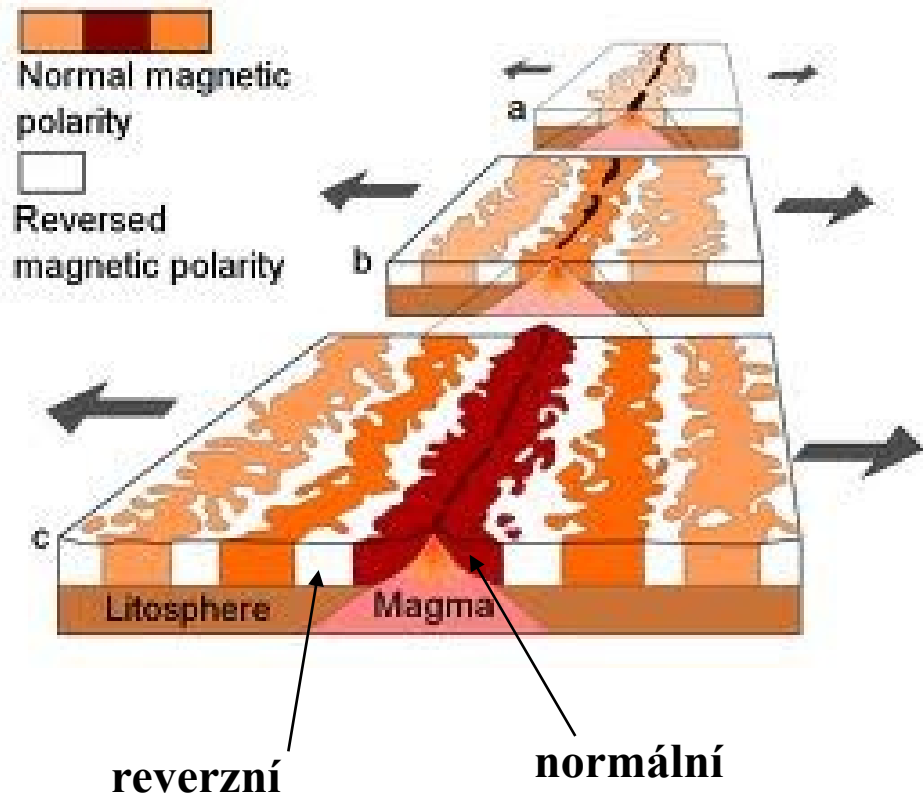
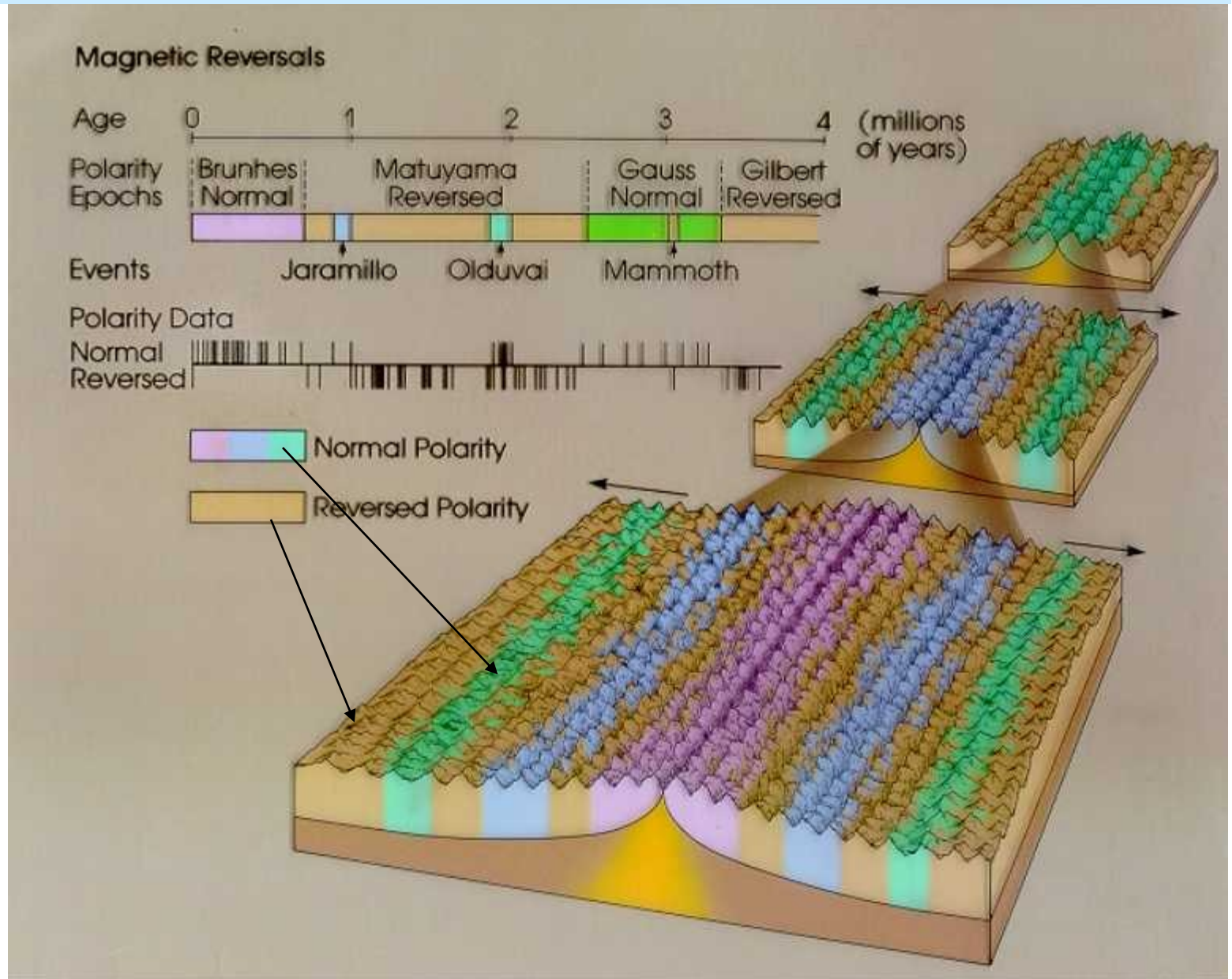


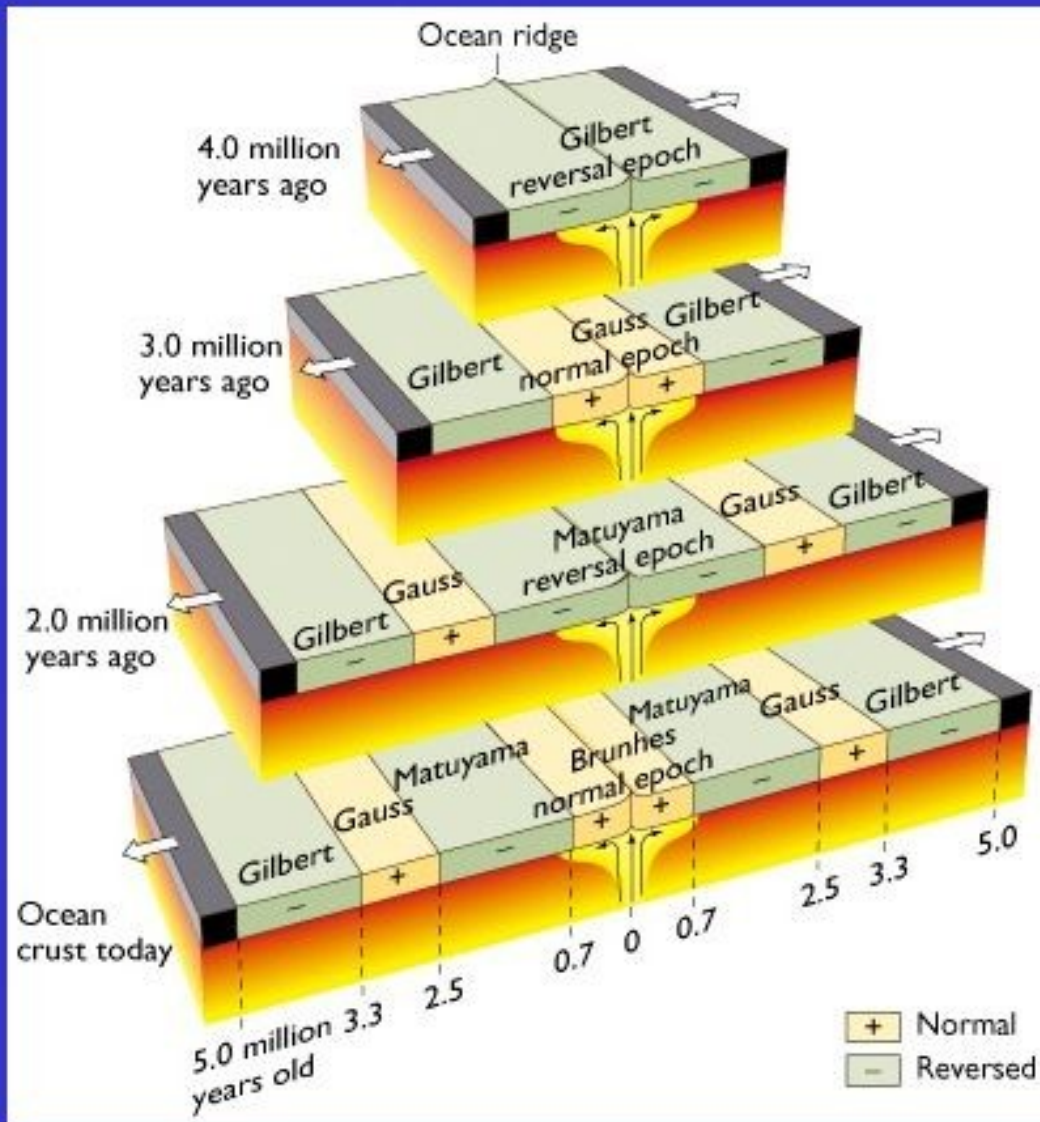
Fig. 20.9



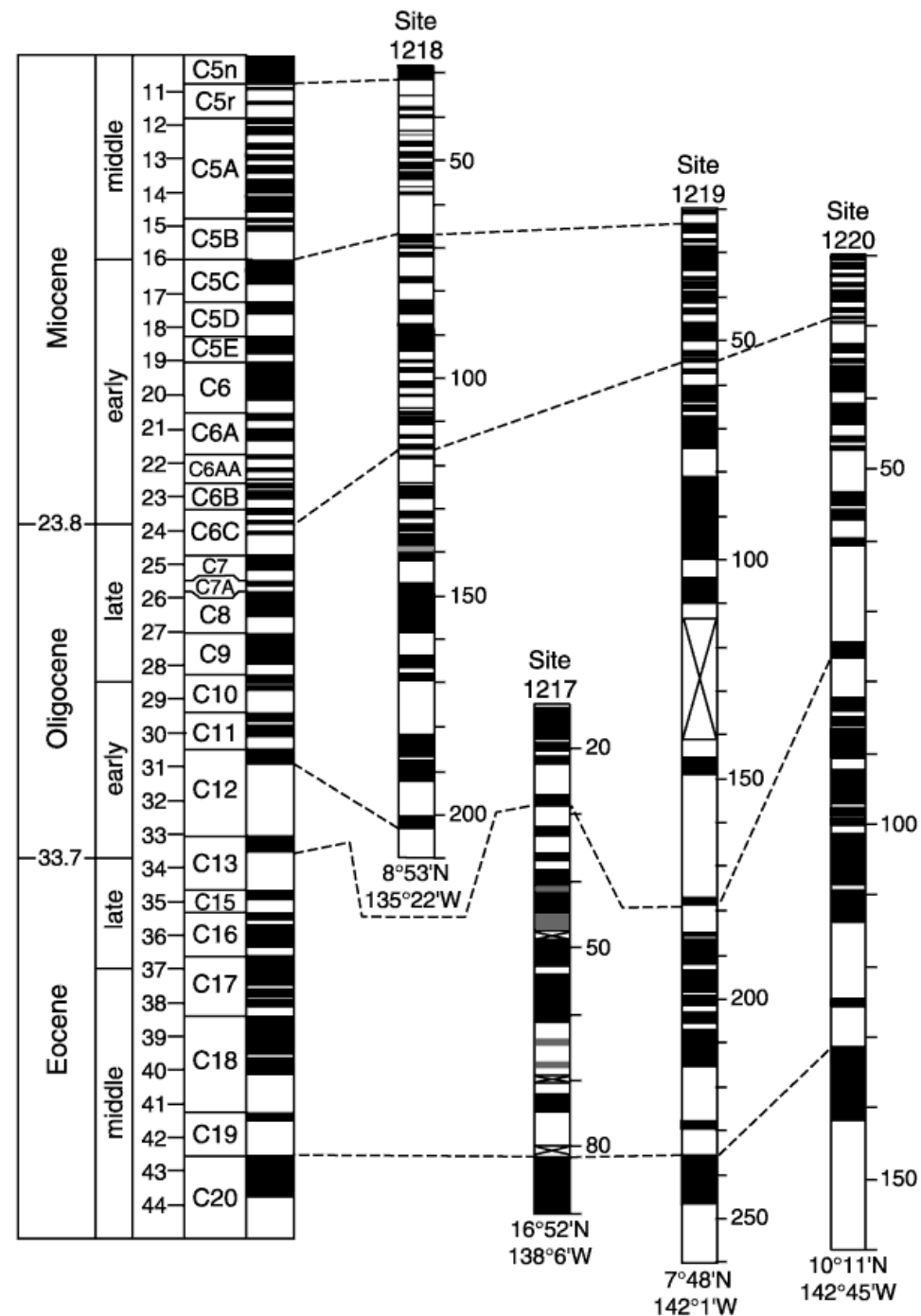
Záznam změn magnetické polarity v okolí oceánských hřbetů (blokdiagram)



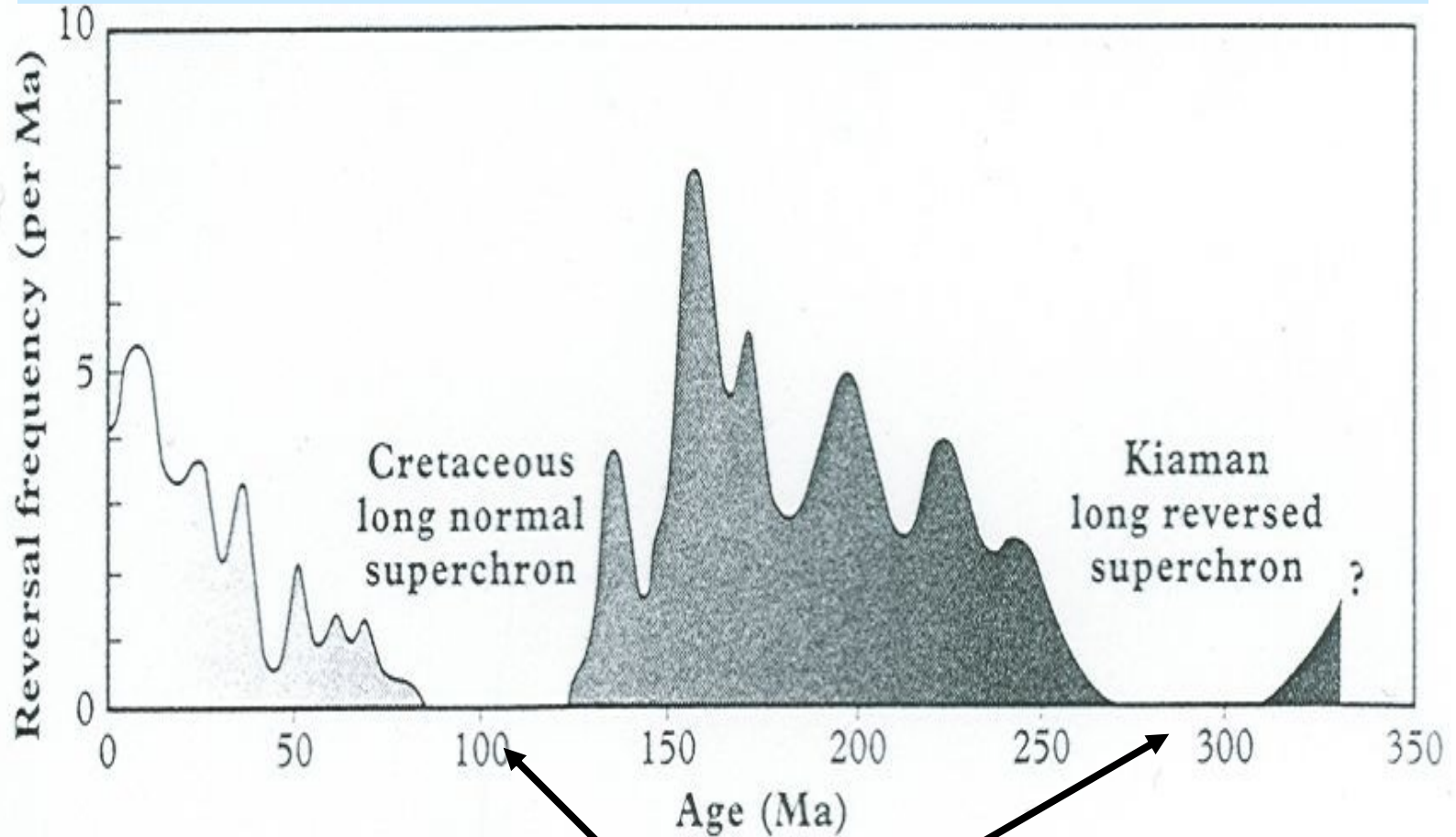
Formation of Magnetic Anomalies



Příklad kalibrace magnetiky radiometrickým stářím, magnetostratigrafie a korelace různých vrtů



Průběh změn magnetické polarizace v čase (- 350 Ma).



dlouhá období beze změn (klidu)

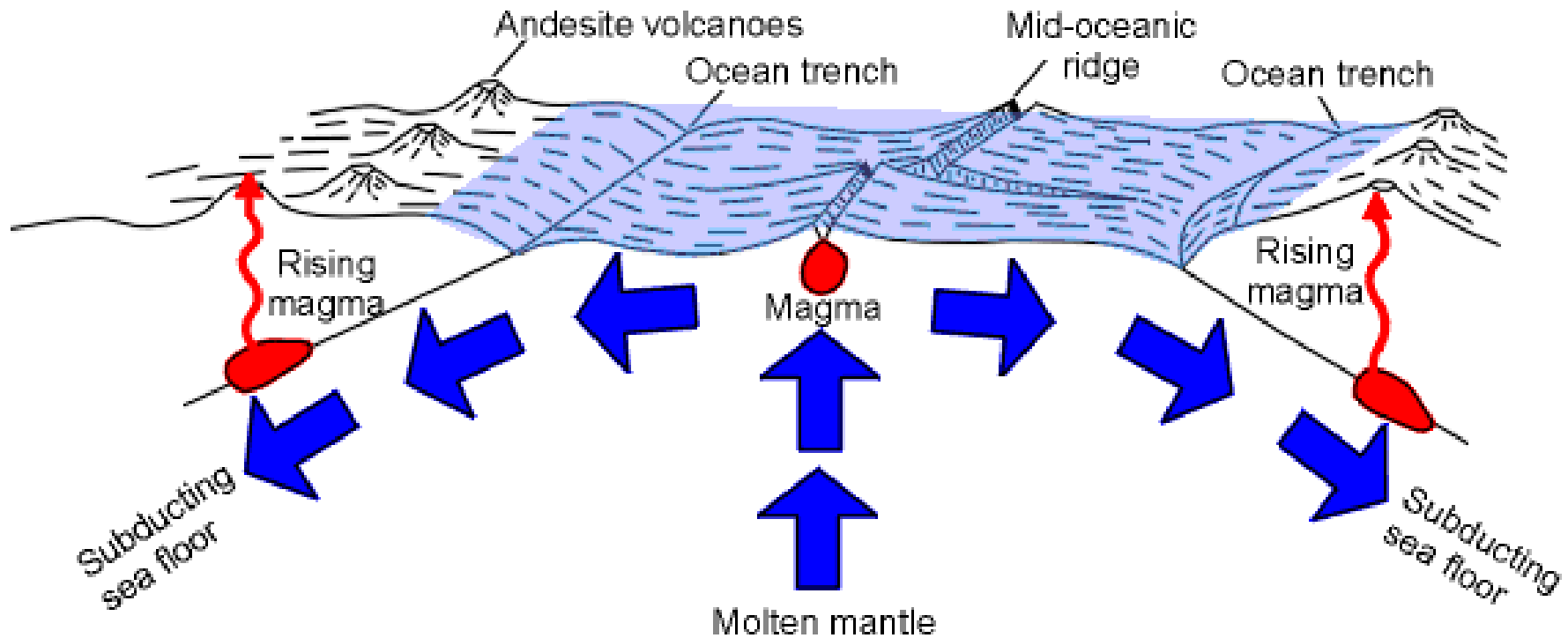
Figure 7.1

Changes in magnetic reversal frequency in the last 300 Ma. Two unusually long periods without any reversal are indicated as superchrons.

