

Nejstarší období historie Země

Isua stones - Grónsko

nejstarší známé horniny na Zemi – 3,8mld - chemofosílie



Witwatersrand conglomerate, South Africa

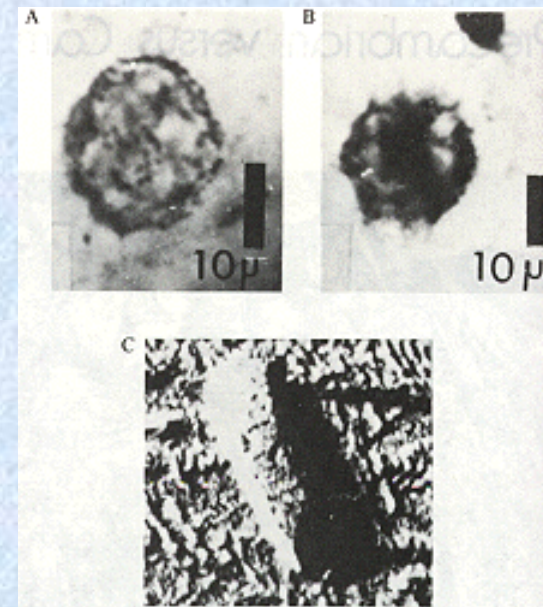
skupina Onverwacht v Transvaalu – 3,4mld (J. Afrika), Nejstarší fosílie – kulovitá prokaryontního typu – *Archaeosphaeroides barbertonensis*

Obdobné Skupina Warrawoona v záp. Austrálii.
v obou skupinách nalezeny **stromatolity**

**fosilní stromatolity - North Pole,
Západní Austrálie 3.5 mld.**



3.1 mld Fig Tree Group jižní Africa.

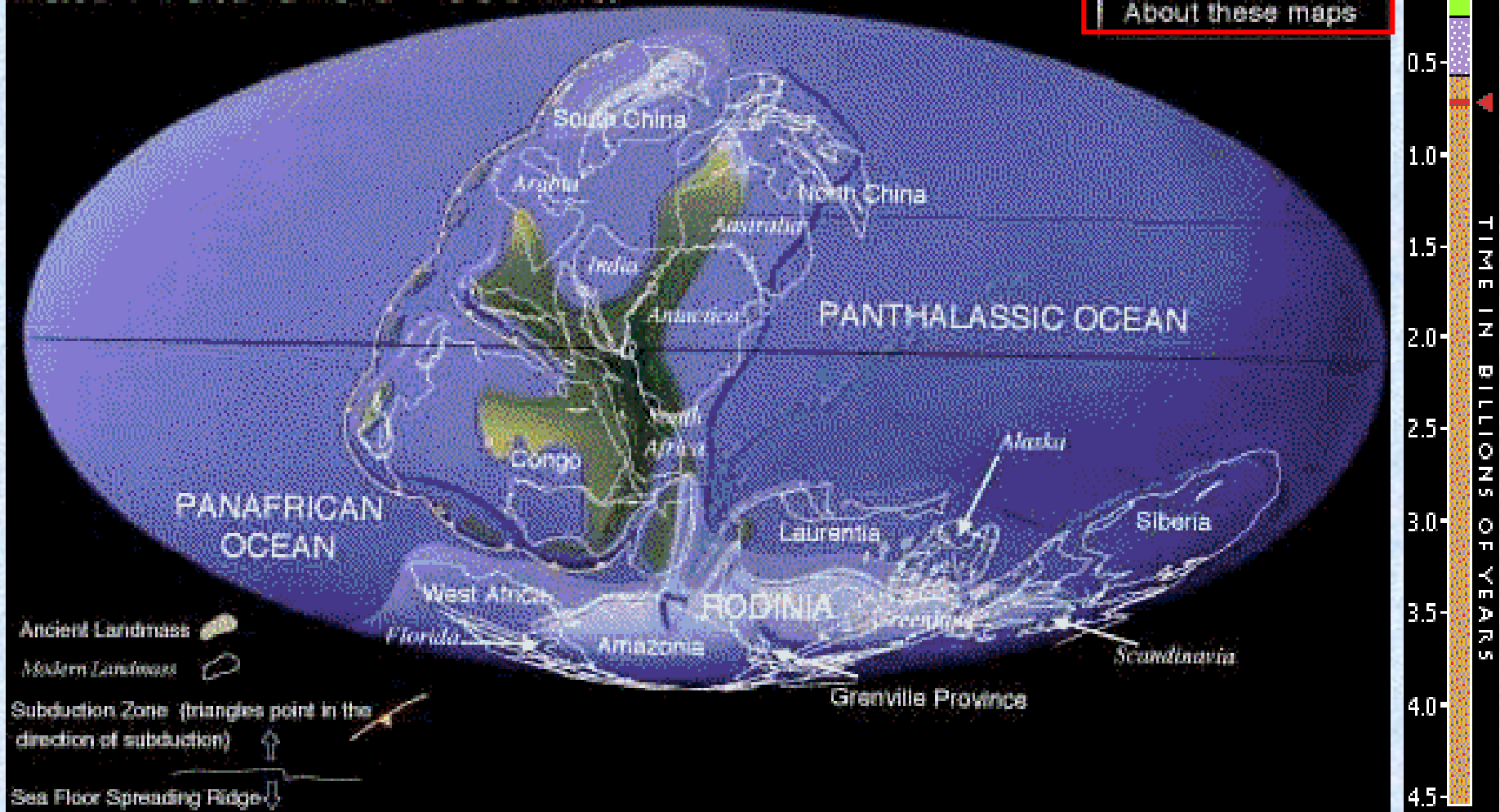


**A - B. *Huronia*, an algal-like form;
C. *Eobacterium*, a bacterium**

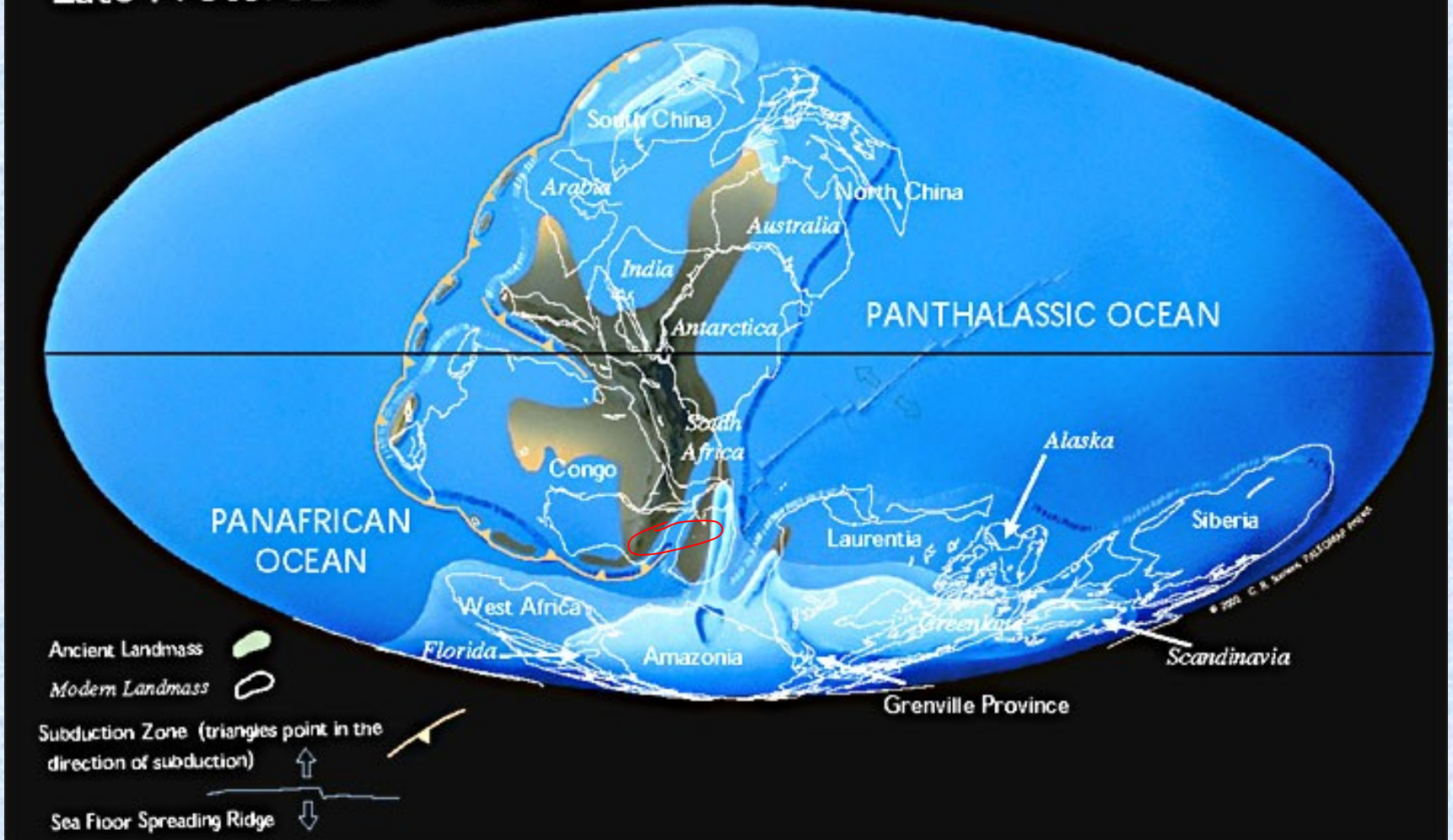
Paleogeografické rekonstrukce

Late Proterozoic 650 Ma

© C. R. Scotese 1997
About these maps



Late Proterozoic 650 Ma



Dělení superkontinentu Rodinia, 1,100 mld.

Svrchní prekambrium velké zalednění - podobné dnešnímu

Český masív - z málo metamorfovaného tepelsko barrandienského svrchního proter. známy jen **akritarchy a stromatolity**, je blízke Armoridskému masívu a ležely spolu na s. okraji gondwany na j. polokouli (pod 40° j.š.)

Stromatolity – na všech kontinentech - přibývání O₂ v atmosféře
- masivní výskyt končí v ordoviku.

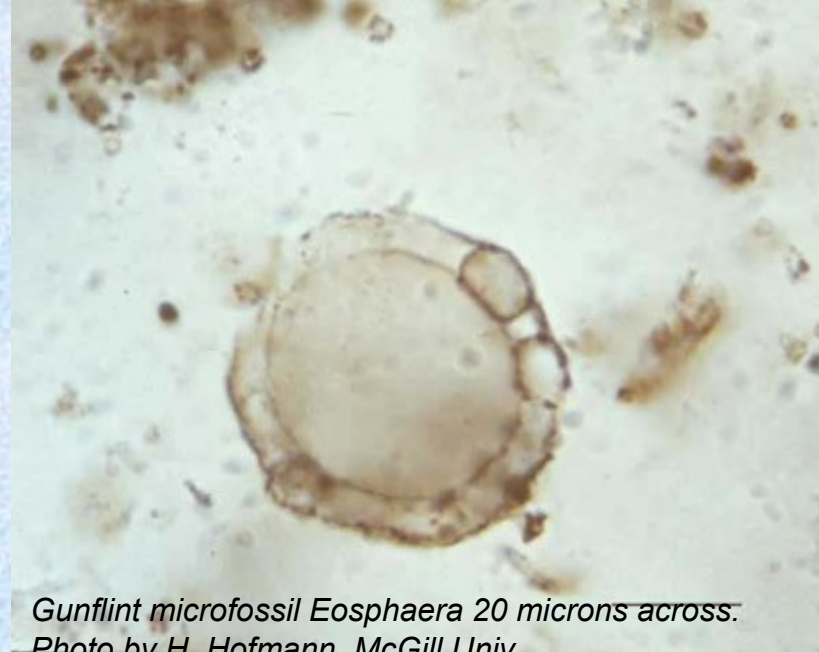


*Exhumed stromatolites 1.8 billion years old from the East Arm of Great Slave Lake.
Photo by Paul Hoffman*



Photo P. - A. Bourque

Colonnes stromatolitiques dans la zone intertidale, Shark Bay, nord-ouest de l'Australie.



Gunflint microfossil Eosphaera 20 microns across.
—Photo by H. Hofmann, McGill Univ.



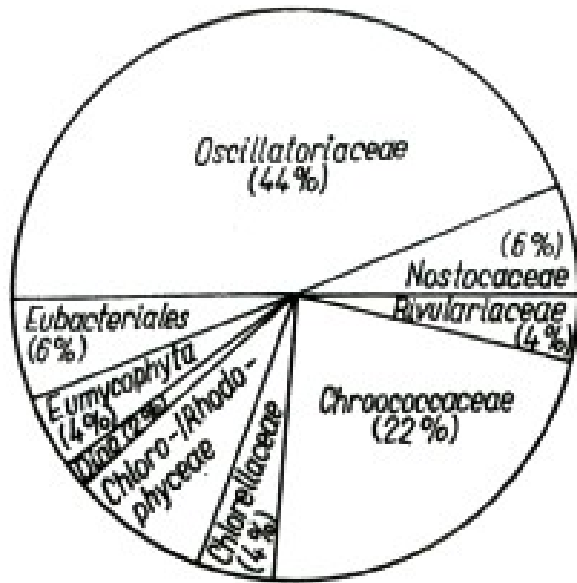
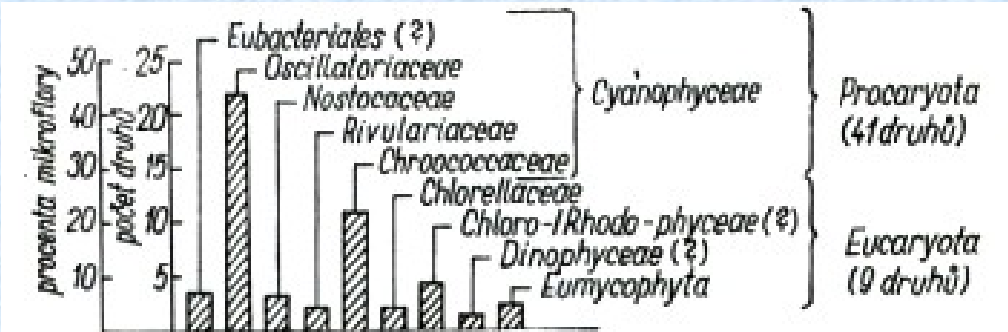
Páskované železné rudy
v nichž nalezeny kulovité i nitřovité mikroorganizmy
poč. proterozoika 1,8mld

*Jasper stromatolites from **Gunflint Formation** near Mackies,
northern Ontario. GSC specimen. Photo by BDEC (c). (1,8-2mld)*

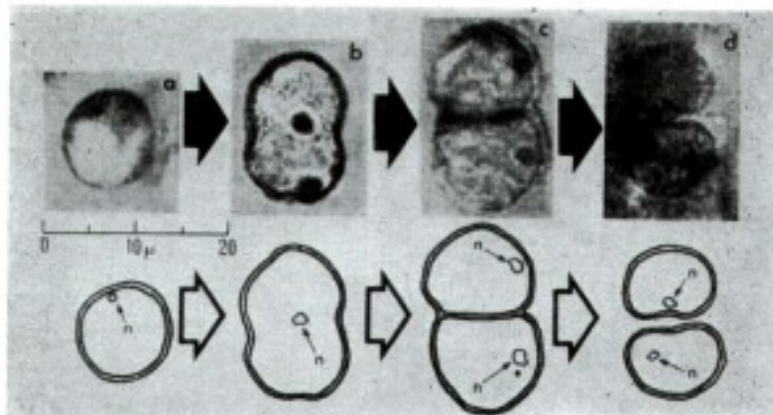
2mld. Let už první jaderné **eukaryontní organizmy** - řasa *Gryphania* v horninách souvrství Iron v Michiganu v USA

Bitter springs v Austrálii –0,9mld – křemité břidlice s buňkami ve stadiu buněčného dělení,

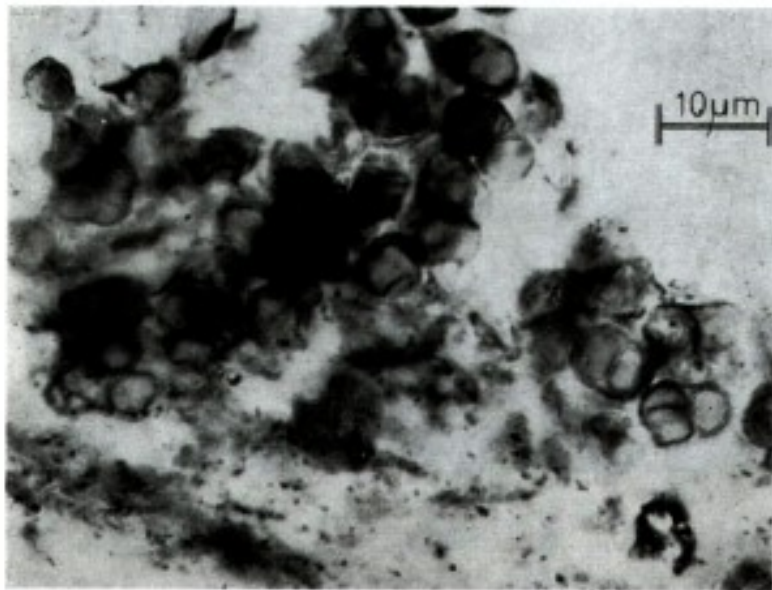
Barrandien – **algonkium** – řada fosilních dokladů v tzv. buližnicích, hlavně akritarchy, stromatolity.



Poměrné zastoupení organismů ve svrchním prekambriu formace Bitter Springs v Austrálii (podle J. W. Schopfa)



Rasy s pravým buněčným jádrem představující mitotické dělení buněk; lokalita Bitter Springs v Austrálii 0,9 mld



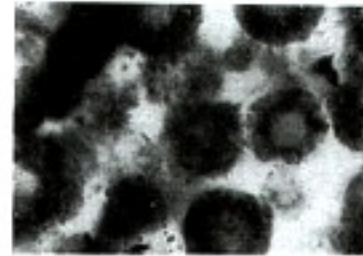
Mikrofosílie *Bangle Bangle dolomit* z prekambria západní Austrálie; stáří cca 1,5 miliardy let



(zv. 1000krát)



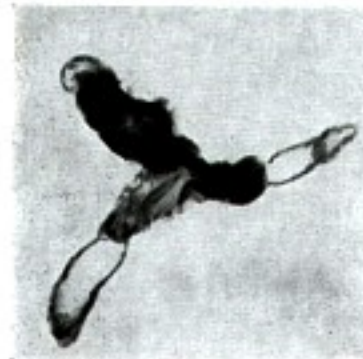
(zv. 3000krát)



(zv. 800krát)



(zv. 2000krát)



(zv. 25 000krát)



(zv. 3000krát)

Mikrofosílie z proterozoika Českého masivu; z bulžniku lokality Šárka, Praha

Lokality proterozoika



Paleozoikum

Útvar/ trvání	Oddělení	Stupeň	Věk v milionech let
40 mil perm	svrchní	thuring	● 290
	spodní	saxon	
		autun	
72 mil karbon	svrchní	stefan	● ●
	spodní	westfal namur	
44 mil devon		visé	● 355
	střední	tournai	
	spodní	famen frasn	
30 mil silur	svrchní	givet	● 410
	spodní	eifel	
		zlichov prag lochkov	
67 mil ordovik	svrchní	přídol	● 438
	spodní	ludlow	
65 mil kambrium	svrchní	wenlock	● 510
	střední	llandover	
	spodní	asghil caradoc llandeil llanvirn arenig tremadoc	
			● 570 (540)



transgrese



regrese



teplo



chladno



anoxické poměry

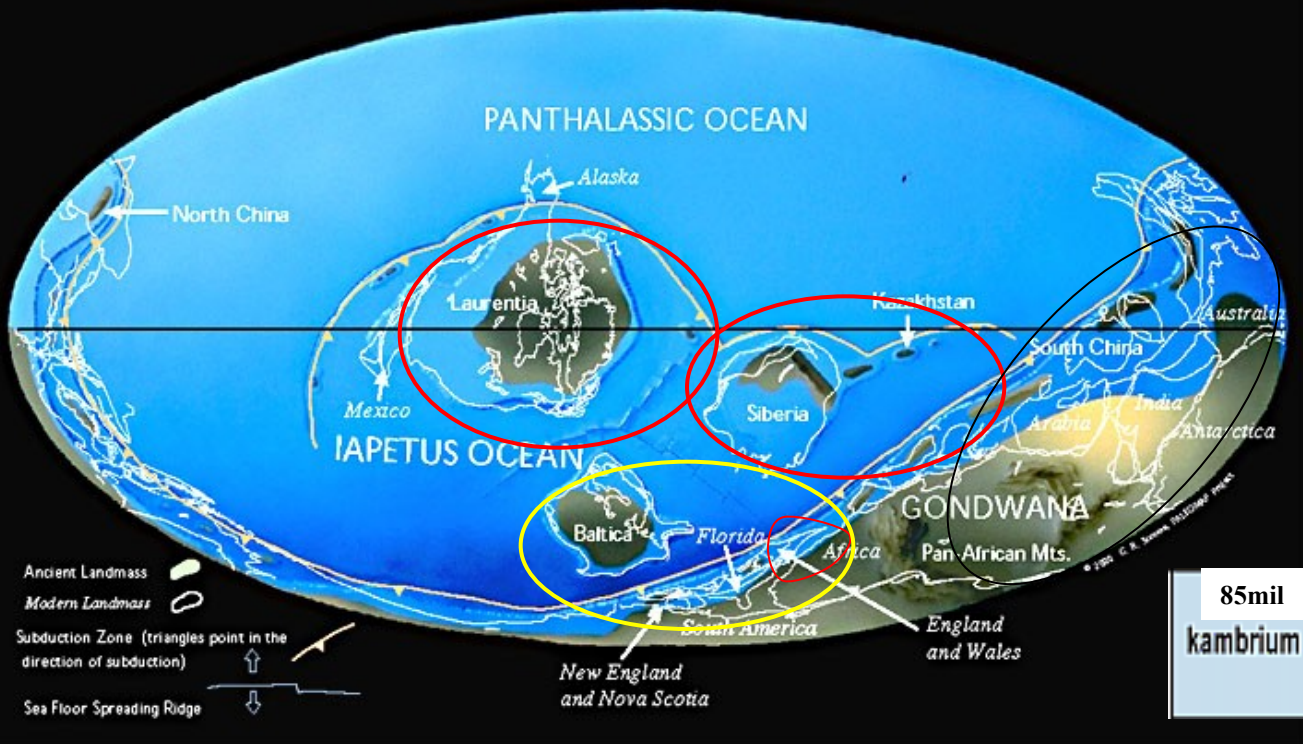


bez polárních
čepiček



zalednění
pevnin

Late Cambrian 514 Ma



Objevují se organizmy s tvrdými
schrámkami

Formuje se Gondwana

Oba póly v oceánu,
jižní pól u pobřeží Gondwany.
Období teplé, bez polárních čepiček

Kambrium – nejdelší ve fanerozoiku

Spodní a střední kambrium transgrese – rozsáhlá epikont moře. Svrchní – regrese

Na z. straně Protopangey (Rodinie) se postupně začínají oddělovat jednotlivé kontinentální štíty budoucí Laurasie.

