

# Βιογεωγραφία: τάσεις στο χώρο

Σίνος Γκιώκας

Πανεπιστήμιο Πατρών  
Τμήμα Βιολογίας

Πάτρα  
2018

Βιογεωγραφία - Σίνος Γκιώκας - Παν.  
Πατρών - Τμ. Βιολογίας - 2018

# Ποικιλότητα στη Γη

- 5 – 50 εκατομμύρια είδη φυτών, ζώων & μικροβίων
- Λιγότερα από 2 εκατομμύρια είδη έχουν περιγραφεί

# Βιογεωγραφία

- **Βιογεωγραφία:** είναι η επιστήμη που επιχειρεί να τεκμηριώσει και να κατανοήσει τα χωρικά πρότυπα της βιοποικιλότητας
- Τι μελετά;
  - την κατανομή των οργανισμών, στο παρελθόν και στο παρόν
  - τα σχετικά πρότυπα διαφοροποίησης που αφορούν στον αριθμό και τα είδη των ζωντανών οργανισμών

# Βασικά ερωτήματα των βιογεωγράφων

- **Η θεμελιώδης βιογεωγραφική ερώτηση:**
  - Πώς κατανέμονται οι οργανισμοί στην επιφάνεια της Γης και κατά τη διάρκεια της ιστορίας της
- **Σήμερα:**
  - Μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τις διεργασίες και τη λειτουργία των φυσικών συστημάτων παρά στην απλή καταγραφή της εξάπλωσης των οργανισμών

# Περισσότερα ερωτήματα

- Γιατί ένα είδος ή ανώτερη ταξινομική ομάδα (γένος, οικογένεια, ομοταξία, κ.ο.κ.), περιορίζεται στην παρούσα του εξάπλωση;
- Τι επιτρέπει σε ένα είδος να ζει εκεί που βρίσκεται, και τι το εμποδίζει να εποικίσει άλλες περιοχές;
- Ποιος είναι ο ρόλος του κλίματος, της τοπογραφίας, και των αλληλεπιδράσεων με άλλους οργανισμούς, στον περιορισμό της κατανομής ενός είδους;
- Πώς τα διαφορετικά είδη των οργανισμών αντικαθιστούν το ένα το άλλο καθώς ανεβαίνουμε σε ένα βουνό, ή μετακινούμαστε από μία βραχώδη ακτή σε μία κοντινή αμμώδη παραλία;
- Γιατί υπάρχουν πολύ περισσότερα είδη στους τροπικούς, παρά στην εύκρατη ζώνη και τους πόλους;

# Περισσότερα ερωτήματα

- Ποιοι είναι οι κοντινότεροι «συγγενείς» ενός είδους, και πού βρίσκονται; Πού ζούσαν οι πρόγονοί του;
- Πώς ιστορικά γεγονότα, όπως η μετακίνηση των ηπείρων, οι παγετώνες του Πλειστοκαίνου, και οι πρόσφατες κλιματικές αλλαγές, έχουν διαμορφώσει την κατανομή των ειδών;
- Πώς εποικίζονται τα απομονωμένα ωκεάνια νησιά, και γιατί υπάρχουν, σχεδόν πάντα, λιγότερα είδη στα νησιά παρά στα ίδιους τύπους ενδιαιτημάτων στις ηπειρωτικές περιοχές;

# Παραδοσιακοί κλάδοι της Βιογεωγραφίας

- Φυτογεωγραφία – Η μελέτη των φυτών
- Ζωογεωγραφία – Η μελέτη των ζώων
- Μικροβιακή Βιογεωγραφία – λίγο μελετημένη

# Προσεγγίσεις στη Βιογεωγραφία

- **Ιστορική Βιογεωγραφία** – ανασύσταση της προέλευσης, της διασποράς και των εξαφανίσεων των τάξεων και των μεγακοινοτήτων
- **Οικολογική Βιογεωγραφία** – η μελέτη των σημερινών κατανομών εξετάζοντας τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οργανισμών και του αβιοτικού και βιοτικού περιβάλλοντός τους
- **Παλαιο-οικολογία** – Συνδέει τα παραπάνω δύο πεδία, διερευνώντας τις σχέσεις μεταξύ βιοκοινοτήτων (αφθονία, κατανομή, & ποικιλότητα ειδών) και αβιοτικών συνθηκών (κλίμα, έδαφος, ποιότητα νερού, κ.λ.π.)
- **Αναλυτική Βιογεωγραφία** – Ανάπτυξη γενικών μαθηματικών κανόνων για το πώς η γεωγραφία επηρεάζει την εξέλιξη και την κατανομή των οργανισμών
- **Βιογεωγραφία διατήρησης** – Προστασία & διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας το πρακτικό & θεωρητικό οπλοστάσιο της βιογεωγραφίας



# Μέθοδοι στη Βιογεωγραφία

- **Μέθοδοι βασισμένες σε δεδομένα πεδίου**
  - Περιγραφικές – Τεκμηρίωση της κατανομής των τάξων
  - Διεργασιών – Εξέταση των διεργασιών σε ένα σύστημα
- **Εννοιολογικές** – Χρήση θεωρητικών μοντέλων
- **Πειραματικές** – Χειρισμός των συστημάτων για τον έλεγχο υποθέσεων

# Σχέσεις με άλλες επιστήμες

- Η Βιογεωγραφία είναι ένα συνθετικό γνωστικό πεδίο
  - Σχέσεις με:
    - Γεωγραφία
    - Οικολογία
    - Πληθυσμιακή Οικολογία
    - Συστηματική & Φυλογένεση
    - Εξελικτική Βιολογία
    - Γενετική
    - Γεωλογία
    - Παλαιοντολογία

# Φιλοσοφία της Επιστήμης

- Οι επιστήμονες προσπαθούν να κατανοήσουν το φυσικό κόσμο ερμηνεύοντας την τεράστια ποικιλία και πολυπλοκότητα του με γενικά πρότυπα και βασικούς κανόνες ή νόμους
  - Εξετάζουν τις σχέσεις μεταξύ προτύπων & διεργασιών
    - **Πρότυπα:** μη τυχαία, επαναλαμβανόμενη οργάνωση
      - Η παρουσία προτύπων υπονοεί ότι προκαλούνται από κάποιες γενικές διεργασίες (σχέση αιτίου – αιτιατού)
      - Αναζήτηση μηχανιστικών ερμηνειών

# Φιλοσοφία της Επιστήμης

- **Επαγωγική αιτιολόγηση** – Από συγκεκριμένες παρατηρήσεις σε γενικές αρχές
- **Συμπερασματική (αναγωγική) αιτιολόγηση** – Από γενικές έννοιες σε ειδικές περιπτώσεις
- **Karl Popper (1968) – Υποθετικο-Συμπερασματική αιτιολόγηση**
  - Μια καλή επιστημονική θεωρία περιλαμβάνει λογικές παραδοχές και συνέπειες, και εάν αυτές αποδειχθούν λανθασμένες, τότε και και αυτή ή ίδια η θεωρία πρέπει να απορριφθεί
    - Οι θεωρίες μπορούν να ελεγχθούν θέτοντας εναλλακτικές, διαψεύσιμες υποθέσεις
    - Εάν μια θεωρία έχει «περάσει» τους πιο αυστηρούς εμπειρικούς ελέγχους, τότε ενισχύεται ωστόσο **ποτέ δεν μπορεί να αποδειχθεί αληθής**

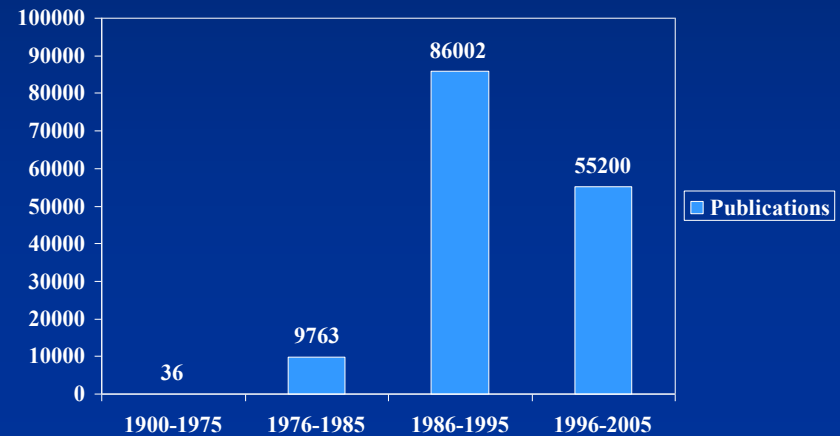
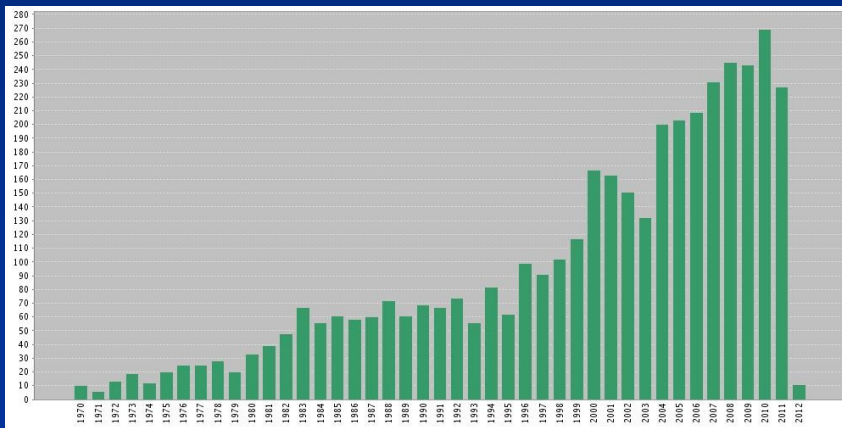
# Φιλοσοφία της Επιστήμης

- Η βιογεωγραφία διαφέρει από τις περισσότερες βιολογικές αρχές, και από άλλες επιστήμες, καθώς είναι:
  - περισσότερο επιστήμη σύγκρισης και παρατήρησης παρά πειραματική επιστήμη, καθώς ασχολείται με κλίμακες χώρου και χρόνου στις οποίες ο πειραματικός χειρισμός συχνά είναι αδύνατος

# Η σύγχρονη βιογεωγραφία

- **Μελέτη προτύπων** που προκύπτουν από
  - συγκρίσεις των γεωγραφικών εξαπλώσεων, της γενετικής, και άλλων χαρακτηριστικών διαφορετικών τύπων οργανισμών, ή των ίδιων τύπων οργανισμών που ζουν σε διαφορετικές περιοχές
  - παρατηρήσεις των διαφορών που αφορούν στην ποικιλότητα των ειδών και τη σύνθεση των βιοκοινοτήτων.
- **Μελέτη των διαταραχών** που προκαλούνται με φυσικό τρόπο ή από τον άνθρωπο
- **Μελέτη και ανάλυση δεδομένων** που έχουν συλλεχθεί από πολλούς επιστήμονες και έχουν εργαστεί σε πολλές περιοχές για μακρύ χρονικό διάστημα
- **Συνθετική μελέτη και ανάλυση δεδομένων** που προέρχονται από διαφορετικά επιστημονικά πεδία

# Η ανάπτυξη της σύγχρονης Βιογεωγραφίας



Η λέξη Biogeography στον τίτλο (1970-2012, πηγή Web-of-Science)

Η λέξη Biogeography στην περίληψη (πηγή Biosis)

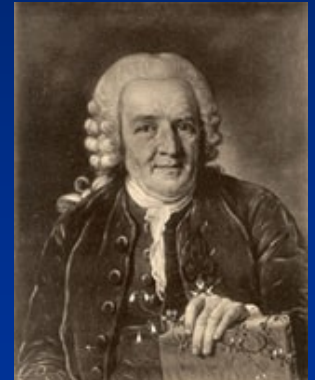
# Τι προκάλεσε την ανάπτυξη της σύγχρονης βιογεωγραφίας;

- Η εξέλιξή της από περιγραφική επιστήμη σε επιστήμη θεμελίωσης και ελέγχου θεωρίας
- Η εισαγωγή νέας, μαθηματικής θεωρίας στην οικολογία, την εξέλιξη και τη συστηματική
- Σύγχρονες πρόοδοι στις επιστήμες της Γης (θεωρία των Πλακών) και πλούτος δεδομένων σχετικά με τα απολιθώματα
- Η εφαρμογή νέας τεχνολογίας (εκτεταμένη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών) και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφορίας (GIS)
- Η ανάγκη να κατανοήσουμε και να διαχειριστούμε την επίδραση του ανθρώπου στη Γη



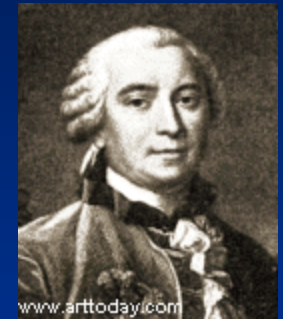
# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- *Αριστοτέλης – Μετεωρολογικά*
- **Η εποχή της εξερεύνησης: 17<sup>ος</sup> -18<sup>ος</sup> αιώνας**
- *Carolus Linnaeus (1707-1778)*
  - Επινόηση σχήματος ταξινόμησης της ζωής: διωνυμική ονοματολογία.
  - Τα είδη παραμένουν αναλλοίωτα
- Υπόθεση Νώε:
  - Τα είδη δημιουργήθηκαν ή επιβίωσαν στις πλαγιές του όρους Αραράτ
  - Σε διαδοχικές υψομετρικές ζώνες αυτού του όρους υπήρχαν διαφορετικά περιβάλλοντα (έρημος έως αλπική τούνδρα)
  - Κάθε υψομετρική ζώνη φιλοξενούσε διαφορετική «συλλογή» ειδών, κάθε μία αναλλοίωτη αλλά τέλεια προσαρμοσμένη σε αυτό το περιβάλλον
  - Μετά την υποχώρηση της "Πλημμύρας" αυτά τα είδη μετανάστευσαν από το βουνό, διασπάρθηκαν και τελικά εποίκισαν αντίστοιχα περιβάλλοντα σε διαφορετικές περιοχές της Γης



# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- **Comte de Buffon (1707-1788)** - Μελέτες σε αρτίγονα και απολιθωμένα θηλαστικά
- Εντοπισμός 2 προβλημάτων στην υπόθεση του Λινναίου
  - Διαφορετικές περιοχές της Γης, ακόμη και με τις ίδιες κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες, φιλοξενούν διακριτά και διαφορετικά είδη φυτών και ζώων (π.χ. στους τροπικούς υπάρχει μεγάλη ποικιλία ασυνήθιστων οργανισμών).
  - Η υπόθεση της μετανάστευσης μετά την "Πλημμύρα" απαιτεί από τα είδη να διασχίσουν αφιλόξενα ενδιαιτήματα (π.χ. πώς είδη προσαρμοσμένα σε ορεινά δάση διέσχισαν ερήμους για να εποικίσουν φυλλοβόλα και κωνοφόρα δάση του βορρά;).
- **Η Υπόθεση του Buffon:**
  - Η ζωή δημιουργήθηκε, όχι σε ένα βουνό σε εύκρατη περιοχή της Ευρασίας, αλλά σε μια εκτεταμένη ξηρά, πολύ βορειότερα, και νωρίτερα, όταν οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ομοιόμορφες.
  - Η εκτεταμένη αυτή ξηρά συνέδεε το Νέο και τον Παλαιό Κόσμο.
  - Όταν το κλίμα έγινε ψυχρότερο οι οργανισμοί μετανάστευσαν στις τωρινές τους θέσεις.
  - Κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης οι πληθυσμοί του Νέου και του Παλαιού Κόσμου διαχωρίστηκαν και τροποποιήθηκαν τόσο πολύ ώστε οι τροπικές πανίδες και χλωρίδες του Νέου και του Παλαιού Κόσμου να μοιράζονται ελάχιστες κοινές μορφές.
- Παρόλο που η υπόθεση του Buffon μοιάζει σήμερα ευφάνταστη προσέφερε δύο βασικά στοιχεία στη σύγχρονη βιογεωγραφική θεωρία:
  - την ιδέα ότι το κλίμα και τα είδη είναι ευμετάβλητα.
  - την παρατήρηση ότι περιβαλλοντικά παρόμοιες αλλά απομονωμένες περιοχές έχουν διακριτές συνθέσεις θηλαστικών και πτηνών (Νόμος του Buffon)



# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

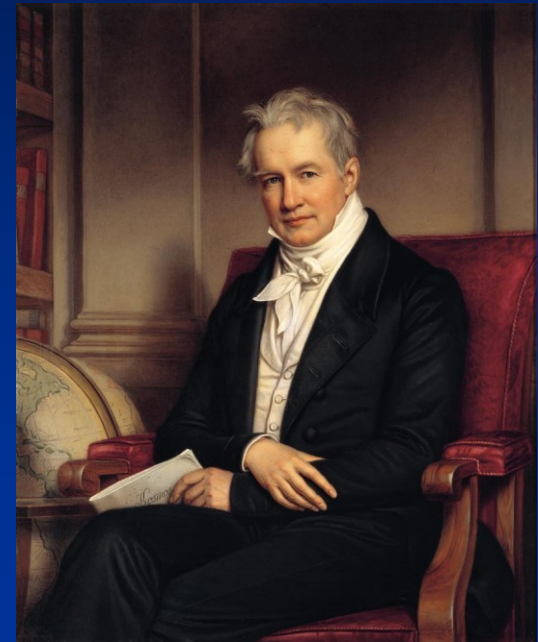
- *Sir Joseph Banks* - Φυσιολόγος / συλλέκτης. Ταξίδεψε με τον Captain James Cook, στο σκάφος Endeavor (1768-1771).
  - Επιβεβαίωση και γενίκευση του Νόμου του Buffon.
  - Εμπειριστατωμένη κατανόηση και εκτίμηση της πολυπλοκότητας του Φυσικού Κόσμου.
  - Ανακάλυψη εξαιρέσεων στο Νόμο του Buffon (κοσμοπολιτικά είδη).
  - Καταγραφή κάποιων βιογεωγραφικών προτύπων.

# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- *Johann Reinhold Forster (1729-1798)* – Φυτογεωγράφος
  - Παρουσίαση μίας εκ των πρώτων συστηματικών, παγκόσμιων, βιογεωγραφικών εικόνων της Γης.
  - Επιβεβαίωση ότι ο Νόμος του Buffon, έχει εφαρμογή και στα φυτά, καθώς και σε όλες τις περιοχές της Γης, και όχι μόνο στους τροπικούς.
  - Περιγραφή των σχέσεων μεταξύ της τοπικής χλωρίδας και των περιβαλλοντικών συνθηκών, και πώς τα οι σχέσεις των ζώων αλλάζουν παράλληλα με αυτές των φυτών.
  - Πρώτες παρατηρήσεις σχετικά με τη νησιώτικη βιογεωγραφία:
    - Οι νησιώτικες βιοκοινότητες έχουν λιγότερα είδη φυτών απ' ότι οι ηπειρωτικές βιοκοινότητες.
    - Ο αριθμός των ειδών στα νησιά αυξάνεται με την αύξηση των διαθέσιμων πόρων (έκταση και ποικιλία ενδιαιτημάτων).
  - Παρατήρησε την τάση η ποικιλότητα των φυτών να μειώνεται από τον ισημερινό προς τους πόλους (ζώνωση κατά γεωγραφικό πλάτος).

# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- *Alexander von Humboldt* (1769-1859) – Φυτογεωγράφος - *Essay on the Geography of Plants* (1805)
  - Γενίκευσε το Νόμο του Buffon έτσι ώστε να συμπεριλαμβάνει τα φυτά και την πλειονότητα των χερσαίων ζώων.
  - Παρατήρηση της υψομετρικής ζώνωσης (χλωριδικές ζώνες), αντίστοιχης της ζώνωσης κατά γεωγραφικό πλάτος.



# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- **Augustin P. de Candolle (1778-1841) – Βοτανολόγος**
  - Οι οργανισμοί δεν επηρεάζονται μόνο από το φως, τη θερμοκρασία και το νερό, αλλά ανταγωνίζονται για αυτούς τους πόρους.
  - Διέκρινε τις βιοτικές περιοχές ή περιφέρειες από τα τοπικά ενδιαίτηματα.
  - Συμπλήρωσε στην παρατήρηση του Forster ότι ο αριθμός των νησιωτικών ειδών επηρεάζεται από την έκταση, με το ότι και άλλοι παράγοντες (όπως η ηλικία του νησιού, η ηφαιστειακή δράση, το κλίμα και η απομόνωση) επηρεάζουν την χλωριδική ποικιλότητα.

