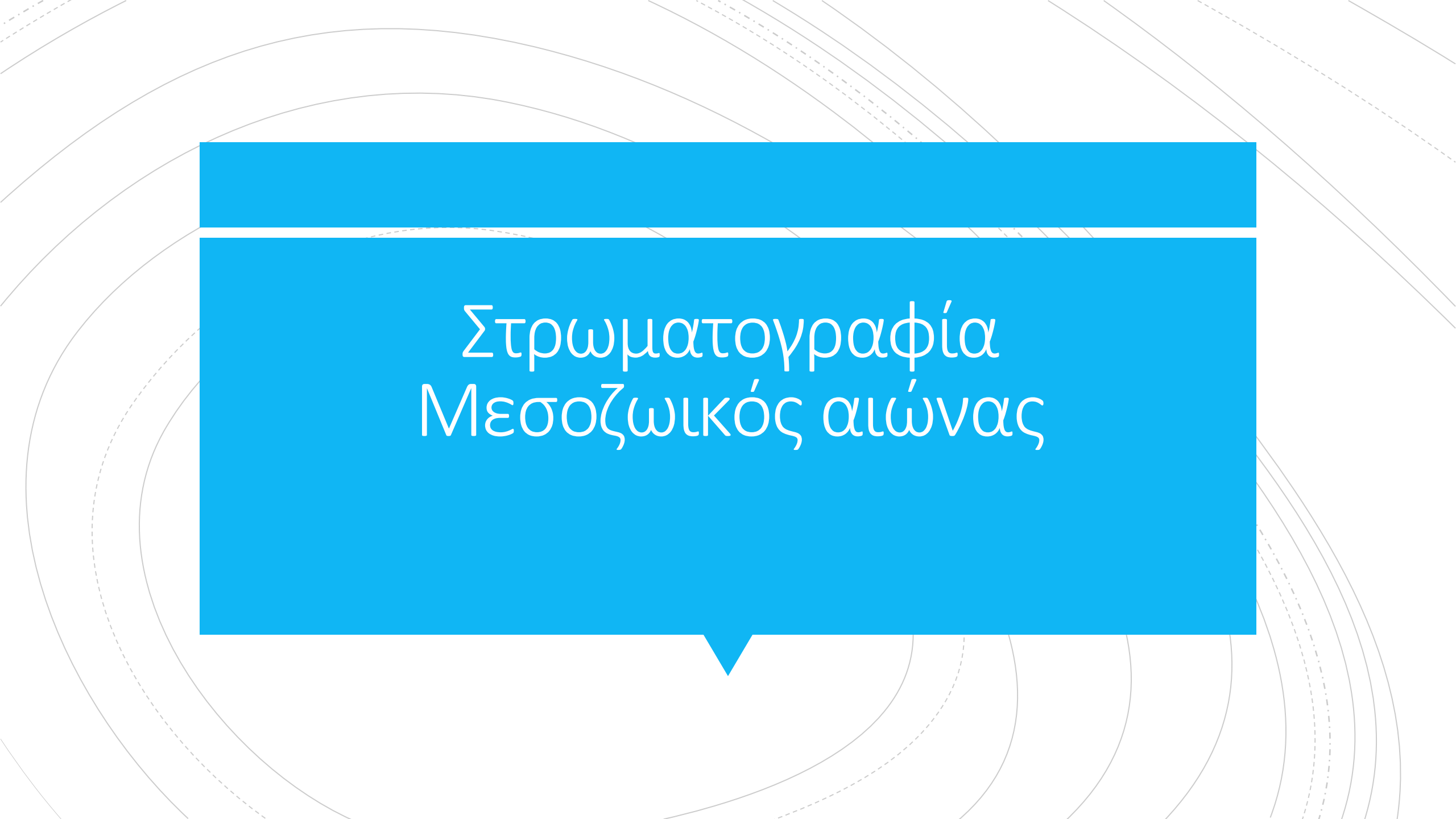


The background features a series of concentric circles in light gray, some solid and some dashed, creating a ripple effect. A large blue speech bubble is centered on the page, containing the title text in white.

Στρωματογραφία Μεσοζωικός αιώνας

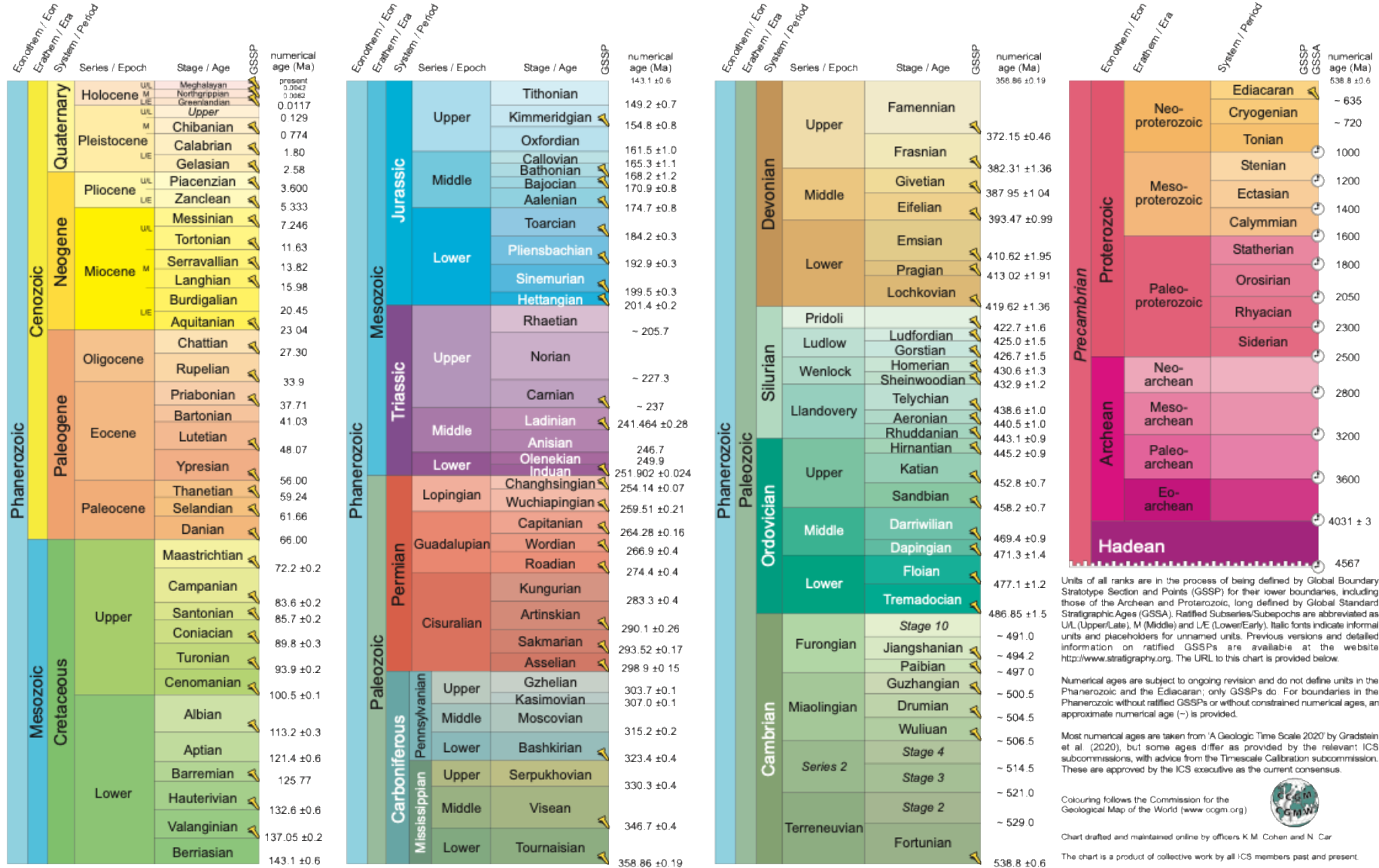


INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2024/12



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as U/L (Upper/Late), M (Middle) and L/E (Lower/Early). Italic fonts indicate informal units and placeholders for unnamed units. Previous versions and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is provided below.

Numerical ages are subject to ongoing revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (–) is provided.

Most numerical ages are taken from 'A Geologic Time Scale 2020' by Gradstein et al. (2020), but some ages differ as provided by the relevant ICS subcommissions, with advice from the Timescale Calibration subcommission. These are approved by the ICS executive as the current consensus.

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org)

Chart drafted and maintained online by officers K.M. Cohen and N. Car

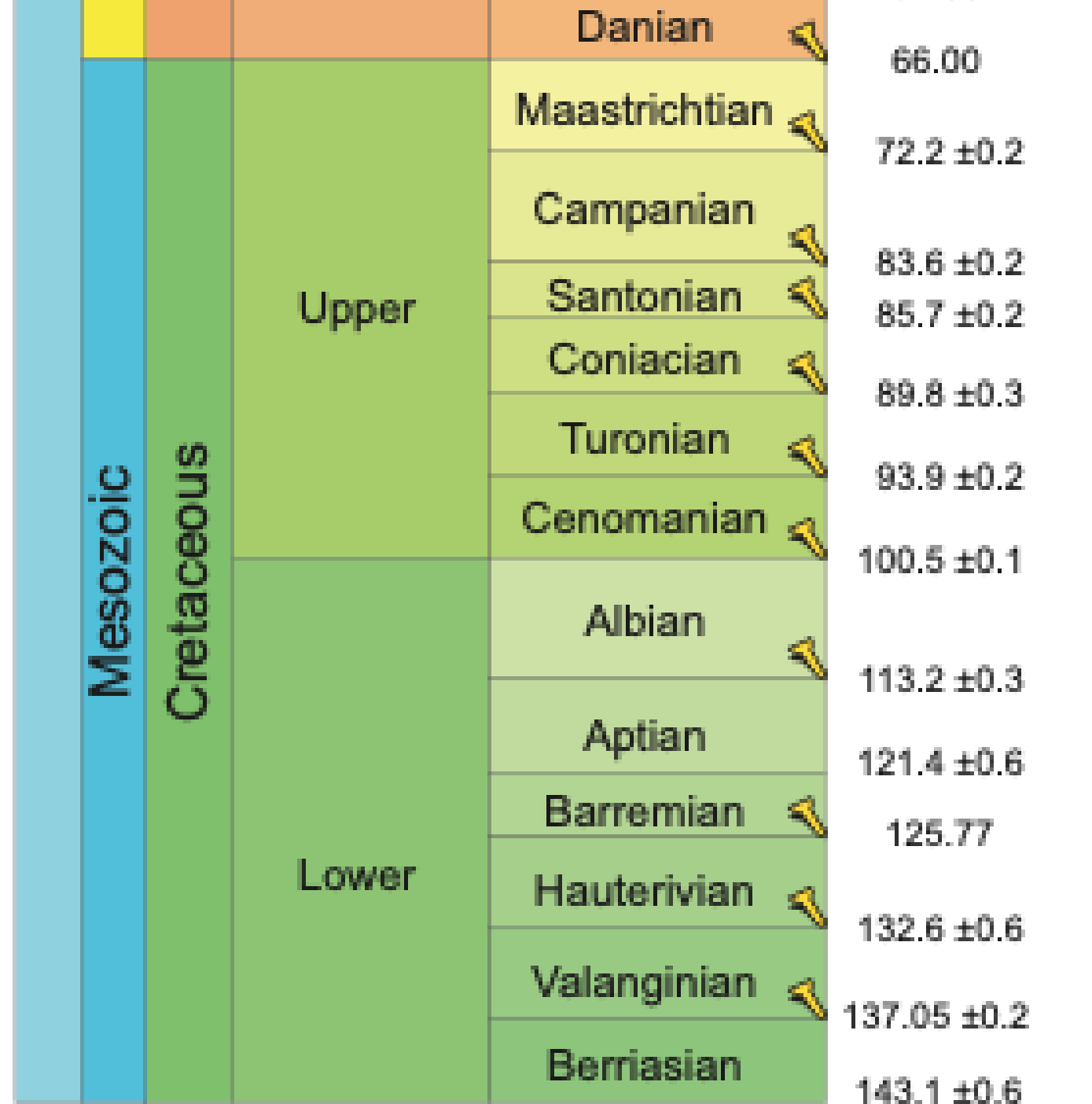
The chart is a product of collective work by all ICS members past and present.

(c) International Commission on Stratigraphy, December 2024

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2024-12.pdf>

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013, updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199–204

			Eonothem / Eon Erathem / Era System / Period	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
erozoic	Mesozoic	Jurassic	Upper		Tithonian		143.1 ±0.6
					Kimmeridgian	📌	149.2 ±0.7
					Oxfordian		154.8 ±0.8
			Middle		Callovian		161.5 ±1.0
					Bathonian	📌	165.3 ±1.1
					Bajocian	📌	168.2 ±1.2
					Aalenian	📌	170.9 ±0.8
			Lower		Toarcian	📌	174.7 ±0.8
					Pliensbachian	📌	184.2 ±0.3
					Sinemurian	📌	192.9 ±0.3
					Hettangian	📌	199.5 ±0.3
							201.4 ±0.2
	Triassic	Upper			Rhaetian		~ 205.7
					Norian		~ 227.3
					Camian	📌	~ 237
		Middle			Ladinian	📌	241.464 ±0.28
					Anisian		246.7
		Lower			Olenekian		249.9
					Induan	📌	251.902 ±0.024



Τριαδικό
252 έως 201
εκ. έτη

Ανώτερο

- Ραΐτιο
- Νόριο
- Κάρνιο

Μέσο

- Λαδίνιο
- Ανίσιο

Κατώτερο

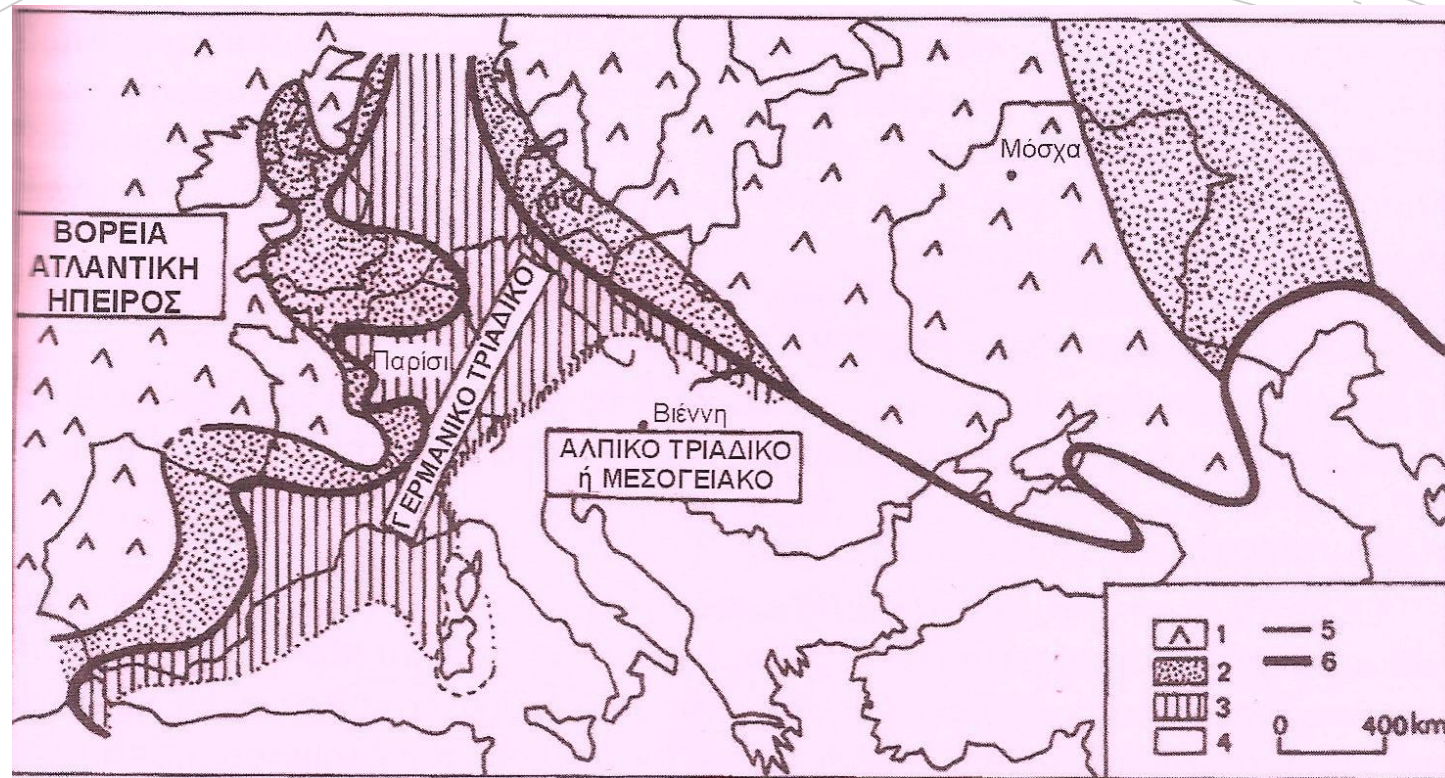
- Ολενέκιο
- Ίνδουο

Τριαδικό
252 έως 201
εκ. έτη

System	Series	Stage	Age (Ma)	European lithostratigraphy
Jurassic	Lower	Hettangian	younger	Lias
Triassic	Upper	Rhaetian	201.4–208.5	Keuper
		Norian	208.5–227.0	
		Carnian	227.0–237.0	
	Middle	Ladinian	237.0–242.0	
		Anisian	242.0–247.2	Muschelkalk
	Lower	Olenekian	247.2–251.2	Bunter or Buntsandstein
		Induan	251.2–251.9	
Permian	Lopingian	Changhsingian	older	Zechstein

Major lithostratigraphic units of northwest Europe with the ICS's geologic timescale of the Triassic.^[1]

Παλαιογεωγραφία της Ευρώπης κατά το μέγιστο της Τριαδικής επίκλυσης (Κεϋπέριο)



1: ήπειροι χωρίς αποθέσεις

2: ερυθροί ηπειρωτικοί ψαμμίτες κατά το μάλλον ή ήττον λιμναίοι του Κεϋπέριου

3: Γερμανικό Τριαδικό (ηπειρωτικοί και στη συνέχεια θαλάσσιοι ψαμμίτες του σικτικού ψαμμίτη, μάργες, ανθρακικά ιζήματα και εβαπορίτες του κογχυλιάτη λίθου, μάργες και εβαπορίτες του Κεϋπέριου)

4: Αλπικό Τριαδικό (ψαμμιτικό και στη συνέχεια μεγάλου πάχους ανθρακικά, θαλάσσια ιζήματα)

