



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Δυναμική Γεωλογία

Ενότητα 1: Ορογένεση - Ανατομία
Ορογενετικών Ζωνών

Στυλιανός Λόζιος

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος



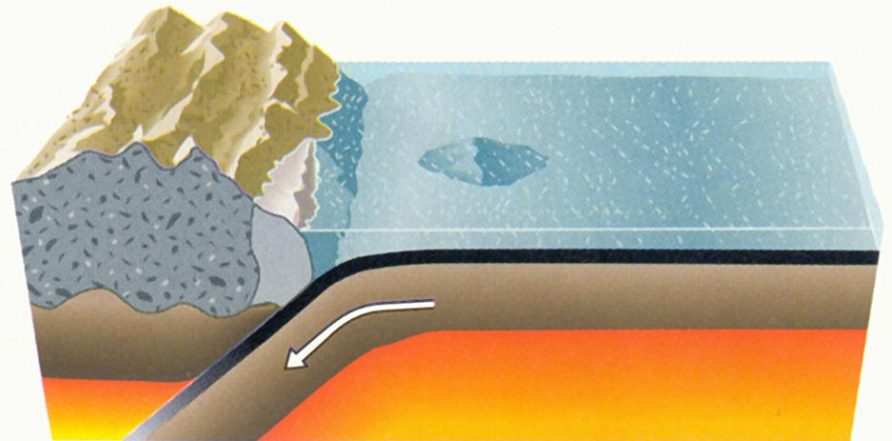
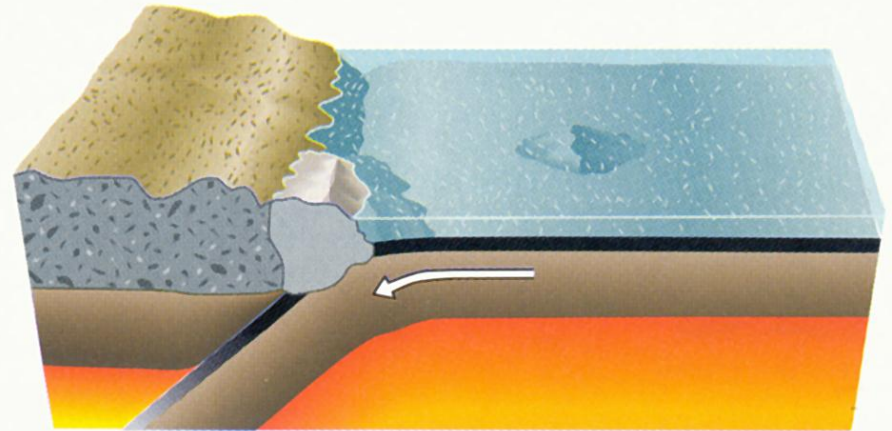
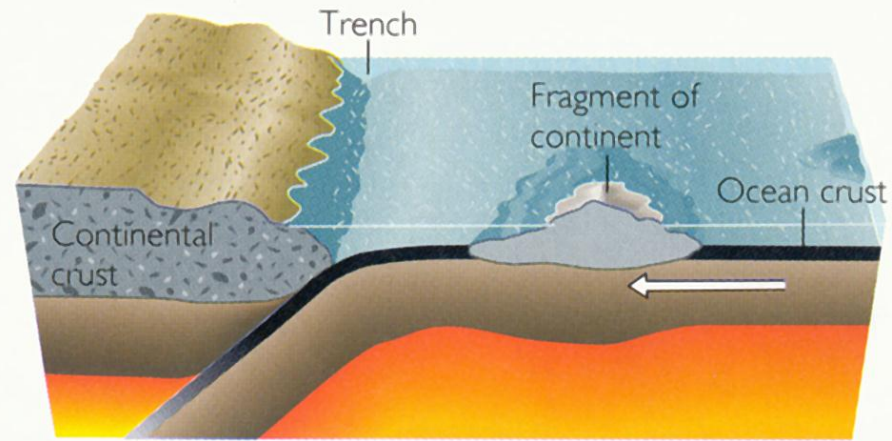
Ορογένεση - Ανατομία ορογενετικών ζωνών



