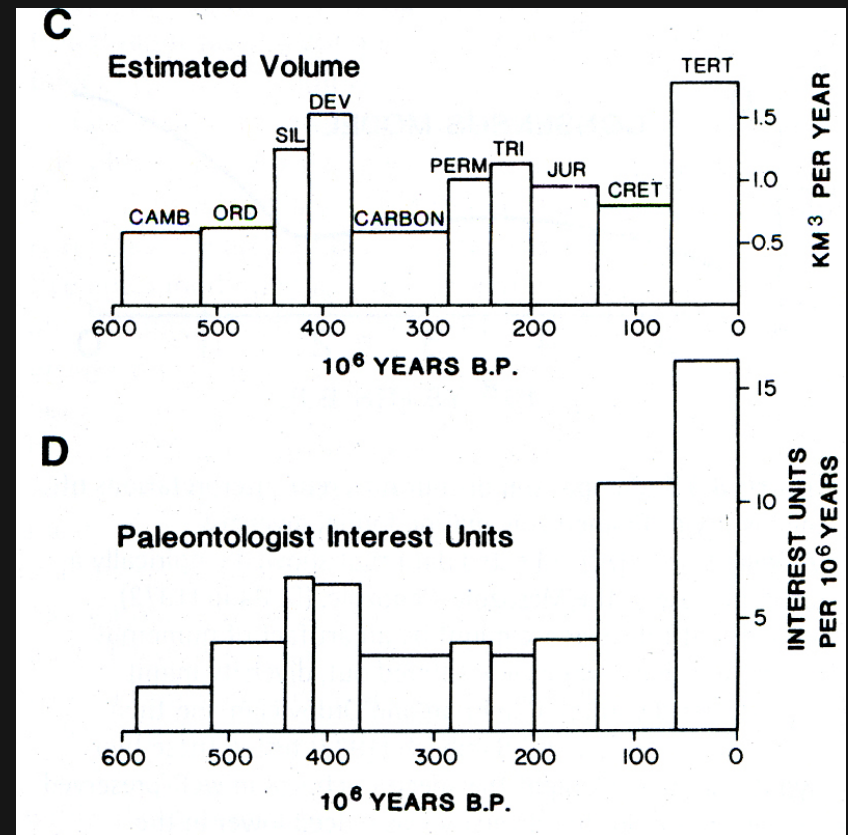
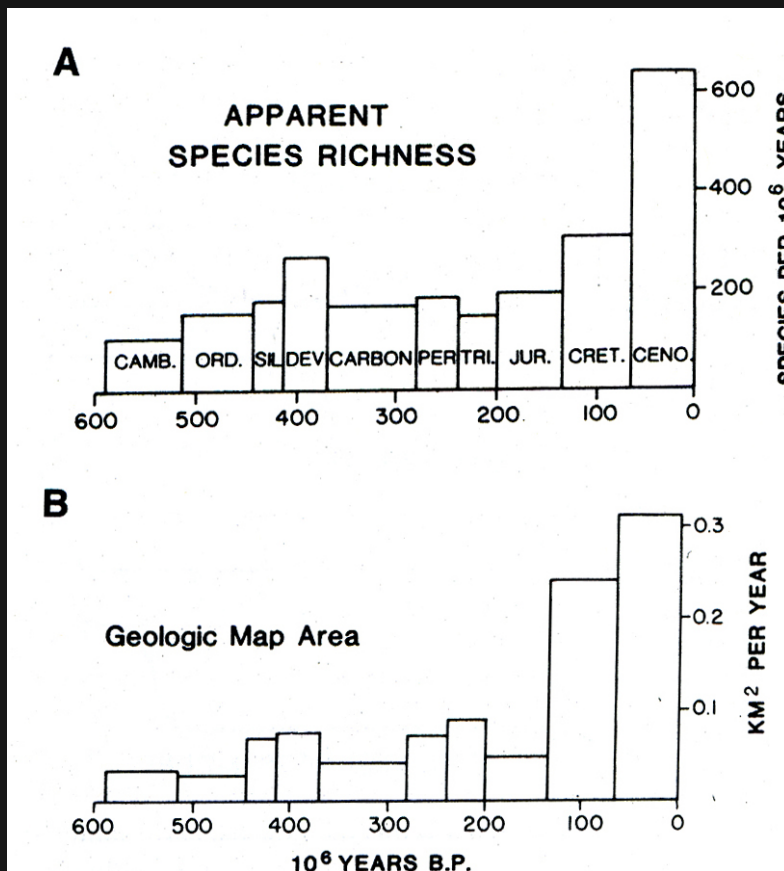

ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΠΑΛΑΙΟΟΙΚΟΛΟΓΙΑ – ΜΑΖΙΚΕΣ ΕΞΑΦΑΝΙΣΕΙΣ

Μάθημα 6

Εξελικτική Παλαιοοικολογία

Πώς η οικολογία ενός οργανισμού αλληλεπιδρά με την εξέλιξη του, πώς οι κοινότητες αλλάζουν καθώς τα είδη εξελίσσονται; Περιλαμβάνει την εξέλιξη της ποικιλότητας των ειδών.



Μαζικές Εξαφανίσεις

Τι είναι μαζική εξαφάνιση;;

- μια απότομη μείωση του αριθμού των ειδών σε ένα σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα
- Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να προκύψει μια μαζική εξαφάνιση συμπεριλαμβανομένων...
 - αστεροειδή
 - κομήτες
 - Παγκόσμια θέρμανση
 - Παγετώνες
 - κλπ...

Τι είναι Μαζική Εξαφάνιση των ειδών;

“Ένα ταχύ γεγονός, όπου ένα σημαντικό μέρος όλων των μορφών ζωής πάνω στη Γη εξαφανίστηκαν.”

- “Ταχύ” – μέσα σε 10^3 - 10^5 χρόνια
- “Σημαντικό” $>10\%$ όλων των οικογενειών

Είναι πολύ σπάνια συμβάντα

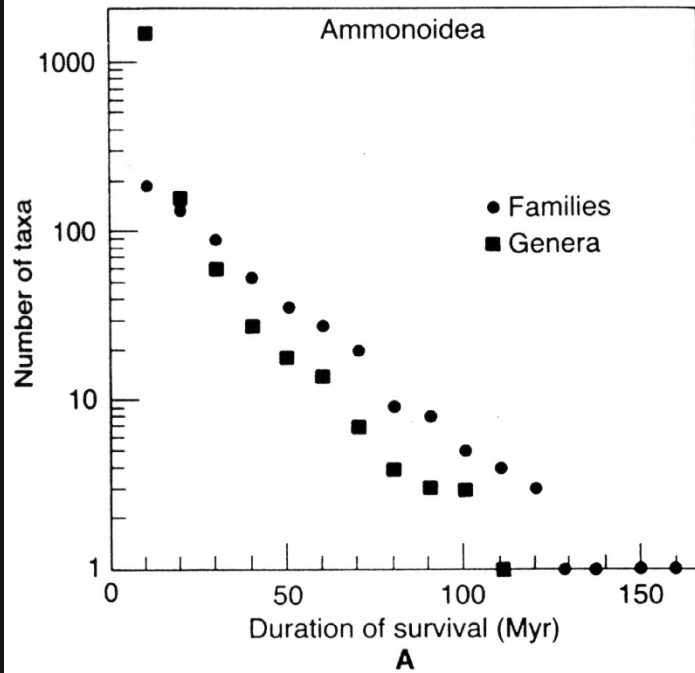
Μαζική Εξαφάνιση



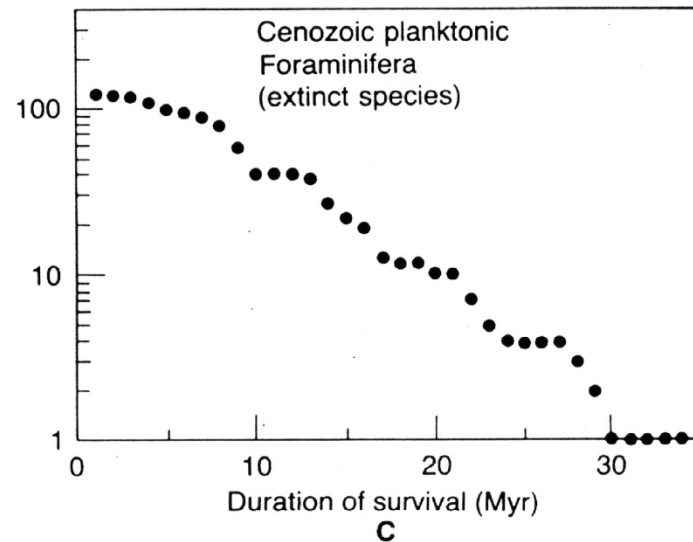
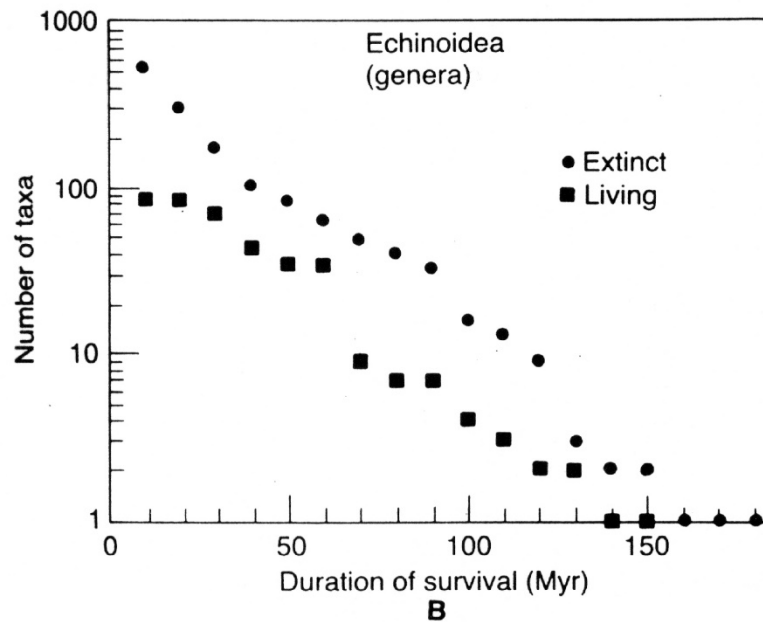
Ένα μέσο είδος υπάρχει για

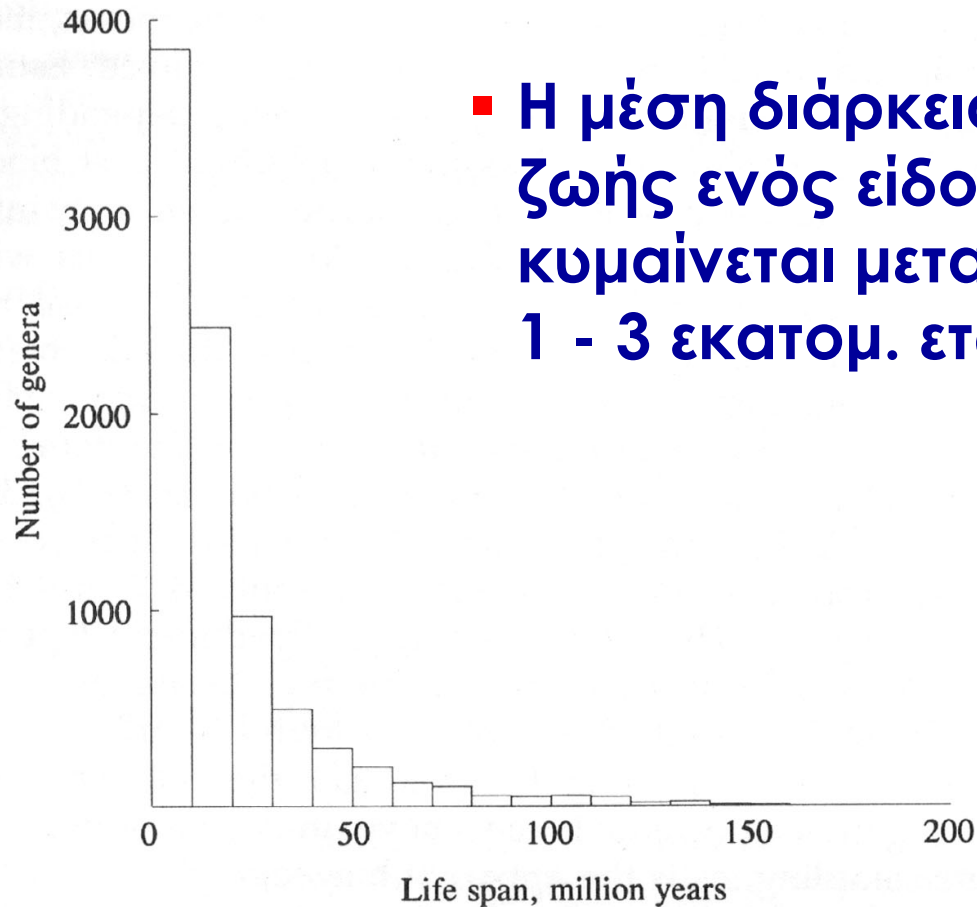
10

Εκατομμύρια χρόνια



- οι καμπύλες εξαφάνισης των ειδών και γενών δείχνουν ότι τα περισσότερα είδη διατηρούνται μόνο για μερικά εκατομμύρια χρόνια.





- Η μέση διάρκεια ζωής ενός είδους κυμαίνεται μεταξύ 1 - 3 εκατομ. ετών.

FIGURE 1 Life spans of about 17,500 extinct genera of marine animals (vertebrate, invertebrate, and microfossil) tabulated from data compiled by Sepkoski (1989).

Πιο σύνθετοι και μεγαλύτεροι οργανισμοί έχουν μικρότερους χρόνους διατήρησης πάνω στη Γη

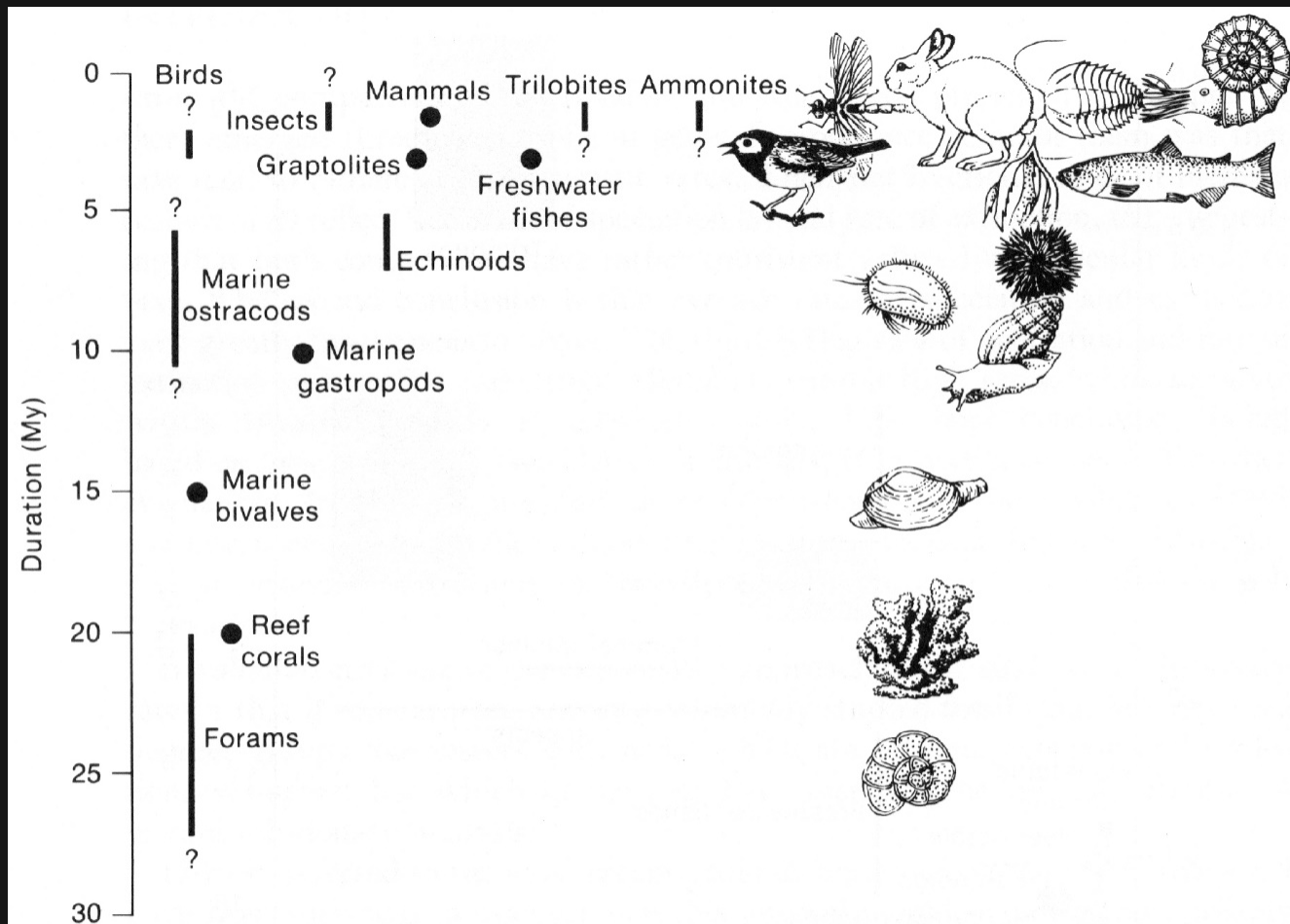


FIGURE 9-2

Hierarchy of average species durations estimated for major taxa. See text for sources of data.

Μαζική εξαφάνιση



Μια μαζική εξαφάνιση είναι
όταν η γη χάνει

3 / 4

των ειδών της

Causes of Extinction

Asteroid Strikes



Climate Change



Better-Adapted Competition



Loss of Habitat



Invasive Species



Lack of Genetic Diversity



Disease



Lack of Food

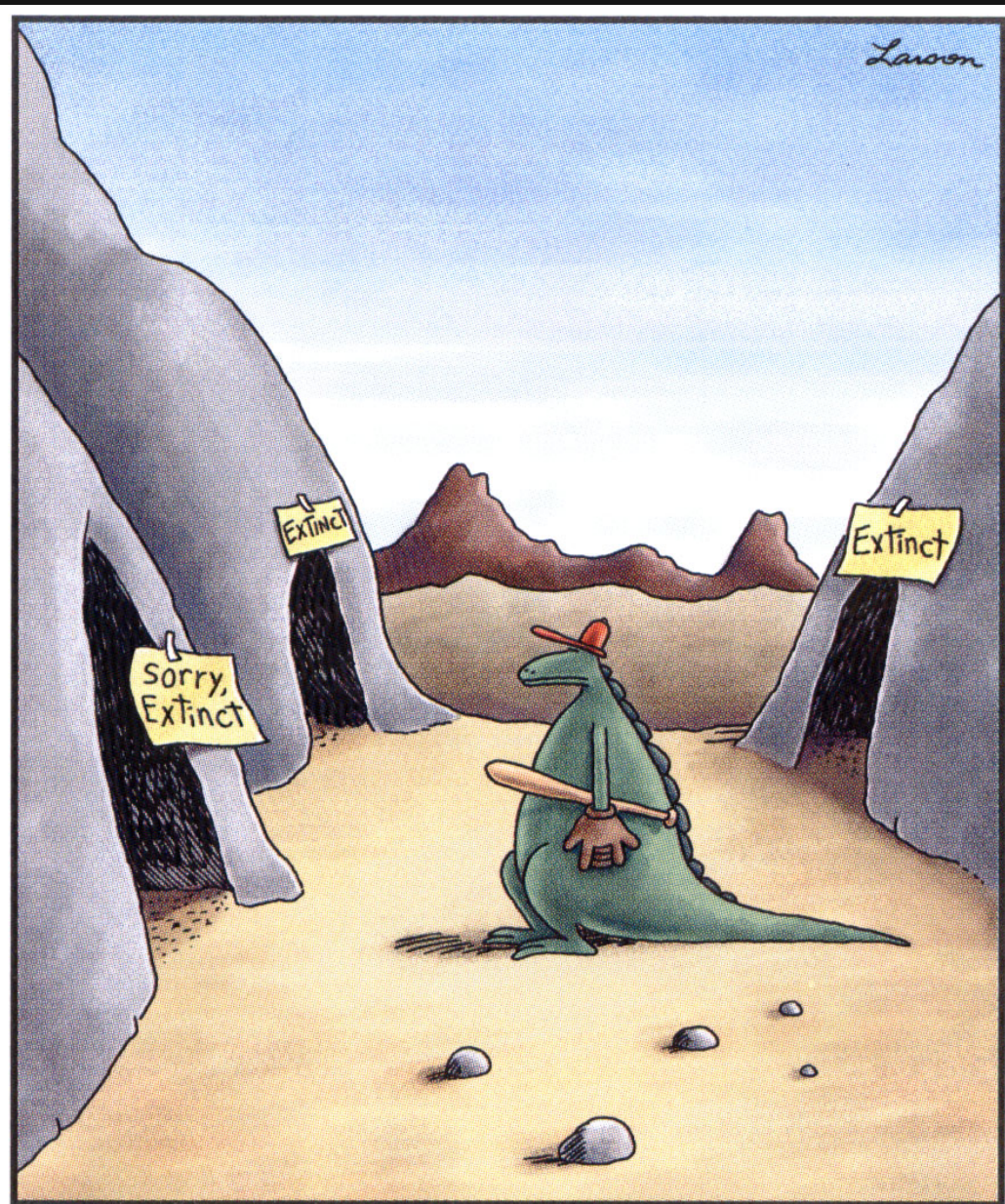


Human Predation



Pollution





Suddenly, Bobby felt very alone in the world.