5: όριο εξάπλωσης ερυθρών φάσεων

6: όριο εξάπλωσης της θάλασσας κατά το Κεϋπέριο

Παλαιογεωγραφία του Τριαδικού



PERMIAN

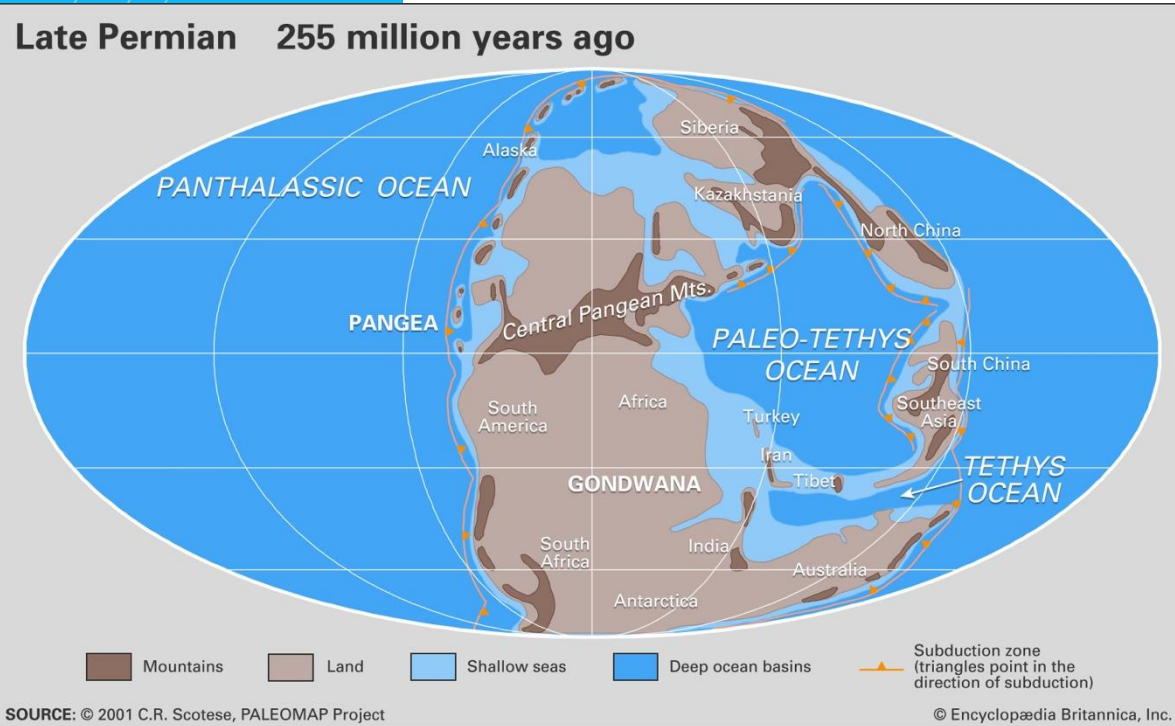


TRIASSIC

- Υπήρχε η Παγγαία
- Μεγάλα τμήματα ξηράς βρίσκονταν πολύ μακριά από την θάλασσα

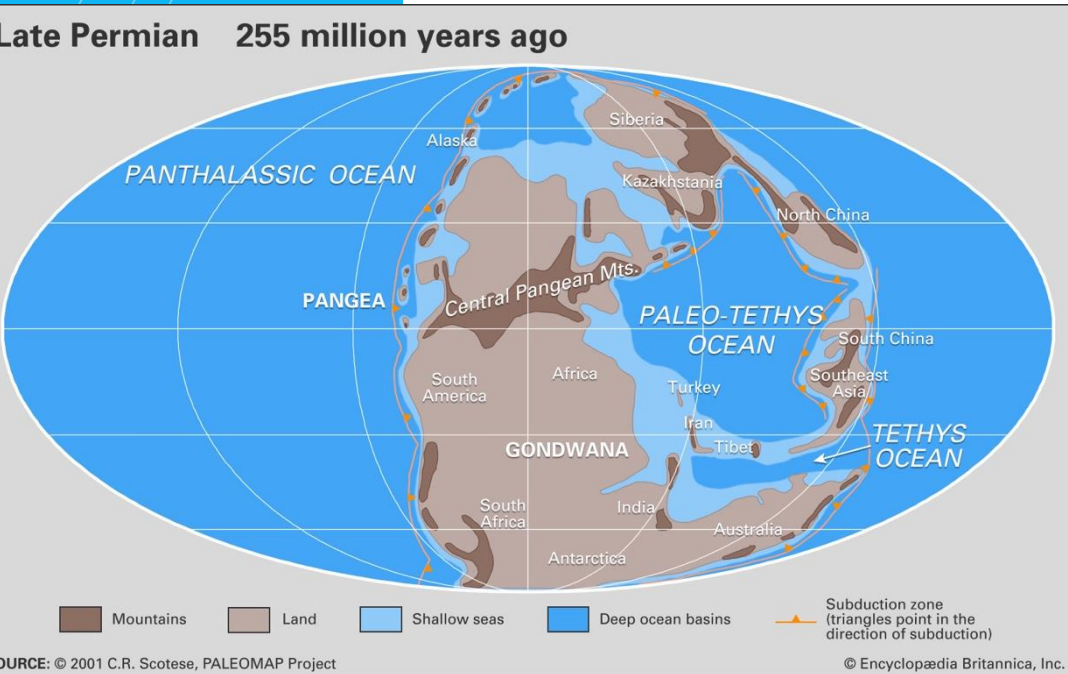
Παγγαία

- Στην αρχή του Μεσοζωικού υπήρχε μία και μόνο υπερήπειρος, η Παγγαία, που περιβαλλόταν από ένα αχανή ωκεανό
- Στην ανατολική Ισημερινή περιοχή μεταξύ Αφρικής και Ευρώπης και μεταξύ Ινδίας και Ασίας βρισκόταν ένας γιγαντιαίος κόλπος, η θάλασσα της Τηθύος
- Το κλίμα ήταν πολύ ξηρό και είχαμε απόθεση εβαποριτών



Παγγαία

- Προάγγελοι του διαμελισμού της Παγγαίας γίνονται αντιληπτοί από το τέλος του Περμίου, με την εμφάνιση θραύσεων στη Σκωτία, Νορβηγία (Τάφρος του Όσλο) Βόρεια Θάλασσα, Γαλλία, Γκοντβάννα (1η θραύση μεταξύ Αφρικής, Μαδαγασκάρης και Ινδίας) καθώς και εκχύσεων ηφαιστειακών αλκαλικών προϊόντων (Ευρώπη, Ασία, Γκοντβάννα).



- Οι πρώτες θραύσεις που προετοιμάζουν τον διαμελισμό της Αυστραλίας χρονολογούνται μάλιστα από το Δεβόνιο.

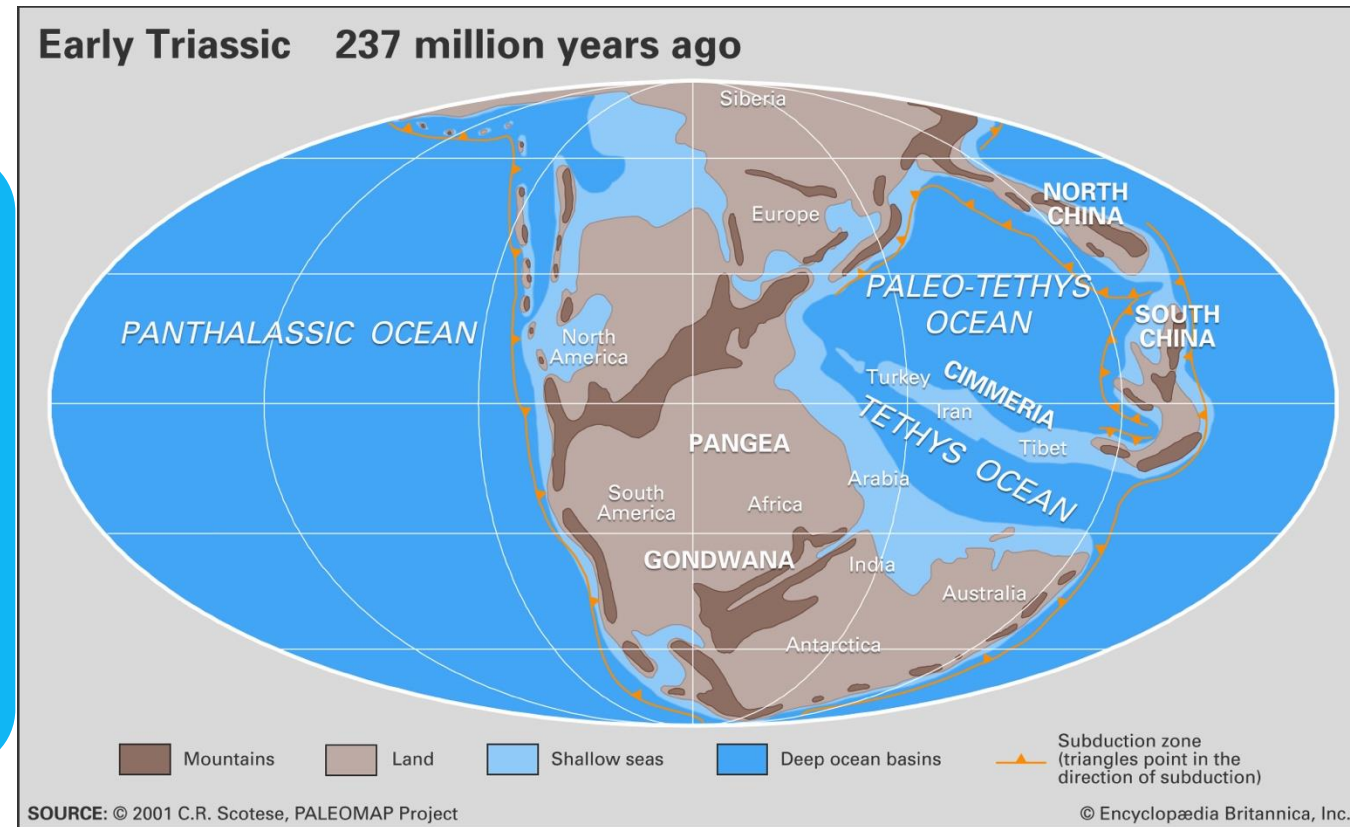
Διαμελισμός της Παγγαίας



- Η Παγγαία έσπασε σε κομμάτια στην διάρκεια του Μεσοζωικού
- Άρχισε να «σπάει» στο τέλος του Τριαδικού (205 εκ. έτη)
- Το κομμάτι των βόρειων ηπείρων ονομαζόταν Λαυρασία και το κομμάτι των νότιων Γκοντβάνα
- Το σπάσιμο εμφανίστηκε σε τέσσερα στάδια

Διαμελισμός της Παγγαίας

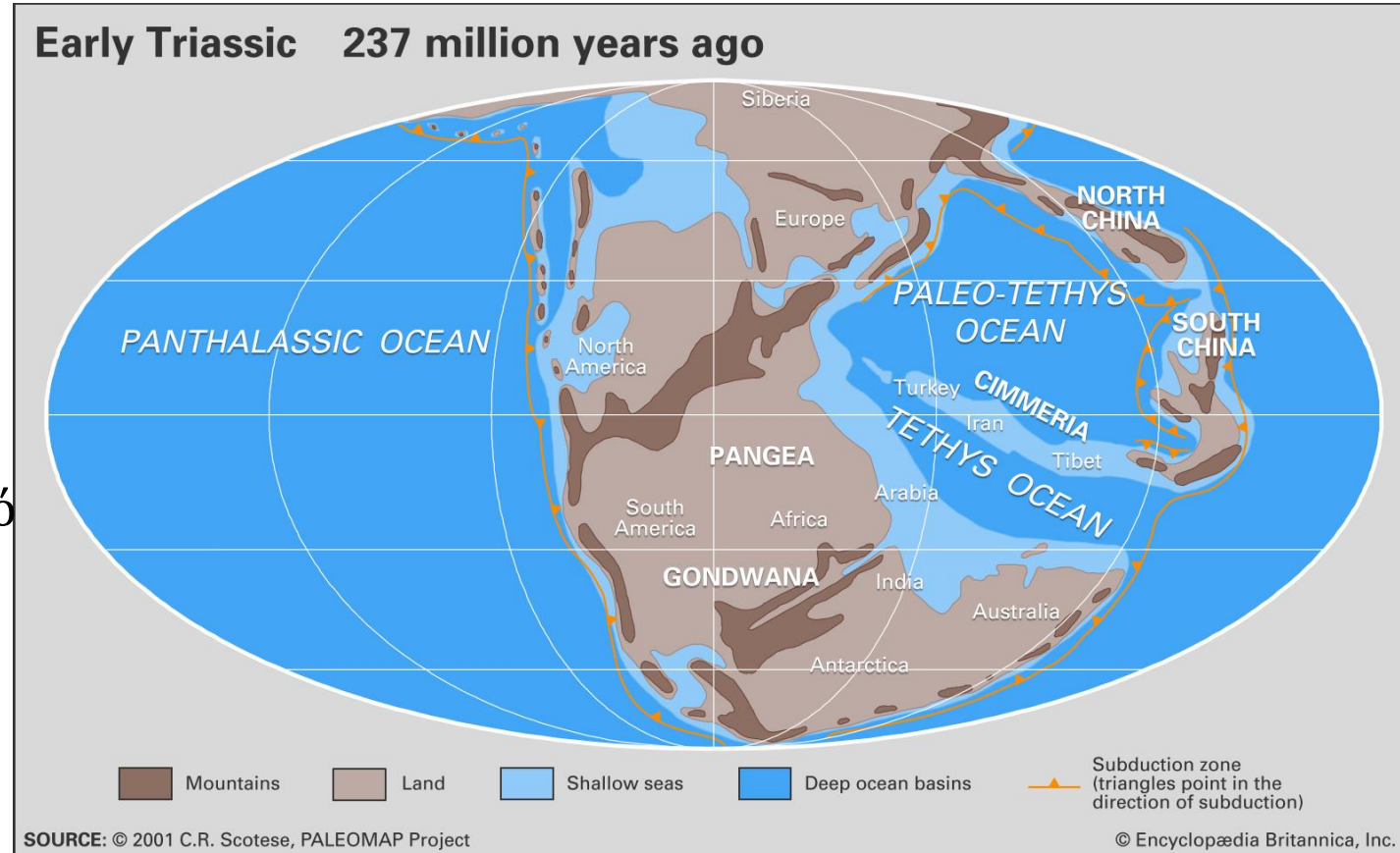
Στάδιο 1: Διάνοιξη και ηφαιστειότητα κατά μήκος κανονικών ρηγμάτων στο Τριαδικό που οδήγησαν στο χώρισμα της Λαυρασίας από την Γκοντβάνα. Δημιουργία ωκεανού της Τηθύος. Η αρχή της διάνοιξης του Ατλαντικού ωκεανού.



Διαμελισμός της Παγγαίας

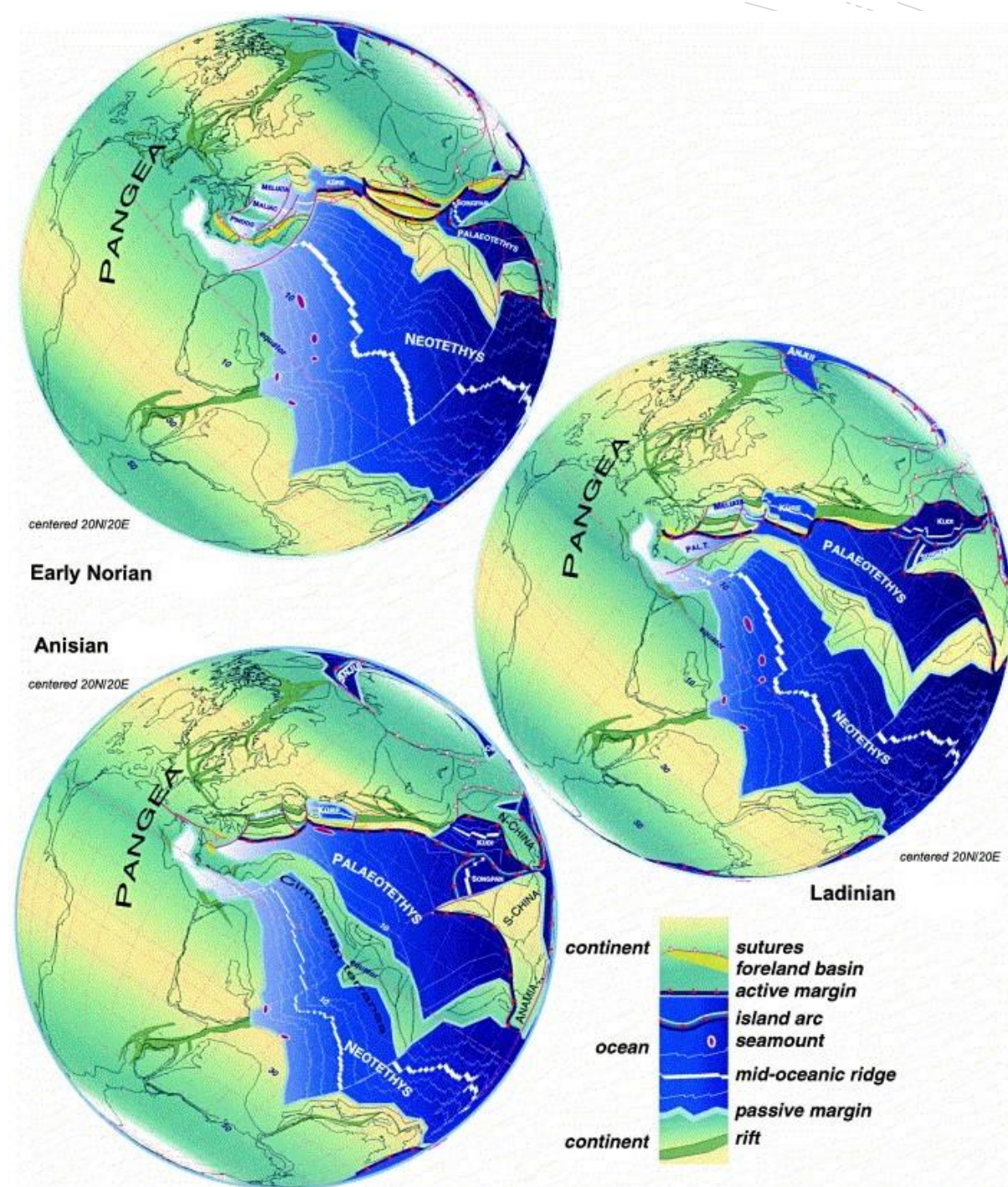
Η μετάβαση από την Παλαιοτηθύ στη Νεοτηθύ

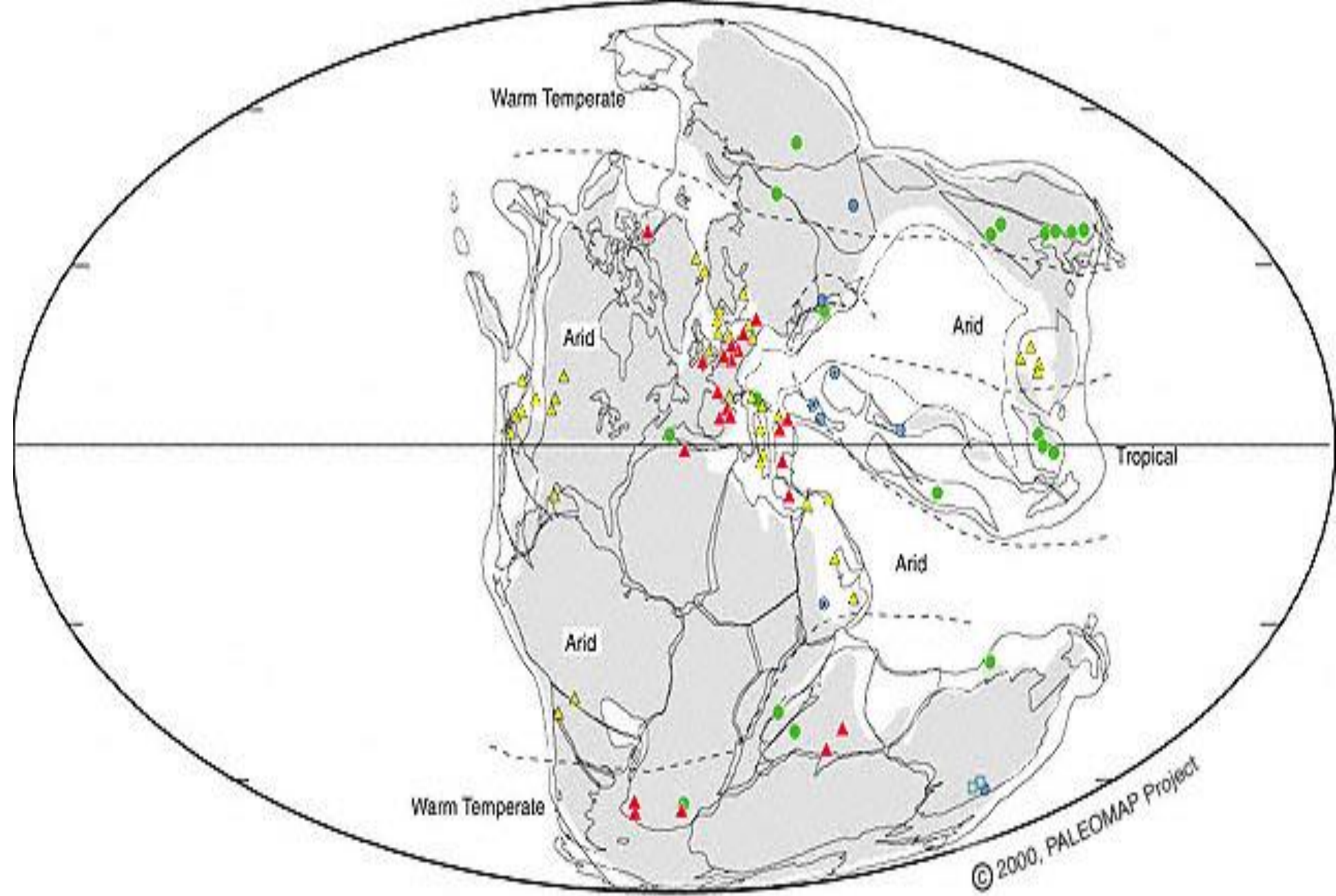
- Η Παλαιοζωική Τηθύς διατηρείται στη διάρκεια του Τριαδικού μεταξύ Γκοντβάνας και Ευρασίας υπό τη μορφή ενός ανοιχτού κόλπου προς τον Ειρηνικό ωκεανό στα ανατολικά ο οποίος κλείνει στα δυτικά περίπου κάπου στη Μικρά Ασία.