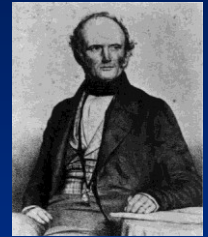
# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- **Η Βιογεωγραφία τον 19ο αιώνα - Κύρια επιτεύγματα:**
  - Καλύτερη εκτίμηση της ηλικίας της Γης (οι πρώτοι βιογεωγράφοι υπέθεταν μία ηλικία μερικών χιλιάδων ετών μόνο).
  - Καλύτερη κατανόηση της δυναμικής φύσης των ηπείρων και των ωκεανών (π.χ. κίνηση των ηπείρων, τεκτονική πλακών).
  - Καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών που εμπλέκονται στην εξάπλωση και τη διαφοροποίηση των ειδών (π.χ. διασπορά, βικαριανισμός, εξαφανίσεις, εξέλιξη).

# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- **Charles Lyell (1797-1875) - Γεωλόγος**

- Το κλίμα της Γης είναι εξαιρετικά ευμετάβλητο.
- Με βάση το αρχείο των απολιθωμάτων βρέθηκε ότι πολλές μορφές προσαρμοσμένες στο τροπικό κλίμα κάποτε υπήρχαν και στις σημερινές εύκρατες περιοχές της βόρειας Ευρώπης.
- Η στάθμη της θάλασσας έχει αλλάξει και η επιφάνεια της Γης έχει μεταμορφωθεί από την ανάδυση, την κατάδυση και τη διάβρωση των βουνών (ο μόνος τρόπος, σύμφωνα με τον Lyell, να ερμηνευτεί η παρουσία θαλάσσιων απολιθωμάτων στις κορυφές των βουνών).
- Υπάρχουν αδιαφιλονίκητες ενδείξεις για τη διαδικασία της εξαφάνισης. Πολλές απολιθωμένες μορφές, κάποτε επικρατούσες και προσαρμοσμένες στις τότε κλιματικές συνθήκες, εξαφανίστηκαν και δεν άφησαν περαιτέρω ίχνη στο αρχείο των απολιθωμάτων. Αιτία: η κλιματική ποικιλότητα και οι αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας.

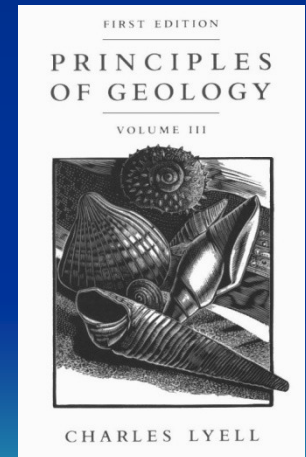


- **Ωστόσο ο Lyell υποστήριζε ότι:**

- Τα είδη δεν μεταβάλλονται, δηλ. δεν δημιουργούνται νέα είδη από προϋπάρχοντα.
- Η συνολική ποικιλότητα στη Γη, παρά τις εξαφανίσεις, παραμένει σταθερή.
- Κάθε επεισόδιο εξαφάνισης ακολουθούνταν από ένα επεισόδιο δημιουργίας, όπου εγκαθιδρύονταν νέες ομάδες προσαρμοσμένων ειδών, δηλαδή όχι μόνο πολλές περιοχές δημιουργίας αλλά και πολλές περιόδους δημιουργίας.

- **Παράλληλα ο Lyell υποστήριξε ότι:**

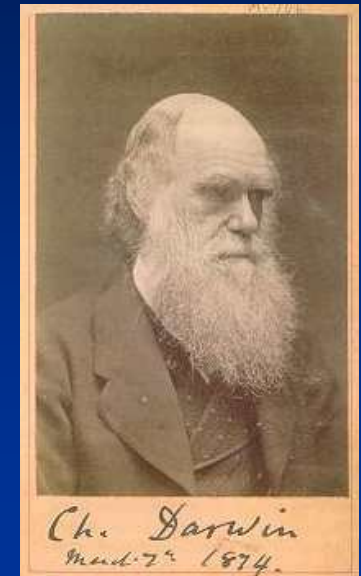
- Η επιφάνεια της Γης και η πανίδα και χλωρίδα της είναι δυναμικές. Οι μεγάλες αλλαγές προκλήθηκαν από φυσικές διαδικασίες (διαμόρφωση βουνών και διάβρωση), που δρούσαν συνεχώς σε όλη την ιστορία της Γης (**Θεωρία του ομοιομορφισμού**).
- Με δεδομένη τη σταδιακή φύση αυτών των γεωλογικών διαδικασιών, η ηλικία της Γης πρέπει να είναι πολύ μεγαλύτερη από μερικές χιλιάδες χρόνια.





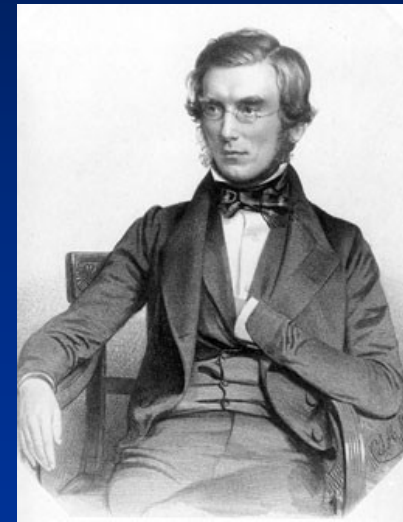
# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- **Charles Darwin (1809-1882)**
  - Η διαφοροποίηση και η προσαρμογή των οργανισμών είναι αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής.
  - Η εξάπλωση και η ενδεχόμενη απομόνωση και διαχωρισμός της χλωρίδας και πανίδας είναι αποτέλεσμα της διασποράς σε μεγάλες αποστάσεις.
- Με δικά του λόγια:
  - «Ούτε η ομοιότητα ούτε η ανομοιότητα των κατοίκων των διαφόρων περιοχών μπορούν να εξηγηθούν πλήρως από τις κλιματικές και τις άλλες φυσικές συνθήκες»
  - «Τα όρια κάθε τύπου...σχετίζονται με στενό και σημαντικό τρόπο με τις διαφορές μεταξύ των οργανισμών των διαφόρων περιοχών»



# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- **Joseph Dalton Hooker (1817-1911)** - Βοτανολόγος, Ιδρυτής της ιστορικής βιογεωγραφίας και πρόδρομος της βικαριανιστικής βιογεωγραφίας
  - Η διασπορά μεγάλων αποστάσεων δεν μπορεί να ερμηνεύσει τη δυναμική των κατανομών και συνδεδεμένα φαινόμενα όπως τα κοσμοπολιτικά είδη και τις διακεκομμένες κατανομές.
  - Αντιθέτως, τα είδη διασπάρθηκαν μέσω γεφυρών ξηράς και αρχαίων ηπείρων που είναι υποθαλάσσιες σήμερα - **«εκτατισμός»**: ερμηνεία συγγενικών χλωρίδων διαφορετικών βιογεωγραφικών περιοχών που χωρίζονται από θάλασσα.
  - Όμως η άποψη αυτή (αν και σωστή σε κάποια σημεία) βασιζόταν στη λανθασμένη υπόθεση και γνώση ότι οι σχετικές θέσεις των ηπείρων και των ωκεανών δεν έχουν αλλάξει στο γεωλογικό χρόνο.

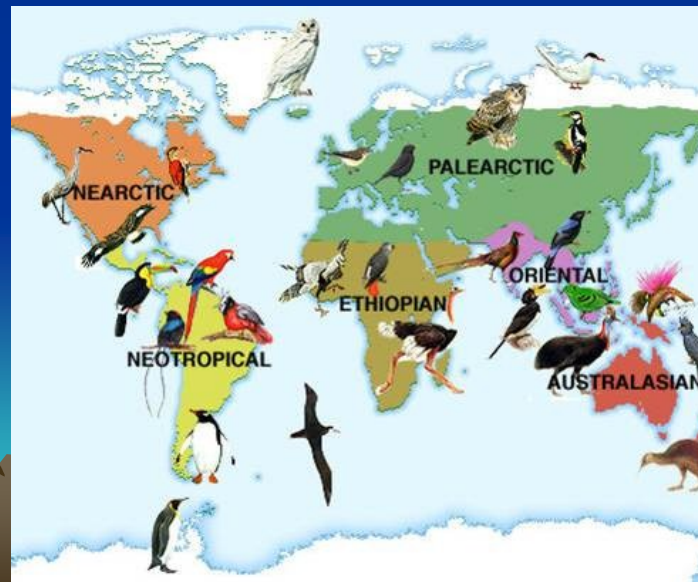


# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- Γιατί η Ζωογεωγραφία ακολουθεί στην αρχή την φυτογεωγραφία;
  - Υπάρχουν πολύ περισσότερα είδη ζώων (70%) από ότι φυτών
  - Στην πλειονότητά τους τα ζωϊκά είδη είναι μικρότερα και δυσκολότερο να παρατηρηθούν και να συλληθθούν
  - Επομένως, η αναζήτηση γενικών ζωογεωγραφικών προτύπων έπρεπε να αναμένει την καλύτερη κατανόηση της ζωικής ποικιλότητας και της κατανομής της

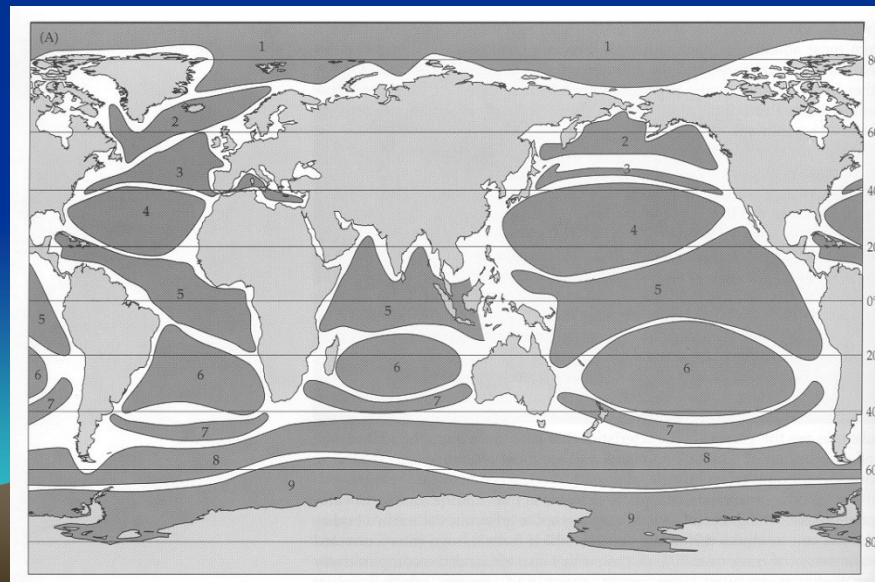
# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- **Ernst Haeckel (1866): Χωρολογία** - ο πρώτος ορισμός της βιογεωγραφίας
- **Philip Lutley Sclater (1829-1913)**
  - Πρότεινε το 1858 (βασισμένος στην κατανομή των πτηνών) το σχήμα των 6 χερσαίων βιογεωγραφικών περιοχών που σε γενικές γραμμές χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα στη βιογεωγραφία



# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- **Edward Forbes (1815-1854):**
  - Παρουσίασε την πρώτη περιεκτική εργασία στη θαλάσσια βιογεωγραφία, στην οποία διαίρεσε το θαλάσσιο κόσμο σε 9 οριζόντιες (κατά γεωγραφικό πλάτος) περιοχές παρόμοιας πανίδας (ομοιοζωϊκές ζώνες), τις οποίες κατόπιν υποδιαίρεσε σε 5 ζώνες κατά βάθος.



# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

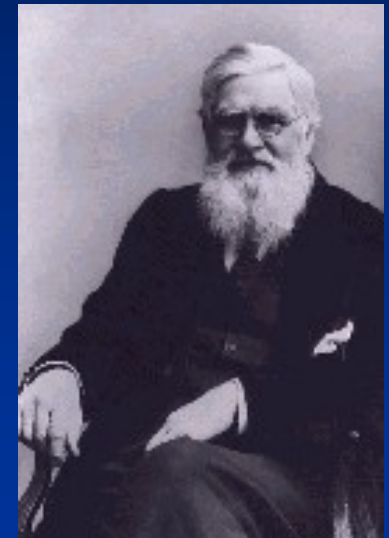
- ***Hart Merriam (1894):***

- Οι υψομετρικές αλλαγές στους τύπους βλάστησης και στη σύνθεση των φυτικών ειδών είναι γενικώς ισοδύναμες με τις γεωγραφικού πλάτους αλλαγές που βρίσκονται καθώς μετακινούμαστε προς τους πόλους
- Απέδωσε την υψομετρική ζώνωση σε αποκρίσεις των ειδών και των βιοκοινοτήτων σε περιβαλλοντικές διαβαθμίσεις της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης

# Η Ιστορία της Βιογεωγραφίας

- ***Alfred Russel Wallace (1823-1913)***

- Ο πατέρας της σύγχρονης βιογεωγραφίας
- Οι βιογεωγραφικές αρχές που υποστηρίχθηκαν από τον Wallace έχουν επιβεβαιωθεί πολλές φορές από ερευνητές κατά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα



# Οι βιογεωγραφικές αρχές του Wallace

- Η απόσταση από μόνη της δεν καθορίζει το βαθμό της βιογεωγραφικής σχέσης μεταξύ δύο περιοχών. Ευρέως διαχωρισμένες περιοχές μπορούν να μοιράζονται πολλά παρόμοια τάξα στο επίπεδο του γένους ή της οικογένειας, ενώ πολύ κοντινές περιοχές μπορεί να έχουν σημαντικές διαφορές, ακόμη και ανώμαλα πρότυπα.
- Το κλίμα έχει σημαντική επίδραση στην ταξινομική ομοιότητα μεταξύ δύο περιοχών, αλλά η σχέση δεν είναι πάντοτε γραμμική.
- Προϋποθέσεις για τον καθορισμό βιογεωγραφικών προτύπων είναι: λεπτομερής γνώση όλων των κατανομών των οργανισμών σε όλο τον κόσμο, αληθινή και φυσική ταξινόμηση των οργανισμών, αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης, λεπτομερής γνώση των εξαφανισμένων μορφών, και γνώση του ωκεανικού πυθμένα και της στρωματογραφίας για την ανασύνθεση παλιών γεωλογικών συνδέσεων μεταξύ των χερσαίων μαζών.
- Το αρχείο απολιθωμάτων παρέχει ενδείξεις για τις μεταναστεύσεις των οργανισμών κατά το παρελθόν.
- Η σημερινή πανίδα και χλωρίδα μιας περιοχής επηρεάζεται σημαντικά από την τελευταία σειρά των γεωλογικών και κλιματικών γεγονότων. Οι παλαιοκλιματικές μελέτες είναι πολύ σημαντικές για την ανάλυση των παρόντων προτύπων κατανομής.
- Ο ανταγωνισμός, η θήρευση και άλλοι βιοτικοί παράγοντες παίζουν καθοριστικούς ρόλους στην κατανομή, διασπορά και εξαφάνιση των ζώων και των φυτών.
- Ασυνεχείς εξαπλώσεις μπορούν να προκύψουν μέσω εξαφάνισης σε ενδιάμεσες περιοχές ή μέσω κατακερματισμού των ενδιαιτημάτων.
- Η ειδογένεση μπορεί να συμβεί μέσω γεωγραφικής απομόνωσης των πληθυσμών που ακολούθως προσαρμόζονται στα τοπικά κλίματα και ενδιαιτήματα.
- Οι διαχωρισμοί των γενών (και ακόμη περισσότερο των ανώτερων ταξινομικών βαθμίδων) εμφανίζουν μεγαλύτερη παλαιότητα από αυτούς ενός είδους.

Βιογεωγραφία - Σίνος Γκιώκας - Παν.

Πατρών - Τμ. Βιολογίας - 2018



# Οι βιογεωγραφικές αρχές του Wallace

- Η διασπορά μεγάλων αποστάσεων δεν είναι μόνο πιθανή, αλλά είναι επίσης ο πιθανότερος τρόπος εποίκισης των απομακρυσμένων νησιών [άνω από ωκεάνια φράγματα. Μερικά τάξα έχουν μεγαλύτερη ικανότητα να διασχίσουν τέτοια φράγματα απ'ότι άλλα.
- Οι κατανομές των οργανισμών που δεν είναι προσαρμοσμένοι για διασπορά μεγάλων αποστάσεων συγκροτούν καλές ενδείξεις για παρελθούσες συνδέσεις ξηράς.
- Εν τη απουσία θήρευσης και ανταγωνισμού, οι οργανισμοί σε απομονωμένες στεριές μπορεί να επιβιώσουν και να διαφοροποιηθούν.
- Όταν δύο μεγάλες μάζες ξηράς επανενωθούν έπειτα από μακρά περίοδο διαχωρισμού, μπορεί να συμβούν εξαφανίσεις γιατί πολλοί οργανισμοί θα αντιμετωπίσουν νέους ανταγωνιστές.
- Οι διεργασίες που δρουν σήμερα μπορεί να μην έχουν την ίδια ένταση όπως στο παρελθόν.
- Τα νησιά της Γης μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μείζονες βιογεωγραφικές κατηγορίες: ηπειρωτικά νησιά προσφάτως αποκομμένα από την ηπειρωτική χώρα, ηπειρωτικά νησιά που διαχωρίστηκαν από την ηπειρωτική χώρα σε σχετικά παλιό χρόνο, και μακρινά ωκεάνια νησιά ηφαιστειογενούς και κοραλλιογενούς προέλευσης. Η πανίδα και χλωρίδα κάθε τύπου νησιού σχετίζονται με τη διεργασία του.
- Οι μελέτες των νησιωτικών πανίδων και χλωρίδων είναι σημαντικές γιατί οι σχέσεις μεταξύ της κατανομής, της ειδογένεσης, και της προσαρμογής, είναι πιο εύκολο να παρατηρηθούν και να κατανοηθούν στα νησιά.
- Για την ανάλυση της χλωρίδας και πανίδας κάθε συγκεκριμένης περιοχής, πρέπει να προσδιοριστούν οι κατανομές των οργανισμών της πέραν αυτής της περιοχής, καθώς επίσης και οι κατανομές των κοντινότερών τους συγγενών.

# Άλλες συνεισφορές κατά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα

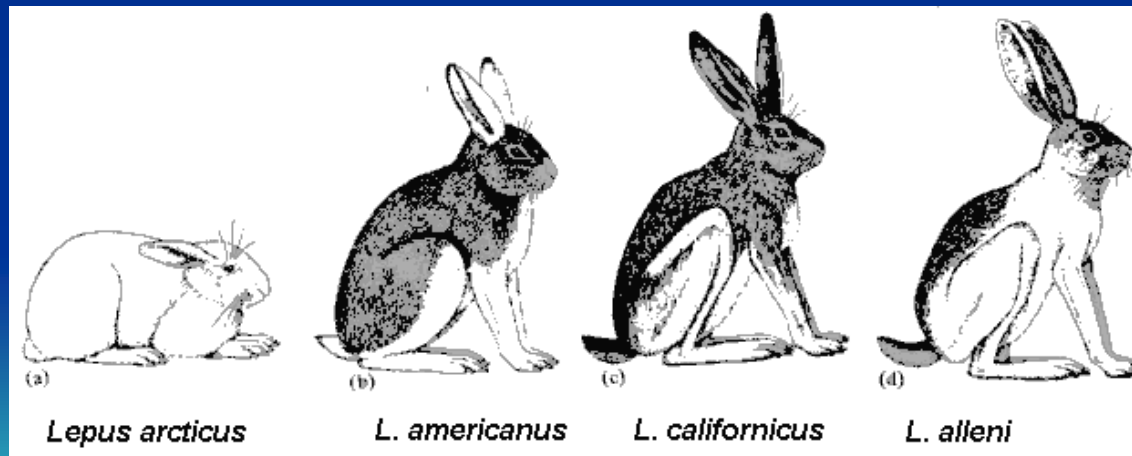
- **Κανόνας του Gloger (1833):**
  - Μέσα σε ένα είδος, άτομα από πιο υγρά ενδιαιτήματα τείνουν να είναι πιο σκουρόχρωμα απ' ό,τι άτομα από ξηρότερα

# Άλλες συνεισφορές κατά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα

- **Κανόνας του Bergmann (1847):**
  - Στα ενδόθερμα σπονδυλωτά, πληθυσμοί από ψυχρότερα κλίματα τείνουν να έχουν μεγαλύτερα μεγέθη σώματος, κι έτσι να έχουν μικρότερο λόγο επιφάνειας προς όγκο, απ'ότι πληθυσμοί του ίδιου είδους που ζουν σε θερμότερα κλίματα

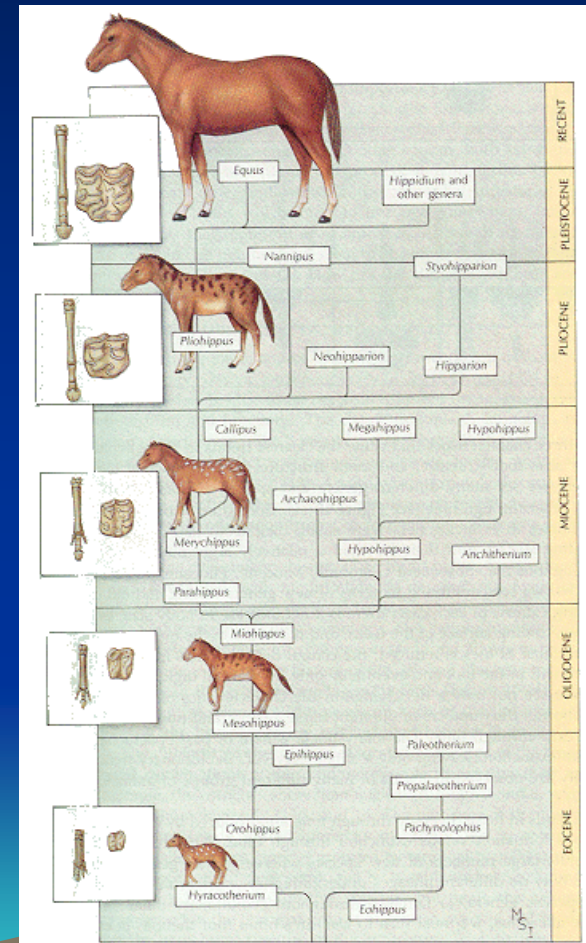
# Άλλες συνεισφορές κατά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα

- **Κανόνας του Allen (1878):**
  - Στα ενδόθερμα είδη, τα άτομα που ζουν σε ψυχρότερα κλίματα έχουν άκρα κοντύτερα και πιο συμπαγή



# Άλλες συνεισφορές κατά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα

- **Κανόνας του Cope (1896):**
  - Η εξέλιξη (μέσα σε μια ταξινομική ομάδα) ευνοεί την αύξηση του σωματικού μεγέθους



# Το πρώτο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα

- Παλαιοντολόγοι (C. Ameghino, W.D. Matthew, G.G. Simpson, E.H. Colbert, A.S. Romer, E.C. Olson, B. Kurten):
  - Περιέγραψαν την προέλευση, διασπορά, τη διαφοροποίηση και παρακμή των χερσαίων θηλαστικών.
  - Έδειξαν ότι νέες ομάδες αυξάνονται σε αριθμό ειδών, διαφοροποιούνται έτσι ώστε να πληρώσουν νέους οικολογικούς ρόλους, εκτείνουν τις γεωγραφικές τους εξαπλώσεις, επικρατούν και συνεισφέρουν στην εξαφάνιση παλιότερων μορφών.
  - Επομένως, οι σημερινές ηπειρωτικές πανίδες έχουν μία εξαιρετικά μακρά και σύνθετη ιστορία, η οποία μπορεί να κατανοηθεί μόνο με τη διασαφήνιση της φυλογένεσης των ομάδων και την ιστορία των μετακινήσεών τους.
- Κέντρα προέλευσης: ένα κυκλικό επιχείρημα.