Už ve středním kambriu podle fauny epikon. moří 4 základní provincie: 1. americká (jen Laurentia) 2. sibiřská (Siberia) - tyto v **ekvatoriálním pásmu s vápencovou sedimentací**

3. **evropská neboli akadobaltická**, nebo atlantická (Baltika a přilehlé okraje Gondwany) 4. Hwangho – čínsko-australsko-antarktická.

V **evropské obl.** se rozlišují 2 provincie – skandinávská a eurotethydní – neboli **anglo-francouzsko-česká** nebo mediteránní. Byly odděleny **tornquistovým mořem**, což způsobilo rozdíly mezi nimi.

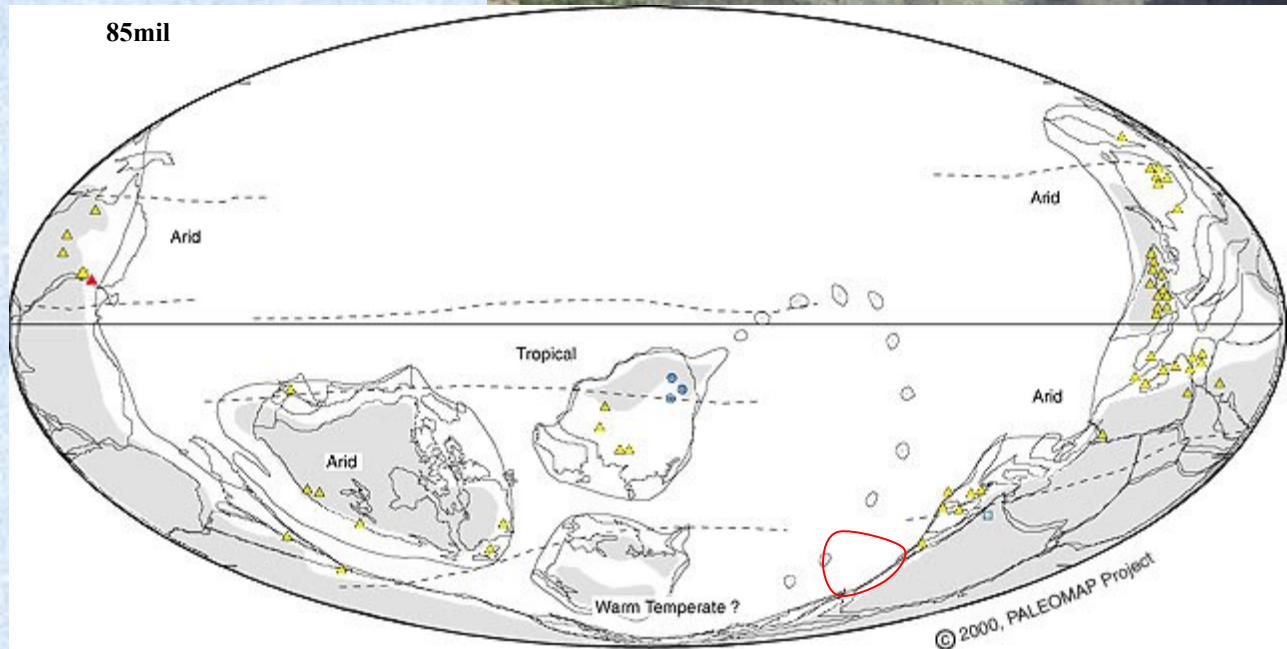
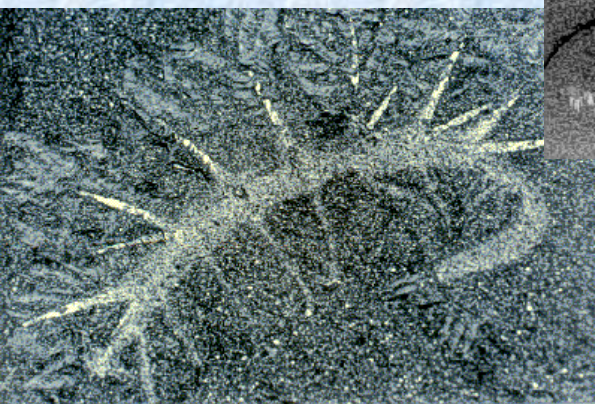
Český masív na s. okraji gondwany (40-35° j.š.).

Proterozoic-Cambrian Carbonates and Reefs

Image: Precambrian pinnacle reef 300 meters (1000 feet) high surrounded by bouldery talus. From the Little Dal Group (ca. 850 million years old) in the Mackenzie Mtns., Northwest Territories, Canada.



Burgesské břidlice



85mil

LEGEND

WARM		COOL	
<i>Tropical</i>		<i>Cool Temperate</i>	
● Coal	● Coal & Tillites		
● Bauxite			
● Laterite			
<i>Warm Temperate</i>			
■ Kaolinite (w. coal & evaporite)			
🌴 Crocodiles	🌴		
🌴 Palms & Mangroves			
<i>Arid</i>		<i>Cold</i>	
▲ Evaporite	⊕ Tillite		
▲ Calcrete	⊕ Dropstone		
	● Glendonite		

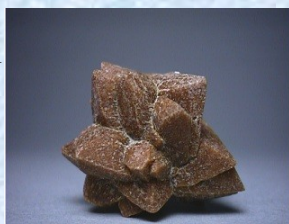
WET

DRY

→ krápníky
→ (pseudomorfózy) vznikající jen v hlubokých arktických vodách

"Paratropical" = High Latitude Bauxites

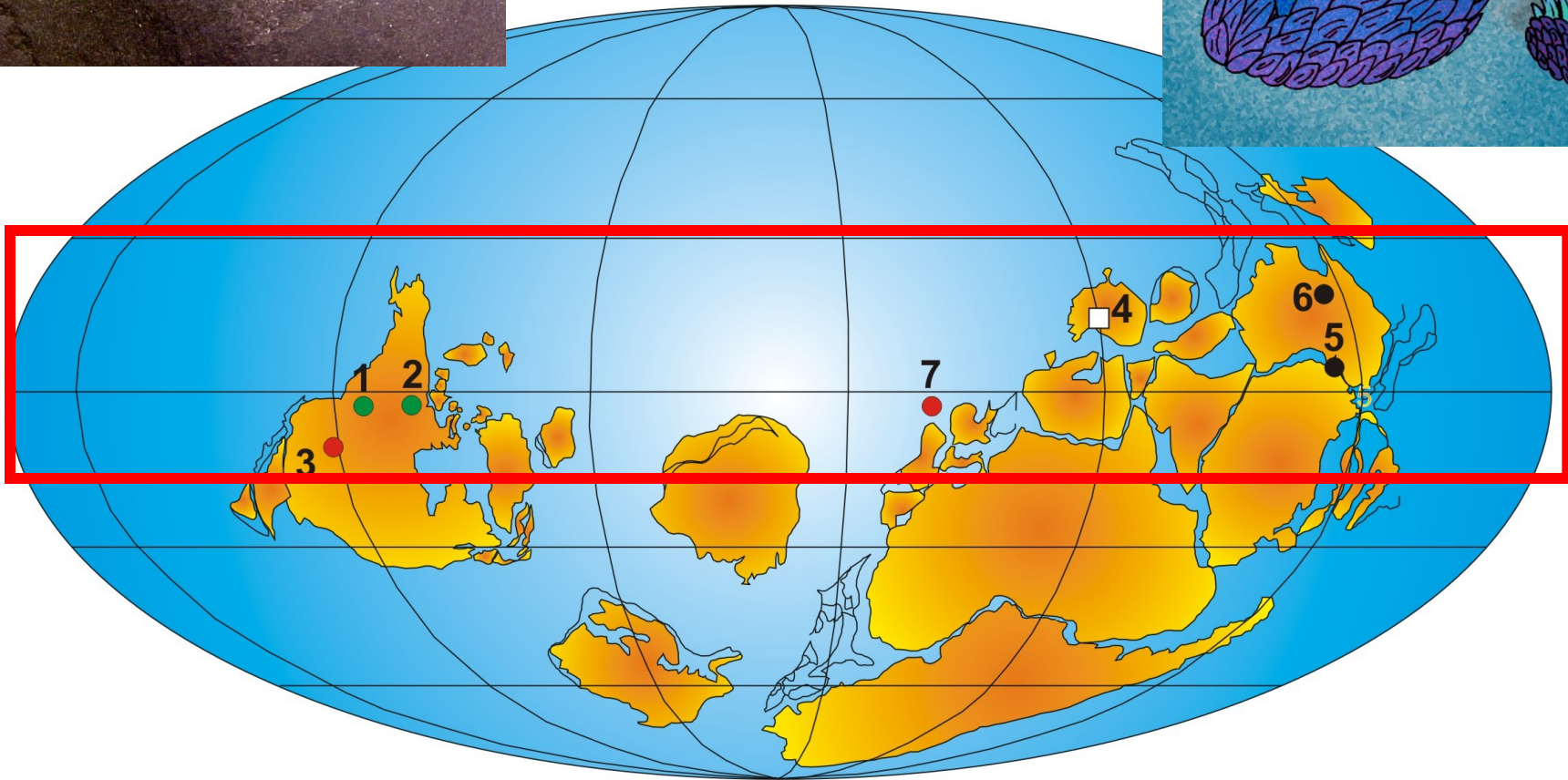
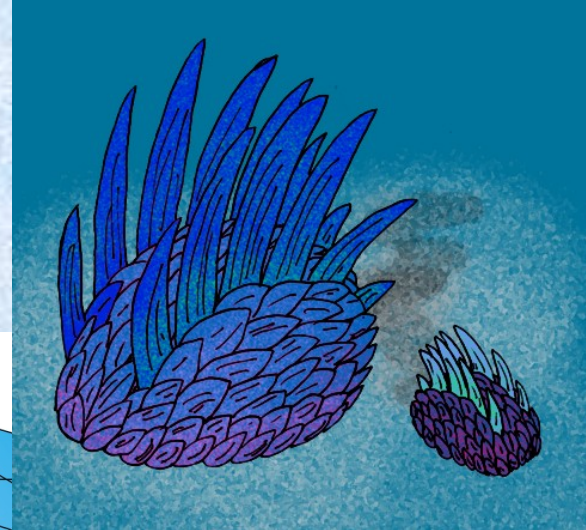
Lower Cambrian



© 2000, PALEOMAP Project



- výskyt pouze v tropech

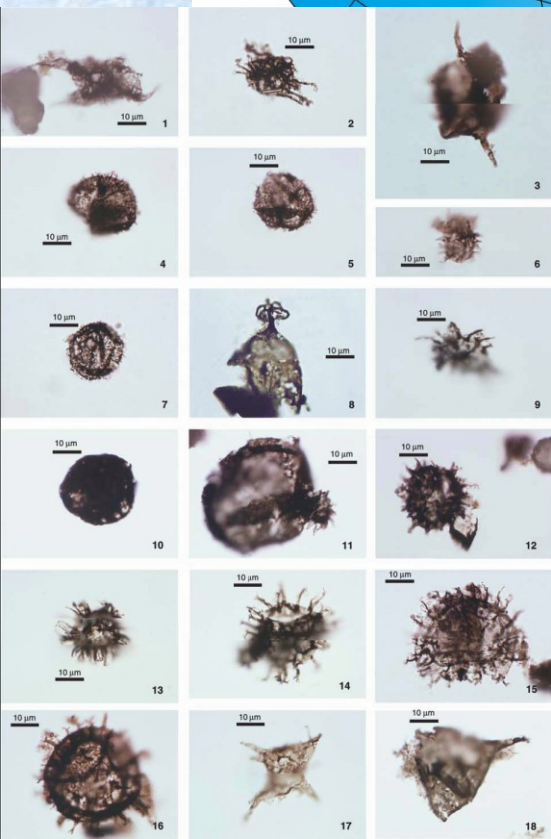
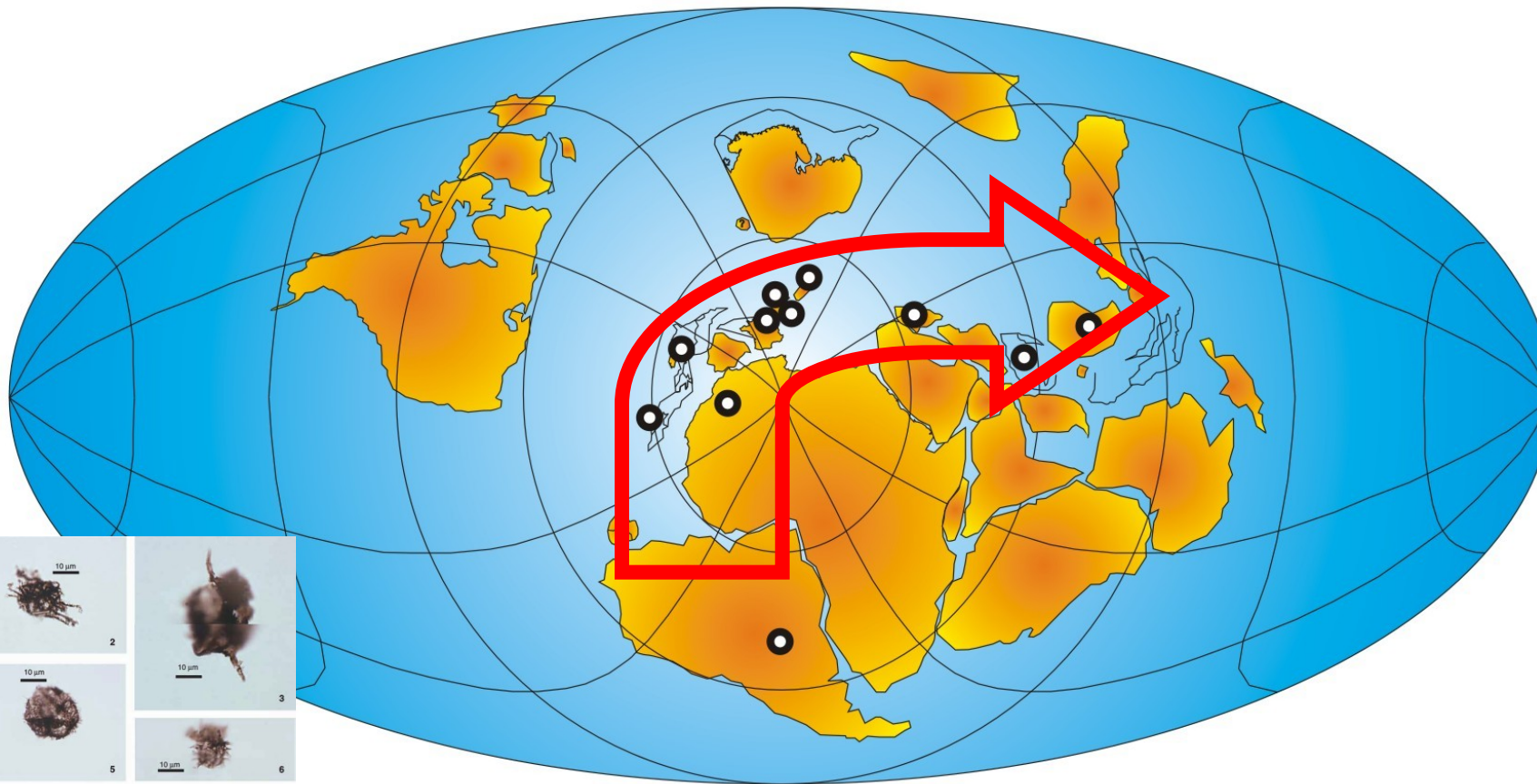


● *Wiwaxia corrugata* (Matthew, 1899)

□ *Wiwaxia taijiangensis* Zhao et al., 1994

● *Wiwaxia* cf. *corrugata* (Matthew, 1899)

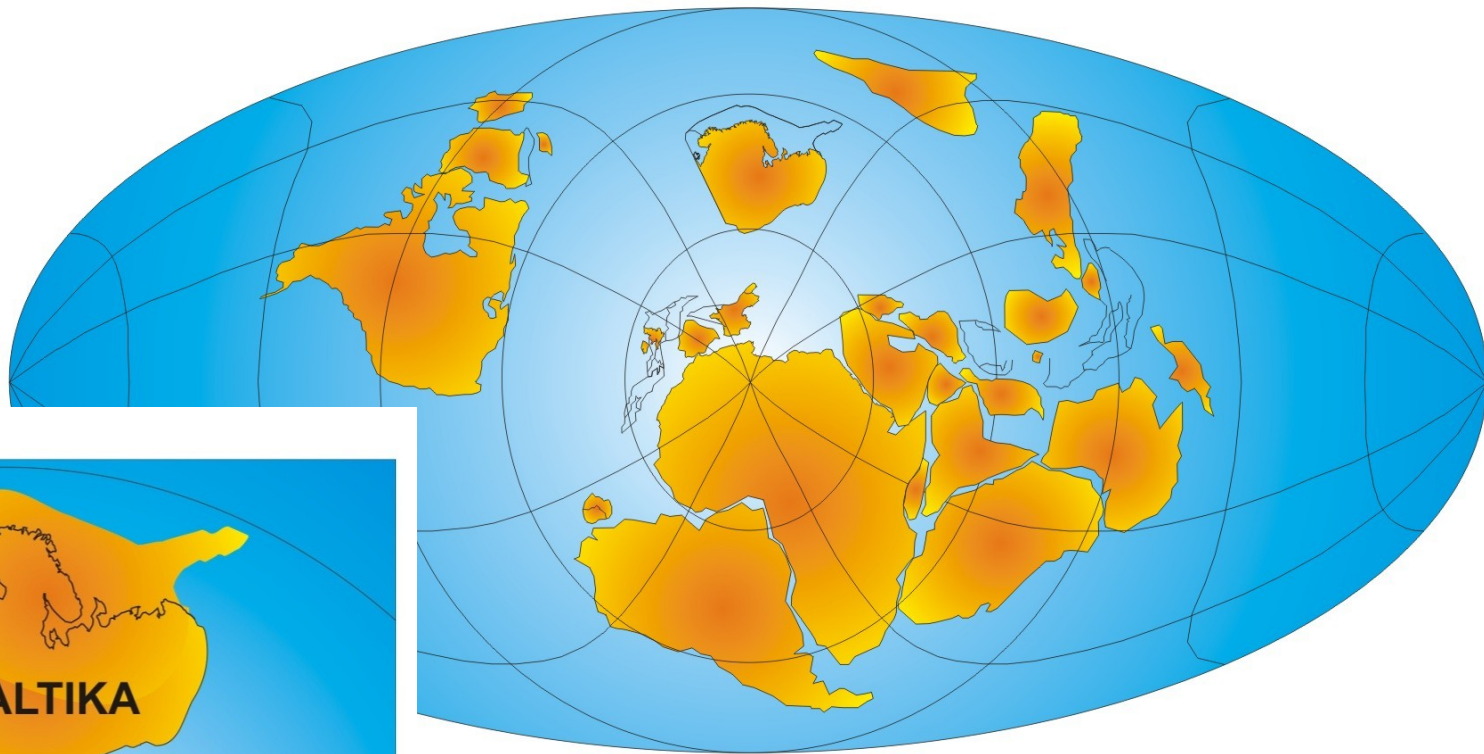
● *Wiwaxia* sp.