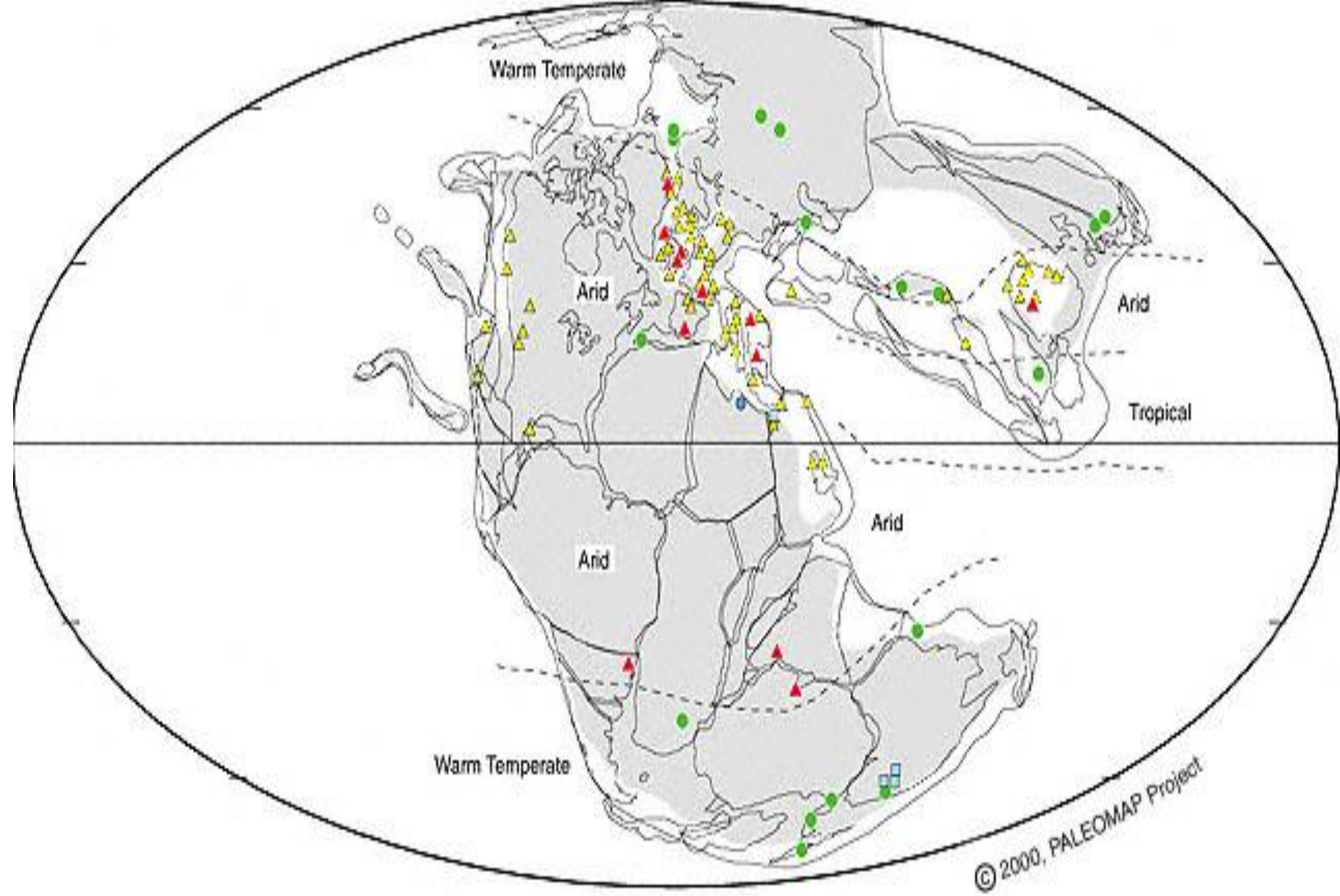
Διαμελισμός της Παγγαίας

- Μέσα στο Τριαδικό στα νότια του χώρου της Παλαιοτηθύς αρχίζει μία νέα ωκεάνια διάνοιξη από τα ΝΑ προς τα ΒΔ περνώντας από το κλασικό στάδιο του **rifting** (ταφροποίηση του ηπειρωτικού φλοιού) στο στάδιο του **spreading** (απομάκρυνση και δημιουργία ωκεάνιου φλοιού) με συνέπεια τη βαθμιαία δημιουργία ενός ωκεανού που ονομάζουμε **Νεοτηθύ**.
- Η κιμμέρια ήπειρος (ή θιβετική) η οποία προς τα δυτικά εκτείνεται στο Ιράν και το Αφγανιστάν αποσπάται από την Γκοντβάνα προς όφελος αυτού του ανοίγματος, μετατοπίζεται προς Βορράν ελαττώνοντας την Παλαιοτηθύ και στη συνέχεια κλείνοντας τη μετά από σύγκρουση με την Ασία.

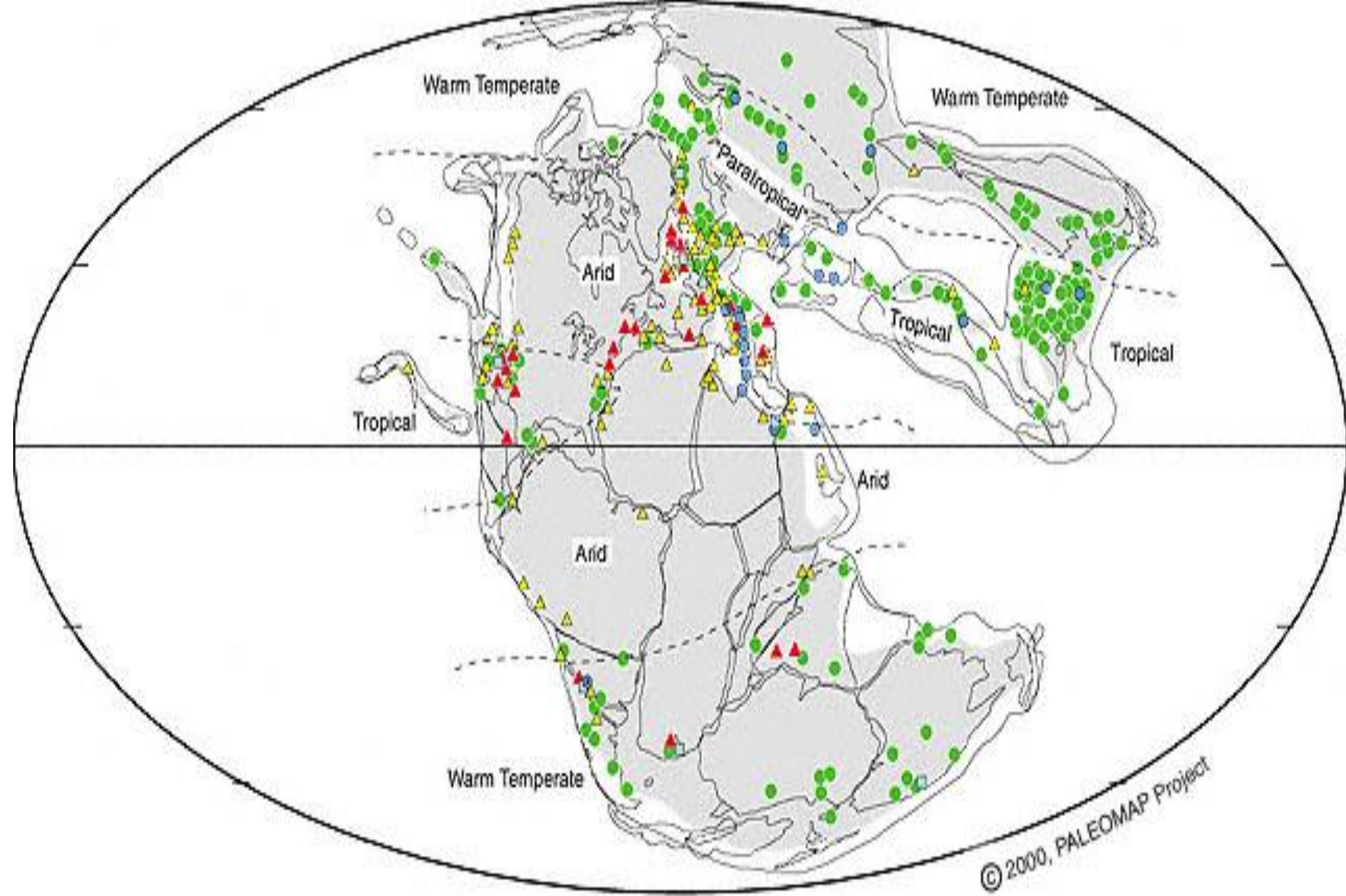




Lower Triassic



Middle Triassic



Upper Triassic

Ιουρασικό
201 έως 145
εκ. έτη

Ανώτερο (Μάλμιο)

- Τιθώνιο
- Κιμμερίδιο
- Οξφόρδιο

Μέσο (Δογγέριο)

- Καλλόβιο
- Βαθώνιο
- Βαγιώσιο
- Ααλένιο

Κατώτερο (Λιάσιο)

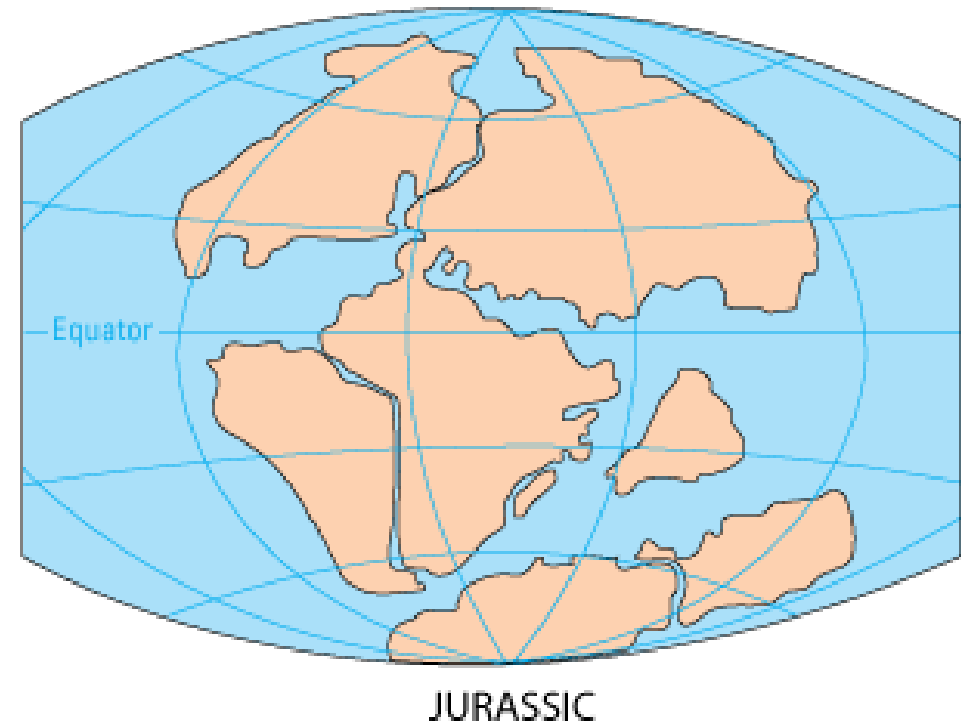
- Τοάρσιο
- Πλιενσβάχιο
- Σινεμούριο
- Ετάνζιο

- 
- Yes, "Lias" (or [Lias Group](#)) is a valid and widely used **lithostratigraphic** term for a specific sequence of Late Triassic and Early Jurassic marine sedimentary rocks in Western Europe, known for its limestones, shales, and clays, but its use as a direct synonym for the *chronostratigraphic* Early Jurassic epoch is now discouraged, being replaced by more precise time-based terms. While historically used for both rock layers and time, modern geology reserves Lias for the rock unit, which spans from the Rhaetian (latest Triassic) to the Toarcian (Early Jurassic).

- 
- Yes, "Malm" *was* widely used as a chronostratigraphic term for the Late Jurassic Series (equivalent to the Upper Jurassic), but its usage is now discouraged, primarily to distinguish it from its original meaning as a *lithostratigraphic* unit (a rock group) in the South German Jurassic (White Jura). While still recognized in historical contexts and some European literature, modern standards favor using "Upper Jurassic" for the time-rock unit and reserving "Malm" for the rock units (like the [White Jura](#)) to avoid confusion between rock types (lithostratigraphy) and time intervals (chronostratigraphy).

- 
- Yes, "Dogger" is a valid, though often informal or regional, chronostratigraphic term, historically used for the Middle Jurassic series (roughly 175-161 Ma), especially in Europe, but the International Commission on Stratigraphy (ICS) prefers standard international names, so Dogger is now often seen as an informal synonym for Middle Jurassic or specific lithological units, especially in North Germany.

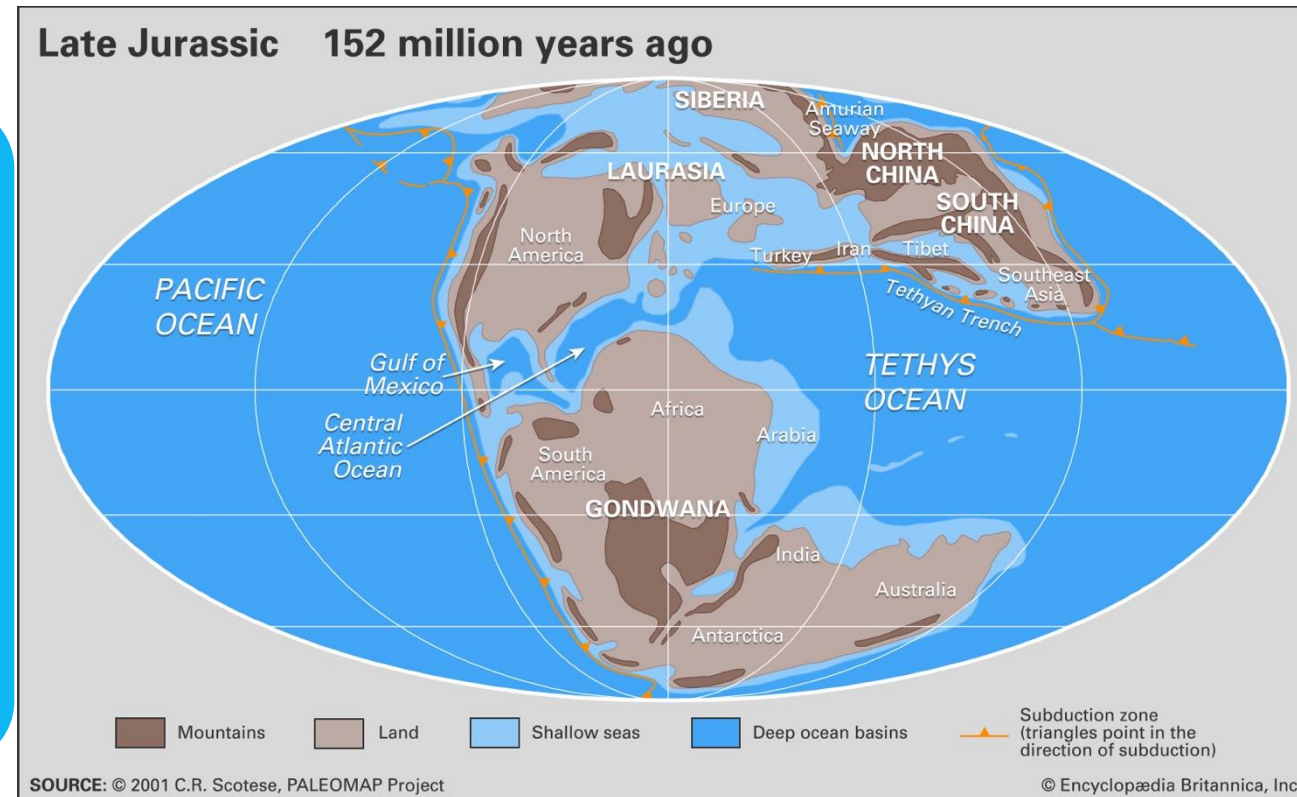
Παλαιογεωγραφία του Ιουρασικού

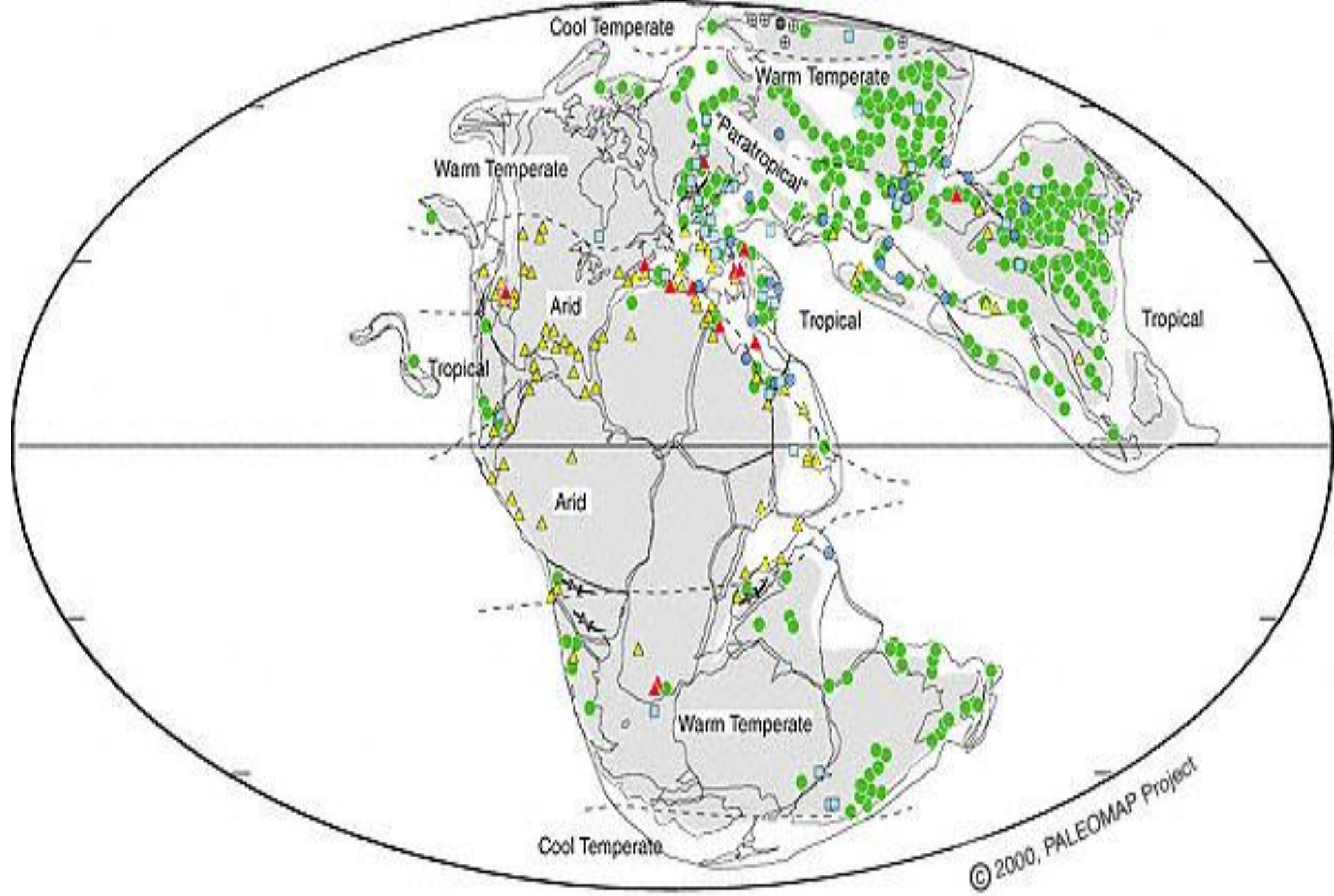


- Εβαποριτικές αποθέσεις άρχισαν να αποτίθενται όταν ξηρές περιοχές καλύφθηκαν από θάλασσα και οι ήπειροι άρχισαν να απομακρύνονται.