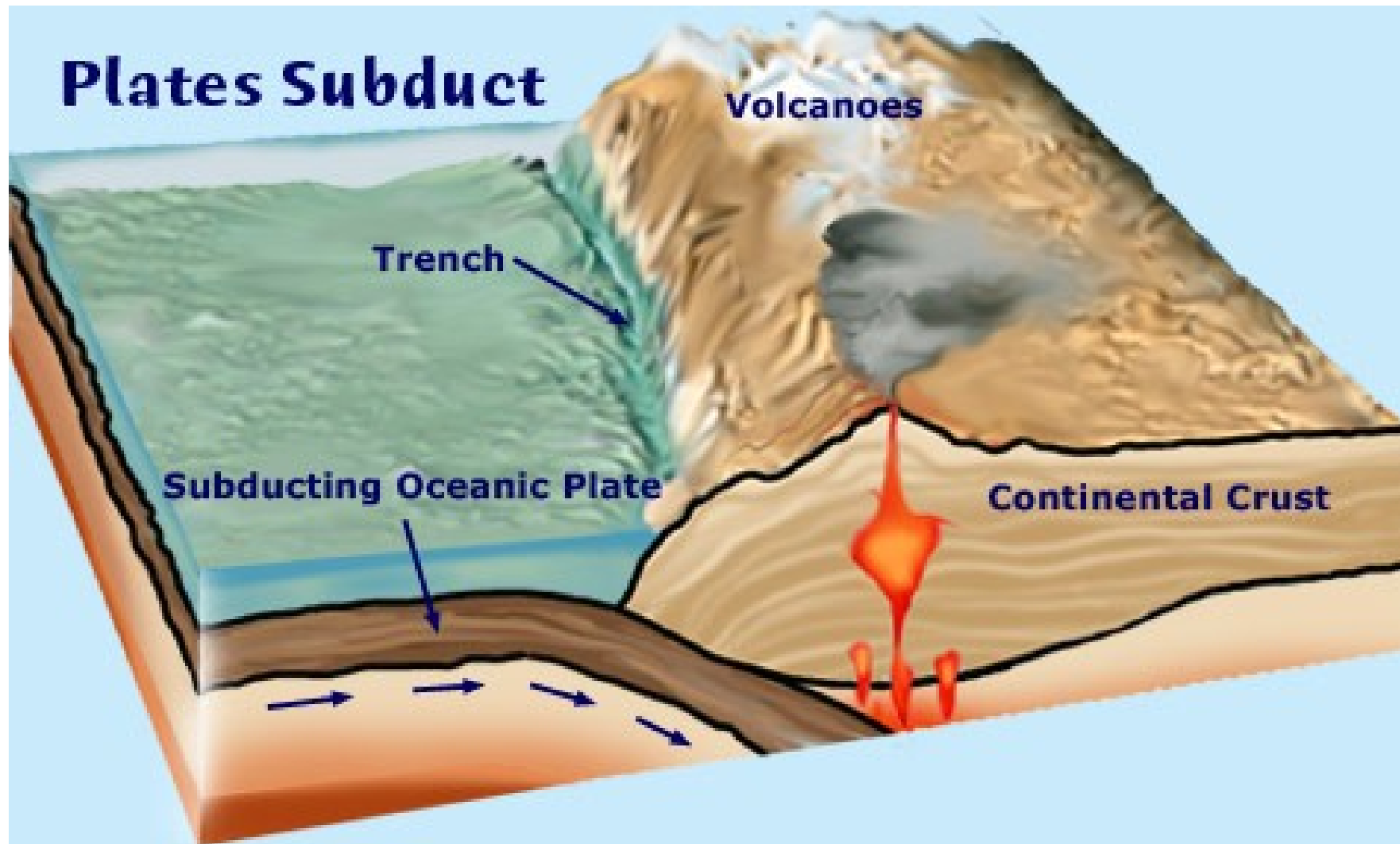
Ad 6) **Desková tektonika** (tříštění, oddalování a shlukování litosférických desek → změna konfigurace a morfologie kontinentů, vznik šíjí, pánevních spojení, izolace, migrace či zamezení biotických migrací, změna oceánských proudů, změna proudění vzduchu, klimatické změny, vulkanizmus, transgrese, regrese)

Rychlost pohybů = X-X0 cm/rok, recent = 4-5 cm/rok

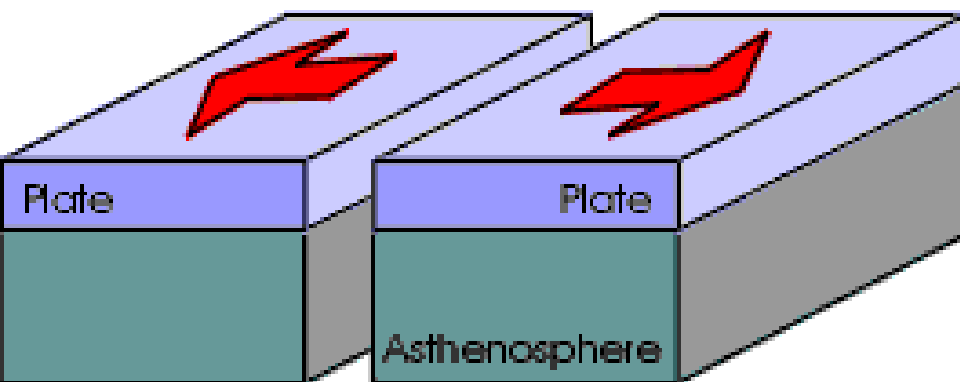
Rozšiřování oceánského dna – divergentní rozhraní desek a s ním spojené jevy



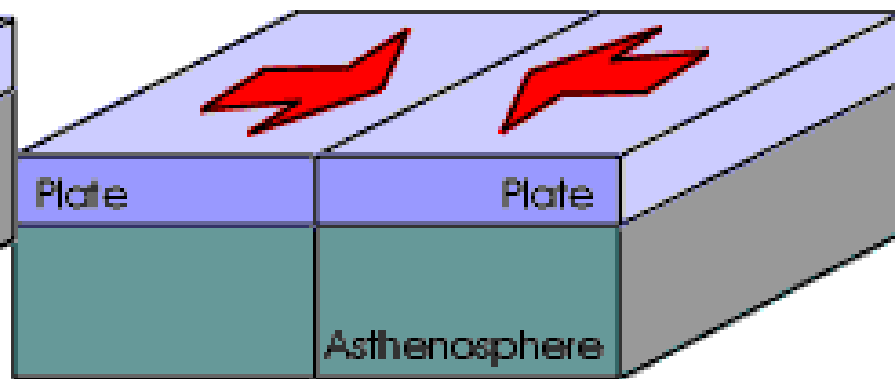
Podsouvání (subdukce) oceánské desky pod kontinentální (např. Nazca pod Jihoamerickou)



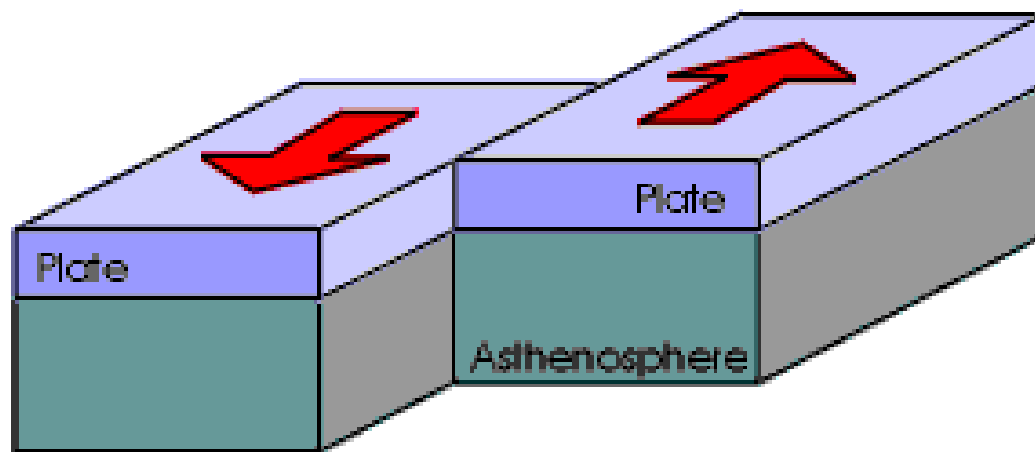
Klasifikace rozhraní desek:



Divergent

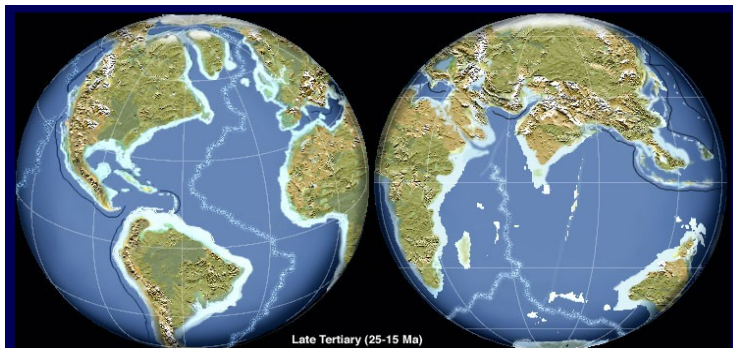


Convergent

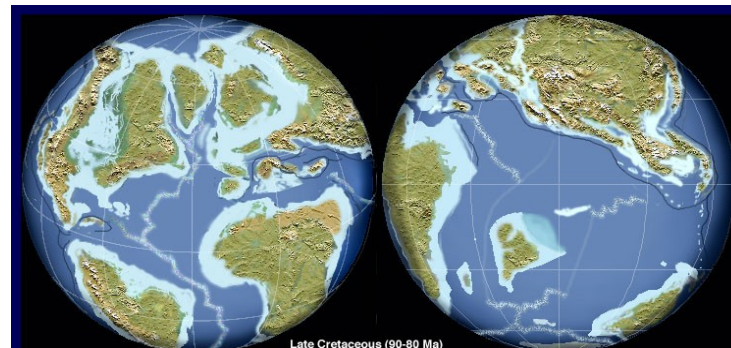


Transform

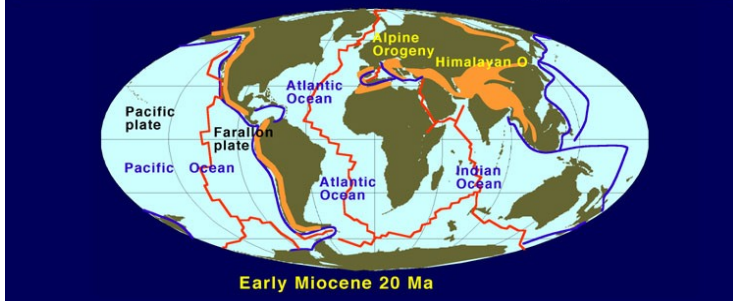
Konfigurace desek a kontinentů v juře, křídě a neogénu



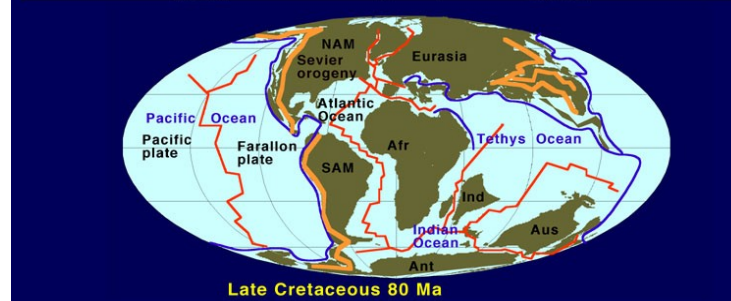
Late Tertiary (25-15 Ma)



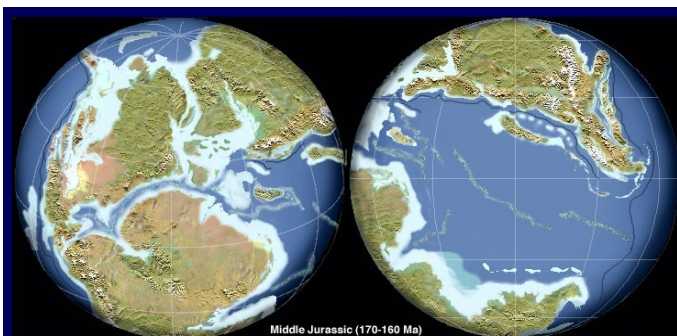
Late Cretaceous (90-80 Ma)



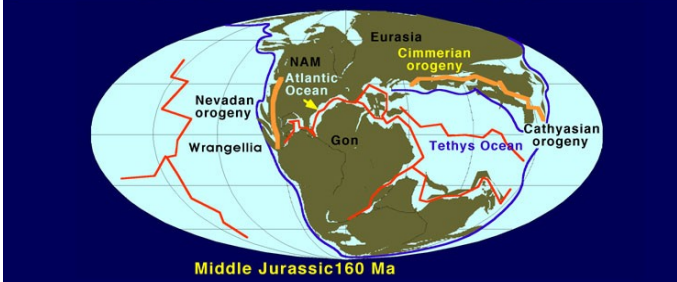
Early Miocene 20 Ma



Late Cretaceous 80 Ma



Middle Jurassic (170-160 Ma)



Middle Jurassic 160 Ma

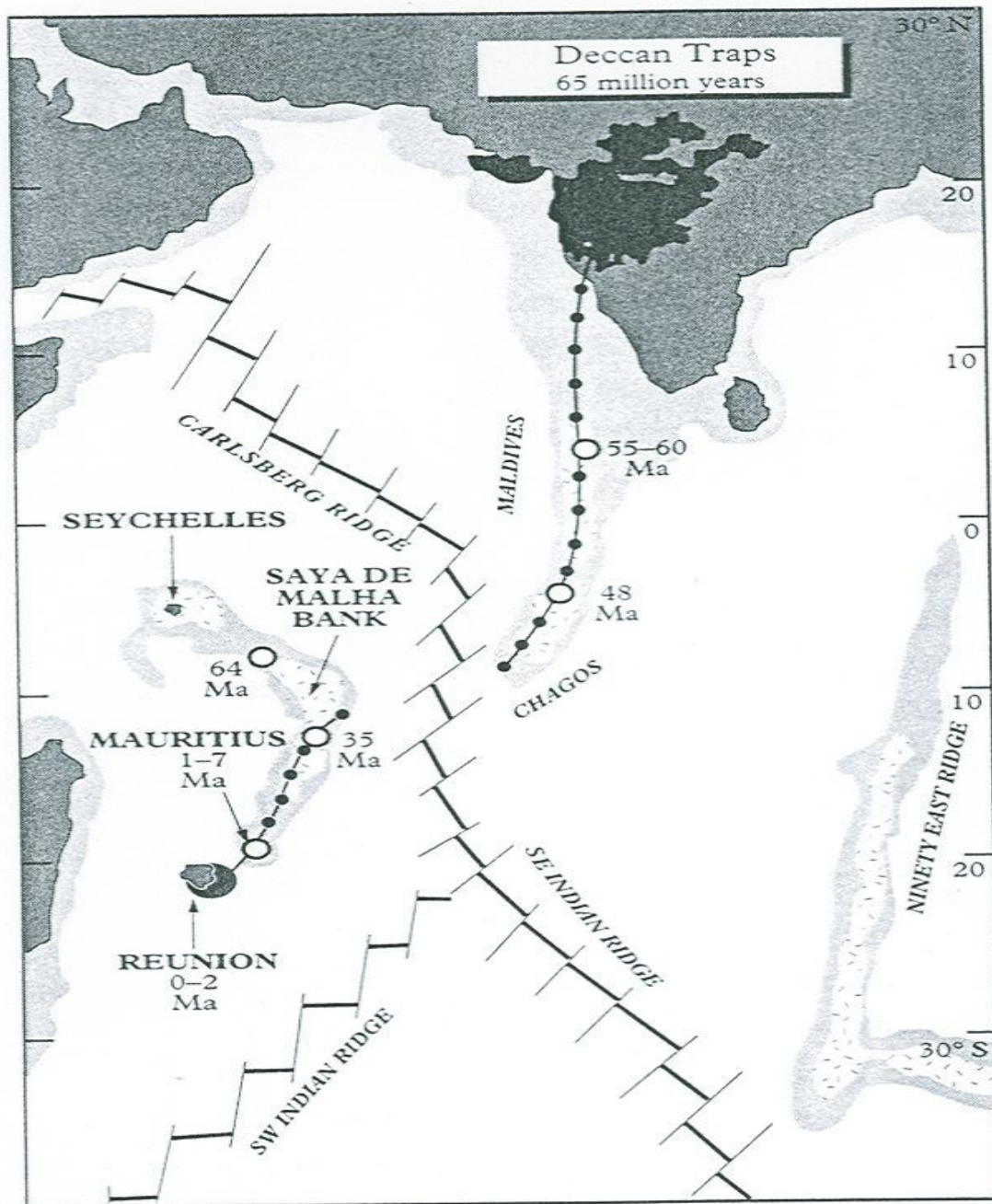
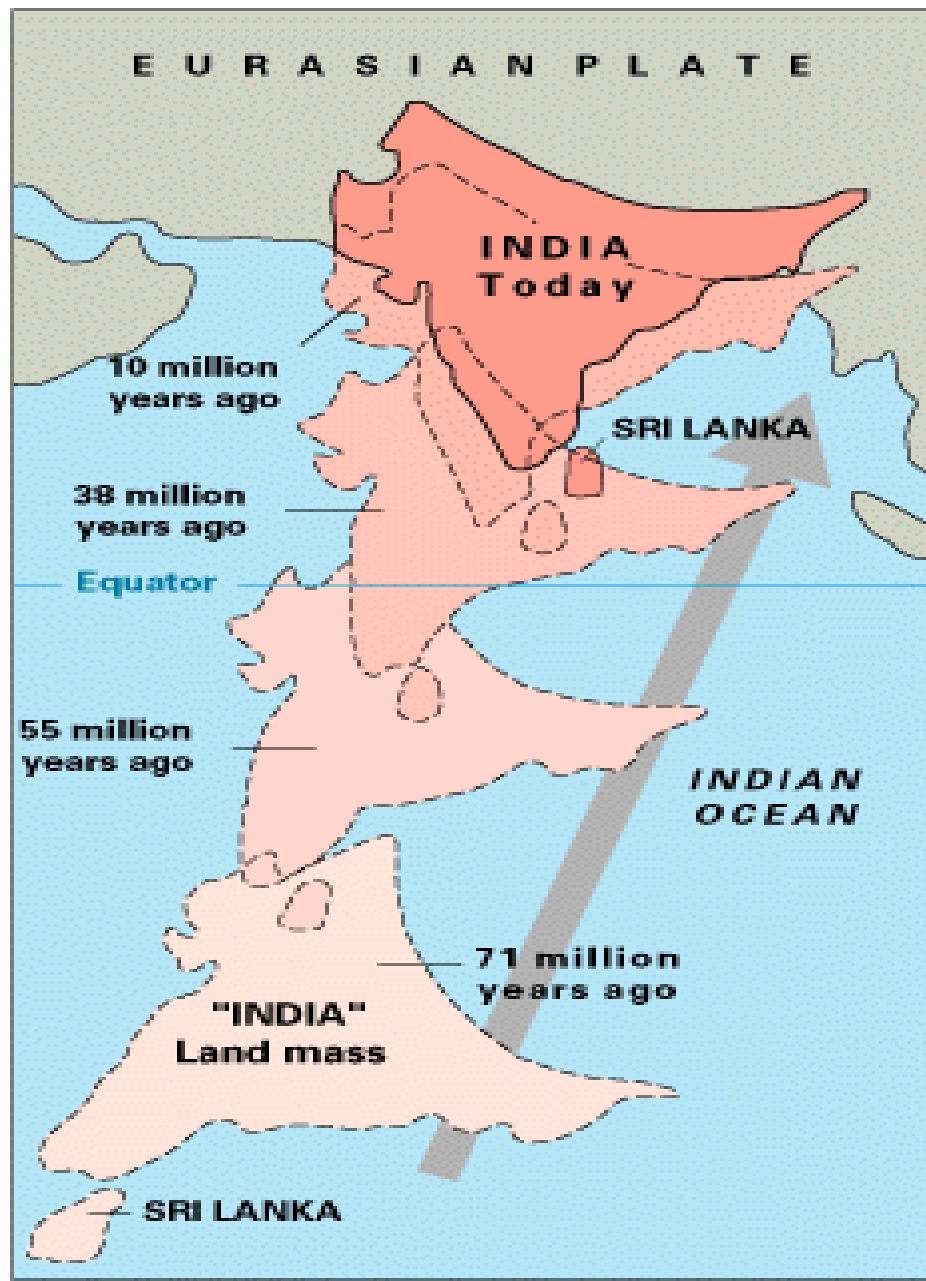


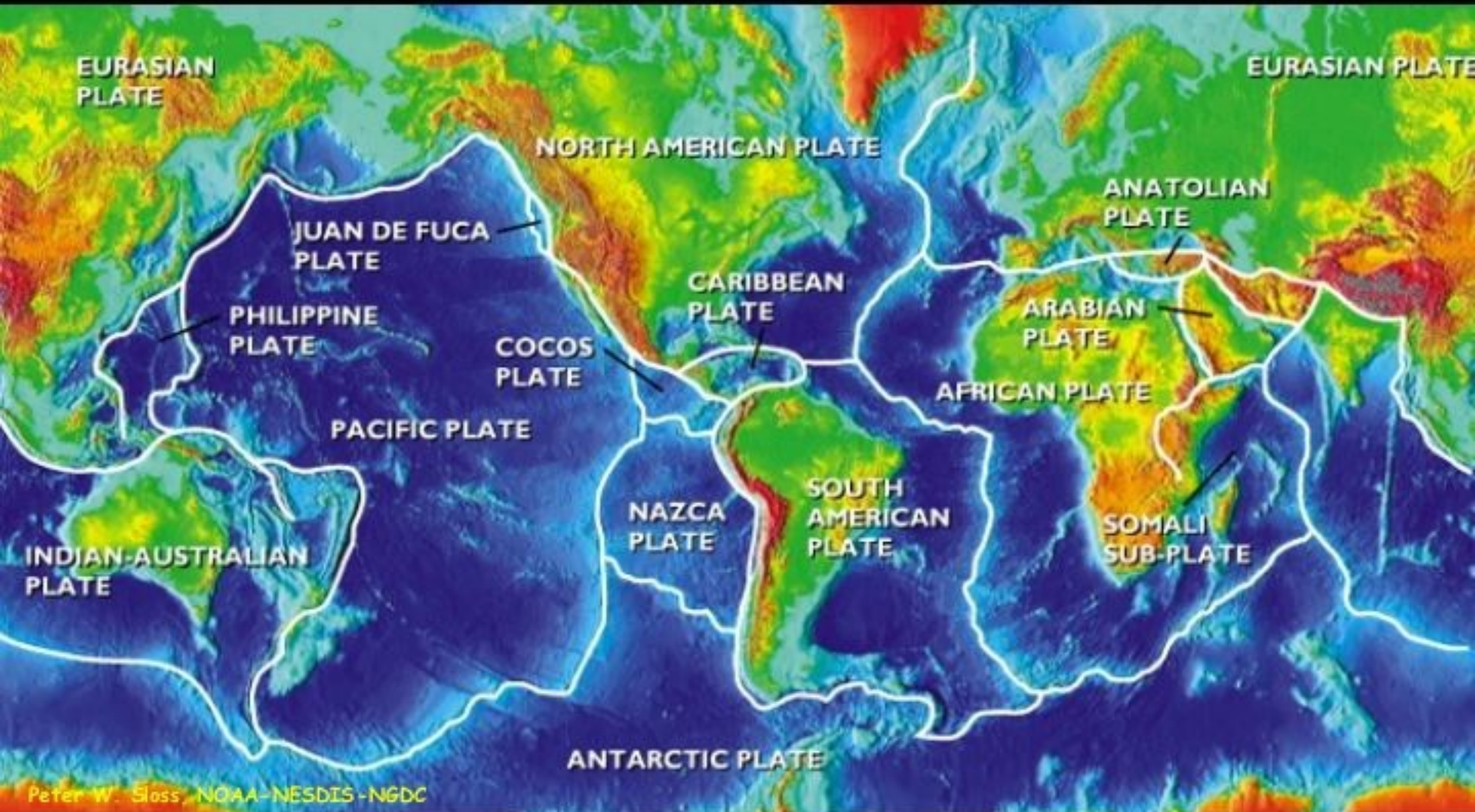
Figure 5.1
Part of the Indian Ocean, showing chains of seamounts leading from the active Réunion hotspot, to the Deccan Traps. Age progression (in Ma) is shown where actual measurements were carried out on dredged samples.