# Το πρώτο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα

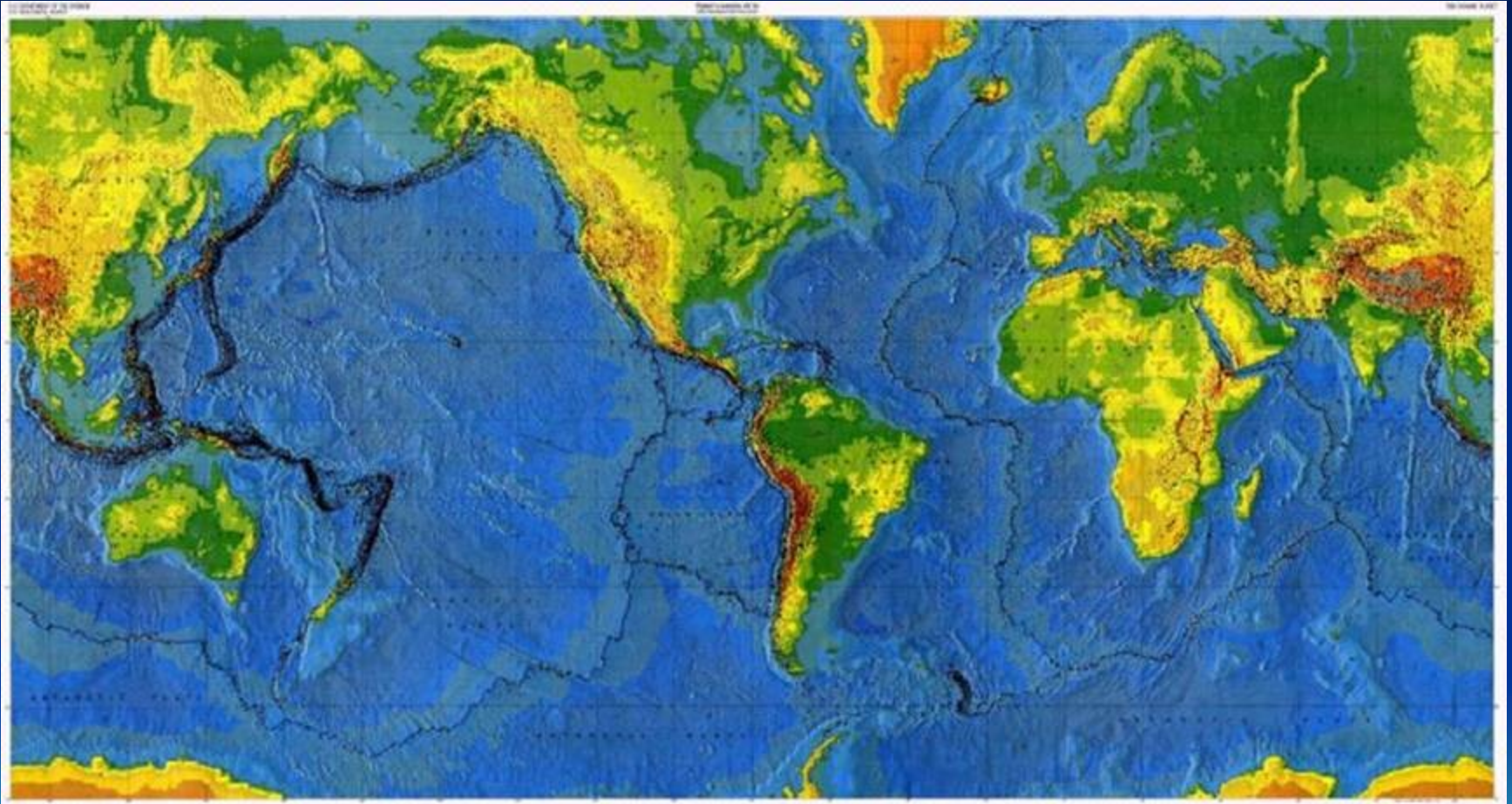
- **Μελέτη προτύπων ποικιλότητας σε ένα είδος** (J. Grinnell, L.R. Rice, B. Rensch):
  - Έδειξαν στενές σχέσεις μεταξύ των γεωγραφικών και οικολογικών ιδιοτήτων του περιβάλλοντος και των προτύπων μορφολογικής ποικιλότητας μέσα και μεταξύ των ειδών.
- **Συσχέτιση της φυσιολογικής και γενετικής ποικιλότητας με τις κατανομές στη φύση** (T. Dobzhansky, J. Clausen, D. Keck, W. Hiesey).
- **Κατανόηση των τρόπων ειδογένεσης** (Ernst Mayr):
  - Βιολογική έννοια του είδους, αλλοπάτρια ειδογένεση.
- **Γενικές συνθέσεις των βιογεωγραφικών προτύπων διαφόρων τάξεων.**
  - Σπονδυλωτά (P.J. Darlington (1957), G.G. Simpson (1868))
  - Θαλάσσια βιογεωγραφία (S. Ekman (1953), J.W. Hedregreth (1957))
  - Τραχειόφυτα (S.A. Cain (1944), R. Good (1947))
- **Οικολογική βιογεωγραφία** (Hesse, Allee, Schmidt (1937, 1951), Niethammer (1958), Dansereau (1957)).

# Η βιογεωγραφία από το 1950 μέχρι σήμερα

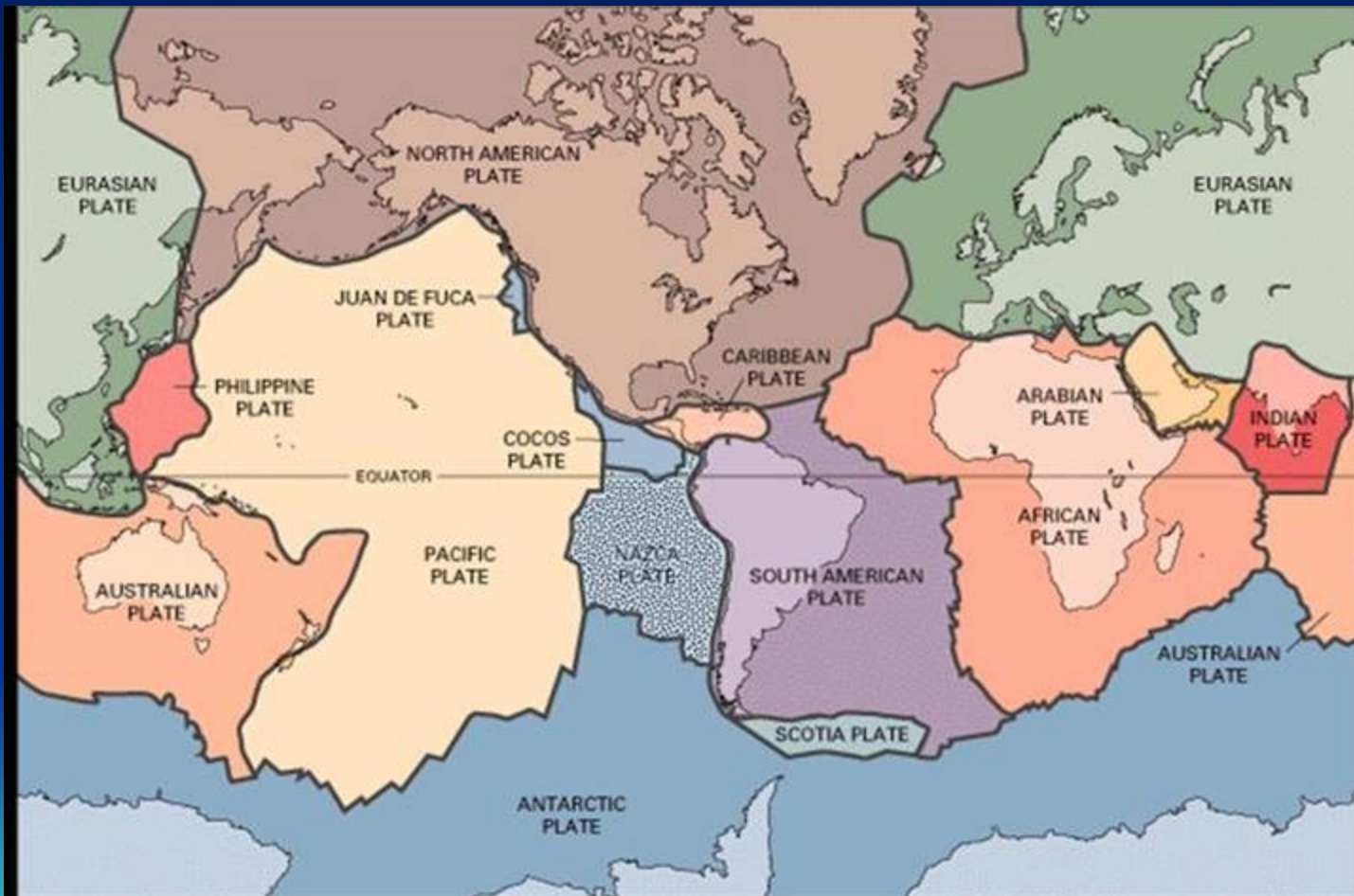
- Θεωρία της μετακίνησης των ηπείρων (1912-1956) (Alfred L. Wegener, F.B. Taylor).
- Φυλογενετική ταξινόμηση (1950) (W. Hennig).
- Βικαριανισμός (L. Croizat).
- Οικολογική βιογεωγραφία (G.E. Hutchinson).
- Νησιωτική βιογεωγραφία (R. MacArthur, E.O. Wilson, 1967).
- Θεωρητική βιογεωγραφία (Raup 1973, Simberloff 1974, Stanley 1979, N. Eldredge & J. Cracraft 1980).
- Πειραματική βιογεωγραφία (Simberloff & Wilson 1969).
- Μαθηματική βιογεωγραφία (Pielou 1977, 1979, Manly 1991, Maurer 1994, Cotelli & Graves 1996, Upton & Fingleton 1990, Cressie 1991).
- Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφορίας (GIS).