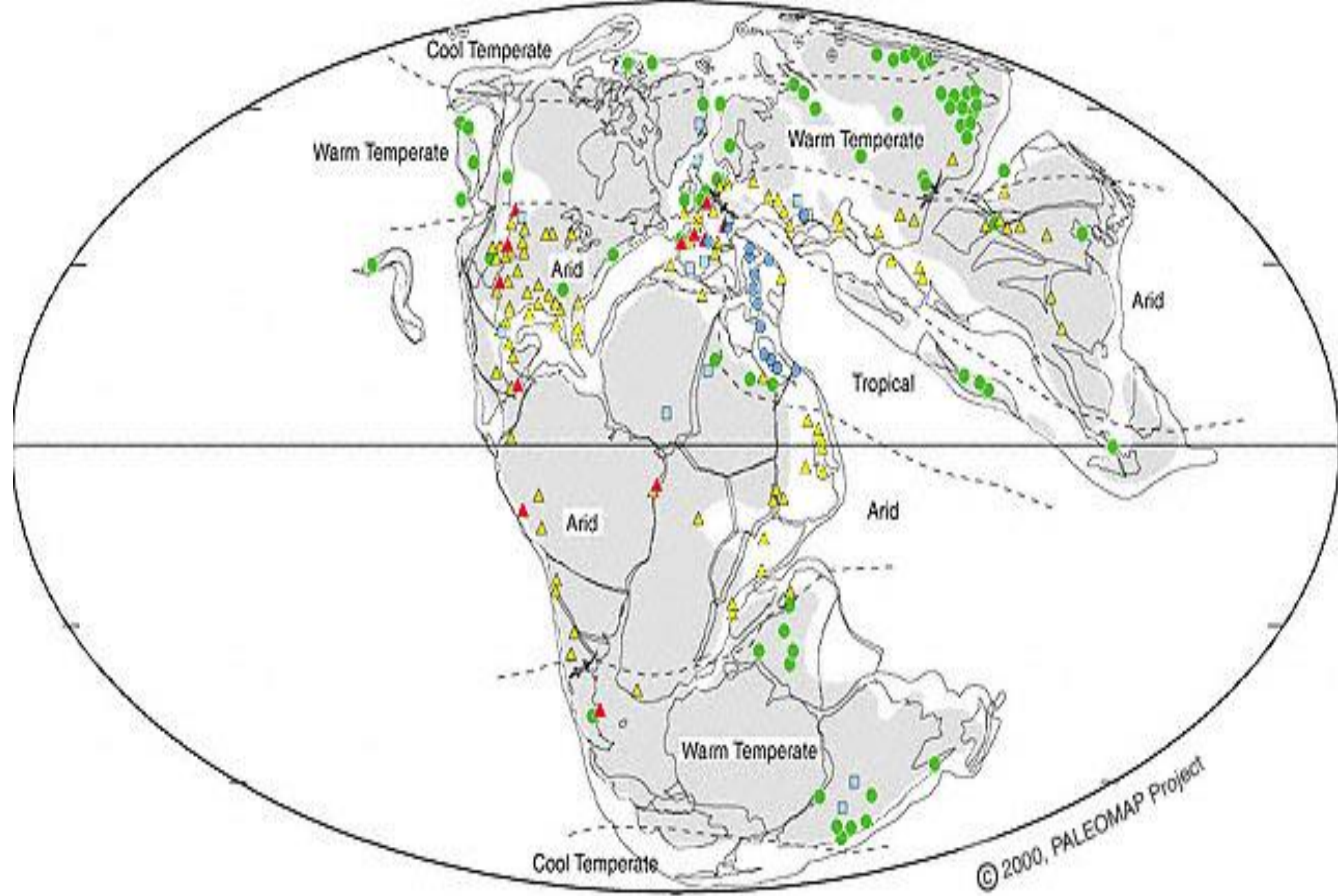
Διαμελισμός της Παγγαίας

Στάδιο 2: Διάνοιξη και διαχωρισμός της Αφρικής, της Ινδίας και της Ανταρκτικής. Τεράστιοι όγκοι βασαλτών βγαίνουν στην επιφάνεια





Lower Jurassic



Upper Jurassic

Κρητιδικό
145 έως 66
εκ. έτη

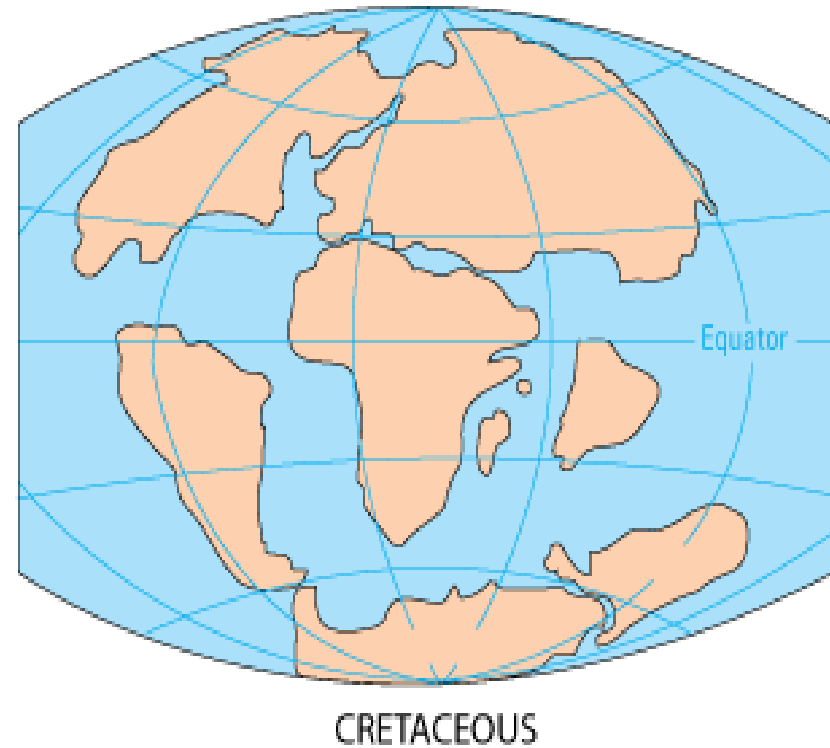
Ανώτερο

- Μαιστρίχτιο
- Καμπάνιο
- Σαντόνιο
- Κονιάσιο
- Τουρώνιο
- Κενομάνιο

Κατώτερο

- Άλβιο
- Άπτιο
- Βαρρέμιο
- Ωτερίβιο
- Βαλανζίνιο
- Βερριάσιο

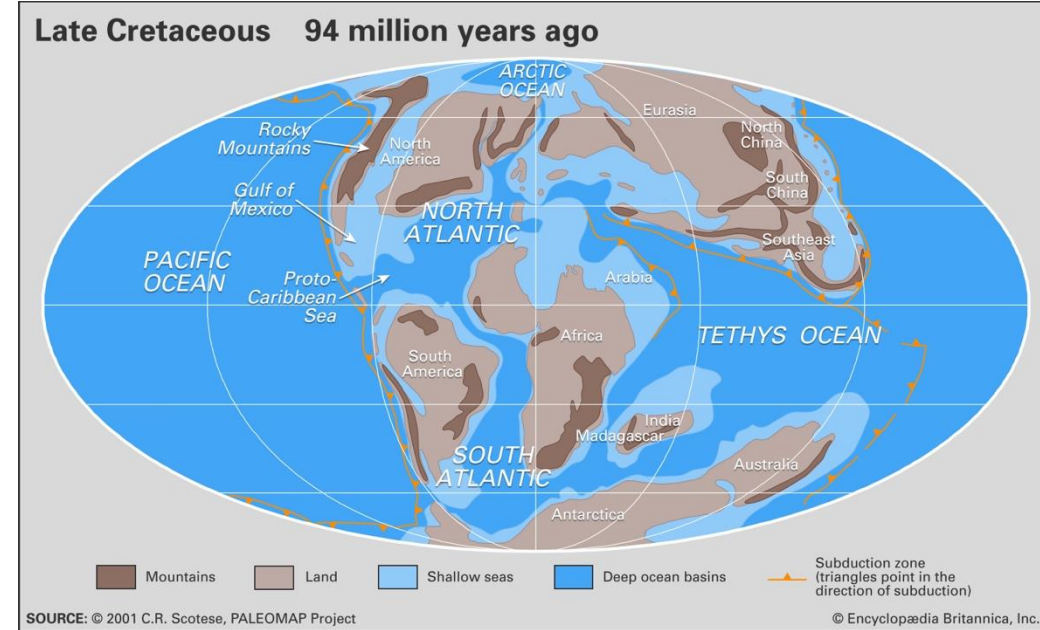
Παλαιογεωγραφία του Κρητιδικού



- Οι ήπειροι είχαν ξεχωρίσει τελείως και το νερό μπορούσε να κυκλοφορήσει στα ισημερινά και μεσαία πλάτη. Η κυκλοφορία του θαλάσσιου νερού κατένειμε την θερμότητα μεταξύ των ηπείρων και γενικά παντού στη γη.

Διαμελισμός της Παγγαίας

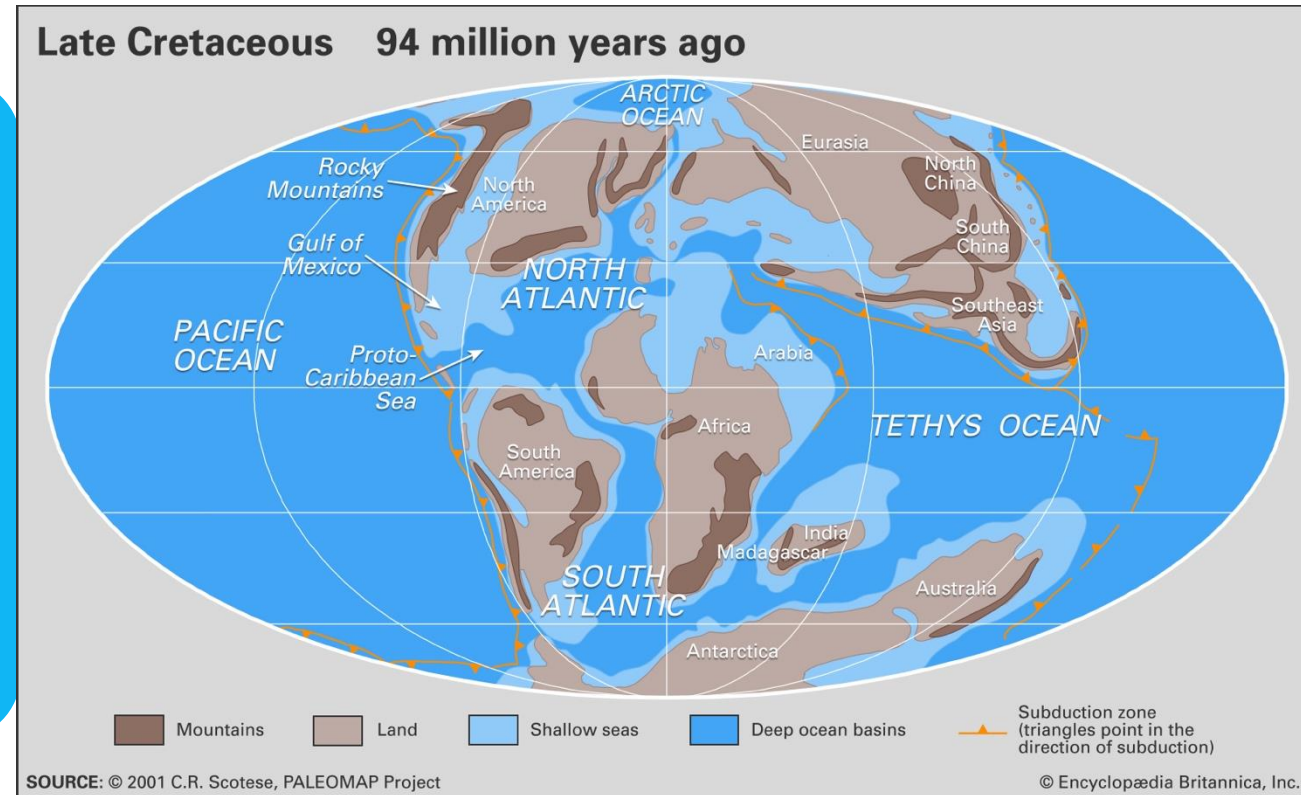
- Κρητιδικό: Άνοιγμα του Ατλαντικού, αρχικό κλείσιμο της Τηθύος

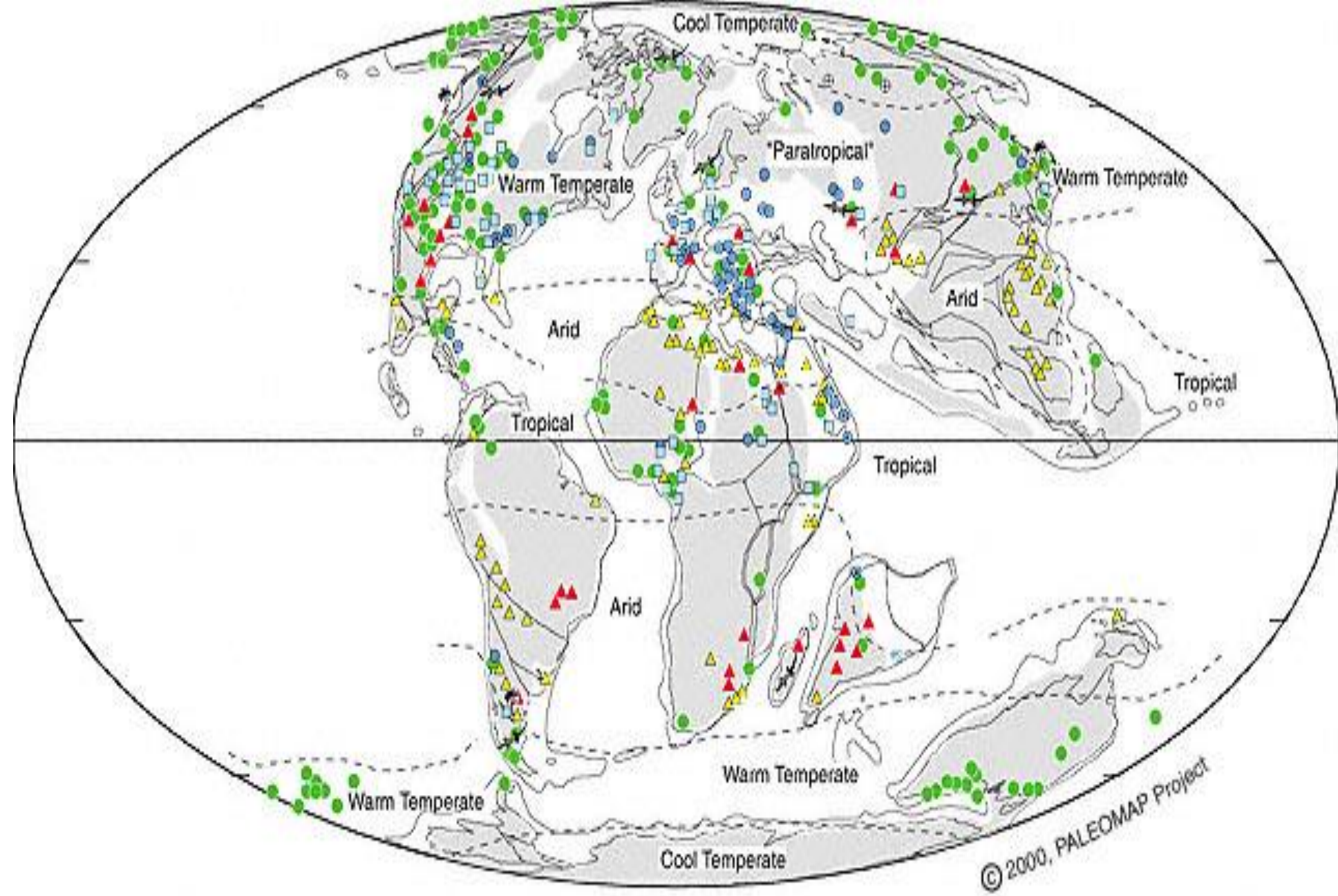


- Ο Β. Ατλαντικός Ωκεανός διανοίγεται προοδευτικά από το Νότο ως τον Βορρά κατά τη διάρκεια του Κρητιδικού και ενός τμήματος του Παλαιογενούς.
- Από το Ανώτερο Ιουρασικό λαμβάνει χώρα η έναρξη του χωρισμού, που διαδέχεται μία φάση **rifting** μεταξύ Νότιας Αμερικής και Αφρικής. Η βασαλτική ηφαιστειότητα που συνδέεται με αυτό το άνοιγμα παρατηρείται μέχρι το ανώτερο Βαλανζίνιο, στα περιθώρια της Βραζιλίας και της Ναμίμπιας.

Διαμελισμός της Παγγαίας

Στάδιο 3: Το άνοιγμα του Ατλαντικού επεκτείνεται βόρεια. Η Ευρασία κινείται νότια κλείνοντας τμηματικά την Τηθύ. Στο Αν. Ιουρασικό αρχίζει ο διαχωρισμός της Ν. Αμερικής από την Αφρική, και μέχρι το τέλος του Κρητιδικού έχουν χωρίσει τελείως. Η Αυστραλία παραμένει ενωμένη με την Ανταρκτική. Η Ινδία κινείται βόρεια προς την Ασία. Η Γροιλανδία αρχίζει να χωρίζει από την Ευρώπη αλλά παραμένει ενωμένη με την Β. Αμερική.

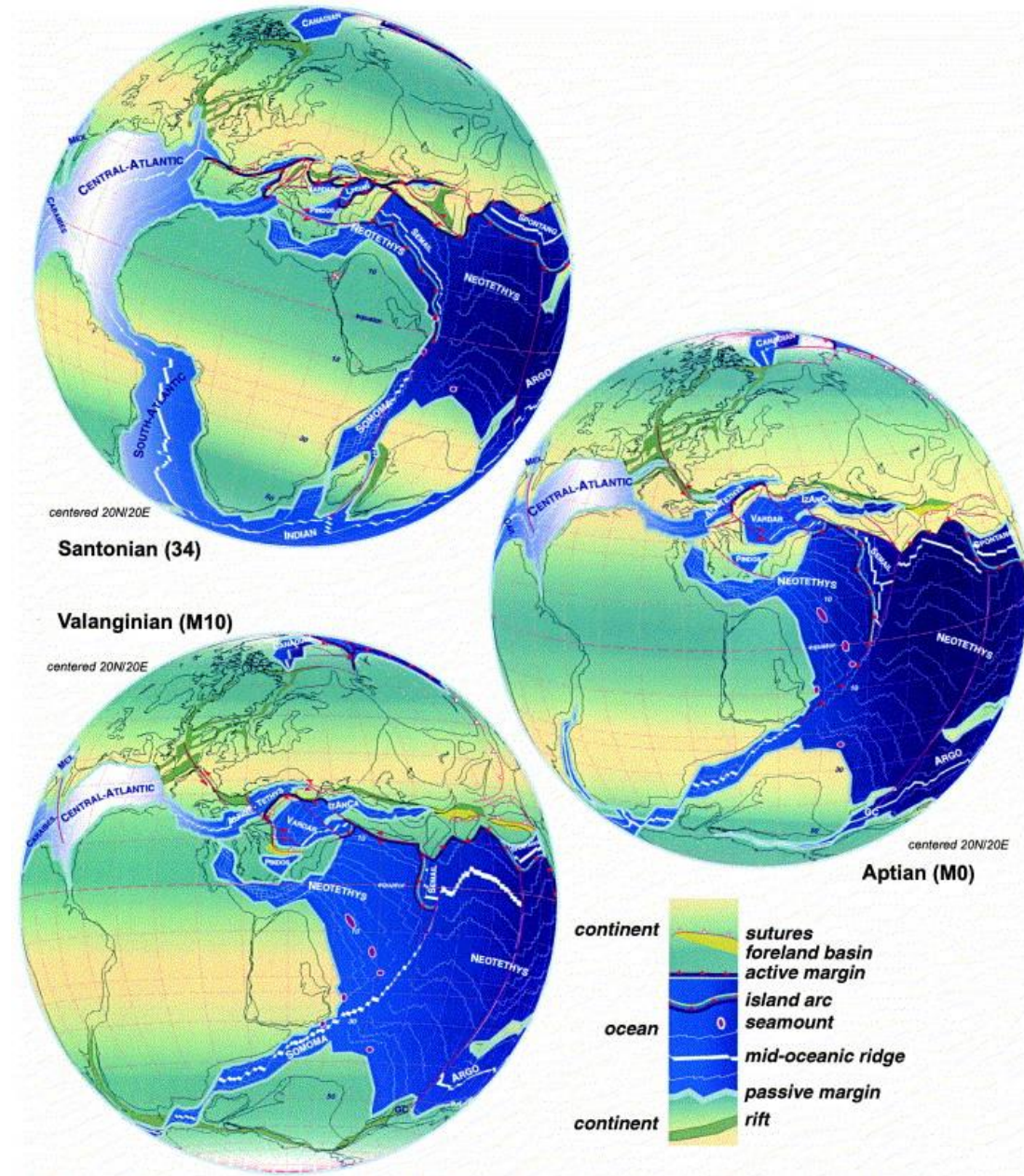




Upper Cretaceous

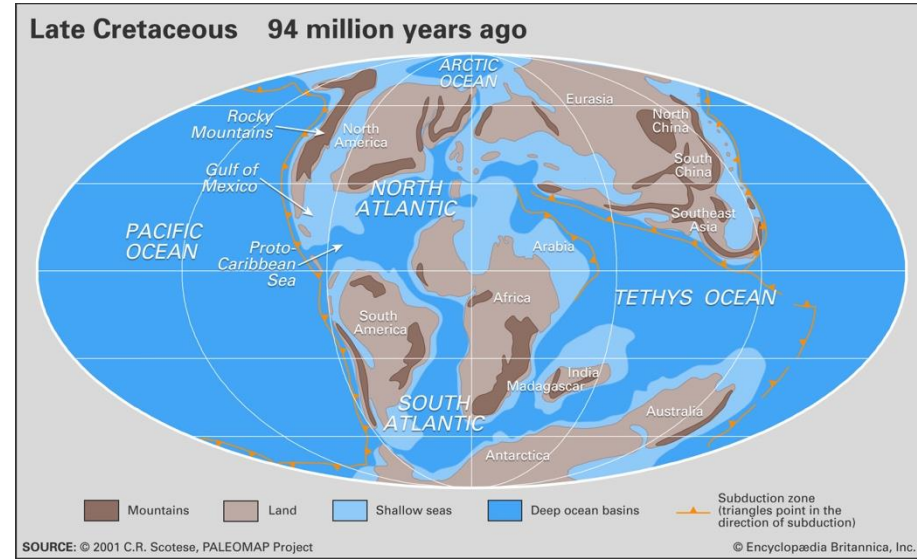
Διαμελισμός της Παγγαίας

Στο μέσο Άπτιο, οι θαλάσσιες πελαγικές πανίδες μπορούν να περάσουν από τον Κεντρικό Ατλαντικό στο Νότιο Ατλαντικό, μετατόπιση που διευκολύνεται από την ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης που είναι χαρακτηριστικό αυτής της εποχής



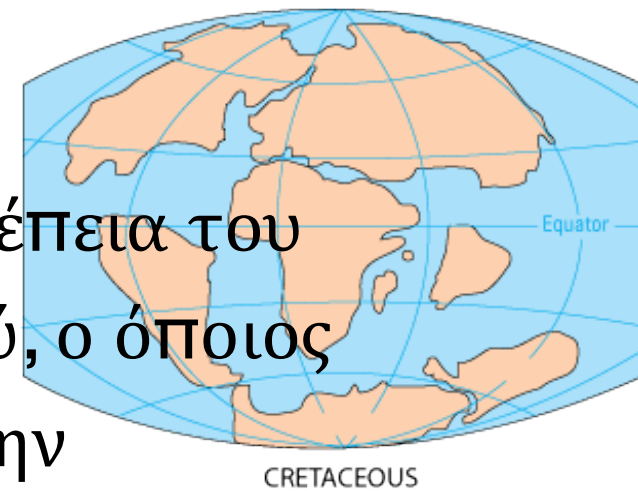
Διαμελισμός της Παγγαίας

- Στο τέλος του Κρητιδικού ο Νότιος Ατλαντικός φτάνει τα 3.000 km πλάτος.
- Το άνοιγμα του Ατλαντικού από τον Νότο προς το Βορρά, φτάνει την Τηθύ στο επίπεδο του Κεντρικού Ατλαντικού και τον διευρύνει από το Μέσο Άλβιο. Πιο πάνω το άνοιγμα γίνεται μεταξύ Ευρασίας και Βόρειας Αμερικής.
- Από το Άλβιο η Δυτική Ευρώπη αποκόπτεται από την Τηθύ και περιστρέφεται προς τη Βόρεια Θάλασσα και τον Ατλαντικό.