Πόσες μαζικές εξαφανίσεις
υπήρξαν;;

5

THE "BIG FIVE" EXTINCTION EVENTS

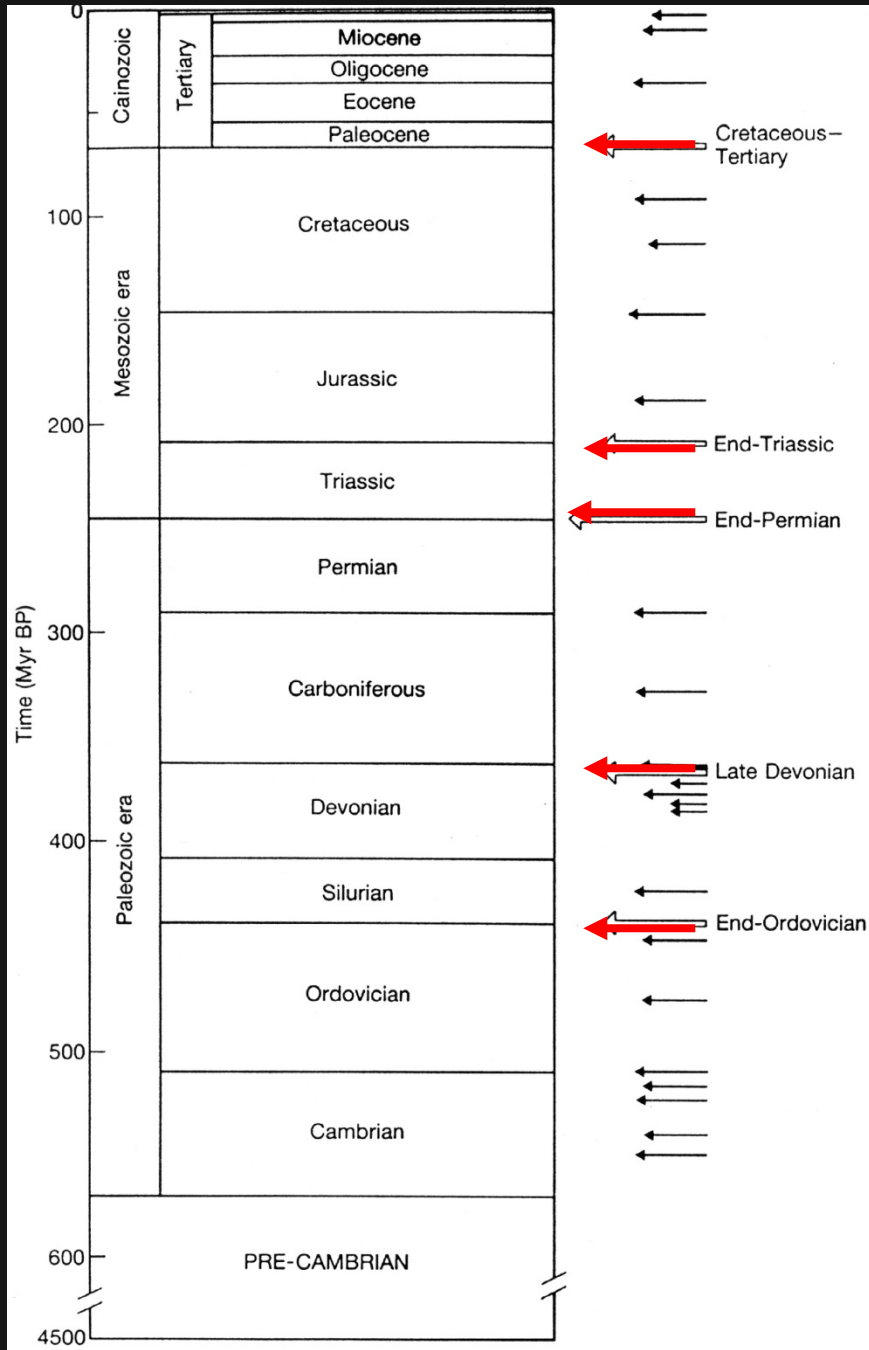
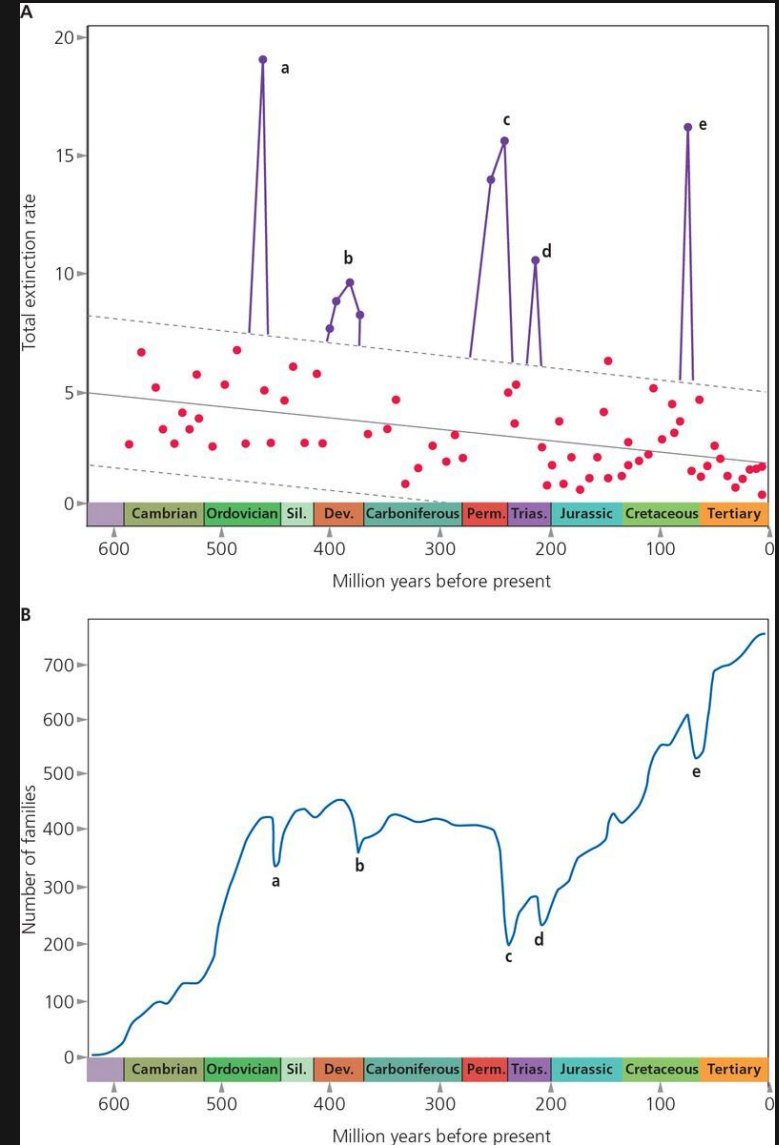
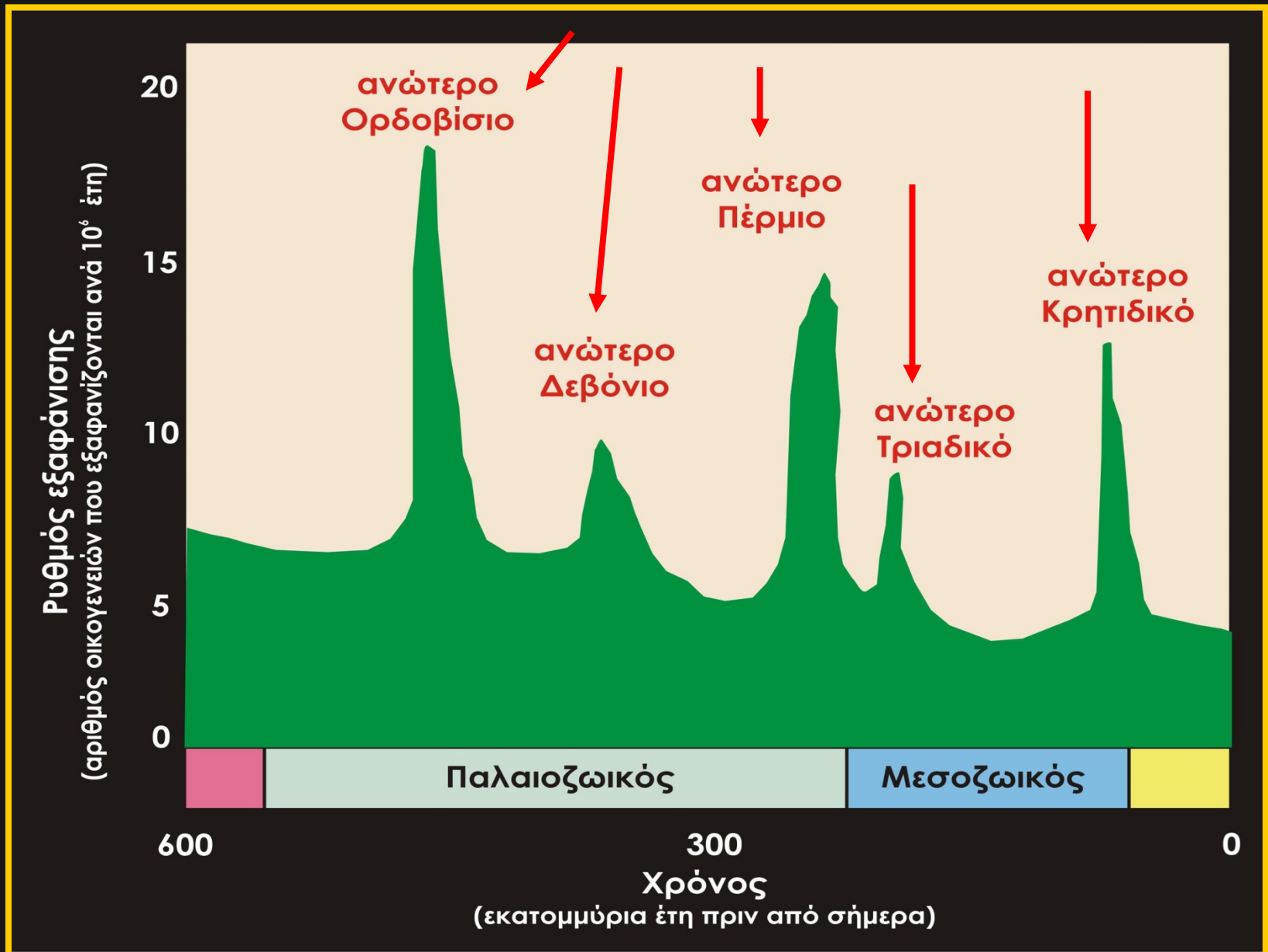


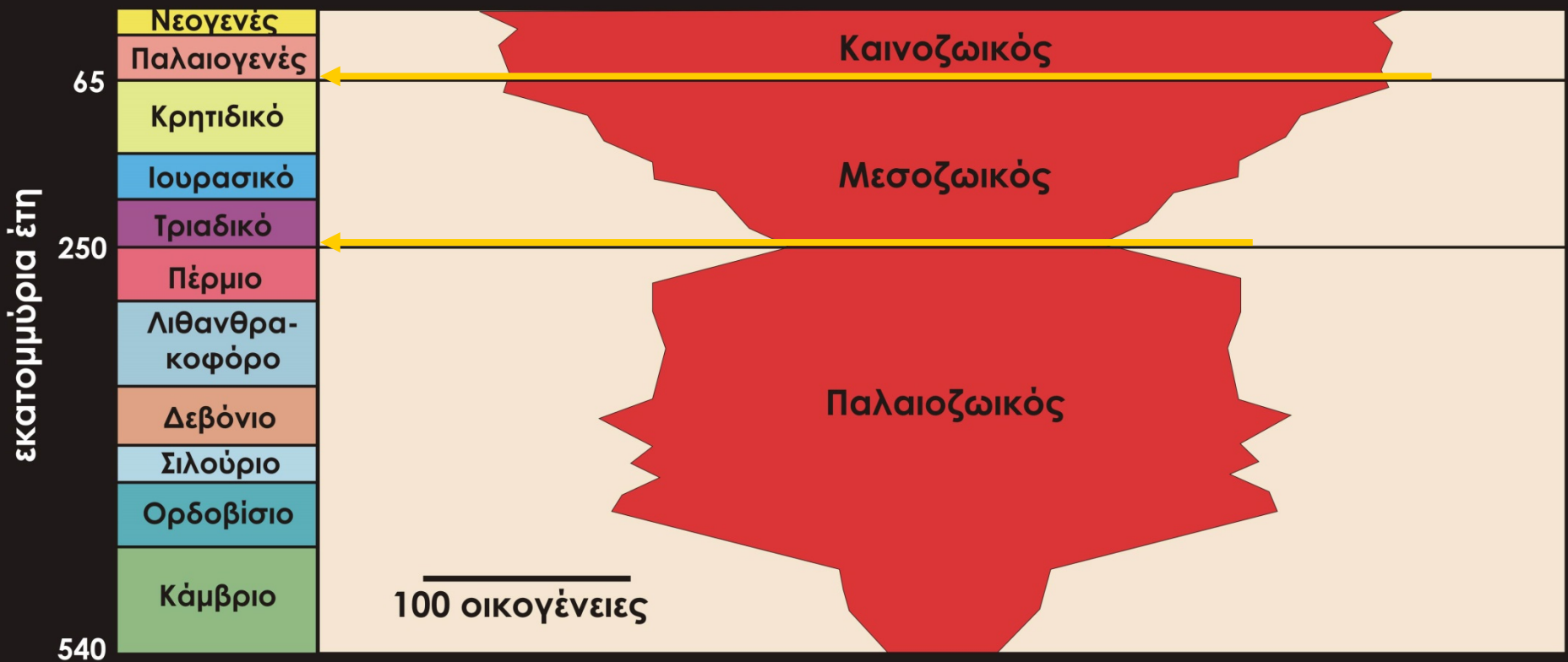
Figure 22.10 Five mass extinctions are particularly clear: Cretaceous, Triassic, Permian, Devonian, and Ordovician. Arrows represent the intensity of extinctions. From Raup (1991).



Στην ιστορία της Γης, πέντε μαζικές εξαφανίσεις ξεχωρίζουν από ένα σύνολο άλλων συνηθισμένων εξαφανίσεων.



Οι περίοδοι των εξαφανίσεων ακολουθούνται από έντονη εξελικτική δραστηριότητα. Οι μεγαλύτερες αλλαγές του βιολογικού κόσμου συνέβησαν στο τέλος του Περμίου και στο τέλος του Κρητιδικού. Δεν είναι τυχαίο, λοιπόν, ότι αυτές χρησιμοποιήθηκαν για να χωρίσουν, η μεν πρώτη, τον Παλαιοζωικό αιώνα από το Μεσοζωικό και η δεύτερη, το Μεσοζωικό από τον Καινοζωικό.

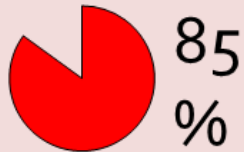


MASS EXTINCTIONS:

The biggest disasters in history

ORDOVICIAN

Death Rate:



Time: 445 million years ago

Likely Causes:

- Rapid global cooling
- Falling sea levels

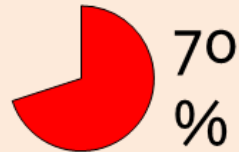
Results:

- Coastal areas destroyed
- Chemical reactions affected by cold



DEVONIAN

Death Rate:



Time: 340 million years ago

Likely Causes:

- Asteroid impact(s)
- Rapid global cooling

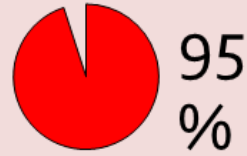
Results:

- Local destruction from debris
- Ocean life affected by temperature



PERMIAN

Death Rate:



Time: 250 million years ago

Likely Causes:

- Volcanic activity
- Increase in Methane and CO₂
- Rapid global warming

Results:

- Oxygen removed from oceans
- Desertification of land



TRIASSIC

Death Rate:



Time: 200 million years ago

Likely Causes:

- Increase in Methane and CO₂
- Rapid global warming

Results:

- Desertification of land
- Frequent heat waves



K-T

Death Rate:



Time: 65 million years ago

Likely Causes:

- Asteroid impact
- Volcanic activity
- Falling sea levels

Results:

- Widespread fires
- Plants disrupted by global ash cloud
- "Nuclear winter"



The five mass extinctions in history

Geological time
(millions of years ago)

Era

Effects on biodiversity:
reduction in the
number of species

1

430

late Ordovician

84-85%

2

360

late Devonian

79-83%

3

250

Permian

95%

4

200

Triassic

79-80%

5

66

late Cretaceous

70-76%

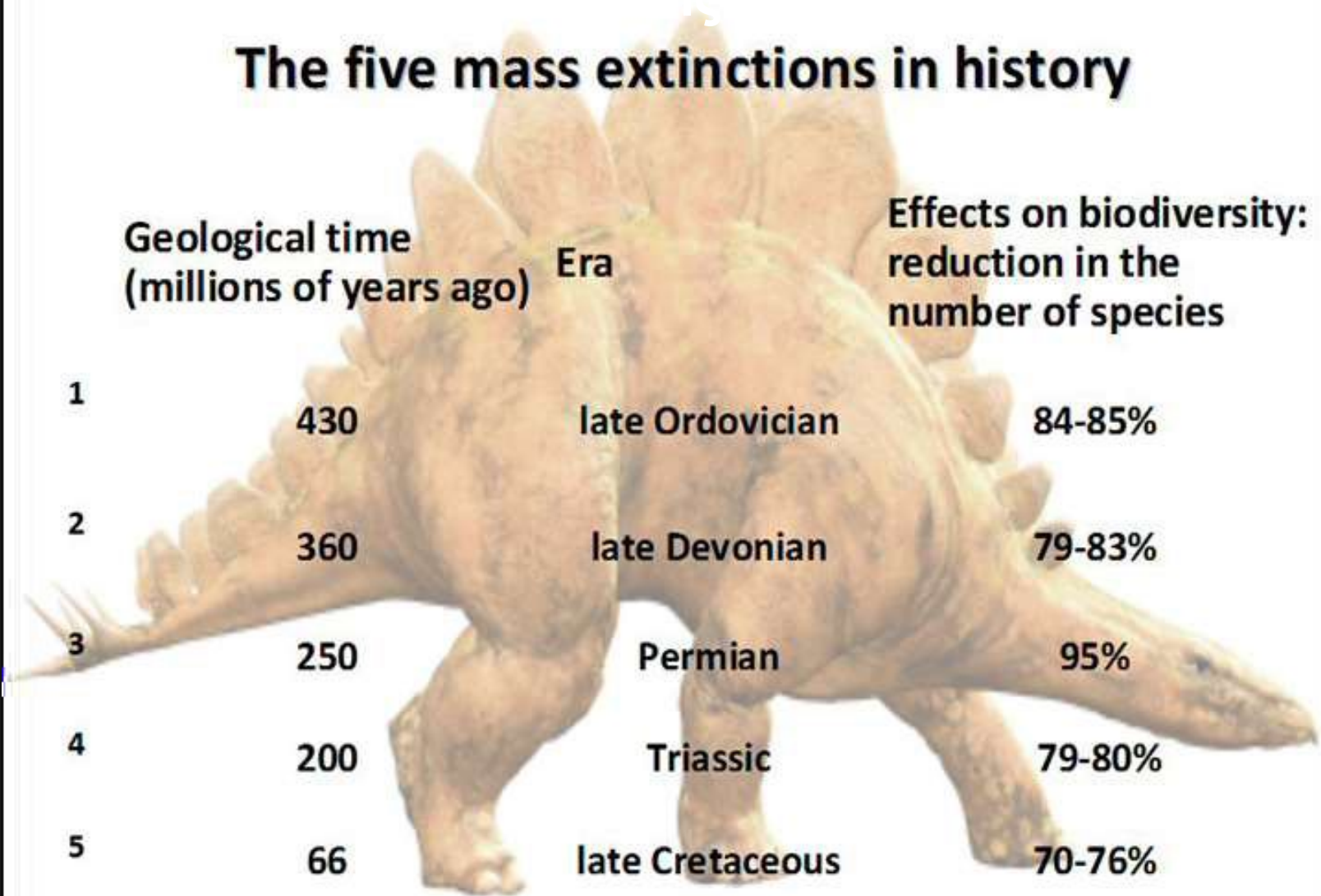


TABLE 14.2 Proposed Causes of the Big Five Mass Extinctions

| Event | Proposed Causes |
|--|--|
| <p>The Ordovician Event Ended 443 million years ago; within 3.3 to 1.9 million years 57% of genera were lost, an estimated 86% of species.</p> | <p>Onset of alternating glacial and interglacial episodes; repeated marine transgressions and regressions. Uplift and weathering of the Appalachians affecting atmospheric and ocean chemistry. Sequestration of carbon dioxide, lowering average global temperatures.</p> |
| <p>The Devonian Event Ended 359 million years ago; within 29 to 2 million years 35% of genera were lost, an estimated 75% of species.</p> | <p>Global cooling (followed by global warming), possibly tied to the diversification of land plants, with associated weathering, soil formation, and fall in atmospheric concentrations of carbon dioxide. Evidence for widespread deep-water anoxia and the spread of anoxic waters by transgressions. Some evidence exists of impacts of an asteroid or comet, but their timing and importance are a subject of debate.</p> |
| <p>The Permian Event Ended 252 million years ago; in less than 60,000 years 56% of genera were lost, an estimated 96% of species.</p> | <p>Siberian volcanism. Global warming. Spread of deep marine anoxic waters. Elevated hydrogen sulfide and carbon dioxide concentrations in both marine and terrestrial realms. Ocean acidification. Evidence for an impact still debated.</p> |
| <p>The Triassic Event Ended 200 million years ago; within 8.3 million years to 600,000 years 47% of genera were lost, an estimated 80% of species.</p> | <p>Activity in the Central Atlantic Magmatic Province thought to have elevated atmospheric carbon dioxide levels, which increased global temperatures and led to a calcification crisis in the world oceans.</p> |
| <p>The Cretaceous Event Ended 65 million years ago; within 2.5 million years to less than a year 40% of genera were lost, an estimated 76% of species.</p> | <p>An impact in the Yucatán is thought to have led to a global cataclysm and caused rapid cooling. Preceding the impact, biota may have been declining owing to a variety of causes: volcanism in India that released carbon dioxide leading to rapid global warming; tectonic uplift altering biogeography and accelerating erosion, potentially contributing to ocean eutrophication and anoxic episodes.</p> |

Αιτιότητα?