Pohyb subkontinentu Indie a jeho desky od sv. křídý



Dnešní rozložení desek na planetě

Mosaic of Earth's Plates



Relative Velocity and Direction of Plate Movement

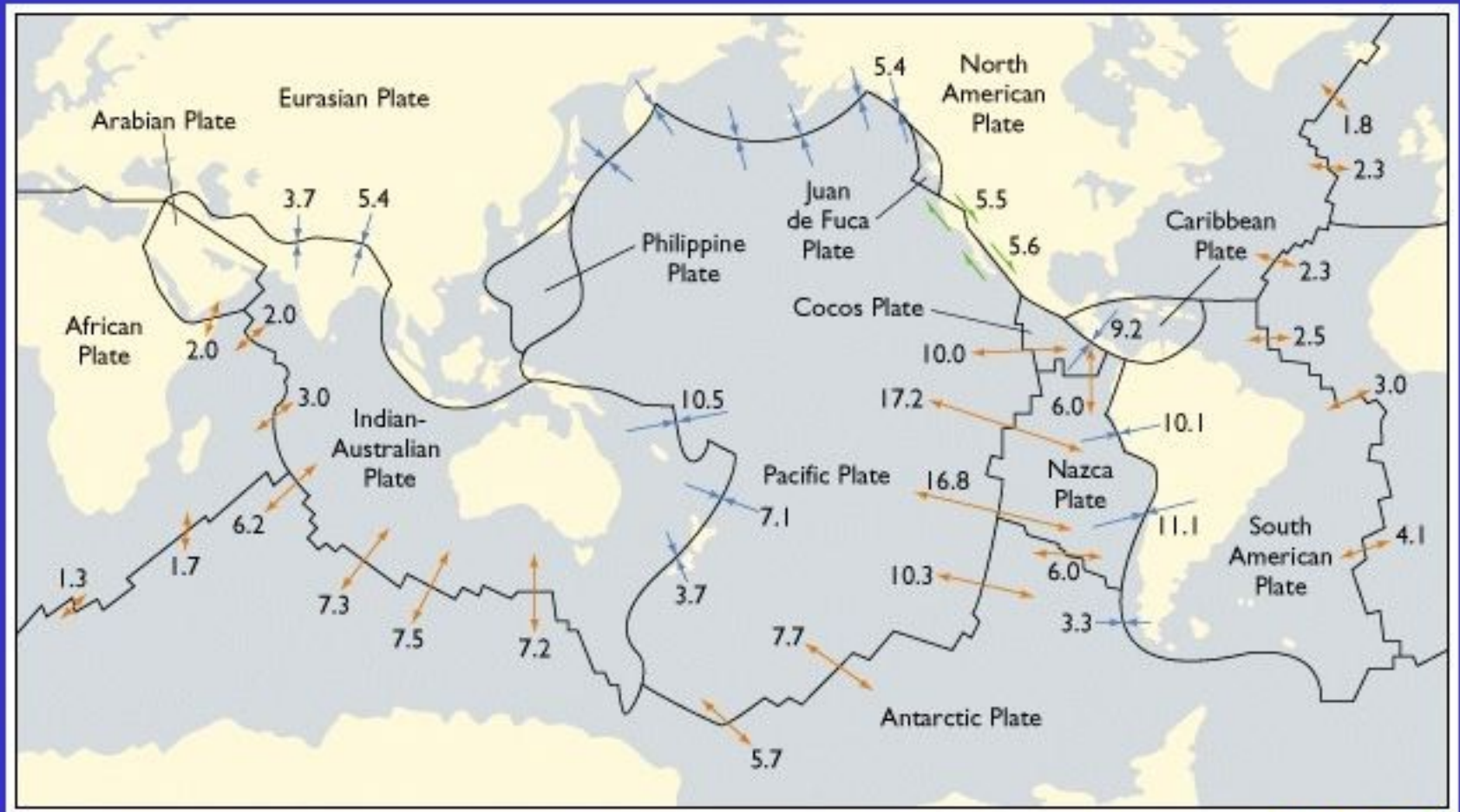
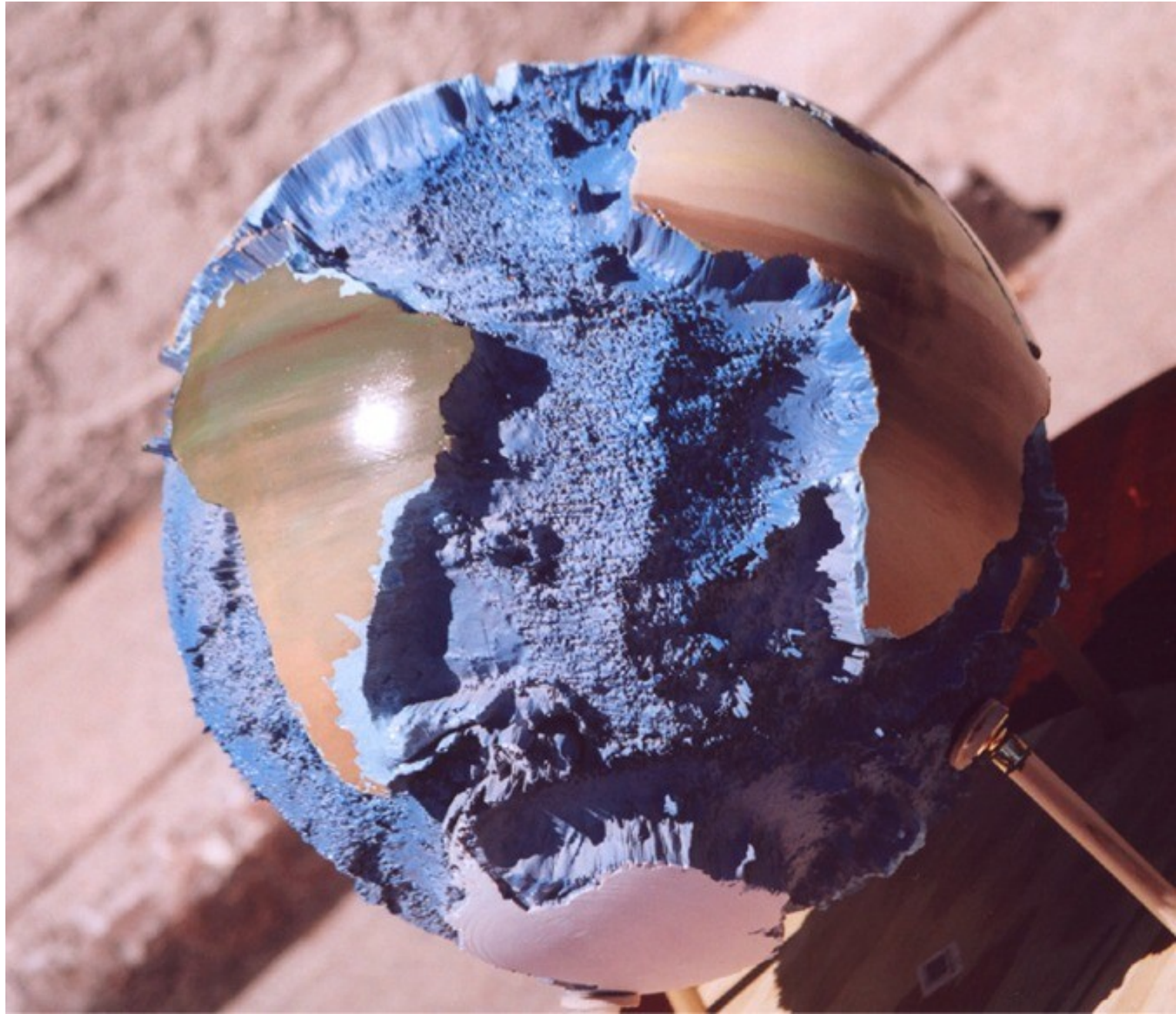


Fig. 20.12

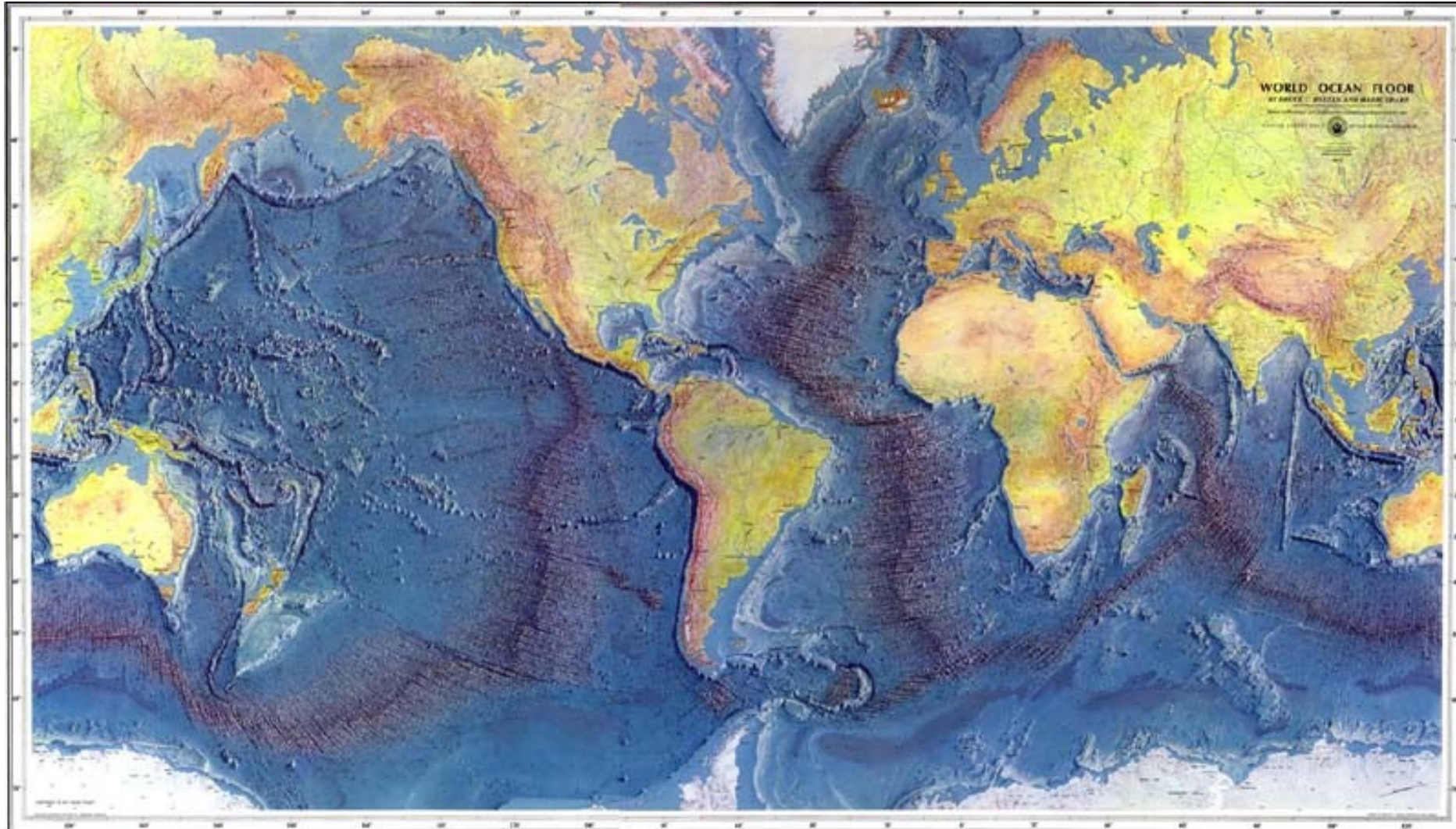


Zlom San Andreas, Kalifornie

Glóbus – Atlantik bez vody, převýšeno



Oceánské dno - svět



Středozevní oblast – mořské dno



Oceánské dno - Atlantik



Ad 7) Vulkanizmus



Mt. Taranaki (Nový Zéland)

Současný stav Země – relativně klidný

a) V geol. minulosti plošné výlevy bazaltů (platóbazalty) s přímými vazbami na HV:

Sibiřské trapy – hranice P/T – 2, 5 miliónů km² x 300 m mocnosti

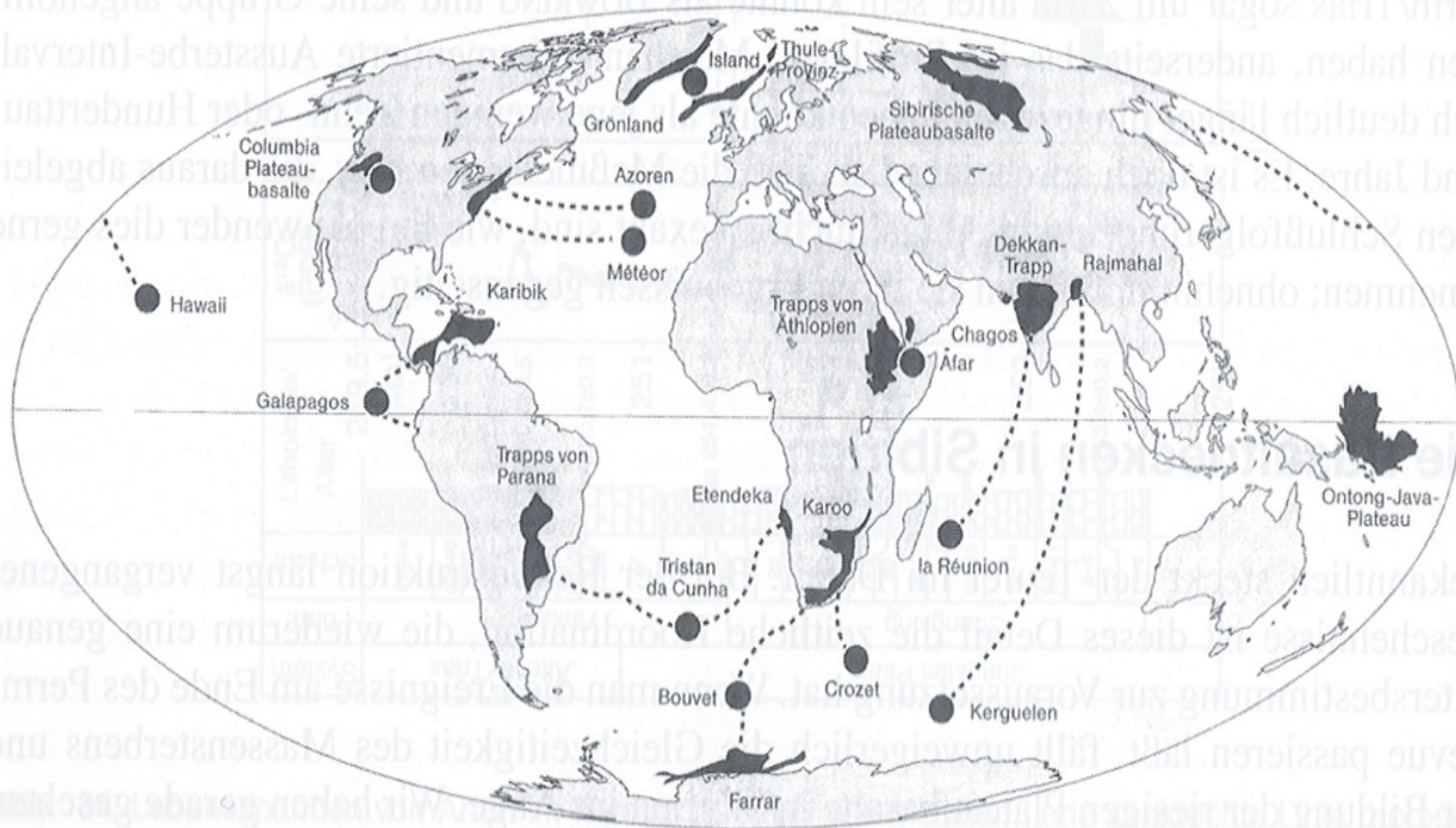
Dekkanské trapy – svrchní křída a při hranici K/T (trvání > 2 mln.l)

Některé trapy bez přímých vazeb na biotu – např. ve stř. ordoviku (život jen v mořích)

Spojení trapů s rifty – „hot spots“ (magma vystupuje od hranice jádro/plášť - 2 900 km, 3000 st.C, hřibovité krby ve sv. plášti, často v okolí riftů)

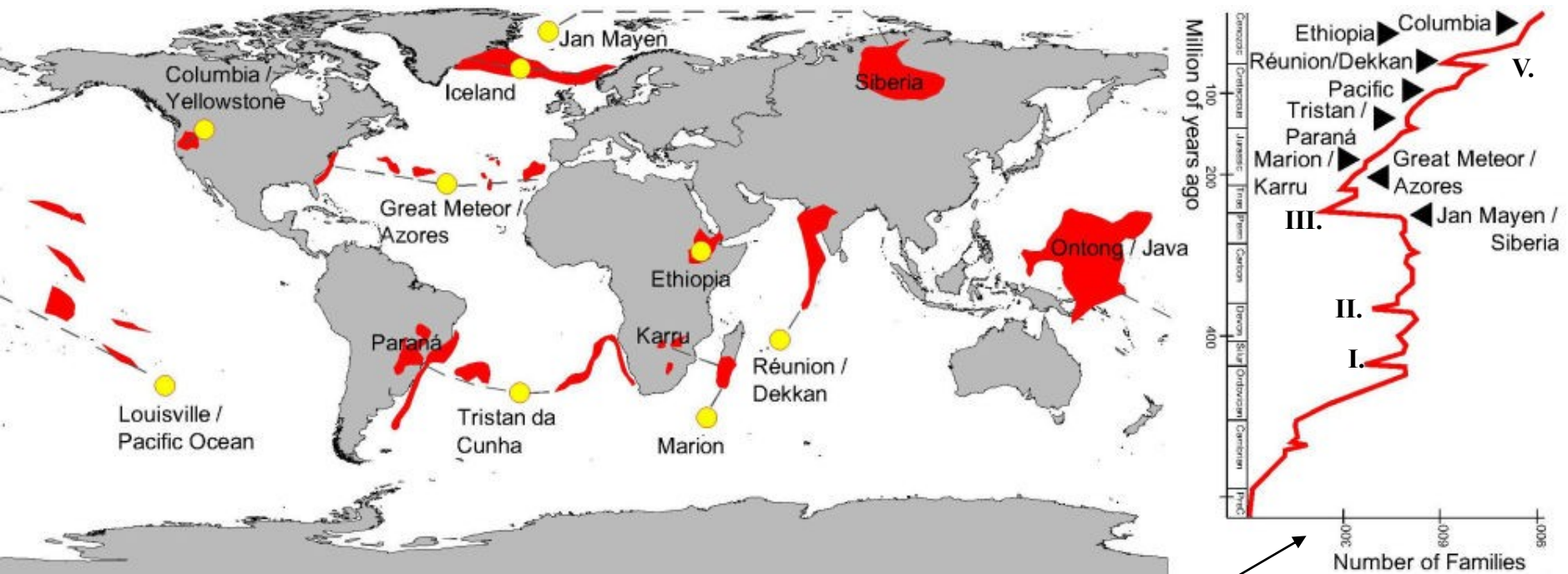
b) Velké erupce sopečné, menší intenzita než trapy, podobně jako trapy: vysoká úroveň N, oxidů S = dlouhodobé kyselé deště (celosvětově), globální požáry

Rozšíření trapů a horkých skvrn v současném obrazu Země



 trapy (geol. minulost)

 horké skvrny (recent)



Dtto – novější verze včetně stáří a hrom. vymírání (pokles počtu čeledí)

● - „hot spots“

■ - trapy

Vztah velkých vulkanických trapů a masových vymírání

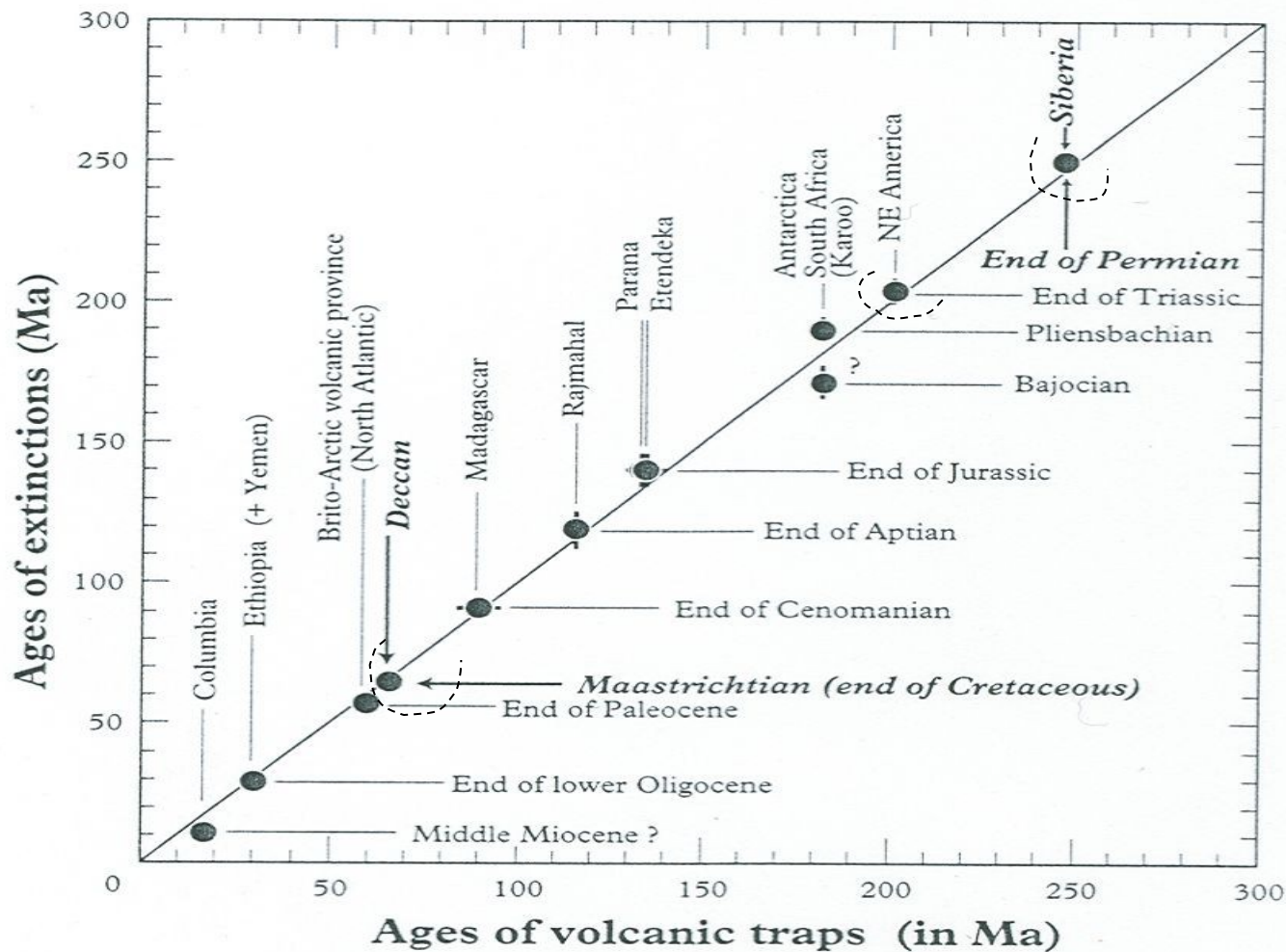
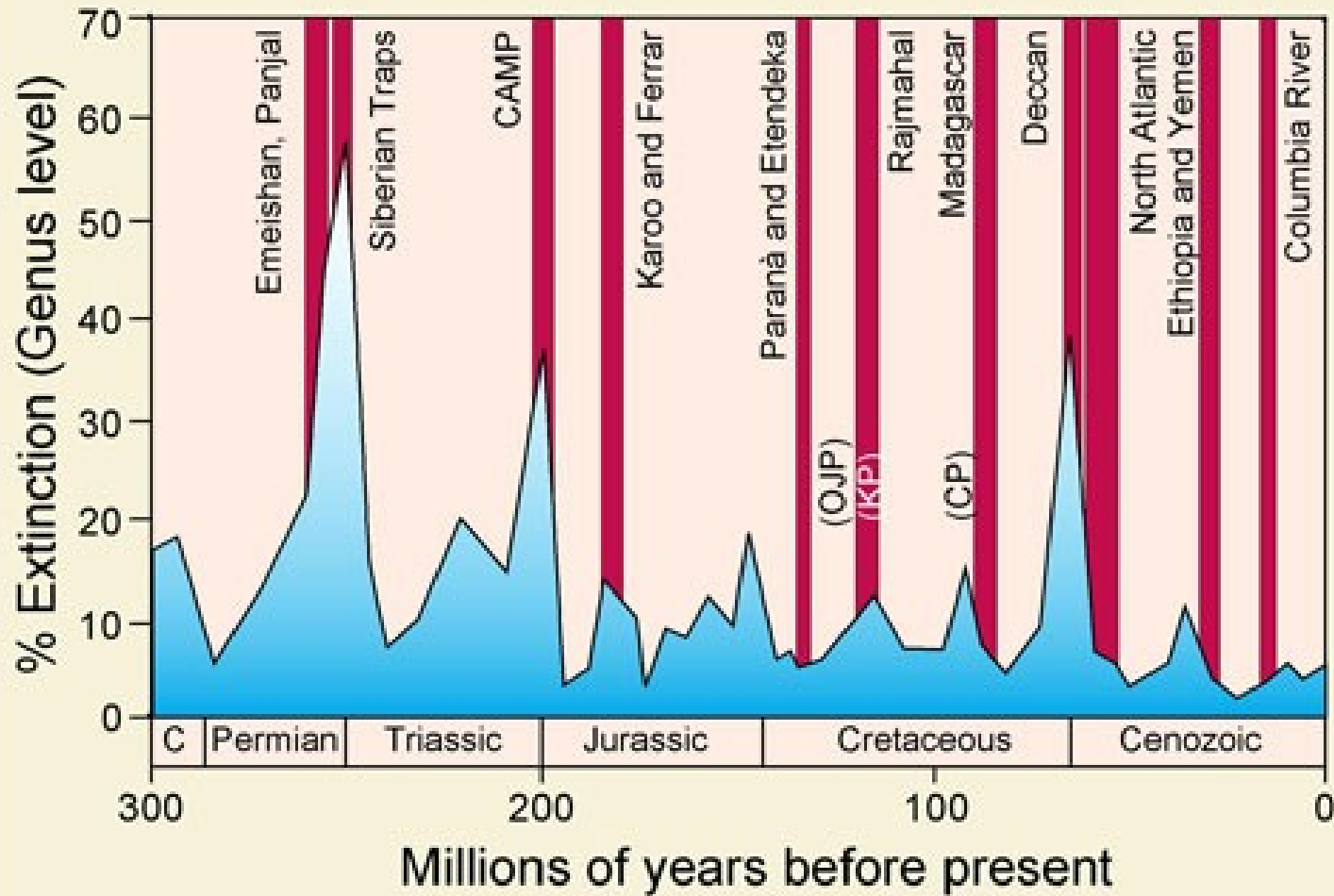


Figure 6.1

A comparison of the ages of the main traps (measured in most cases with potassium-argon or argon-argon geochronology) and mass extinctions (keyed to the geological time scale). Uncertainties shown as bars (or not shown when smaller than dot). All but two show an excellent correlation. The main Periods and Epochs are shown.