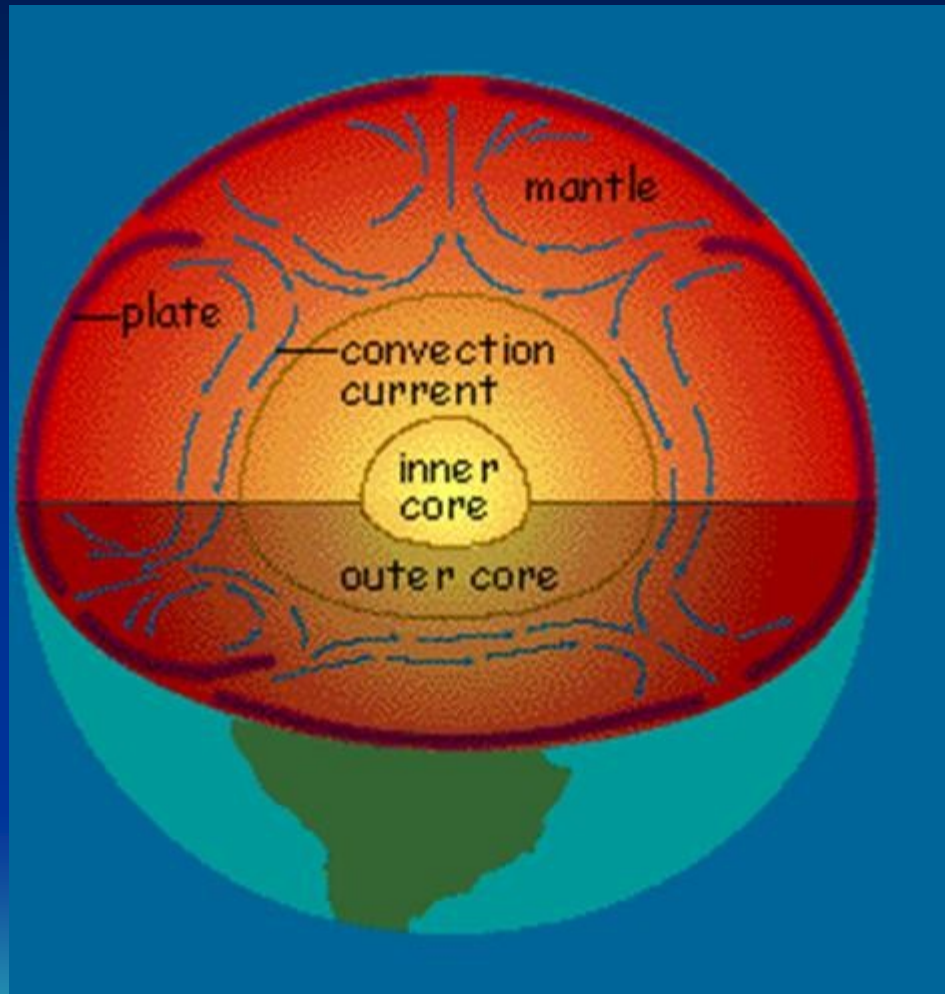
# Το ιστορικό σκηνικό

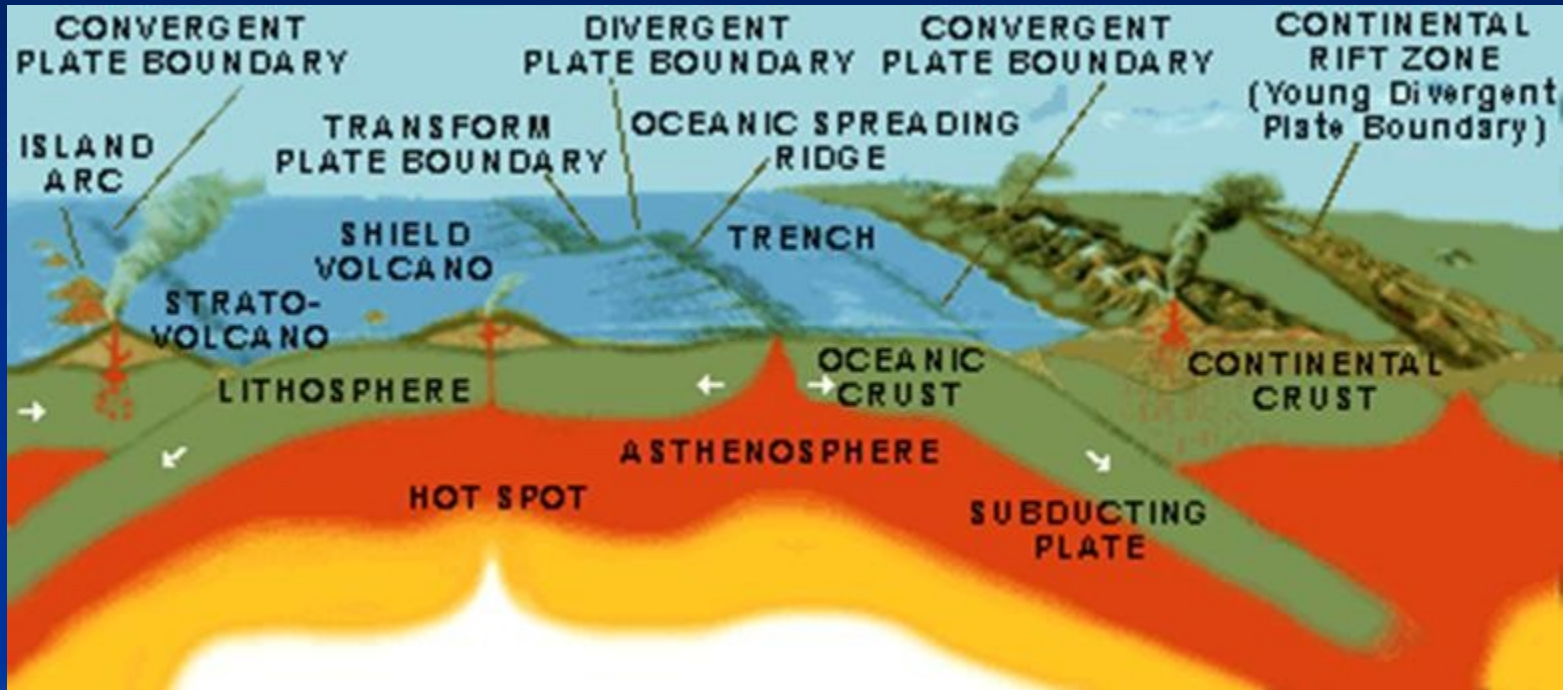


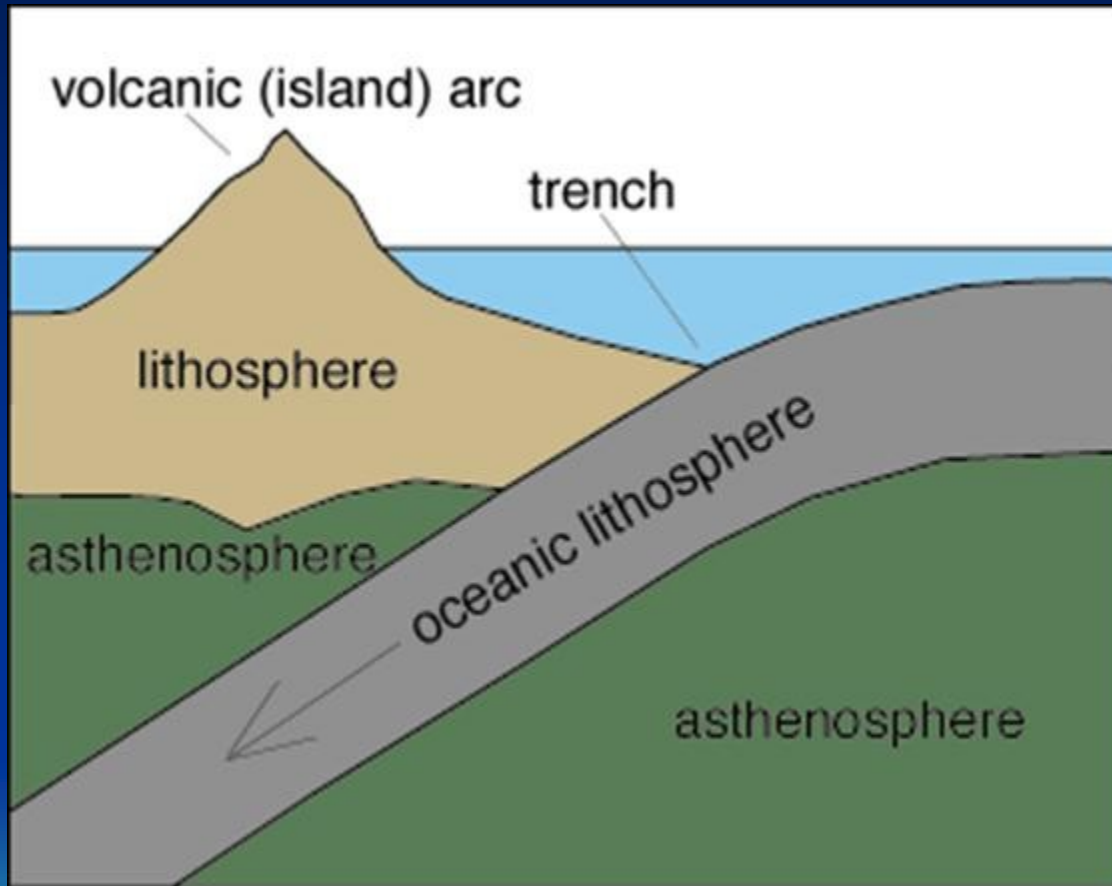
# Τεκτονικές πλάκες

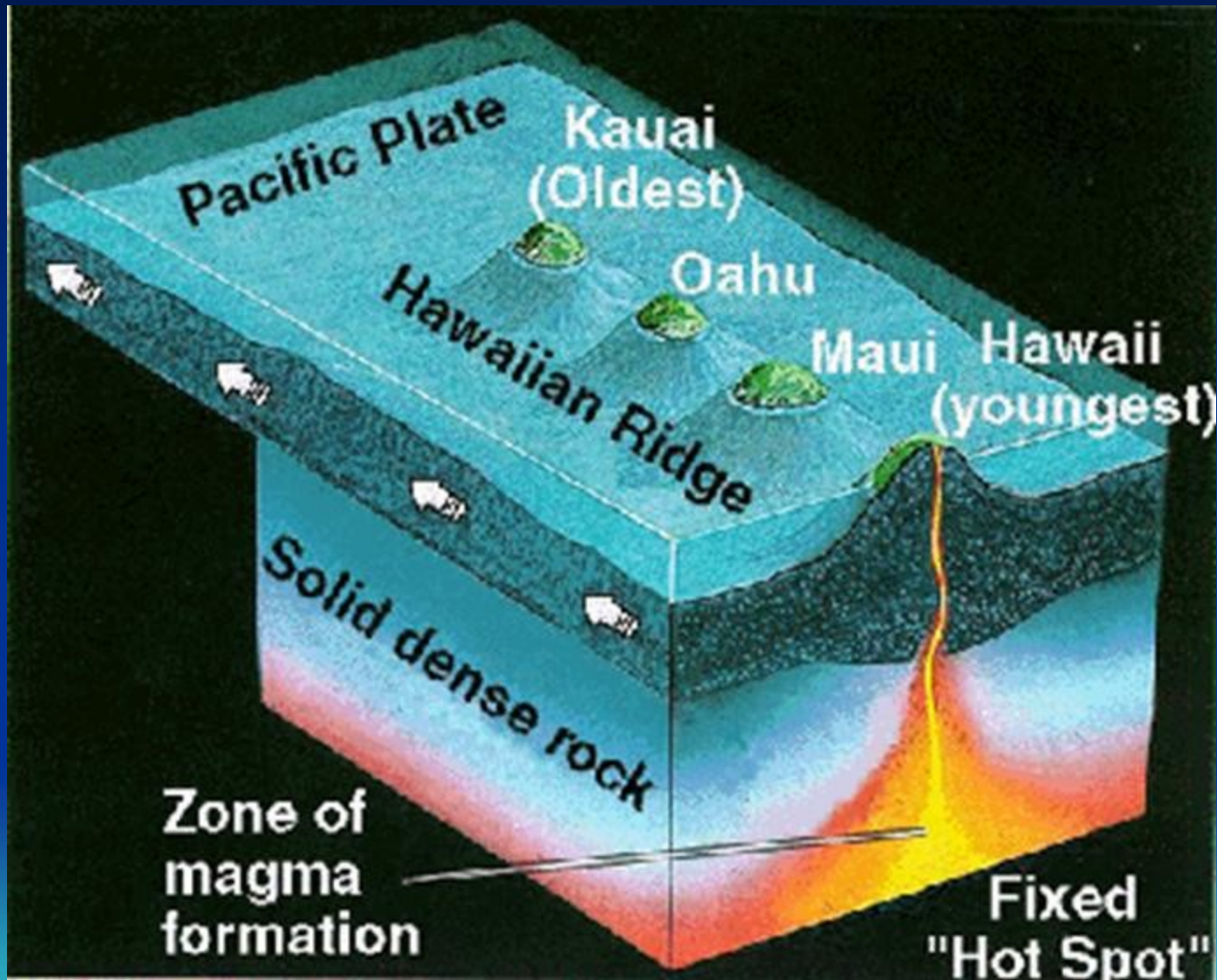


# Γιατί κινούνται οι τεκτονικές πλάκες;



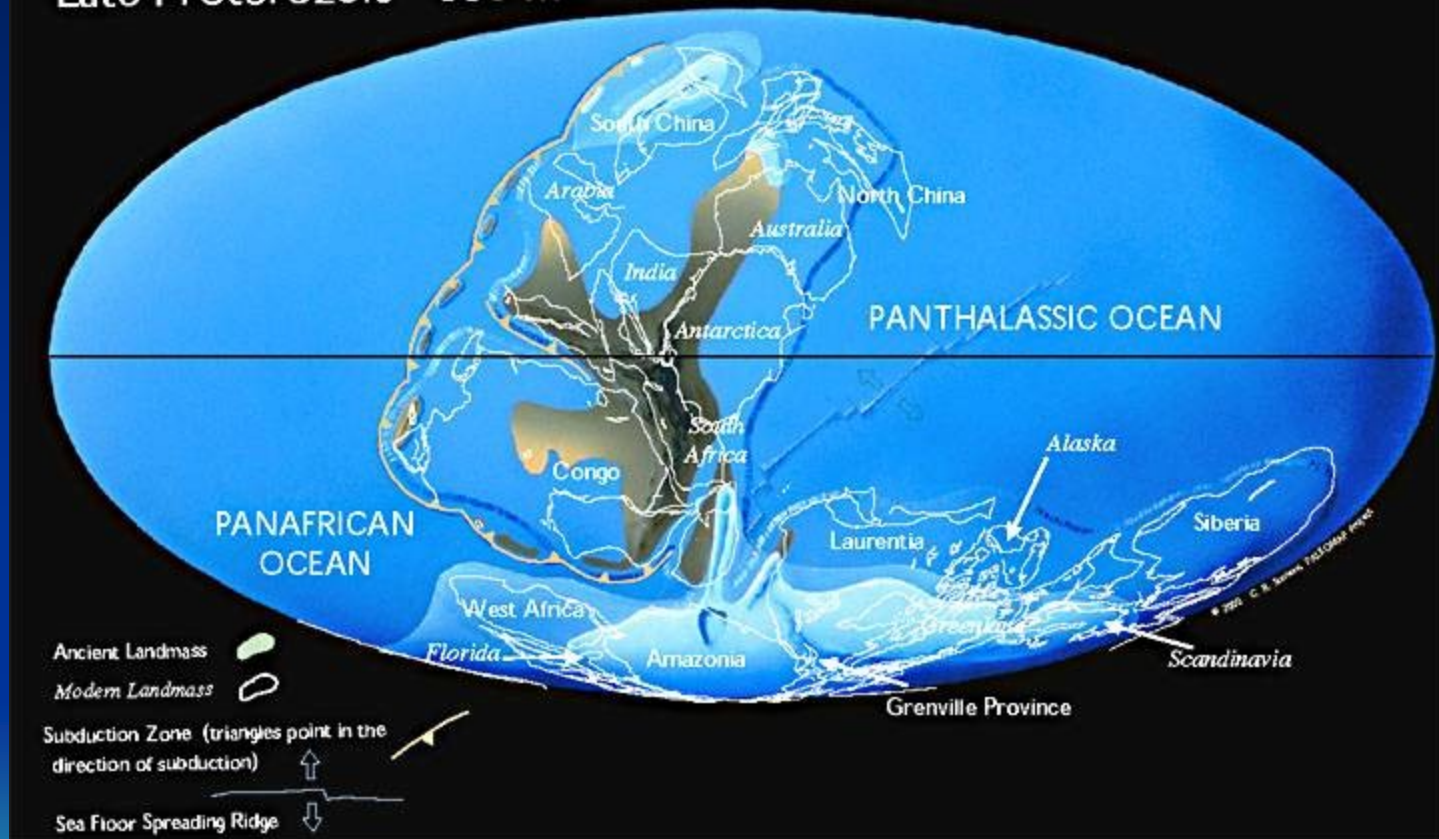






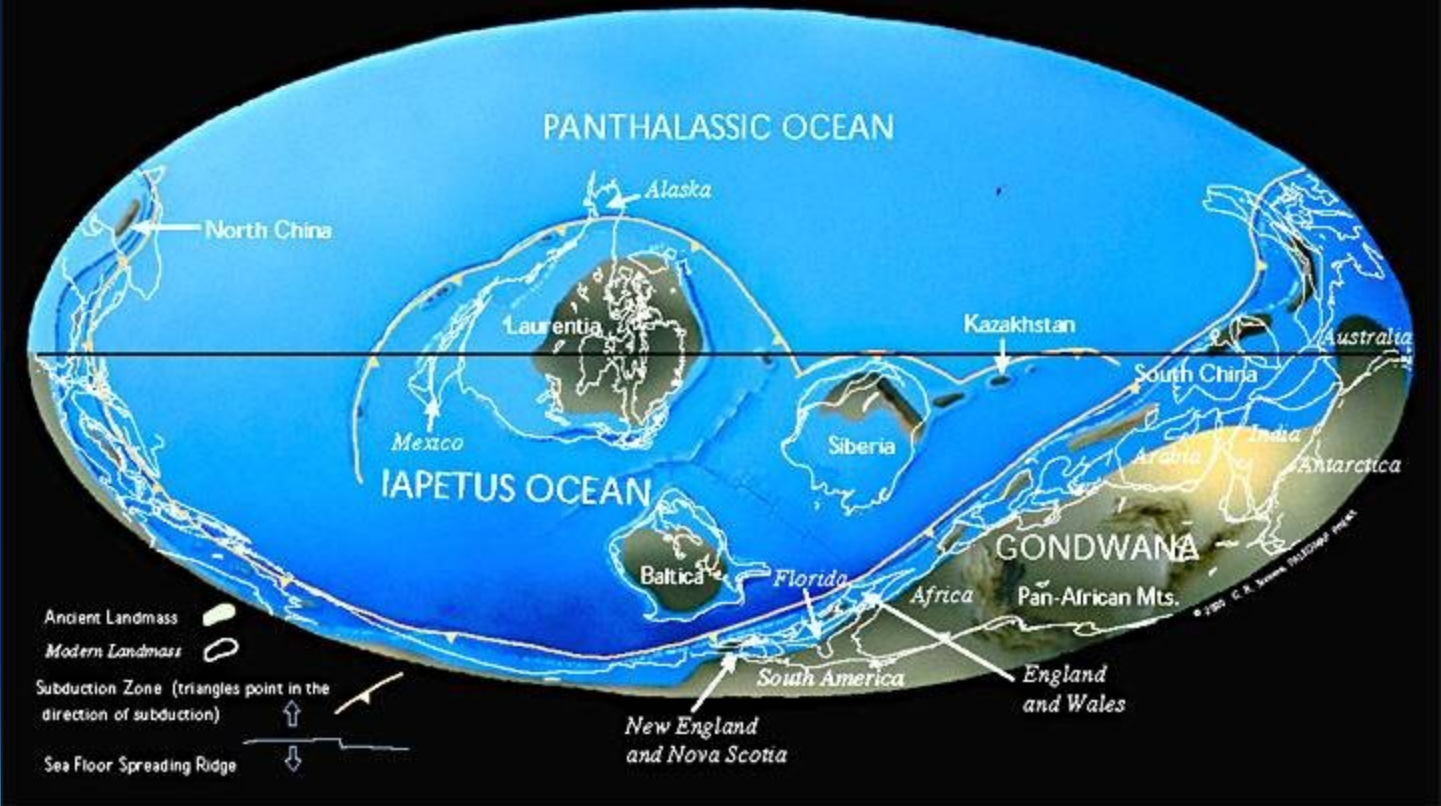
# Η μετακίνηση των ηπείρων

# Late Proterozoic 650 Ma

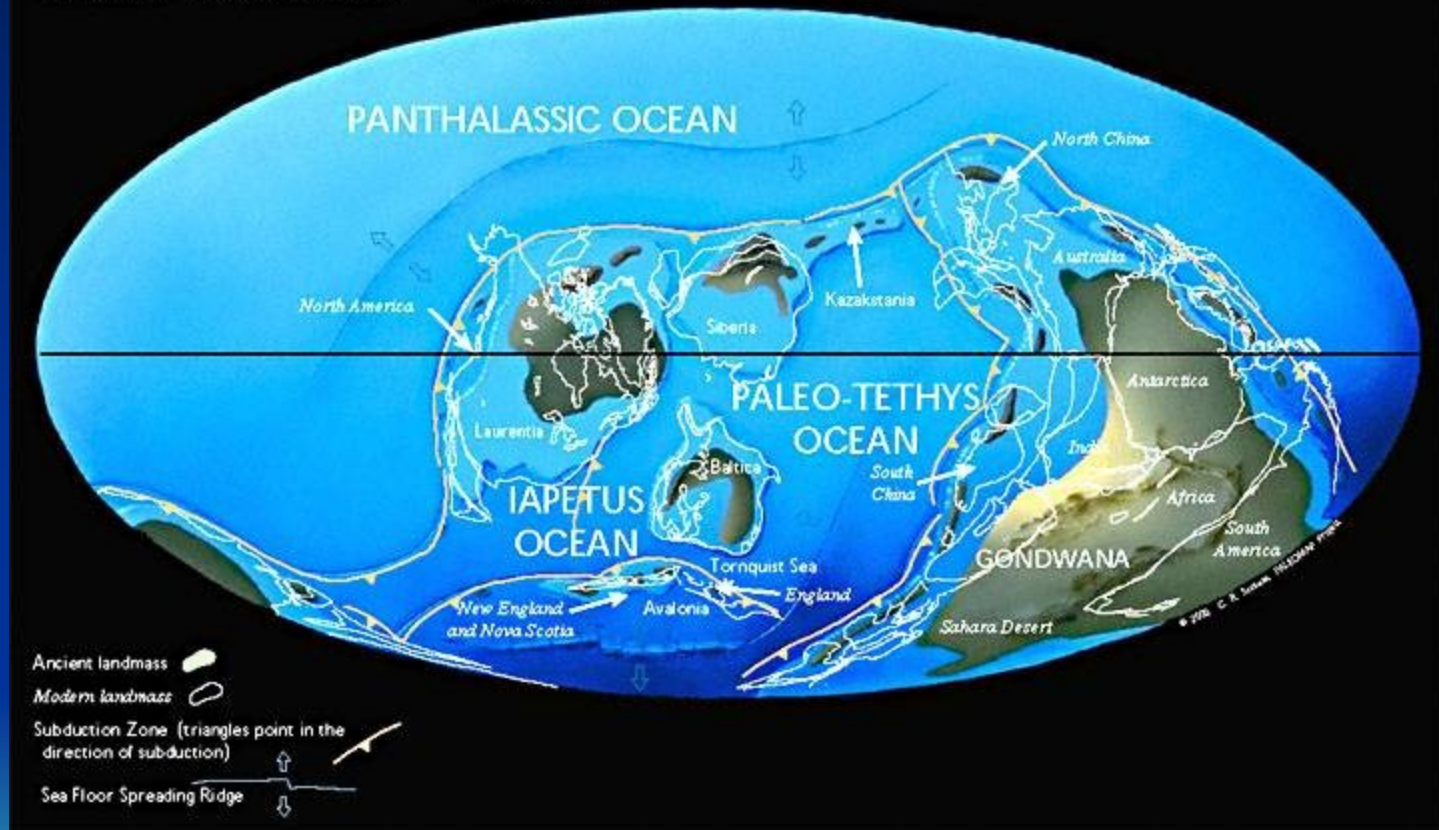