Τεκτονοστρωματογραφικά Πεδία (ΤΣΠ) - Terranes

- Terranes
- Microplate terranes
- Exotic blocks / terranes
- Suspect blocks / terranes

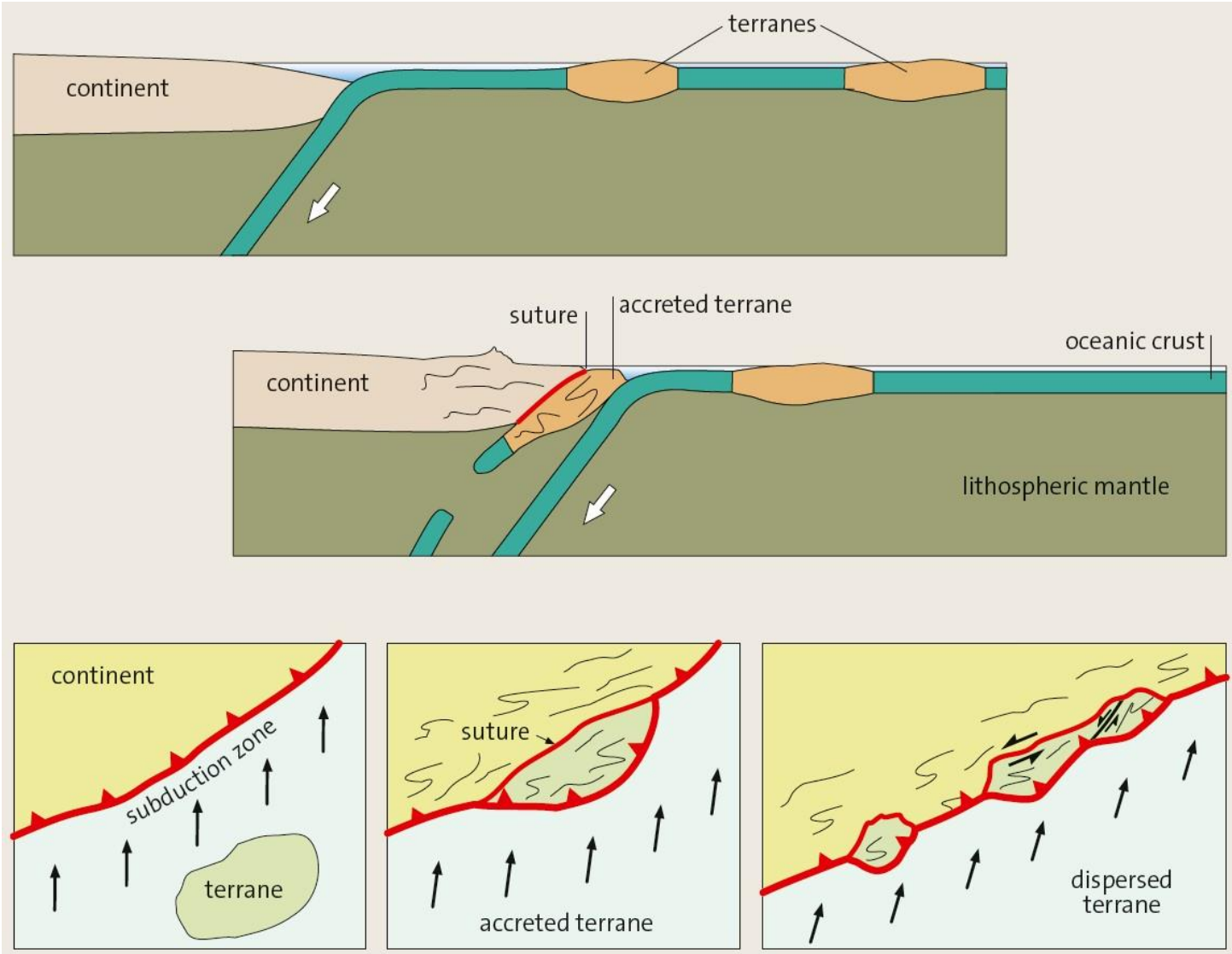
Οριζόντια κίνηση // με τη
διεύθυνση του ορογενούς