Rozšíření druhu *Arbusculidium filamentosum* (Vavrdová, 1972)
ve spodním ordviku (upraveno podle Fatka a Brocke, 1999)

- výskyt pouze v chladných oblastech

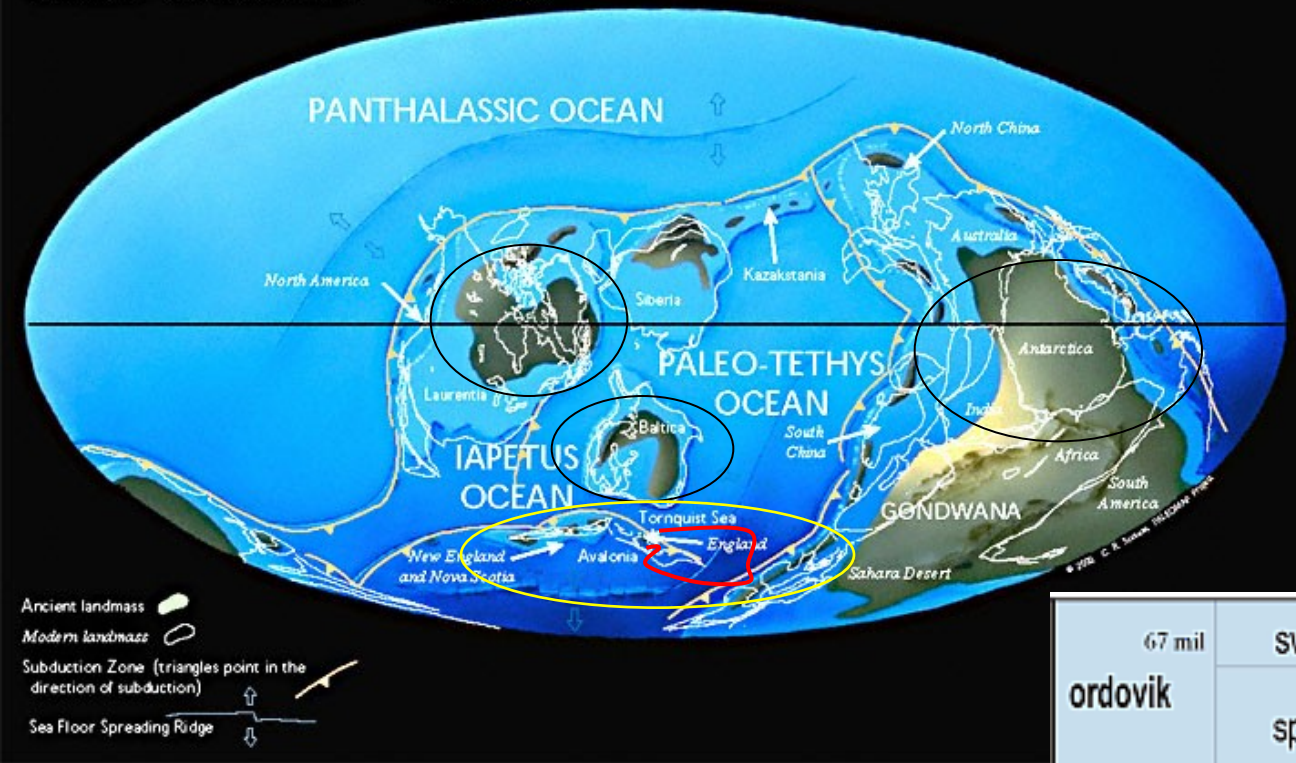
spodní ordovik



Middle Ordovician 458 Ma

During the Ordovician ancient oceans separated the barren continents of **Laurentia, Baltica, Siberia and Gondwana**. The end of the Ordovician was one of the **coldest times in Earth history**. Ice covered much of the southern region of Gondwana.

The Late Ordovician **was an Ice House World**. The South Polar Ice Cap covered much of Africa and South America. The climate in North America, Europe, Siberia and the eastern part of Gondwana was warm and sunny.



Ordovik – 67 mil. –

na počátku transgrese, pak se střídalo. Počátek byl teplý, v llanvirnu ochlazení – konec ordoviku rozsáhlé zalednění Gondwany (kolem j.pólu) – globální regrese.

Č. masív ještě zpočátku součástí G., podle některých autorů starší barrandienský ordovik se tvořil v riftovém příkopu. Cca kolem 30° jš.

Z bentožní fauny je nejlépe známo rozšíření **trilobitů a brachiopodů**

- batyuridní (americká) oblast – ekvatoriální zóna,
- asaphidová (baltická) o. – jižní mírné pásmo.

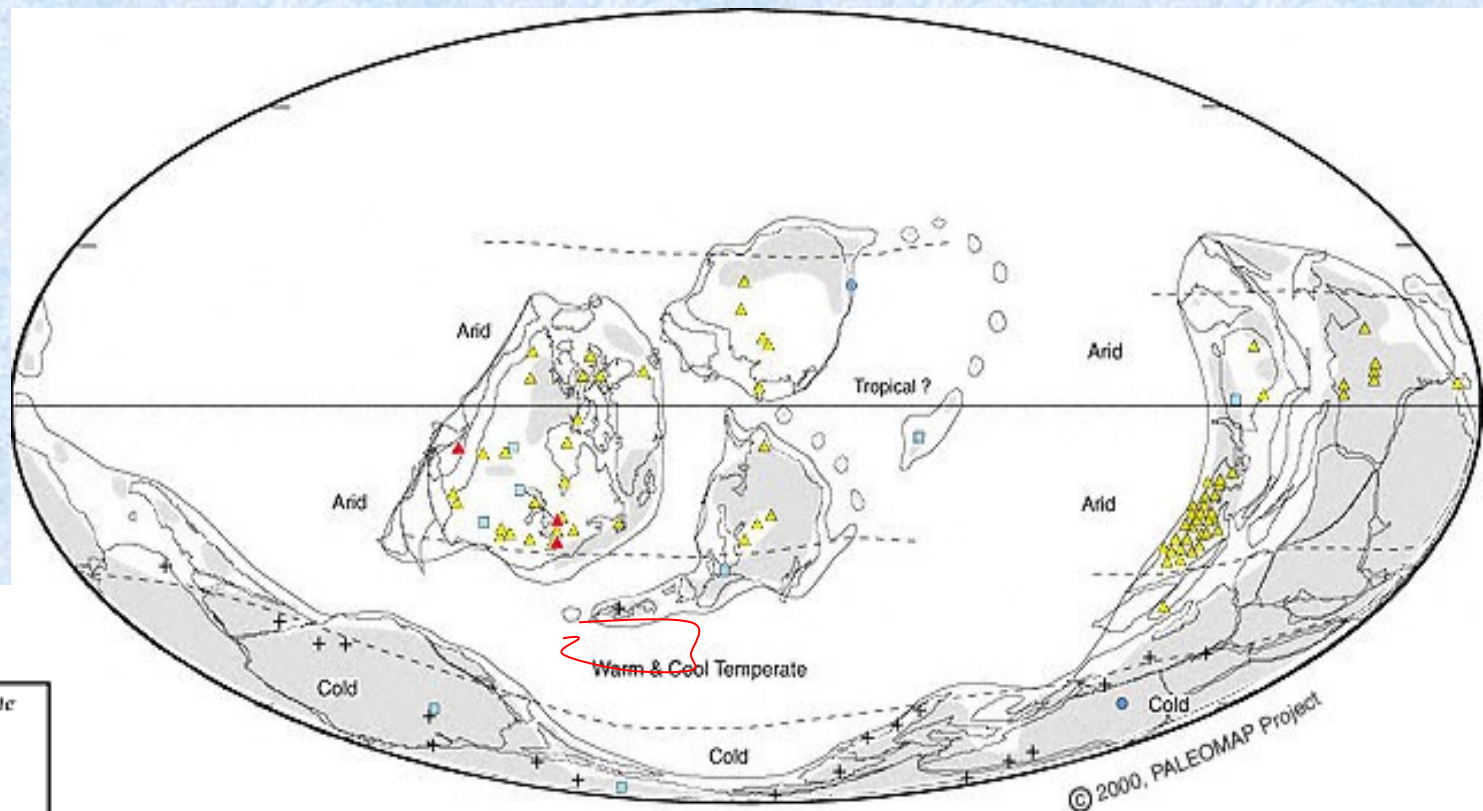
Na Gondwaně

- Hungaio – kalymenidová tropy a subtropy s. okraje Gon.
- selenopeltisová (a- fr. česká) – jižní mírné.

Zóny podle **graptolitů**, které ve volném moři dvě velké oblasti – severní nebo pacifickou a jižní atlantickou.

Provincialita se postupně snižovala – zdvih hladiny oceánu – propojení faun.

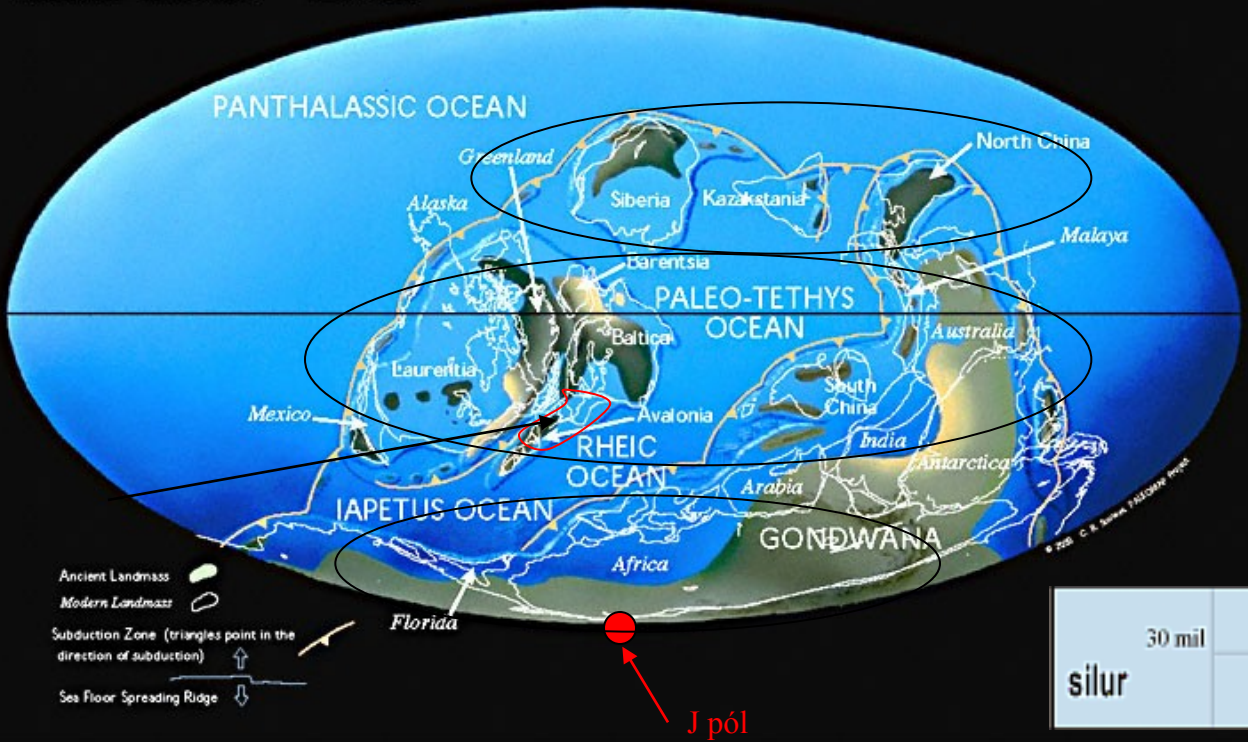
Koncem ordoviku glaciální maximum ochlazení a zmenšení ploch epikont. moří – i v barr. zchudnutí faun. Postihlo celou biotu.



WARM		COOL	
<i>Tropical</i>		<i>Cool Temperate</i>	
● Coal	● Coal & Tillite		
● Bauxite			
● Laterite			
<i>Warm Temperate</i>			
■ Kaolinite (& coal & evaporite)			
🐊 Crocodiles	🌴 Palms & Mangroves		
<i>Arid</i>		<i>Cold</i>	
▲ Evaporite	+ Tillite		
▲ Calcrete	⊕ Dropstone		
	● Glendonite		

Middle & Upper Ordovician

"Paratropical" = High Latitude Bauxites



Laurentia collides with Baltica closing the northern branch of the Iapetus Ocean and forming the "Old Red Sandstone" continent.

Coral reefs expand and land plants begin to colonize the barren continents.



Silur – 30mil kratší než polovina ordoviku.

Na počátku rychlé oteplení, **tání Gondwanského kont. ledovce**, výrazná **transgrese**, **teplá ekvatoriální zóna se rozšířila** – karbonáty

Pokračuje přesun G. přes J. pól, na rozhraní silur- devon ležel přibližně v centrální Africe. Na severu došlo k rychlému pohybu armoridských kontinentů – uzavřelo se Tornquistovo moře – **takonská orogeneze**.

Během siluru se přibližovala **Baltika a Laurentia**, uzavřel se oceán Iapetus – **kaledonská orogeneze** – Old-Red kontinent

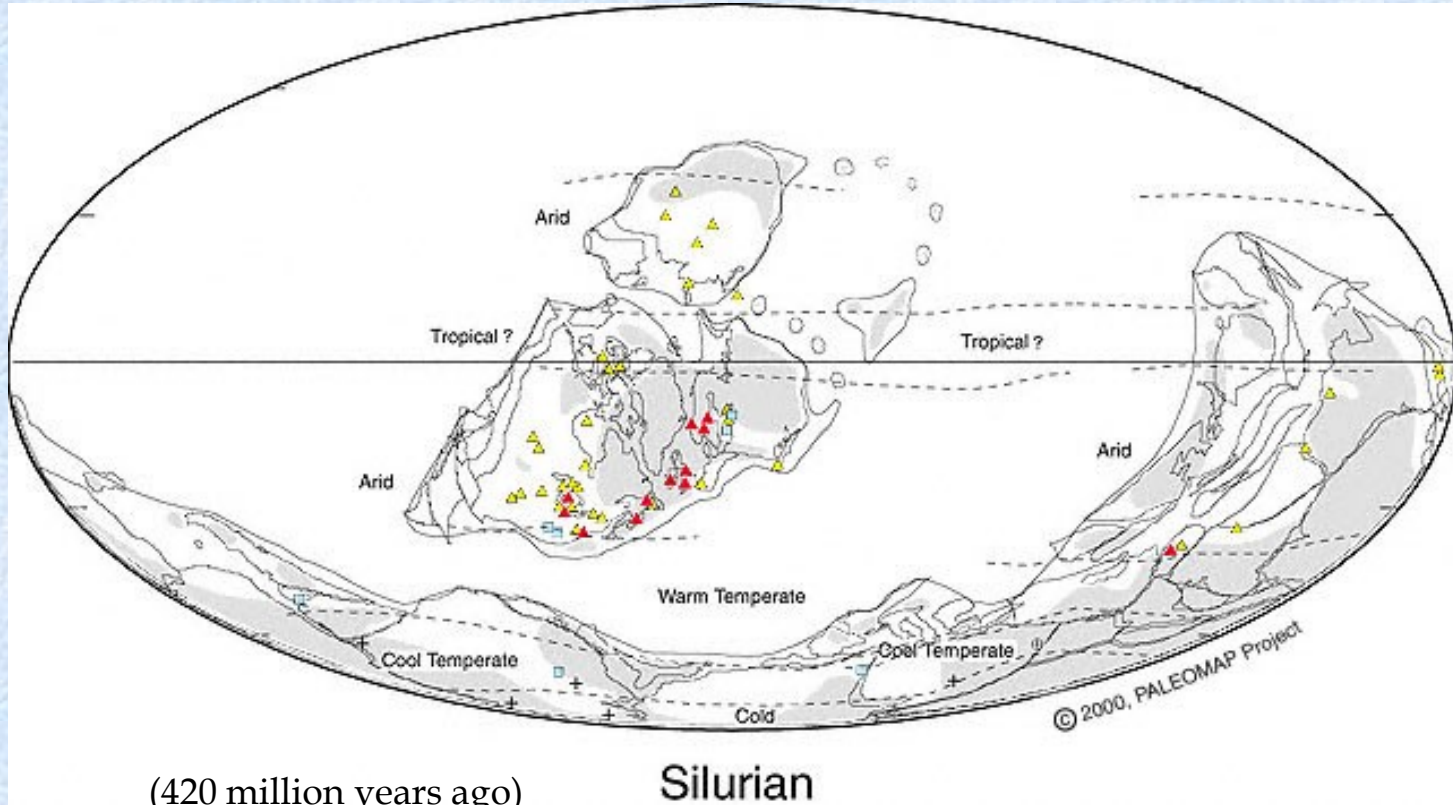
Mohutné rozšíření epikont. moří s volnou komunikací faun, obrovské rozšíření teplých oblastí – v této kosmopolitní fauna.

Asi díky teplém proudění až do 60°j.

na jihu chladná malvino-kafrická oblast, na s. mongolsko-ochotská. Od stř. sil. Postupná regrese, ekvatoriální se rozdělila.

budoucí Č. masív na 20 -15°j.š. – **epikontinentální moře** – sp. **graptolitové břídlíce**, během regrese postupně **karbonáty**.

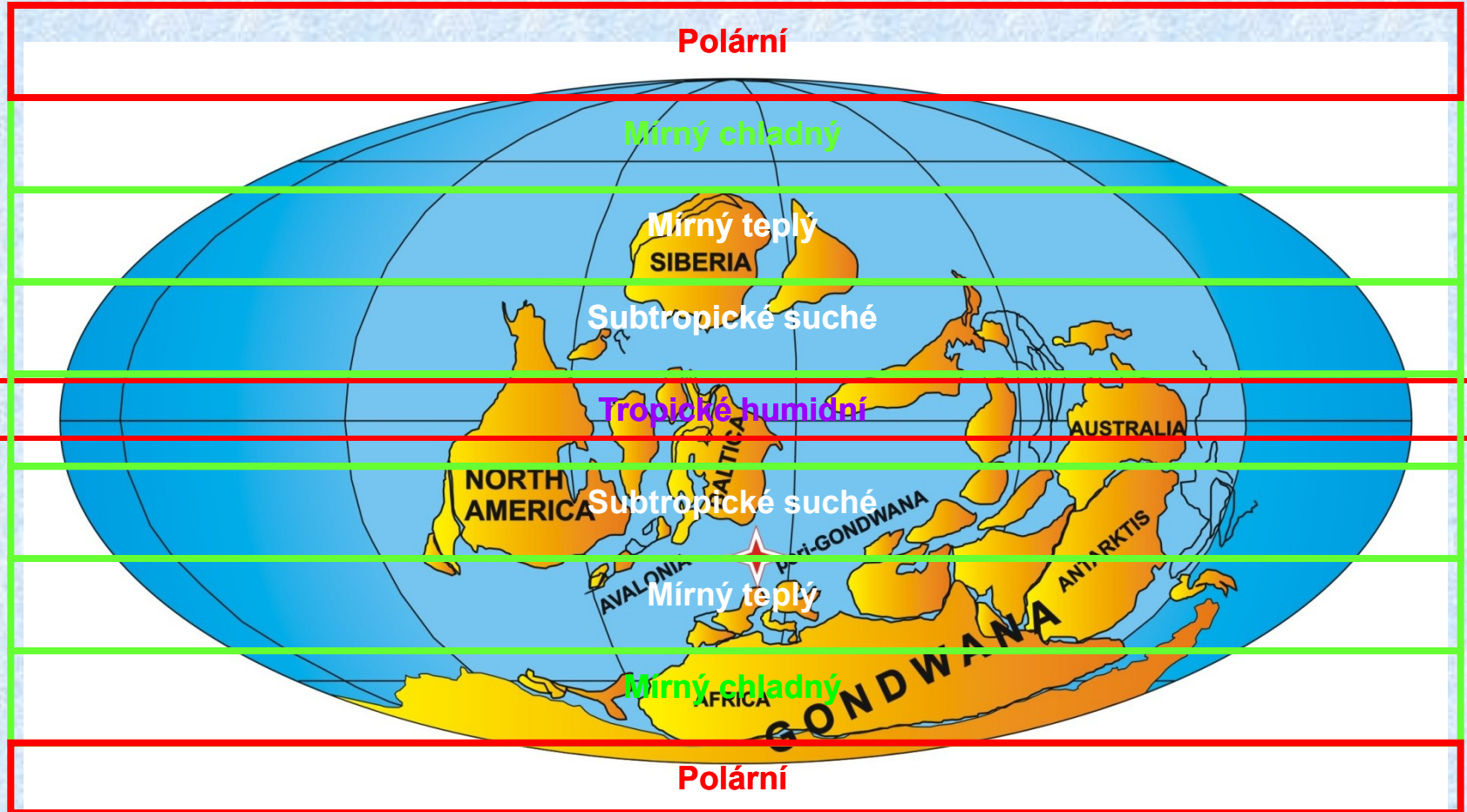
Silurian Climate



Coral reefs thrived in the clear sunny skies of the southern Arid belt which stretched across North America and northern Europe. Lingering **glacial conditions prevailed near the South Pole.**

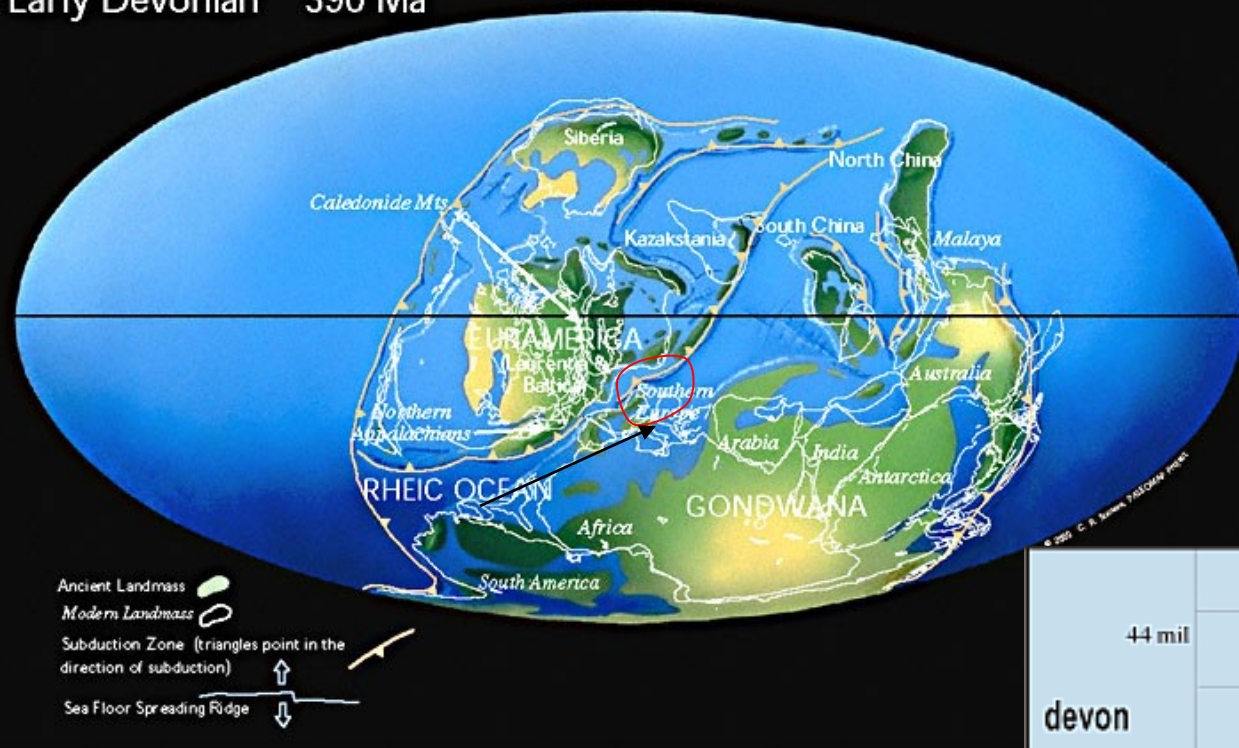
Tropické humidní

Bez zim, všechny měsíce nad 18° C



POZDNÍ SILUR





By the Devonian the early Paleozoic **Rheic oceans were closing**, forming a "pre-Pangea,, (Laurentia + Baltica -Laurussia) .