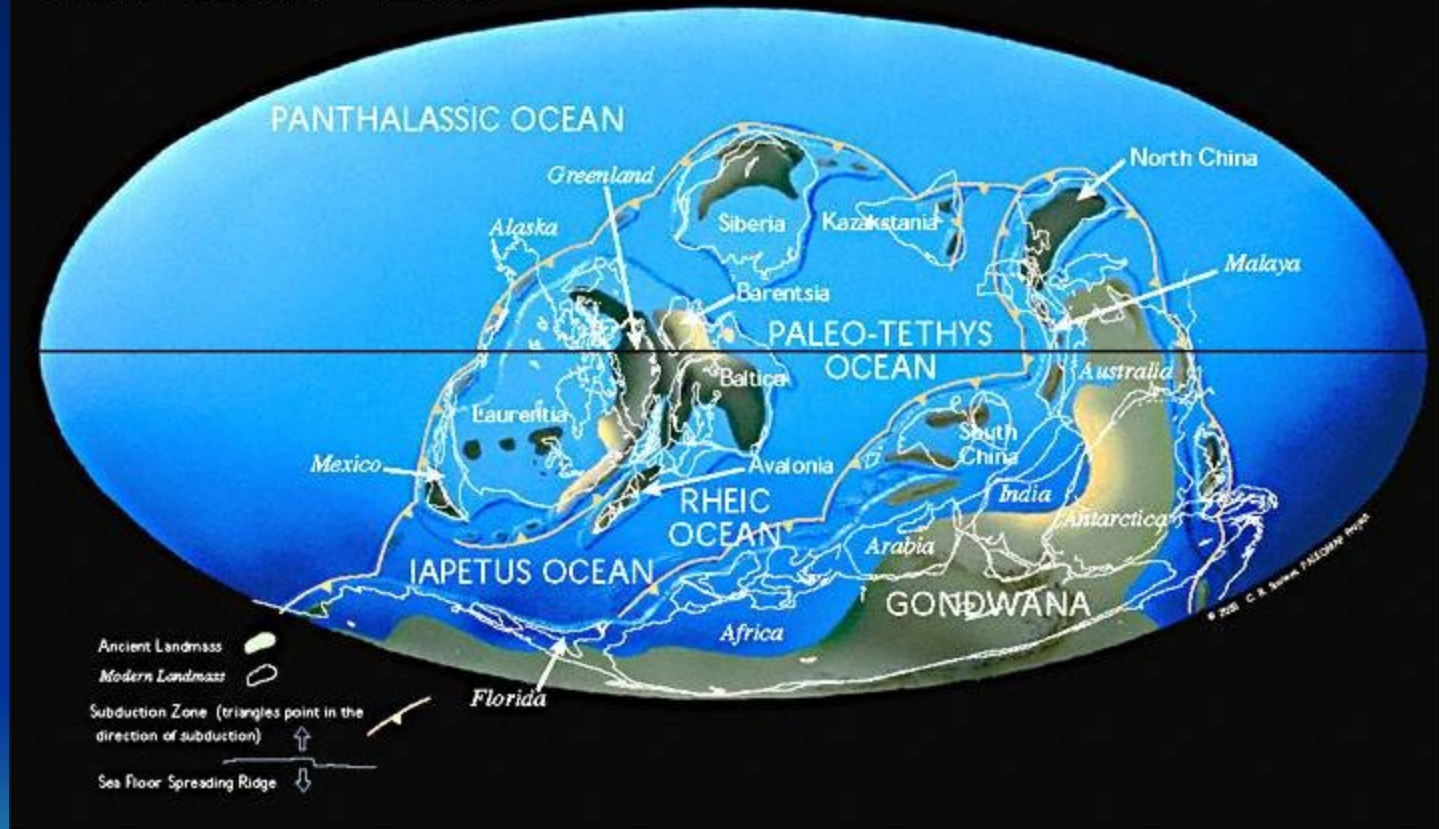
Late Cambrian 514 Ma



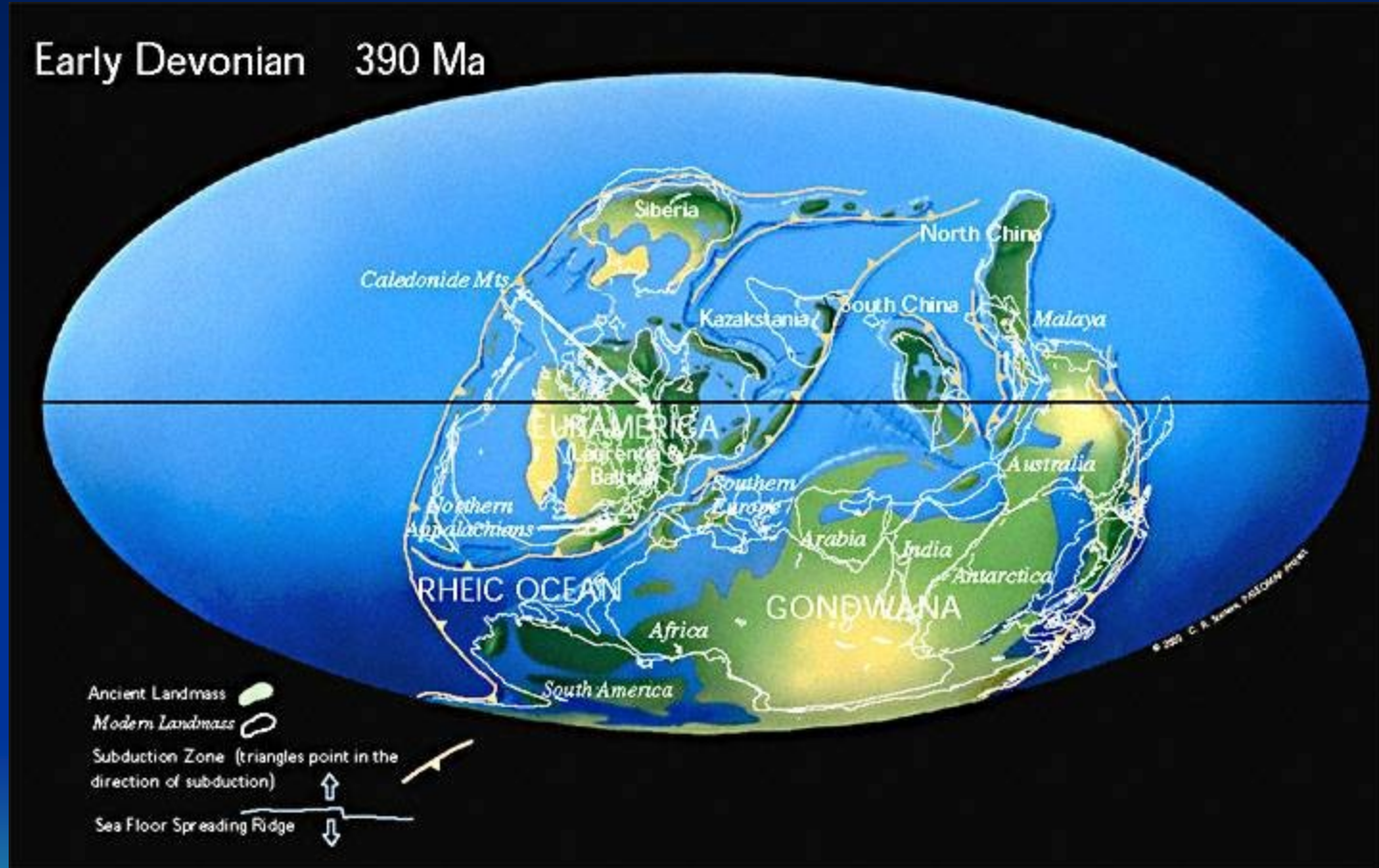
Middle Ordovician 458 Ma



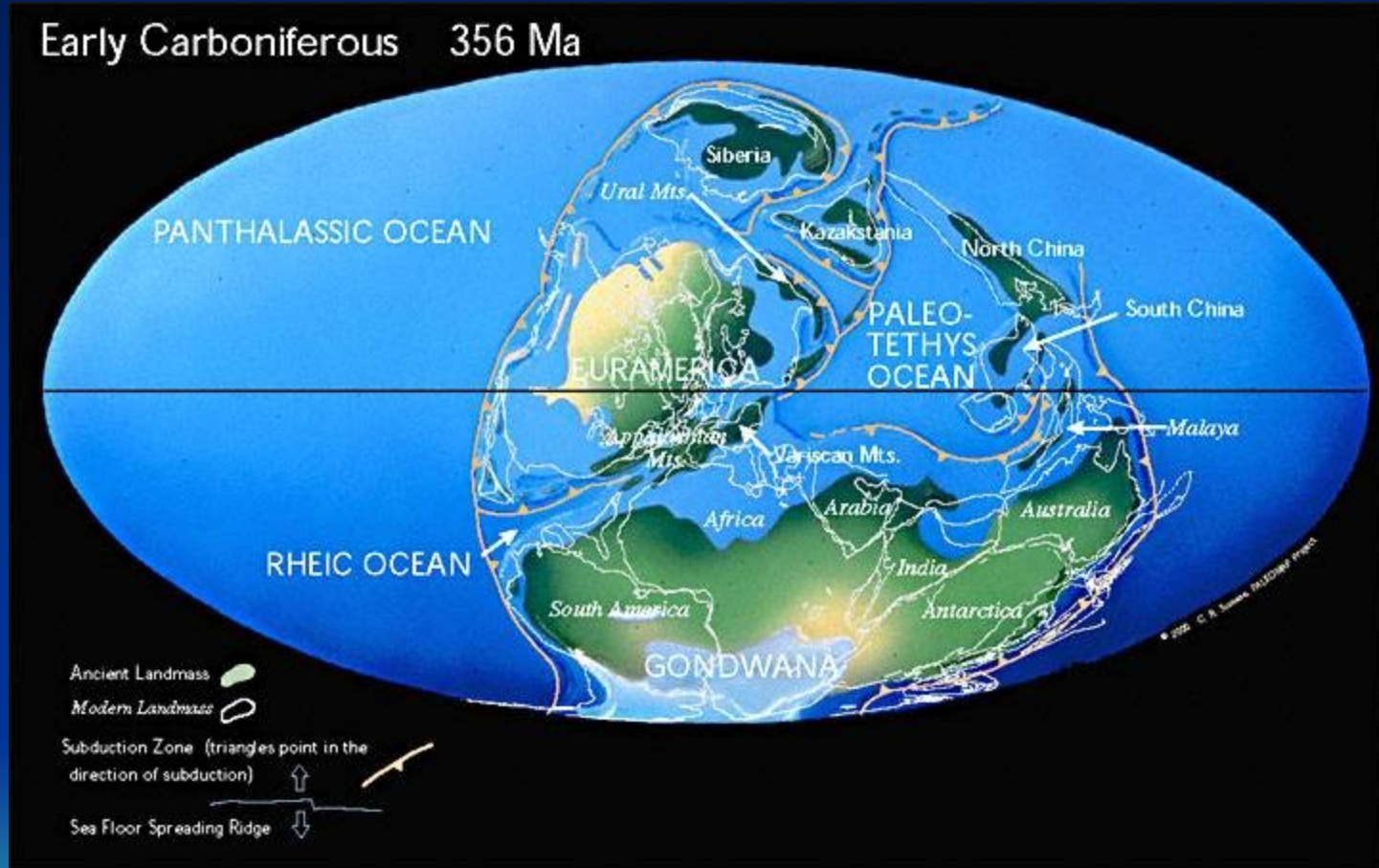
Middle Silurian 425 Ma



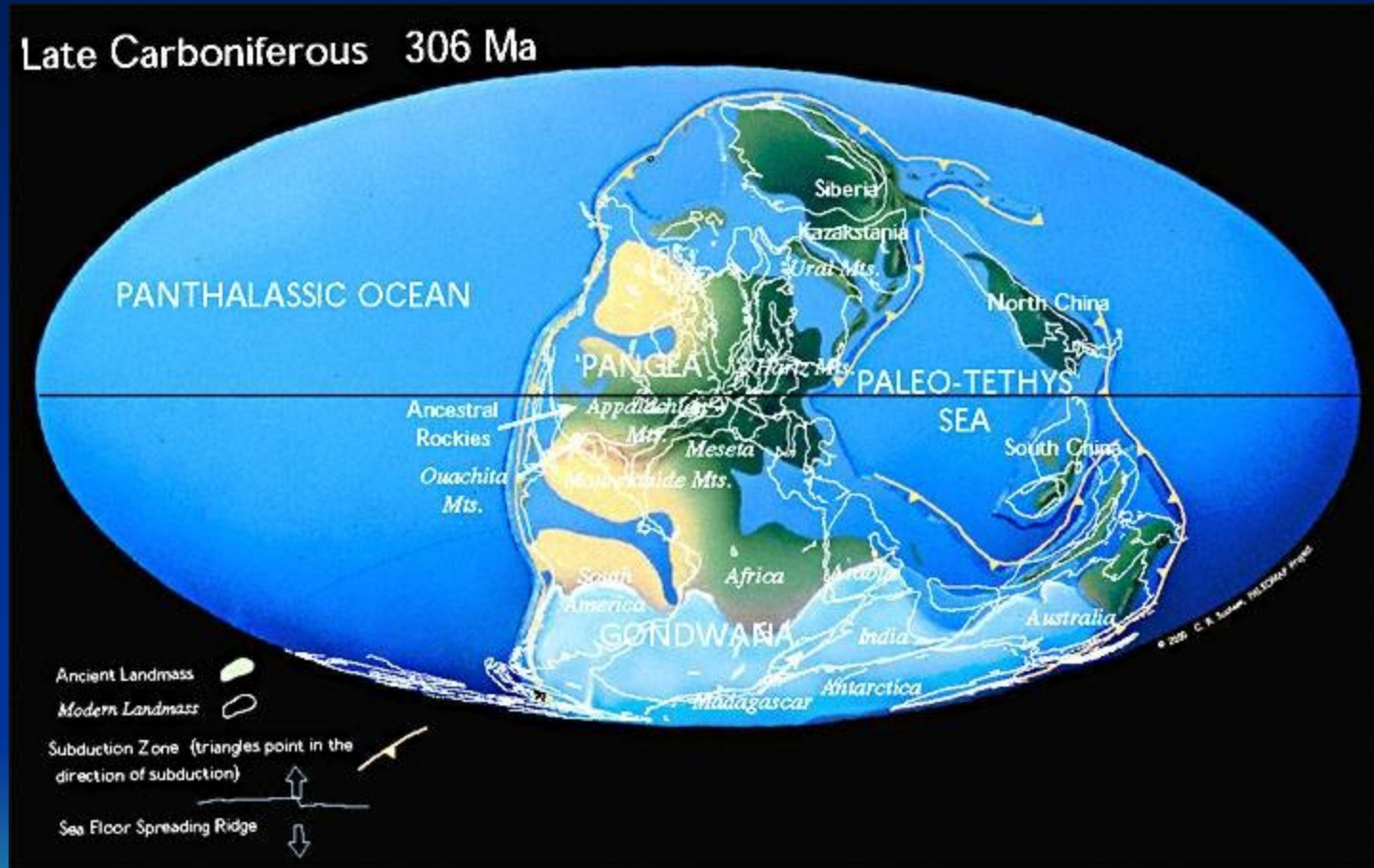
Early Devonian 390 Ma



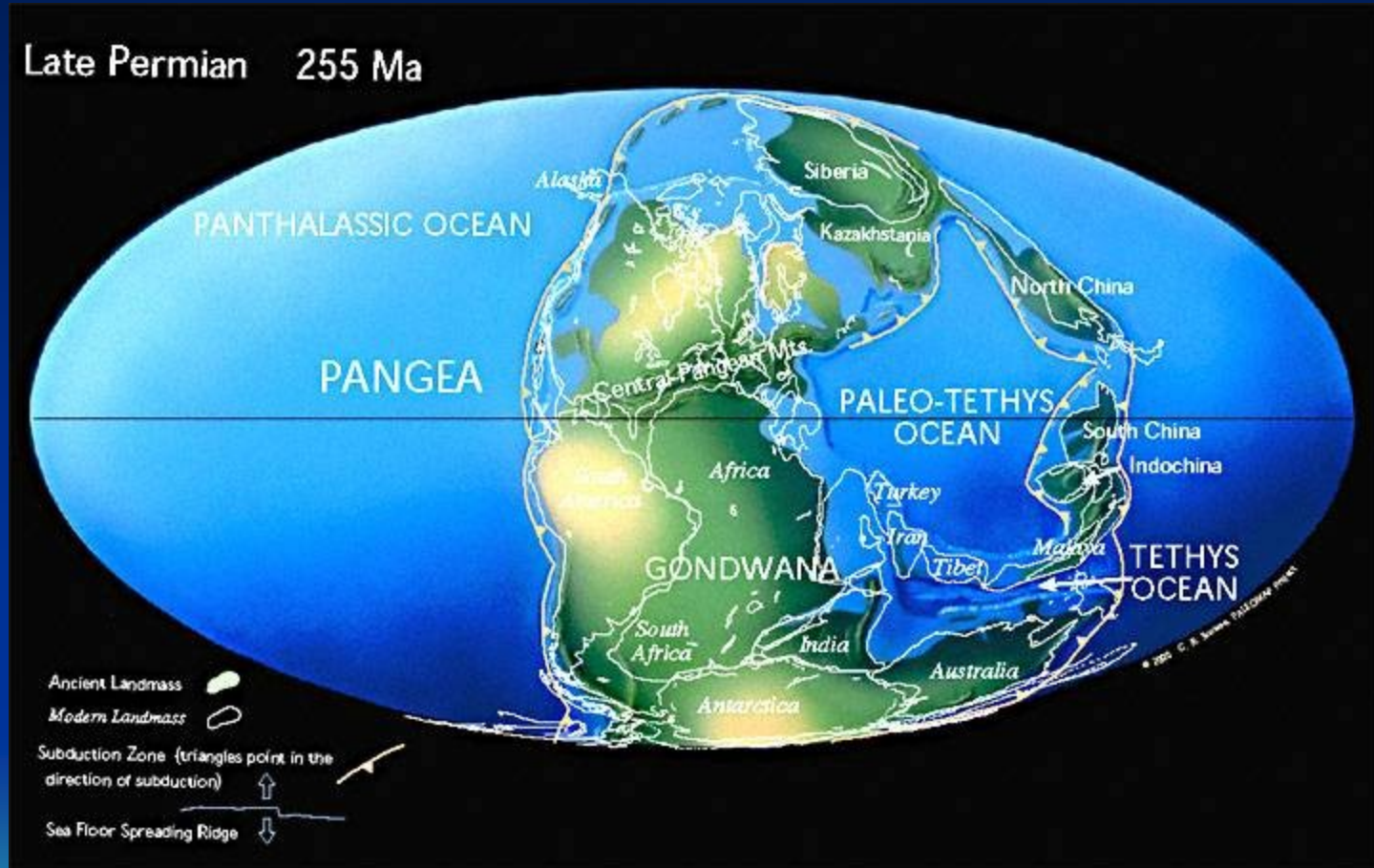
# Early Carboniferous 356 Ma



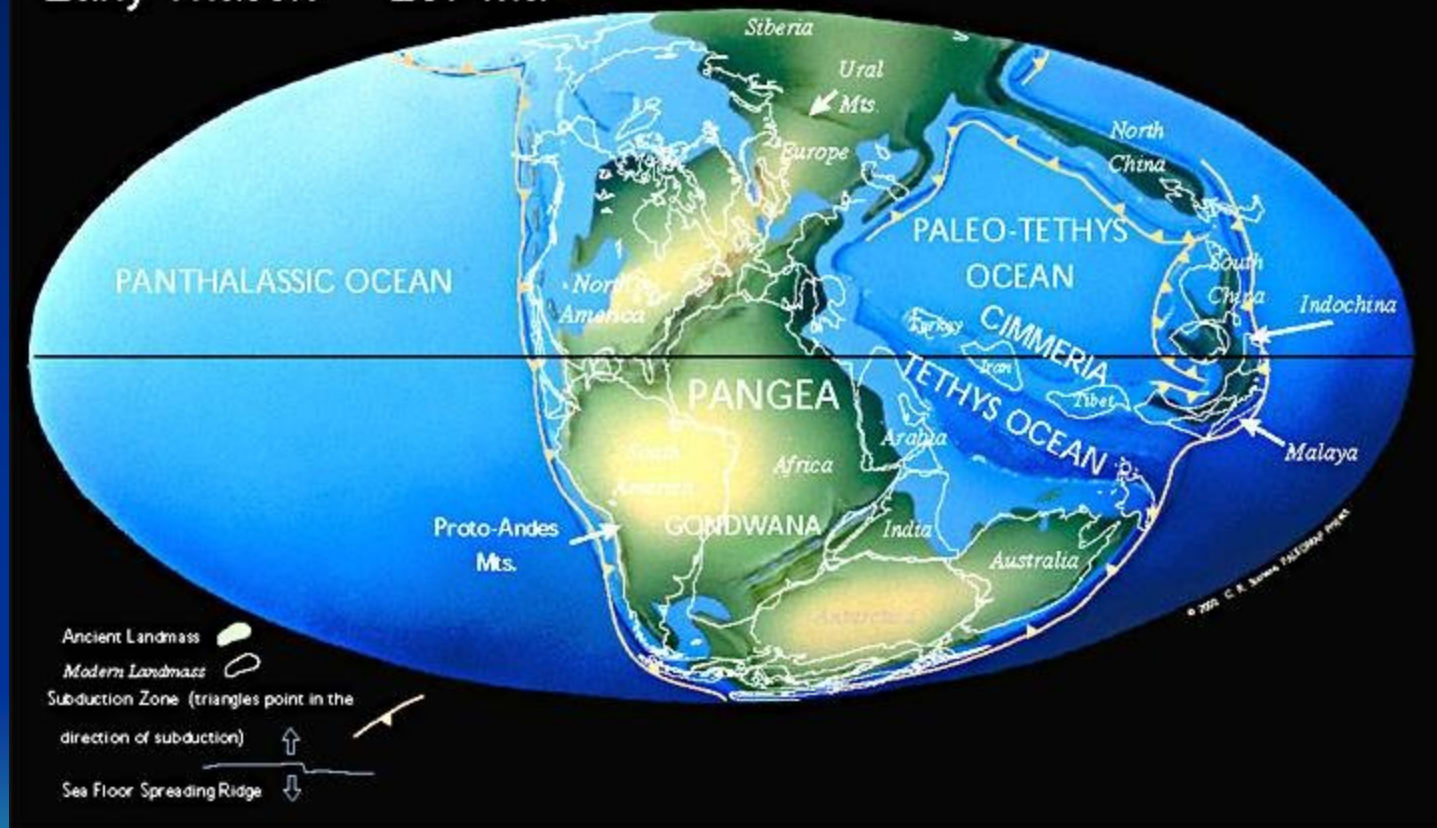