- Παγκόσμιες περιβαλλοντικές μεταβολές?
- Παγετώνες?
- Αστεροειδή?
- Ηφαιστειότητα?
- Αύξηση του επιπέδου του CO₂ ?

Η εξαφάνιση Ορδοβισίου - Σιλουρίου

- Πριν από 439 εκατομμύρια χρόνια
- Προκλήθηκε από την πτώση της στάθμης της θάλασσας κατά τον σχηματισμό των παγετώνων και στη συνέχεια, από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, καθώς οι παγετώνες έλιωναν.
- Εξαφανίστηκαν περίπου το 25% θαλάσσιων οικογενειών
- Εξαφανίστηκαν περίπου το 60% το θαλάσσιων γενών

Τέλος της μαζικής εξαφάνισης του Ορδοβισίου - 443 Μα



Αναπαράσταση της ζωής πριν
από τη μαζική εξαφάνιση του
ανώτερου Ορδοβισίου (πριν
440 εκατ. χρόνια).





Η εξαφάνιση του Ανωτέρου Δεβονίου

- Πριν από 364 εκατομμύρια χρόνια
- Δεν είναι σαφές εάν πρόκειται για 2 μεγάλες μαζικές εξαφανίσεις ή μια σειρά μικρών εξαφανίσεων
- Περίπου το 22% των θαλάσσιων οικογενειών εξαφανίστηκε
- Περίπου το 57% των γενών εξαφανίστηκε
- Πιστεύεται ότι κύρια αιτία ήταν πρόσκρουση αστεροειδούς

Αναπαράσταση της ζωής πριν από τη μαζική
εξαφάνιση του ανώτερου Δεβονίου (πριν 360
εκατ. χρόνια).





**Κοράλλια από το Δεβόνιο της Χίου
(400 εκ. χρόνια πριν)**

Εξαφάνιση του Ανωτέρου Περμίου

- Ανεπίσημα ονομάζεται “το μεγάλο θανατικό”
- Ελαβε χώρα πριν από 251 εκατομμύρια χρόνια
- Ήταν η πιο σοβαρή εξαφάνιση
- 96% όλων των θαλασσιών ειδών εξαφανίστηκε
- 70% των χερσαίων θηλαστικών εξαφανίστηκαν
- η εξαφάνιση διήρκεσε μερικά εκατομμύρια χρόνια
- Τα φυσιολογικά επίπεδα της βιοποικιλότητας επανήλθαν 6 εκατομμύρια χρόνια μετά το τέλος της Πέρμιας περιόδου

- Πιθανή εξήγηση η τεκτονική λιθοσφαιρικών πλακών – δημιουργία Παγγαία.

Εξαφάνιση του Αν. Περμίου

- ❖ **Ο κύριος λόγος ήταν η απώλεια ενδιαιτημάτων-οικοτόπων.**

Η σύγκρουση τεσσάρων ηπειρωτικών μάζων προκάλεσε αύξηση της ανύψωσης της γης προκαλώντας ξηρότερα και ψυχρότερα κλίματα όπου οι οργανισμοί δεν μπορούσαν να επιβιώσουν. Επίσης, αυτό είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της έκτασης των ηπειρωτικών περιθωρίων κατά 50% και τη μείωση της στάθμης της θάλασσας κατά 100 μ. μειώνοντας έτσι το ενδιαίτημα για τη θαλάσσια ζωή στο περίπου 25% του αρχικού. Ο χώρος διαβίωσης της θαλάσσιας ζωής στην κρηπίδα μειώθηκε κατά 75%.

Αναπαράσταση της ζωής πριν από τη μαζική εξαφάνιση του ανώτερου Περμίου (πριν 250 εκατ. χρόνια).



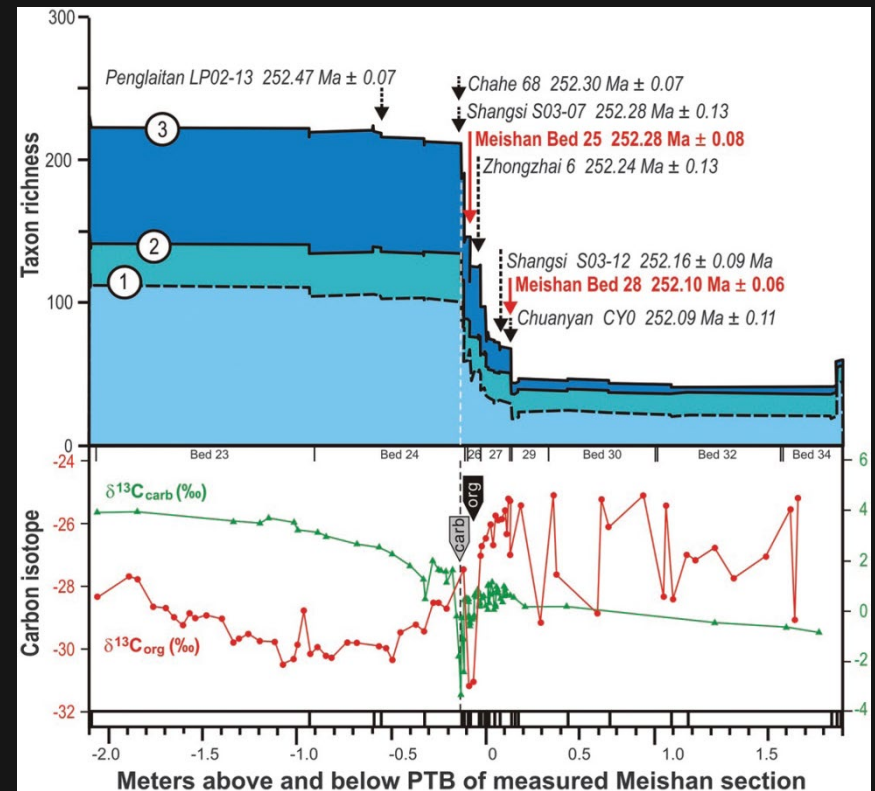
Αμφίβιο του Περμίου.

Η παγκόσμια κλιματική μεταβολή του Περμίου είχε ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση περίπου του **95% της ωκεάνιας ζωής** και του **70% των χερσαίων ερπετών, αμφιβίων, εντόμων και φυτών.**



Βαθμονόμηση της μαζικής εξαφάνισης του Ανωτέρου Περμίου

Η μαζική εξαφάνιση του Ανωτέρου Περμίου ήταν η πιο σοβαρή κρίση βιοποικιλότητας στην ιστορία της Γης. Η χρονολόγηση υψηλής ακρίβειας U-Pb αποκαλύπτει ότι η αιχμή της εξαφάνισης σημειώθηκε λίγο πριν από τα $252,28 \pm 0,08$ Ma, μετά από πτώση 2 ‰ σε $\delta^{13}\text{C}$ διάρκειας 90.000 χρόνια και συνέπεσε με αύξηση του $\delta^{13}\text{C}$ κατά 5 ‰ που εκτιμάται ότι διήρκεσε ≤ 20.000 . Το διάστημα εξαφάνισης ήταν μικρότερο από 200.000 χρόνια και ήταν σύγχρονο σε θαλάσσια και χερσαία περιβάλλοντα. Τα συσχετιζόμενα στρώματα πλούσια σε κάρβουνο και αιθάλη υποδηλώνουν εκτεταμένες πυρκαγιές στην ξηρά. Μια μαζική απελευθέρωση θερμογόνου διοξειδίου του άνθρακα και / ή μεθανίου μπορεί να προκάλεσε την καταστροφική εξαφάνιση.



Εξαφάνιση στο Ανώτερο Τριαδικό

- Πριν από 199 - 214 εκατομμύρια χρόνια
- προκλήθηκε από μαζικές πλημμύρες ή εκρήξεις λάβας από την κεντρική επαρχία του Ατλαντικού - ένα γεγονός που προκάλεσε το άνοιγμα του Ατλαντικού Ωκεανού
- Η ηφαιστειακή δραστηριότητα οδήγησε σε θανατηφόρα υπερθέρμανση του πλανήτη
- 22% των θαλάσσιων οικογενειών
- 52% των θαλάσσιων γενών
- Αγνώστος αριθμός θανάτου σπονδυλωτών

**Αναπαράσταση της ζωής πριν από τη μαζική
εξαφάνιση του ανώτερου Τριαδικού (πριν 200 εκατ. χρόνια).**



Εξαφάνιση Κρητιδικού-Τριτογενούς

Cretaceous Geography

K/T Boundary 66 Ma



- Κανείς δεν ξέρει ακριβώς πώς αυτή η μαζική εξαφάνιση συνέβη και γιατί συνέβη με τέτοιο γρήγορο ρυθμό. Οι επιστήμονες έχουν πολλές θεωρίες

Σημερινές θεωρίες για το συμβάν Κ-Τ

- **αστεροειδής**

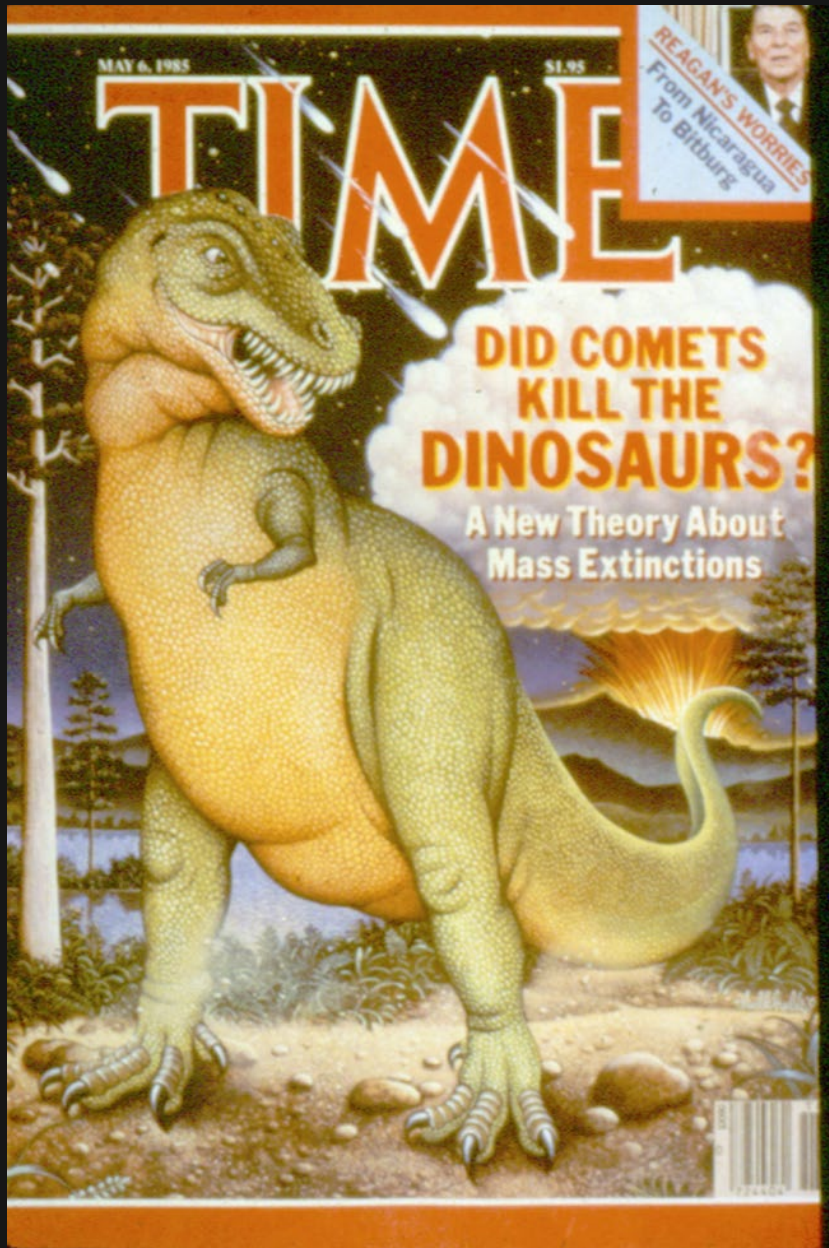
(Alvarez et al., 1980)



- **Μεγάλη ηφαιστειακή έκχυση**

(McLean, 1978; Officer and Drake, 1981)





1985

Υπόθεση #1

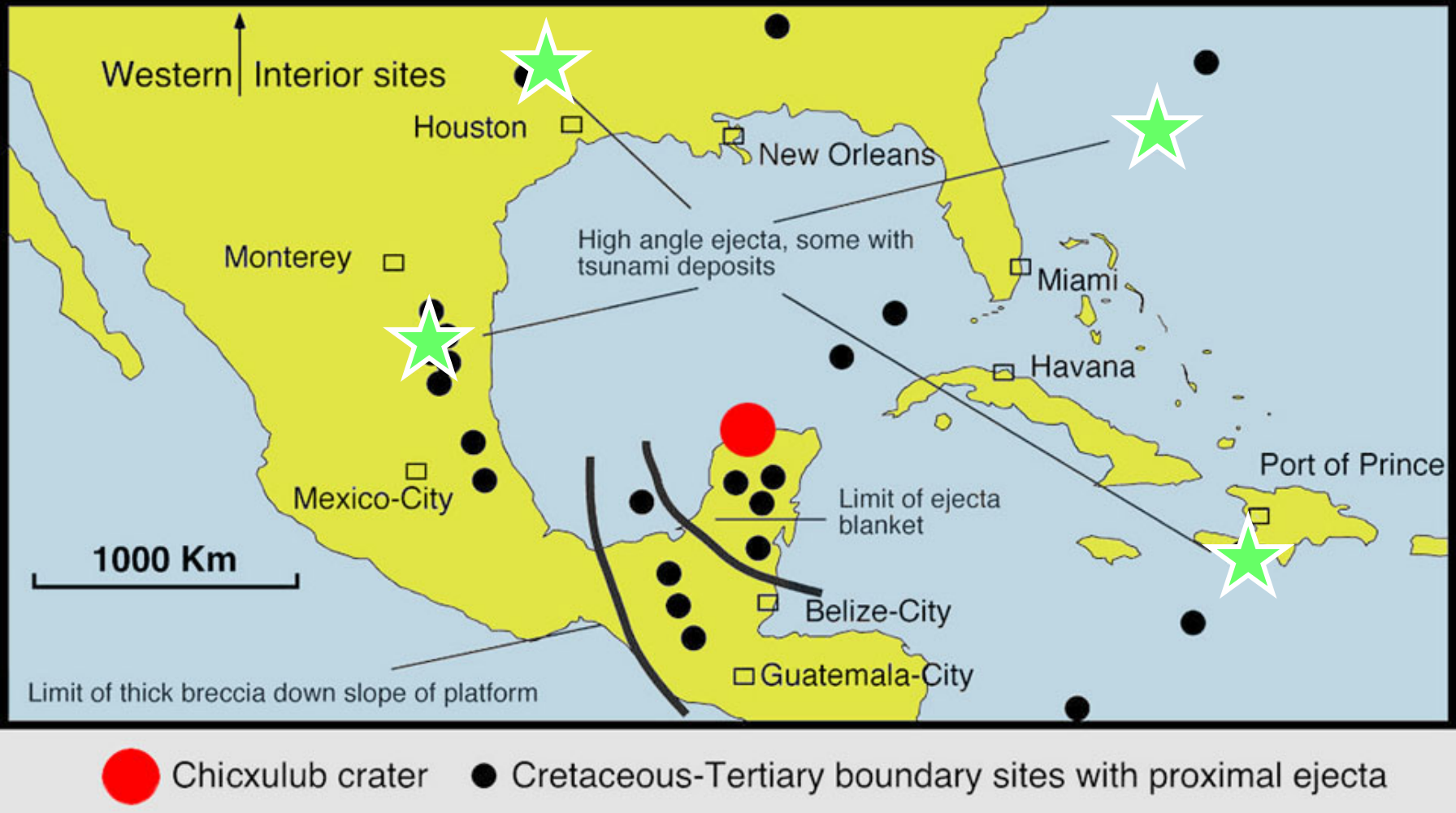
Αστεροειδής ή κομήτης προκάλεσαν τις μαζικές εξαφανίσεις του Κ-Τ συμβάντος



Walter Alvarez

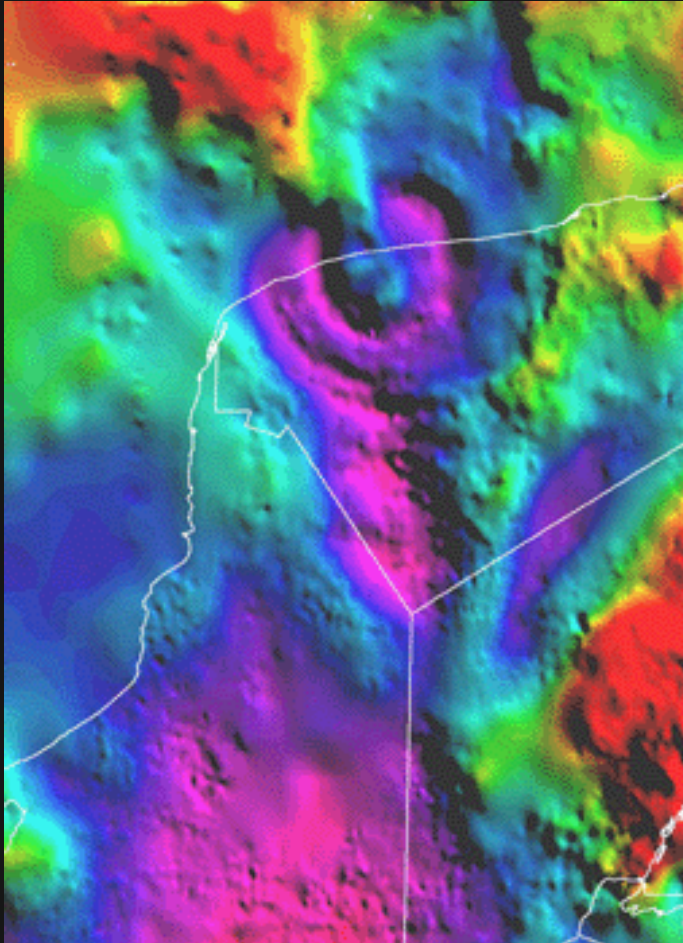
- Η πρώτη και η πιο δημοφιλής θεωρία είναι ότι ένας αστεροειδής έπεσε κάπου στον κόλπο του Μεξικού στη χερσόνησο Γιουκατάν πριν 65 εκατομμύρια χρόνια.
- Η περιοχή που χτυπήθηκε ονομάζεται Chicxulub η οποία έχει διάμετρο 200 χιλιόμετρα καθιστώντας τον ίδιο τον αστεροειδή περίπου 9 μίλια πλάτος