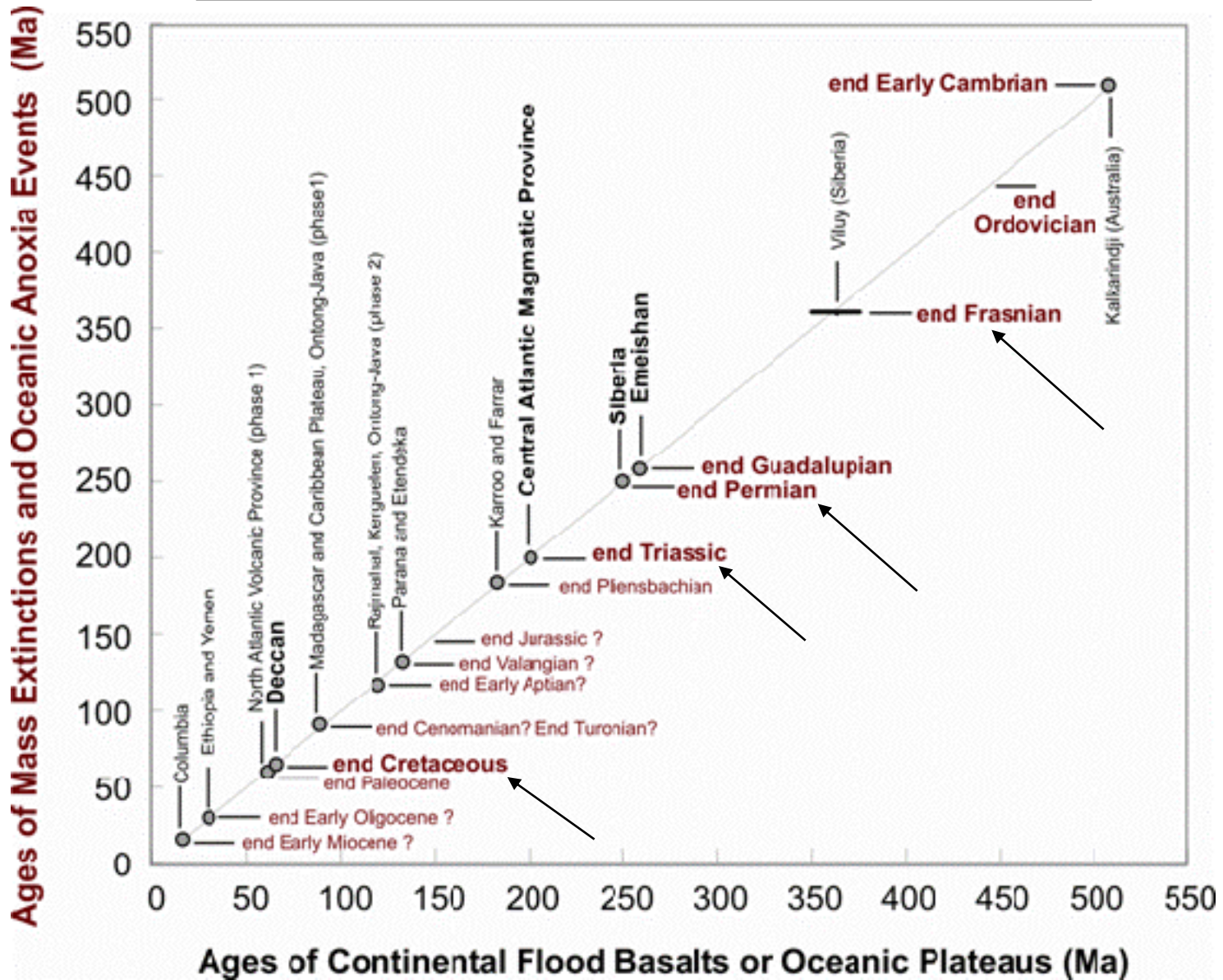


Dtto v jiné verzi

Modře – vymírání (rody)

Červeně – trapy

Dtto a vztah k anoxiím oceánu



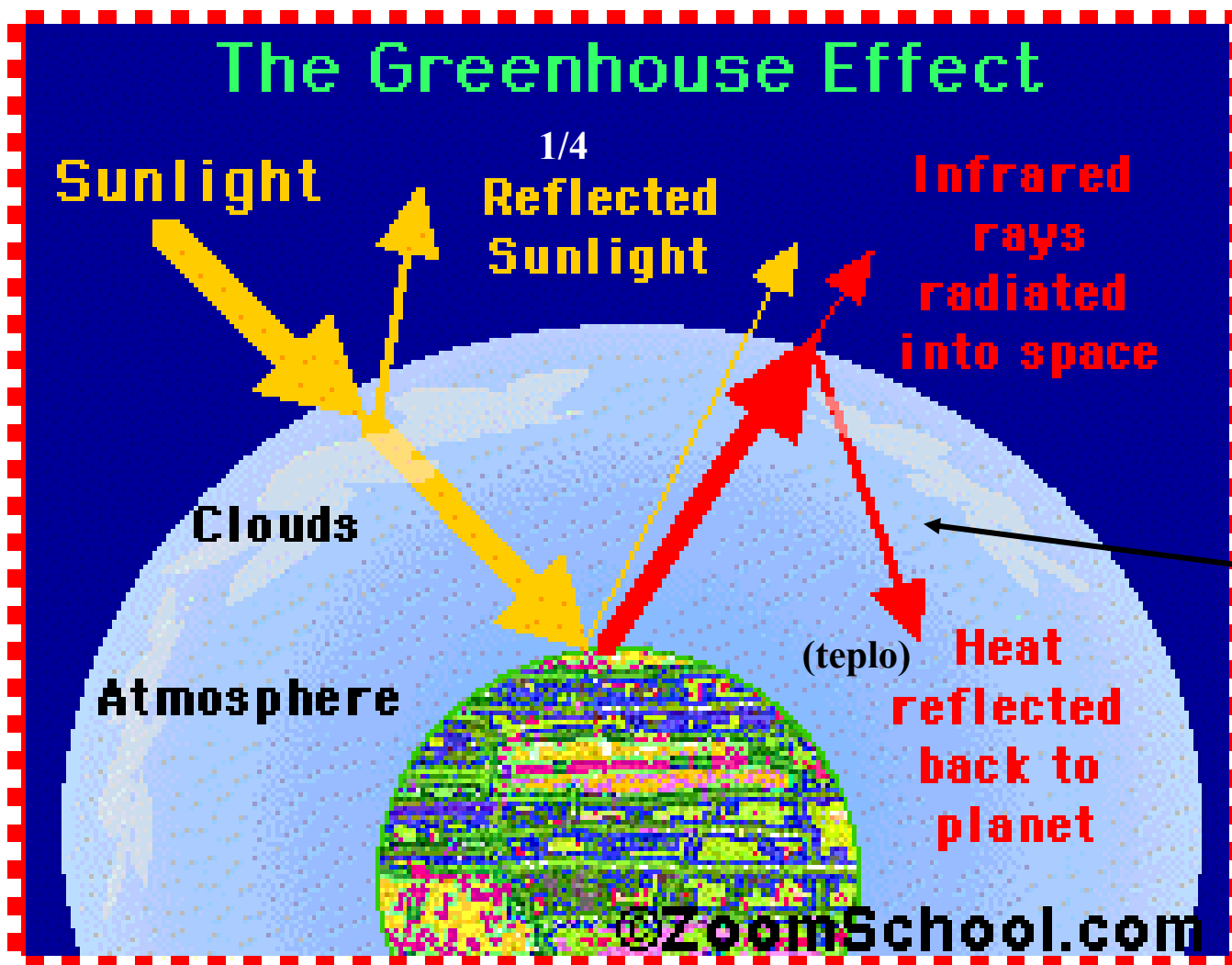


Trapy, Indie



Jurské platóbazalty v jižní Brazílii, krajina kolem vodopádu Iguacú (Paraná, 800. 000 km², ~ 1500m mocnost), Vznik: desková tektonika, vazba na vymírání = cca 0.

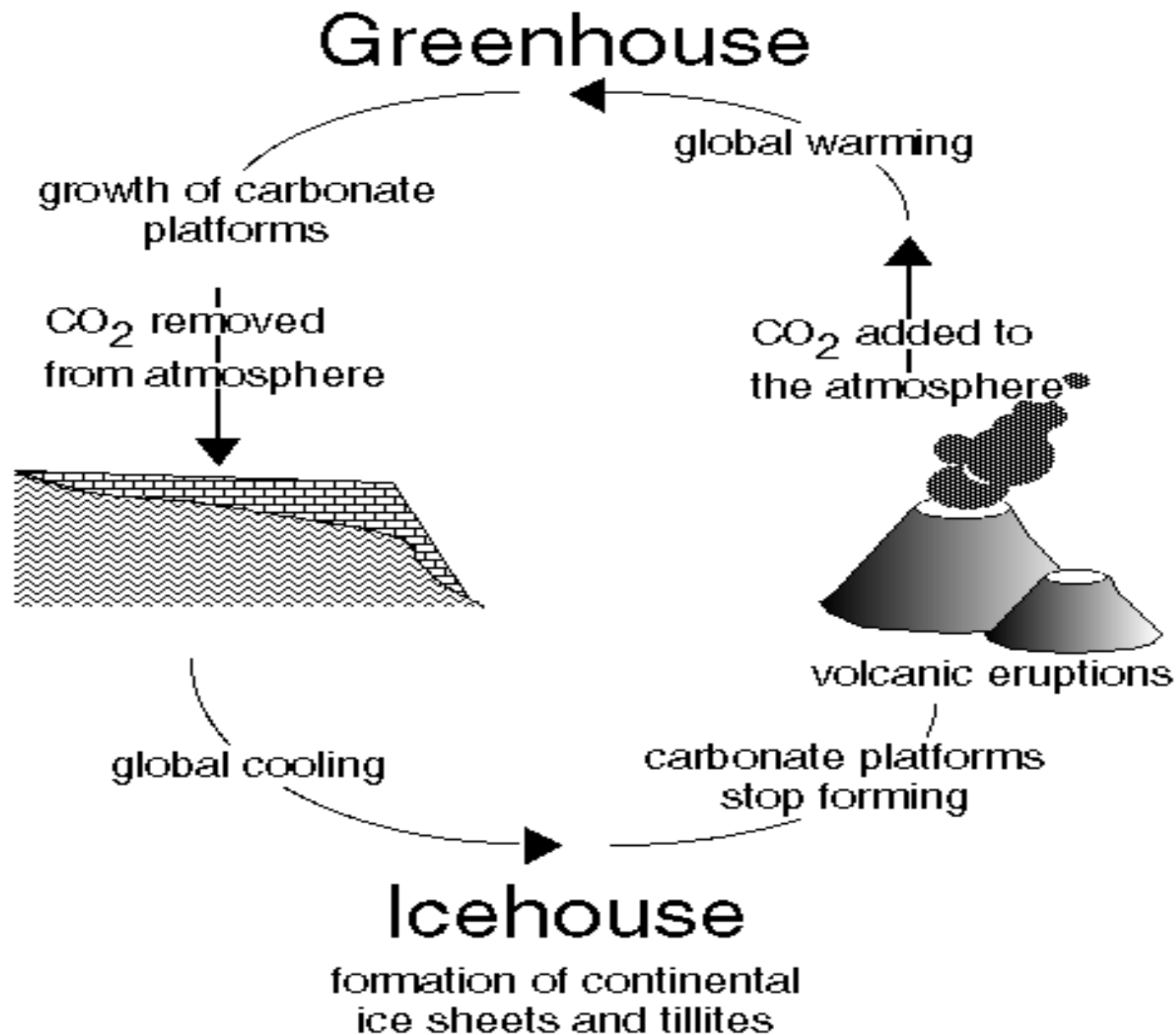
Ad 8) Klimatické změny – ice-house/green-house, zalednění

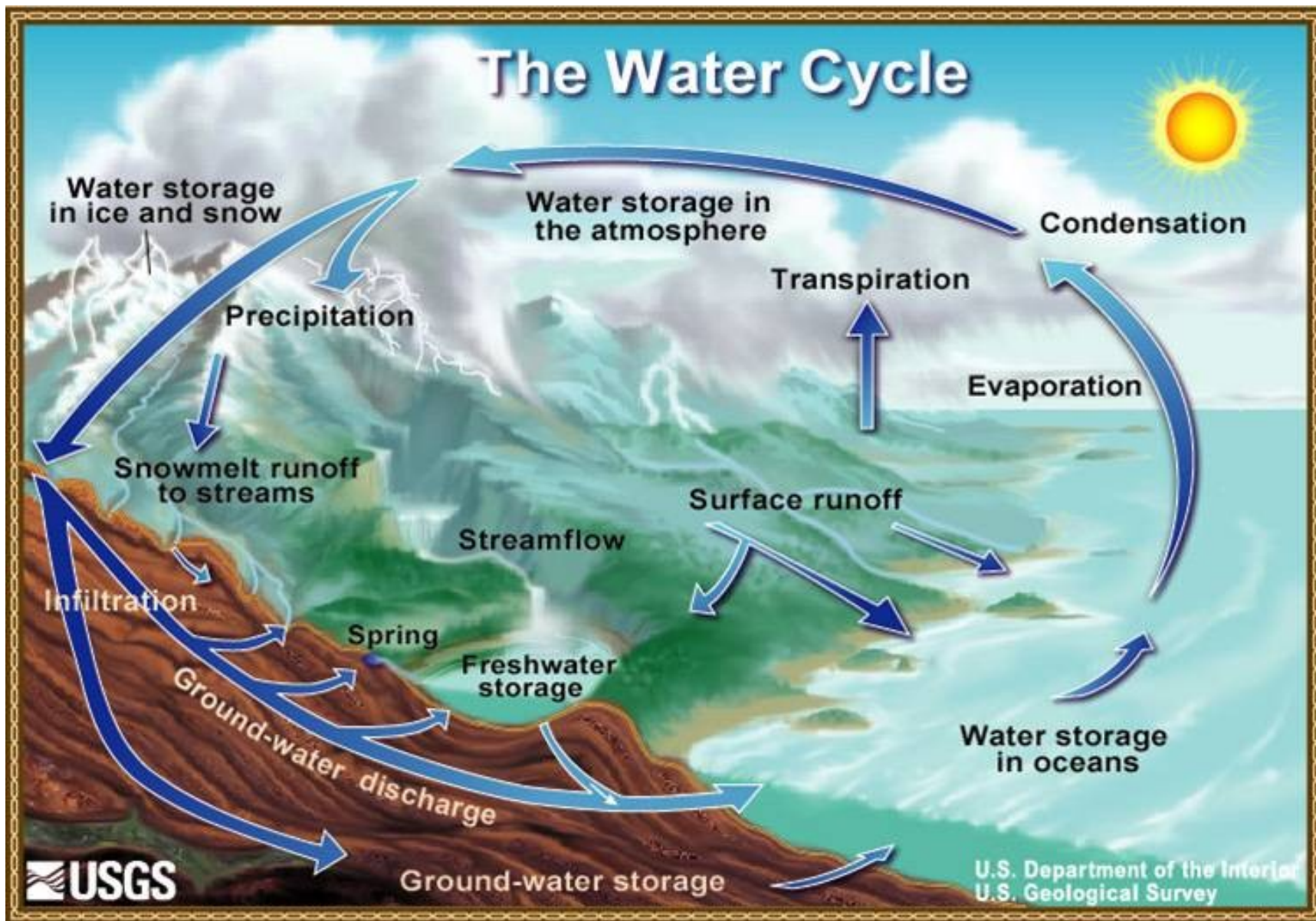


Čím více odráží atmosféra infrazářeni zpět, tím více vzrůstá teplota Země

Sluneční energie = krátkovlnná radiace, lehce proniká atmosférou -jen $\frac{1}{4}$ odrážena
=> ohřev Země, ta emituje dlouhovlnnou radiaci (infračerv. vlny, tj. tepelnou energii), její větší část je vrácena atmosférou zpět k Zemi.

Rytmus střídání teplých a chladných období Země a jeho příčina





Vztahy: vody vázané v ledovcích = < regrese, snížení hladiny svět. oceánu, zvýšení poměru O18/O16 (+ vice versa)

Zalednění je v horninách většinou dobře datováno (tility, morény, souvky), vazba na HV je zřejmá

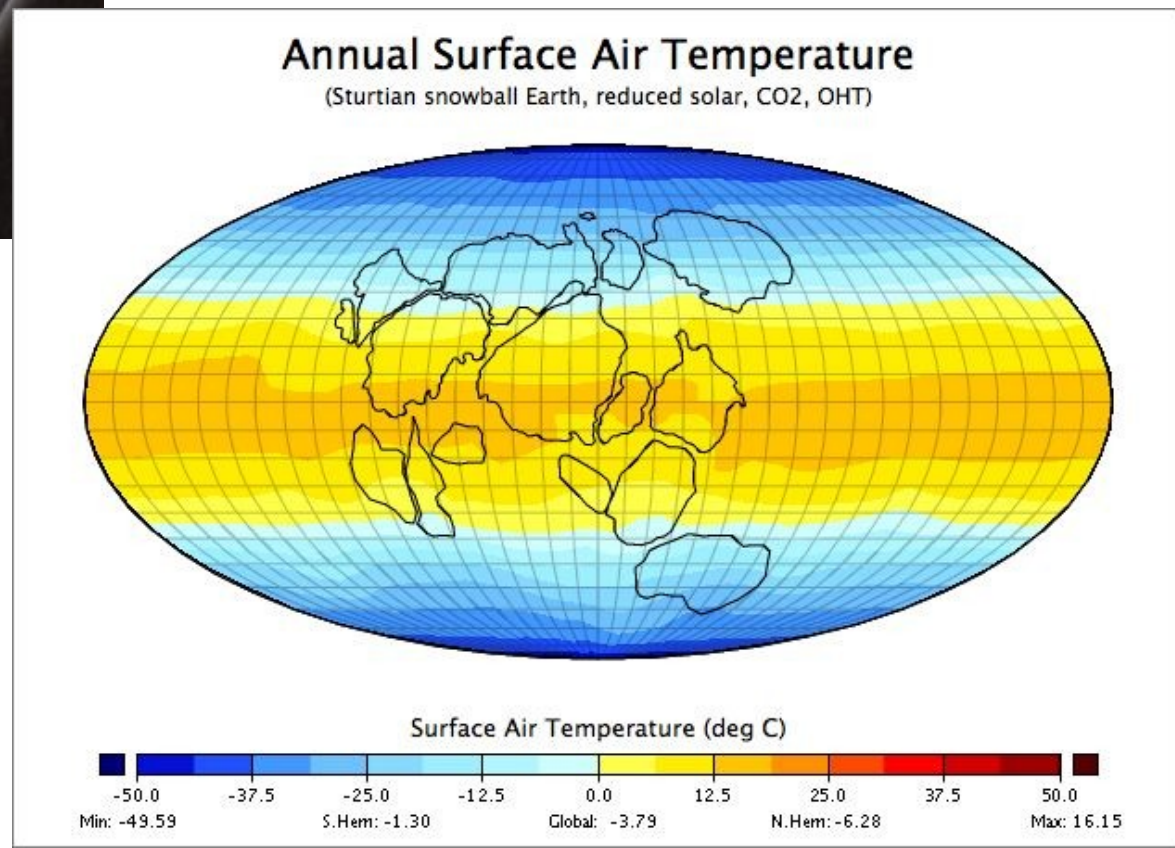


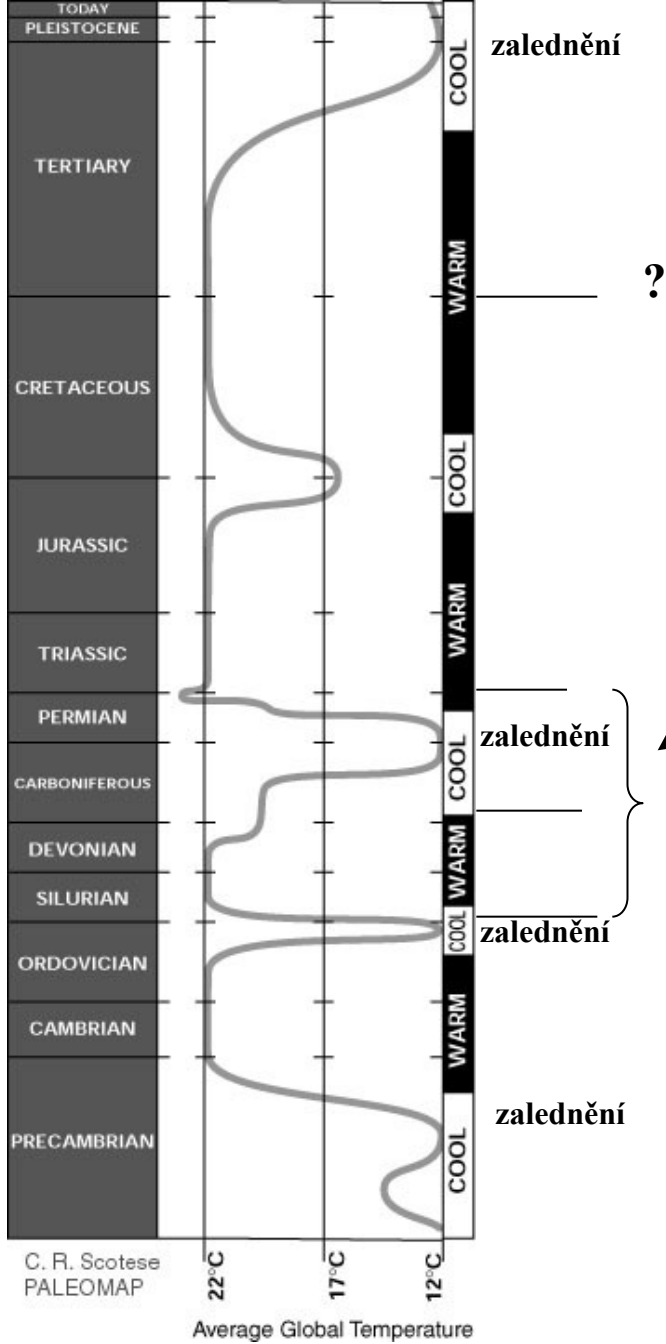
Tility, Karélie



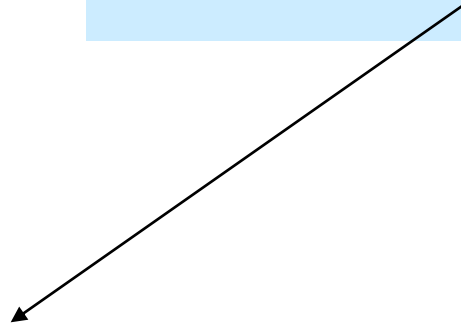
„Snowball Earth“ –
představa Země během sturtského
zalednění v nejvyšším proterozoiku
(750 Ma)