Late Carboniferous 306 Ma



Late Permian 255 Ma

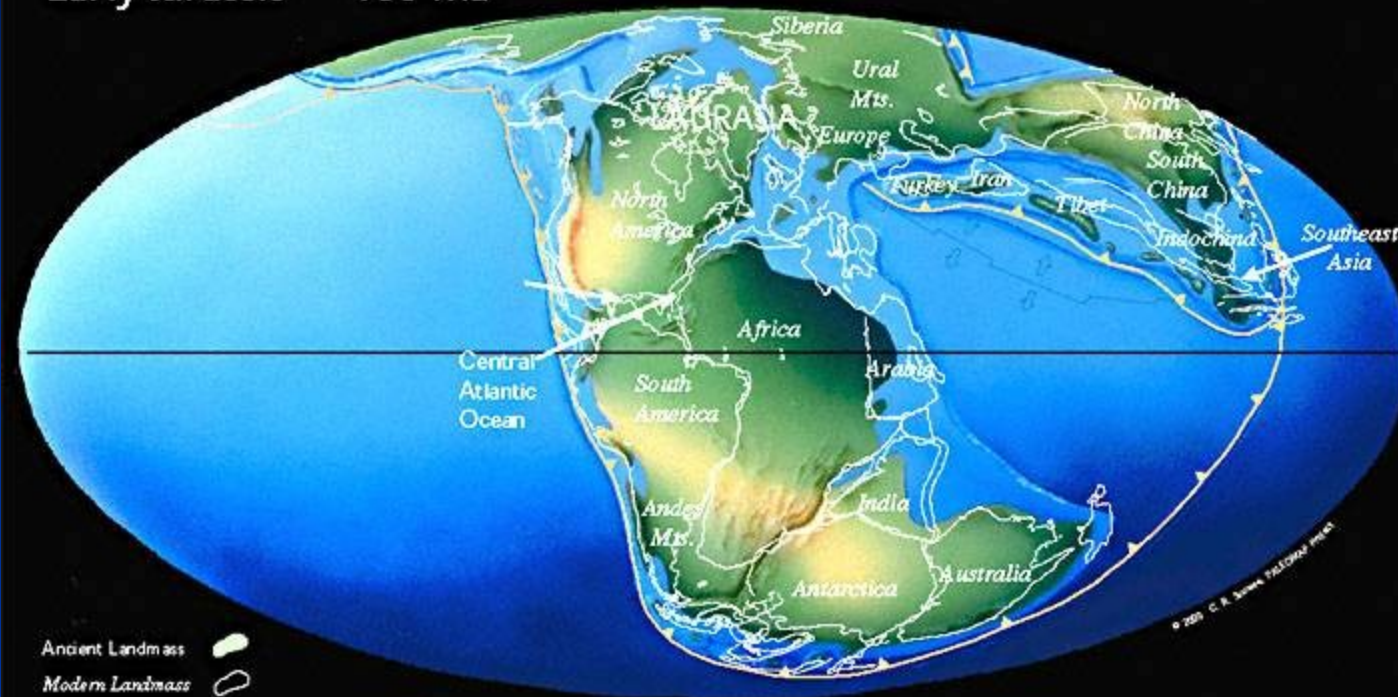


Early Triassic 237 Ma



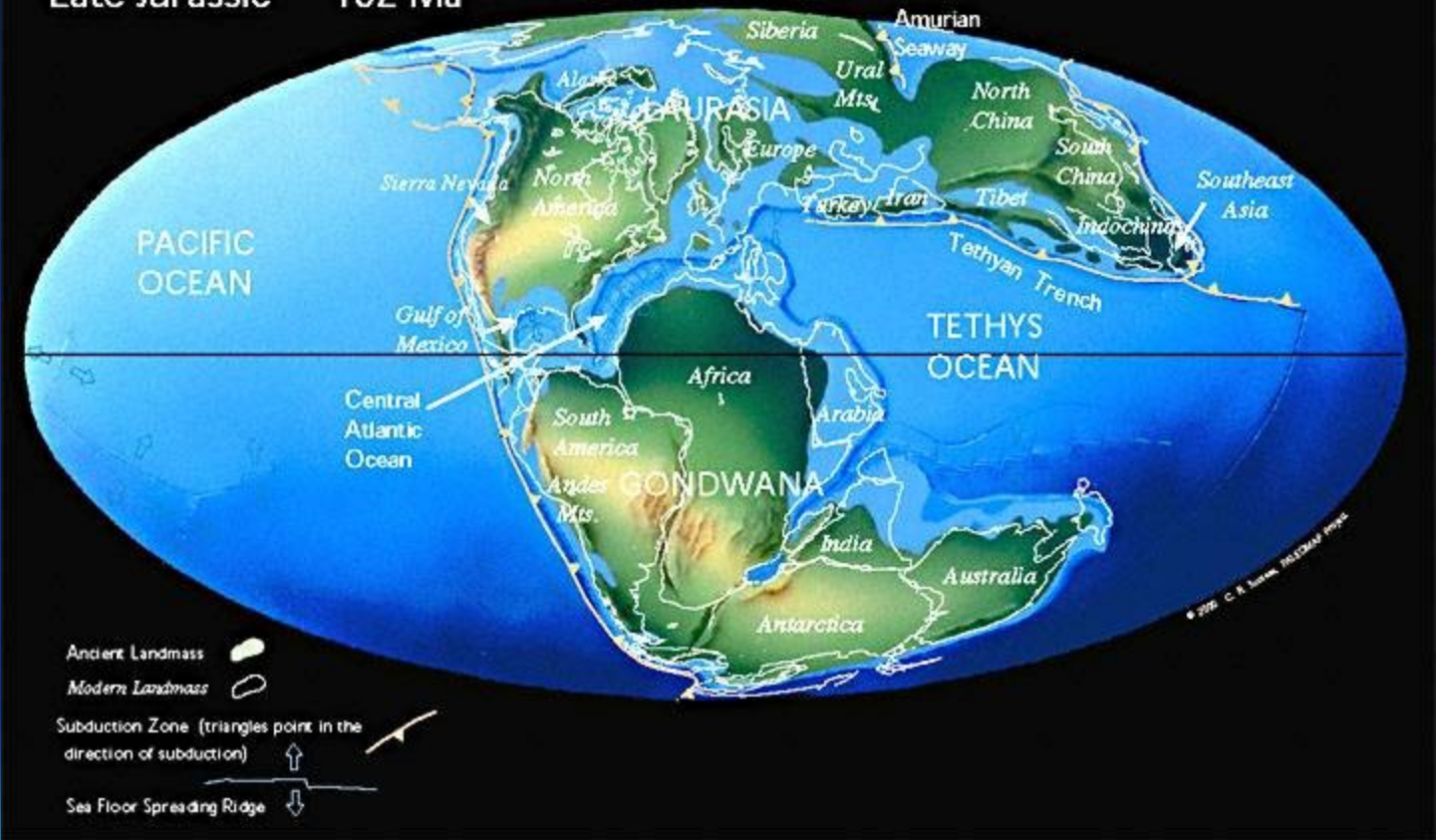


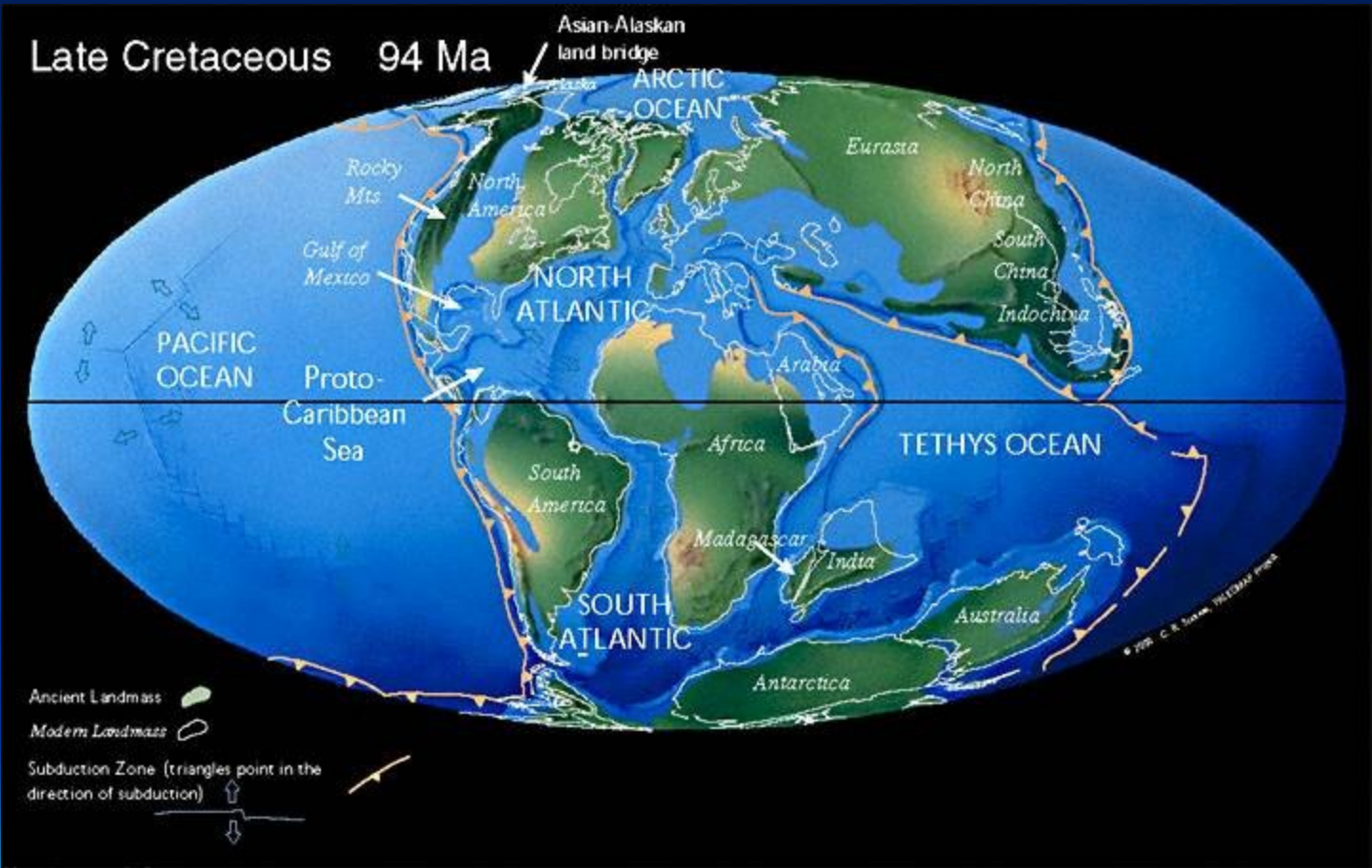
Early Jurassic 195 Ma



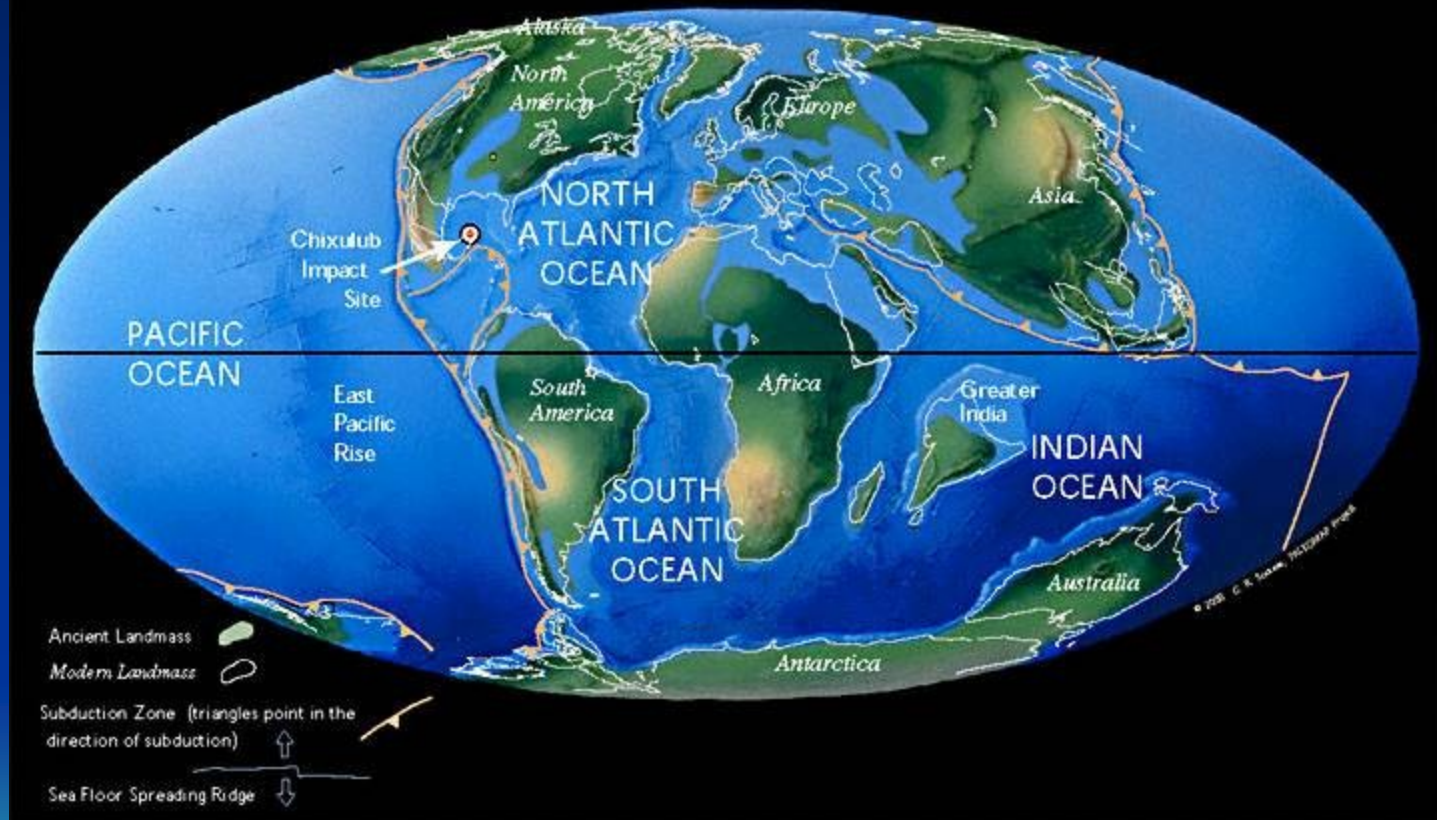
- Ancient Landmass
- Modern Landmass
- Subduction Zone (triangles point in the direction of subduction)
- Sea Floor Spreading Ridge