TERRANES

- Terranes
- Microplate terranes
- Exotic blocks / terranes
- Suspect blocks / terranes

Οριζόντια κίνηση // με τη διεύθυνση του ορογενούς



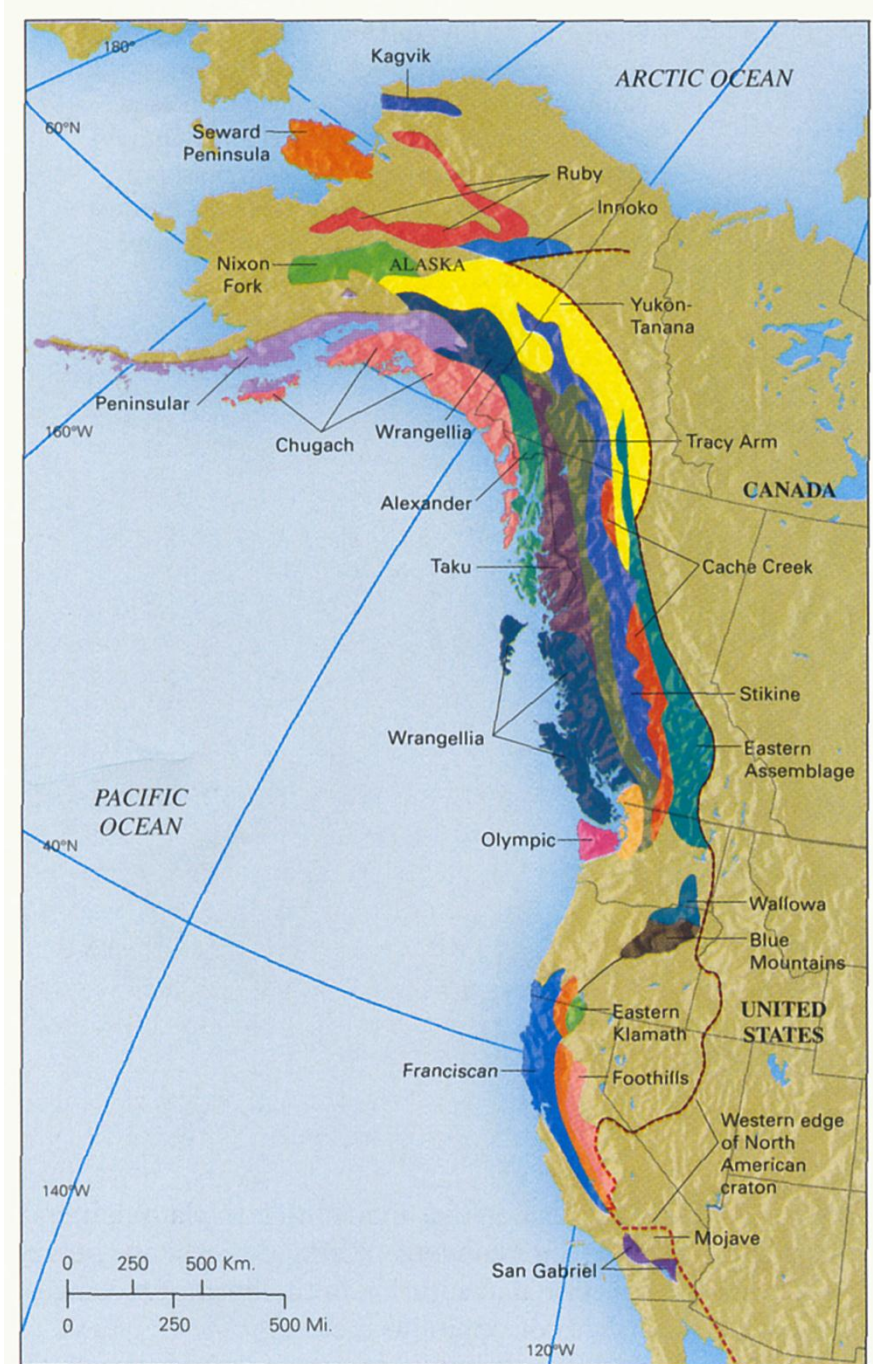
ΟΡΙΣΜΟΙ

Terrane – Terrain

Suspect, Allochthonous,
Exotic, Displaced, Stratified,
Disrupted, Metamorphic,
Composite