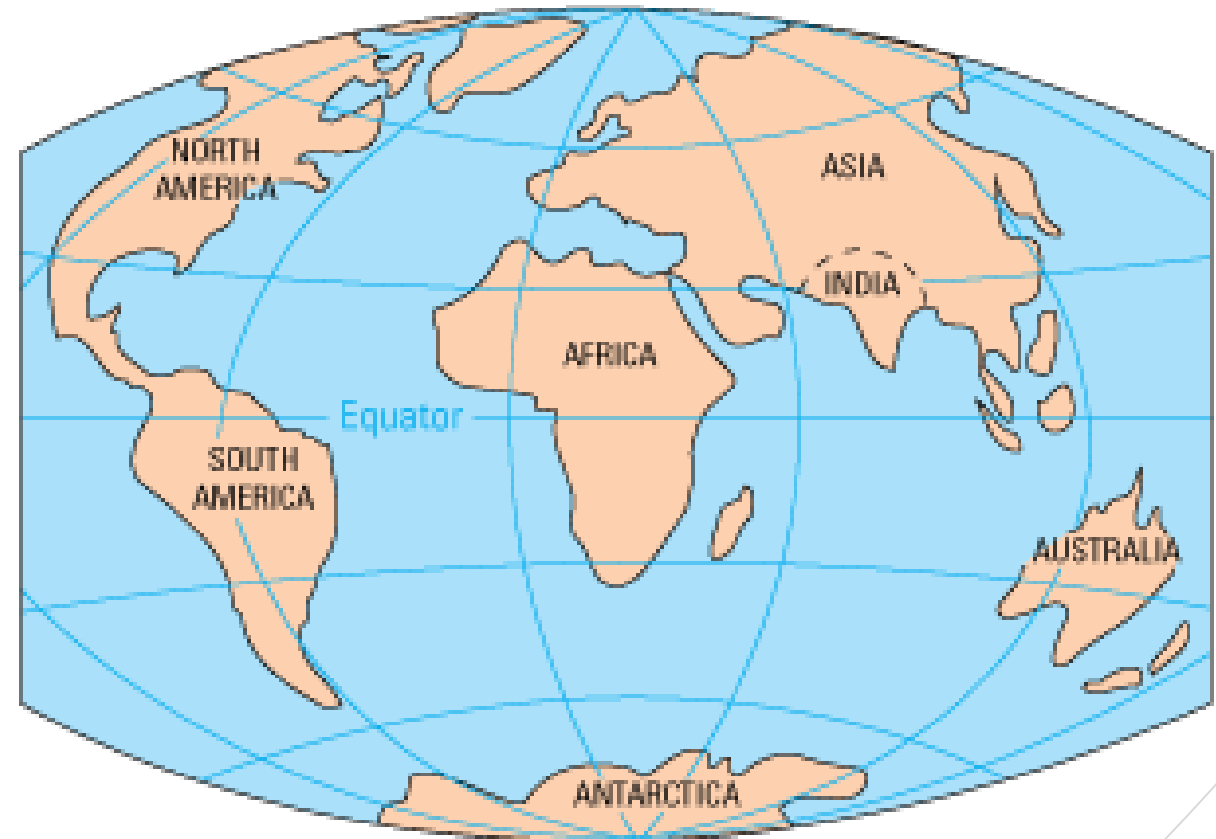
κλείσιμο της Τηθύος

- Το κλείσιμο αυτό είναι μία πολύ πιθανή συνέπεια του ανοίγματος του Νότιου Ατλαντικού Ωκεανού, ο οποίος ωθεί την Αφρική και την Αραβία ενάντια στην Ευρασία.
- Πράγματι η συμπίεση που καταγράφεται στον χώρο της Τηθύος αρχίζει στο τέλος του Ιουρασικού.
- Στο Κρητιδικό η συμπίεση οδηγεί στο κλείσιμο των ωκεάνιων χώρων και ορισμένες φορές μάλιστα σε ανωθήσεις οφιολίθων (π.χ. Ελληνίδες, Δειναρίδες).
- Μπορούμε να σημειώσουμε δύο περιόδους παροξυσμού: το Άλβιο και το Μαιστρίχτιο.



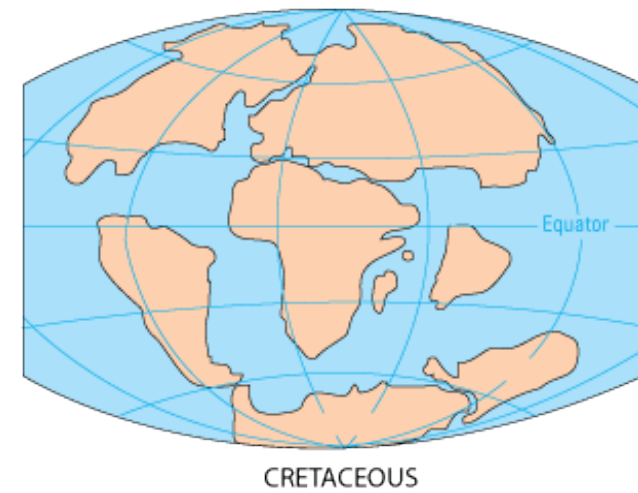
Διαμελισμός της Παγγαίας

Στάδιο 4: Μετά το τέλος του Μεσοζωικού το σπάσιμο της Παγγαίας συνεχίστηκε. Η Β. Αμερική χώρισε τελείως από την Ευρασία. Η Αυστραλία χώρισε από την Ανταρκτική πριν από 45 εκ. έτη. Η Αραβία πριν από 20 εκ. Έτη από την Αφρική. Συνεχίζεται σήμερα με το σπάσιμο του ανατολικού τμήματος της Αν. Αφρικής (**East African Rift**). Ο συνολικός χρόνος σπασίματος ξεπερνάει τα 200 εκ. έτη.



PRESENT DAY

Γεγονότα που χαρακτηρίζουν το τέλος του Κρητιδικού



στον χώρο της Τηθύος κατά το Μαιστρίχτιο έλαβε χώρα παροξυσμός συμπίεσεων, που έγινε αισθητός στο σύνολο του αλπικού τομέα, στα Πυρηναία, και εκδηλώθηκε με ανύψωση και εδαφικές ανωμαλίες μέχρι τη Μάγχη και τη Βόρεια Θάλασσα. Ξαναβρίσκουμε τα αποτελέσματα αυτής της φάσης μέχρι το κεντρικό Ιράν. Εξάλλου, η ινδονησιακή ζώνη υπέστη εφελκυσμό, ενώ η συμπίεση που δημιουργήθηκε εξαιτίας της προσέγγισης της Αυστραλίας παραμόρφωσε το Τιμόρ και το συνένωσε με την ασιατική Ήπειρο.

Το αλπικό σύστημα της Ευρώπης

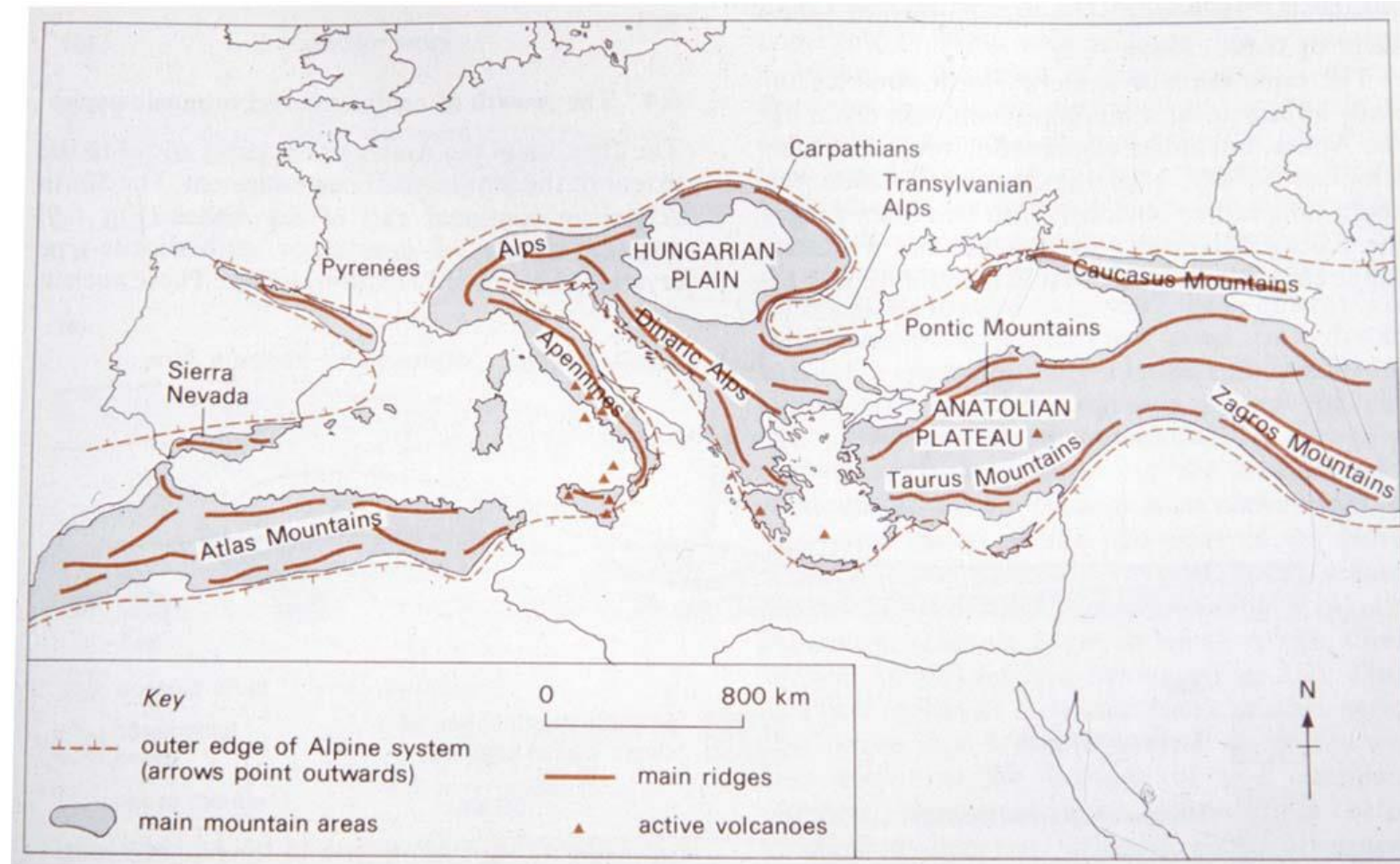
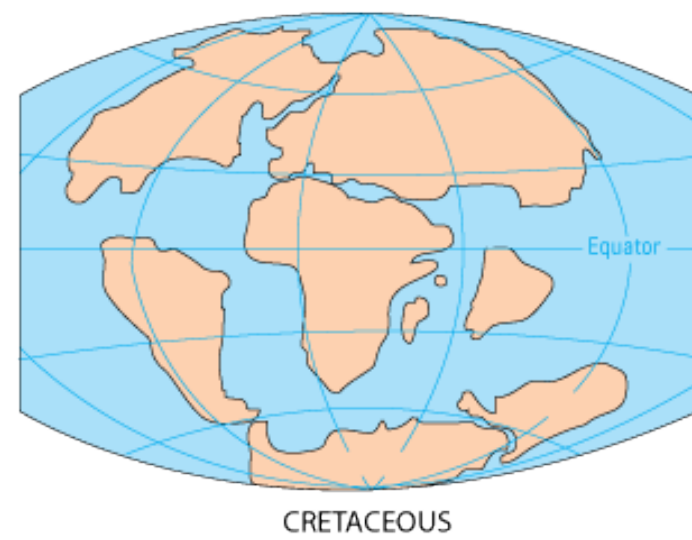


Plate Tectonics, Paleogeography , and Ice Ages

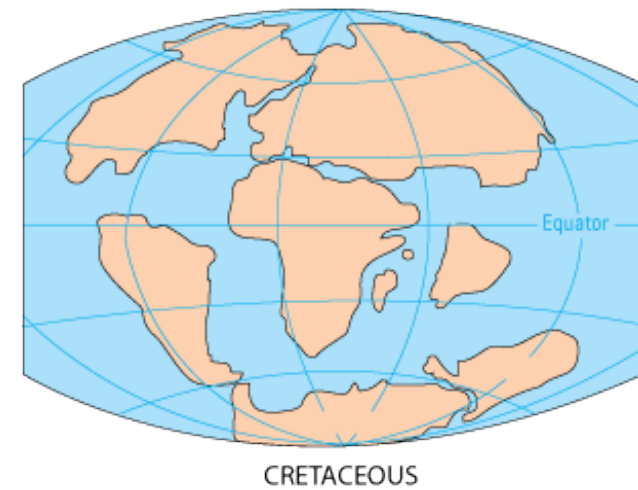
- "Scotese, C.R., 2019. Plate Tectonics, Paleogeography, and Ice Ages, YouTube video:
<https://youtu.be/UevnAq1MTVA>."

Γεγονότα που χαρακτηρίζουν το τέλος του Κρητιδικού



- **Ευστατισμός:** Η μεγάλη απόσυρση που έλαβε χώρα σε παγκόσμια κλίμακα, στο τέλος του Κρητιδικού, είναι χωρίς αμφιβολία μία συνέπεια της λαραμικής ορογενετικής φάσης.
- **Ηφαιστειότητα:** κατά τη μετάβαση Κρητιδικού-Παλαιογενούς, τεράστιες βασαλτικές εκχύσεις εκδηλώνονται στην Ινδία σε μία σύντομη περίοδο 0,5 ΕΧ

Γεγονότα που χαρακτηρίζουν το τέλος του Κρητιδικού



Κλίμα: η γενική ψύξη στο τέλος του Κρητιδικού είναι αποτέλεσμα μιας πολύ σημαντικής τροποποίησης που υπέστη το καθεστώς των θαλασσίων ρευμάτων. Παρόμοιο αποτέλεσμα είχε η αύξηση των ηπειρωτικών μαζών και του **albedo** της Γης (λευκαύγεια/ ποσοστό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που αντανακλάται από την επιφάνεια της Γης). Άλλη πιθανή αιτία της ψύξης είναι η έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα στην Ινδία, η οποία παρήγαγε γύρω από τη γη ένα περίβλημα από αερολύματα που αύξησε περισσότερο το **albedo**

Πετρέλαιο και φυσικό αέριο

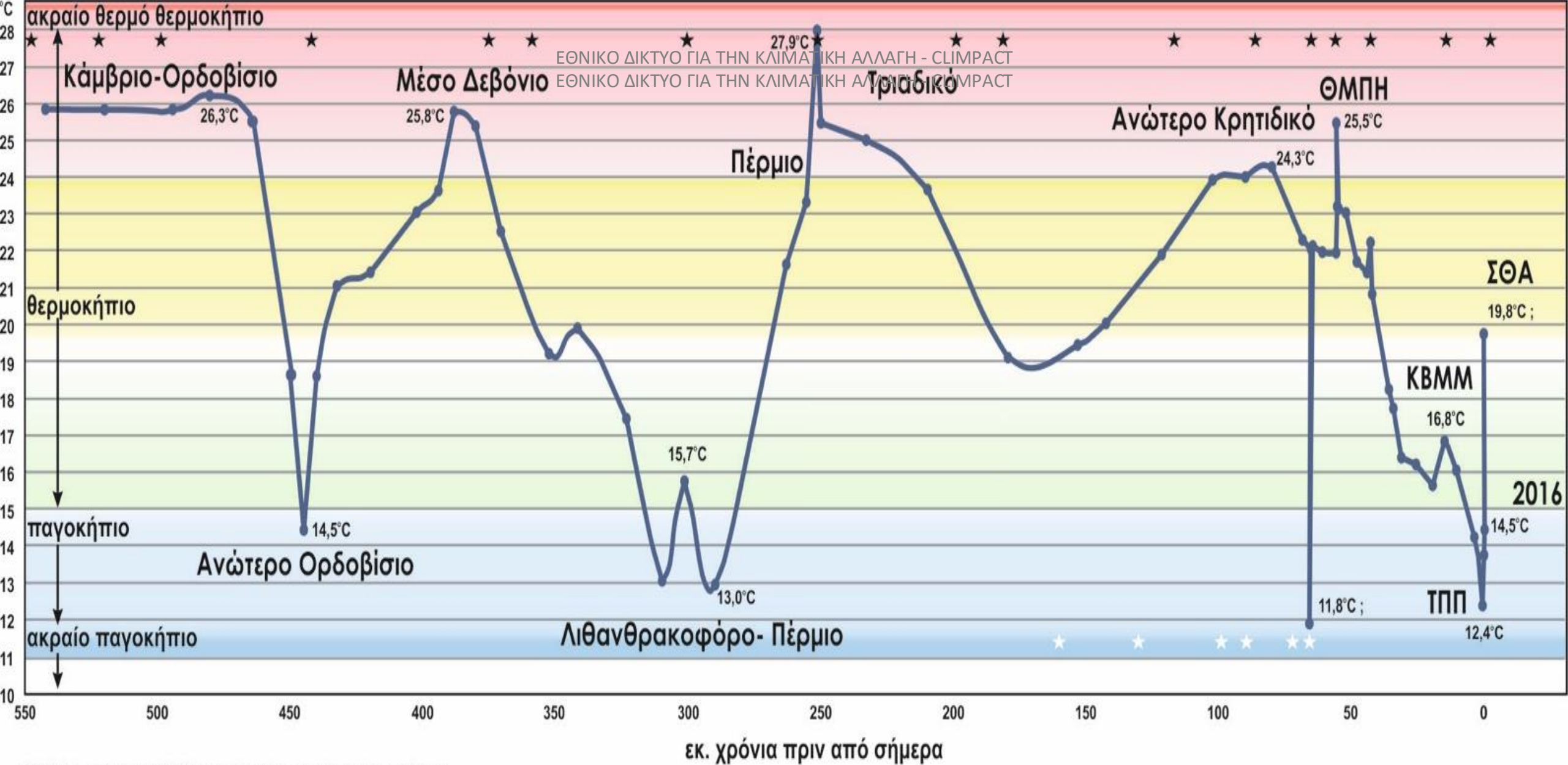
- Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα του κόσμου δημιουργήθηκαν στον Μεσοζωικό (Ιουρασικό και Κρητιδικό) σε πετρώματα που αποτέθηκαν κυρίως σε περιοχές της κρηπίδας της Τηθύος.
- Δημιουργούνται κυρίως από την αποσύνθεση υπολειμμάτων φυκών, βακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών κυρίως θαλάσσιας προέλευσης.

Στάθμη της θάλασσας

- Με το λιώσιμο των παγετώνων, η στάθμη της θάλασσας ανέβηκε στο Ιουρασικό και συνέχισε να ανεβαίνει φτάνοντας σε μέγιστο στο Κρητιδικό. Στο Αν. Κρητιδικό η στάθμη άρχισε να πέφτει.
- Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας σχετίζεται επίσης με την διάνοιξη και τον διαμελισμό της Παγγαίας. Την περίοδο αυτή αναπτύχθηκε το σύστημα της μεσοωκεάνιας ράχης του Ατλαντικού ωκεανού καθώς ο Ατλαντικός πλάταινε. Από την ράχη εκλύονταν βασαλτικά πετρώματα, σε υψηλές θερμοκρασίες και άρα θερμικά διογκωμένα. Αποτέλεσμα αυτού ήταν η μετατόπιση σημαντικών ποσοτήτων νερού προς τις ηπείρους.

Επιηπειρωτικές Θάλασσες

- Στο Αν. Ιουρασικό και το Κρητιδικό επιηπειρωτικές θάλασσες κάλυψαν μεγάλες περιοχές της Β. Αμερικής και της Ευρώπης. Συνέδραμαν στη δημιουργία πιο ζεστού κλίματος καθώς το νερό μεταφέρει και θερμότητα προς τις ηπείρους. Παρείχαν εκτεταμένα νέα περιβάλλοντα και νέους οικολογικούς θώκους για θαλάσσιους οργανισμούς ρηχών νερών, και ήταν πιθανώς και ένας από τους κύριους λόγους αύξησης της ποικιλομορφίας κατά τον Μεσοζωικό.