Late Jurassic 152 Ma

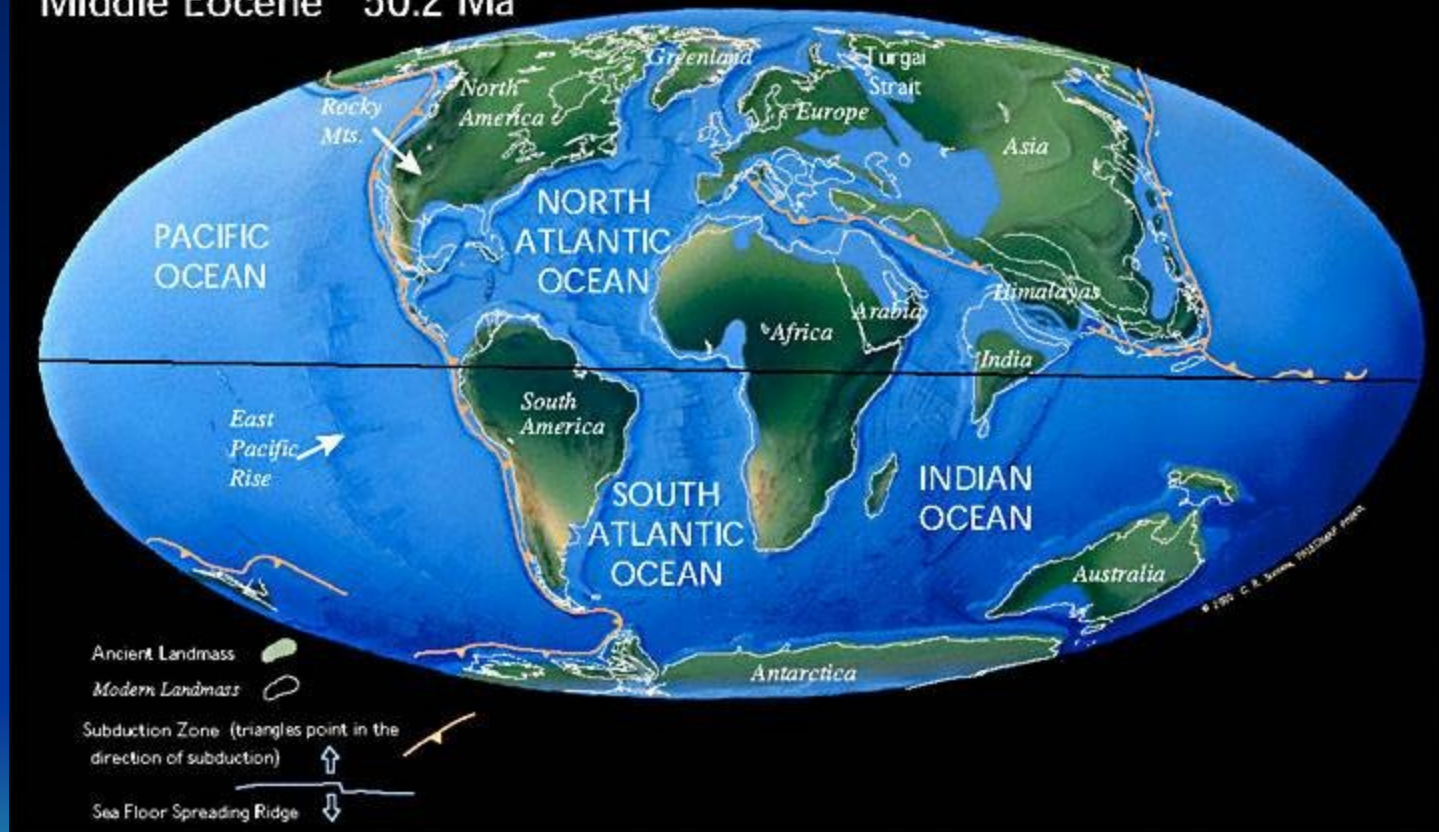




## K/T Boundary 66 Ma



## Middle Eocene 50.2 Ma



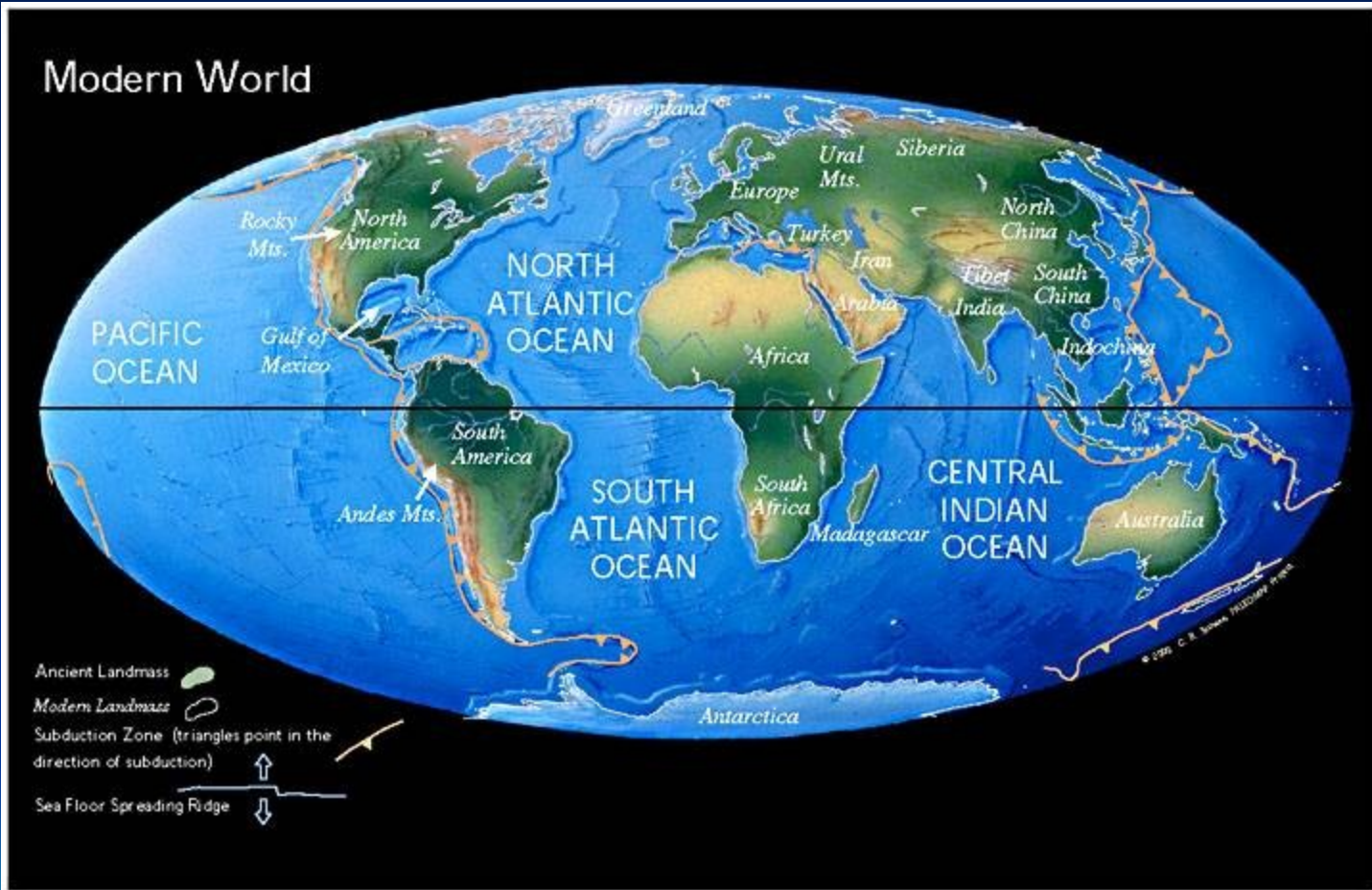
## Middle Miocene 14 Ma



## Last Glacial Maximum 18,000 years ago



## Modern World





## Future World + 50 Ma



© 2000 C.R. Scotese

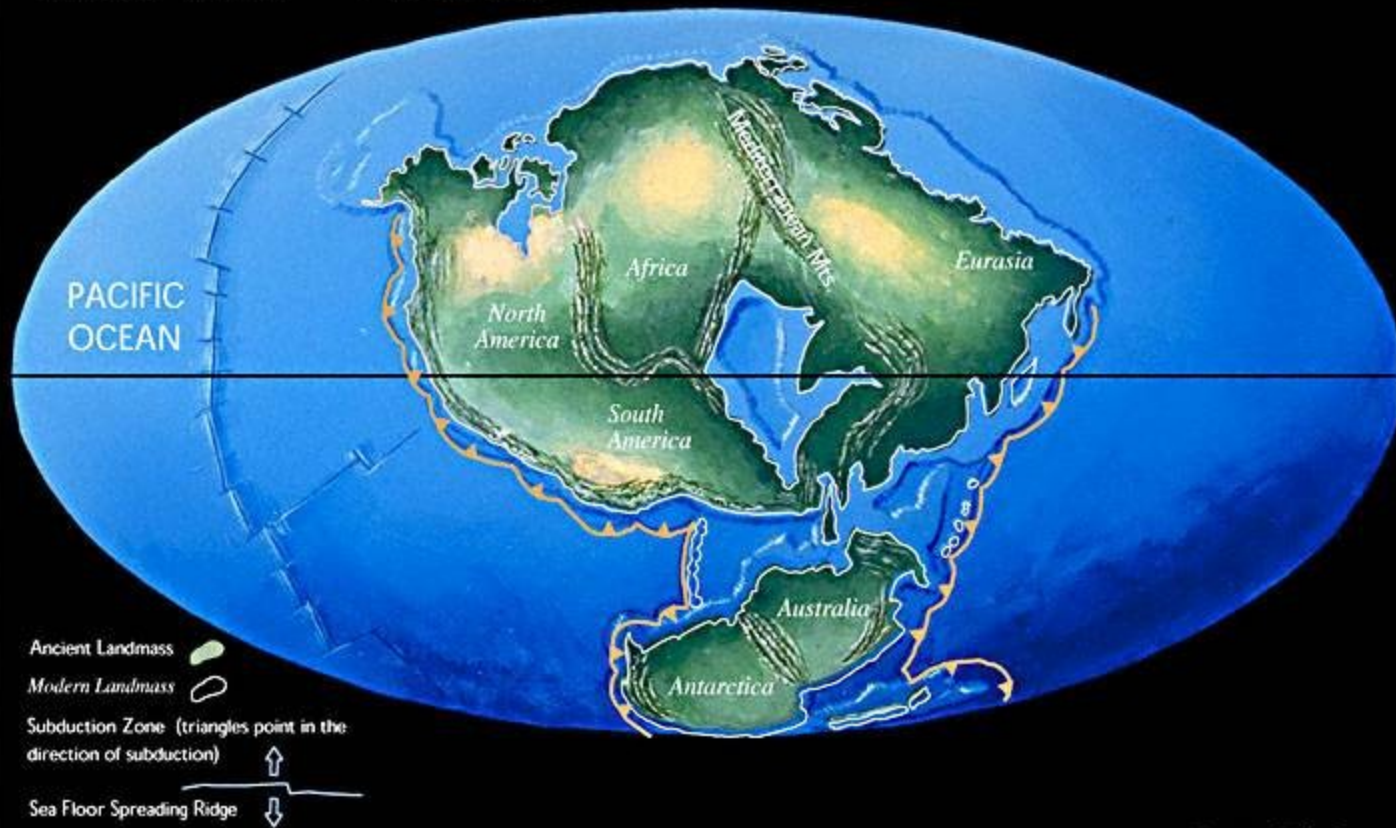
## Future World + 150 Ma

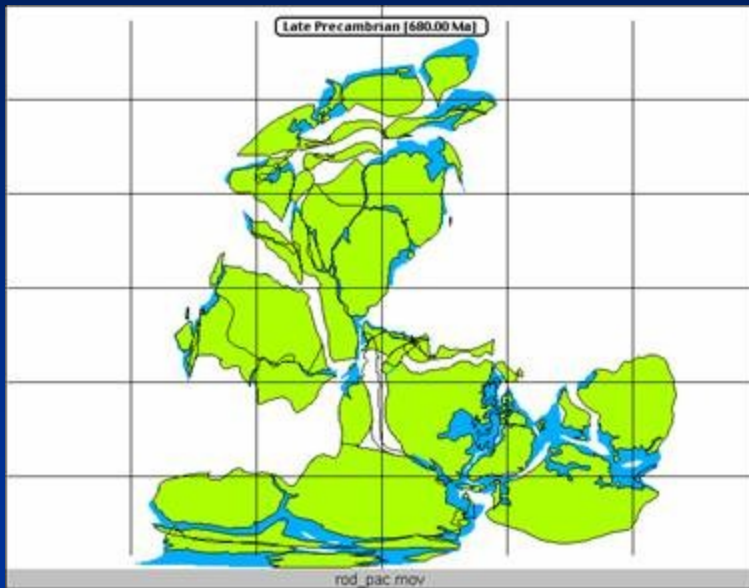


- Ancient Landmass 
- Modern Landmass 
- Subduction Zone (triangles point in the direction of subduction) 
- Sea Floor Spreading Ridge 

© 2000 C.R. Scotese

## Future World + 250 Ma



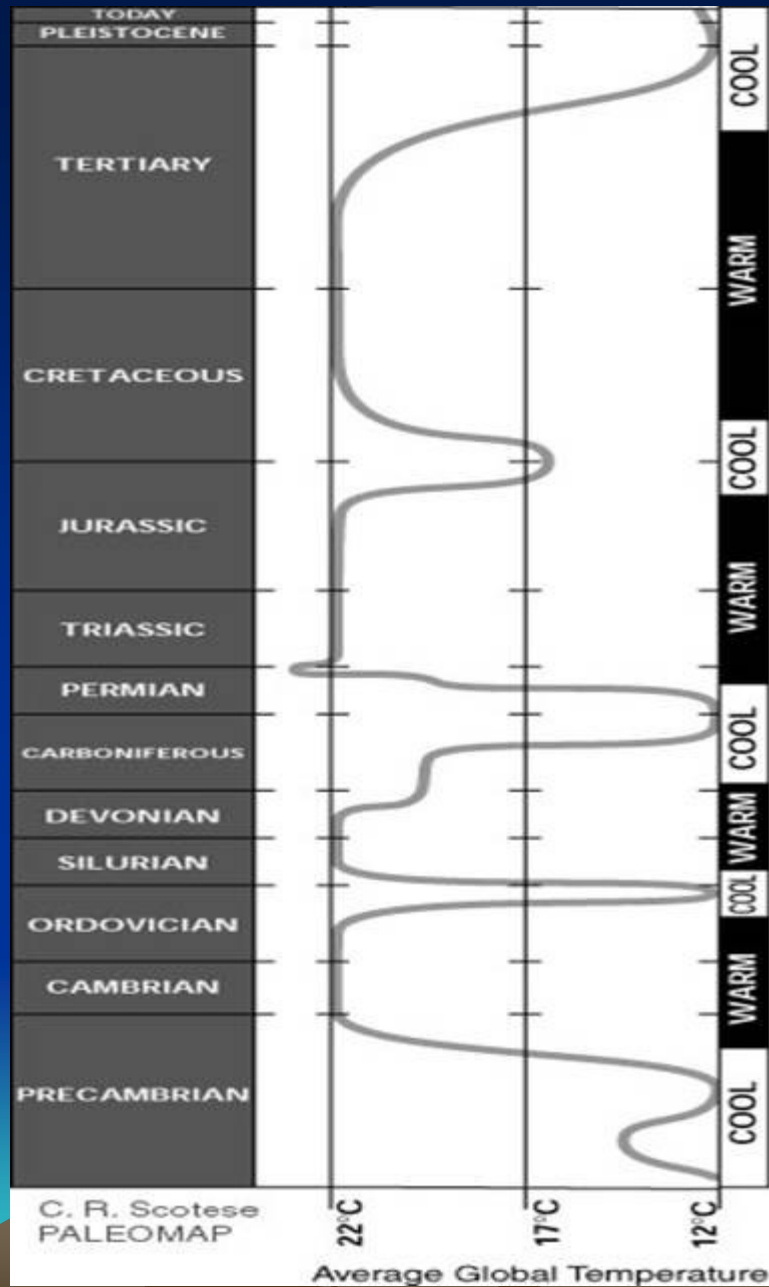


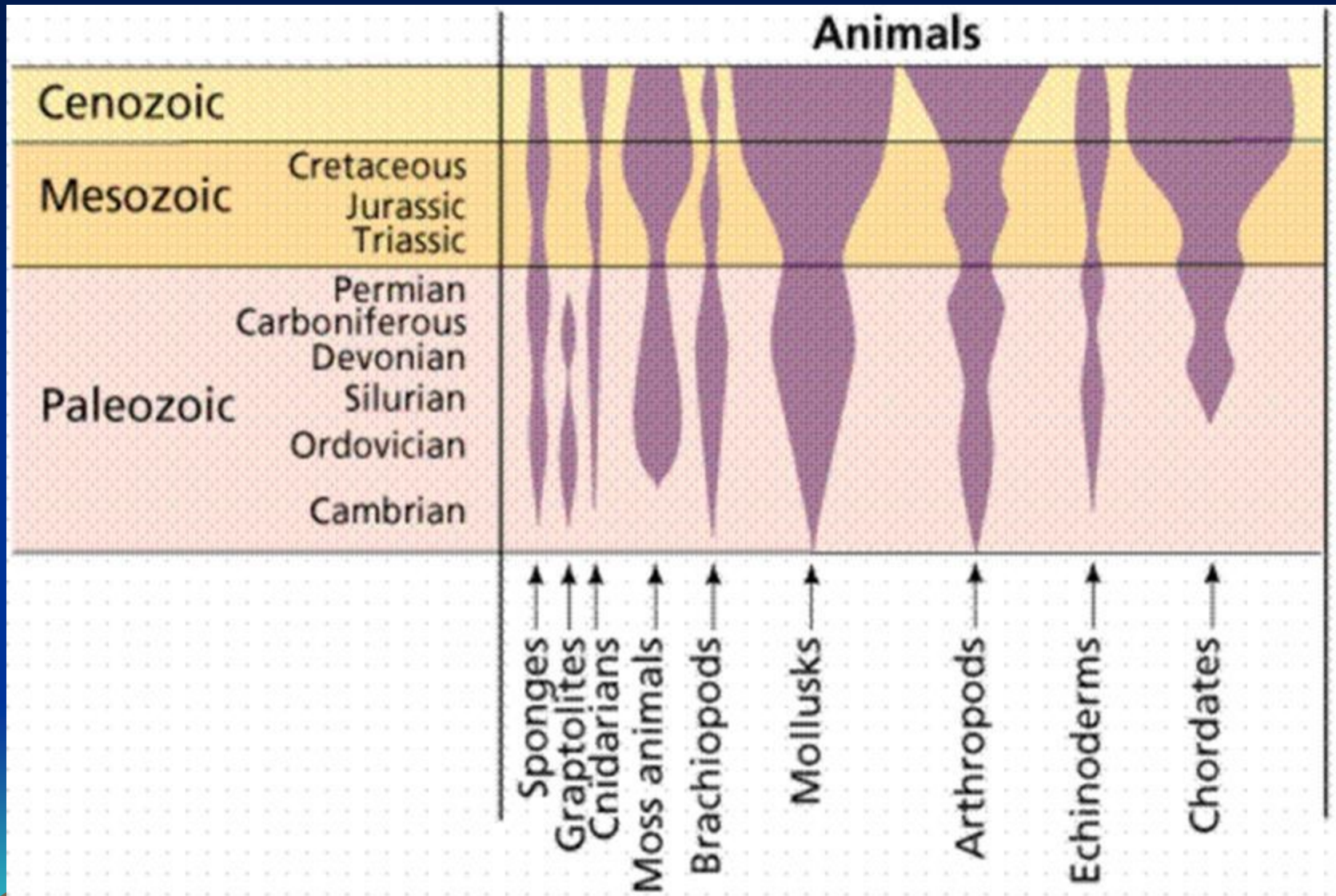
## CONTINENTAL DRIFT (0 - 750 million years)

by

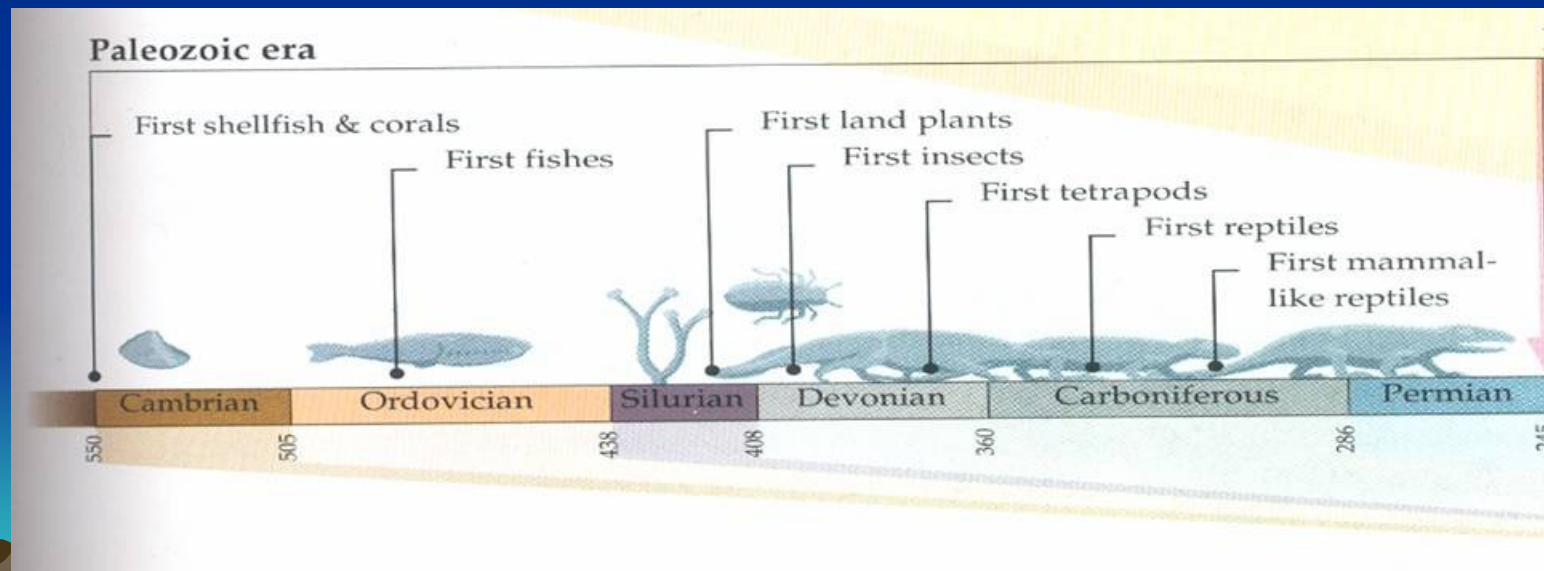
Christopher R. Scotese  
PALEOMAP Project

paleogeo.mov





- Τεμαχισμός της υπερ-ηπείρου Ροδινίας (αρχή Παλαιοζωικού) σε μικρότερες ηπείρους και επαναδημιουργία της υπερ - ηπείρου Παγγαίας στο τέλος του Παλαιοζωικού.
- Μεταβολή του κλίματος από ψυχρό (στην αρχή του Παλαιοζωικού - περίοδος παγετώνων), σε υγρό και θερμό (Λιθανθρακοφόρο) και ξανά ψυχρό και ξηρό στο τέλος του Παλαιοζωικού.
- Εμφάνιση των ζωικών φύλων, εποικισμός της ξηράς από φυτά –ζώα, δημιουργία σπονδυλωτών, αμνιακού αυγού, σπερμάτων στα φυτά.
- Μαζικές εξαλείψεις ειδών με σημαντικότερη αυτή του Περμίου





Univ. of Michigan Exhibit Museum of Natural History -- Life Through the Ages Diorama



Univ. of Michigan Exhibit Museum of Natural History -- Life Through the Ages Diorama

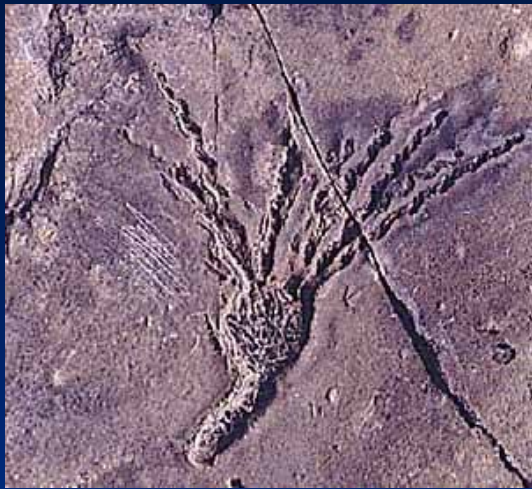
## Κάμβριο

- Δημιουργήθηκαν οργανισμοί με σκληρές δομές διαβίωσης που δημιούργησαν απολιθώματα.
- Εμφανίστηκαν όλα τα ζωικά φύλα εκτός από τα Βρυόζωα.
- Διαφοροποιήθηκαν τα Βραχιονόποδα, τα Εχινόδερμα, οι Σπόγγοι, οι Δακτυλιοσκώληκες, ενδεχομένως εμφανίστηκε και ένα από τα πρώτα Χορδωτά



Univ. of Michigan Exhibit Museum of Natural History -- Life Through the Ages Diorama





# Ορδοβίκιο

- Πρώτη αποίκιση της ξηράς από τα φυτά.
- Εμφάνιση πρώτων ιχθύων (Πλακόδερμοι)
- Εμφάνιση Βρυοζώων



Univ. of Michigan Exhibit Museum of Natural History -- Life Through the Ages Diorama





## Σιλούριο

Εμφάνιση ψαριών γλυκού νερού,  
γναθωτών ψαριών, αραχνιδίων,  
μυριαπόδων



- Η ΖΩΗ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ

1. ΚΡΙΝΟΕΙΔΩΝ
2. ΚΟΡΑΛΛΙΩΝ
3. ΒΡΑΧΙΟΝΟΠΟΔΩΝ
4. ΑΜΜΩΝΟΕΙΔΩΝ ΑΠΟ ΓΩΝΙΑΤΙΤΕΣ ΣΕ ΑΜΜΩΝΙΤΕΣ
5. ΨΑΡΙΩΝ ΑΠΟ ΣΑΡΚΟΠΤΕΡΥΓΙΑ ΣΕ ΑΚΤΙΝΟΠΤΕΡΥΓΙΑ

- Η ΖΩΗ ΣΤΗ ΞΗΡΑ

1. ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΦΤΕΡΩΝ ΛΥΚΟΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΣΦΗΝΟΨΙΔΩΝ
2. ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ, ΑΜΦΙΒΙΩΝ ΚΑΙ ΓΥΜΝΟΣΠΕΡΜΩΝ

## Δεβόνιο



Βιογεωγραφία - Σίνος Γκιώκας - Παν.  
Πατρών - Τμ. Βιολογίας - 2018



- Η ΖΩΗ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

- 1. ΑΣΠΟΝΔΥΛΑ

ΕΞΕΛΙΞΗ : ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΩΝ  
ΒΡΑΧΙΟΝΟΠΟΔΩΝ  
ΒΡΥΟΖΩΩΝ

ΜΕΙΩΣΗ : ΚΟΡΑΛΛΙΩΝ

- 2. ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΑ

ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΡΧΑΡΙΩΝ ΚΑΙ  
ΟΣΤΕΪΧΘΥΩΝ

- Η ΖΩΗ ΣΤΗ ΞΗΡΑ

- 1. ΦΥΤΑ

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΛΥΚΟΦΥΤΩΝ ΣΕ ΔΕΝΔΡΑ  
ΠΟΥ ΕΦΤΑΝΑΝ ΚΑΙ 40 ΜΕΤΡΑ ΥΨΟΣ  
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΤΕΡΙΔΟΦΥΤΩΝ ΜΕ  
ΣΠΕΡΜΑΤΑ

- 2. ΖΩΑ

ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΤΩΝ ΑΜΦΙΒΙΩΝ ΚΑΙ  
ΕΝΤΟΜΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ  
ΕΡΠΕΤΩΝ

## Λιθανθρακοφόρο



γεωγραφία - Σίνος Γκι  
Πατρών - Τμ. Βιολογία





## Πέρμιο



Univ. of Michigan Exhibit Museum



Univ. of Michigan Exhibit Museum of Natural History -- Life Through the Ages Diorama

Παλαιολιθική - Σίνος Γκιώκας - Παιδαγωγικά - Τμήμα Βιολογίας - 2018



ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΕΡΜΙΟ ΕΙΧΑΜΕ ΜΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ ΕΞΑΛΕΙΨΕΙΣ  
ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΖΩΗΣ ΣΤΗ ΓΗ:  
ΤΟ 95% ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΙΔΩΝ ΚΑΙ ΤΟ 70% ΤΩΝ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΩΝ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣ

### ΕΞΑΦΑΝΙΣΤΗΚΑΝ

- Μείζονες ομάδες Τρηματοφόρων
  - Τριλοβίτες
- Μείζονες ομάδες κοραλίων
  - Βλαστοειδή
  - Ακανθόδια
- Πλακόδερμοι ιχθύες
  - Πελυκοσαύρια