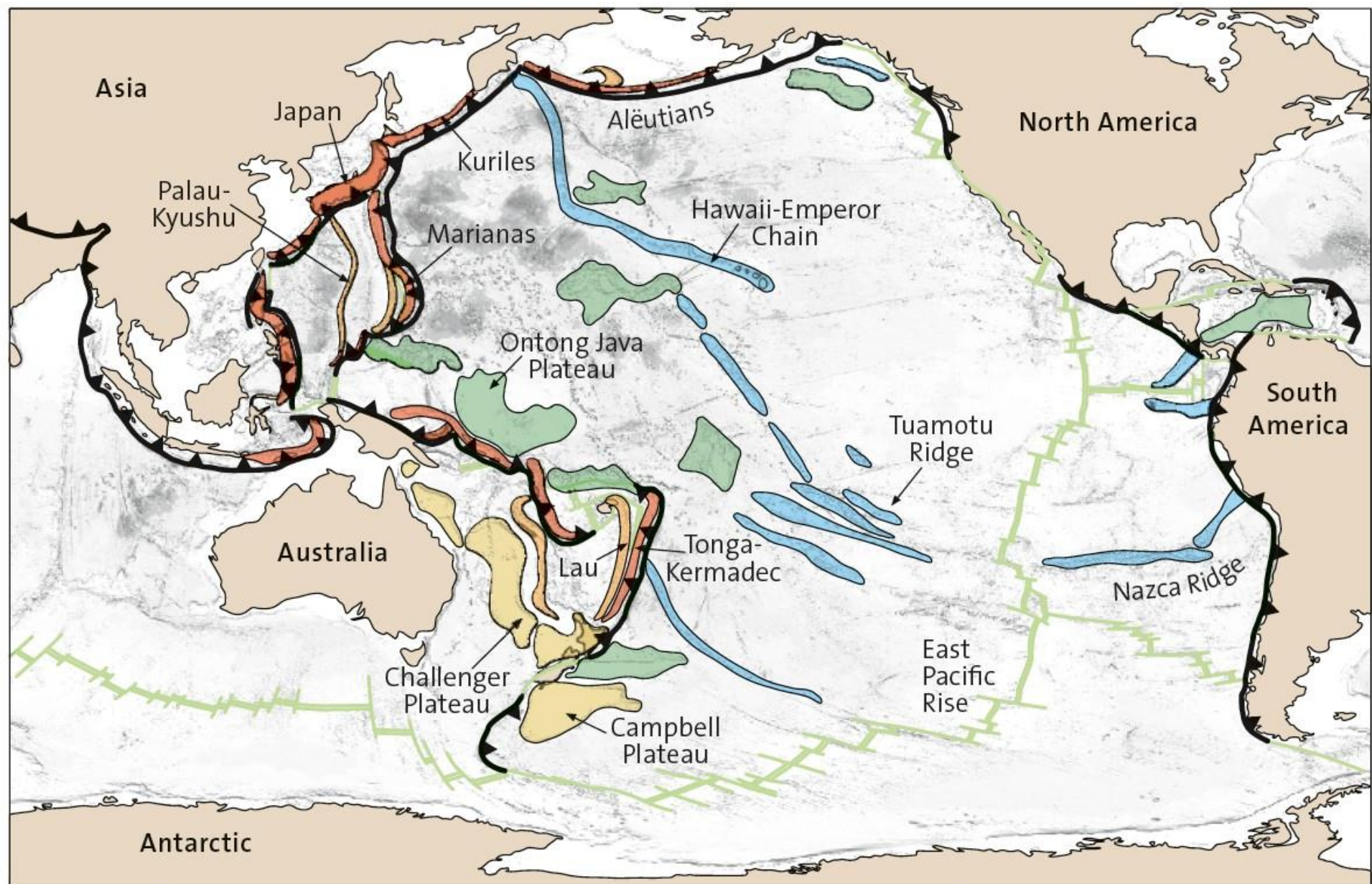
Family, Group, Complex,
Superterrane, Supergroup