1991 – Ανακάλυψη του κρατήρα του Chicxulub

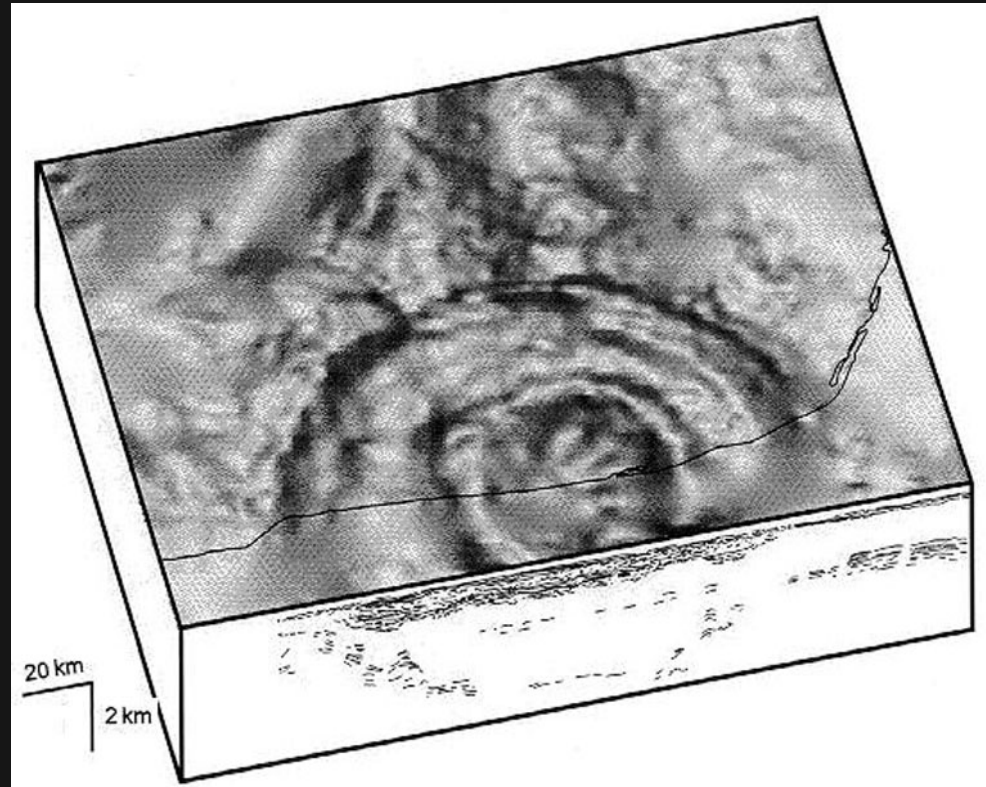


Subsurface imaging of the Chicxulub Crater

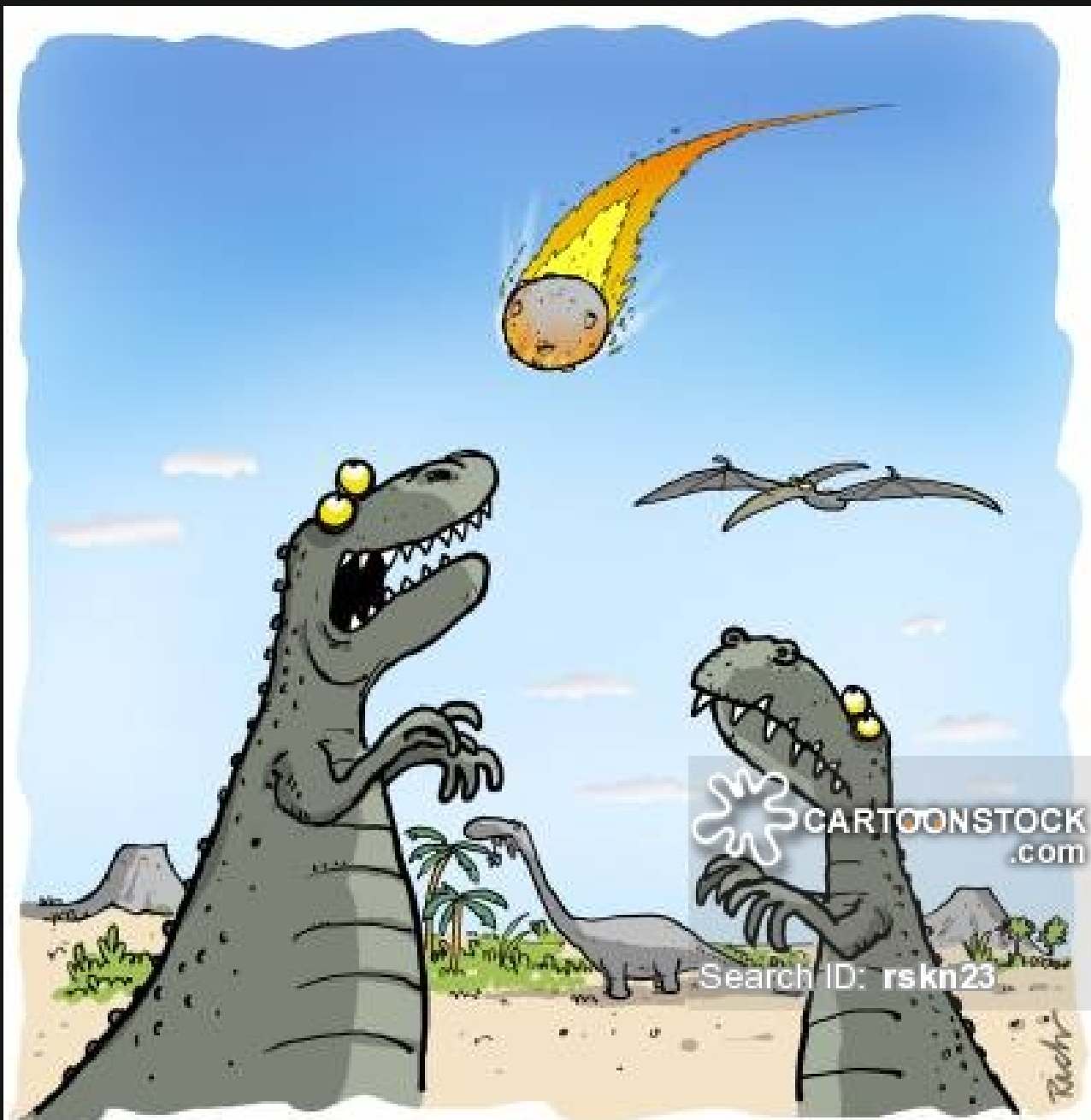
Gravity anomaly map



Seismic reflection data.





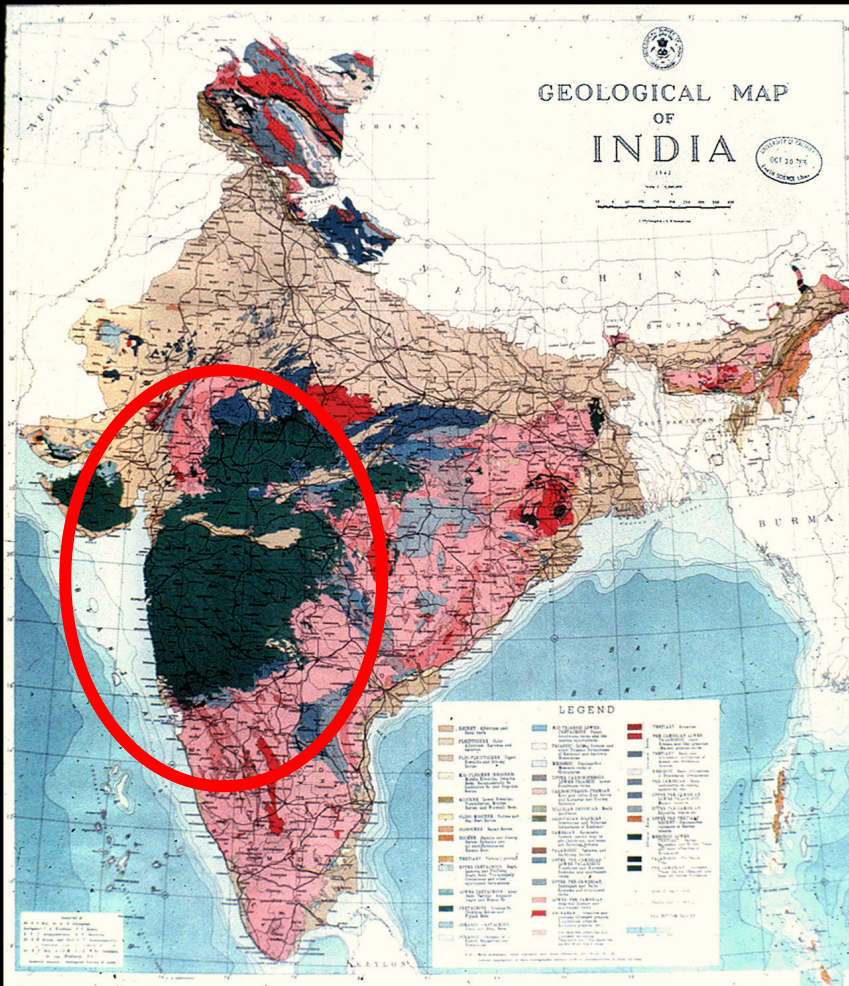


"WELL, THERE'S SOMETHING YOU DON'T SEE EVERY DAY."

Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction



Υπόθεση #2: Μαζική ηφαιστειότητα προκάλεσε τις μαζικές εξαφανίσεις



King Arthur's Seat, Mahabeshwar, India

Deccan lavas

Μεγάλη έκχυση βασαλτικής
λάβας (Deccan Traps, Ινδία)

Dewy McClean, Charles
Officer

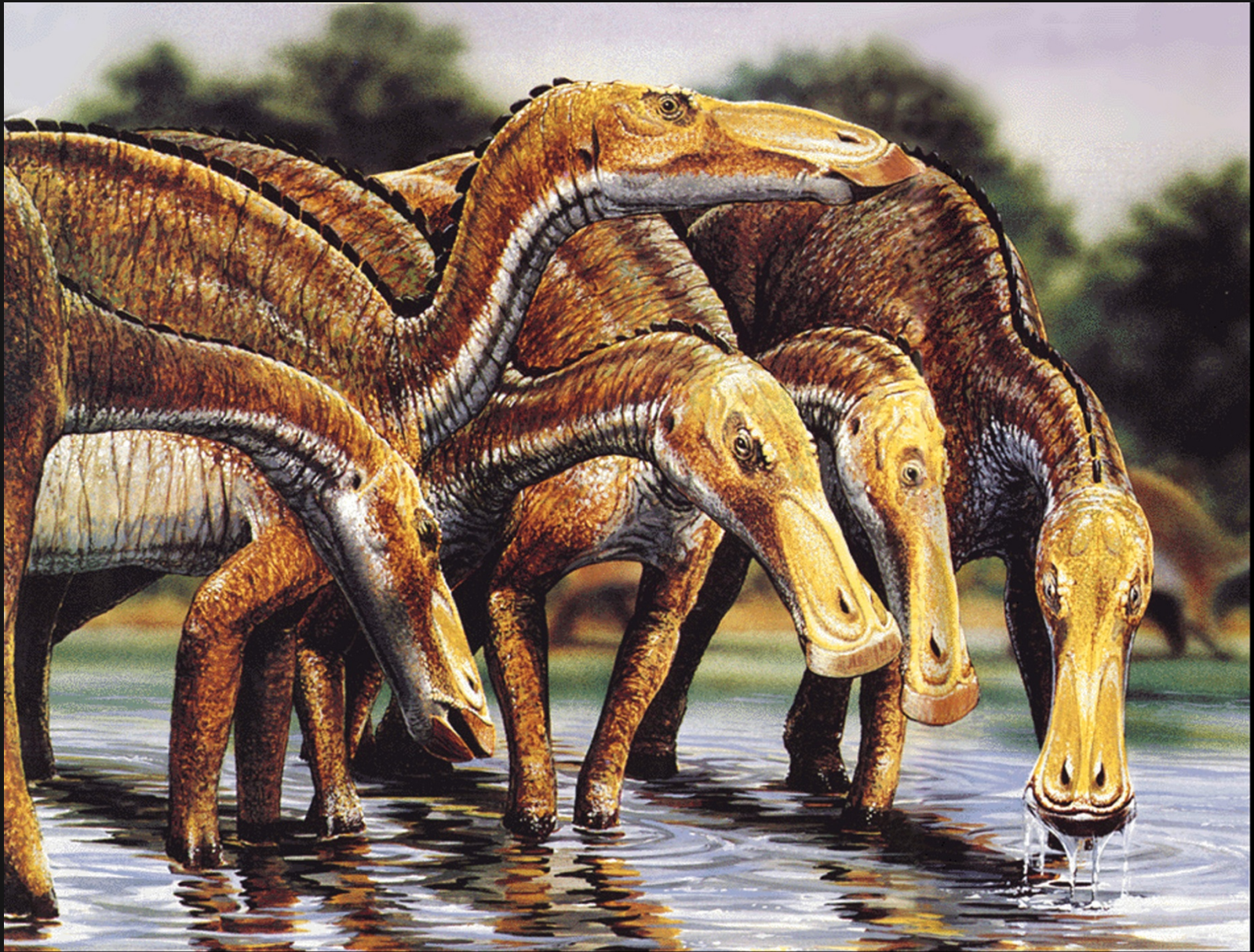


Οι εκρήξεις στο Deccan trap
έλαβαν χώρα στο όριο K-T
(πριν από 66 εκατομ. χρόνια).

Ιδέα: οδήγησε σε μεγάλη
απελευθέρωση CO₂; αύξηση
της θερμοκρασίας σκότωσε
τους δεινόσαυρους ...

- Προκλήθηκαν δασικές πυρκαγιές καθώς και ηφαιστειακές εκρήξεις σε όλη τη γη, καθώς και παλιρροϊκά κύματα, ισχυρές καταιγίδες που εξαφάνισαν το ηλιακό φως.
- Το ηλιακό φως έκανε έξι μήνες να επιστρέψει στη γη.
- Οι δεινόσαυροι, ακόμη και στην ακμή τους, δεν είχαν καμία ελπίδα, χωρίς το φως του ήλιου και τη χλωρίδα, με αποτέλεσμα το τέλος της βασιλείας των δεινοσαύρων πριν από 165 εκατομμύρια χρόνια.

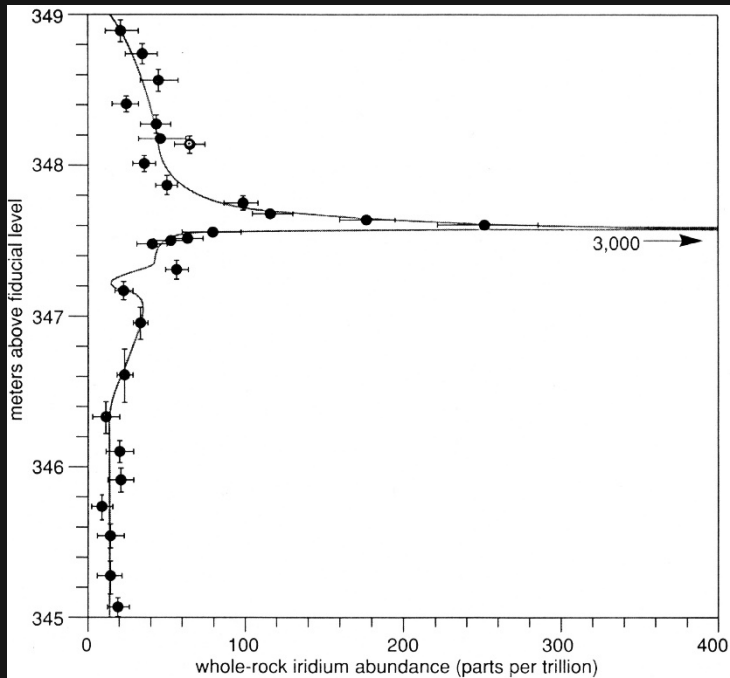
- Μία άλλη θεωρία είναι ότι η αλλαγή του κλίματος εξαφάνισε τους φυτοφάγους δεινόσαυρους λόγω έλλειψης τροφίμων.
- Η Κρητιδική περίοδος ήταν τροπική , το ίδιο και το σχεδόν 50 % της χλωρίδας.
- Η απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας επηρέασε τη χλωρίδα και κατά συνέπεια και τη διατροφή των φυτοφάγων οργανισμών.
- Η εξαφάνιση των φυτοφάγων είχε ως αποτέλεσμα τα σαρκοφάγα να ξεμείνουν από τροφή κι αυτά.



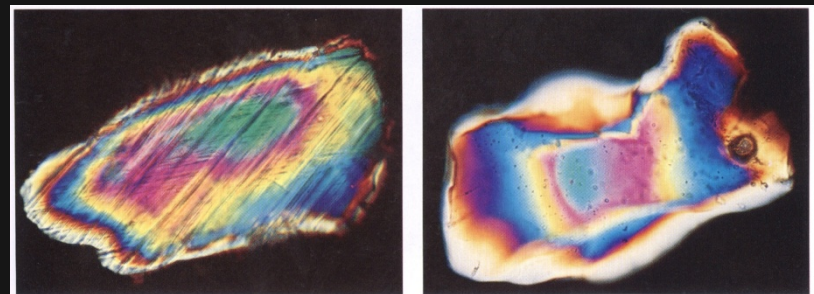
Anatotitan by Bonna Braginetz

Hadrosaurs - duck-billed dinosaurs

IRIDIUM LAYER AT THE K/T BOUNDARY



SHOCKED QUARTZ



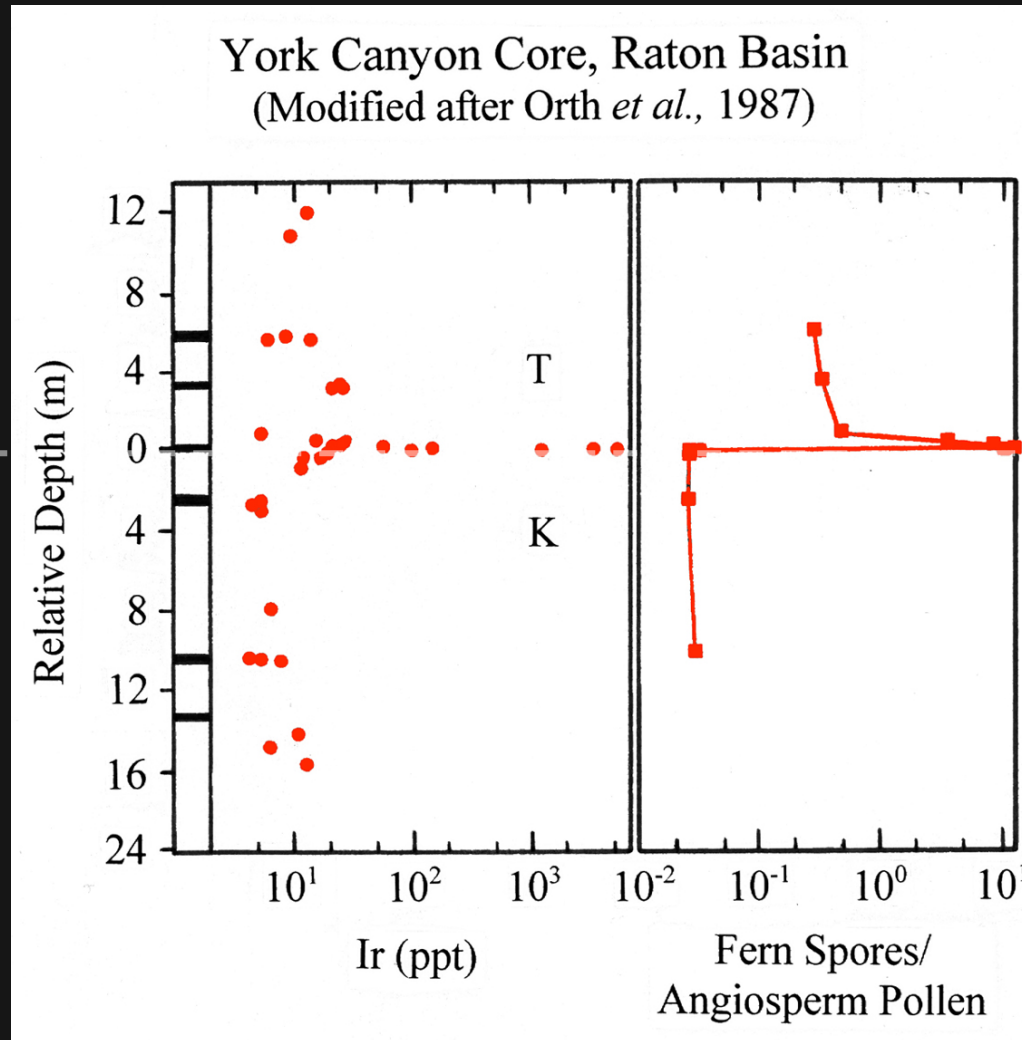
Φτέρη: το πρώτο φυτό ανάκαμψης

“Pioneer effect”