Freshwater fish were able to migrate from the southern hemisphere continents to North America and Europe.

Forests grew for the first time in the equatorial regions of Arctic Canada.



Devon – 44 mil.

Spojení Laurentie a Baltiky - Laurussia.

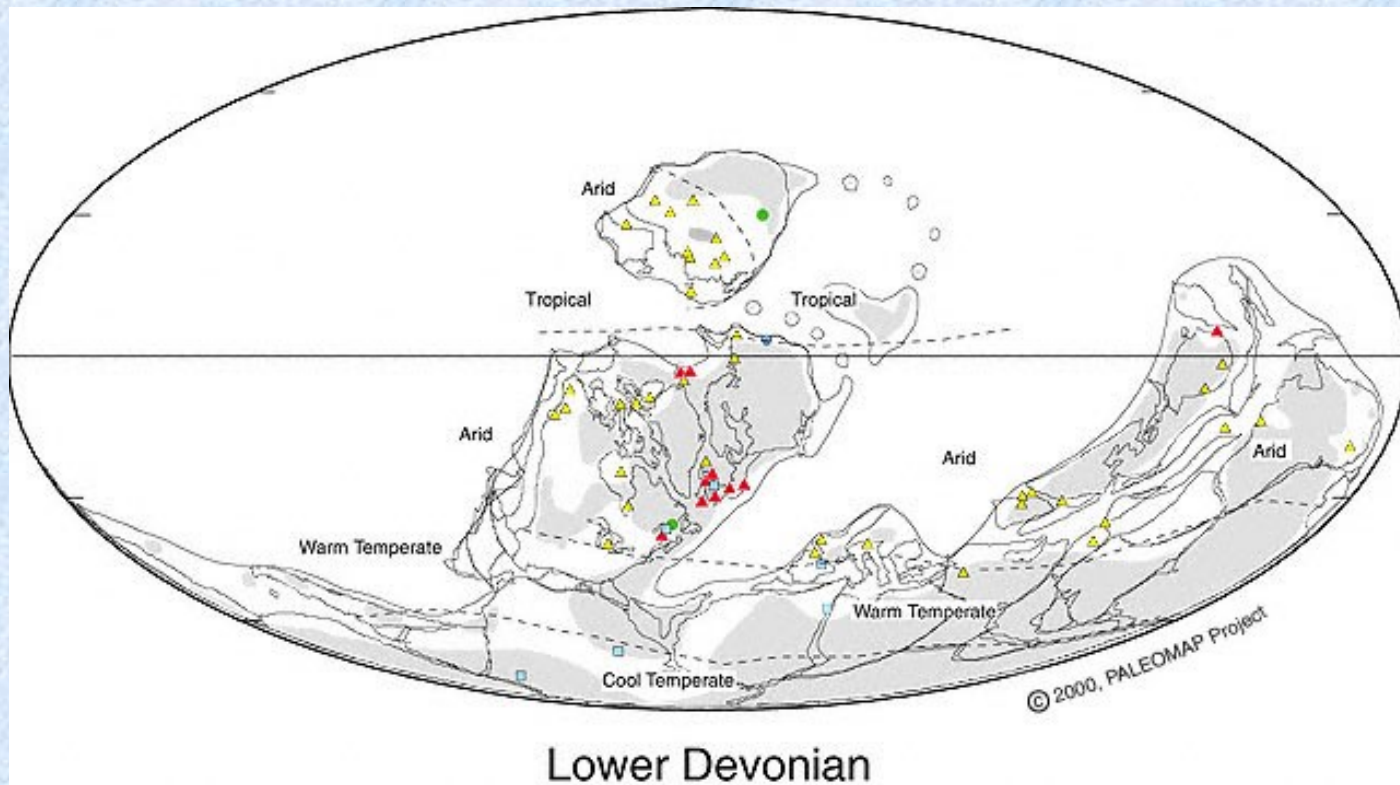
Baltika a blízko ležící armorické mikrokontinenty -jádro **provincie rýnsko-české**. Ze siluru pokračovaly oba chladné cirkumpolární prostory. Vyvrcholila regrese.

Ve středním devonu (až do frasn) -postupné oteplování → rozšíření ekvatoriální oblasti na většinu zemského povrchu, fauna kosmopolitní ráz. Postupná transgrese (do frasn), obnovilo se spojení mezi epikont. bazény.

Jihoarmorické kontinenty k j. okraji Laurussie (a tím k rovníku).

Evropa - tropy 2 základní vývoje – rýnský (klastika)- fauny typické pro jižní okraje Laurussie a český (karbonáty)- typický pro jihoarmorické mikrokontinenty - desky ležící mezi L. a Gon. - od okraje L odděleny Rheickým oceánem. Během devonu k jeho uzavírání a pronikání českých faun do rýnských. Č. masív k S – 15-8° j.š

Rozhraní frasn a famenu výrazné celosvětové ochlazení - rychlé zúžení teplých zón, regrese - na většině povrchu ukončena útesová sedimentace a v moř. fauně rozsáhlé vymírání – ve famenu mořská fauna kosmopolitní



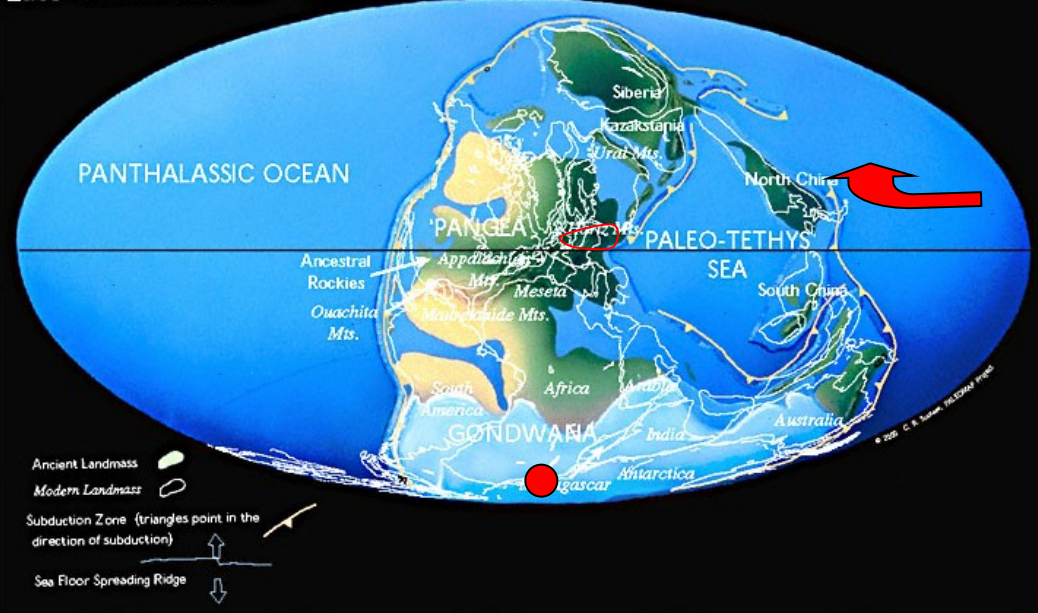
Generally dry conditions prevailed across much of North America, Siberia, China and Australia during the early Devonian. South America and Africa were covered by cool, temperate seas

Early Carboniferous 356 Ma



65	72 mil	svrchní	stefan	290
karbon			westfal	
			namur	
		spodní	visé	
			tournai	355

Late Carboniferous 306 Ma



Karbon – 72 mil.let

- na poč pokračovala kosmopolitnífauna.

Postupné rozšiřování teplého pásu

(koráli) oteplení – karbonáty, několik fází transgresí.

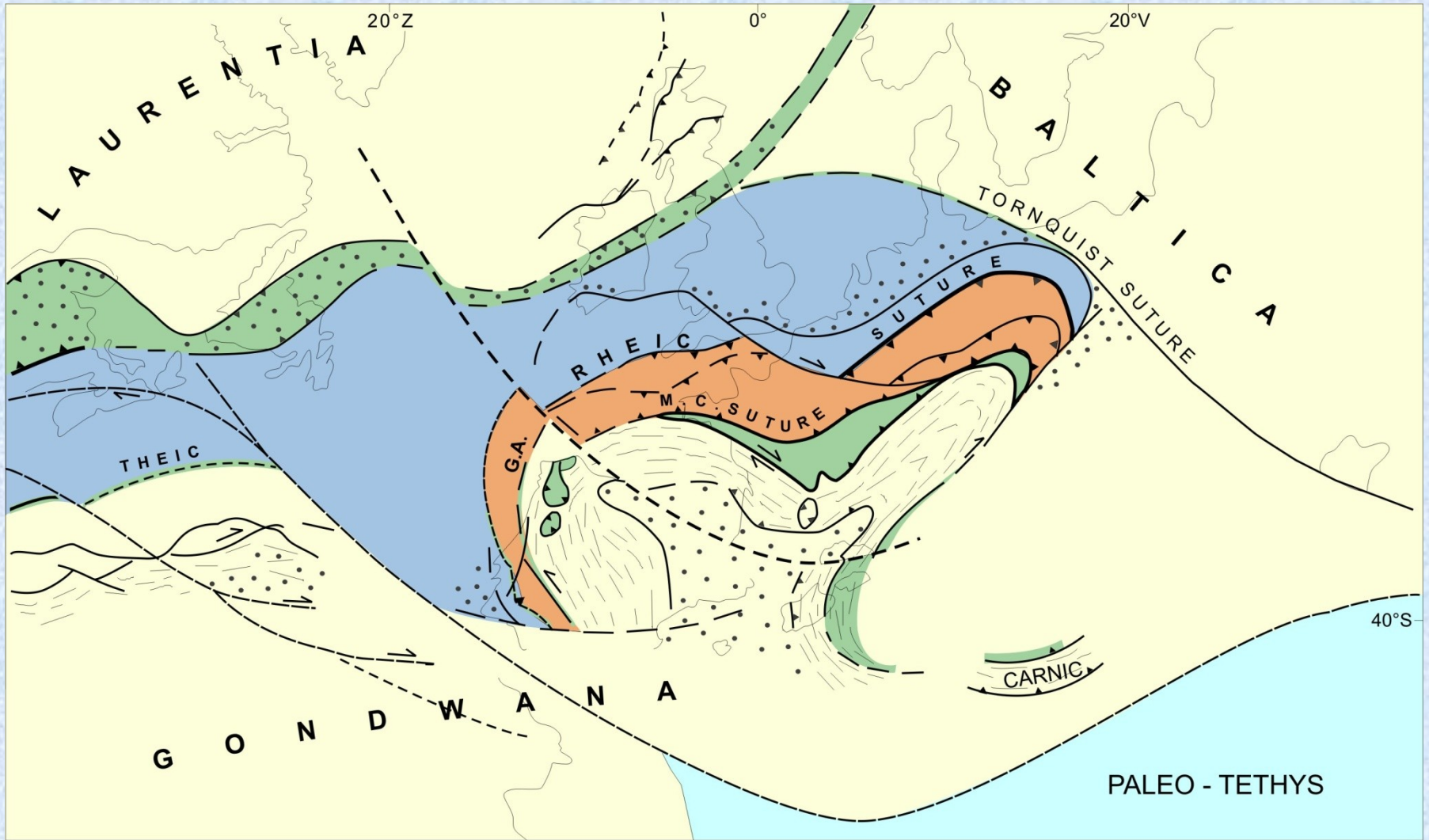
Na rozhraní staršího a mladšího karbonu kontakt

Gondwany a Laurasie **Variské vrásnění** – výrazná bariéra poledníkového směru pro mořské fauny.

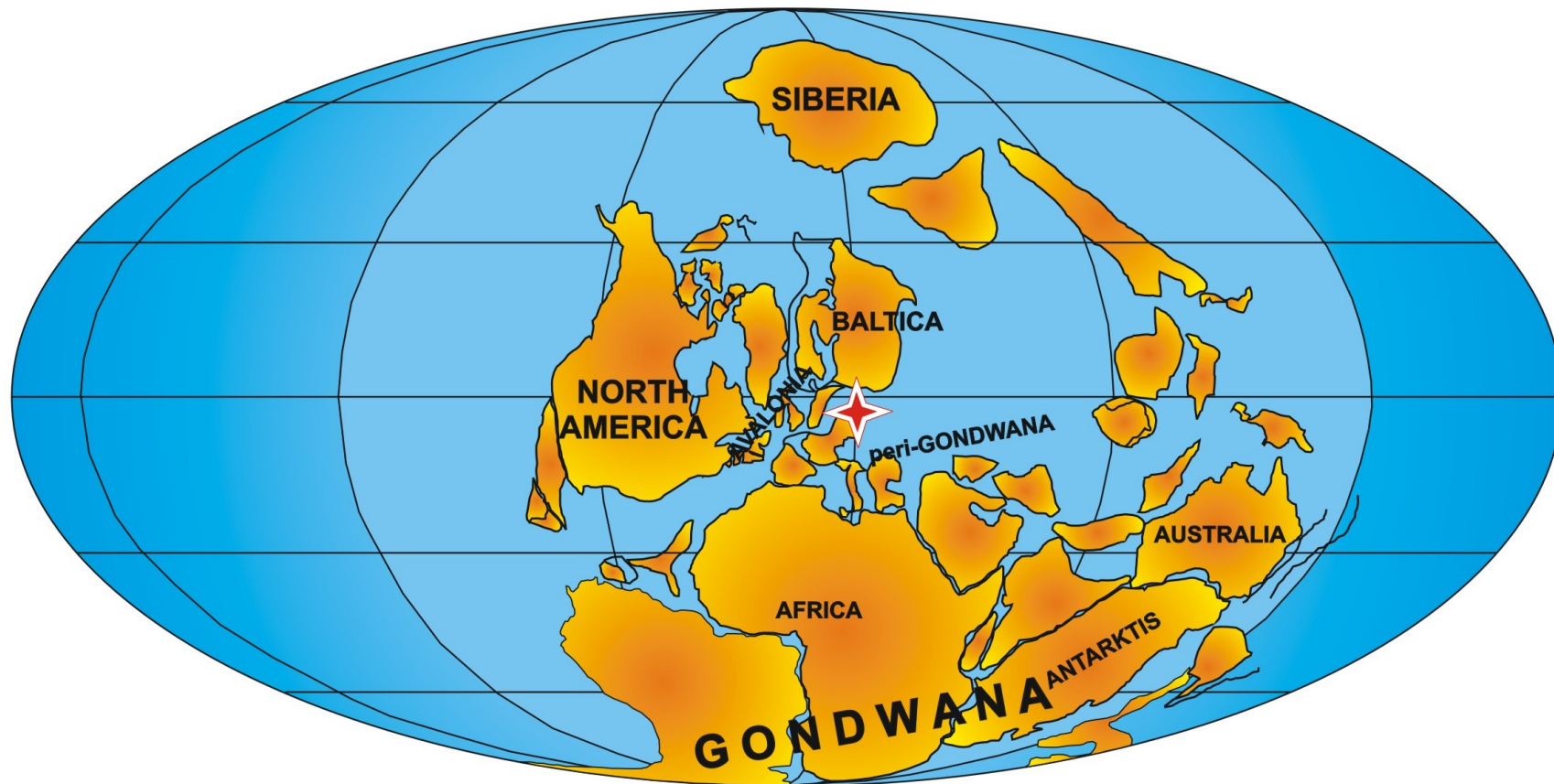
Teplé mořské proudy se obrátily k S. – oteplení severnějších kontinentů - rozložení klimatických pásů výrazně asymetrické.

Gondwana přes jižní pól – **zalednění – max. v mladším karbonu** - to výraznou regresi, v tropické oblasti na okrajích bývalých karbonátových platforem vznikly paralické uhelné pánve. Oscilace mořských transgresí - s **obdobími paralické a limnické uhelné sedimentace**. V důsledku regresí bariéry – stoupala diversifikace.

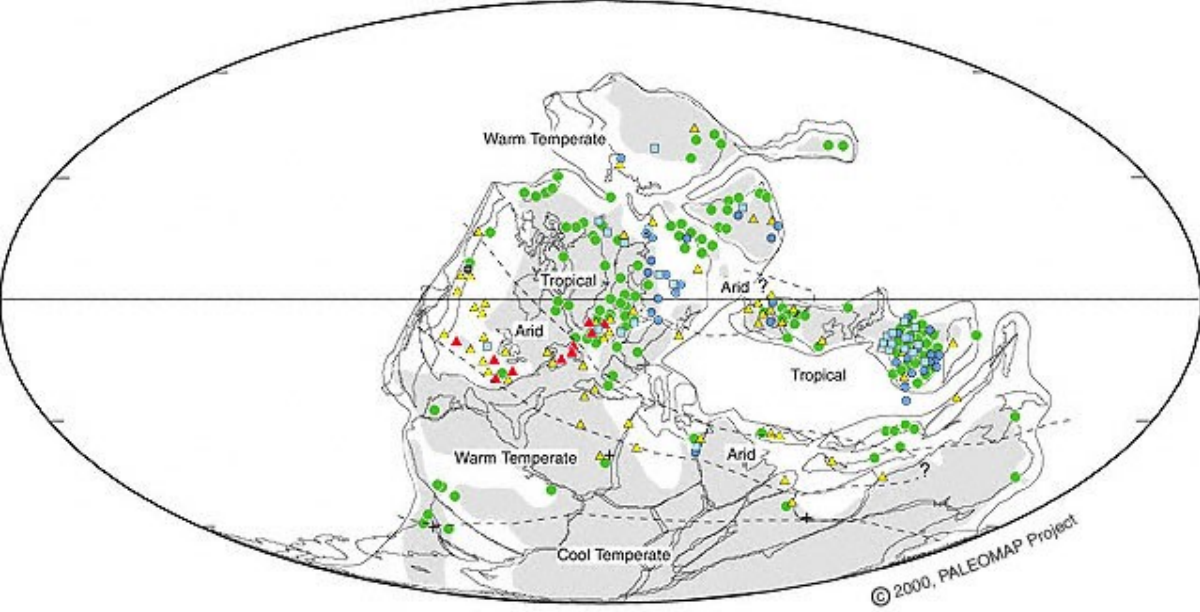
Mikrokontinent s jádrem č. masívu přecházel přes rovník, a při tom byl zvrásňován do hercynského orogenu.