Modelové teplotní hodnoty
během sturtského zalednění
(750 Ma)



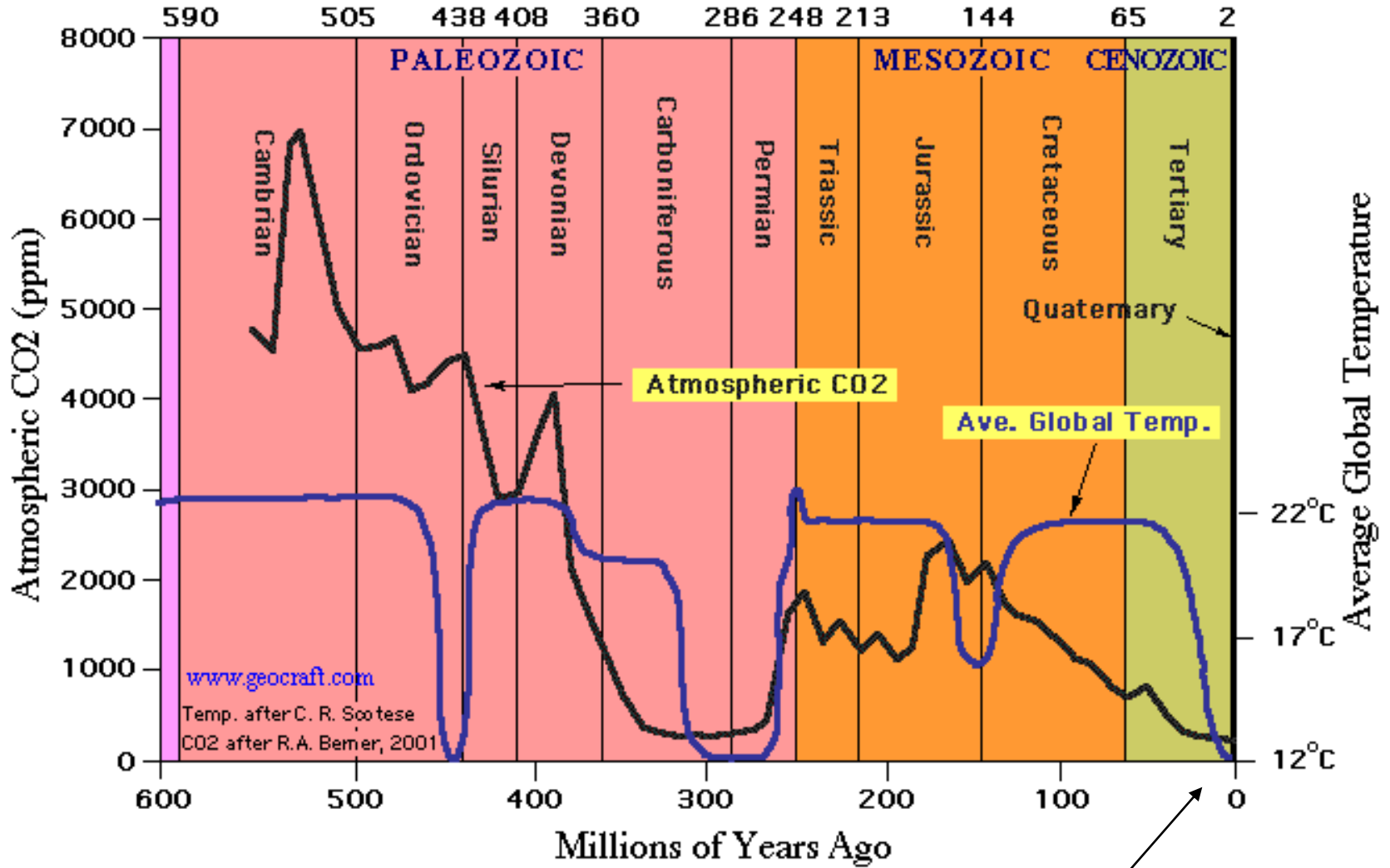


Dlouhodobé globální klimatické oscilace v historii Země (Ice-House : Green-House). Model Fischer et Arthur (1977), IH-GH (- CO₂, + CO₂), Některá HV vázána na přechod GH – IH



C. R. Scotese
PALEOMAP

Average Global Temperature



V současnosti je nejnižší prům. teplota i atmosferický C v historii Země

(Junk 2005)

Ad 9) **Impakty**

- nedílná součást vývoje planety
- přímé doklady = krátery (vnitřní val, zjištěno > 100 kráterů s prům. > 3 km, 3- 6 impaktů cca prům.1 km/1 milion let, 6 bolidů >10 km ve fanerozoiku (cca 550 mil. let), +- přímá vazba na HV – Chixulub (K/T).

Bez vztahu (?) k HV např.

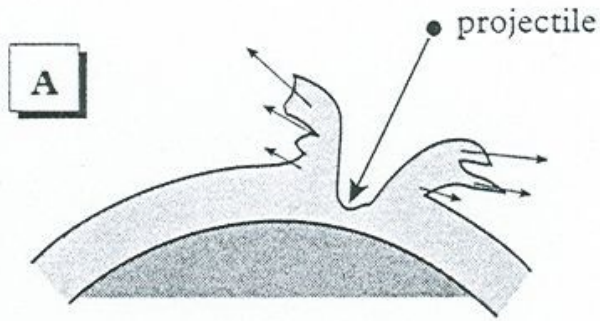
- Manicouagan (Quebec, starší o 12 Ma než IV. HV v triasu,
- Montagnais Crater (u N. Skotska, prům. 50 km, 50 Ma – žádný vliv na druhovou diverzitu ani v regionální škále)

Další doklady impaktů: šokové křemeny, mikrotektity, šokově a teplotně zirkon, spinel (obohacen o Ni) etc., anomálie prvků Pt skupiny (viz výše)

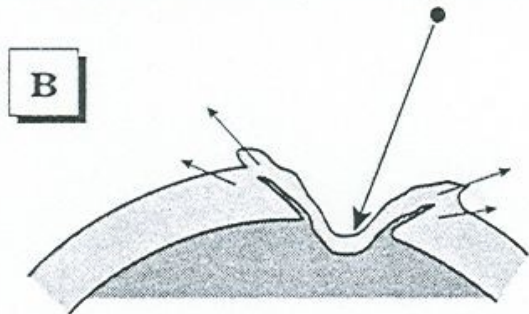


Wolfe Creek Crater (SZ Austrálie)

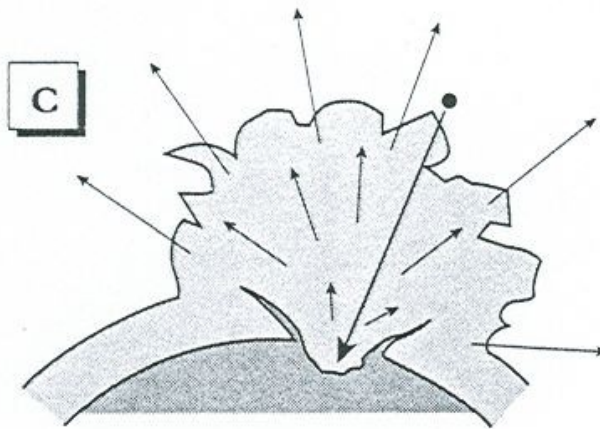
– prům. 875 m, výš. – 60 m, těleso 50.000 tun, stáří 300. 000 let



Direct ejection during atmospheric passage



Entrainment by fast solid ejecta



Ejection by vapor plume

Figure 2.4
Ejection of atmospheric gases (light gray) and solid crust (darker gray) during early impact of a celestial projectile (after R. Vickery and J. Melosh).

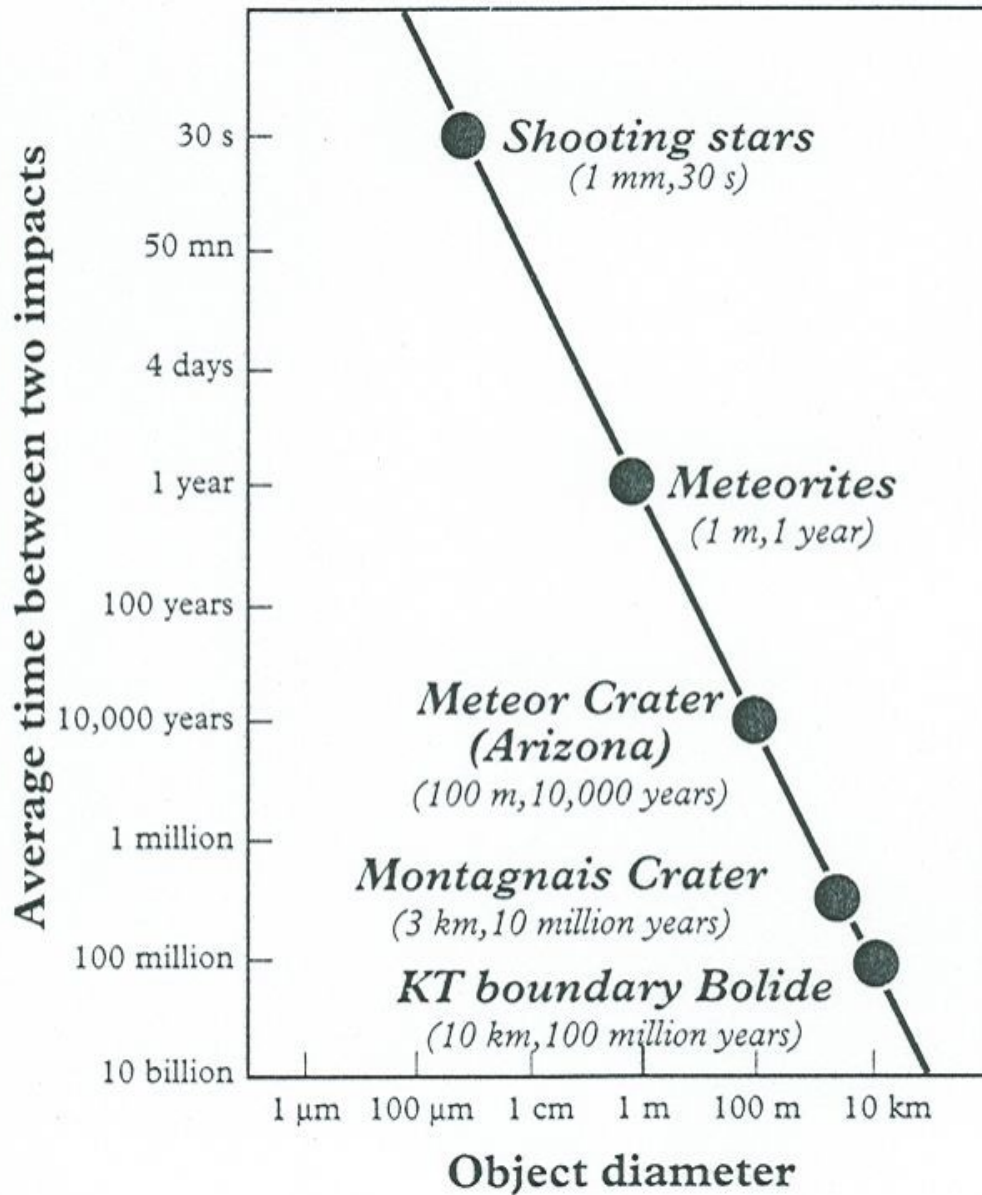
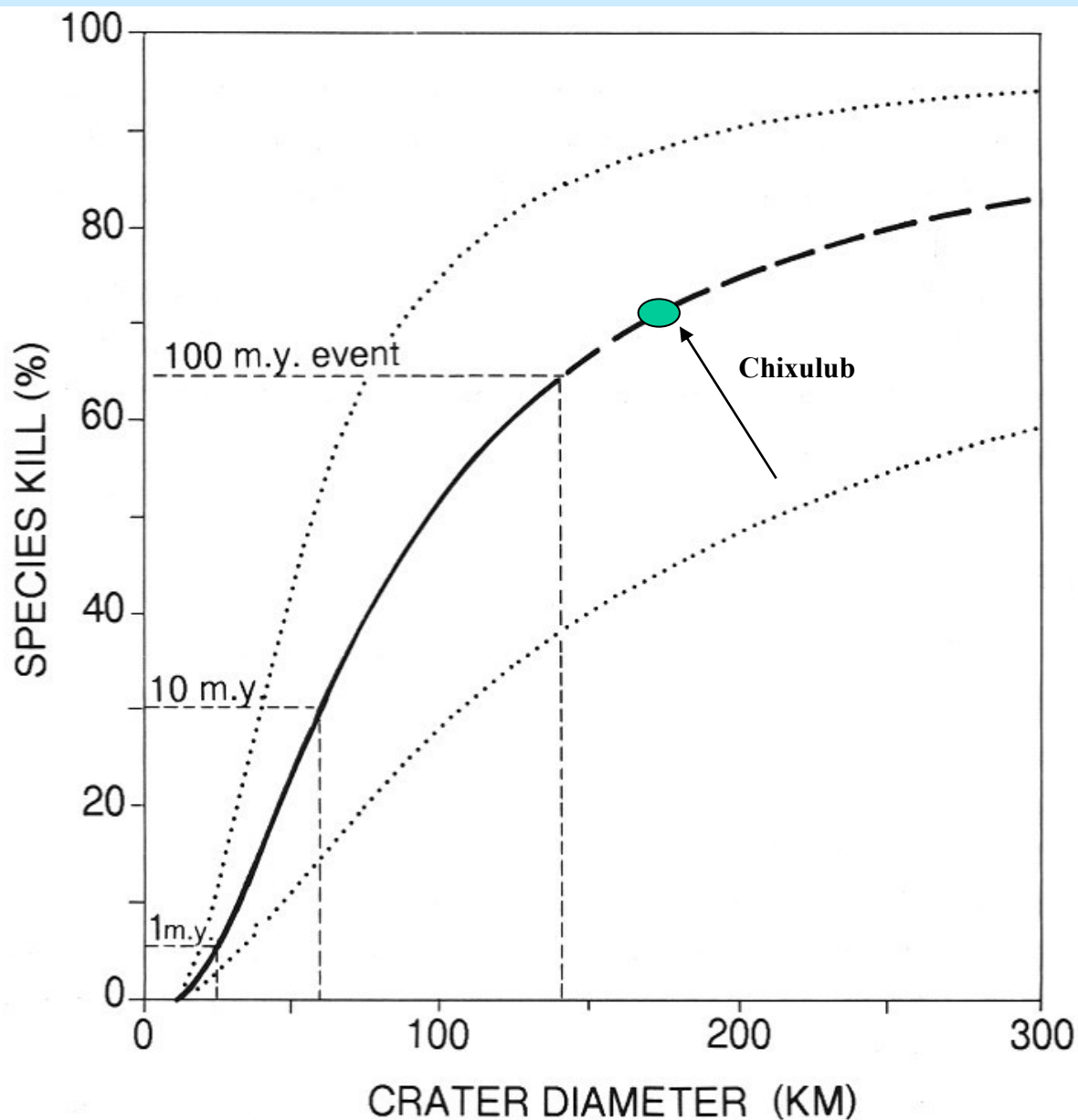


Figure 2.6
Average time between asteroid impacts as a function of object diameter. Note that the bottom line is older than the age of the Earth (4.5 billion years).

Vztah času a velikosti impaktů na zemský povrch

Vztah mezi vymíráním druhů a rozměry impakťových kráterů (Raup 1992)





Ries, Bavorsko, impakt 500 m prům., kráter 23 km x 700 m, ejekce 50-100 km³ hornin, 3 km³ výpar, 5 km³ natavení (energie=7500 Hbomb), vltavíny, (500 km-0 život)

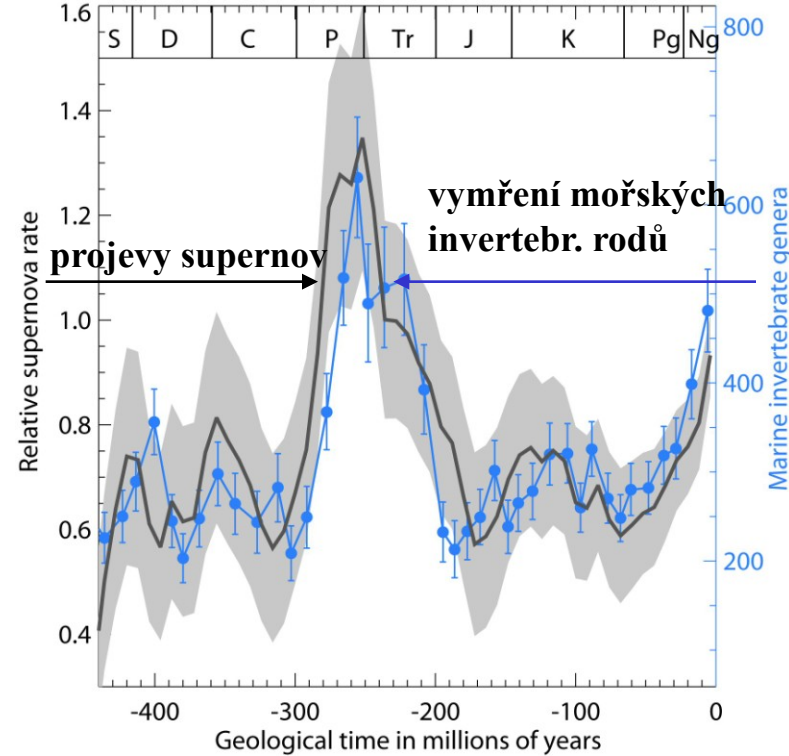
Ad 10) **Katastrofická uvolnění metanu**

Dochází k nim při uvolnění plynného metanu z tzv. klatrátů – ledu podobné pevné fáze vzniklé po velkých tlaků a nízkými teplotami na dně oceánů, v arktických jezerech či permafrostu. Vzrůst teploty a snížení tlaku vede k uvolňování plynu. Globální oteplení, eustáze etc. může vést k uvolňování metanu. Je-li rychlé a rozsáhlé může vést k velkým stresovým situacím na planetě a v důsledku i k hromadným vymíráním.....



Ad11) Supernovy + desk. tektonika

- Dlouhodobá diverzita života v mořích je závislá především na úrovni mořské hladiny dané deskovou tektonikou a na činnosti supernov,
- Dlouhodobá primární produktivita života v mořích – fotosyntetizující mikrobiální síť – je závislá na stavu supernovy,
- Mimořádně blízké supernovy objasňují krátkodobé poklesy hladiny světového moře v posledních 500 Ma, které nejsou vždy uspokojivě vysvětleny,
- Pokud geologické a astronomické faktory konvergují vztah mezi klimatem a projevy supernov je zřejmější a v případě dobrých korelací dochází k nástupu ledových dob.

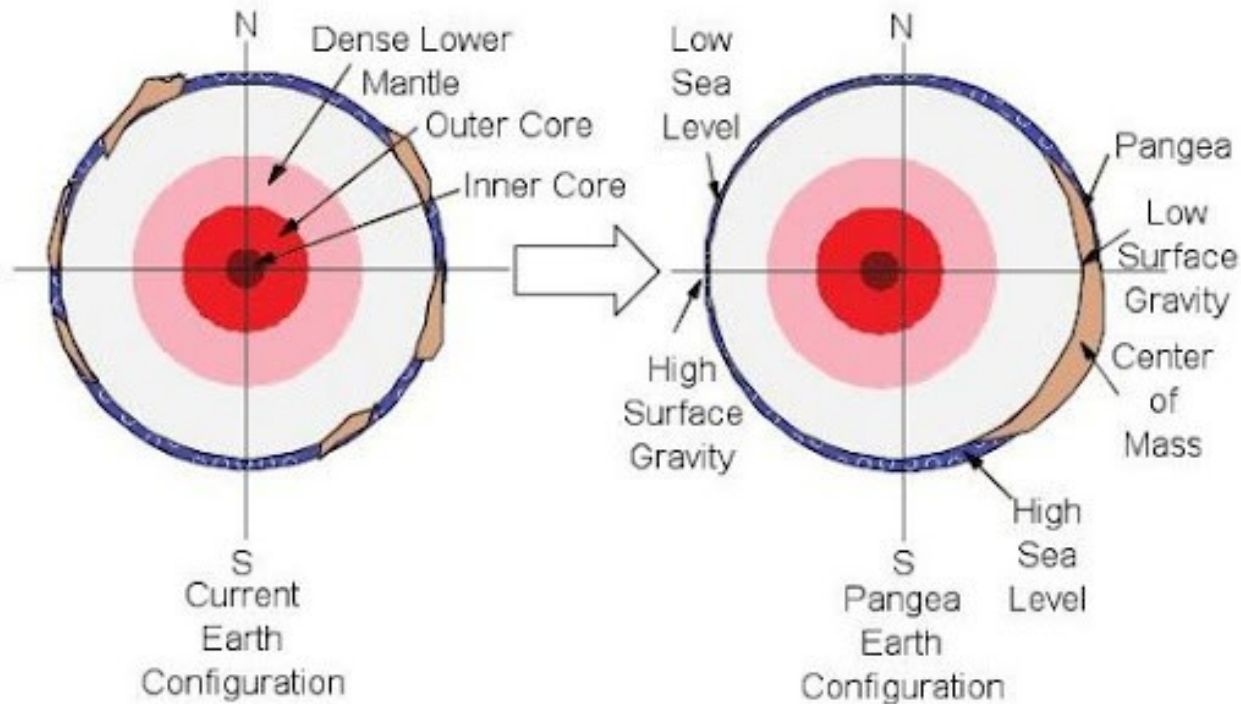


(Svenmark 2012)

Ad 12) A Gravity Theory of Mass Extinctions

Stojanowski (2012) - nová shrnující hypotéza hromadného vymírání založená na gravitaci:

- desková tektonika ovlivňuje polohu vnitřního i vnějšího jádra a spodní části pláště Země a jejich posuny mimo centrickou polohu a tím i případnou změnu gravitace na povrchu planety.**
- změny gravitace se jeví jako sjednocující faktor všech jevů při HV (trapy, rychlé eustatické změny hladiny moří, reverze zemského magnetického pole a druhotných geomagnetických variací).**
- gigantismus dinosaurů a dalších mesozoických forem života je chápán jako výsledek snížené povrchové gravitace a jejich vymírání pak jako výsledek zvýšené gravitace při štěpení Pangey. Rychlý pokles a vzestup globální hladiny oceánu během období hromadných vymírání, který není vysvětlen běžnými teoriemi vymírání, je právě vysvětlen novou teorií. Různé morfologické změny amonitů během pozdního mesozoika jsou chápány jako odezva zvýšené povrchové gravitace. GTME se pokouší organicky spojit součinnost mohutného bazaltového vulkanismu a období vymírání.**