Another test of the idea:
We should expect to find fern spores

Σπόροι φτέρης σηματοδοτούν την οικολογική ανάκαμψη



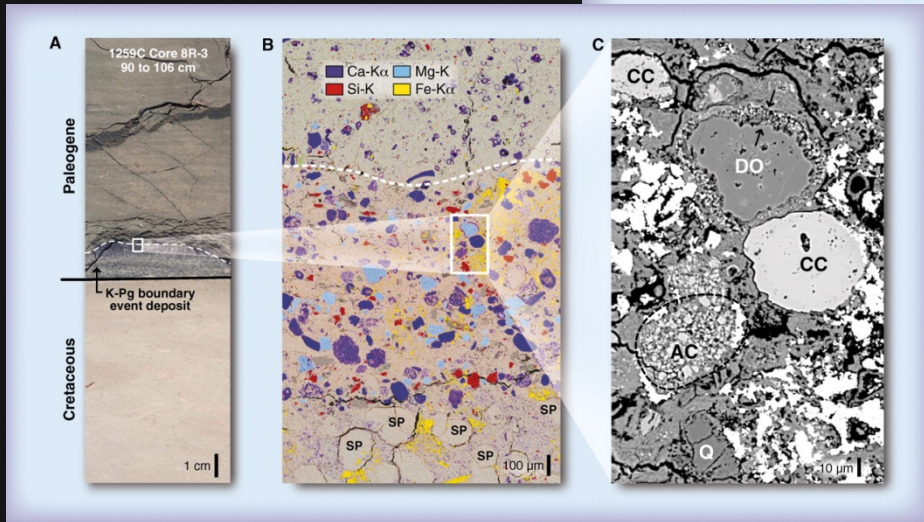
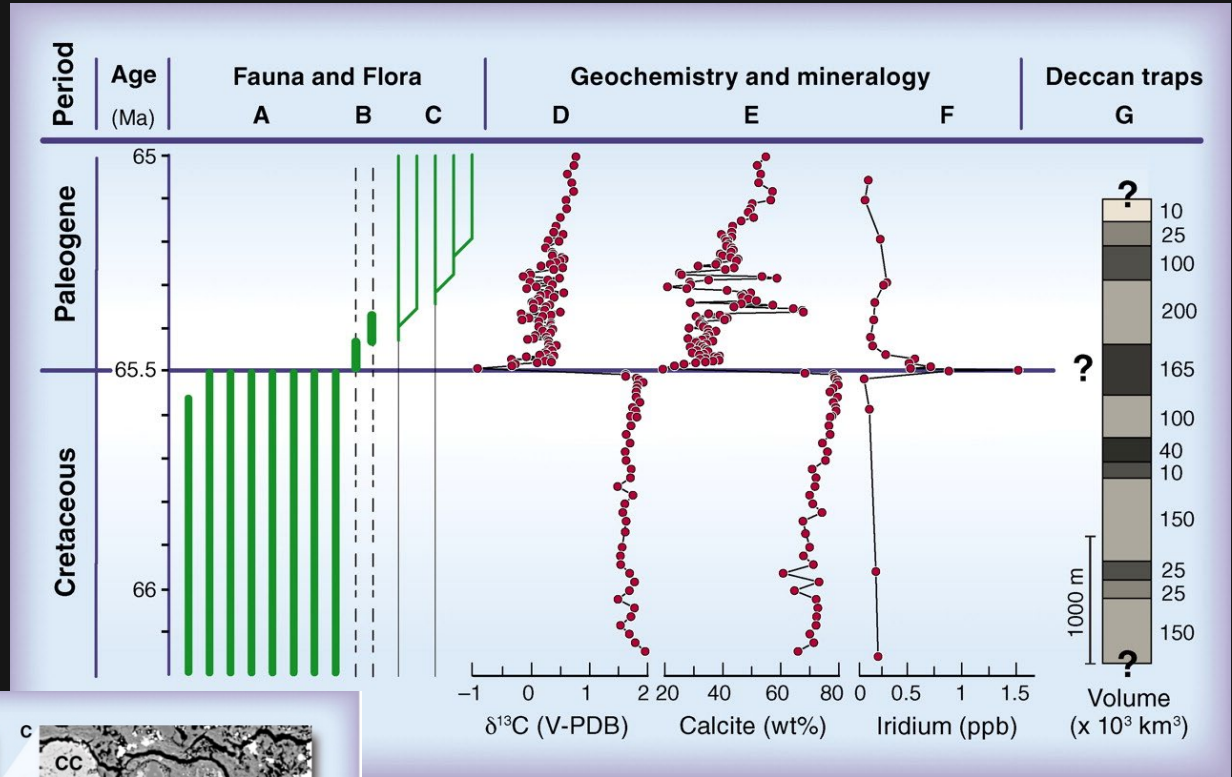
Colorado



Ένα λεπτό στρώμα αργίλου πλούσιο σε ιρίδιο, πάχους 2 εκατοστών βρέθηκε σε όλο τον κόσμο μέσα σε ιζηματογενή πετρώματα.

Το όριο Κ-Τ χρονολογείται στα $65.5 \text{ Ma} \pm 0.3 \text{ Ma}$

The Chicxulub Asteroid Impact and Mass Extinction at the Cretaceous-Paleogene Boundary



Science 5 March 2010:
 Vol. 327, no. 5970, pp. 1214 - 1218
 DOI: 10.1126/science.1177265



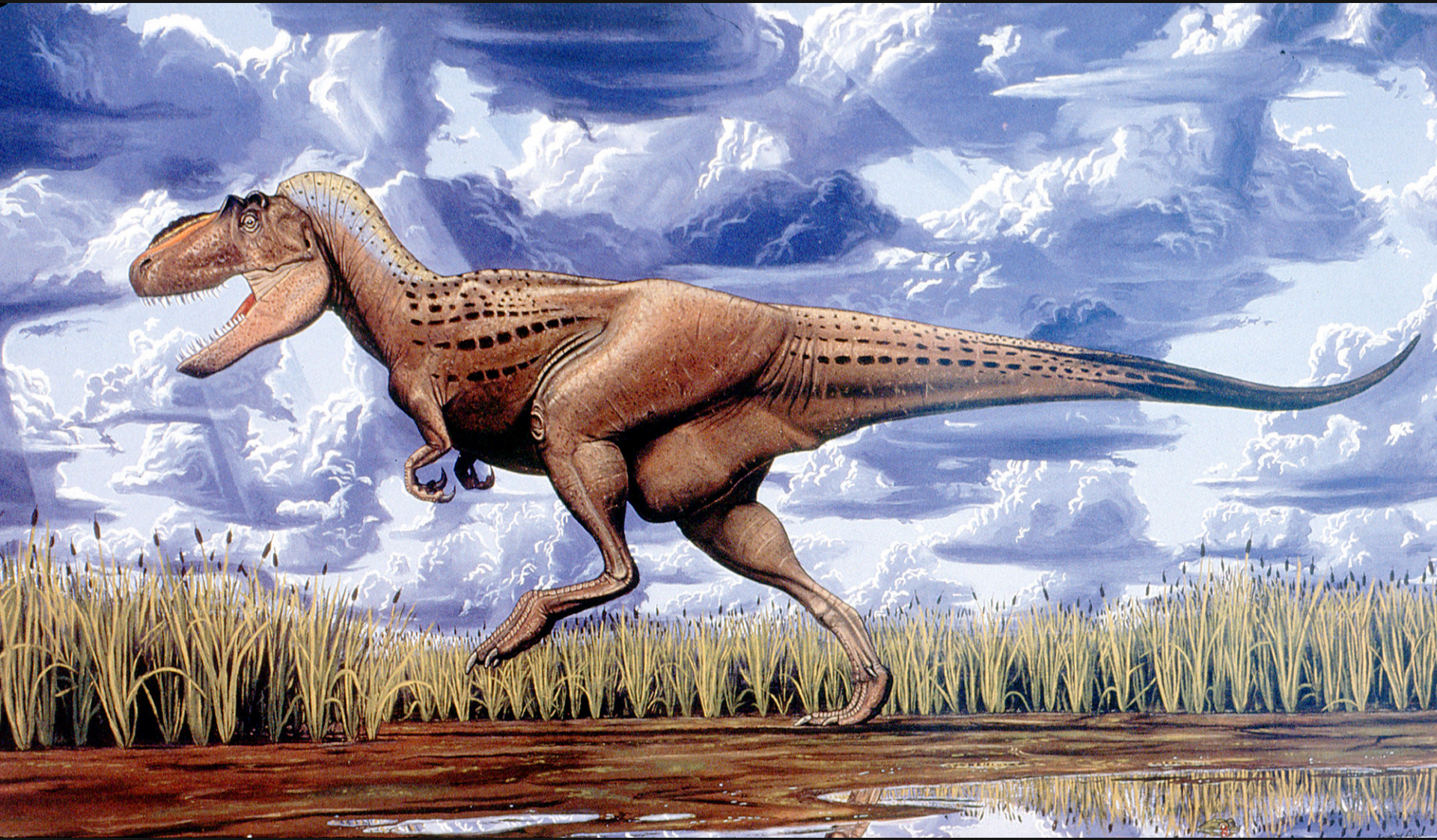
Pterosaur - winged dinosaur



Mosasaur - Large water snake

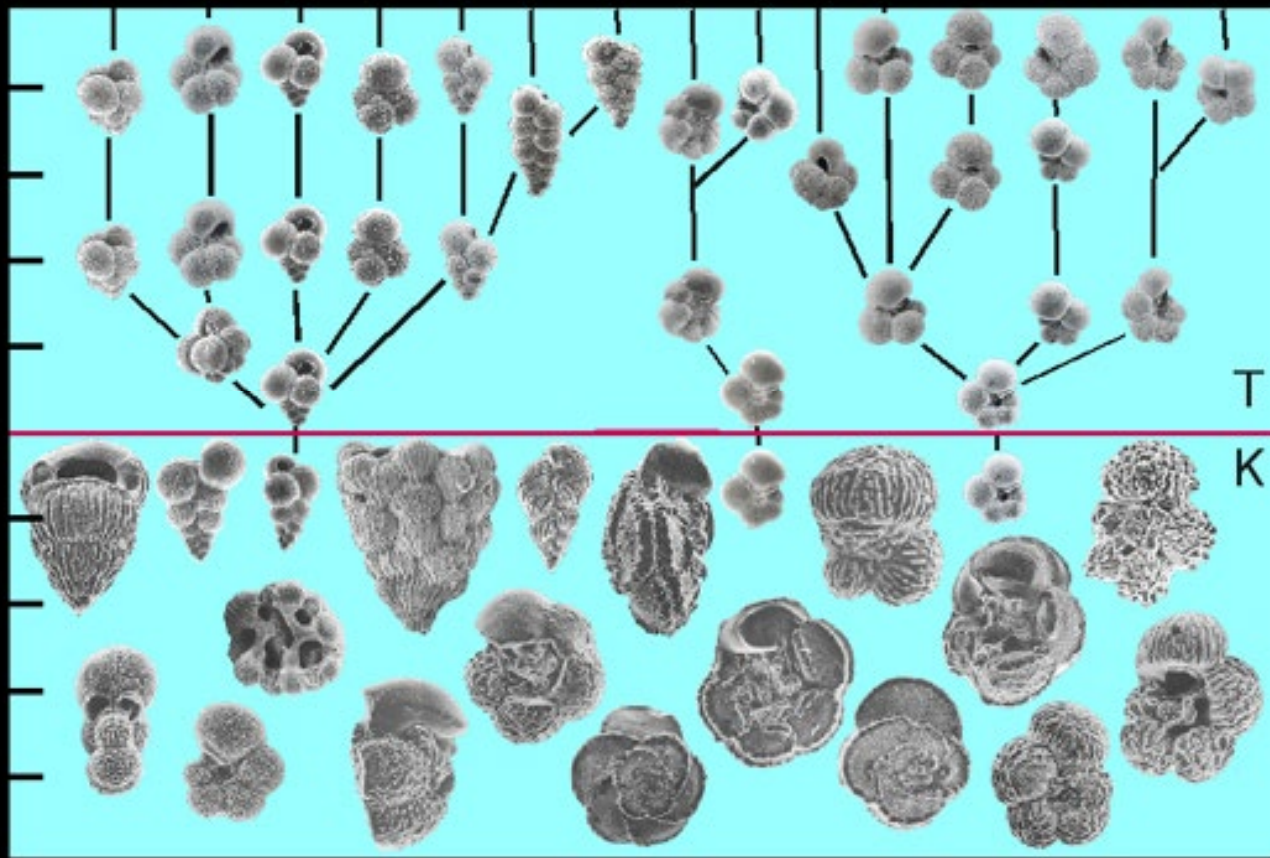


Giant shark και Elasmosaurus, μεγάλο με μακρύ λαιμό ερπετό που κολυμπάει



Οι εξαφανίσεις στο θαλάσσιο βασίλειο ήταν πάρα πολύ μεγάλες ...

Χρόνος



90% των θαλασσίων φυκών
85% των θαλασσίων πλαγκτονικών οργανισμών
50% δίθυρων
Όλοι οι αμμωνίτες



Αμμωνίτες

**Αναπαράσταση της ζωής πριν από τη μαζική εξαφάνιση
του ανώτερου Κρητιδικού (πριν 65 εκατ. χρόνια).**



Ποιος επέζησε;;;

- Θηλαστικά!
 - Μικρά, σπάνια στο Κρητιδικό.
- Πτηνά
 - Σύγχρονοι απόγονοι των δεινοσαύρων
- Χελώνες, κροκόδειλοι, σαύρες
- Θαλάσσια πανίδα βαθιάς θάλασσας

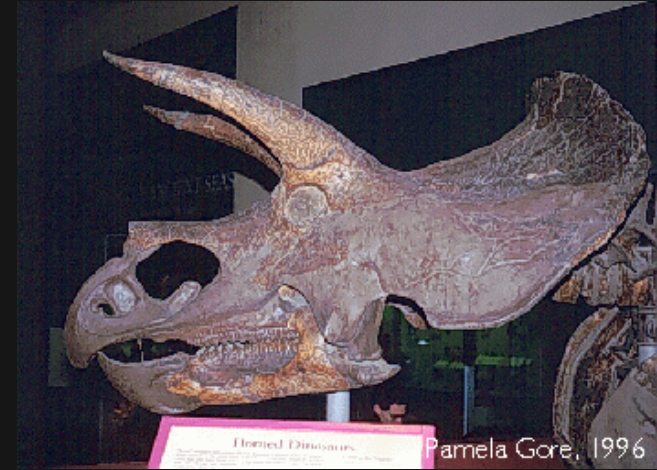
Συνέπεια της εξαφάνισης των δεινοσαύρων: ... αύξηση των πρωτευόντων



Australopithecus afarensis
(~ 3 εκατομ. χρόνια πριν)

Μαζική Εξαφάνιση Ανώτερου Κρητιδικού

Δεν είμαστε σίγουροι για το τι ακριβώς συνέβη. Αυτό που γνωρίζουμε είναι ότι ένα ή πολλά γεγονότα συνέβησαν μέσα σε μια χρονική περίοδο που άλλαξε δραστικά το κλίμα της γης. Είτε πρόκειται για μετεωρολογικές επιπτώσεις, ηφαιστειακές εκρήξεις είτε για πολλούς άλλους λόγους, ο πληθυσμός των δεινοσαύρων δεν μπορούσε να αντιμετωπίσει την περιβαλλοντική αλλαγή.



Oleg Karasov, 2003
<http://gkarr.rz.ru> E-mail: gkarr@mail.ru

ΣΥΝΕΠΩΣ:

Πέντε μαζικές εξαφανίσεις

- Ορδοβίσιο-Σιλούριο- 439 εκατ. χρ. πριν,
- Ανώτερο Δεβόνιο- 364 εκατ. χρ. πριν
- Πέρμιο-Τριαδικό- 251 εκατ. χρ. πριν
- Τέλος Τριαδικού, - 199 - 214 εκατ. χρ. πριν
- Κρητιδικό-Τριτογενές, 65 εκατ. χρ. πριν

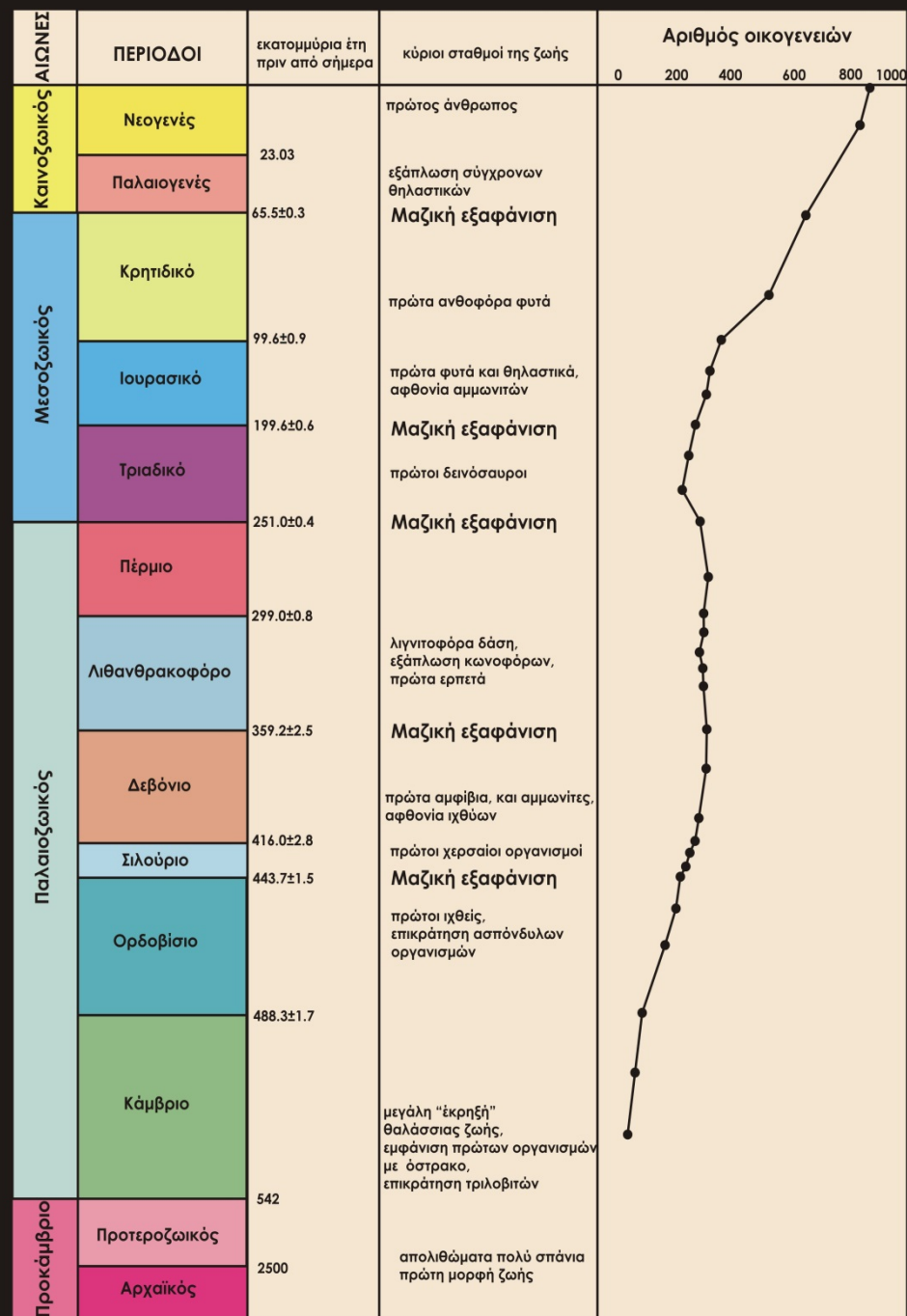
Μαζικές εξαφανίσεις στο Γεωλογικό παρελθόν:

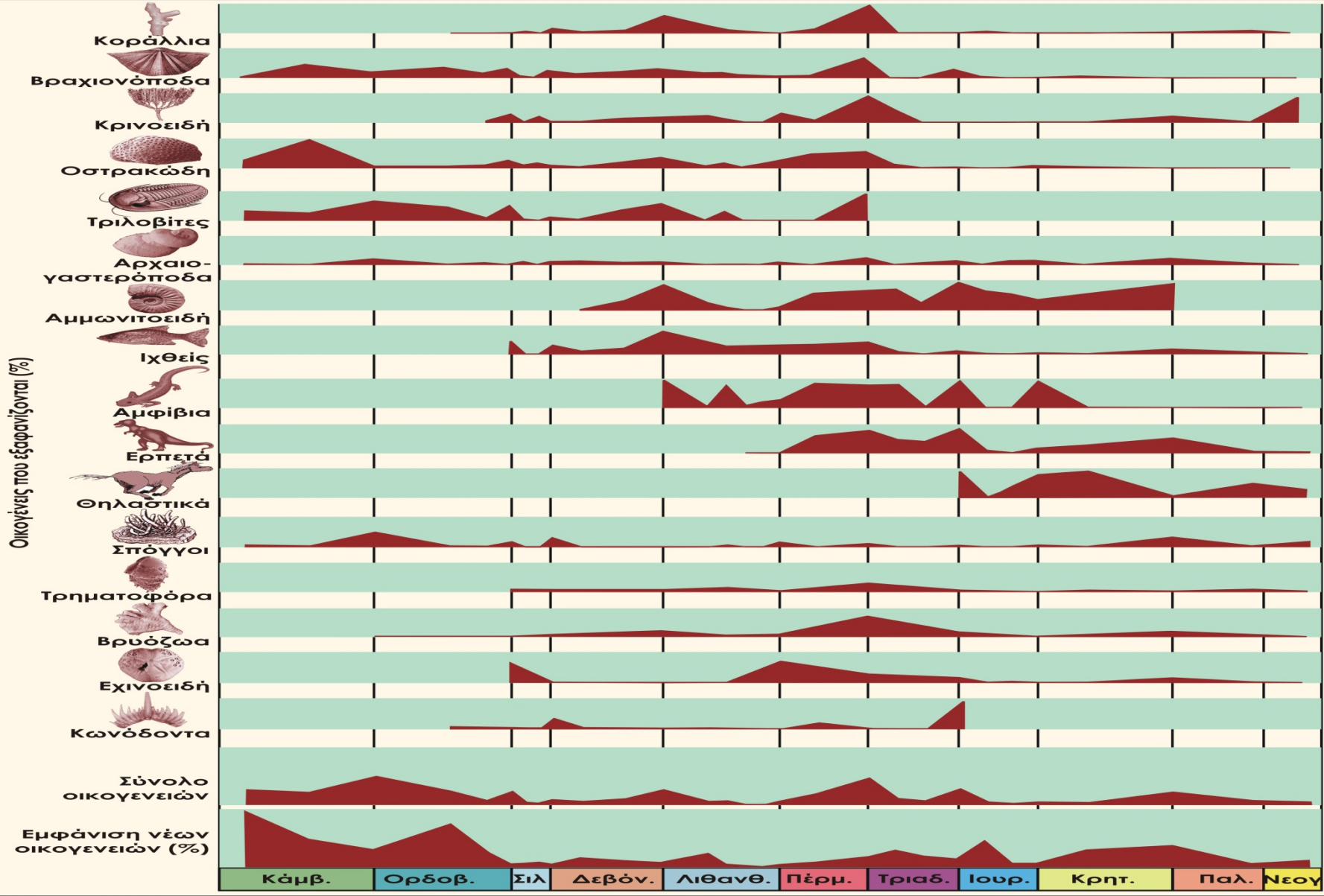
- ❖ Η πιο ευρέως αποδεκτή υπόθεση για την εξαφάνιση στο **τέλος του Παλαιοζωικού**, είναι η τεκτονική συναρμολόγηση της υπερηπείρου Pangea, η οποία είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια των οικοτόπων,.
- ❖ Η πιο ευρέως αποδεκτή υπόθεση για την εξαφάνιση στο **τέλος του Μεσοζωικού**, είναι η επίδραση ενός μεγάλου μετεωρίτη και η αντίστοιχη διαταραχή του κλίματος.
- ❖ Άλλες πιθανές ερμηνείες:
 1. πτώση θαλάσσιας στάθμης,
 2. κλιματικές μεταβολές,
 3. παρατεταμένες ηφαιστειακές εκρήξεις,
 4. περιόδοι έλλειψης οξυγόνου στους ωκεανούς.