ΘΜΠΗ= Θερμικό Μέγιστο Παλαιοκαίνου-Ηωκαίνου

ΚΒΜΜ= Κλιματικό Βέλτιστο του Μέσου Μειοκαίνου

ΤΠΠ= Τελευταία Παγετώδης Περίοδος

ΣΘΑ= Σύγχρονη Θέρμανση με δραστηριότητα του ανθρώπου

Το έργο χρηματοδοτείται από το ΠΔΕ του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων και τη ΓΓΕΚ

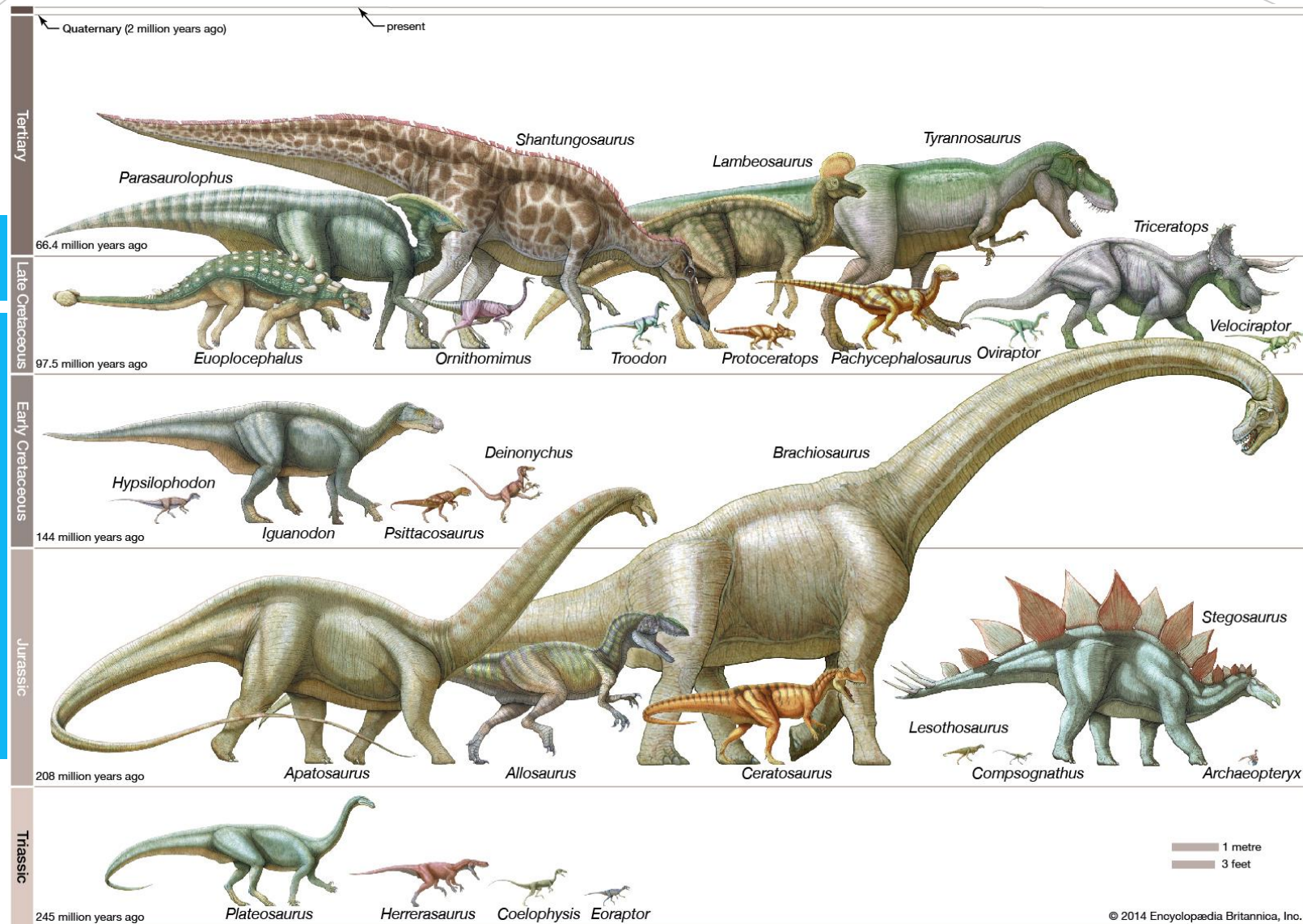
από Scotese et al., Earth Science Reviews, 2021

Στο τέλος του Κρητιδικού ψυχρό κλίμα

Το κλίμα άρχισε να γίνεται ψυχρό προς το τέλος του Κρητιδικού.

- 1. Οι επιηπειρωτικές θάλασσες αποτραβήχτηκαν
- 2. Παλαιομαγνητικά δεδομένα δείχνουν ότι η Ανταρκτική προσέγγισε τον Ν. Πόλο και η Ν. Αμερική βρισκόταν κοντά του.
- 3. Αλλαγές στα χερσαία φυτά :
 - Τα τροπικά κυκκαδοειδή μειώθηκαν δραστικά
 - Οι φτέρες υποχώρησαν σε Αμερική και Ευρασία.
 - Τα κωνοφόρα και τα αγγειόσπερμα εξαπλώθηκαν περισσότερο
- 4. Σταθερά ισότοπα Οξυγόνου από πλαγκτονικούς οργανισμούς (που χρησιμοποιούνται ως παλαιοθερμόμετρα) δείχνουν μία πτώση στις θερμοκρασίες των ωκεανών που ξεκίνησε περίπου πριν 80 εκ. έτη.

«Ο αιώνας των ερπετών»



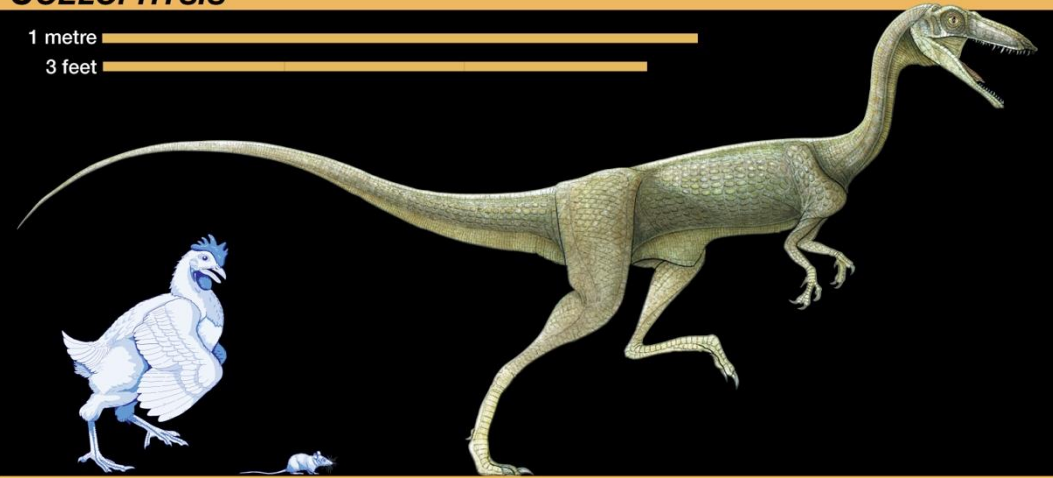
«Ο αιώνας των ερπετών»

- Κατά τον Μεσοζωικό τα ερπετά κατοικούσαν και κυριαρχούσαν τόσο στην ξηρά, όσο και στην θάλασσα και τον αέρα.
- Οι Δεινόσαυροι εμφανίστηκαν στο Τριαδικό και υπήρξαν τα κυρίαρχα χερσαία σπονδυλόζωα μέχρι το τέλος του Κρητιδικού.
- Θαλάσσια ερπετά πλησιόσαυροι, ιχθυόσαυροι και μοσάσαυροι κατοικούσαν τις Μεσοζωικές θάλασσες.
- Τα ερπετά μπορούσαν να πετάξουν (πτερόσαυροι) με αιωροπτέριση στο Τριαδικό, και με χτύπημα των φτερών στο Ιουρασικό.

«Ο αιώνας των ερπετών»

COELOPHYSIS

1 metre
3 feet



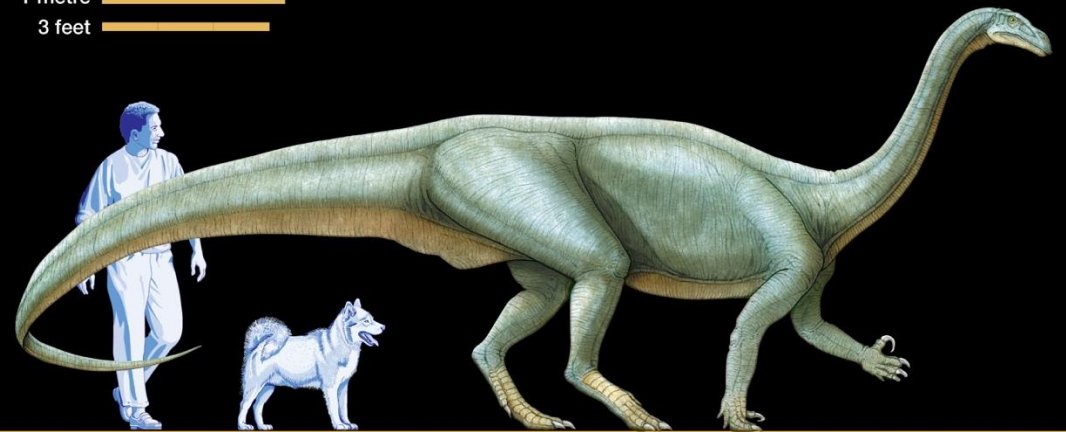
Coelophysis (SEEL-oh-FIE-sis)
“hollow form”
Period: Late Triassic
Length: 6 to 8 feet (about 2 metres)
Location: North America

A predator living in large herds, it is among the oldest dinosaurs in North America. It had hollow limbs, a feature similar to birds.

© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.

PLATEOSAURUS

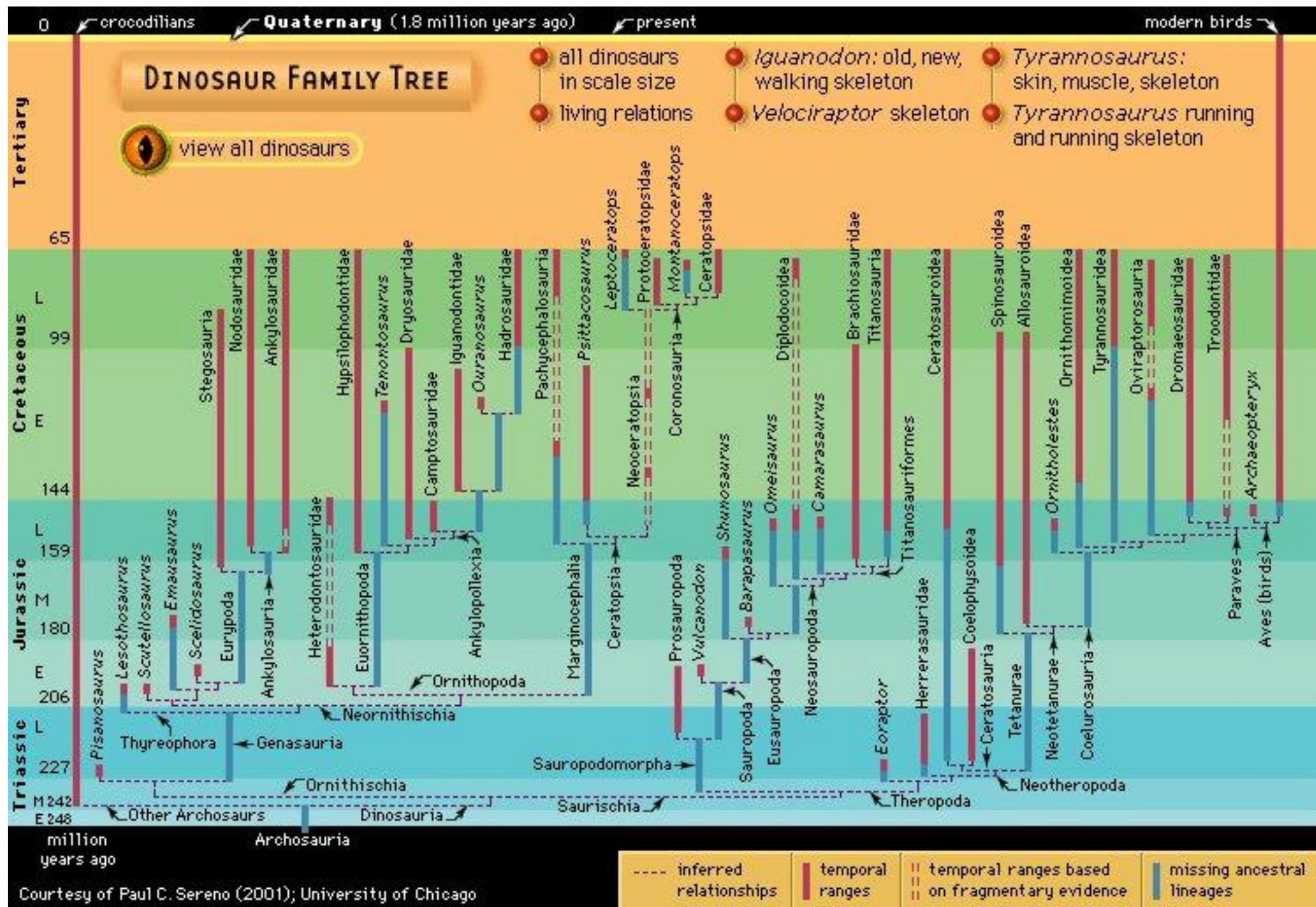
1 metre
3 feet



Plateosaurus (PLAT-ee-oh-SORE-us)
“flat lizard”
Period: Late Triassic
Length: 26 feet (8 metres)
Location: Europe

A large herbivore, it may have sometimes reared, craning its long neck to browse on vegetation high above the ground.

© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.



Η ποικιλομορφία στον Μεσοζωικό

- Στο ξεκίνημα του Μεσοζωικού και λόγω των εξαφανίσεων του Περμίου η ποικιλομορφία ήταν πολύ χαμηλή. Η ανάκαμψη από το συμβάν του Περμίου πολύ αργή για πάρα πολλές ομάδες. Στους ωκεανούς τα μαλάκια επεκτάθηκαν ξανά και έγιναν πιο ποικιλόμορφα από ότι στον Παλαιοζωικό. Σύγχρονα κοράλλια και οργανισμοί υφάλων εμφανίστηκαν, όπως και νέες μορφές ψαριών.
- Χρειάστηκαν εκ. έτη για να φτάσει η ποικιλομορφία στα επίπεδα πριν την εξαφάνιση του Περμίου

Η ποικιλομορφία στον Μεσοζωικό

Διάγραμμα μαζικών εξαφανίσεων στο
Παλαιοζωικό-Μεσοζωικό

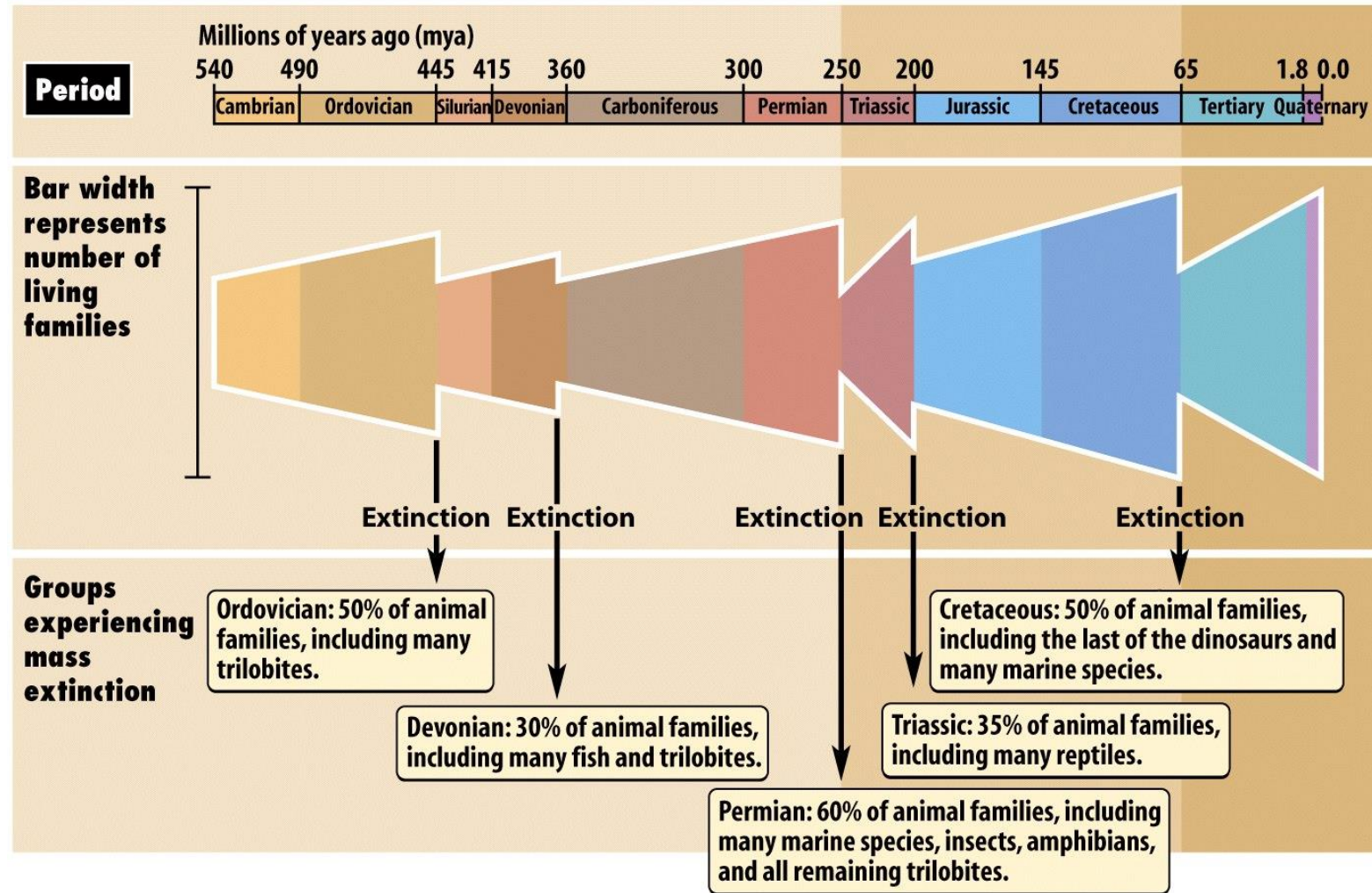
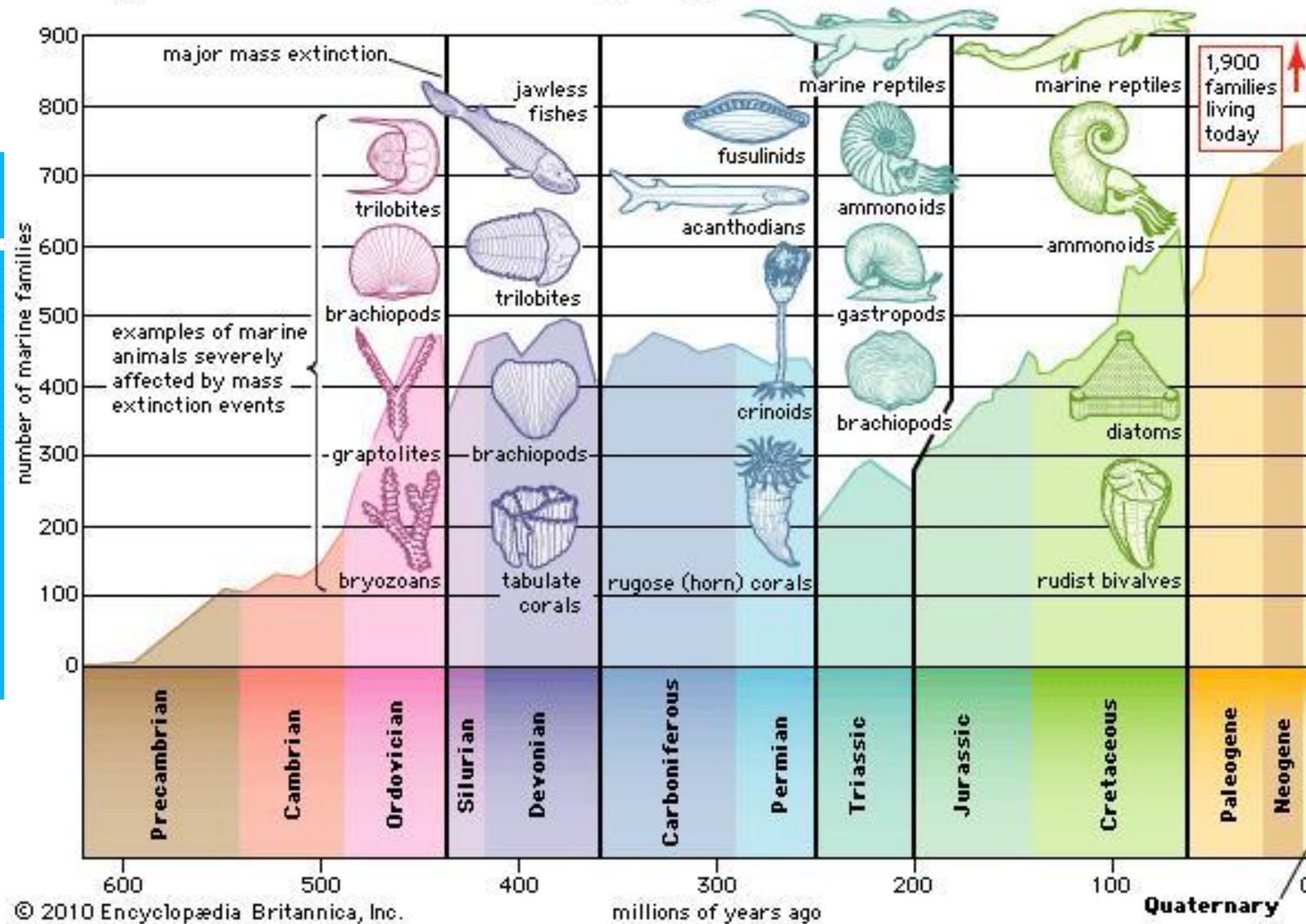


Figure 19-8 Discover Biology 3/e
© 2006 W. W. Norton & Company, Inc.