EARTH'S CORE ELEMENTS SHIFT AS PANGEA IS FORMED

Při rotaci symetrického objektu jako je Země dochází při přemístění hmoty, ale musí být zachovány: 1) rotační kinetická energie 2) úhlový moment. Při spojení kontinentů do Pangey se posouvá střed Země jižně od rovníku, tedy pohyb, který by redukoval 1 a 2. Něco tedy musí kompenzovat tento pohyb kontinentů, aby byla 1 a 2 zachována. To něco je buď posun zemského jádra (vnitřní/vnější jádro + nejhustší část pláště) dále od Pangey nebo zrychlení rotace Země (posledně uvedené nebylo zaznamenáno). Posun jádra je podporován masivními výlevy bazaltů. Současné výzkumy také ukazují, že změny geomagnetického pole Země jsou přímo spojeny s pohybem a rozmístěním zemských desek. **Zdá se, že většina HV byla výsledkem změn v povrchové gravitaci způsobených deskovou tektonikou.**

THE GRAVITY THEORY OF MASS EXTINCTION

(2011) (2012)



A new unified theory of mass extinction explains the rise and fall of the dinosaurs

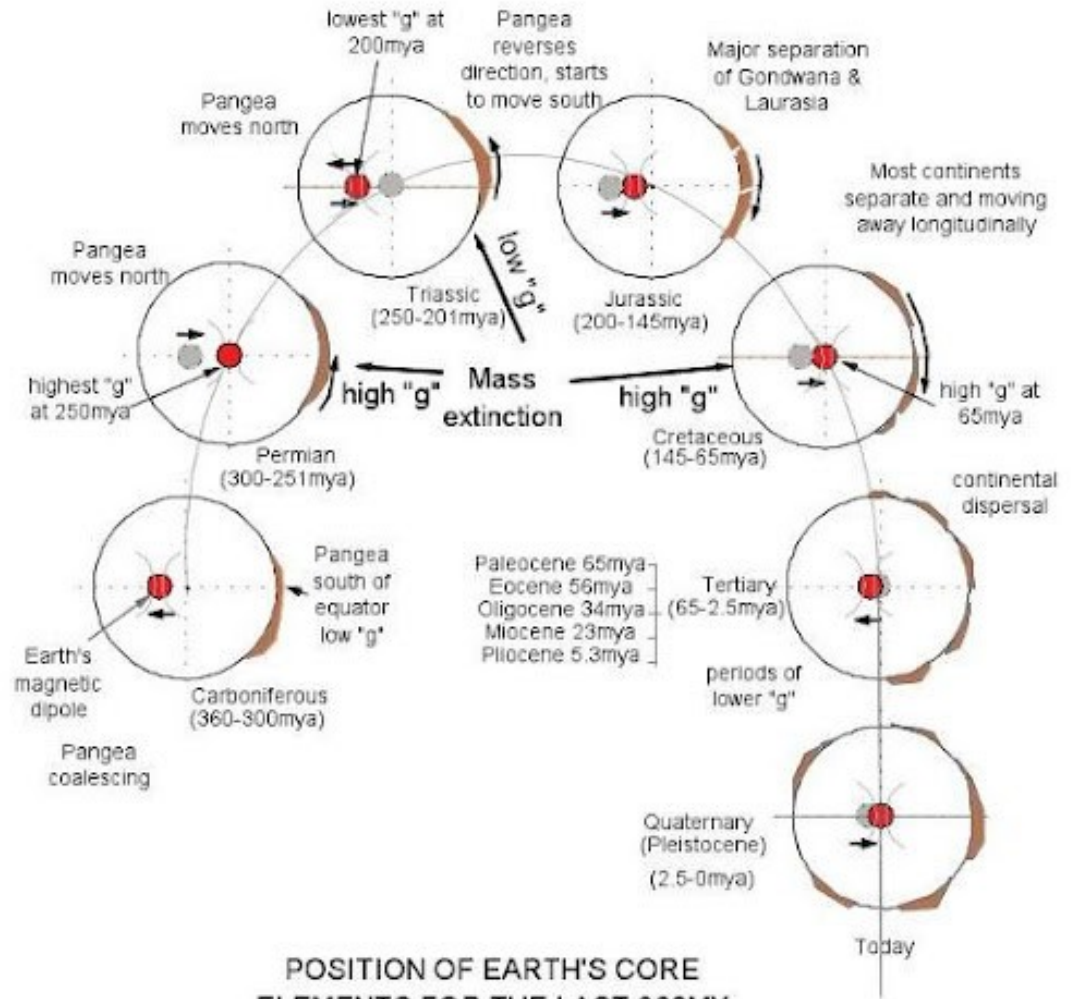
John Stojanowski

THE GRAVITY THEORY OF MASS EXTINCTION



A new unified theory of mass extinction explains the rise and fall of the dinosaurs

John Stojanowski



POSITION OF EARTH'S CORE ELEMENTS FOR THE LAST 360MY (According to GTME)

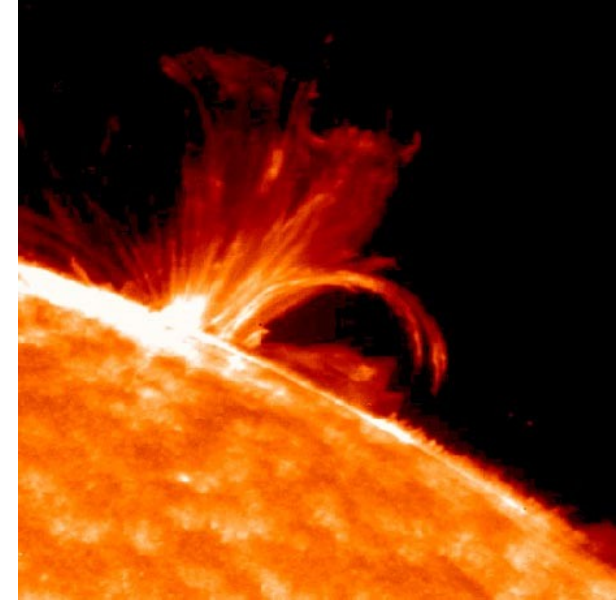
(Stojanowski 2012)

Ad 13) **Sluneční supererupce**

Velké erupce na Slunci = 10 na 32 ergů (1 joule = 10 milionů ergů),

Na jiných hvězdách jsou zaznamenány erupce 10 na 36 ergů
(nový termín = supererupce),

- 10 000krát silnější než erupce na Slunci
- častost = cca 1x 5000 let (u mladých hvězd častější)
- objevil je Kazumari Šimata



Supererupce na našem Slunci ???? Pokud ano, pak:

- vyřazené družice, rádiové spojení, celosvětový blackout, fatální dávky záření astronautů a cestujících v letadlech =>
porušená ozonová vrstva = zvýšené dávky záření na zemský povrch
- pravděpodobnost tohoto jevu je malá (Slunce rotuje pomaleji než hvězdy, na nichž byly tyto erupce pozorovány)
- kdyby přece, pak záleží na pozici erupce:
 - pokud na V okraji Slunce, pak nabitě částice by Zemi minuly,
 - pokud na Z okraji Slunce, pak by byl dopad na Zemi značný

V současné době se studuje možnost některá HV vysvětlit tímto způsobem

Např. Fusi Mijake zjistil zvýšené množství C14 v letokruzích stromů z let 775-993 a za nejpravděpodobnější vysvětlení považuje velkou sluneční erupci (mihi: srv. dataci stěhování národů)

Biotické korelace HV

- **Z historie planety vyplývá (empirie):**
 - **ve vývoji nedochází k opakování téže cesty, neexistuje cesta zpět (viz evoluce)**
 - **životnost druhů je omezená**
 - **druhy s malými populacemi vymírají velmi snadno**
 - **velmi rozšířené a individuálně početné druhy není snadné vyhubit. Likvidující faktor musí působit v celém areálu**
 - **taxony s jedinci velkých rozměrů těla jsou citlivější k nárazům vyvolávajícím HV (menší reprodukční rychlosti, většinou vyšší stupeň specializace)**
 - **citlivější na HV jsou organizmy tropické (žijí u tropické zdi)**
 - **je-li správný argument, že HV je proces na úrovni druhů, potom celá řada druhových znaků ovlivňuje citlivost k HV („bad luck“ : „bad genes“)**
 - **druh se stává citlivým k vymírání v důsledku tzv. prvního úderu (náhlá změna snižující výrazně počet jedinců)**
 - **vymírání zvyšují zátěže, s nimiž nemá druh běžnou zkušenost (normální stresy svého prostředí zvládá)**
 - **vymírání postihuje spíše skupiny specializované, než skupiny univerzalistů**
 - **v posledních 3,5 (?) Ga nedošlo na planetě nikdy k totální eliminaci života**

„Klasifikace“ vymírání (Raup 1994)

- **A) podle intenzity a rychlosti:**
 - **pozad'ové (fonové) (+- konstantní rychlost, běžné zemské faktory a jejich kombinace)**
 - **HV (nepříznivá kombinace silných zemských faktorů, mimozemské faktory – impakty)**
- **B) podle způsobu vymírání:**
 - **„pěšák v poli“**
 - **„poctivá hra“**
 - **„záludné vymírání“**

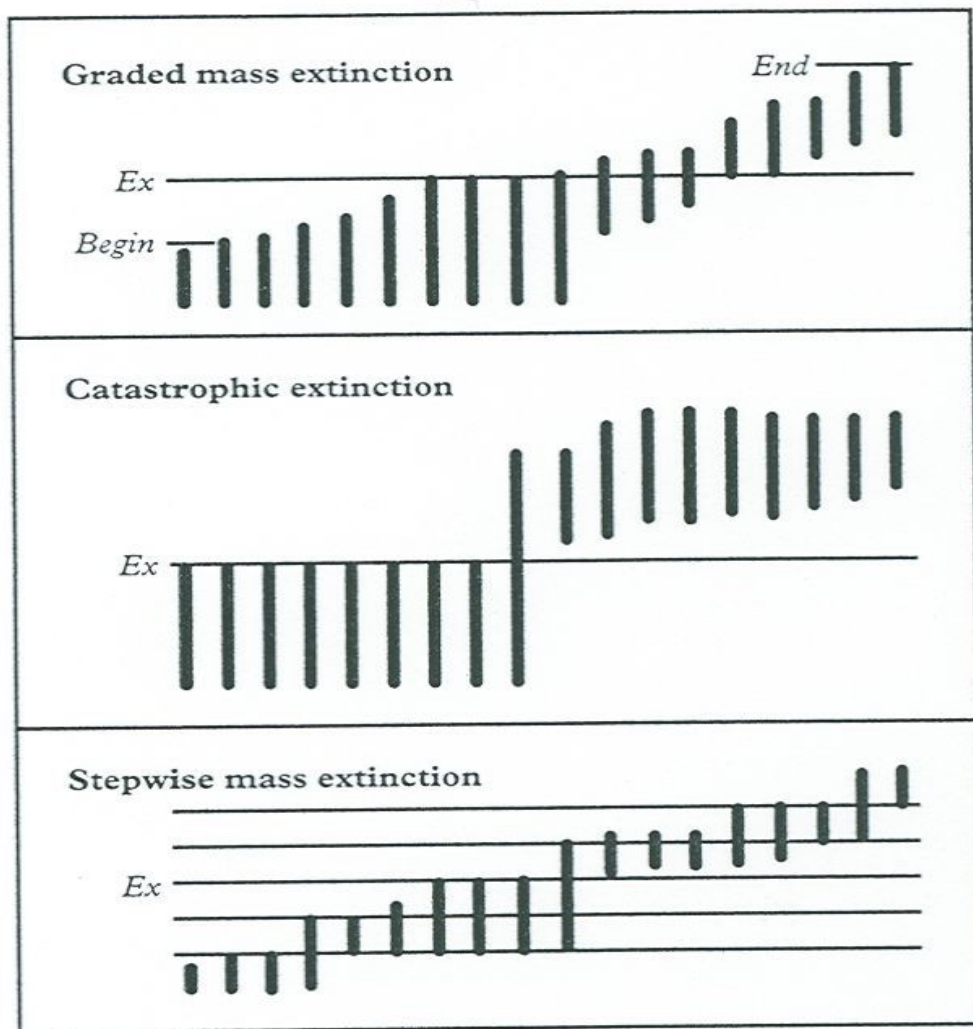


Figure 1.3
 Various extinction scenarii (each vertical bar represents presence of a given species at a given level or time). (After P. Hut.)

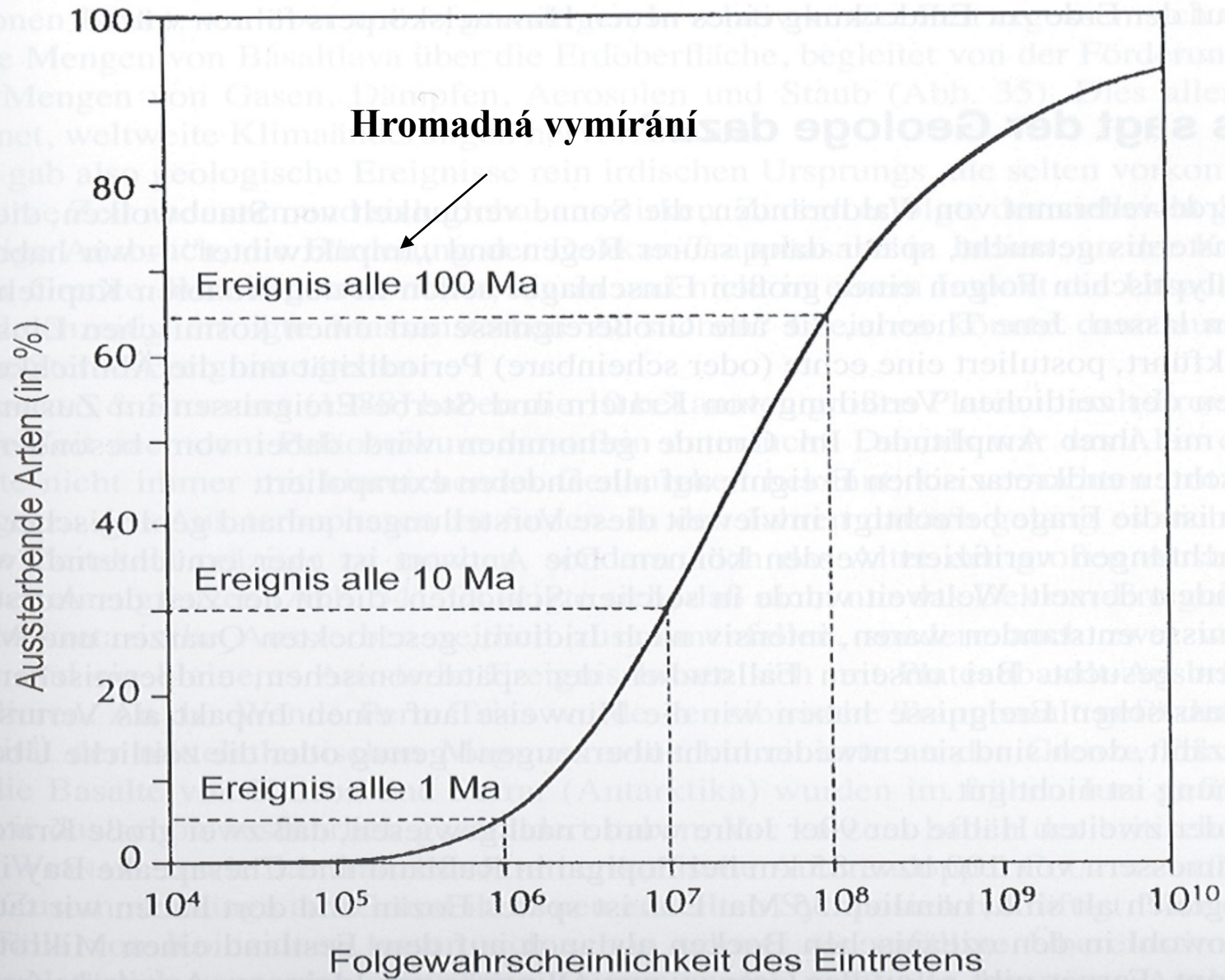


Abb. 53. Die „Sterbekurve“ („kill curve“) von RAUP. Sie gibt die durchschnittliche Eintrittshäufigkeit von Ereignissen in der Funktion ihrer Amplitude an. Nach RAUP (1991).

Velké události a jejich vztah k vymírání a následnému rozvoji (podle Wallisera, 2003)

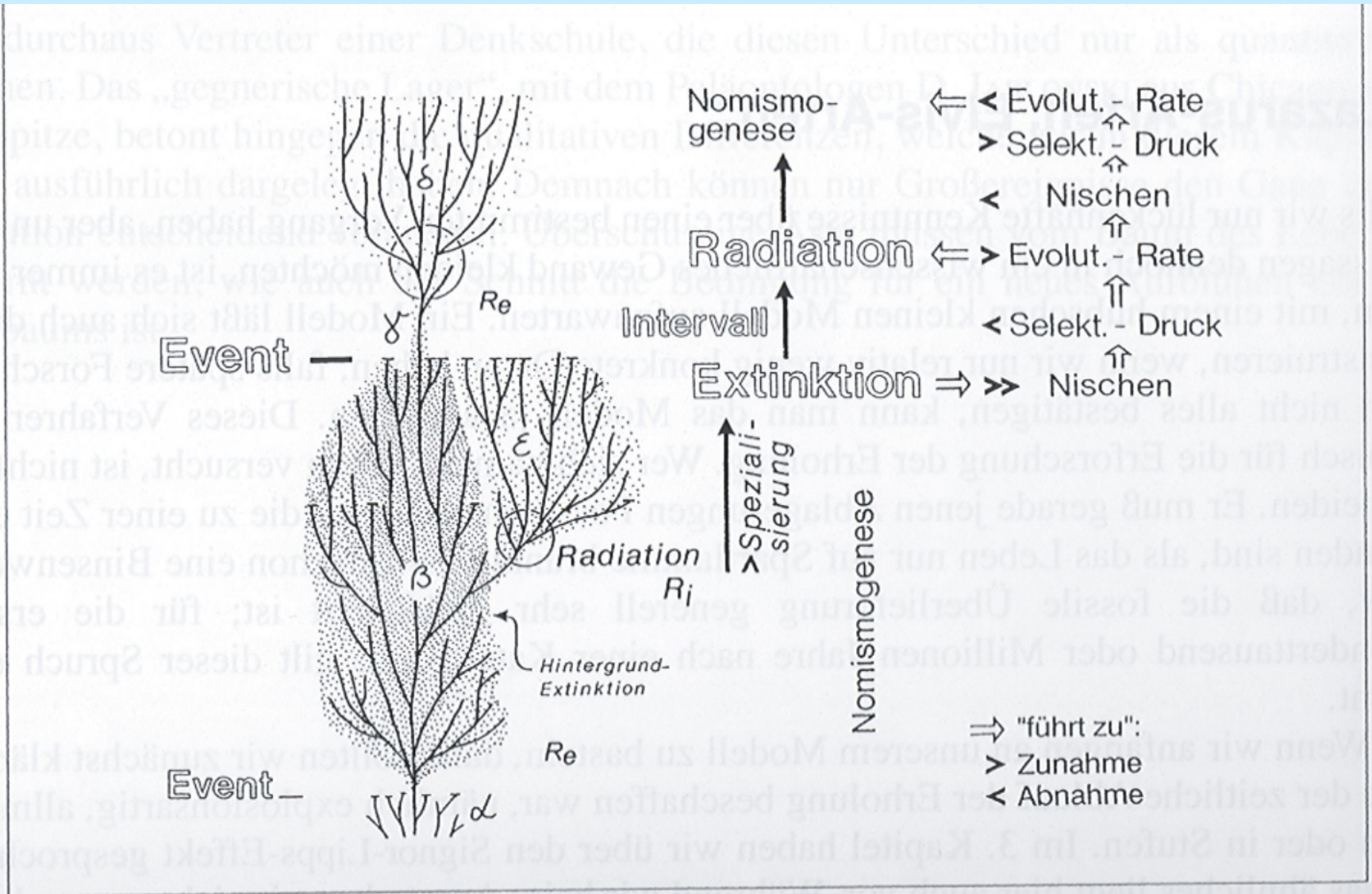
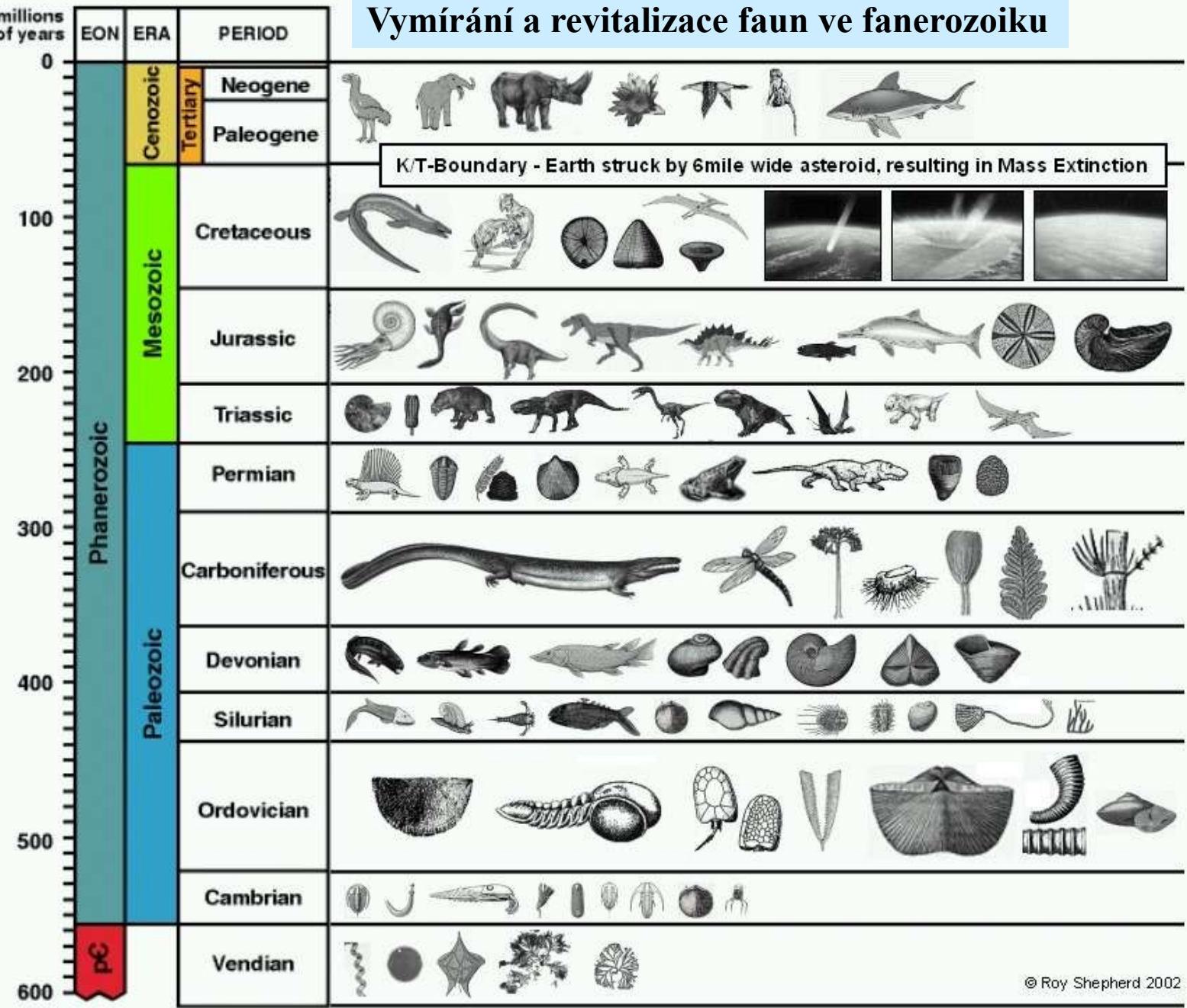