Από το σύνολο των ειδών που έχουν ζήσει στη Γη από την πρώτη εμφάνιση της ζωής, περίπου πριν από 3,7 δισ. χρόνια, μόνο το ένα στα χίλια εξακολουθεί να ζει και σήμερα.

Όλα τα υπόλοιπα έχουν εξαφανιστεί.

Περίπου 2.500 οικογένειες ζώων, με μέσο όρο μακροβιότητας κάτι λιγότερο από 75 εκατ. χρόνια, έχουν αφήσει απολιθωμένα σκελετικά στοιχεία. Το μεγαλύτερο μέρος από αυτές έχει χαθεί χωρίς να αφήσει απογόνους.





Οι εξαφανίσεις των κυριότερων ομάδων των ζωικών οργανισμών, από το Κάμβριο έως σήμερα (τα τελευταία 542 εκατ. χρόνια ζωής του πλανήτη).

Η εμφάνιση και η εξέλιξη τριών ομάδων θαλάσσιων οργανισμών (ναυτιλοειδή, αμμωνίτες, τριλοβίτες).

Χαρακτηριστική είναι η εξελικτική πορεία των αμμωνιτών, οι οποίοι έφτασαν δύο φορές κοντά στην εξάλειψη πριν την τελική εξαφάνισή τους στο ανώτερο Κρητιδικό (πριν 65 εκατ. χρόνια).

ναυτιλοειδή

αμμωνίτες

τριλοβίτες

Νεογενές

Παλαιογενές

Κρητιδικό

Ιουρασικό

Τριαδικό

Πέρμιο

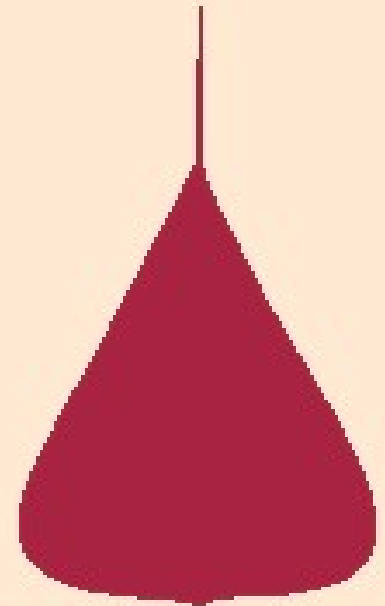
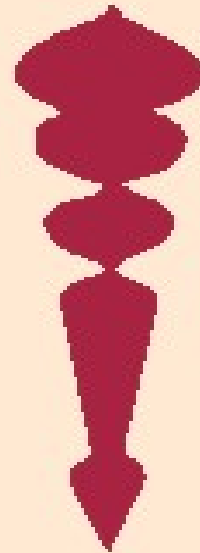
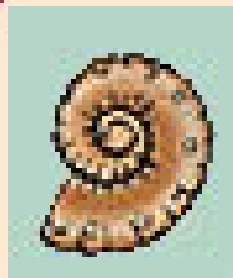
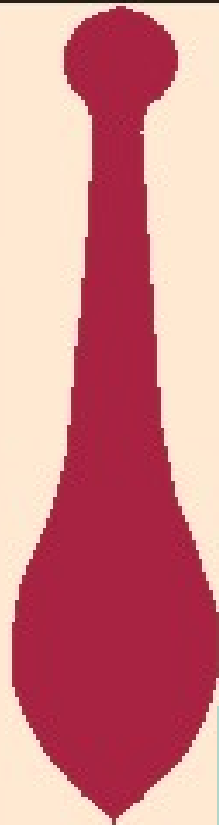
Λιθανθρα-
κοφόρο

Δεβόνιο

Σιλούριο

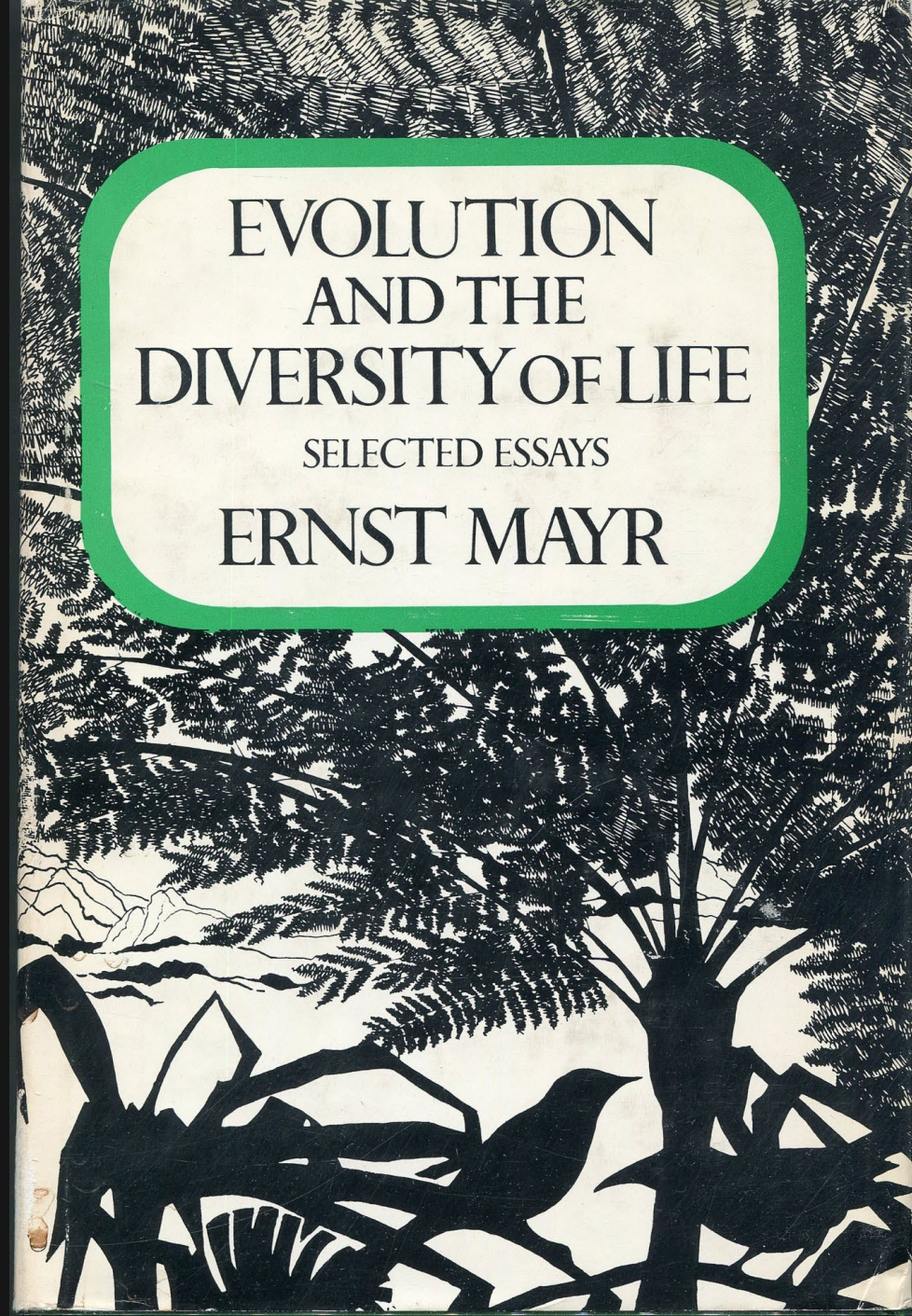
Ορδοβίσιο

Κάμβριο



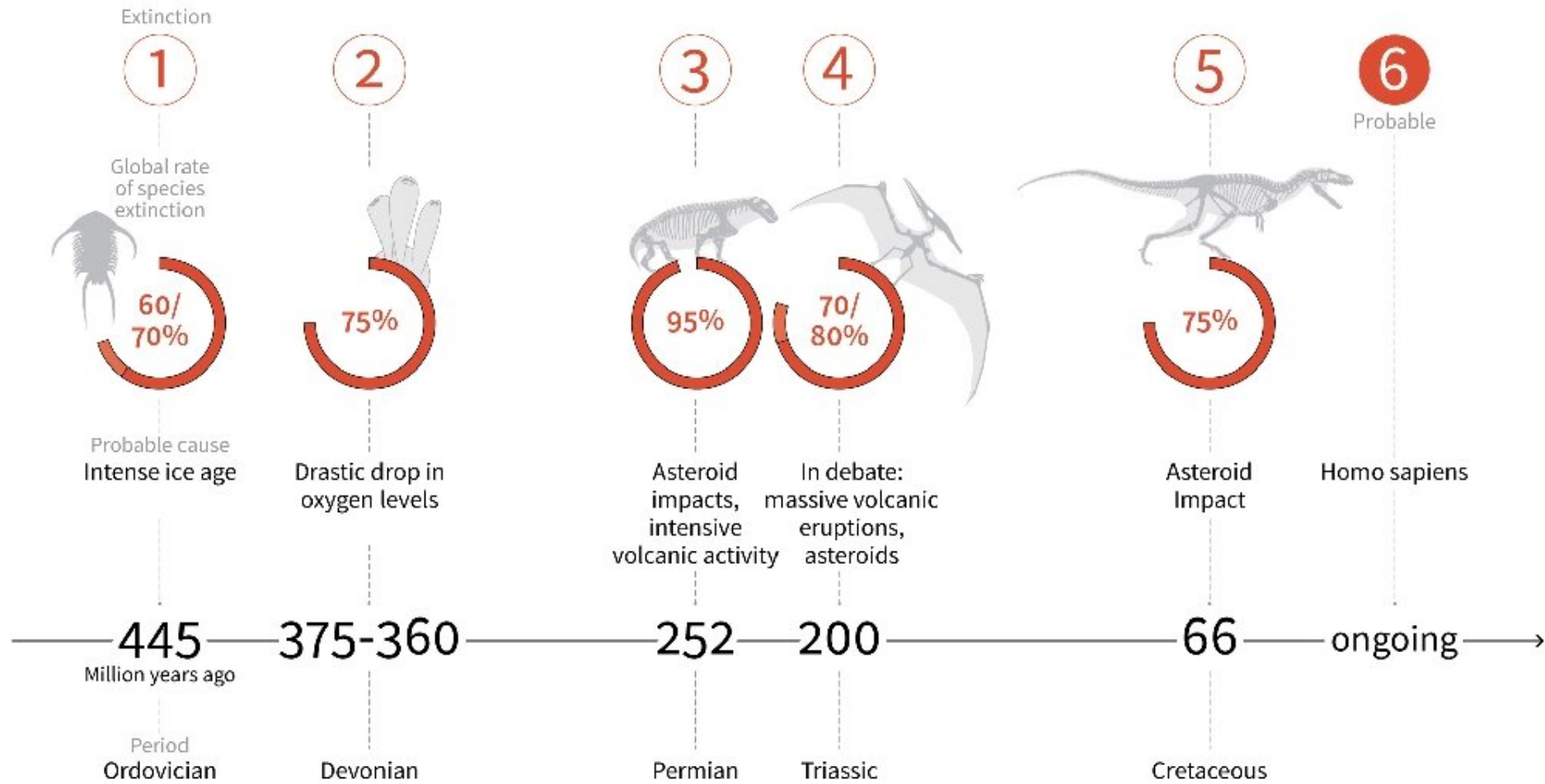
Και 6^η μαζική εξαφάνιση;;;

- Αυτή η εξαφάνιση αναφέρεται ως εξαφάνιση του Πλειστοκαίνου. Οι εξαφανίσεις περιλαμβάνουν πουλιά, θηλαστικά, ερπετά, και αμφίβια, εξαιτίας κυρίως ανθρωπογενούς επίδρασης.



Earth's "mass extinctions"

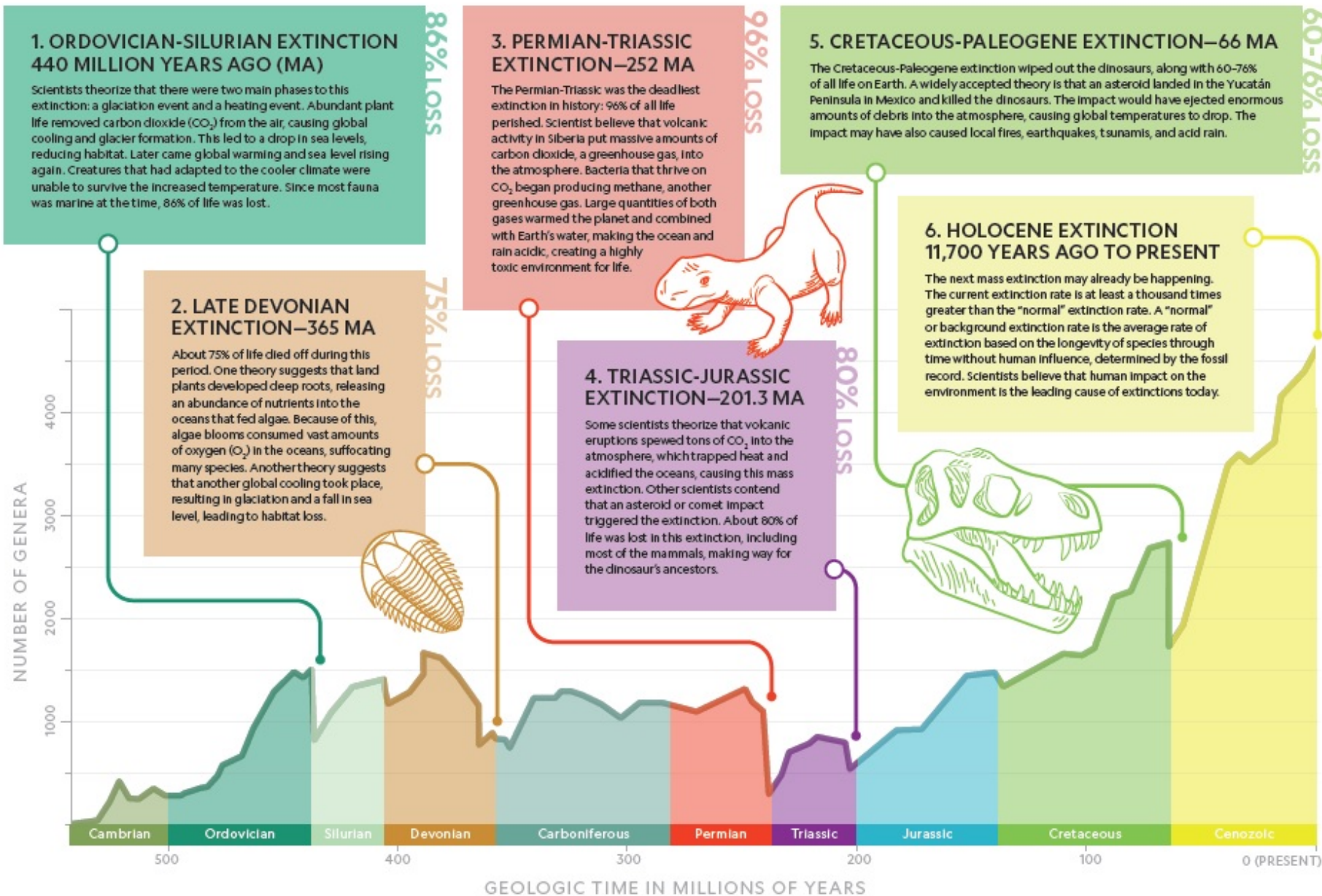
During the last 500 million years, Earth has experienced five periods when at least half the living creatures were wiped out



Sources: National Geographic, Encyclopedia Britannica, scientific studies

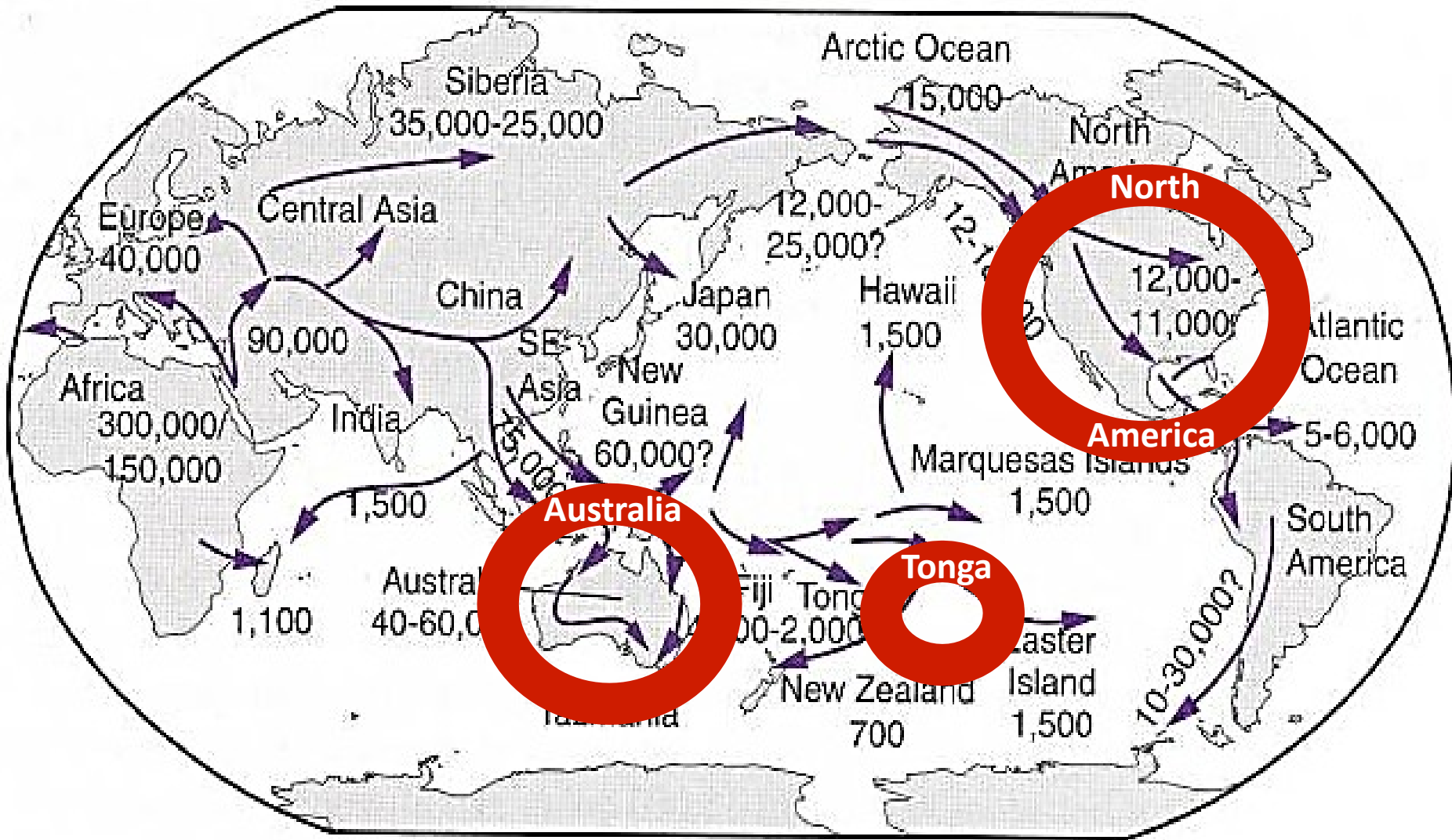
MASS EXTINCTIONS

A mass extinction is a sharp spike in the rate of extinction of species caused by a catastrophic event or rapid environmental change. Scientists have been able to identify five mass extinctions in Earth's history, each of which led to a loss of more than 75 percent of animal species.