Philippe Matte



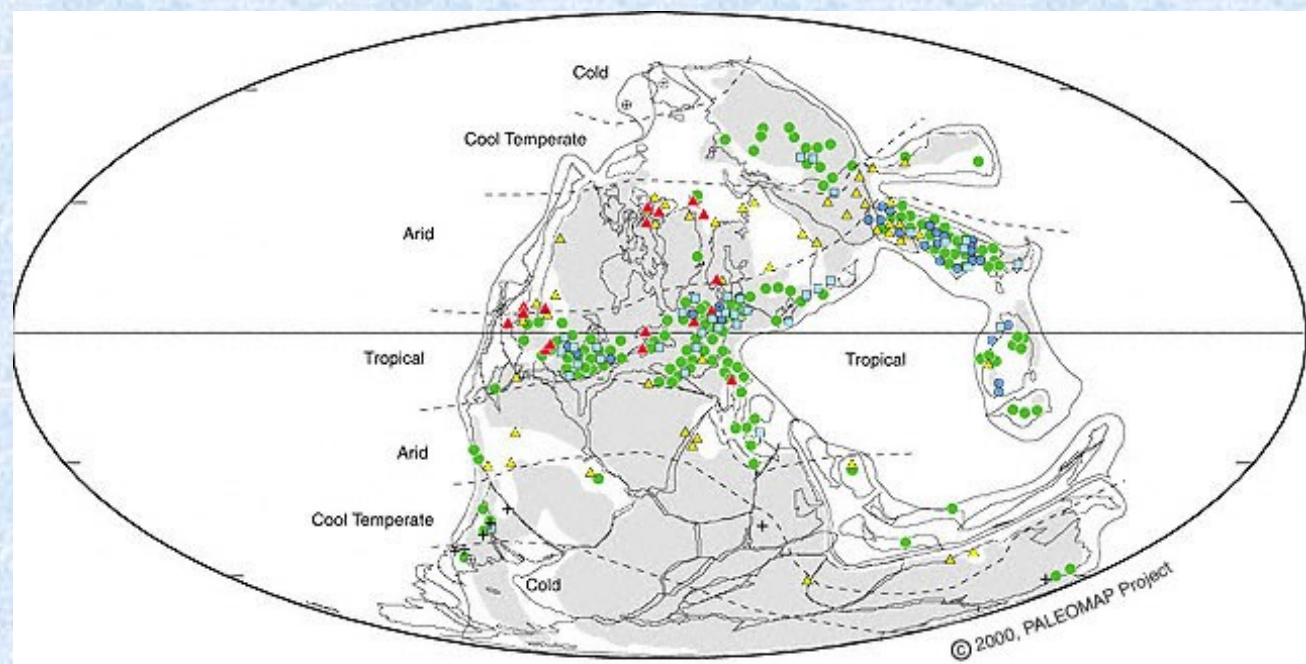
SVRCHNÍ KARBON



Lower Carboniferous (Tournaisian - Visean)

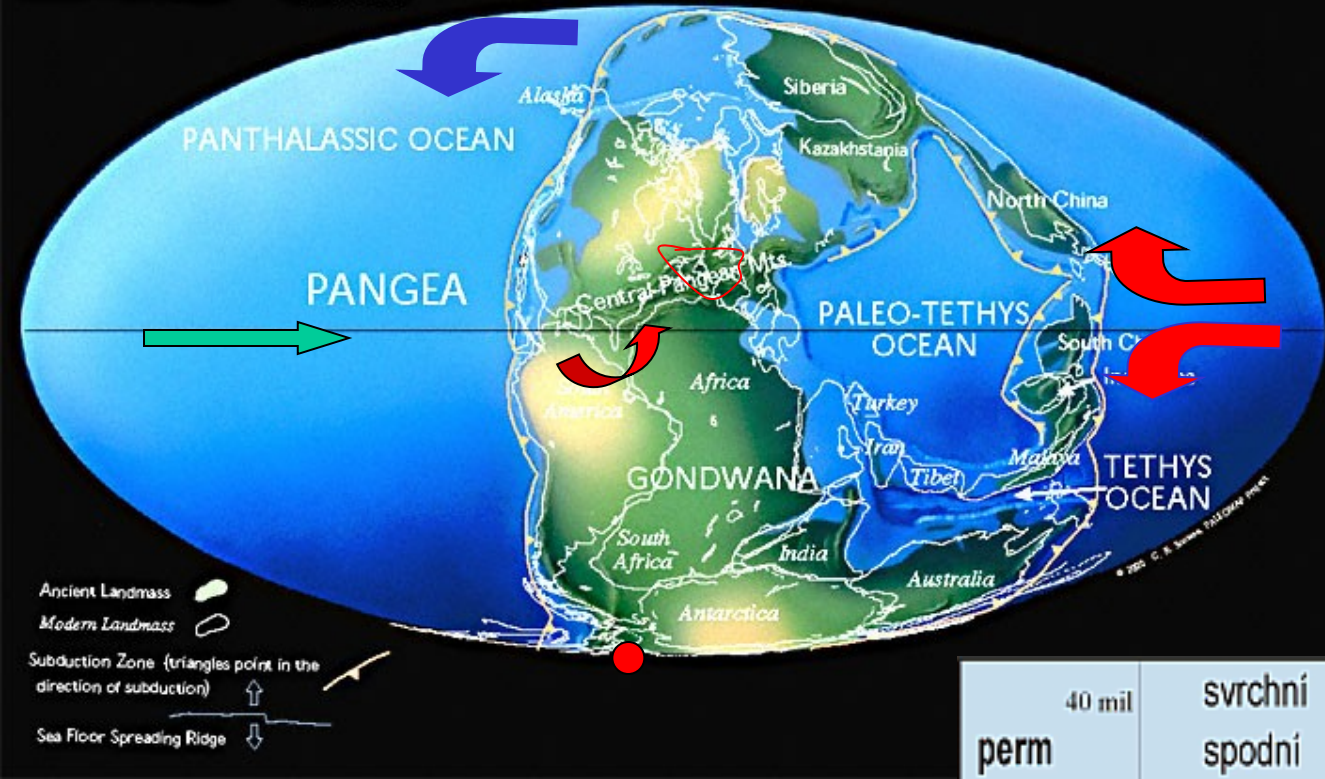
As Pangea moves northward, the climatic belts moves southward. Tropical rainforests cross from Arctic Canada to Newfoundland and Western Europe. The desert regions in mid-North America begin to contract. The Southern Hemisphere begins to cool off

Extensive rainforests covered the tropical regions of Pangea which was bounded to the north and south by deserts. An ice cap covered the South Pole.

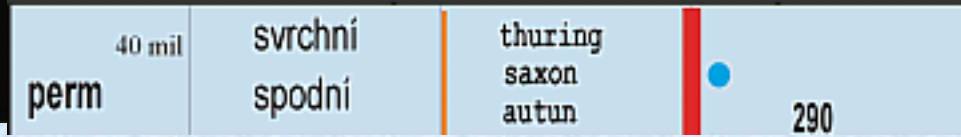


Upper Carboniferous (Bashkirian - Moscovian)

Late Permian 255 Ma



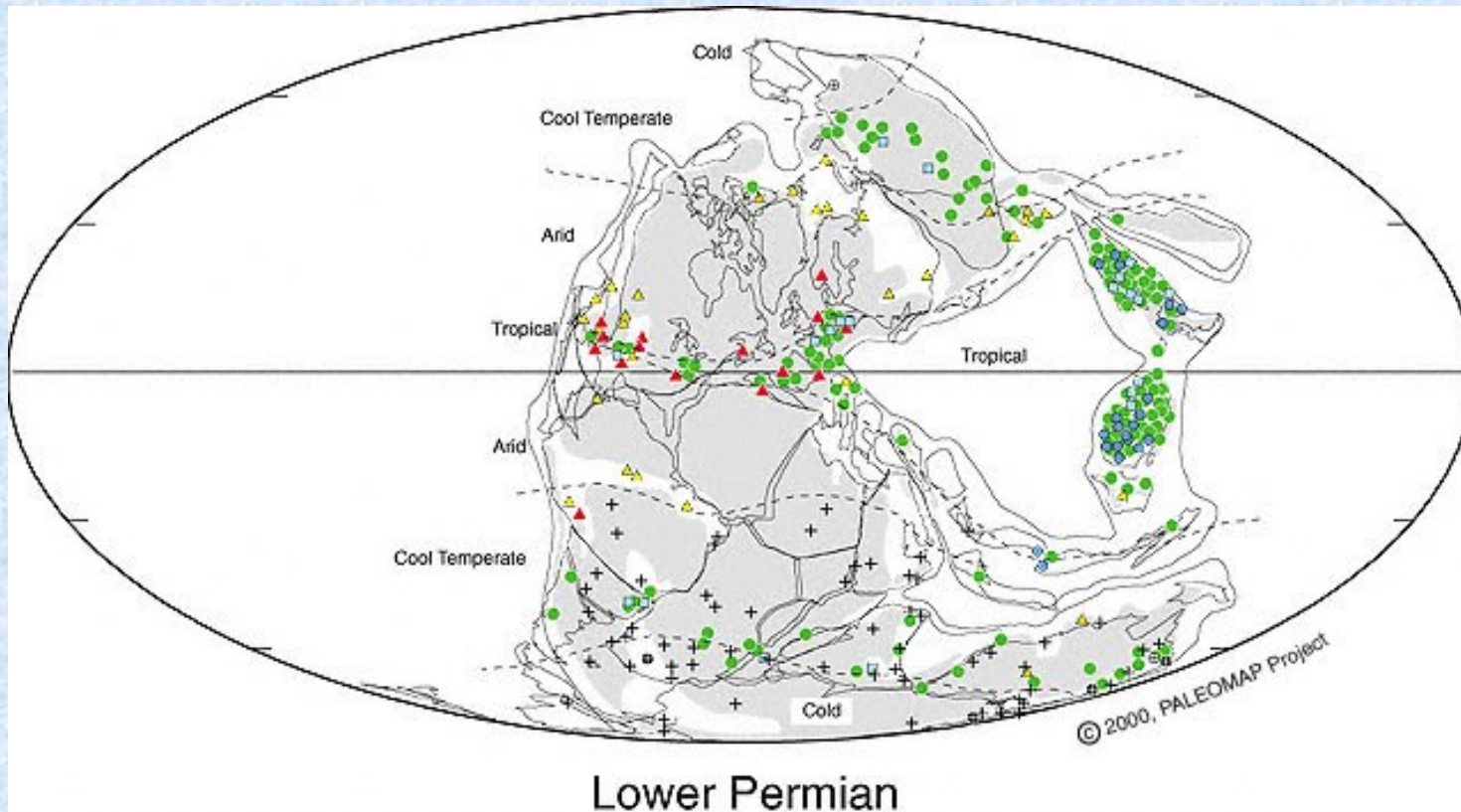
Vast deserts covered western Pangea during the Permian as reptiles spread across the face of the supercontinent. 99% of all life perished during the extinction event that marked the end of the Paleozoic Era.



Perm – přes 40 mil.

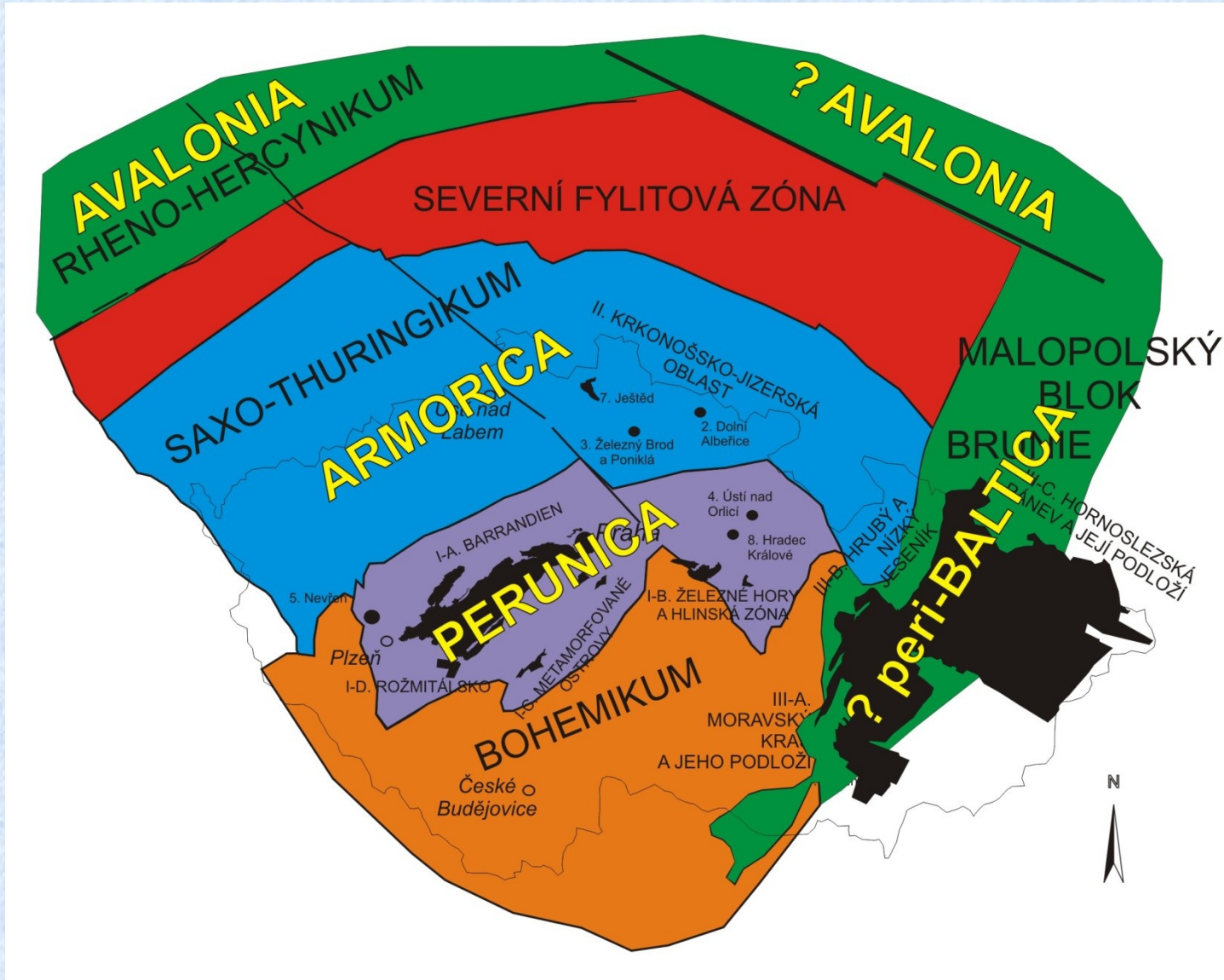
Existence Pangey – z. okraj poledníkový směr, v. s výběžky na S i J, mezi nimi trojúhelníkové vykousnutí – **Panthalassa** - největší oceán ve fanerozoiku. **85% rovníkového obvodu**. Proudění v rovníkovém směru teplé od V k Z → na tethydní okraj Pangey - pak k S a J, oteplovaly vyšší zem. šířky → **tání ledovců na Gondvaně**, poslední doklady ze spodní části svrchního permu. Malý teplotní gradient. Na pacifickém okraji se chladné vody zpět rovníku. Asi značný **teplotní rozdíl mezi V a Z okrajem Pangey**, to ovlivnilo proudění vzduchu – od chladnějšího okraje k teplejšímu. Nad kontinentem se vzduch ohříval – **citelné omezení srážek**. Rozsáhlá aridizace pevniny + neobvyklá množství evaporitů v epikon bazénech. Oproti karbonu se **rozčlenění bioty značně snížilo**. Koncem permu došlo k vymření řady významných paleozoických bezobratlých, **v ekosystémech vyvolány rozsáhlé rejuvenace**. **Celosvětově unifikace marinní fauny**, která začala v karbonu a pokračovala až do triasu. **Český masív** byl dobudován variským vrásněním. V permu už **na s. polokouli 3-10°**.

Early Permian Climate
(280 million years ago)



Much of the Southern Hemisphere was covered by ice as glaciers pushed northward. Coal was produced in both Equatorial rainforests and in Temperate forests during the warmer "Interglacial" periods.

Regionálně-geologické jednotky Českého masívu



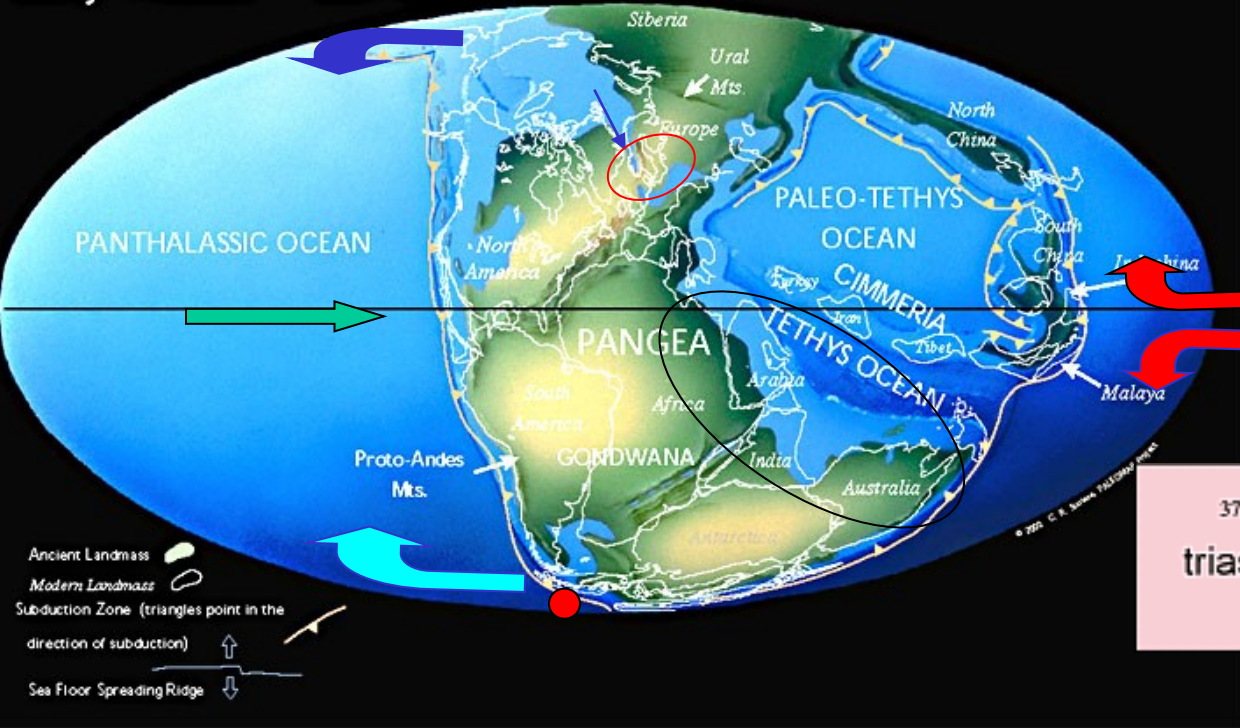
Mezozoikum

Útvar	Oddělení	Stupeň	Věk v milionech let	
křída	svrchní	maastricht	65	
		campan		
		santon		
		coniak		
		turon		
	spodní	cenoman	135	
		alb		
		apt		
		baren		
		hauteriv		
jura	malm	valangin	135	
		berrias		
		tithon		
	dogger	kimmeridž	72 mil	
		oxford		
		kelloway		
		bath		
	lias	bajok	210	
		aalen		
toark				
trias	svrchní	pliensbach	37 mil	
		sinemur		
		hettang		
	střední	rhaet		245
		nor		
		karn		
spodní	ladin	37 mil		
	anis			
		werfen		

Early Triassic 237 Ma

At the end of the Triassic, Pangea began to rift apart.

The supercontinent of Pangea, mostly assembled by the Triassic, allowed land animals to migrate from the South Pole to the North Pole. **Life began to rediversify after the great Permo-Triassic extinction** and warm-water faunas spread across Tethys.



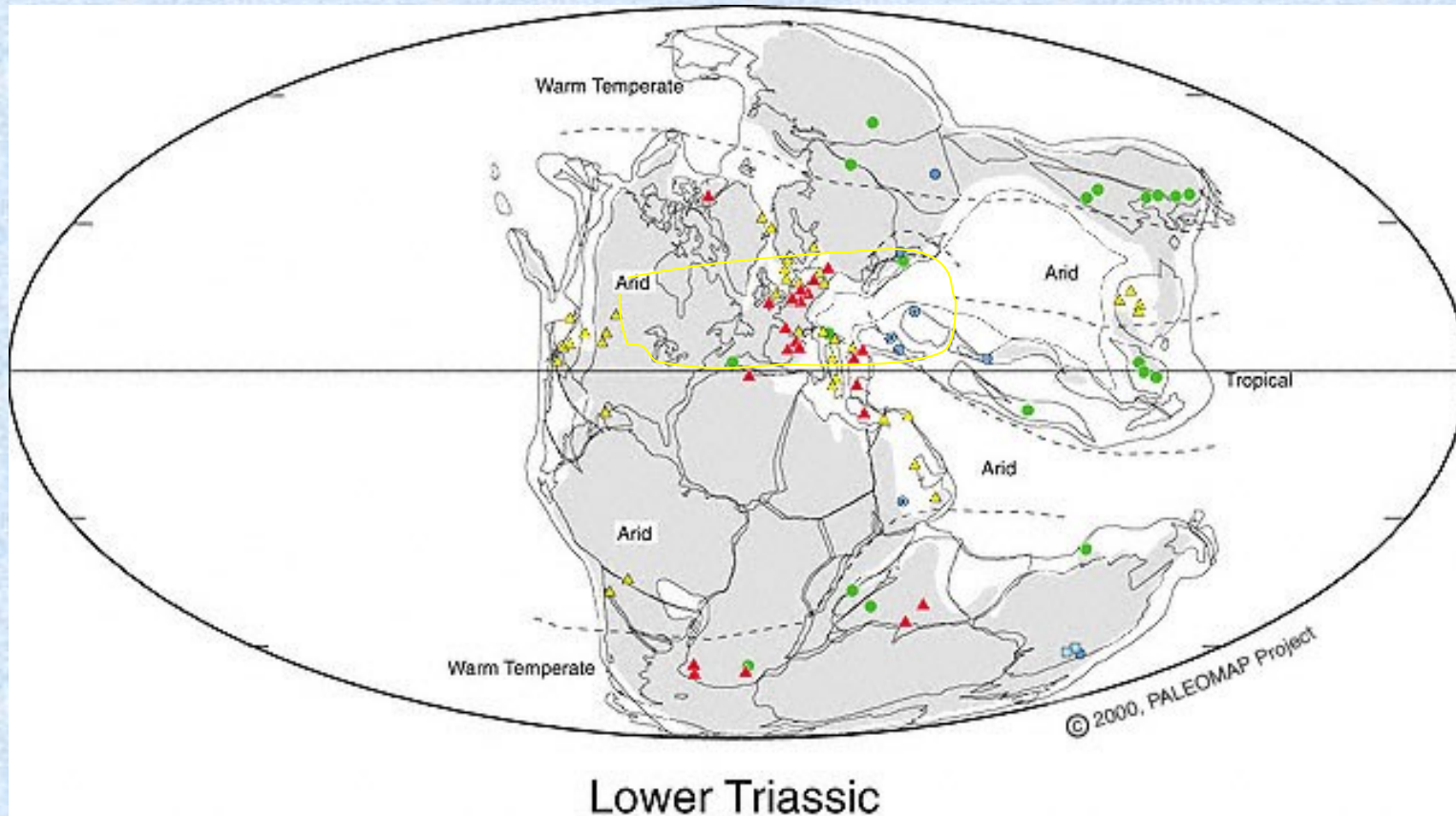
Trias -37 mil. Nejkratší z druhohor (skoro stejně jako devon)

Na počátku triasu došlo k postupné transgresi, která postupně přešla do globálního měřítka, - zvětšil se rozsah epikontinentálních moří. **Klima poměrně teplé, stabilní** - teplý pás do poměrně vysokých zeměpisných šířek, teplotní gradient nízký. Konfigurace proudů prakticky stejná jako v permu. **Chybění ekvatoriální humidní zóny** - mezi obratníky – aridní zóna, která na jihu až k polárnímu kruhu. **Ve vyšších šířkách monzunový režim** (léto vlhko od moře, zima opačně). Polární oblasti celoroční vlhké klima. Fauna značně kosmopolitní, bariéra Pangea – západní pobřeží částečně jiné (Pacifická oblast) než východní. Centrální Pan. zvyšuje se ukládání evaporitů – poklesy zaplněné vodou – budoucí rozpad.

Dvojí základní ráz fauny a) f. epikontinentálních moří - zaplavené konsolidované platformy- **ve stř. Evropě průlivem mezi dnešním Grónskem a Skandinávií komunikace s Arktickým oceánem - celé v mírném pásmu – fauna germánského vývoje výběžek boreální provincie** (severní okraj P. až okraj afrického kont.) na severním okraji P., který tvořil j. okraj Tethydy smíšený (tzv. sephardský) vývoj.