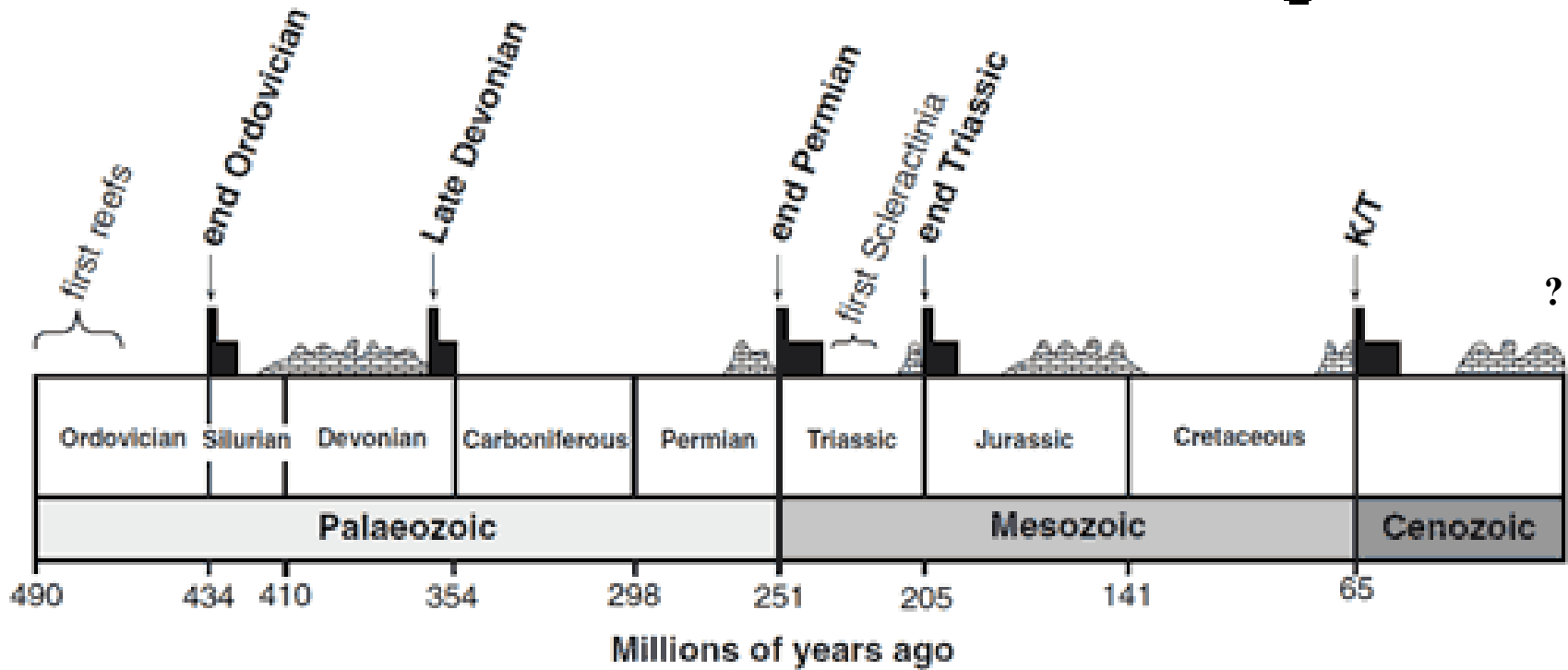
Abb. 65. Entfaltung und Aussterben. R_e : Radiation nach einem „Extinktion-Event“; R_i : Radiation nach einer biologischen Innovation. Nach WALLISER (2003; bei Kap. 1).

Vymírání a revitalizace faun ve fanerozoiku

Hromadná vymírání

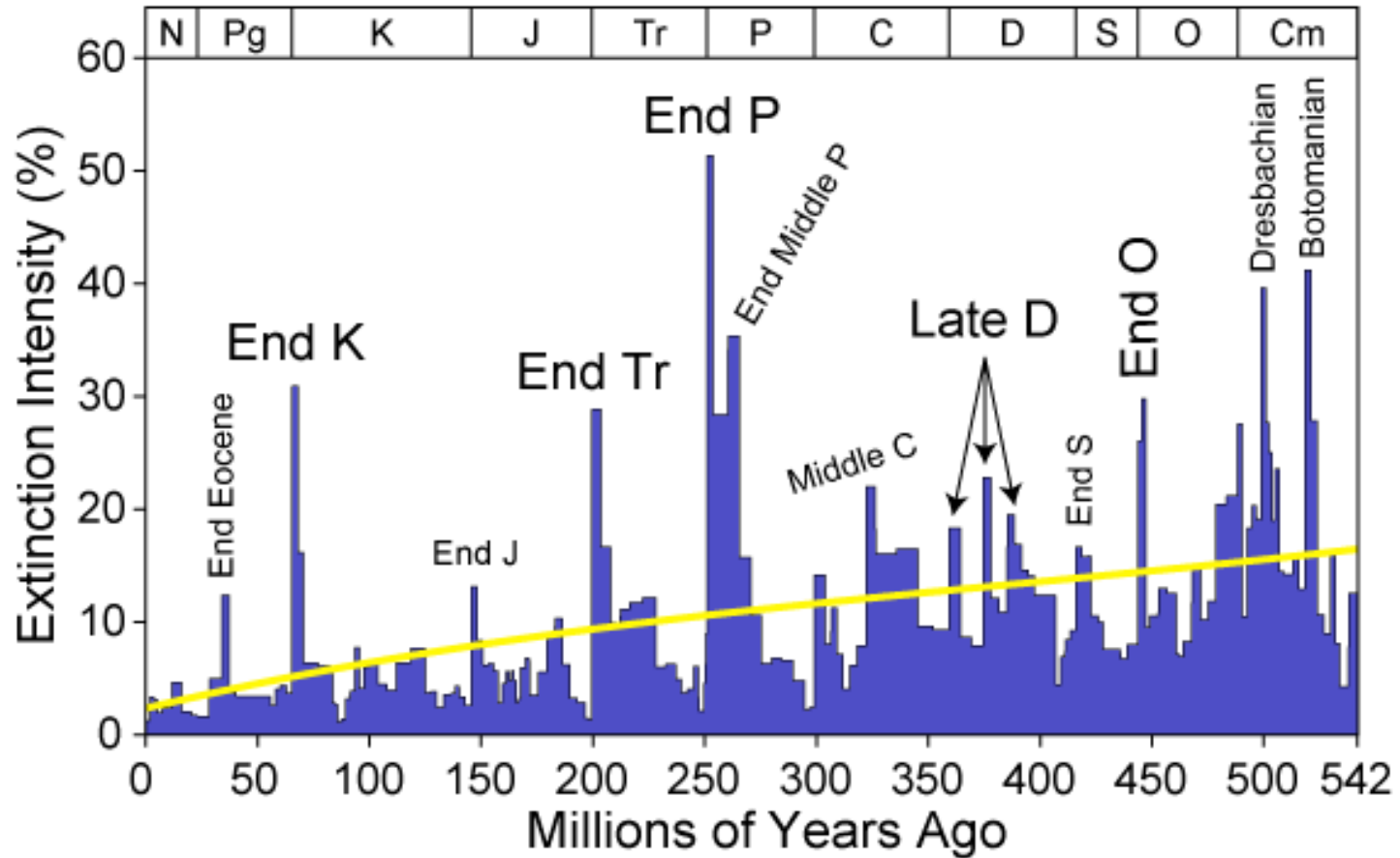


Mass Extinction Events and coral reef growth



(Veron, 2008)

Marine Genus Biodiversity: Extinction Intensity

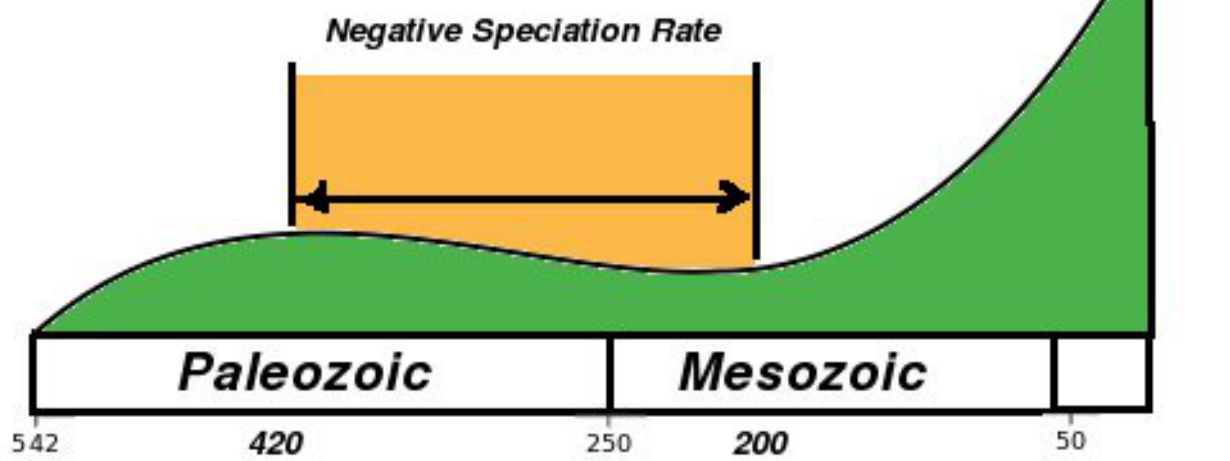
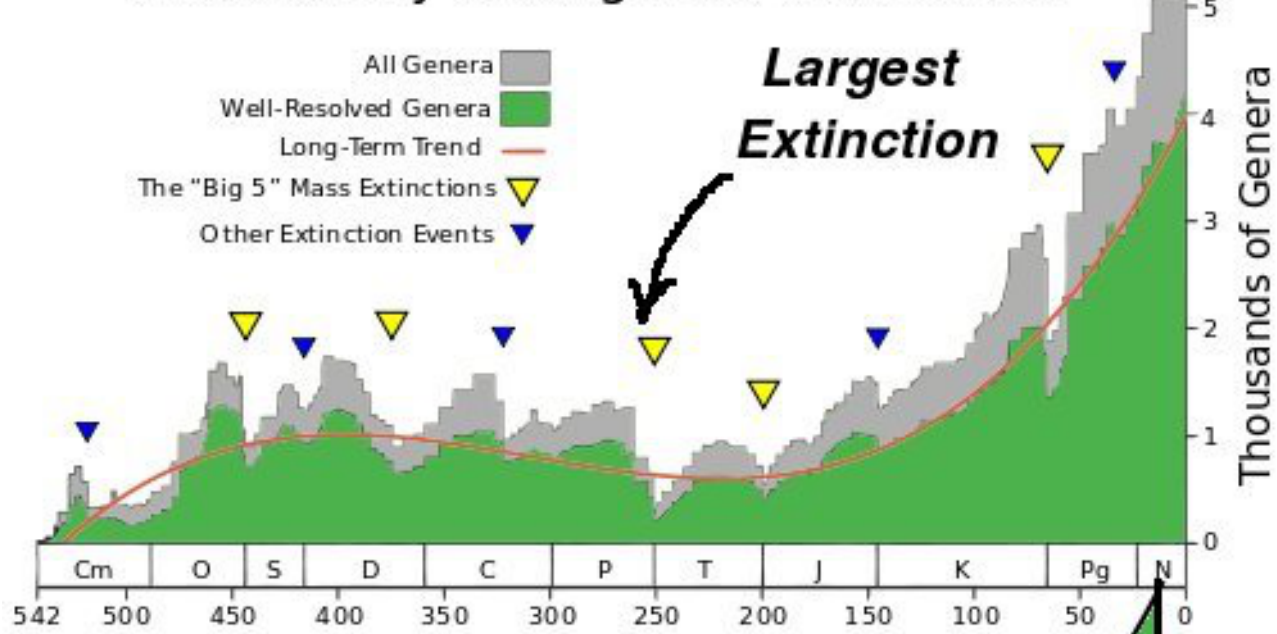


Intenzita vymírání mořských rodů během geol. času klesá



(Wiki 2012)

Biodiversity during the Phanerozoic



220 Million Year Speciation 'GAP'
(z hlediska četnosti)

Souhrn biotických aspektů HV:

- HV vykazují celkem malou taxonomickou selektivitu (tj. jsou nedarwinistické)
- Raup – „bad luck“ nikoliv „bad genes“ (být ve špatný čas na špatném místě)
- Události spojené s HV jsou vzácné a velmi rozdílné – problém evoluce prostřednictvím přírodního výběru
- Problém periodicity vymírání během fanerozoika (Raup et Sepkoski 1984, á 26 Ma 1 pik na křivce vymírání mezi permem a současností – model diskutován: přesnost datování, astronomická situace-kometový materiál v blízkosti Oortova oblaku, hypotéza Nemesis (dvojče Slunce) etc. (viz následující obr.)
- Autoři se shodují: **HV hrají (mohou hrát ?) tvůrčí roli v evoluci, chrání život před ustrnutím, drží biosféru v souvislém toku (dynamice, zrychlení), opakovaně “natahují hodiny evoluce“ a zvyšují biotické tlaky, obrovské inovace během geologického času, zvyšování diverzity v krátkém čase a udržení ekodiverzity na geologické časové škále**

Souhrn předpokládaných příčin HV ve fanerozoiku (upraveno podle Hallam et Wignall 1997)

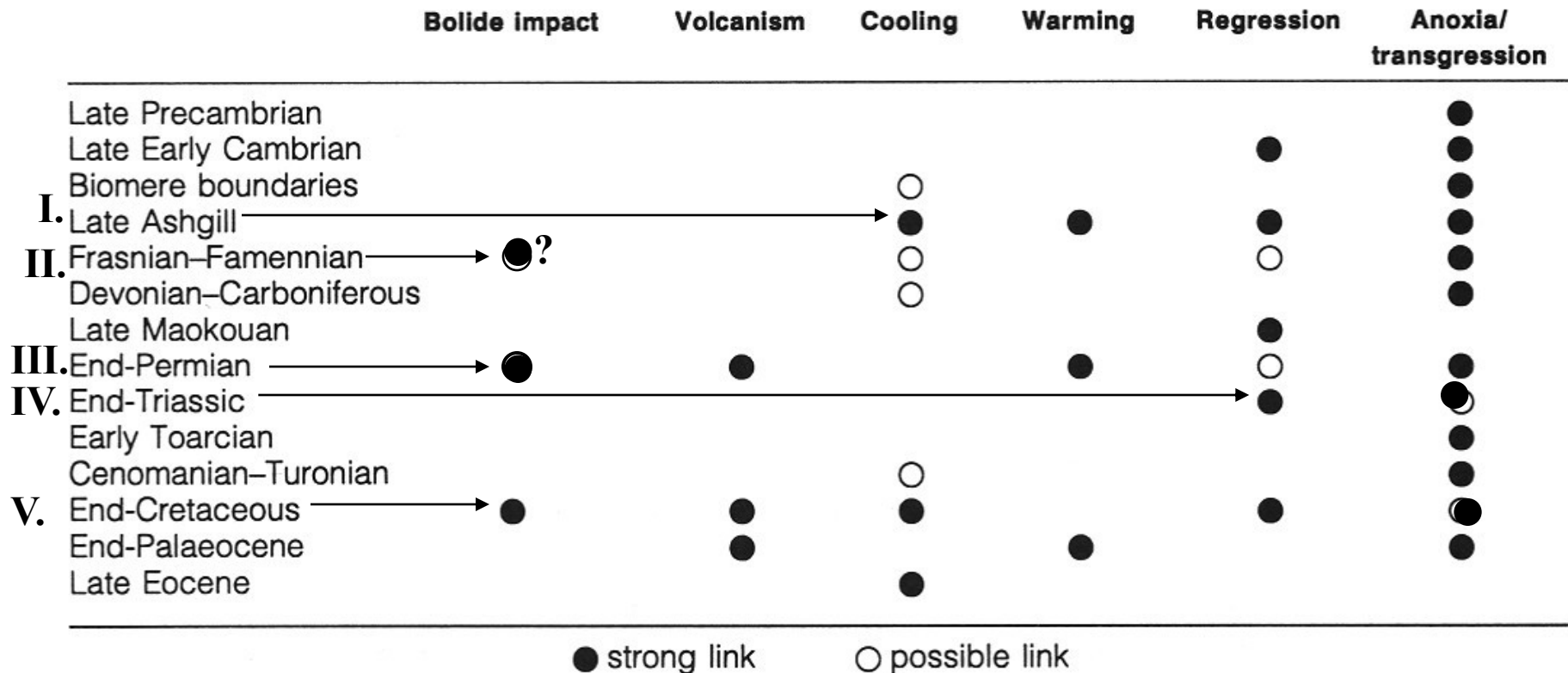


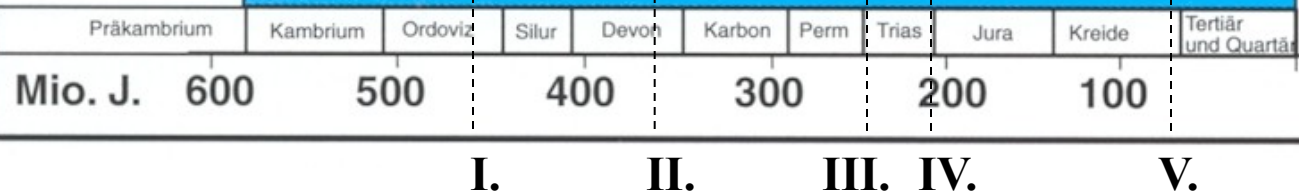
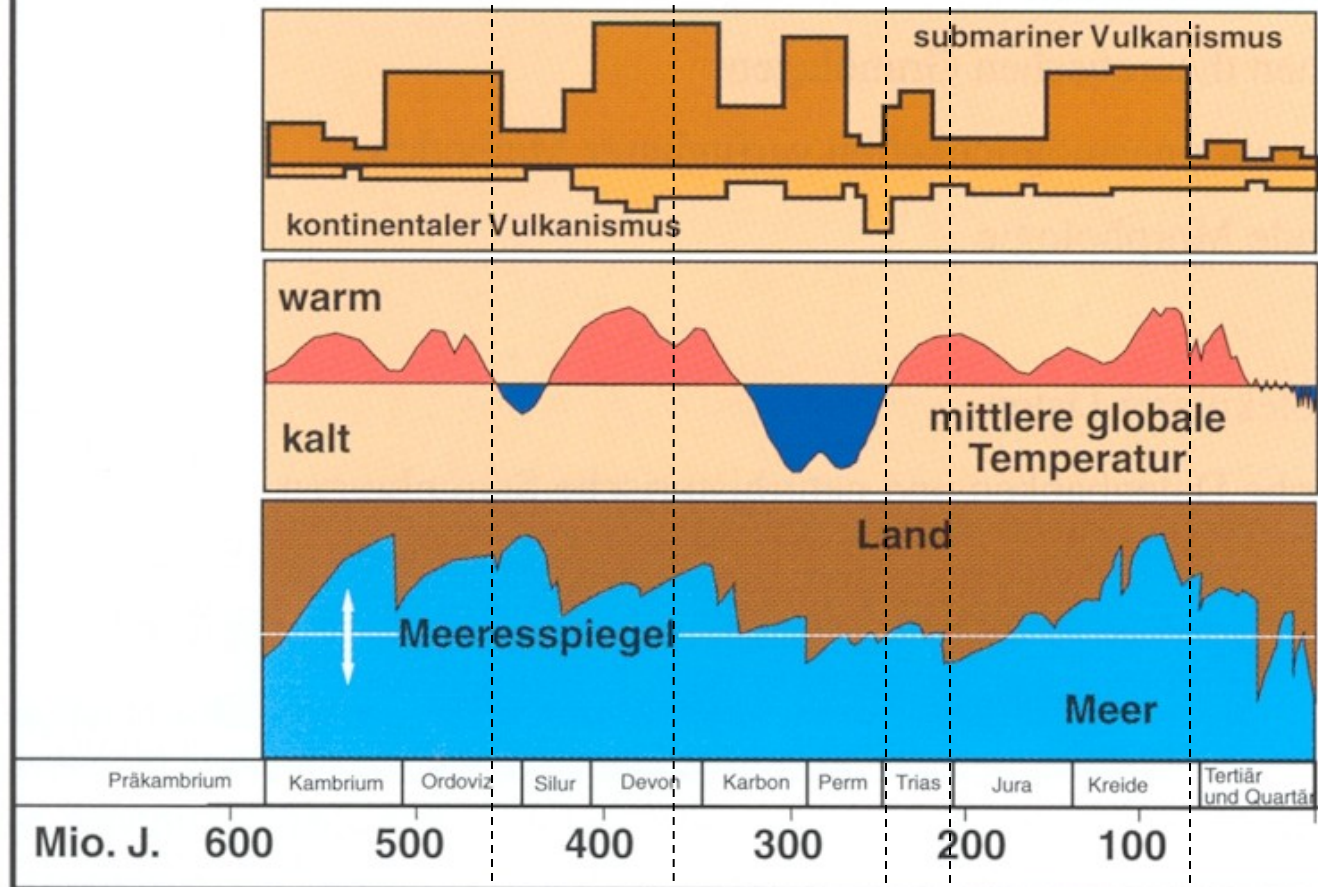
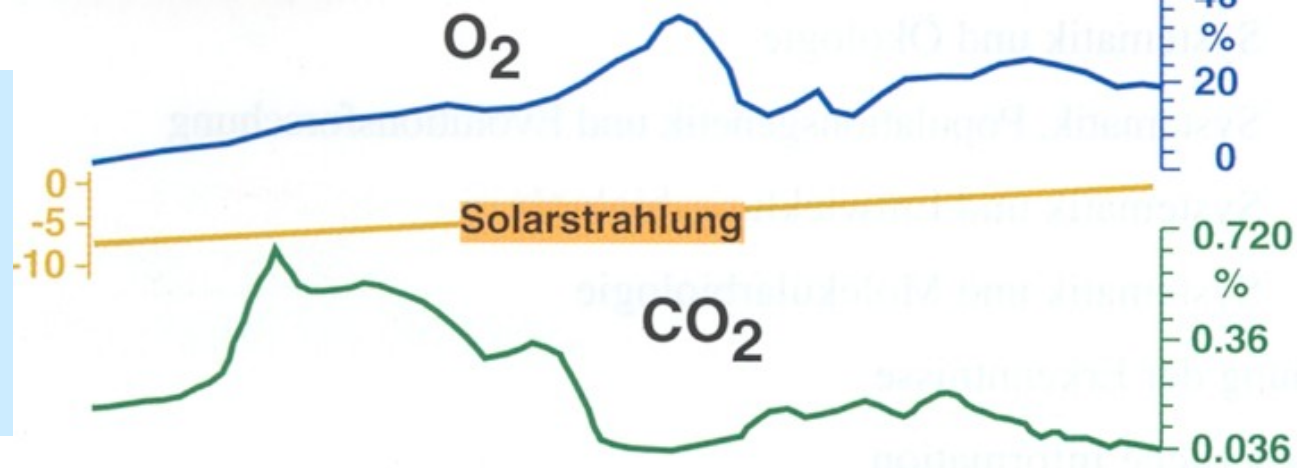
Table 2. Factors Interpreted as Contributing to Phanerozoic Mass Extinctions (Indicated by X)*