Μεγάλα φυτοφάγα διάψιδα ερπετά



Κυνοδόντια: θηλαστικόμορφα ερπετά

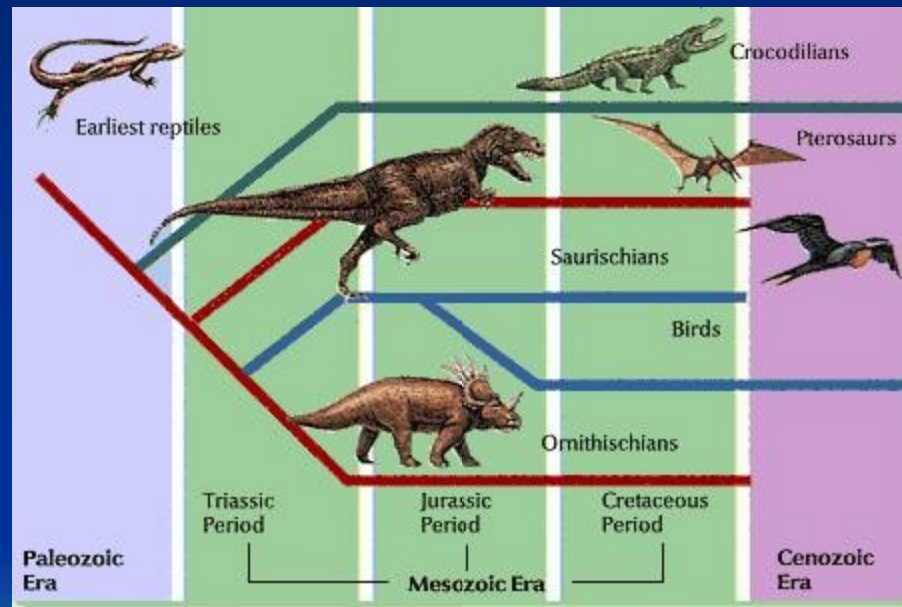
## ΜΕΣΟΖΩΪΚΟΣ



Πρώιμες μορφές Θηκοδόντιων Αρχοσαυρίων



Οι δεινόσαυροι εξελίχθηκαν από τα Θηκοδόντια Αρχοσαύρια.  
Τα πτηνά προήλθαν από τα Σαυρίσγια





Ο Σαυρόποδας Βραχιόσαυρος έφτανε τα 23 μέτρα μήκος και τα 12 μέτρα ύψος



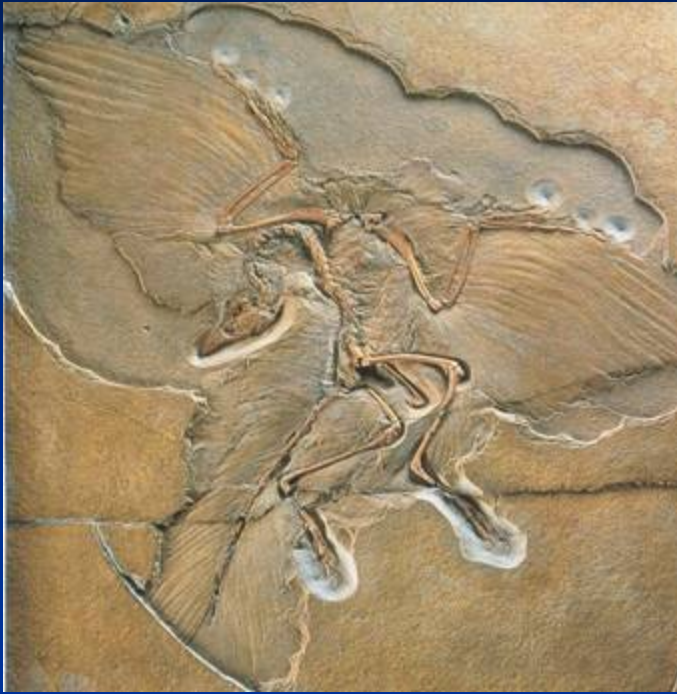
Οι Διπλόδοκοι είναι φυτοφάγοι και θεωρούνται τα μεγαλύτερα ζώα που έζησαν στην ξηρά



Ένας Αλλόσαυρος τρώει ένα μικρό Διπλόδοκο



Ένας Στεγόσαυρος τρώει φτέρες



Ο Αρχαιοπτέρυξ αυτός, ηλικίας 150 εκατομμυρίων ετών, είναι το αρχαιότερο γνωστό πτηνό και είναι το πρώτο τεκμήριο για τη σχέση πτηνών και δεινοσαύρων. Το απολίθωμα αυτό χρονολογείται στο Ύστερο Ιουρασικό



Οι Πτερόσαυροι κυριαρχούσαν στους αιθέρες κατά το Ιουρασικό



Τα αυγά των δεινοσαύρων είχαν πολύ σκληρό τσόφλι και ήταν δεκάδες φορές μεγαλύτερα από τα αυγά μιας κότας



Εμφανίστηκαν τεράστιες λιβελλούλες (Οδοντόγναθα)



Πλησιόσαυροι (μεγάλα υδρόβια ερπετά)  
και Αμμωνίτες (Κεφαλόποδα, Μαλάκια).



Οι Ιχθυόσαυροι είχαν σχήμα σώματος  
ψαριού. Ήταν ζωτόκα και όχι ωτόκα όπως  
τα άλλα ερπετά.

## Ο Λιοπλευρόδοντας ήταν ένα γιγάντιο θαλάσσιο ερπετό



Μπορούσε να φτάσει μέχρι τα 25m μήκος και να ξεπεράσει τα 100 χρόνια σε ηλικία. Ήταν σαρκοφάγο και θεωρείται το πιο άγριο αρπακτικό της θάλασσας. Με μια αναπνοή του έπαιρνε αρκετό οξυγόνο για να αντέχει για μια ώρα κάτω απ' το νερό.

Απολιθώματα από Αμμωνίτες και Ιππουρίτες του Μεσοζωικού αιώνα.



Αμμωνίτης που βρέθηκε στην Επίδαυρο.

Οι αμμωνίτες, που αφθονούσαν στον Μεσοζωικό, ζούσαν κυρίως σε ανοιχτές θάλασσες, όπως αυτός ο *Moporphylites* sp. του Τριαδικού (αριστερά), που βρέθηκε στην Επίδαυρο.

Οι ιππουρίτες έζησαν κατά το Ανώτερο Κρητιδικό σε αποικίες στη θάλασσα. Με τα όστρακά τους σχημάτιζαν υφάλους. Συναντώνται, μέσα σε ασβεστόλιθους, σε όλη σχεδόν την Ελλάδα. Στη φωτογραφία δεξιά *Hippurites Gaudryi* sp. από το Κερατοβούνι Χαιρωνείας, ο ένας με "καπάκι", ο άλλος με τομή.



Αμμωνίτης, Ύστερο Κρητιδικό

Ιππουρίτες από το Κερατοβούνι Χαιρωνείας

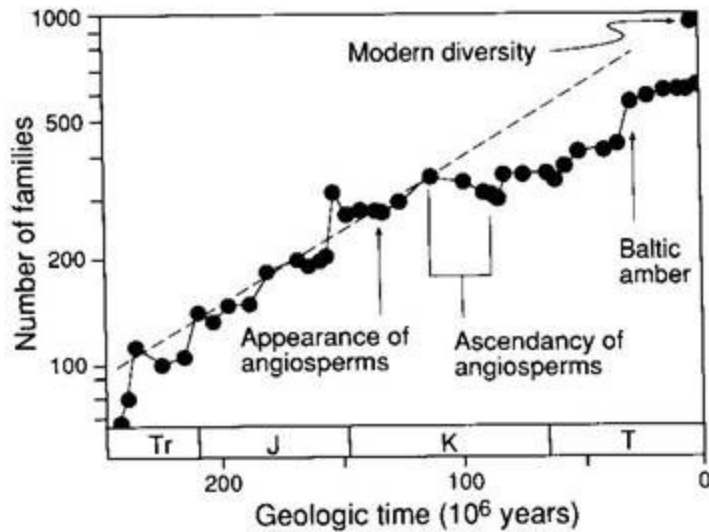


Fig. 26. Apparent exponential increase in insect families from the Triassic into the early Cretaceous. Labandeira and Sepkoski (1993).



Εκθετική αύξηση στις οικογένειες των εντόμων από το Τριαδικό μέχρι και το Πρώιμο Κρητιδικό οπότε εξελίχθηκαν τα Αγγειόσπερμα

Στο Κρητιδικό, παράλληλα με την εξέλιξη των Αγγειοσπέρμων, εμφανίζονται και καινούρια έντομα: πεταλούδες, αφίδες, ακρίδες με κοντές κεραίες και κοινωνικά έντομα όπως: τερμίτες, μυρμήγκια και μέλισσες που σχηματίζουν κυψέλες.

Στο Πρώιμο Κρητιδικό εμφανίστηκαν τα Αγγειόσπερμα με φυσικό επακόλουθο την αύξηση στις οικογένειες των εντόμων. Τα Αγγειόσπερμα είναι τα πρώτα φυτά που επικονιάζονται από τα έντομα





Ο φυτοφάγος Αγκυλόσαυρος. Για άμυνα χρησιμοποιούσε ένα πανίσχυρο ρόπαλο στην άκρη της ουράς του



Ο Τρικεράτωψ ανήκει στα φυτοφάγα Κερατόψια που εμφανίστηκαν στο Κρητιδικό



Το πρώτο γνωστό μαρσιποφόρο, ο Διδελφόδοντας, ο οποίος ανήκει στην οικογένεια Didelphidae

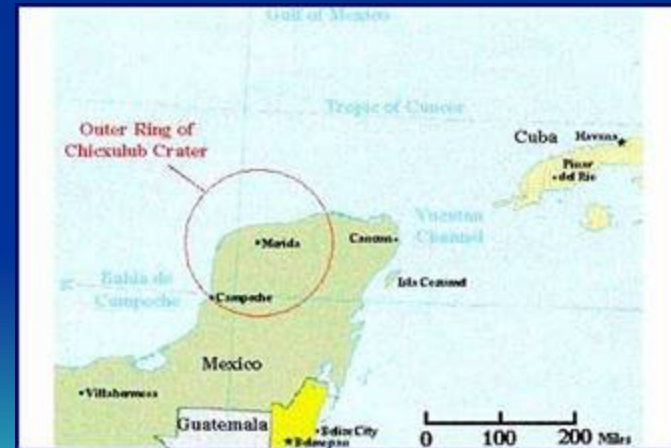


Ο τρομακτικός *Tyrannosaurus rex*. Ήταν σαρκοφάγος και θεωρείται το μεγαλύτερο αρπακτικό της εποχής του

## Η μεγάλη εξαφάνιση στο τέλος του Κρητιδικού (Κ-Τ)



Ένας αστεροειδής προσκρούει στη Γη πριν από 65 εκατομμύρια χρόνια περίπου. Υπολογίζεται πως η πρόσκρουση του αστεροειδούς έγινε κοντά στη χερσόνησο του Γιουκατάν



Ο κρατήρας κοντά στο Chicxulub, ο οποίος δημιουργήθηκε από την πρόσκρουση του αστεροειδούς



Δισεκατομμύρια σωματίδια θα εκτινάχθηκαν στην ατμόσφαιρα και θα έπεσαν στη γη υπό μορφή βροχής



Η σκόνη στην ατμόσφαιρα και δηλητηριώδη αέρια θα έκρυβαν τον ήλιο για μήνες



Λόγω των μορίων της σκόνης που απλώθηκαν παντού στην ατμόσφαιρα επικρατούσε συνεχές σκοτάδι



Παράλληλα έχουμε μαζική ηφαιστειακή δραστηριότητα, κυρίως στην Ινδία

Υποδιαίρεση	Εποχή	Χρονική διάρκεια
Τεταρτογενές	Ολόκαινο	Τα τελευταία 10.000 χρόνια
	Πλειστόκαινο	2,5 εκατ. χρόνια- 10.000 χρόνια
Ανώτερο Τριτογενές ή Νεογενές	Πλειόκαινο	4,5
	Μειόκαινο	19
Κατώτερο Τριτογενές ή Παλαιογενές	Ολιγόκαινο	14
	Ηώκαινο	16
	Παλαιόκαινο	11

## Ηώκαινο

Τα κυριότερα είδη είναι τα Αρτιοδάκτυλα και τα Περισσοδάκτυλα

Αρτιοδάκτυλα: καμήλες, χοίροι

Περισσοδάκτυλα: α) Κερατόμορφα (ρινοκεροειδή)

β) Ανκυλόποδα (χαλικοθήρια)

γ) Ιππόμορφα

Επίσης εμφανίστηκαν Τρωκτικά, Σαρκοφάγα, Οπληφόρα, Πρωτεύοντα, Φώκιες και Φάλαινες

## Ολιγόκαινο

Ως αποτέλεσμα του κρύου ρεύματος που επικράτησε στη Γη κατά το Ολιγόκαινο, πολλοί οργανισμοί επηρεάστηκαν άμεσα.

Κυριάρχησαν τα άλογα, οι ελέφαντες, τα ελάφια, οι καμήλες, οι κυνίδες και τα αιλουροειδή σε όλες τις περιοχές εκτός από την Αυστραλία.

## Μειόκαινο

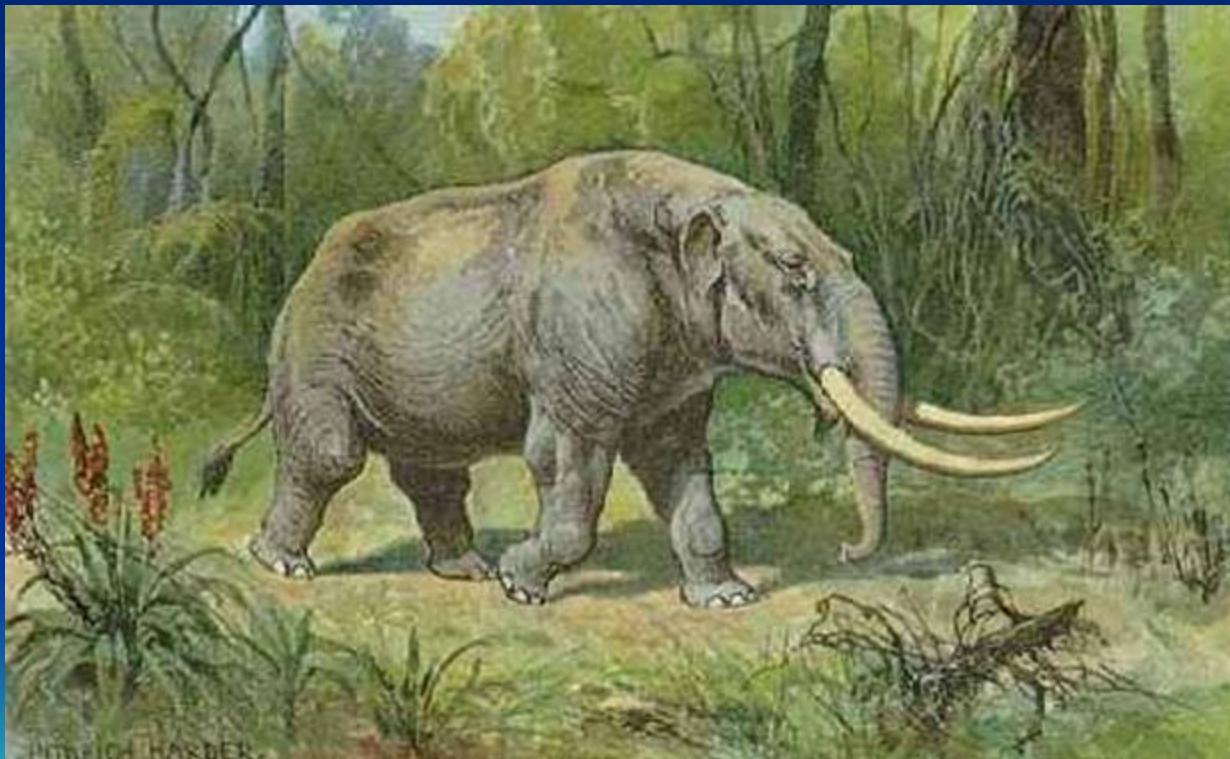
Τα Αρτιοδάκτυλα και τα Περισσοδάκτυλα παρουσιάζουν σημαντική εξέλιξη.

Τα θηλαστικά και τα πτηνά εξέλιξαν νέες μορφές

## Πλειόκαινο

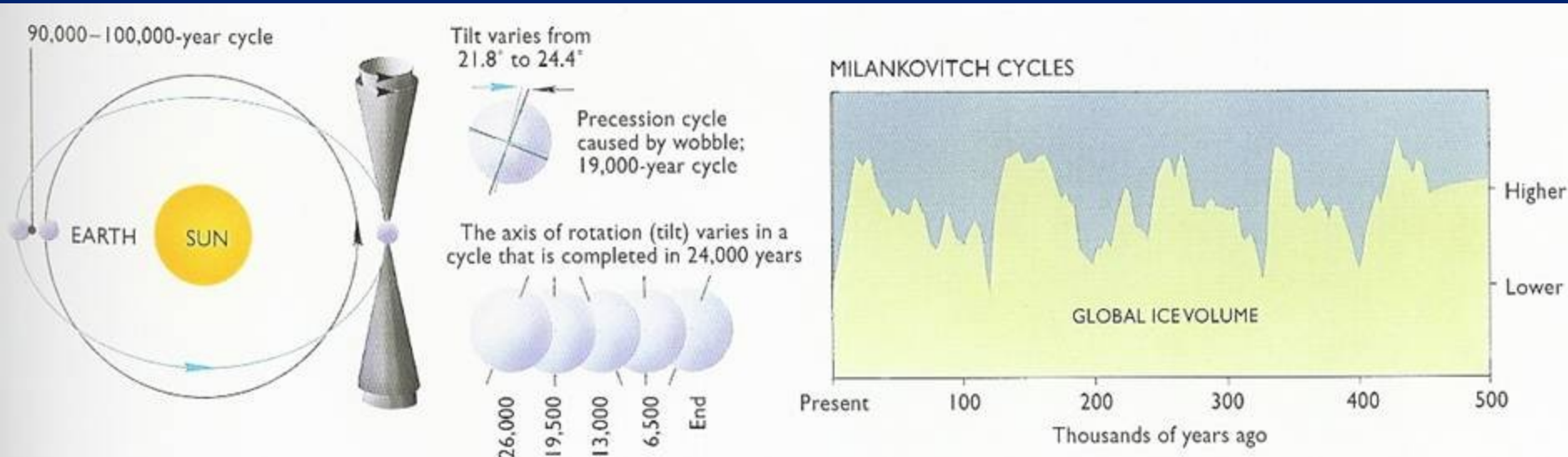
Το κλίμα γίνεται ψυχρότερο. Διαφοροποιούνται κυρίως τα φυτοφάγα ζώα. Τα Μαστόδοντα μετανάστευσαν από την Αφρική στην Ευρώπη και αργότερα στην Ασία και την Αμερική.

*Ενώνεται η Β. με τη Ν. Αμερική (μεγάλη πανιδική ανταλλαγή), δημιουργούνται τα Ιμαλάια.*



# Πλειστόκαινο

## Η εποχή των παγετώνων



Χρόνια bp (X 1000)	Συνθήκες	Β. Αμερική	Άλπεις	Β. Ευρώπη	Πολωνία-Ρωσία
0-18	<i>Μεσοπαγετώδης</i>				
18-67	<i>Παγετώδης</i>	Wisconsin	Würm	Vistula	Varsovian
67-128	<i>Μεσοπαγετώδης</i>	<i>Sangamon</i>	<i>Uznach</i>	<i>Eem</i>	<i>Masovian</i>
128-180	<i>Παγετώδης</i>	Illinoisan	Riss	Warthe/Saale	Cracovian
180-230	<i>Μεσοπαγετώδης</i>	<i>Yarmouth</i>	<i>Hoetting</i>	<i>Holstein</i>	<i>Sandomirian</i>
230-300	<i>Παγετώδης</i>	Kansan	Mindel	Elster	Jaroslavian
300-330	<i>Μεσοπαγετώδης</i>	<i>Aftonian</i>		<i>Cromer</i>	<i>Likhvin</i>
330-470	<i>Παγετώδης</i>	"Nebraskan"	Günz		Menapian
470-540	<i>Μεσοπαγετώδης</i>			<i>Waalian</i>	
540-550	<i>Παγετώδης</i>		Donau II	Weybourne	
550-585	<i>Μεσοπαγετώδης</i>			<i>Tiglian</i>	
585-600	<i>Παγετώδης</i>		Donau I		
600-2000	Περί τις 20 παγετώδεις περίοδοι				
2000 (2 Μ.Υ.)	Αρχή Πλειστοκαίνου				