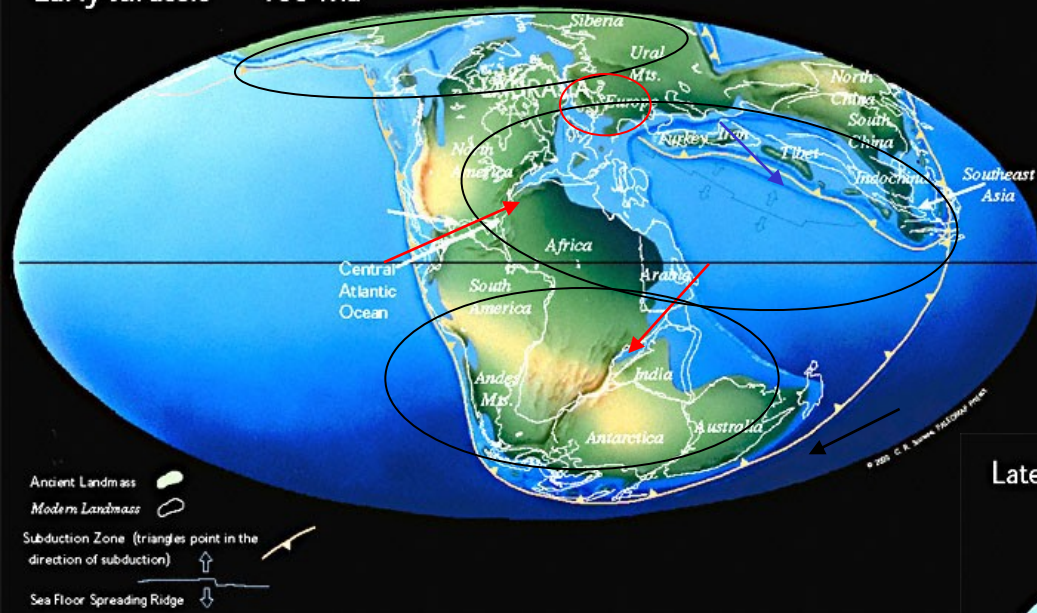
b) fauna mobilních okrajů kontinentů a přilehlých geosynklinálních oblastí- tethydní fauna. **Koncem triasu celosvětová regrese a krátkodobé ochlazení** - přestavba triasových ekosystémů a vymírání. Např. přecházejí jen dvě vývojové větve amonitů. **Český masív spolu s variským orogénem 10°s.š. - 20° s.š.**

Early Triassic Climate



The interior of Pangea was hot and dry during the Triassic. Warm Temperate climates extended to the Poles. This may have been **one of the hottest times in Earth history**. **Rapid Global Warming at the very end of the Permian may have created a super - "Hot House" world that caused the great Permo-Triassic extinction.** 99% of all life on Earth perished during the Permo-Triassic extinction.

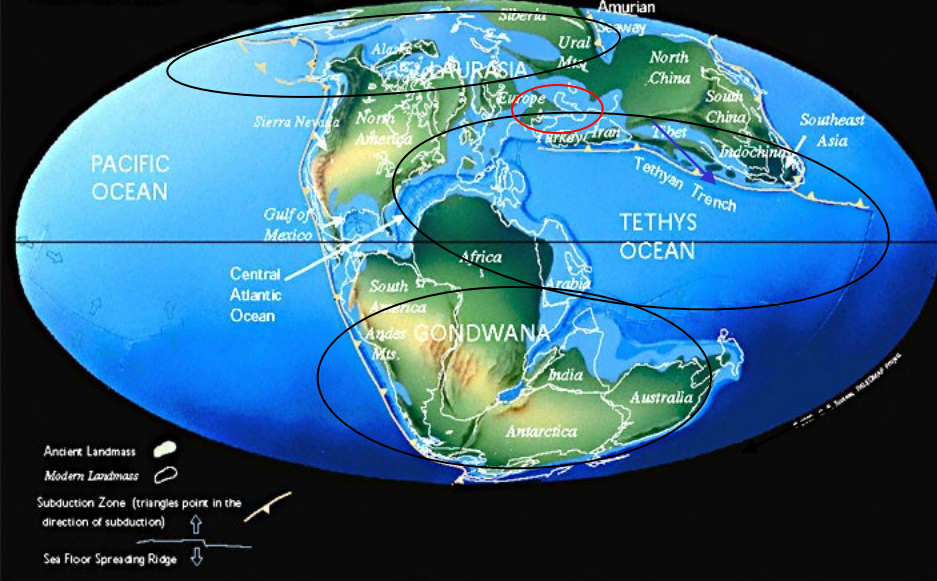
Early Jurassic 195 Ma



135

72 mil	jura	malm	tithon	●
		dogger	kimmeridž	
		lias	oxford	
			kelloway	
			bath	
			bajok	
			aalen	
			toark	
			pliensbach	
			sinemur	
			hettang	
				210

Late Jurassic 152 Ma



Jura – delší období (72mil.)

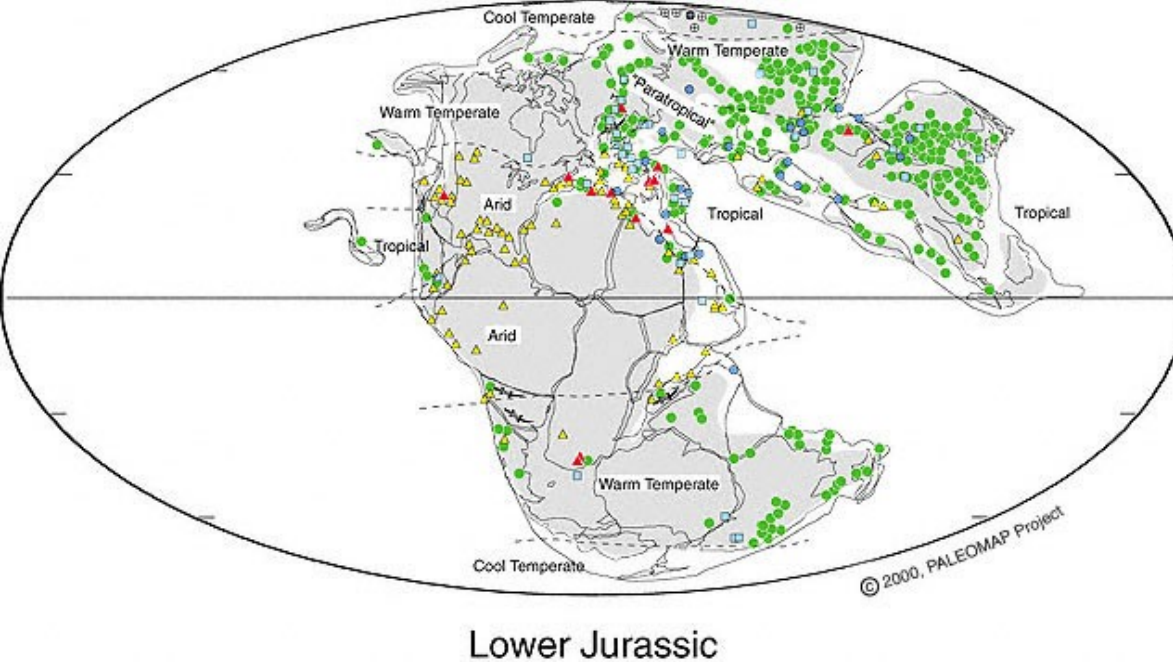
Široká ekvatoriální zóna s teplým a vyrovnaným klimatem – povrchová voda prům. 20-30°C - **neexistence polárního zalednění** 3 teplejší období oddělené mírnějšími.

Do klesajícího prostoru mezi Africkým štítem a Laurentií stále hlouběji výběžky Tethydy – **počátkem střední jury (aalen, bajok) - propojení pacifického a tethydního okraje. Počátek otvírání Atlantiku a Indického oceánu.**

Počátek jury rozsáhlé transgrese a oteplení. Fauna vytvoření

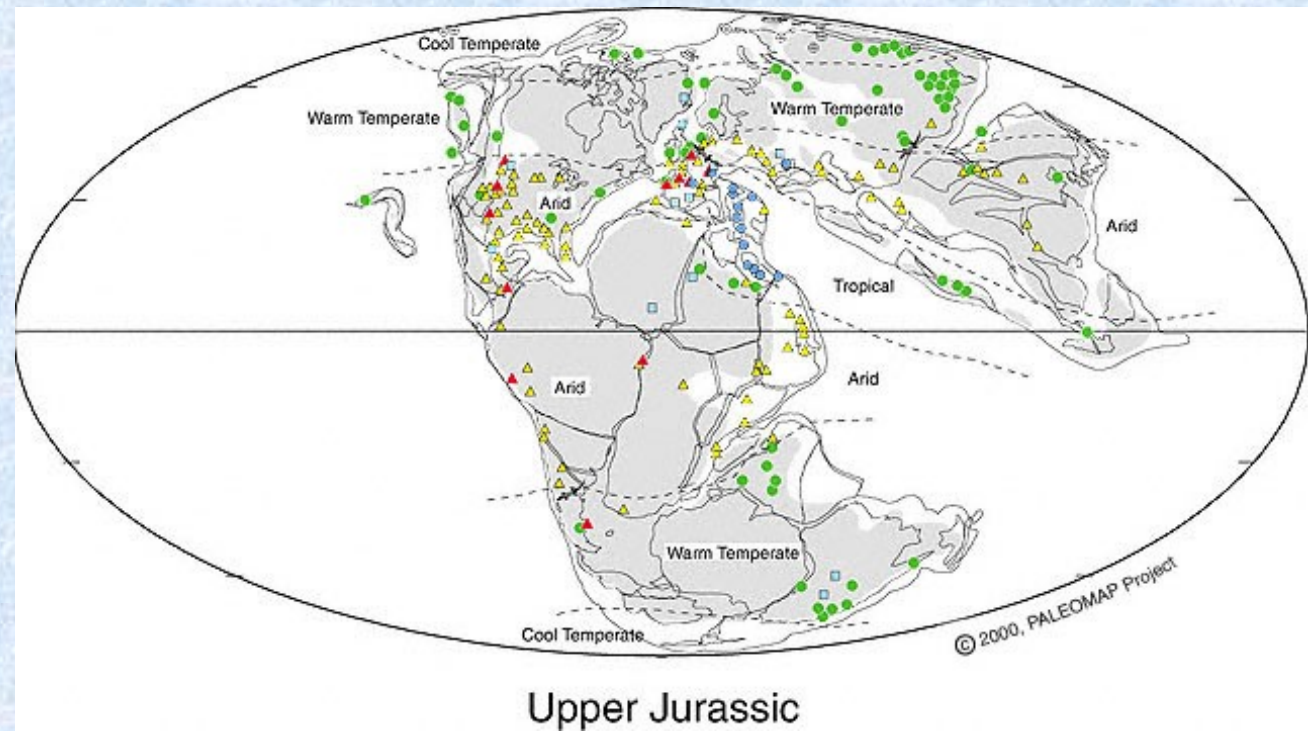
3 hlavních provincií – tethydní, pacifická a boreální (podle amonitů a belemnitů) - chladnější jižní oblast nebyla vytvořena. Tethydní oblast dvě podoblasti – severní břehy i mobilní zóny – podoblast mezogejská (do ní provincie mediteránní – mobilní oblasti budoucích alpid a dinarid, submediteránní o něco severnější vlastní okraje kontinentálních bloků) – od Mexika až po Himálaje. Jižní břehy Tethydy – oblast perigondwanská (provincie etiopská a himálajská). Boreální oblast prostor přilehlý k Arktickému oceánu (v ní pro nás důl. provincie subboreální – severní část západní a střední Evropy). Český masív z 20° s.š. na 30° s.š. Vedl přes něj epikontinentální průliv- fauna subboreální ráz (Stránská skála -krinoidové vápence).

Early Jurassic, the Dinosaurs spread across Pangea



The Pangean Mega-monsoon was in full swing during the Early and Middle Jurassic. **The interior of Pangea was very arid and hot.** Deserts covered what is now the Amazon and Congo rainforests. China, surrounded by moist bearing winds was lush and verdant.

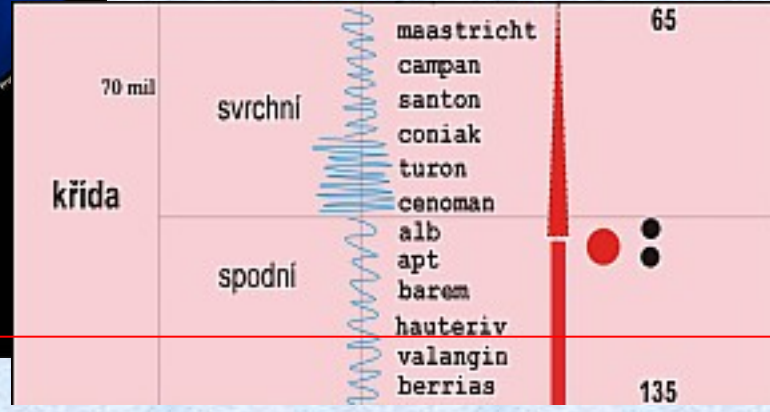
During the Late Jurassic the global climate began to change due to **breakup of Pangea.** The interior of Pangea became less dry, and seasonal snow and ice frosted the polar regions.



Late Cretaceous 94 Ma



New Oceans Begin to Open
 During the Cretaceous the **South Atlantic Ocean** opened. **India** separated from Madagascar and raced northward on a collision course with **Eurasia**. Notice that North America was connected to Europe, and that Australia was still joined to Antarctica.



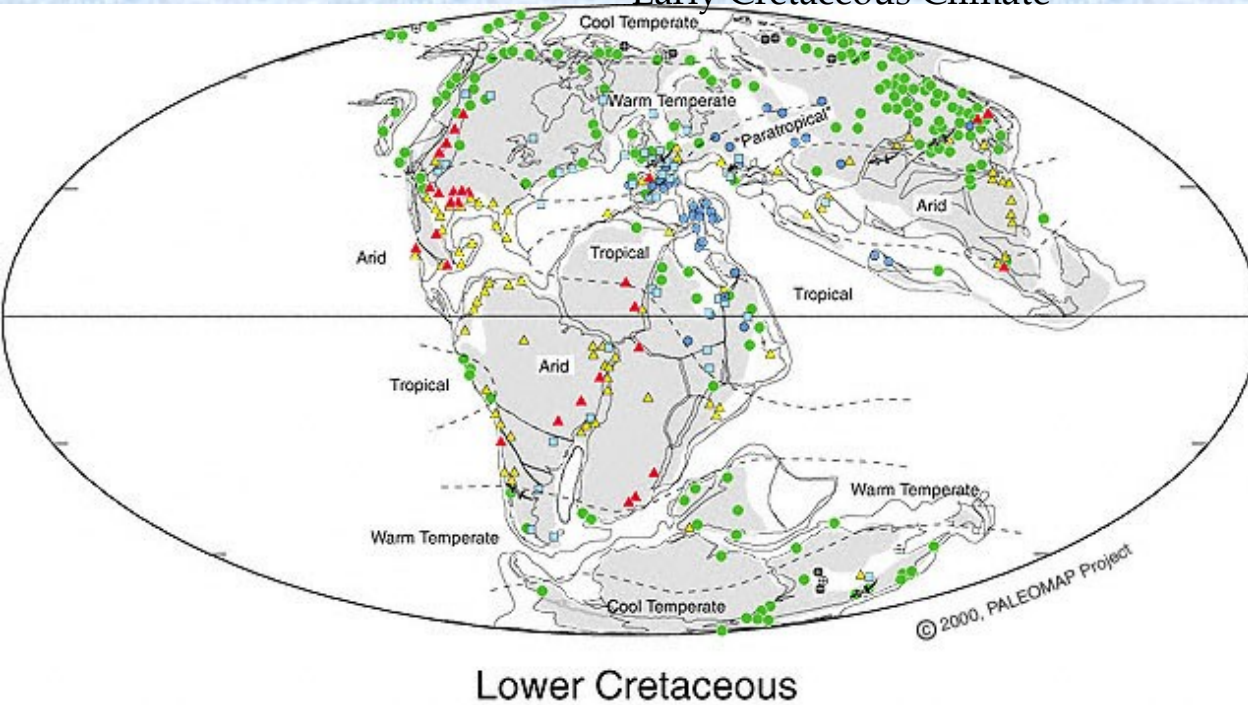
Křída – (70mil) – delší než celé kenozoikum

Vyvrcholilo nejdélší fanerozoické období nepřerušovaného vývoje společenstev mořských organismů – po svrchnotriasové krizi po hranici K/T (celkem 141mil). **Otvírá se Atlantik, rozpadá se Gondwana – rozšíření plochy oceánů v ekvatoriálním pásmu** – nízké albedo - účinnější absorpce slunečního záření – klima teplé a humidní, vyrovnané. Chladné výkyvy krátkodobé. **Polární čepičky nebyly** – průměr v Arktidě 14°C. Oceánská voda prohřátá i v hlubinách (15°C), gradient 22°, nízké cirkulace vzduchu i vod – **anoxická období** – např. apt, alb. **V mořích obrovský rozvoj planktonu – největší diverzity za celou dobu existence foraminifery, radiolárie, diatomy, Ca nanoplankton**. Od střední křídý - albu postupný globální pokles teploty- asi dodnes. Hladina světového oceánu vysoko – **transgrese pozdní cenoman až turon největší v celém fanerozoiku – výzdvih středoatlantského hřbetu (až 250m nad dnešní úrovní)**.

3 prostory – ekvatoriální – tethydní a dva boreální na obou polokoulích – boreální a australidní - mlži.

Český masív součástí tzv. stabilní Evropy ze 30°s.š. na 40°s.š. Zčásti překryt epikontinentálním mořem během cenomanské transgrese (do santonu), zde subboreální fauna tvořící přechod mezi tethydní a boreální faunou..

Early Cretaceous Climate

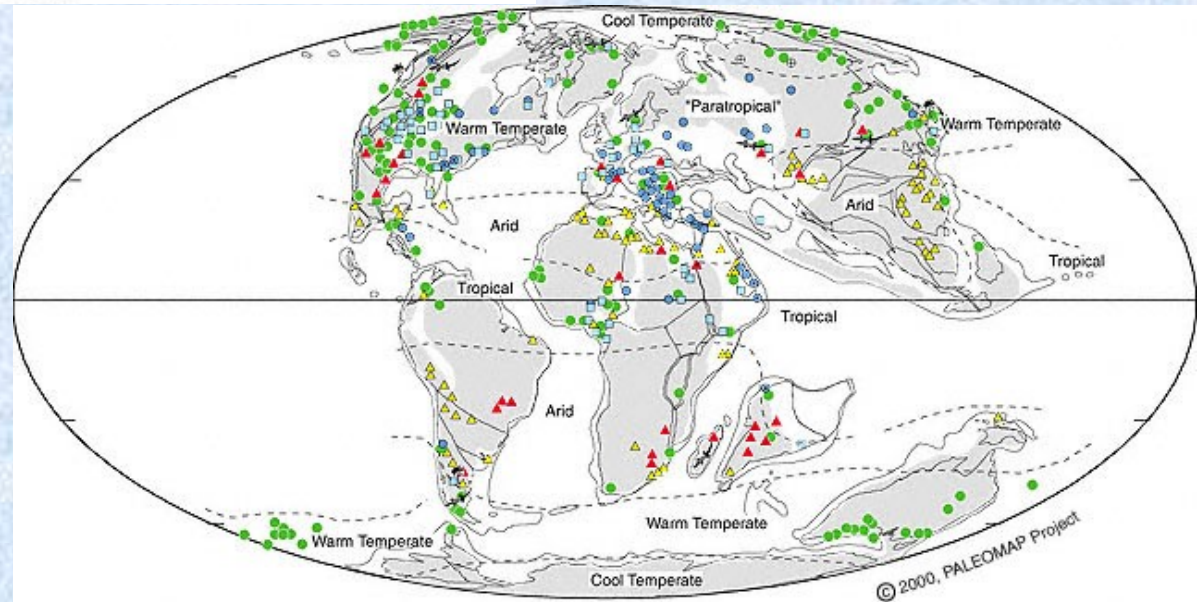


The Early Cretaceous was a **mild "Ice House" world**. There was **snow and ice during the winter seasons**, and Cool Temperate forests covered the polar regions.

Lower Cretaceous

Late Cretaceous Climate

During the **Late Cretaceous** the **global climate was warmer than today's climate**. **No ice existed at the Poles**. Dinosaurs migrated between the Warm Temperate and Cool Temperate Zones as the seasons changed.