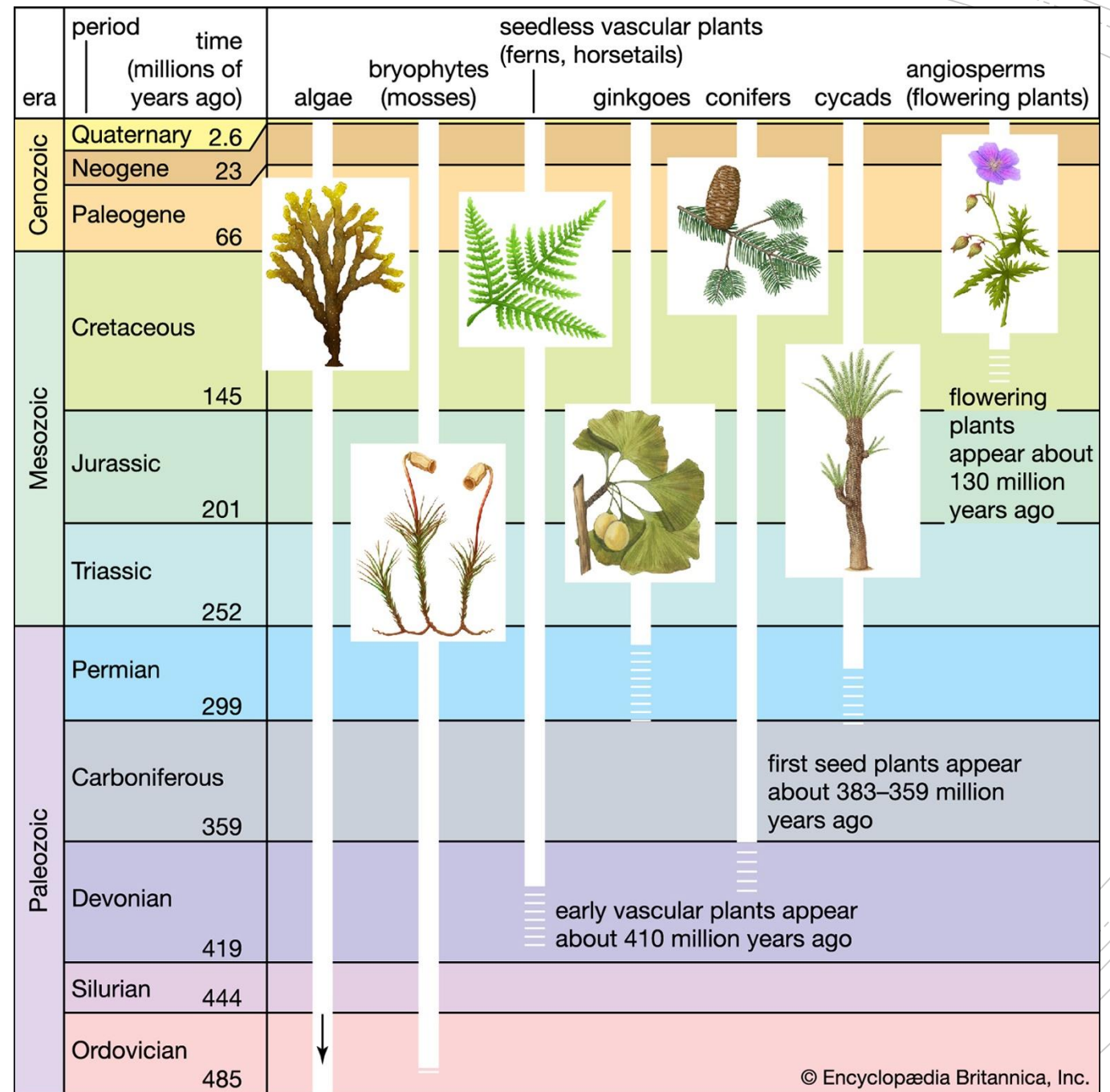
Η ποικιλομορφία στον Μεσοζωικό

Διάγραμμα μαζικών εξαφανίσεων στο
Παλαιοζωικό-Μεσοζωικό

Diversity of marine animal families over geologic time

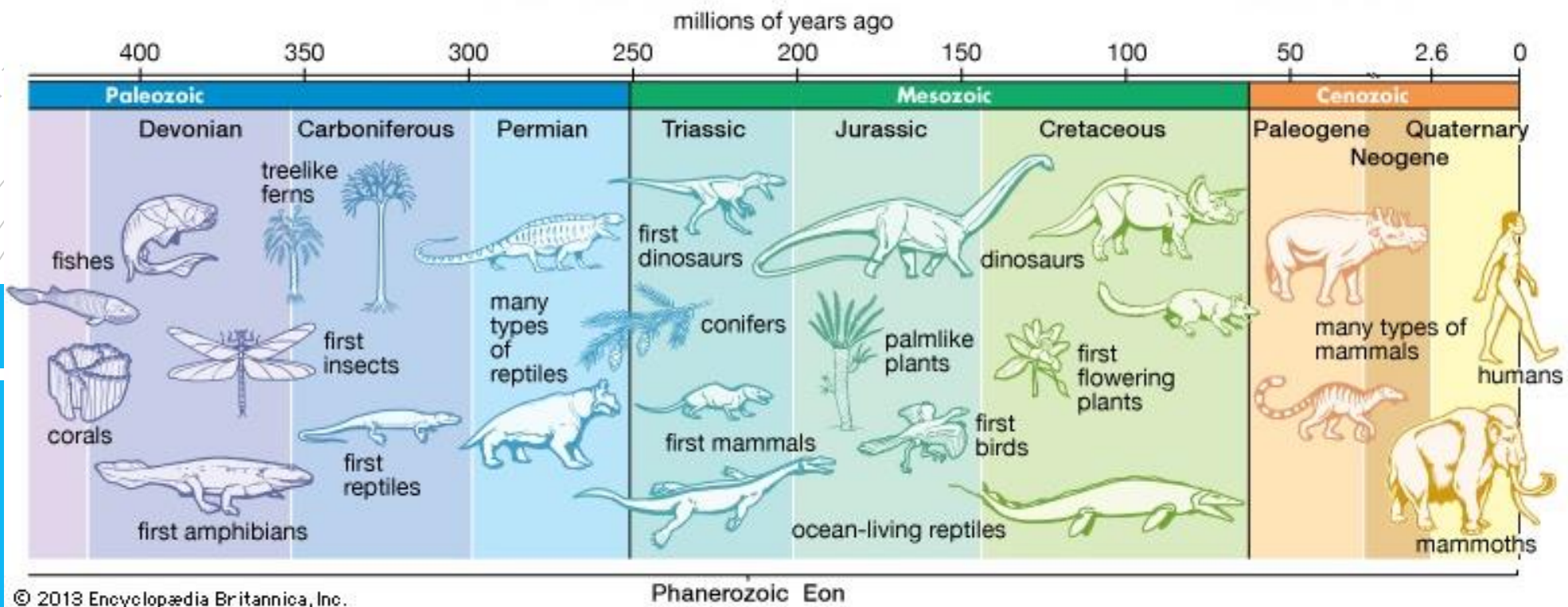


Η ποικιλομορφία στον Μεσοζωικό



Η ποικιλομορφία του Τριαδικού

- Ξεκίνησε με χαμηλή ποικιλομορφία. Συνέχισε με αύξηση της Ποικιλομορφίας και ολοκληρώθηκε με ένα συμβάν μαζικής εξαφάνισης.
- Εμφανίστηκαν
 - τα κοκκολιθοφόρα (Ραΐτιο),
 - τα εξακοράλλια,
 - τα καλαμάρια,
 - τα κυκαδοειδή,
 - τα άνουρα,
 - οι νοθόσαυροι,
 - τα πλακοδόντια,
 - οι αρχόσαυροι,
 - οι φυτόσαυροι,
 - οι δεινόσαυροι,
 - οι ιχθυόσαυροι,
 - οι πλησιόσαυροι,
 - οι κροκόδειλοι,
 - οι πτερόσαυροι,
 - τα κυνοδόντια και
 - τα θηλαστικά.



Η ποικιλομορφία στο Ιουρασικό και το Κρητιδικό

- Η ποικιλομορφία αυξήθηκε ξανά στο Ιουρασικό και αυξήθηκε γρήγορα κατά την διάρκεια του Κρητιδικού στα υψηλότερα επίπεδα μέχρι τότε.
- Περίπου 2500 γένη θαλασσίων ζώων υπήρξαν στο Αν. Κρητιδικό πολύ περισσότερα από το επίπεδο μέγιστης ποικιλομορφίας που υπήρξε στον Παλαιοζωικό (1000 έως 1500 γένη).

Η μαζική εξαφάνιση του Αν. Τριαδικού

- Επηρέασε τη ζωή και στην ξηρά και στη θάλασσα. Περίπου 20% των οικογενειών των θαλάσσιων ζώων εξαφανίστηκαν.
- Τα κωνόδοντα και τα πλακοδόντια (θαλάσσια ερπετά) εξαφανίστηκαν.
- Τα δίθυρα, οι αμμωνίτες, τα βραχιονόποδα, τα εξακοράλλια, οι πλησιόσαυροι και οι ιχθυόσαυροι επηρεάστηκαν σημαντικά αλλά ανέκαμψαν στο Ιουρασικό.
- Μεταξύ των οργανισμών που επηρεάστηκαν σημαντικά από το συμβάν ήταν τα συνάψιδα και τα μεγάλα αμφίβια.

«Η τελική μοίρα κάθε είδους είναι να εξαφανιστεί»

Anthony Barnosky

❑ Οι κυριότερες μαζικές εξαφανίσεις, που σε πολλές περιπτώσεις προκλήθηκαν από κλιματικές μεταβολές, πραγματοποιήθηκαν :

τέλος
Ορδοβίσιας
περιόδου (440
εκατ. χρόνια
πριν)

ύστερη Δεβόνια
περίοδος (375-
359 εκατ.
χρόνια πριν)

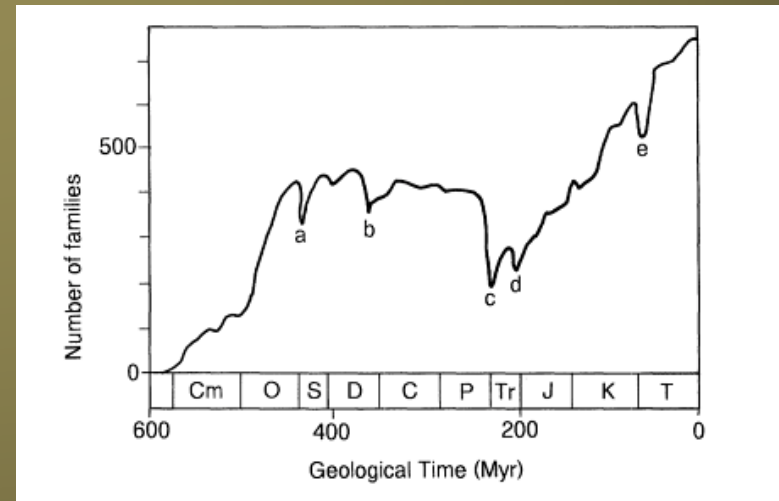
προς το τέλος της
Πέρμιας Εποχής
(252 εκατ. χρόνια
πριν)

ύστερη Τριασική
περίοδο (201
εκατ. χρόνια
πριν).

τέλος της Κρητιδικής
περιόδου (63 έως 135
εκατ. χρόνια πριν)

ERA	PERIOD	TIME FRAME (Million Years)
Cenozoic	Neogene	25 – 0
	Paleogene	65 – 25
Mesozoic	Cretaceous	145 – 65
	Jurassic	200 – 145
	Triassic	250 – 200
Paleozoic	Permian	300 – 250
	Carboniferous	360 – 300
	Devonian	420 – 360
	Silurian	445 – 420
	Ordovician	490 – 445
	Cambrian	540 – 490

End Cretaceous
End Triassic
End Permian
Late Devonian
End Ordovician



Μηχανισμοί εξαφάνισης

- Κλιματική αλλαγή
- Ηφαιστειότητα (μαγματική επαρχία του Κεντρικού Ατλαντικού)
- Πτώση μετεωρίτη
- Αλλαγές στην στάθμη της θάλασσας
- Ανοξικές συνθήκες
- Εκλύσεις μεθανίου
- Όλα αυτά μαζί;

Η μαζική εξαφάνιση του Αν. Τριαδικού

- Η περιβαλλοντική ένταση από τις αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας ή τις κλιματικές αλλαγές μπορεί να επιδεινώθηκε από μία ή περισσότερες συγκρούσεις από μετεωρίτες κι όλα αυτά συγκεράστηκαν με τις κλιματικές επιδράσεις της ηφαιστειότητας.
- Άρα το σενάριο που προκύπτει αφορά πολλούς μηχανισμούς που αν και ο καθένας ξεχωριστά μπορεί να μην είχε σοβαρές επιδράσεις, αλλά όλοι μαζί μπορούσαν να προκαλέσουν σημαντική αναστάτωση στη ζωή στη γη.

4) Ύστερη Τριαδική περίοδος (201 εκατ. χρόνια πριν)

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

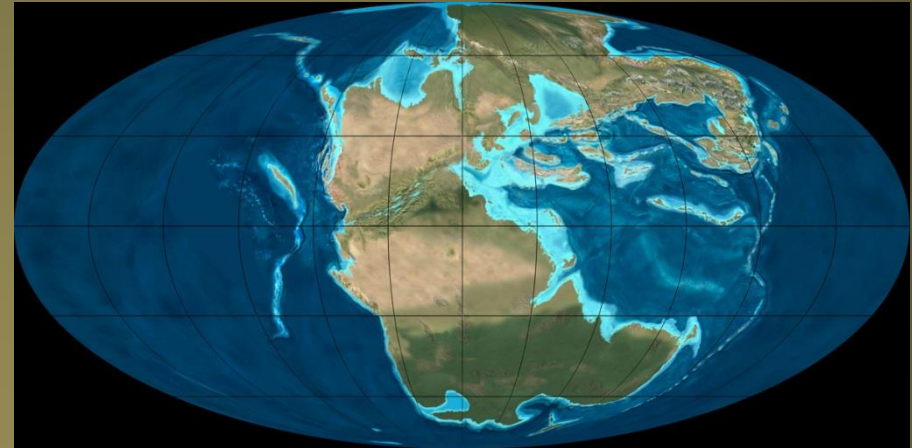
- ✓ **Εμφανίζονται τα θηλαστικά** και επικρατούν τα σποριόφυτα.
- ✓ Η Βόρεια Αμερική και η Ευρώπη είναι τροπικές χώρες.
- ✓ Οι αμμωνίτες, τα μαλάκια και οι αχινοί, συνεχίζουν να κατακλύζουν τις θάλασσες και στο Τριαδικό, αφού επιβίωσαν από την καταστροφή της Πέρμιας περιόδου.
- ✓ Έχουμε την εμφάνιση των πρώτων **κοραλλιών και υφάλων**, όπως επίσης και **γιγάντιων ερπετών**, σαν τον ιχθυόσαυρο, με επίσης μεγάλη ανάπτυξη και ποικιλομορφία στα μικρότερου μεγέθους ερπετά, όπως οι σαλαμάνδρες, οι κροκόδειλοι, οι χελώνες και τα φίδια.
- ✓ **Ακόμη, έχουμε την ανάπτυξη φυτικών οργανισμών, δηλαδή το φυτοπλαγκτόν**

ΣΥΜΒΑΝΤΑ

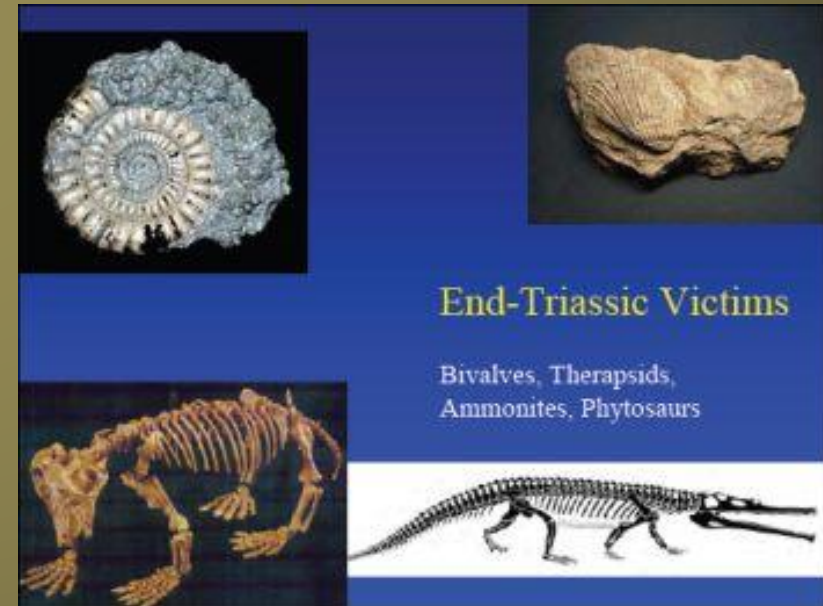
- ✓ **Εξαφανίστηκαν σχεδόν τα μισά είδη που υπήρχαν στον πλανήτη!!!** Εξαλείφθηκαν οι περισσότεροι από τους αμμωνίτες και πολλά άλλα θαλάσσια ασπόνδυλα και επήλθε το τέλος των κονόδοντων
- ✓ **Δεινόσαυροι: επικρατούσα** προς τα παρόν **μορφή** ερπετών
- ✓ **22% θαλάσσιων οικογενειών, 52% θαλάσσιων γενών**, και ένα άγνωστο ποσοστό θανάτων **σπονδυλωτών**, ήταν το αποτέλεσμα

ΑΙΤΙΕΣ

- **Μαζικές πλημμύρες λάβας** κατόπιν εκρήξεων μαγματικού υλικού από τον κεντρικό Ατλαντικό προκαλώντας την διάλυση της Παγγαίας και τη **διάνοιξη του Ατλαντικού Ωκεανού**.
- Η ηφαιστειακή δραστηριότητα μπορεί να οδήγησε στην **θανατηφόρα υπερθέρμανση του πλανήτη**.
- Πετρώματα από τις εκρήξεις τώρα βρίσκονται στις ανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες, την ανατολική Βραζιλία, τη Βόρεια Αφρική και την Ισπανία.
- Η αλλαγή του κλίματος, εκρήξεις βασαλτικών πλημμυρών **και οι επιπτώσεις πτώσης ενός αστεροειδούς**, έχουν όλα κατηγορηθεί για τη μαζική αυτή εξαφάνιση.



Τεκτονική της γης στην ύστερη Τριαδική περίοδο, πηγή: <http://en.wikipedia.org/wiki/Triassic>



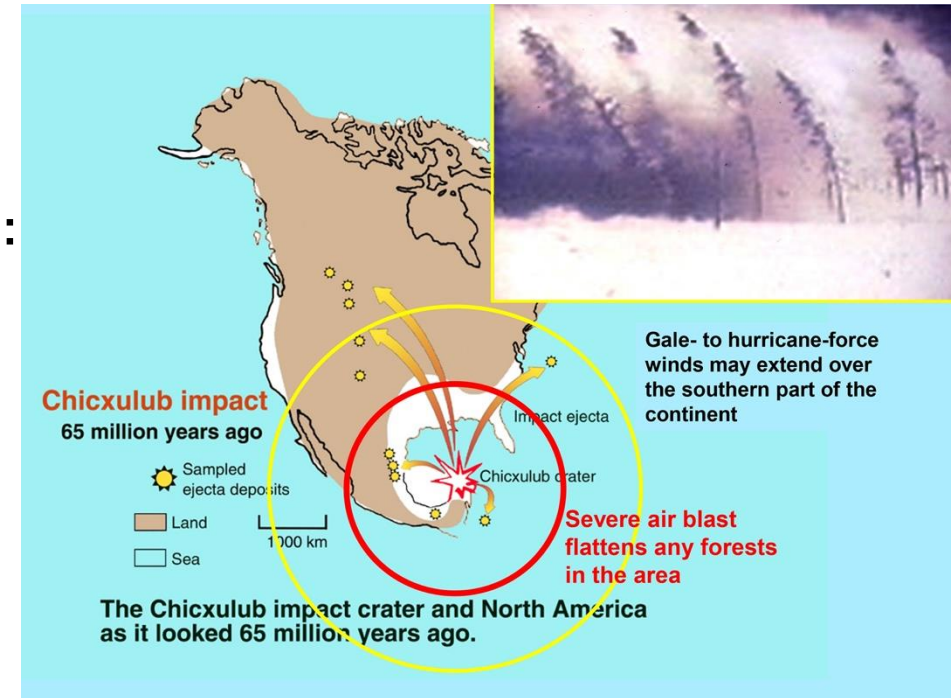
Θύματα τέλους Τριαδικού, πηγή: <http://mde-didaktiki.biol.uoa.gr/mde7/plexida/triassic.html>

Η ποικιλομορφία στο Ιουρασικό και το Κρητιδικό

- Στο Ιουρασικό εμφανίστηκαν:
 - οι ρουδιστές, τα πνευμονοφόρα γαστερόποδα, τα ουροδελή αμφίβια, τα άποδα αμφίβια, και στο τέλος του τα πτηνά.