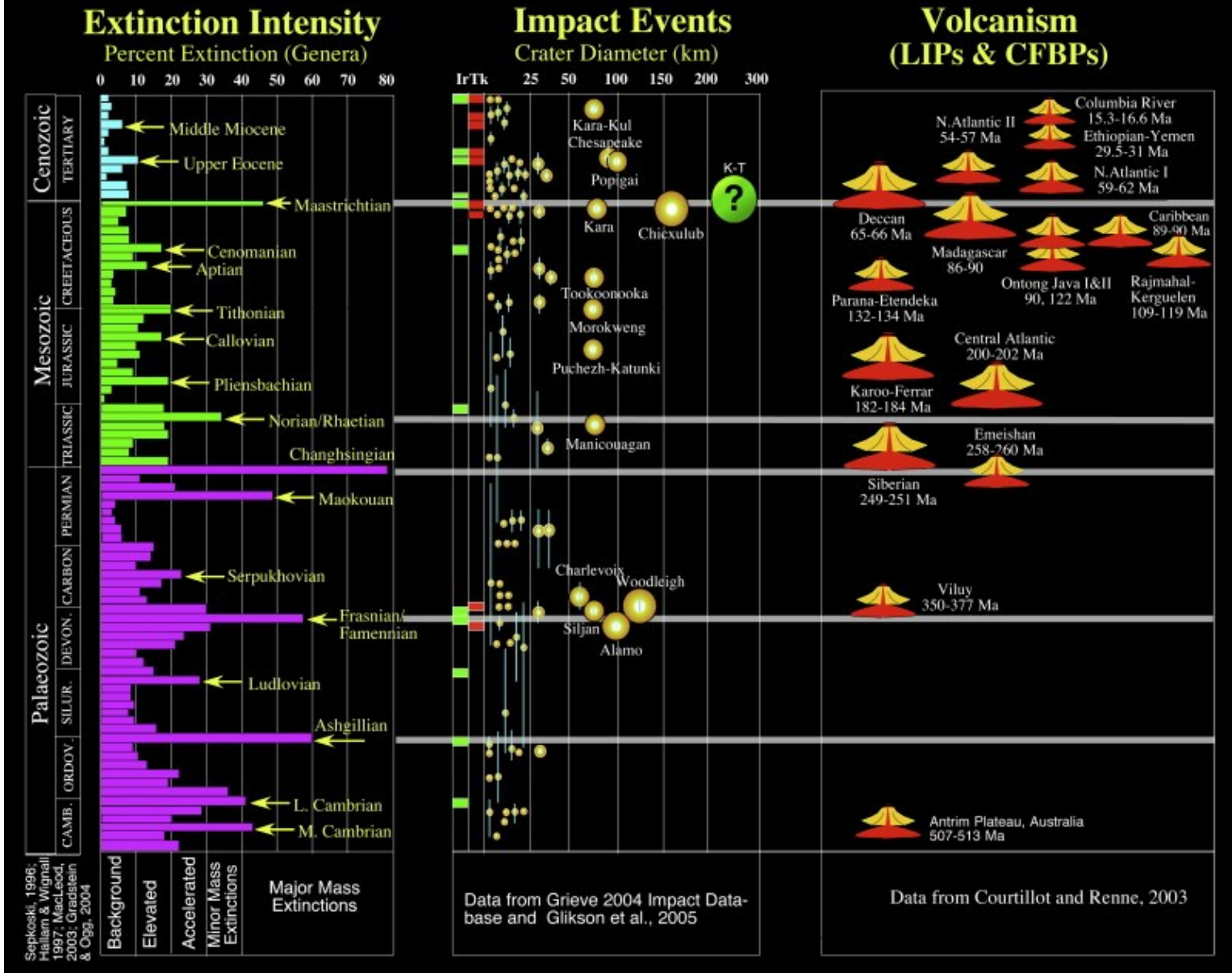
	Bolide Impact	Volcanism	Global Warming	Ocean Anoxia and Transgression	Increased Nutrient Input to Oceans and Eutrophication	Algal-Produced Toxins
End Ordovician			X	X		X
Late Devonian	X		X	X	X	X
End Permian	X	X	X	X		X
End Triassic	X	X	X	X		X
End Cretaceous	X	X	X	X		X
Modern: observations and effects	Release of CO ₂ from bolide impact may contribute to global warming (O'Keefe and Ahrens, 1989; Jablonski, 1990; Hildebrand et al., 1991) and to environmental stress leading to increased algal toxin production.	Volcanism affects environmental conditions, which may lead to environmental stress causing increased production and potency of algal toxins (Landsberg, 2002).	Warmer temperatures cause increased frequency of toxic algal blooms (Hallegraeff, 1993; Harvell et al., 1999).	Anoxia from decay of a large mass of organic material produced by algal blooms causes organism mortalities (Skulberg et al., 1984).	Increased nutrient input to oceans and eutrophication cause increased production of algal toxins (Paerl and Whitall, 1999; Van Dolah, 2000).	Algal-produced toxins cause mass mortality of organisms (Collins, 1978; Carmichael and Falconer, 1993; Falconer, 1999) and may lead to another mass extinction event.

*Observations and interpretations regarding algal-produced toxins are from this article and references cited in the table; other interpretations are from Hallam (2004) and references cited in the text.

**Fanerozoikum:
intenzita vulkanizmu a
kolísání**

- teplot,
- mořské hladiny,
- O₂ a CO₂





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

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

Závěr k HV

- **HV = vymizení relativně velkého procentního podílu druhů různých taxonomických skupin během krátkého úseku geologického času v globálním měřítku**
- **při HV nejde většinou o jednotlivou a náhlou událost, spíše se většinou rozprostírá na ekologicky dlouhé časové škále (10. 000 –100. 000 let, většinou řada vln v rozmezí 1- 2 Ma**
- **HV jsou spouštěna různou kombinací environmentálních výkyvů, určitá úroveň změny pak vede ke kolapsu zemského ekosystému.**
- **HV říkají hodně o původu globálních ekosystémů a úrovni jejich nestability. Ukazují konečnou rezistenci vůči celkovému kolapsu (obrovská variabilita života a prostředí)**

Historie pojmu vymírání:

- Vědecké uznání fosílií jako dříve žijících organismů (Steno 1666), otázka, zda mohou druhy vymírat
- Georges Cuvier (1769-1832), National Museum, Paris, difference mezi slony recentními a fosilními, odmítnutí myšlenky, že fosilní žijí někde skrytě na Zemi → oddělené druhy, které vymizely → na Zemi dochází ke katastrofám vedoucím k náhlým změnám v biotě – **KATASTROFIZMUS** (vymírání jako fakt)
- Charles Lyell (1797-1875), 1830 Principles of Geology, akceptace Jamese Huttona (1790) – Země neprodělává katastrofy, ale postupné pomalé změny – **UNIFORMITARIANISMUS** (v geol. aktualismus)
- Poté diskuse K:U, Wegener, desková tektonika, DSDP, Alvarez, neokatastrofismus, přerušovaná rovnováha, akceptace obou pohledů (dále viz kapitola EVOLUCE)

HV + dnešní stav planety (? IV. HV):

- Tzv. „Třetí krize“, v pleistocénu vymírá např. 2/3 měkkýšů v Záp. Atlantiku a Karibiku (regrese a růst kont. ledovců), v S. Americe 1/3 savců.

11 Ka – mizí 2/3 velkých savců v J. a S. Americe

– dtto Evropa (vše nad 50 kg mizí)

– většina autorů to spojuje s migrací člověka přes Beringovu úžinu do Ameriky.

G.H. Miller (aminokyseliny vajíček) např. prokázal, že gigantický pták *Genyornis* v Austrálii vymizel nikoliv vlivem změny klimatu, ale náhle s příchodem člověka.

Současná lidská aktivita – vymírání na Pacifických ostrovech (Hawai), Madagaskaru, Novém Zélandu etc.

-Přesto, že se zvýšil odhad dnes žijících druhů na planetě (z 5 na 50 miliónů), je tempo mizení druhů (až 100 druhů/den) likvidací některých habitatů (korálové útesy, tropické pralesy) příliš vysoké (dříve než je poznáme). Toto vymírání podle některých autorů:

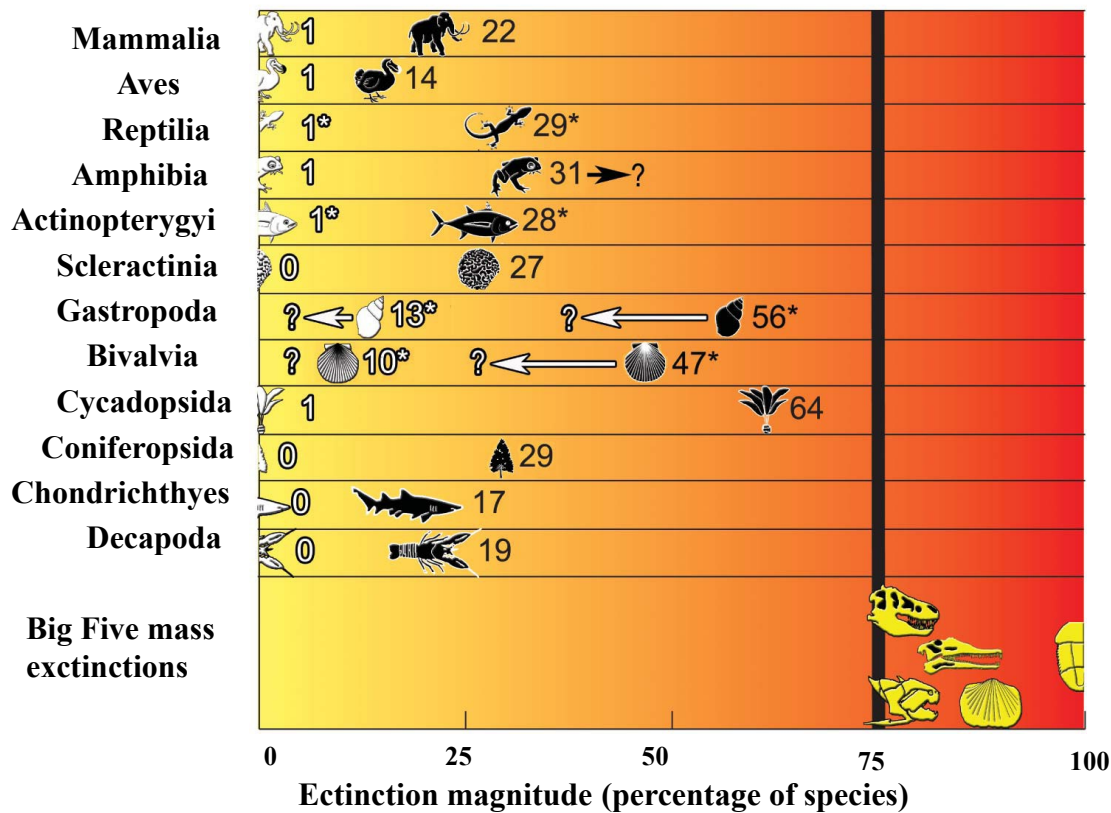
- třetí největší HV v historii Země,**
- ne konec evoluce, ale změna směru,**
- nelze srovnávat HV v minulosti a nyní (čas, neznalost až 70% „měkkých“ v minulosti)**
- člověk = impakt („co pleistocén začal, to člověk razantně završuje“)**

Na časové škále lidského života může nyní dojít k HV buď mimozemským impaktem nebo kolosálními erupcemi platóbazaltů (neokatastrofisté, V. Courtillot) – obě možnosti mají oporu v geologické minulosti („survival of the luckiest“, nikoliv „fittest“)

Vzniká: SCIENCE OF MASS EXTINCTION - SME



Co říká o současném stavu planety ?



Rozsah současného vymírání hodnocených taxonů v poměru k HV (75 % druhů)

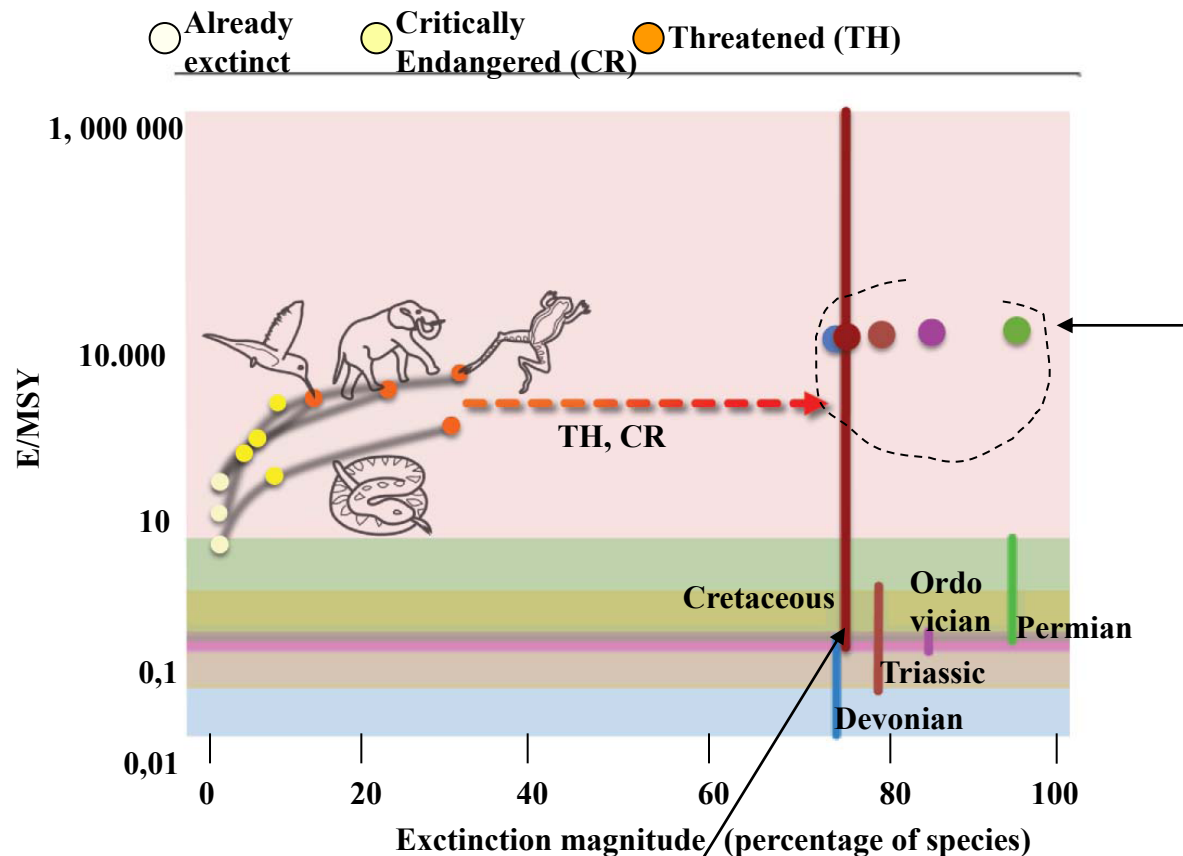
Bílá ikona – % vymřelých druhů během posledních 500 let

Černá ikona – % ohrožených druhů během posl. 500 let (Amphibia mohou být vyšší – 43 %),

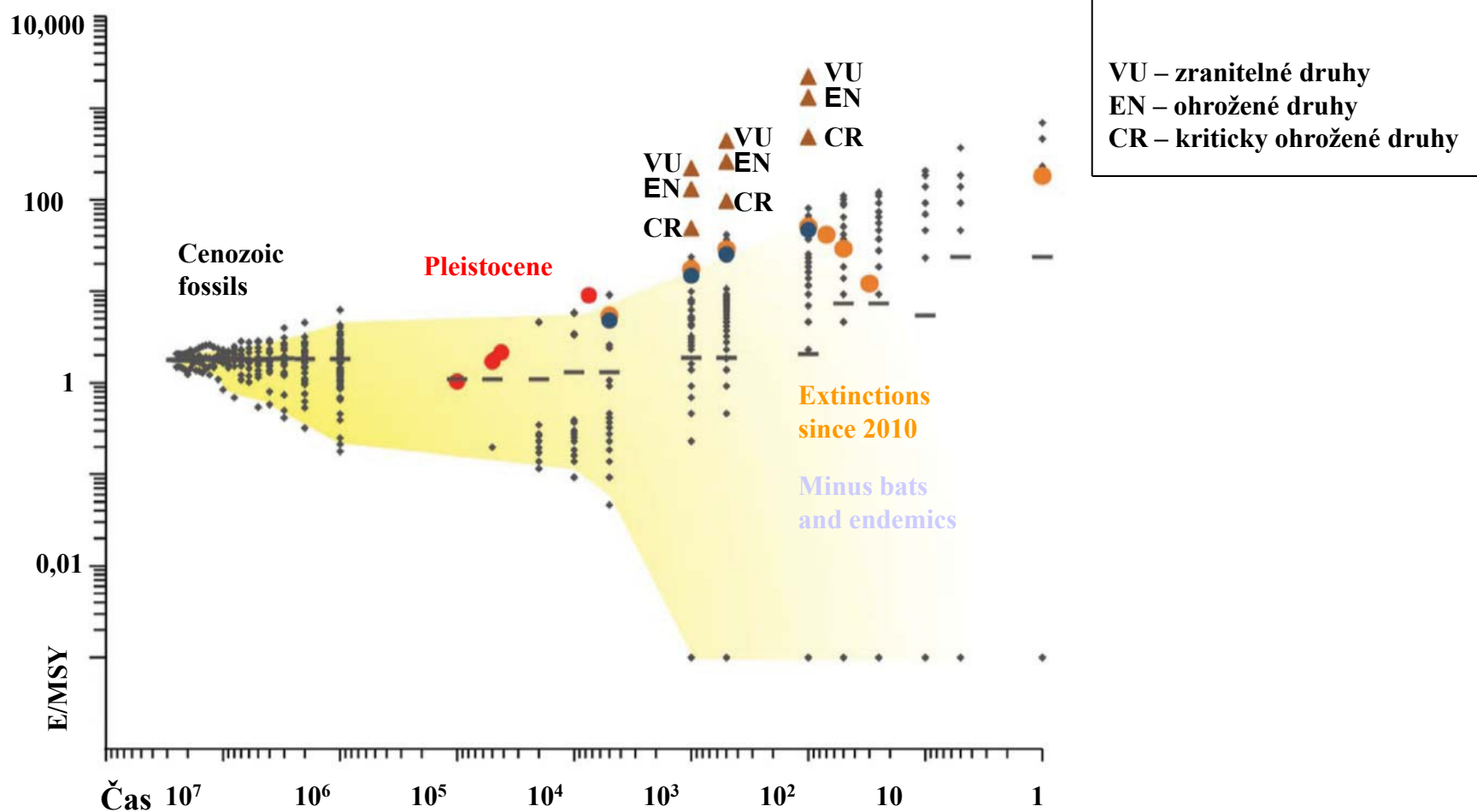
Žlutá ikona – vymřelé skupiny při Big Five

Hvězdička - bylo hodnoceno jen málo druhů

Bílá šipka – čísla, která jsou asi nadhodnocená



Vztah mezi rozsahem vymírání (V, % vymřelých druhů) a jeho rychlostí (E/MSY =poměr vymřelých druhů za 1 milion let na 1 milion druhů) pro současnou dobu a geol. minulost. Vertikální linie ilustrují rozpětí rychlostí HV (E/MSY) podle geol. záznamu. Barevné body (vpravo) ukazují jaká by musela být v minulosti rychlost V, kdyby to všechno mělo vymřít během 500 let. Tato hypotetická rychlost se blíží současné rychlosti za předpokladu, že za vymřelé považujeme i druhy ohrožené (oranžové body). Všimněme si, že V během posledních 500 let je rychlejší než čtyři z pěti HV geol. minulosti.



Vztah mezi délkou časového intervalu a rychlostí V savců pro různě dlouhé úseky kenozoika. Šedé body se vztahují k V podle geologického záznamu, oranžové a modré k současnému V savců. Trojúhelníky představují rychlost V za předpokladu, že v brzké době vymřou i druhy kriticky ohrožené, ohrožené a zranitelné. Červené body odkazují k V v pleistocénu, které již ovlivňoval (? mohl ovlivnit) člověk.

Závěr pro vymírání (nejen HV) v oblasti etické:

- **sebereflexe, ? aktivní úloha v evoluci ?**
- **respektovat evoluci se všemi atributy včetně vymírání,**
- **vyhnout se vyvolání prvního globálního úderu v planetárním ekosystému,**
- **Lovelock:**
 - V technické oblasti rozvíjet naši obratnost při manipulacemi informacemi rychleji než naši potřebu energie**

Použité prameny:

Barnosky, A.D. et al., 2011: Has the Earth sixth mass extinction already arrived ? – Nature 471: 51-57.

Courtillot, V., 1999: Evolutionary Catastrophes, The Science of Mass Extinction. – Cambridge University Press, pp.173, Cambridge (UK).

Gould J.S. (ed.), 1998: Dějiny planety Země. – Knižní klub, Columbus, pp. 256, Praha.

Hallam, A., Wignall, P.B., 1997: Mass Extinctions and their Aftermath. – Oxford Univ. Press, pp. 320. Oxford.

Kalvoda, J., Bábek, O., Brzobohatý, R., 1998: Historická geologie. – UP Olomouc, pp. 199. Olomouc.

Lovelock, J., 1994: Gaia, živoucí planeta. – MF, MŽP ČR, Kolumbus 129, pp. 221. Praha.

Margulisová, L., 2004: Symbiotická planeta, nový pohled na evoluci. – Academia, pp. 150. Praha.

Pálfy, J., 2005: Katastrophen der Erdgeschichte – globales Aussterben ? – Schweizerbart. Ver. (Nägele u. Obermiller), pp. 245, Stuttgart.

Raup, D.M., 1995: O zániku druhů. – Nakl. LN, pp.187. Praha.

Storch, D., 2011: Žijeme v době šestého masového vymírání ?. – Vesmír, 90, říjen 2011: 568-572.

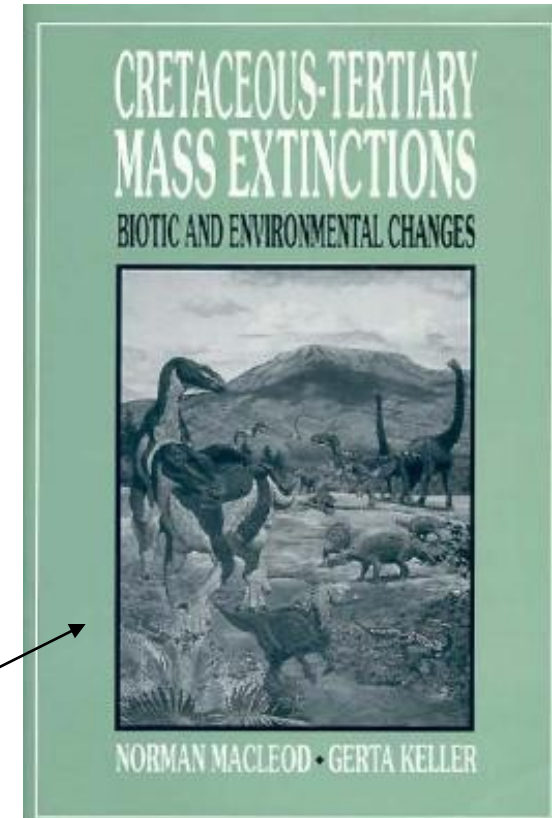
Internet – různé databáze (především obrazová dokumentace)

More Cambridge Books @ www.CambridgeEbook.com

Evolutionary Catastrophes: The Science of Mass Extinction

VINCENT COURTILLOT

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS



Pro zájemce