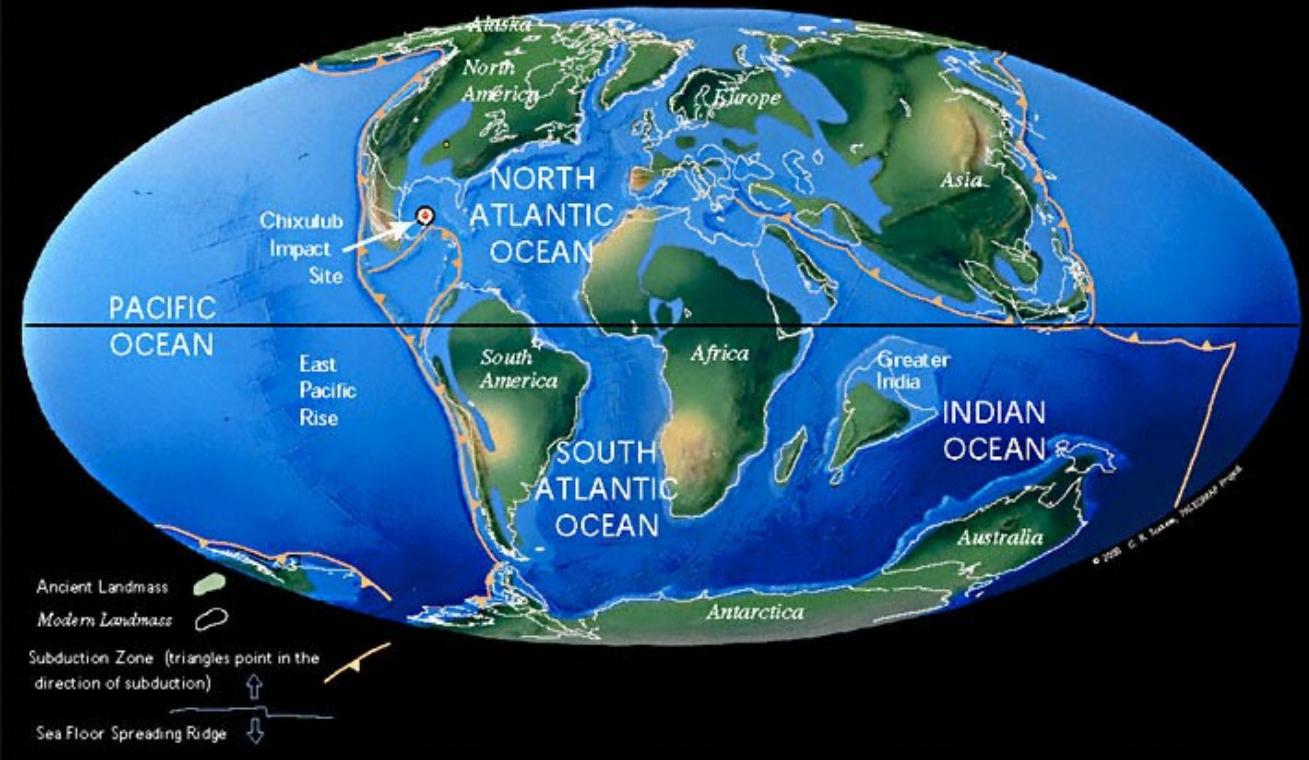


Upper Cretaceous

K/T Boundary 66 Ma

The End of the Dinosaurs

The bull's eye marks the location of the **Chicxulub impact** site. The impact of a 10 mile wide comet caused global climate changes that killed the dinosaurs and many other forms of life. By the Late Cretaceous the oceans had widened, and India approached the southern margin of Asia.

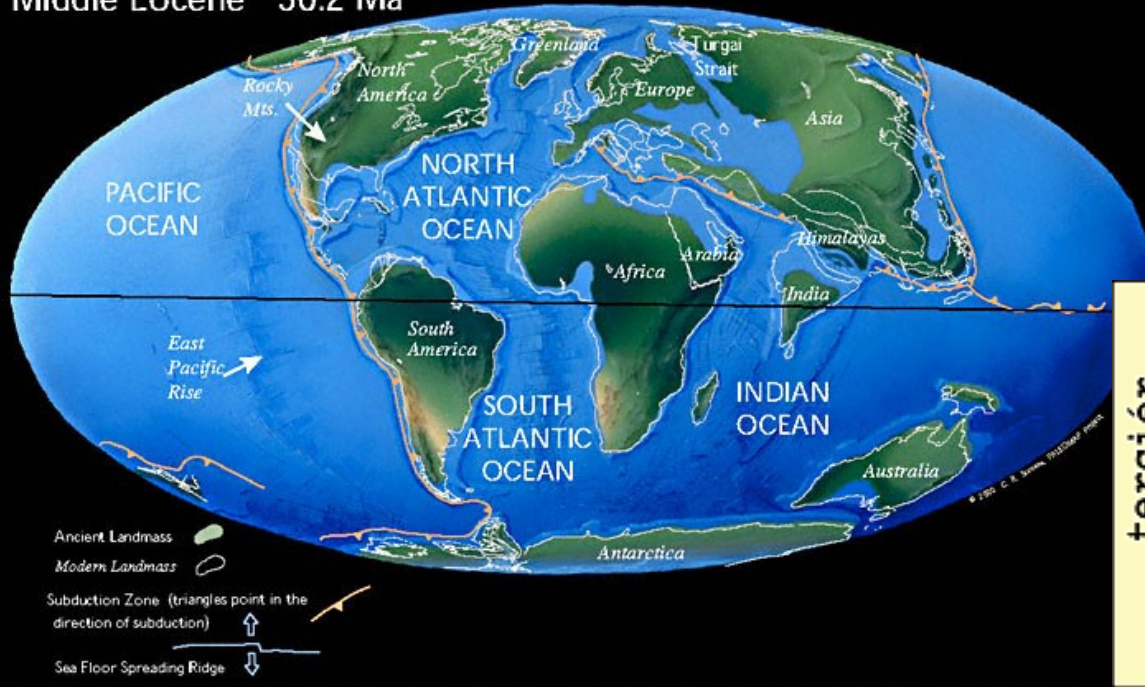


Na konci křídý došlo v celé biosféře ke krizi, která se projevila **rozsáhlým vymíráním**. Hranici nepřezila celá řada typických organismů – **ammoniti, dinosauři, rudisti, inoceramové, velké bentózní foraminifery** a další. Další skupiny velmi zdecimovány – plankt. For., kokolitky, belemniti, koráli, ústřice, trigonie, různé skupiny mlžů a plžů. **Bez velkých změn přežívají ostnokožci, mechovky, brachiopodi**. Předtím také slabší vymírání např. rozhraní alb – cenoman. Ale po nich se biomasa rychle obnovila. Vymírání v některých skupinách postupné, v jiných rychlé (kokolitky) – změny alkalicity mořských vod – ztížené ukládání CaCO₃. – Zvýšená kyselost – aerosoly z vulkanických výlevů (sířičitany) – trapy – Indie, kyselá deště – možná kombinace dopadu meteoritu – zásah až do svrchního pláště, následek se mohl projevit ne zlomech. Kombinace s tektonickou činností – alpské vrásnění....

Kenozoikum

Útvar	Oddělení	Stupeň (Morava)	Věk v milionech let	
1,8-2 mil kvartér	holocén		0,0	
	pleistocén		1,8	
terciér	neogén	pliocén	ruman dak	5,3
		miocén	pont panon sarmat baden karpat ottnang eggenburg eger	14 mil 23,0
	paleogén	oligocén	chatt rupel	33,7
		eocén	priabon barton lutet ypres	53,0
		paleocén	thanet dan	65

Middle Eocene 50.2 Ma



During the Early Cenozoic India began to Collide with Asia.

50 - 55 million years ago India began to collide with Asia forming the Tibetan plateau and Himalayas. Australia, which was attached to Antarctica, began to move rapidly northward.

terciér	neogén	pliocén	ruman dak	5,3
			pont sarmat	
		miocén	baden	14 mil
			karpát ottonang eger	
	paleogén	oligocén	chatt	23,0
			rupel	
		eocén	priabon	33,7
			barton	
			lutet ypres	
		paleocén	thanet	53,0
dan				

63 mil

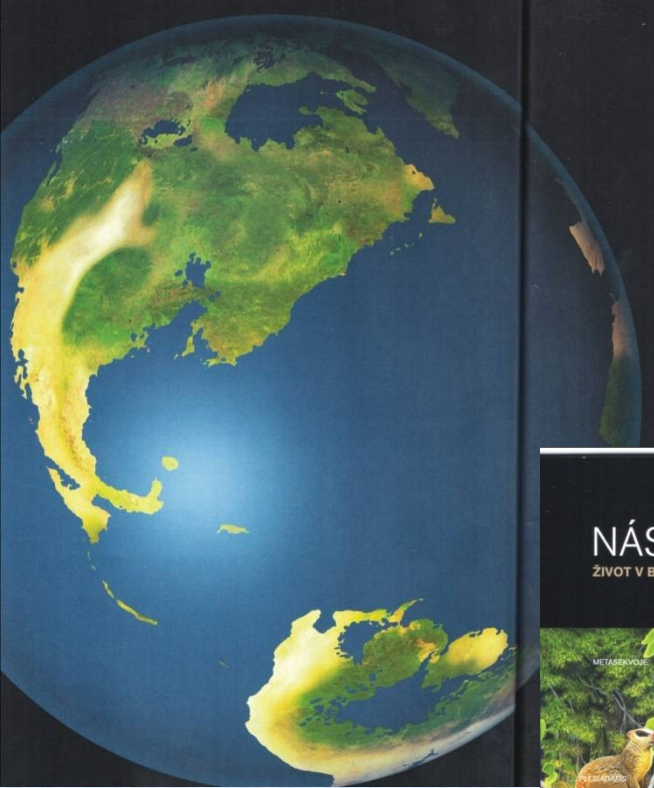
Třetihory – postupné globální ochlazování- od mladší křídy. Výjimka PETM

Ekvatoriální pásmo se zužovalo. Změny nerovnoměrné - série.

Výrazné ochlazení na konci eocénu (před 36mil). V antarktickém prostoru ledopec sahající až do moře -l pronikání chladných vod (pod 5°C) do hloubek.

Další ochlazení v miocénu (před 14 mil.) – Monterey event - podstatné zesílení cirkumantarktického proudu.

Další před 3mil – pliocén – vznik kontinentálních ledovců v severní polární oblasti. Příčiny patrně kombinace faktorů – změny v konfiguraci kontinentů (albedo), snížení atmosférického CO₂ – snížení skleníkového efektu, změny globální oceánické cirkulace – Přiblížení Afrického štítu a Asie znemožnilo cirkumekvatoriální proudění, které typické pro juru a křídu, poč. oligocénu úplné uzavření průchodu Tethydu. Ve stř. a ml. Terciéru znemožněn teplý proud v indonéské oblasti, v nejmladším pliocénu se propojily oba americké kontinenty.



Mimořádně velká koncentrace uhlíku v atmosféře – hladina moře o 70m výš než dnes

NÁSTUP SAVCŮ

ŽIVOT V BIGHORN BASIN, WYOMING



Nikoli hromadné vyhynutí, nýbrž hromadné probuzení života: událost zvaná PETM, jak se projevuje na zkamenělinách v třetihorních sedimentech z kotliny Bighorn Basin ve Wyomingu, je „Jrůtké období, kdy se svět zbláznil“, říká paleobotanik Scott Wing. Zatímco rostliny a živočichové se v horku stěhovali směrem k pólům, po Zemi se rozšířili první současní primáti a kopytnatí savci – lichokopytníci a sudokopytníci.

POZDNÍ PALEOCÉN
PŘED 58,7–56 MILIONY LET

Průměrné roční teploty:
20 °C (nyní: 7,2 °C)

TERMÁLNÍ MAXIMUM PALEOCÉN-EOCÉN (PET)
PŘED 56 MILIONY LET

25 °C (nárůst o 5 °C)

MLADŠÍ EOCÉN
PŘED 55–48,6 MILIONY LET 20 °C

Zhruba 25 milionů let předtím, než se v Antarktídě vytvořili první stálý ledovec, bylo na Zemi jako ve sklenku. Příroda oblasti Bighorn Basin se podobala dnešním mokřadům Okefenokee na Floridě. Dinosauři už vyhynuli a na vzestupu byli savci.

Když oteplování vysušilo Bighorn, šílily se tam z jihu stromy z čeledi bobovitých a ještěrky, meta-sekvoje se přesunuly na sever. Současní primáti a kopytnatí savci zřejmě přišli z Asie, když překročili tehdy zalesněný suchozemský most v Arktidě.

Klima se vrátilo do paleocénních podmínek, jaké vládly před epizodou PETM. Avšak potomci nových savců, kteří se během PETM objevili – věšňáka kopytnatců, kteří žijí dodnes, a všechny opice, lidopci a lidé – přeměnili Zemi.



Na konci paleocénu zmizel *Champsosaurus*, želva přežila.



Předek primátů *Plesiadapus* vymřel, jiný předchůdce savců *Ectocion* přežil do eocénu.



Discodactylus byl raný sudokopytník, lichokopytník *Hyracotherium* byl prapředkem dnešního koně.



Cantius, malý primát měl dva moderní rysy: oči směřující dopředu a chápavé přední končetiny.



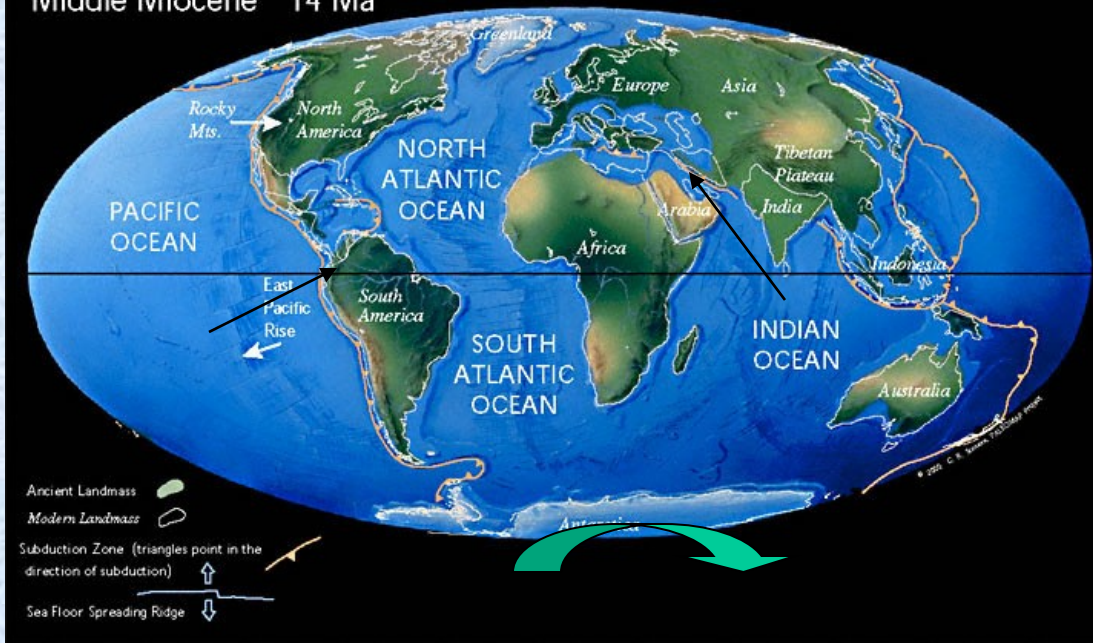
Během epizody PETM se objevili *Proterotherium* a *Mioscotherium*, zanedlouho však vyhynuli.



Chirocetus, podobný myšalovi, přežil z paleocénu.

SEAN MCNAUGHTON & LAWSON PARKER, NG
GRIFFIN, ALDO CHAPPE
KONKLAVINI SCOTT WING, SMITHSONIAN NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY, PHILIP CONRODINI, UNIVERSITY OF MICHIGAN, WILLIAM CULTE, UNIVERSITY OF NEW HAMPSHIRE, PATRICK HOLROYDOVA, UC BERKELEY, KRISTEN SMITH, SENCKENBERG MUSEUM

Middle Miocene 14 Ma



The World Assumes a Modern Configuration

20 million years ago, Antarctica was covered by ice and the northern continents were cooling rapidly. The world has taken on a "modern" look, but notice that Florida and parts of Asia were flooded by the sea.

V **miocénu** - vzdalující se gondwanské fragmenty - redukce mělčin kolem Antarktidy - vznik mohutného cirkumantarktického

proudění - izolace Antarktidy před přísunem tepla z nižších šířek. Ve spodním mioc. Nevyvinutý severní ledovcový pokryv.

Spojení Amerik - zesílení golfského proudu – zvýšení srážek v arktické oblasti akumulace ledu v kontinentálních ledovcích.

Pokles teploty ve vyšších šířkách, zúžení tropického pásma – v pliocénu až jeho rozpad refugiálního charakteru. Zvyšování teplotního gradientu až na dnešní dvojnásobek.

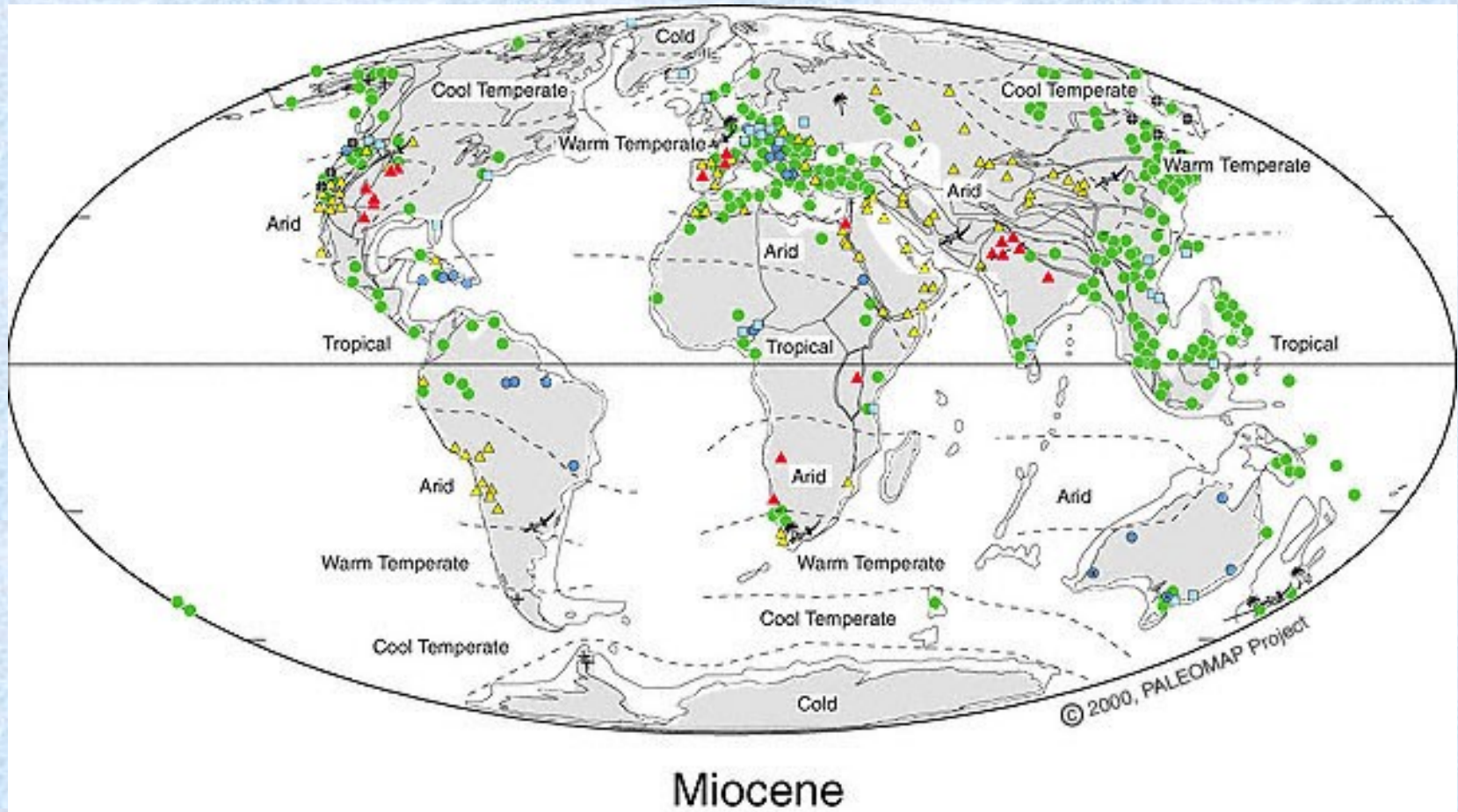
Po krizi K/T - velmi rychlé obsazování uvolněných nik – ukončeno už v paleocénu. Po dalším ochlazení na konci eocénu došlo k vystřídání bioty, vytvořila se podobná neogenní. Výrazné šířkové zóny planktonu. V tropickém pásmu v mořích 4 oblasti (karibská, mediteránní, indo-západopacifická a australská).

Extratropické pásmo S. polokoule – boreální říše – oblasti – arktická, severopacifická a severoatlantická.

J. polokoule – říše australidní nebo antiboreální – oblasti -jihoamerická pacifická, jam. Atlantická, jihoafrická, jihoaustralská a od oligocénu antarktická. Postupné přibližování dnešnímu rozdělení.

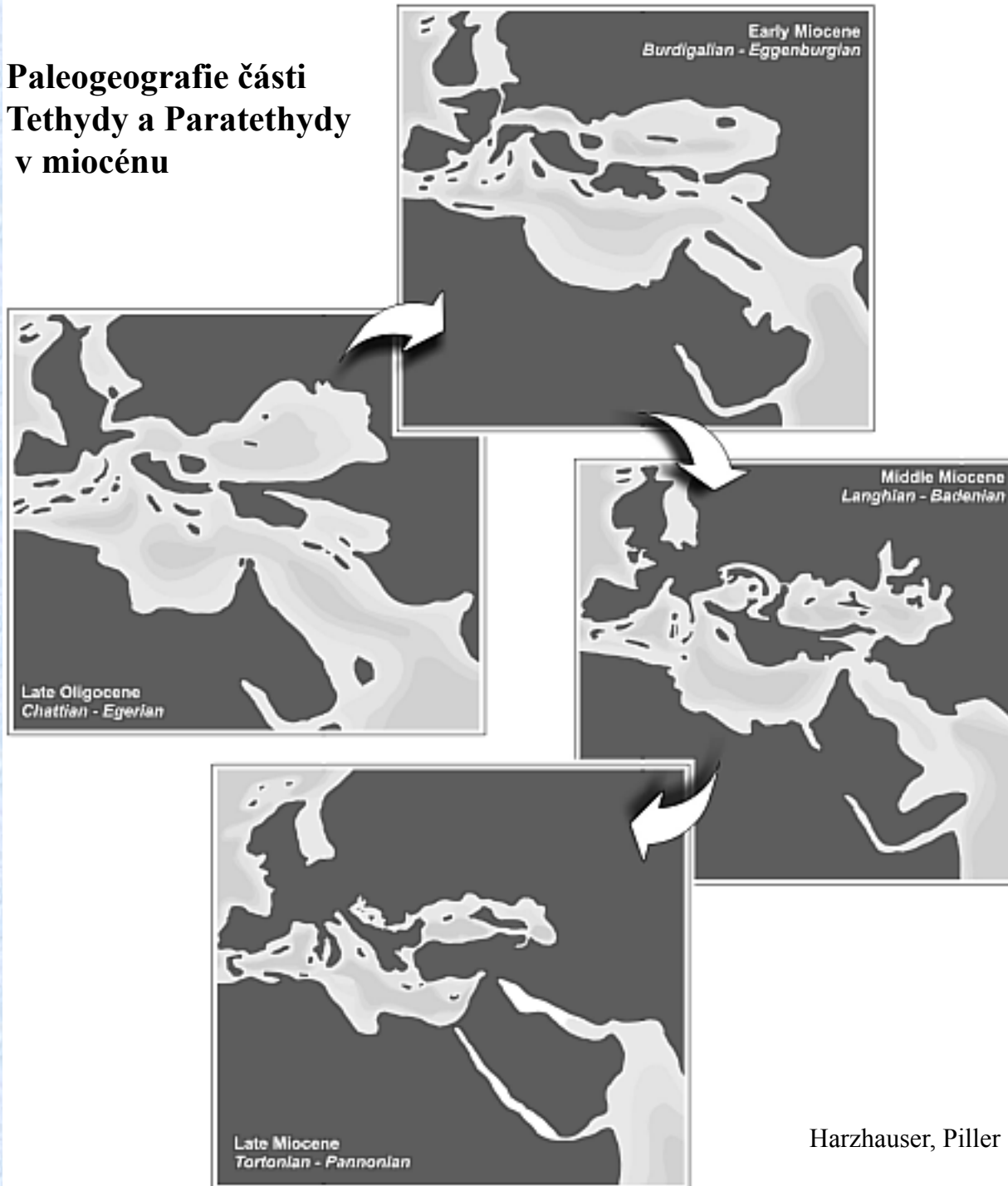
Mořská fauna evropského neogénu několik provincií – subboreální (nesprávně boreální)- chladnější fauna v severní Evropě, celticko-lusitánská – atlantická – Z. Evropa. transevropská – paratethydní, mediteránní – Středozemní moře na jihu Evropy.