Στο Κρητιδικό εμφανίστηκαν :

- τα διάτομα, τα πλαγκτονικά τρηματοφόρα, τα σαρκοφάγα γαστερόποδα (νεογαστερόποδα), οι τελεόστεοι, οι θαλάσσιες χελώνες και οι μοσάσαυροι.
- Το Κρητιδικό ολοκληρώνεται με μία πτώση στην στάθμη της θάλασσας και κλείνει με ένα σημαντικό συμβάν μαζικής εξαφάνισης.



Η Κρητιδική ζωή

- Η ζωή στο Κρητιδικό περιελάμβανε ένα μείγμα από σύγχρονες και πρωτόγονες μορφές.
- Σύγχρονες μορφές δίθυρων, γαστερόποδων και ψαριών συνυπήρχαν με οργανισμούς που δεν υπάρχουν σήμερα όπως αμμωνίτες, βελεμνίτες και θαλάσσια ερπετά.
- Στην ξηρά τώρα, τα φυτά που κυριαρχούσαν άλλαξαν από γυμνόσπερμα σε αγγειόσπερμα.

Η ζωή στις θάλασσες

- Πλαγκτόν
- Στις μεσοζωικές θάλασσες συναντάμε άφθονο φυτοπλαγκτόν όσο και ζωοπλαγκτόν. Πολλές ομάδες μονοκύτταρων οργανισμών υιοθέτησαν τον πλαγκτονικό τρόπο ζωής την ίδια περίπου περίοδο στον Μεσοζωικό (τρηματοφόρα, διάτομα, κοκκολιθοφόρα). Αυτό υποδηλώνει μια πολύ σημαντική αλλαγή στην χημεία των ωκεανών ή στις αλυσίδες τροφής που οδήγησε σε αυτή την εξέλιξη.

Η ζωή στις θάλασσες

- Φυτοπλαγκτόν
- Μέχρι τον Μεσοζωικό οι κύριες ομάδες είχαν οργανικά τοιχώματα. Κυανοβακτήρια, φύκη, ακρίταρχα, δεινομαστιγοφόρα
- Στον Μεσοζωικό επικράτησαν όμως οι ομάδες με ορυκτοποιημένους σκελετούς. Κοκκολιθοφόρα, πυριτιομαστιγοφόρα και διάτομα.

5) Τέλος της Κρητιδικής περιόδου (63 έως 135 εκατ. χρόνια πριν)

- ❖ Η διασημότερη όλων των μαζικών εξαφανίσεων, εξαιτίας της εξαφάνισης των **δεινοσαύρων**.
- ❖ Γνωστή και ως **K-T** εξαφάνιση γιατί συνέβη στα όρια μεταξύ Κρητιδικής και Τριτογενούς περιόδου, πριν από περίπου 65 εκατομμύρια χρόνια.

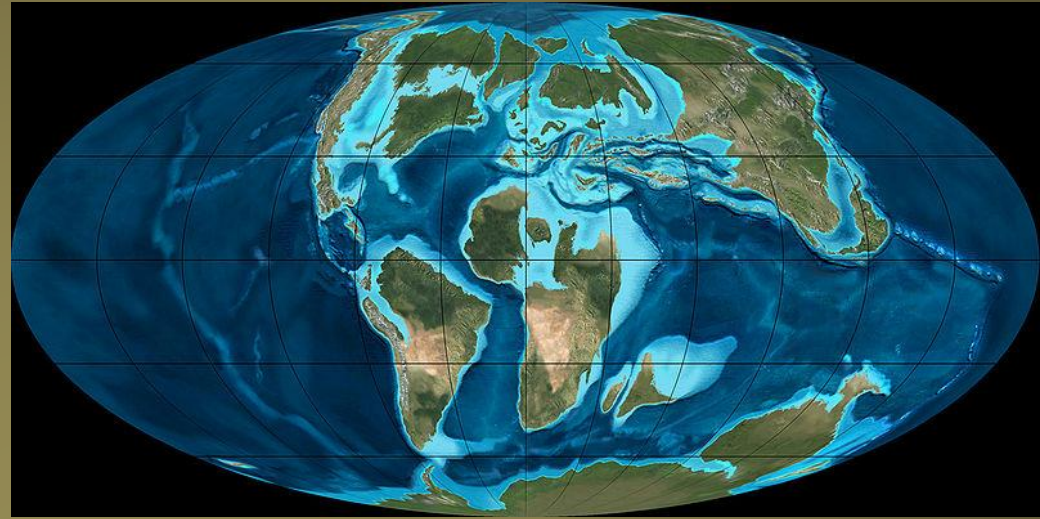
Ήταν το δεύτερο σε μέγεθος κύμα εξαφανίσεων στην ιστορία της ζωής!!!.

ΣΥΜΒΑΝΤΑ

- ✓ Εξαφάνιση 16% θαλάσσιων οικογενειών, 47% θαλάσσιων ειδών και 18% χερσαίων σπονδυλωτών συμπεριλαμβανομένου δεινοσαύρων.
- ✓ Στην περίοδο που ακολούθησε διαπιστώθηκε θεαματική αύξηση της αποκλίνουσας εξάπλωσης των θηλαστικών, γεγονός που αποδίδεται στην έλλειψη ανταγωνιστών κατά τη διεκδίκηση χώρων διαβίωσης και πηγών διατροφής.
- ✓ Εξαφάνισε γύρω στο 85% όλων των ειδών
- ✓ Οι πτερόσαυροι (ερπετά που πετούσαν) και άλλα θαλάσσια ερπετά, τα ψάρια, τα βραχιόποδα, το πλαγκτόν και πολλά φυτά είτε εξαφανίστηκαν εντελώς είτε είχαν βαριές απώλειες στον πληθυσμό τους.
- ✓ Ακόμη και οι αμμωνίτες, που είχαν επιζήσει των 4 προηγούμενων εξαφανίσεων, τελικά οι κροκόδειλοι, οι χελώνες και οι σαύρες, τα θηλαστικά και τα πουλιά πέρασαν σχετικά **χωρίς σημαντικές απώλειες**.

ΑΙΤΙΕΣ (Θεωρίες)

- ✓ **γιγαντιαίος μετεωρίτης** που είχε συντριβεί πάνω στη Γη, δημιούργησε τεράστια σύννεφα σκόνης που οδήγησαν σε καταστροφικό σκοτάδι και κρύο και εξαιτίας της πτώσης δημιουργήθηκε ο κρατήρας Chicxulub στη χερσόνησο Γιουκατάν, στον Κόλπο του Μεξικού.
- ✓ Ή από τη **σταδιακή αλλαγή του κλίματος**
- ✓ Ή **πλημμύρες βασαλτικού μάγματος** από ηφαιστειακές εκρήξεις τις Deccan Traps στη δυτική-κεντρική Ινδία.



Τεκτονική της γης στο τέλος Κρητιδικής περιόδου, πηγή: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cretaceous>



Πτερόσαυρος, πηγή: http://www.bbc.co.uk/nature/extinction_events/Cretaceous-Tertiary_extinction_event

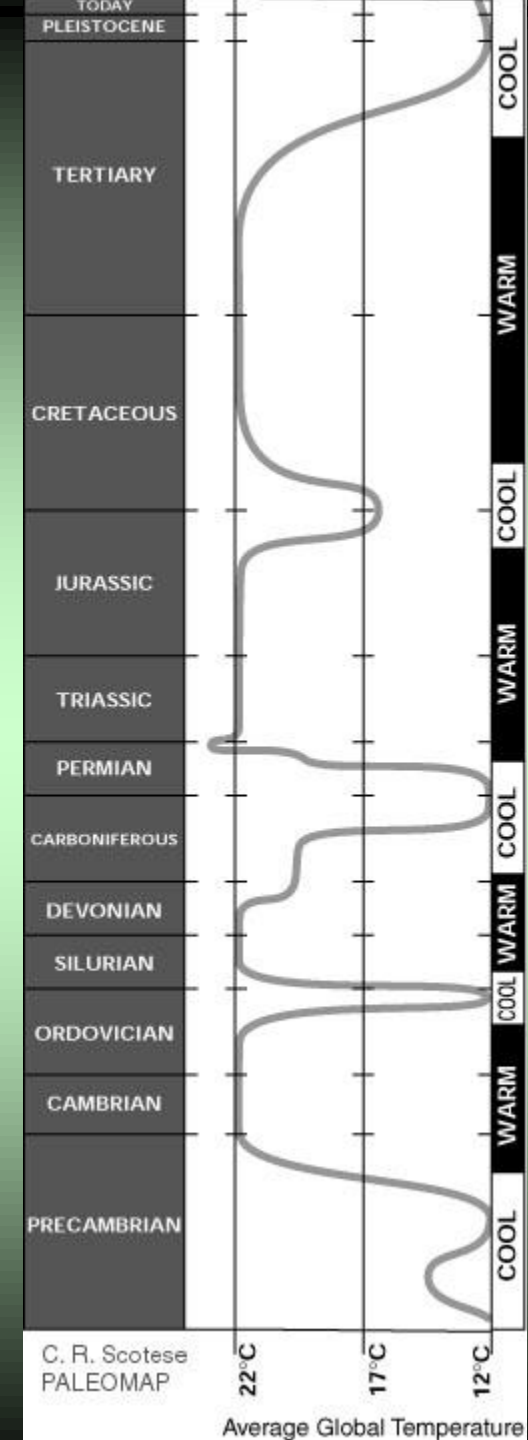


Είδος δεινοσαύρου, πηγή: <http://mde-didaktiki.biol.uoa.gr/mde7/plexida/kt.html>

Το κλίμα στον Μεσοζωικό

- Το **κλίμα του Μεσοζωικού** είναι γενικά θερμότερο από το Παλαιοζωικό, και αυτό πιθανόν να οφείλεται
 - στην απουσία μεγάλων ορογενέσεων και
 - στο ότι οι πόλοι δεν συνέπιπταν με τα αναδυμένα εδάφη.
- Η εξέλιξη του κλίματος στις ηπείρους εξαρτάται εν μέρει από την φαινόμενη μετατόπιση των πόλων, η οποία πραγματοποιείται από το Τριαδικό σε έναν μεσημβρινό που περιέχει τον σημερινό άξονα περιστροφής της Γης.
- Αποδεικτικά στοιχεία για την θέρμανση αποτελούν οι εξαφανίσεις των παγετώνων που ήταν συχνοί σε πολλές περιοχές κατά το Πέρμιο.
- Σχετίζεται με την διάνοιξη και το σπάσιμο της Παγγαίας κατά τον Μεσοζωικό.
- Η απομάκρυνση των ηπείρων από τον Ν. Πόλο, δημιούργησε συνθήκες που δεν βοηθούσαν την ανάπτυξη παγετώνων.

'HOT HOUSE' - 'ICE BOX'



Το κλίμα στον Μεσοζωικό

- Απολιθωμένα φυτά από το Ιουρασικό και το Κρητιδικό δείχνουν ότι τροπικά κλίματα υπήρξαν σε περιοχές που σήμερα έχουν εύκρατα κλίματα.
- Στο Κρητιδικό υποτροπικά φυτά ζούσαν σε περιοχές μέχρι και 70° γεωγραφικό πλάτος!
- Άρα οι μέσες θερμοκρασίες που επικρατούσαν κατά το Κρητιδικό πρέπει να ήταν πολύ ψηλότερες από ότι σήμερα.
- Κατά το Ιουρασικό και το Κρητιδικό οι ήπειροι βρίσκονταν περίπου στα ίδια γεωγραφικά πλάτη που βρίσκονται και σήμερα.

Το κλίμα στον Μεσοζωικό *Τριαδικό*

- Η μεγάλη έκταση των ερυθρών στρωμάτων δείχνει τροπικές θερμοκρασίες, αλλά και εναλλασσόμενες περιοχές με αντιθέσεις.
- Στο Ανώτερο Τριαδικό κυριαρχεί ξηρασία (ιδιαίτερα στην Ευρώπη), η οποία εντοπίζεται σε μία εβαποριτική ζώνη που εκτείνεται μέχρι τη Βόρεια Αφρική μεταξύ πλάτους 10° και 40°

Το κλίμα στον Μεσοζωικό

Ιουρασικό

- Ο διαμελισμός της Παγγαίας και η ευστατική άνοδος της στάθμης της θάλασσας δημιουργεί ένα κλίμα συνολικά **πιο υγρό**, όπου μεταξύ του Βόρειου και Νοτίου παραλλήλου των 60° επικρατούν **υποτροπικές συνθήκες**.
- Οι θερμές θάλασσες ευνοούν τις ασβεστολιθικές φάσεις και κυρίως τις υφαλώδεις.
- Από το Πλιενσβάχιο, οι αμμωνίτες επιτρέπουν να διακρίνουμε **μία βόρεια και μία Τηθική επαρχία**, οι οποίες διατηρούνται και στο Κρητιδικό.
- Η βόρεια επαρχία ευνοεί την πυριτοκλαστική ιζηματογένεση και η επαρχία της Τηθύος τις ανθρακικές αποθέσεις. Πάνω στις ηπείρους οι βωξίτες είναι αρκετά διαδεδομένοι, ενώ στην βόρεια επαρχία αναπτύσσονται δάση που θα τροφοδοτήσουν τη δημιουργία λιθανθράκων (Σιβηρία, Γροιλανδία, Σπιτζμπεργκ).
- Στο Ανώτερο Ιουρασικό καταγράφηκε μία ορισμένη ξηρασία στη νότια Ευρασία και τις αμερικανικές ηπείρους.

Το κλίμα στον Μεσοζωικό

Κρητιδικό

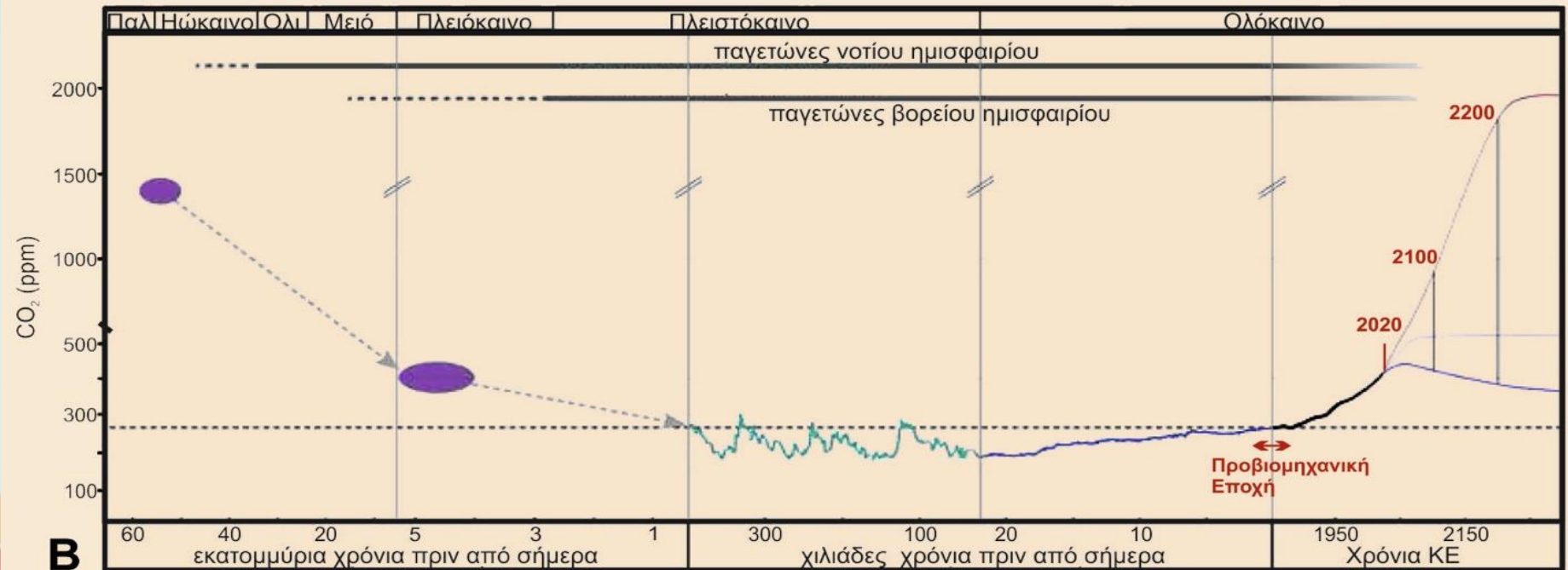
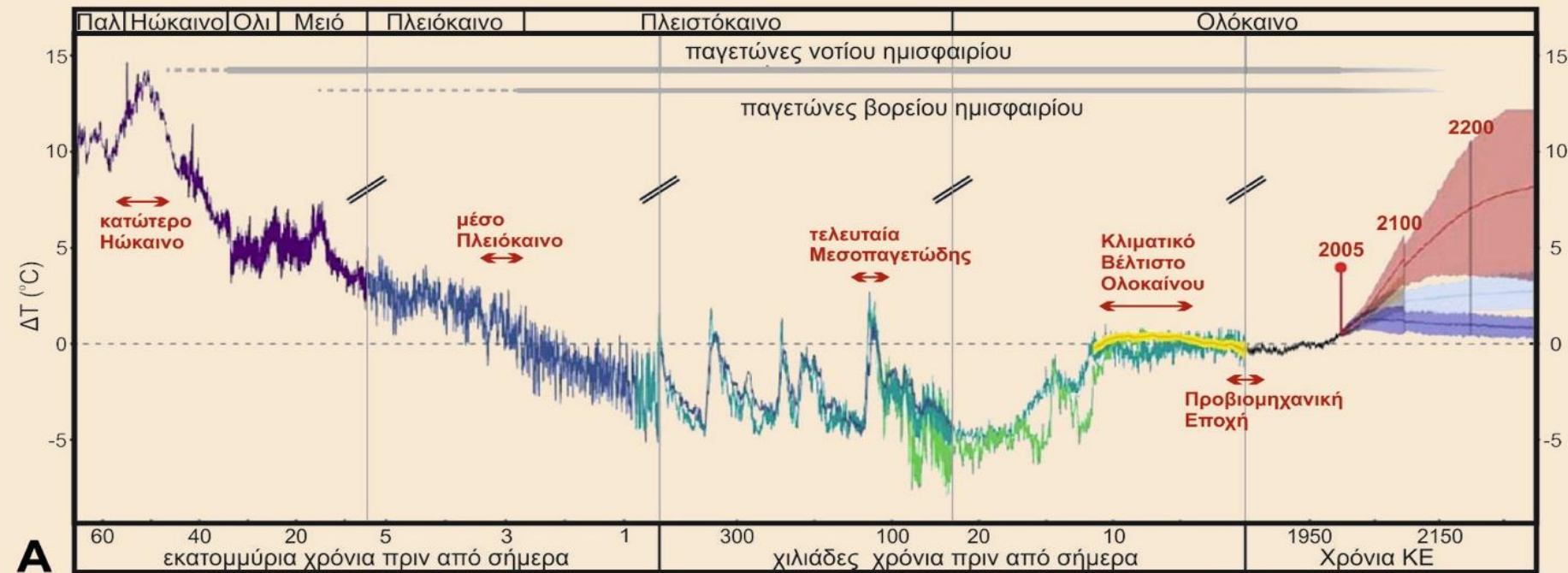
- Ο Ισημερινός είναι 20° βορειότερα σε σχέση με τη σημερινή του θέση. Το κλίμα είναι πάντοτε θερμό με λιγότερες αντιθέσεις από το σημερινό. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του Άλβιου-Κενομάνιου σε βόρειο πλάτος 85° ήταν $10^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{C}$, ενώ η Ισημερινή ζώνη ήταν θερμότερη από τη σημερινή.
- Φαίνεται όμως ότι το γενικό περιβάλλον έγινε λίγο πιο δροσερό και ξηρό. Στο βόρειο ημισφαίριο, η Τηθύς, που είναι ανοιχτή στα δύο άκρα της, έπαιξε σημαντικό ρόλο κυρίως μέσω ενός επιφανειακού θερμού ρεύματος που μετατοπίζεται προς τα δυτικά και ευνοεί την επέκταση των ανθρακικών τραπεζών.

Το κλίμα στον Μεσοζωικό Κρητιδικό

- Το κλείσιμο αυτής της θάλασσας (Τηθύος) στο Ανώτερο Κρητιδικό και η είσοδος των δροσερών νερών του Νότιου Ειρηνικού στον Κεντρικό Ατλαντικό (μέσω του Νότιου Ατλαντικού που είχε εν τω μεταξύ ανοίξει), είχαν ως συνέπεια τον περιορισμό (στένωση) των κλιματικών ζωνών και την αύξηση της υγρασίας.
- Κατά συνέπεια, το βόρειο ημισφαίριο ψυχραίνει προοδευτικά κατά τη διάρκεια του Μεσοζωικού, και ιδιαίτερα στο τέλος Κρητιδικού, ενώ αντίθετα το νότιο ημισφαίριο απαλλάσσεται πολύ γρήγορα από τους πάγους του Παλαιοζωικού.
- Είναι αποδεκτό ότι από το Καμπάνιο αρχίζει να πέφτει η θερμοκρασία.

Παλαιοκλιματικά ανάλογα

- Οι μελλοντικές θερμοκρασιακές τάσεις με βάση διάφορα κλιματικά σενάρια (από Burke et al., Proceedings of the National Academy of Science, 2018)



Το κλίμα στον Μεσοζωικό

- Scotese, C.R., 2016. Global Climate Change Animation (540Ma to Modern), <https://youtu.be/DGf5pZMkjA0>.