- Αυτές οι εξαφανίσεις πιστεύεται ότι άρχισαν τη στιγμή που ο *Homo sapiens* ξεκίνησε να μεταναστεύει από την Αφρική μέσω χερσαίων γεφυρών, να κυνηγάει και να συγκεντρώνει τη τροφή του.
- Σήμερα, περίπου 1.000 είδη από τα 10.000 βρίσκονται στα πρόθυρα της εξαφάνισης. Δεν υπάρχουν πειστικές αποδείξεις, αλλά εκτιμάται ότι από τότε που εμφανίστηκε ο *Homo sapiens* περίπου 500.000 - 1.000.000 είδη έχουν εξαφανιστεί, από το κυνήγι, τον υπερπληθυσμό, και το πιο σημαντικό τη ρύπανση.

Μετανάστευση του *Homo sapiens*



Εξαφάνιση της μεγαπανίδας



American Mastodon



Giant Ground Sloth



Western Camel



Woolly Mammoths

Εξαφάνιση της μεγαπανίδας



Saber Toothed Cat



Dire Wolf



Teratorns

Απώλεια μεγαπανίδας

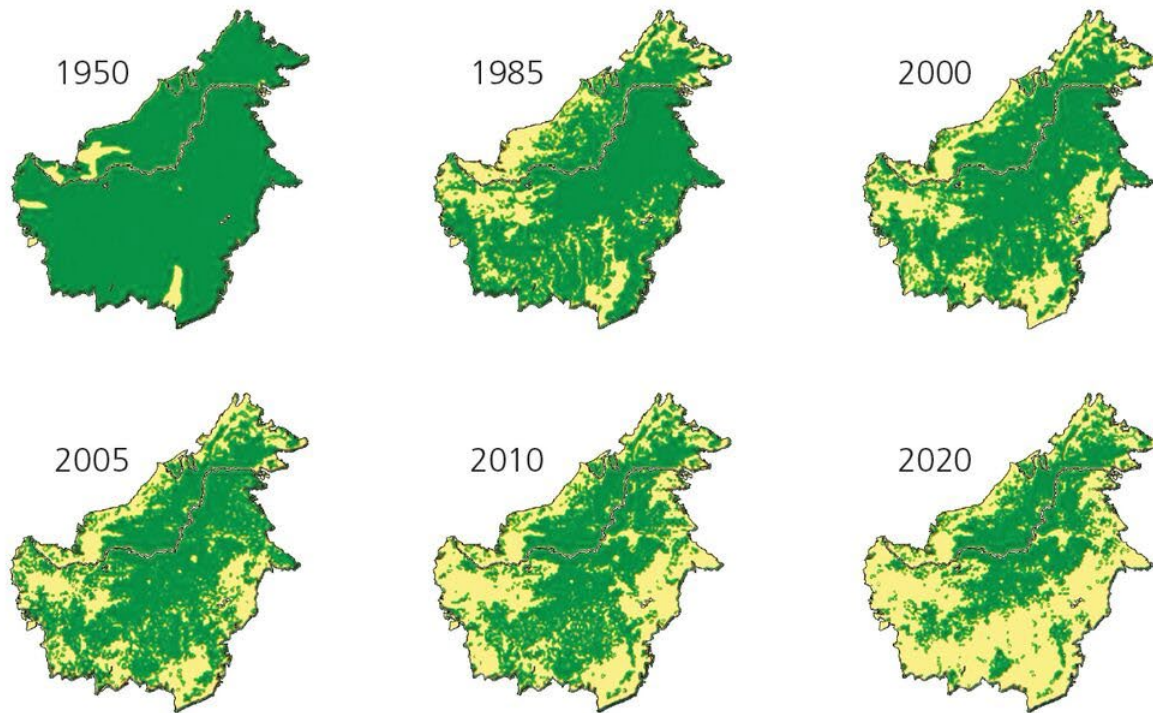
Μεταξύ 12,000-9,000 Μγα

70%

των ειδών της Β. Αμερικής
εξαφανίστηκαν

Η ΑΠΩΛΕΙΑ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΑΙΤΕΙΑΣ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΟΥΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΟΔΗΓΕΙ ΣΤΗΝ ΕΞΑΦΑΝΙΣΗ ΕΙΔΩΝ

A Deforestation in Borneo, Indonesia, 1950–2005, and projections toward 2020



B



Global warming threat to key areas for biodiversity

WWF has identified 33 "Priority Places" that host some of the world's richest ecosystems, warning that up to half the species in these spots face extinction if climate change is left unchecked



WWF's "Priority Places" containing the world's most exceptional ecosystems and habitats

+4.5°C

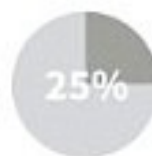
Global temperature rise



Species loss in Priority Places

+2°C

Global temperature rise



Species loss in Priority Places

Example species: **Marine turtles**

(Mediterranean)

Climate change threatens feeding patterns and breeding grounds

Amphibians

(Amazon Guianas)

74% of amphibians could be threatened with local extinction if global temperatures rise 4.5°C

African wild dog

(Miombo woodlands)

Hotter days potentially mean shorter hunting periods and less food for these dogs

African elephant

(Coastal East Africa)

Hotter temperatures and less rain will have a dire effect on elephant numbers

Rock wallaby

(Southwest Australia)

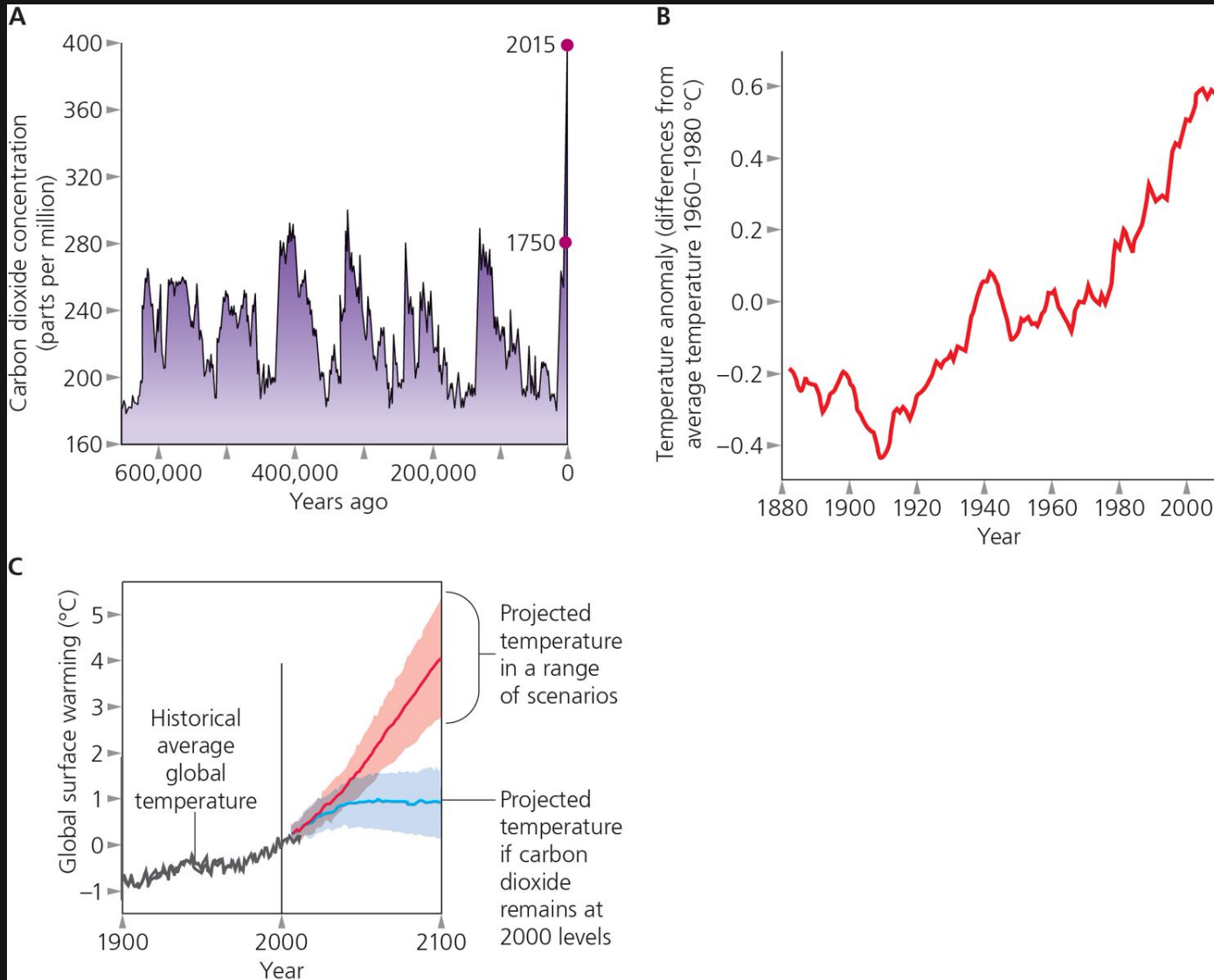
As their habitat becomes increasingly arid, rock wallabies are expected to migrate to the coast

Amur leopards

(Amur-Heilong)

Mammals, such as the rare Amur leopard, could be forced to migrate in warmer conditions

Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας



**Ποιοι είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν το
γεωλογικό περιβάλλον, το κλίμα και
επομένως τη ζωή στον πλανήτη;**

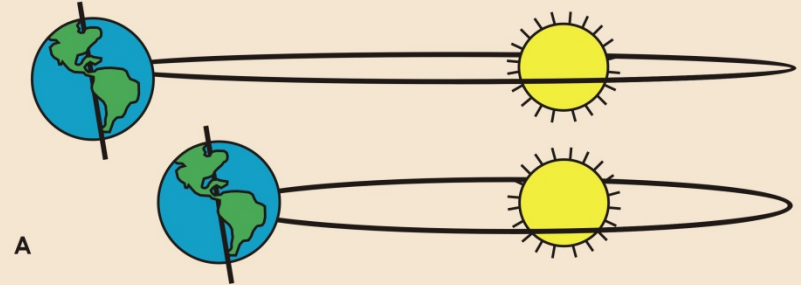
Οι κύκλοι του Milankovitch

Α. Μεταβολές στην εκκεντρότητα της γήινης τροχιάς -τη μορφή της τροχιάς γύρω από τον ήλιο.

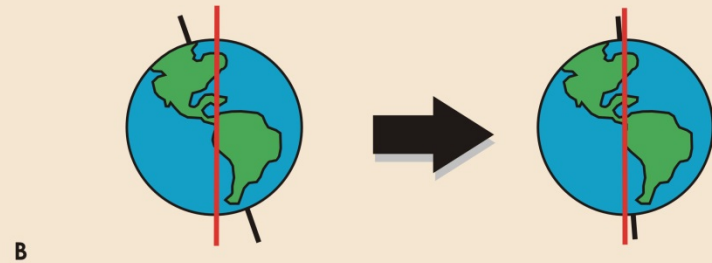
Β. Αλλαγές στη λόξωση της εκλειπτικής -στη γωνία που σχηματίζει ο γήινος άξονας με το επίπεδο της γήινης τροχιάς.

Γ. Μετάπτωση των ισημεριών -η μεταβολή στην κατεύθυνση του γήινου άξονα της περιστροφής.

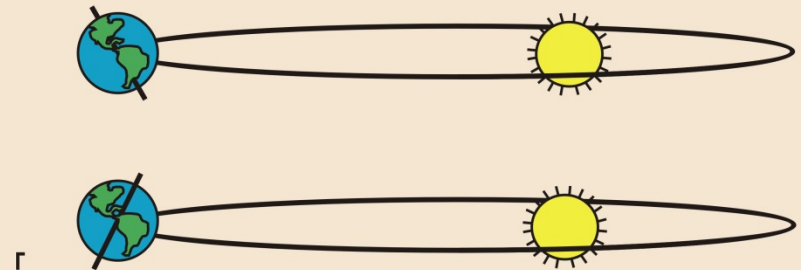
Μεταβολές στην εκκεντρότητα της γήινης τροχιάς



Αλλαγές στη λόξωση της εκλειπτικής

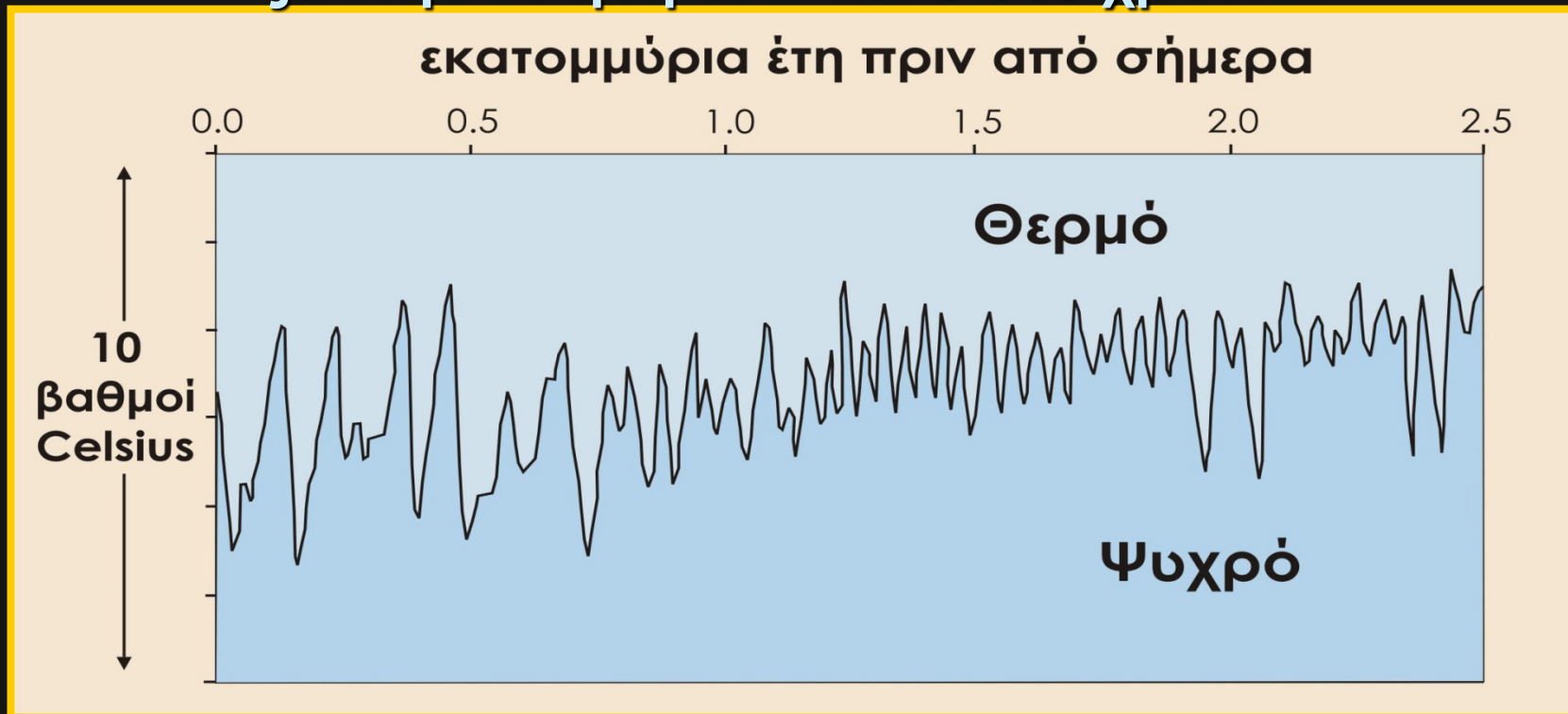


Μετάπτωση των ισημεριών



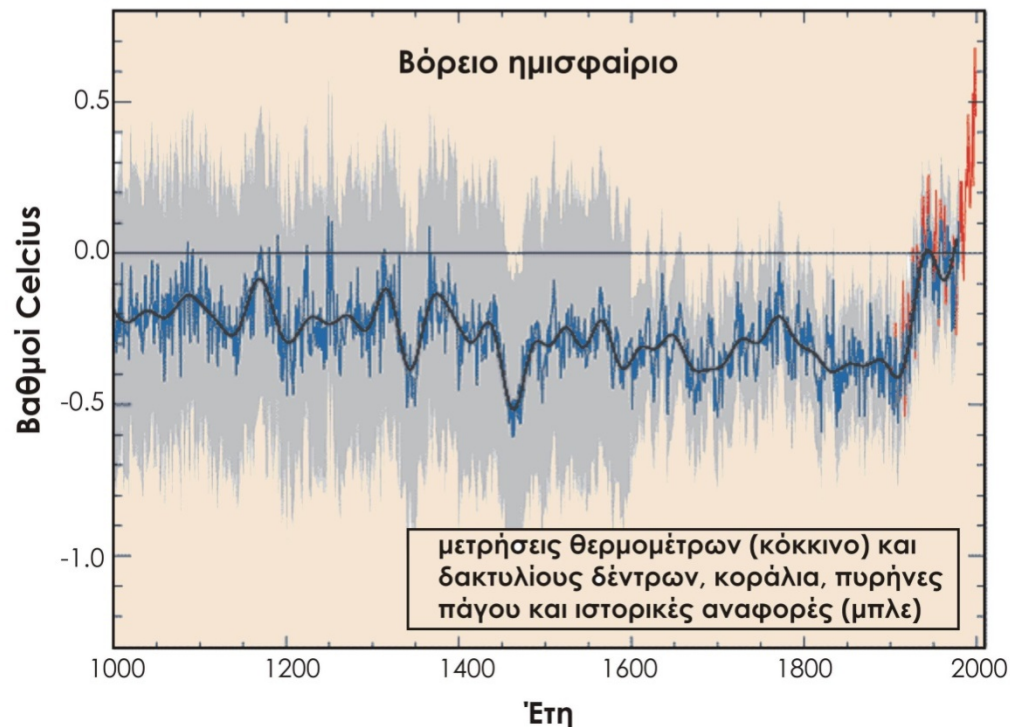
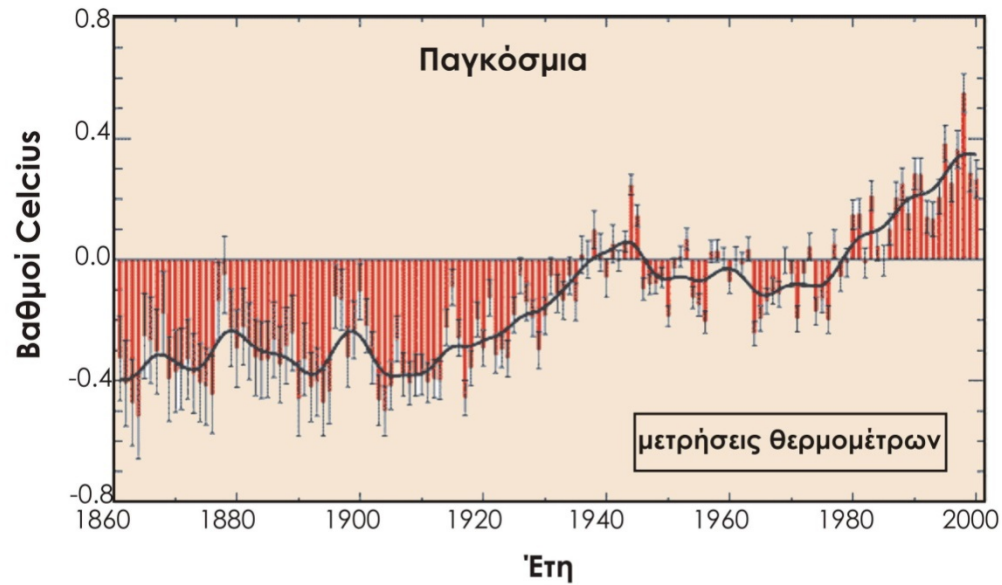
Με βάση τα παλαιοκλιματικά αρχεία γνωρίζουμε ότι κατά τη διάρκεια των τελευταίων 2 εκατ. ετών το κλίμα μεταβάλλεται από περιόδους σχετικά θερμές σε περιόδους σχετικά ψυχρές.

Η έναρξη της νέας παγετώδους θα έπρεπε να είχε ήδη συμβεί πριν μερικές χιλιάδες χρόνια. Αυτό που την έχει αναστείλει είναι η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που ξεκίνησαν ήδη εδώ και 8.000 χρόνια.