Miocene Climate



The climate during the Miocene was similar to today's climate, but warmer. Well-defined climatic belts stretched from Pole to Equator, however, there were palm trees and alligators in England and Northern Europe. Australia was less arid than it is now.

Paleogeografie části Tethydy a Paratethydy v miocénu



Harzhauser, Piller

Last Glacial Maximum 18,000 years ago

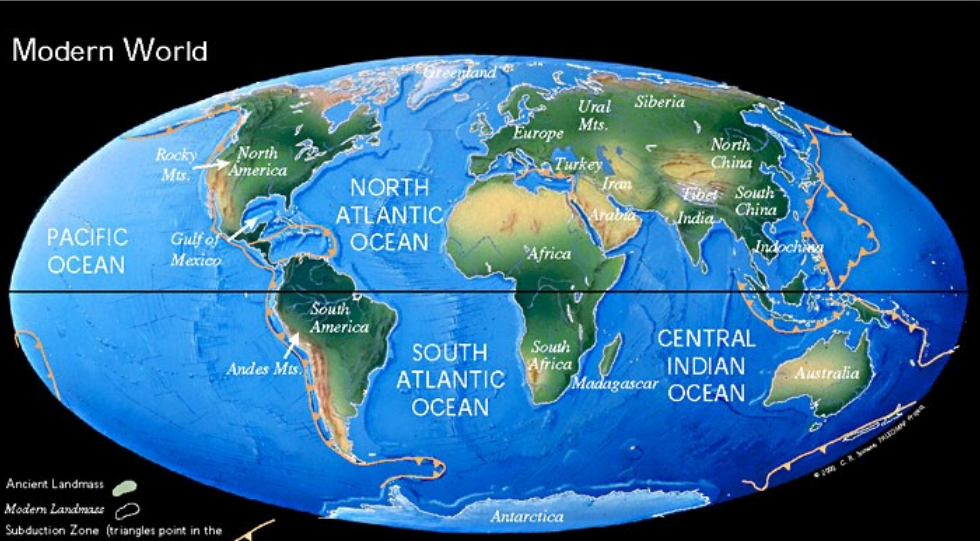


The Earth has been in an **Ice House Climate** for the last 30 million years

When the Earth is in its "Ice House" climate mode, there is ice at the poles. The polar ice sheet expands and contracts because of variations in the Earth's orbit (Milankovitch cycles). **The last expansion of the polar ice sheets took place about 18,000 years ago.**



Čtvrtohory – střídání zalednění severní polokoule – glaciály a interglaciály. Ty patrné v terciéru, zvlášť v pliocénu. Rozlišováno **11 základních glaciálních period.** – Milankovičovy cykly. Posun teplotních pásem až 30 šířkových stupňů. Tropický humidní pás - v ledových dobách zúžení až na refugia, v meziledových dobách rozšiřování i přes své dnešní hranice. Hladina světového oceánu kolísala až asi 120 m pod dnešní hladinou (würm). Vysoké hladiny - abrazní terasy lemující všechny kontinenty. V mořských biotách chladné periody nevyvolaly vymírání, protože hlavní bariéry poledníkového směru- umožnění opětového návratu.



The Present-day world has well defined climatic zones

Jak kdysi vypadala Evropa

Na konci poslední doby ledové tvořila Británie severozápadní výspu ledového světadilu. Vlivem oteplování se odkryla rozsáhlá plocha kontinentálního šelfu, na níž se pak mohli usídlit lidé. Při dalším oteplování však stoupající moře postupně zaplavovalo nízko položená území. Zhruba před 8 200 let se po katastrofickém vylití vody ze severoamerického ledovcového jezera a vlně cunami vyvolané podmořským sesuvem u Norska ocitlo pod vodou i to, co z Doggerlandu ještě zůstalo.

Kontinentální Evropa nad mořskou hladinou

- 16 000 PR. N. L.
- 8 000 PR. N. L.
- 7 000 PR. N. L.
- pevnina dnes



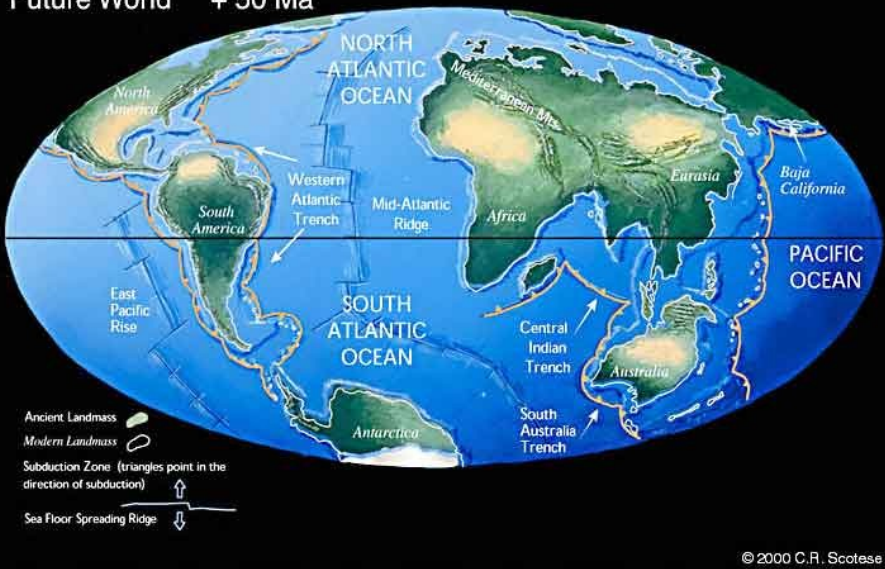
Pravěká pobřeží, zalednění a toky řeky jsou zakresleny jen přibližně.
WILLIAM E. MCNULTY A JEROME N. COOKSON, NG
ZORRILE, SIMON FITCH A VINCENT GAFFNEY, UNIVERSITY OF BIRMINGHAM, VELKÁ BRITÁNIE; NORTH SEA PALEOLANDSCAPES PROJECT

Zatopení okrajů kontinentů
V případě roztátí veškerého ledu

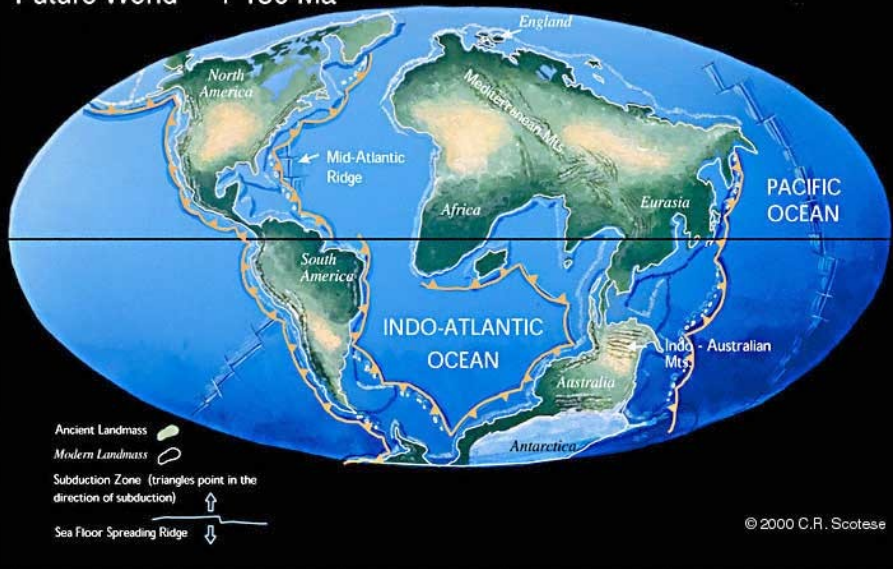


Představy budoucího paleogeografického vývoje

Future World + 50 Ma



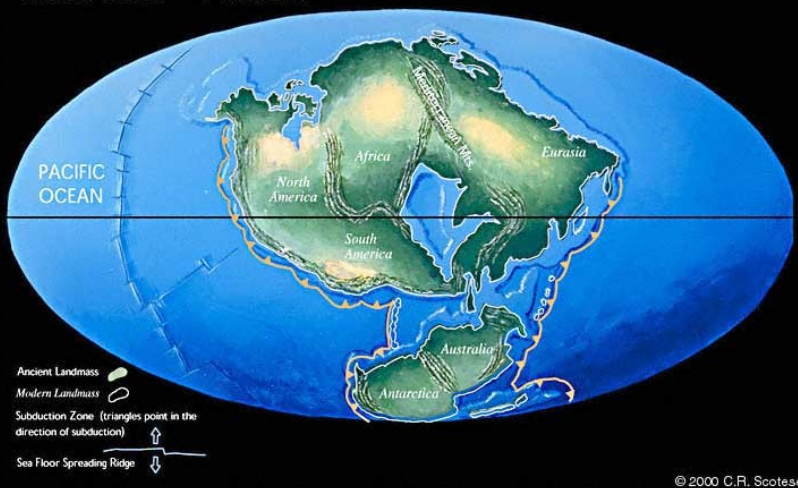
Future World + 150 Ma



Za 50 mil. let: Rozšiřování Atlantiku, Afrika - kolize s Evropou, uzavření Středozemního moře, Austrálie – kolize s jv. Asií.
and California will slide northward up the coast to Alaska.

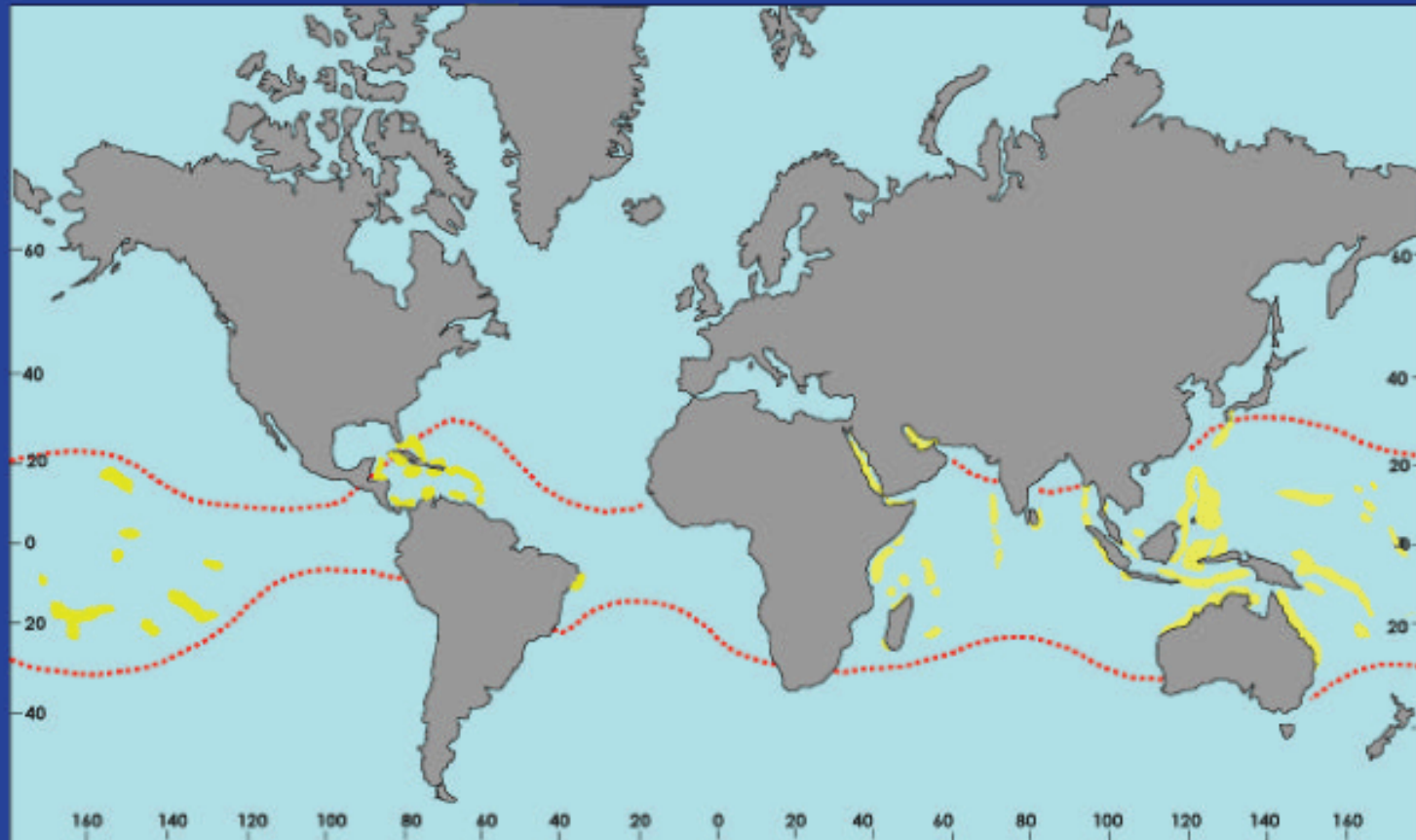
Za 100 mil. let: Postupné uzavírání Atlantiku, nové subdukční zóny podél východního pobřeží Severní a Jižní Ameriky. Subdukce Středoatlantického hřbetu, kontinenty se k sobě přibližují.

Future World + 250 Ma

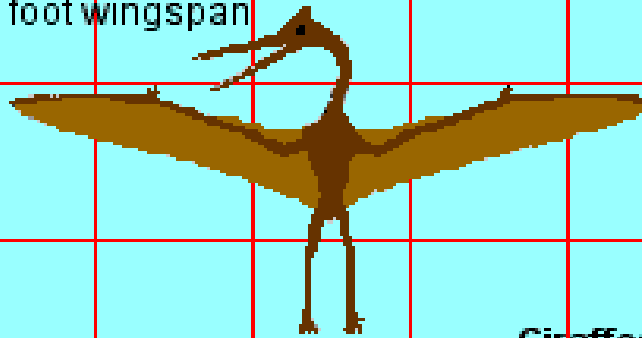


Za 250 mil. let: vznik "Pangea Ultima„ jako důsledek subdukce oceánského dna severního a jižního Atlantiku pod východní Severní a Jižní Amerikou. Uvnitř tohoto superkontinentu malá oceánská pánev.

Modern Corals Reefs

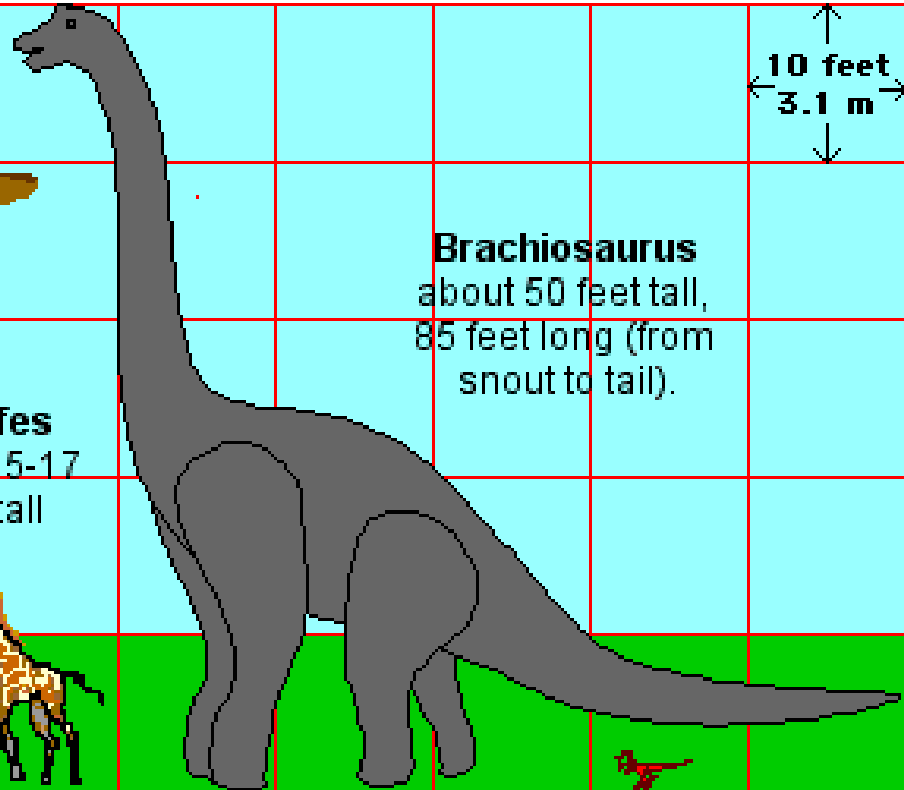


Quetzalcoatlus
40 foot wingspan

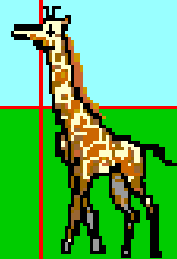


↑
10 feet
3.1 m
↓

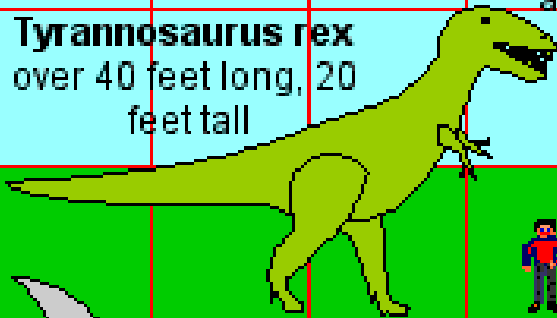
Brachiosaurus
about 50 feet tall,
85 feet long (from
snout to tail).



Giraffes
about 15-17
feet tall

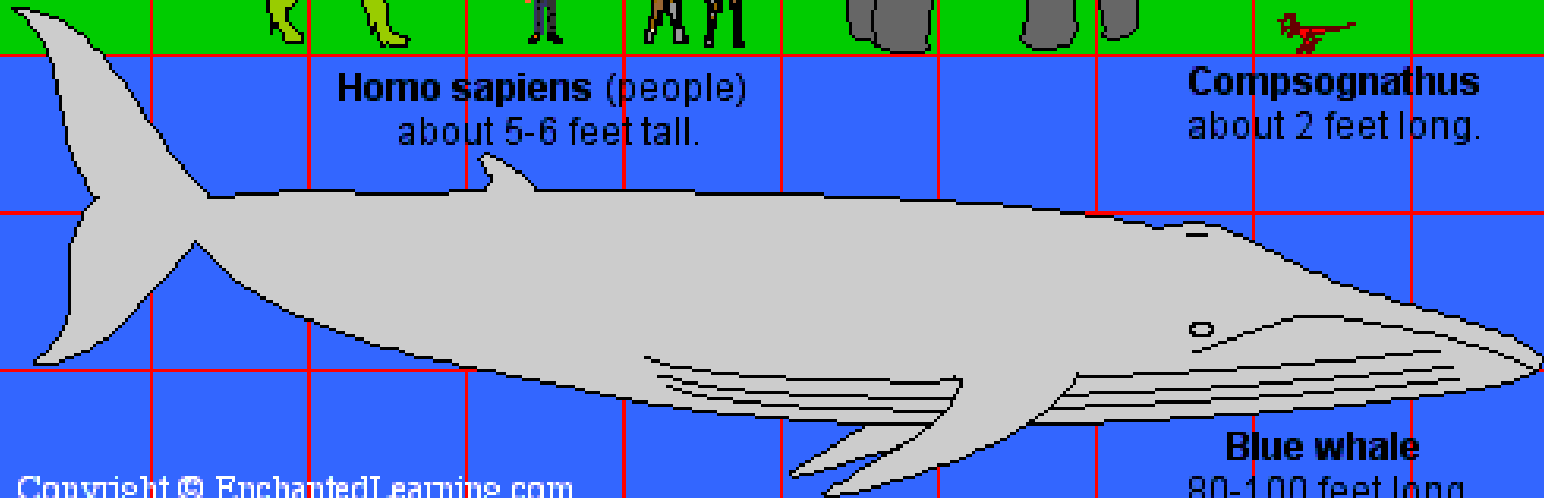


Tyrannosaurus rex
over 40 feet long, 20
feet tall



Homo sapiens (people)
about 5-6 feet tall.

Compsognathus
about 2 feet long.



Blue whale
80-100 feet long