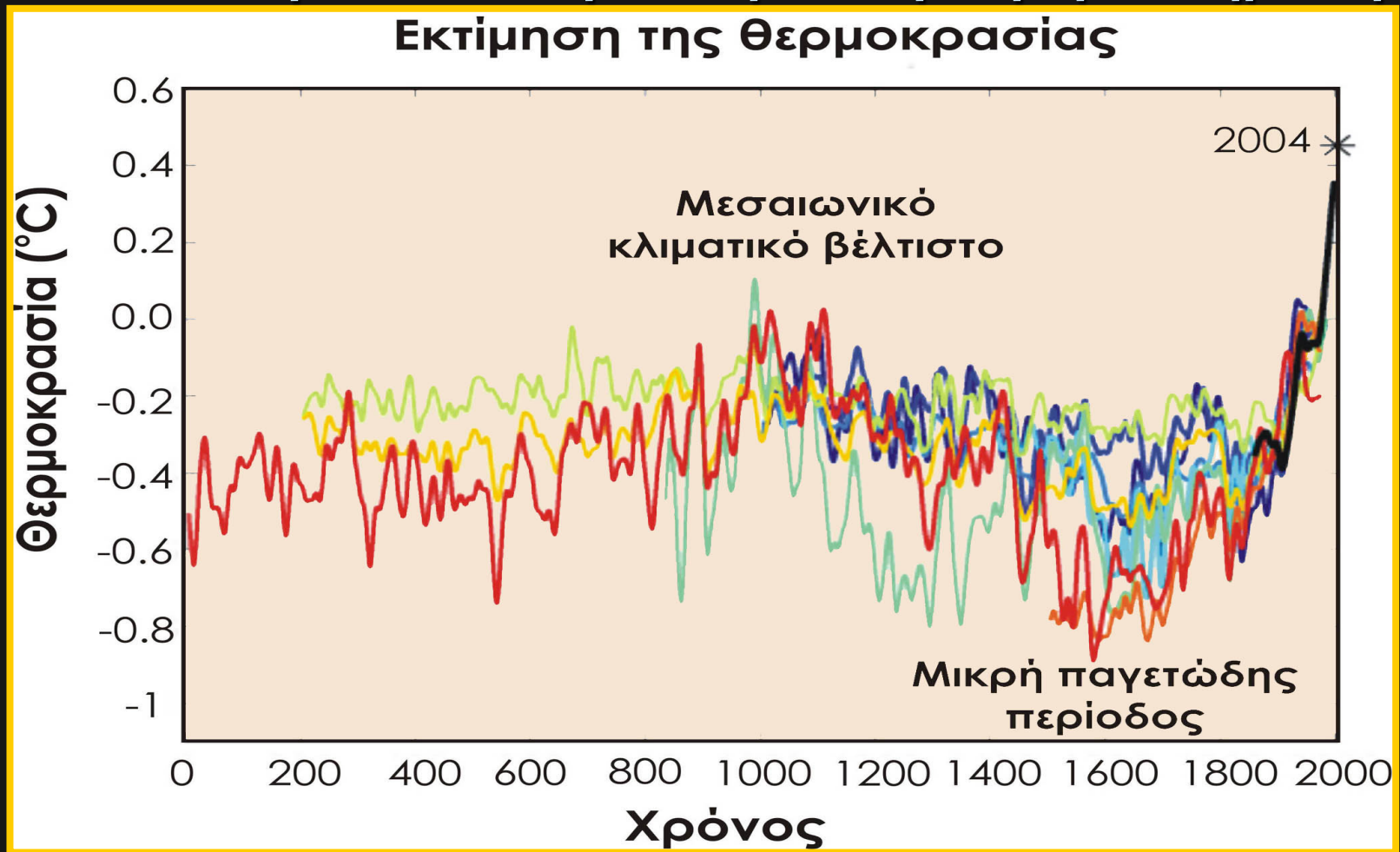


Κατά τα τελευταία 10.000 χρόνια έχουν διαπιστωθεί μικρότερης κλίμακας κλιματικές μεταβολές, οι κύκλοι Dansgaard/Oeschger - [D/O], που απεικονίζουν μία «ταλάντωση» του κλιματικού συστήματος μεταξύ θερμών και ψυχρών περιόδων.

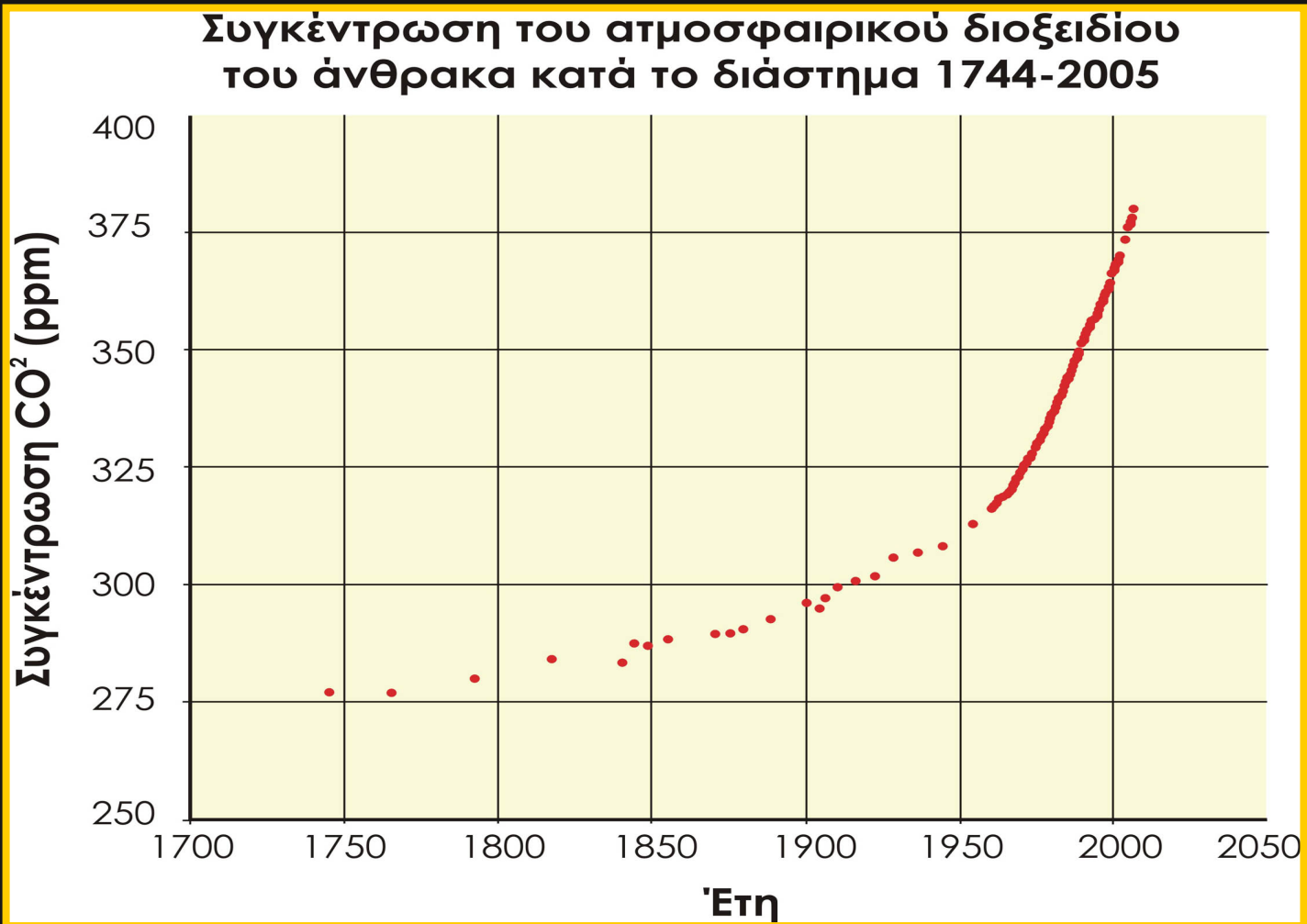
Οι καμπύλες μεταβολής του CO₂ ακολουθούν αυτές της θερμοκρασίας και παρουσιάζουν φθίνουσες τάσεις στις περιόδους της παγκόσμιας ψυχράνσεως.



Το περίφημο θερμοκρασιακό διάγραμμα “hockey stick”, που βασίστηκε αρχικά στη μελέτη του M. Mann (1998) και υποστηρίζει ότι η αύξηση της θερμοκρασίας των τελευταίων 100 ετών οφείλεται στην ανθρωπογενή δραστηριότητα.



Η αυξητική πορεία των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από το έτος 1774 μέχρι το 2005.





Τριχωτό Μαμούθ



Μαχαιρόδοντας, σαρκοφάγο
Θηλαστικό

Η εξαφάνιση πολλών από τα μεγάλα θηλαστικά του Πλειστοκαίνου οφείλεται στην απότομη αλλαγή του κλίματος, από ξηρό και χαμηλών θερμοκρασιών σε θερμό και υγρό, σε πολλές περιοχές του κόσμου. Τα μεγάλα θηλαστικά επίσης, οδηγήθηκαν στην εξαφάνιση από τον πρωτόγονο άνθρωπο, ο οποίος χρησιμοποιούσε ως όπλο του τη φωτιά.

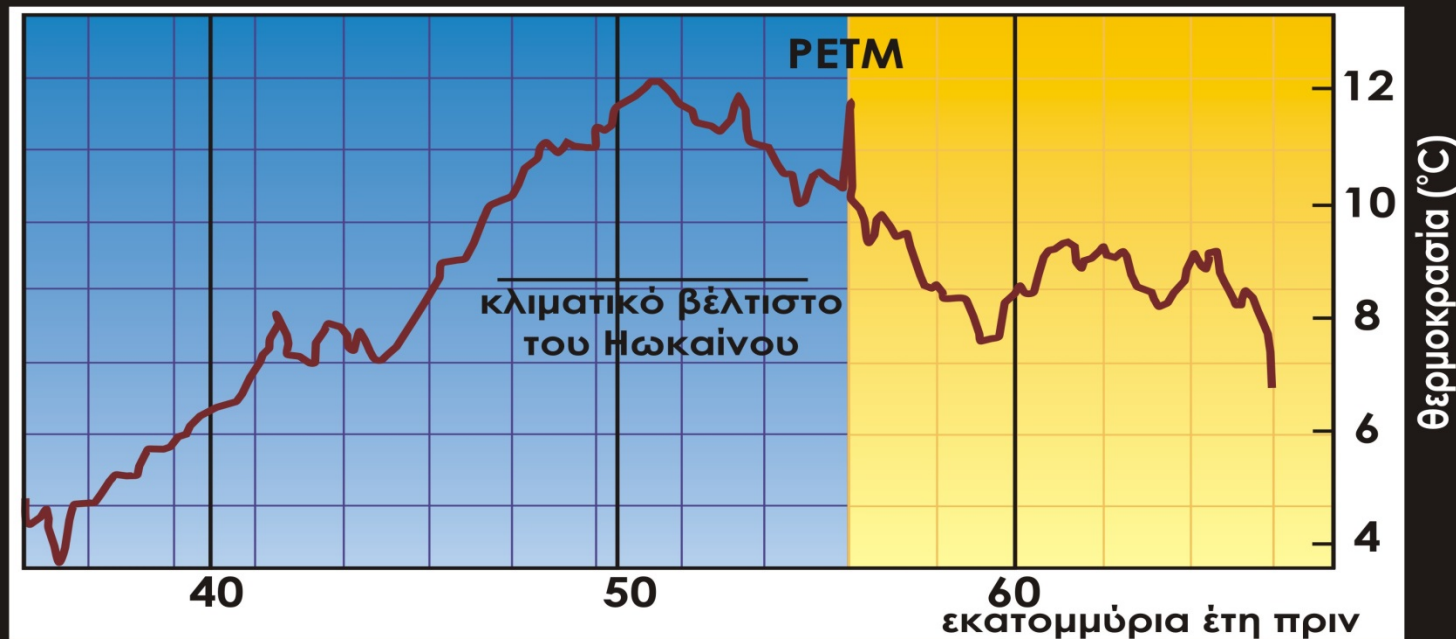
Έχουν συμβεί όμως παρόμοια επεισόδια δραματικών μεταβολών στην ιστορία του πλανήτη;

Σήμερα τα γεωλογικά αρχεία επιβεβαιώνουν ότι η απότομη κλιματική μεταβολή δεν είναι απλά μια πιθανότητα, είναι ο κανόνας. Γνωρίζοντας τη γεωλογική ιστορία της Γης το μόνο που μπορούμε να συμπεράνουμε με βεβαιότητα είναι ότι το κλίμα έχει μεταβληθεί επανειλημμένα, απότομα και δραματικά και είναι προφανώς αναμενόμενο να συμβεί το ίδιο και στο μέλλον.

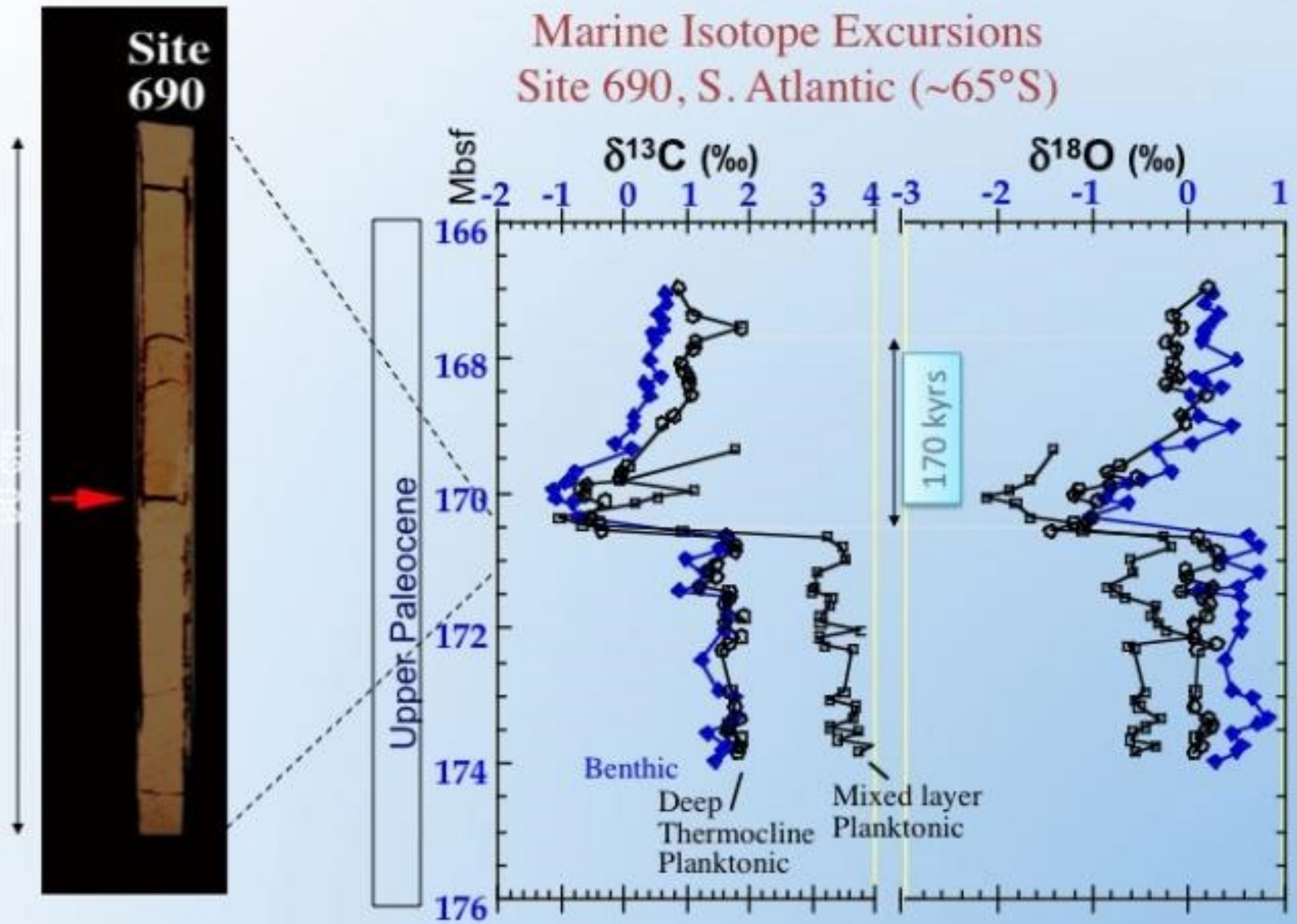
Τα δεδομένα του γεωλογικού παρελθόντος και οι προσομοιώσεις μέσω υπολογιστών μας δείχνουν ότι το δυναμικό και ιδιαίτερα περίπλοκο γήινο κλιματικό σύστημα διαθέτει πολύ περισσότερους από έναν τρόπους λειτουργίας, και μπορεί σύντομα και απότομα να μεταπηδήσει από τον ένα στον άλλο.

Πριν από 55 εκατ. χρόνια μια απότομη κλιματική μεταβολή (το γεγονός PETM), προκάλεσε τεράστια αναστάτωση στην ωκεάνια και ατμοσφαιρική κυκλοφορία και έγινε η αιτία εξαφανίσεων σε θαλάσσιους οργανισμούς και μεγάλων ανακατατάξεων των χερσαίων θηλαστικών. Οι επιστήμονες σήμερα χρησιμοποιούν το φαινόμενο PETM ως παράδειγμα των επιπτώσεων που μπορεί να έχει στο κλιματικό σύστημα μια απότομη έξαρση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Θερμικό Μέγιστο Παλαιοκαίνου-Ηωκαίνου (PETM)



Marine Isotope Excursions Site 690, S. Atlantic (~65°S)



Kennett & Stott (1991)



Sea Ice Index
Sea Ice Extent, 1979-2015



NSIDM **CC** **CENTRAL**

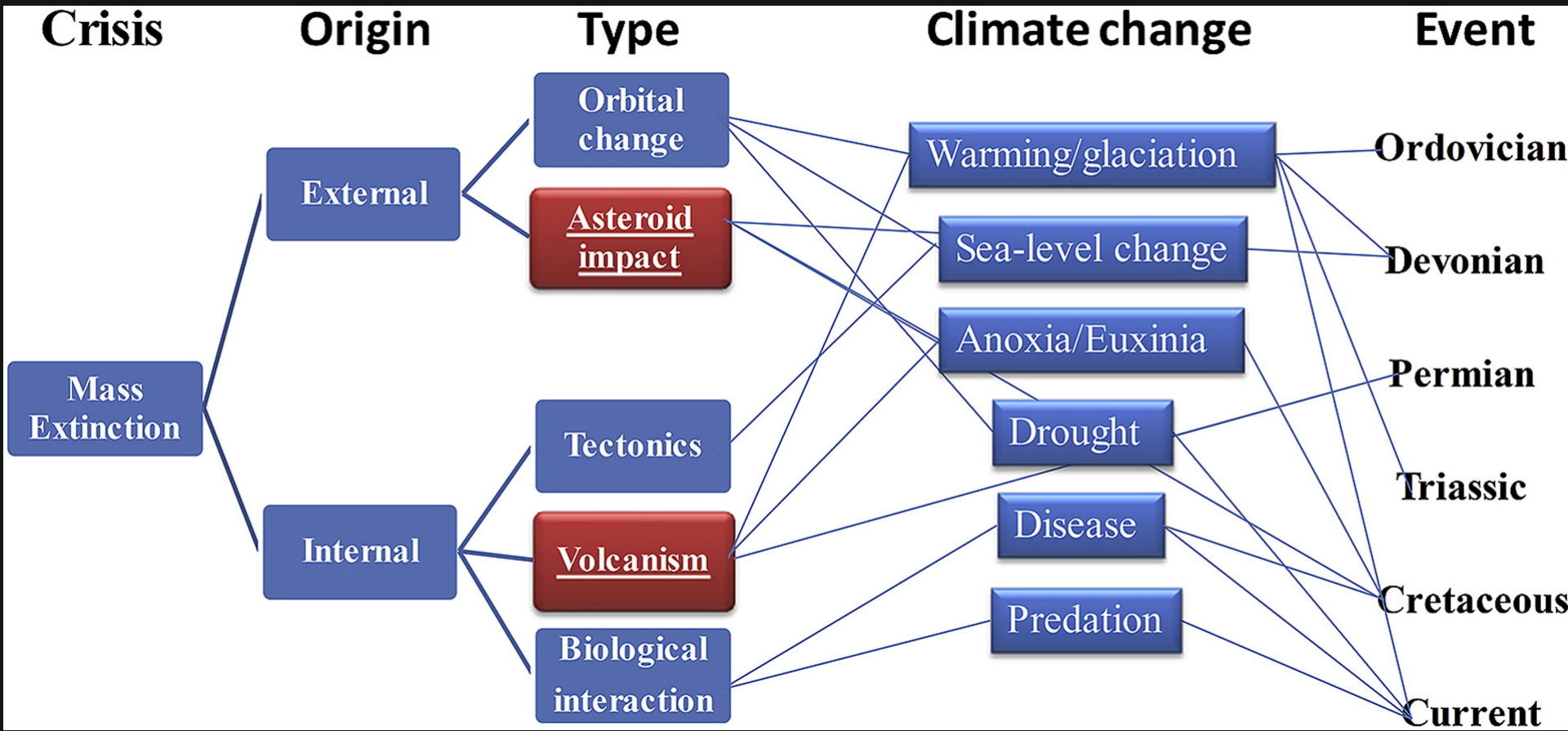
1979 Sep

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image Landsat / Copernicus
Image 18039

CR Scotese
PALEOMAP Project
© 2013
Google earth



Ποιο είναι όμως το κύριο αίτιο των εξαφανίσεων;



Τα στοιχεία από τα απολιθώματα δείχνουν ότι γενικά τα διάφορα είδη έχουν μια περίοδο επιβιώσεως περίπου 5-10 εκατ. έτη, ενώ τα σπονδυλωτά μόνο 2 εκατ. έτη. Παρόλο που το είδος μας είναι σχετικά πολύ νέο, περίπου 200.000 ετών, το μέλλον δεν διαγράφεται φωτεινό. Ακόμα και αν δεν πρόκειται για αυτοκαταστροφή, εξακολουθούμε να αντικρίζουμε την πιθανότητα κάποια στιγμή στο μέλλον να υπάρξει Γη χωρίς *Homo sapiens*.