- Amalgamation (Συνένωση, Αμαλγαμάτωση).
- Accretion (Προσαύξηση, Προσκόλληση)
- Dispersion (Διασκόρπιση, Διασπορά)



Terranes

- **Irwin (1972):** «ένα άθροισμα γεωλογικών σχηματισμών, όπως στρωματογραφικοί σχηματισμοί, συνοδά πετρώματα, ορυκτολογική σύνθεση και τεκτονική δομή, μερικά από τα οποία ή και όλα μαζί, προσδίδουν ένα ξεχωριστό χαρακτήρα σε μία συγκεκριμένη γεωτεκτονική ενότητα και τα οποία (γνωρίσματα) διαφέρουν από αυτά ενός γειτονικού ΤΣΠ»
- **McWilliam & Howell (1982):** «γεωλογικές οντότητες ευρύτερης έκτασης, οριοθετημένες από ρήγματα, η καθεμία από τις οποίες χαρακτηρίζεται από τη δική της γεωλογική εξέλιξη και η οποία διαφέρει από αυτή των γειτονικών».

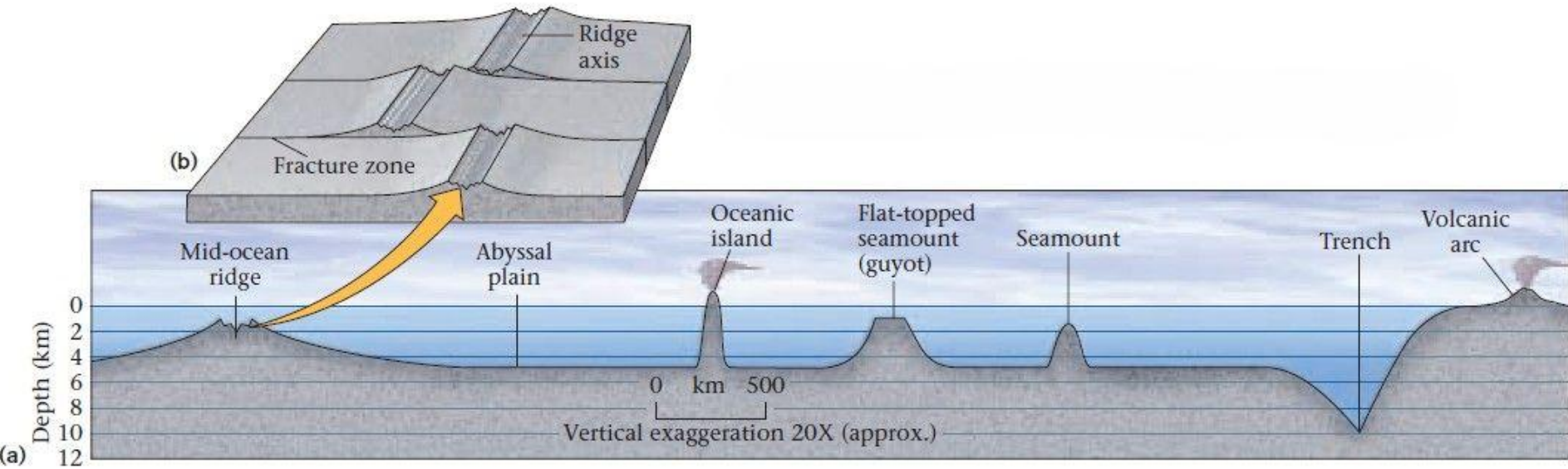


continental fragment
 oceanic plateau

active island arc
 volcano chains of hot spots

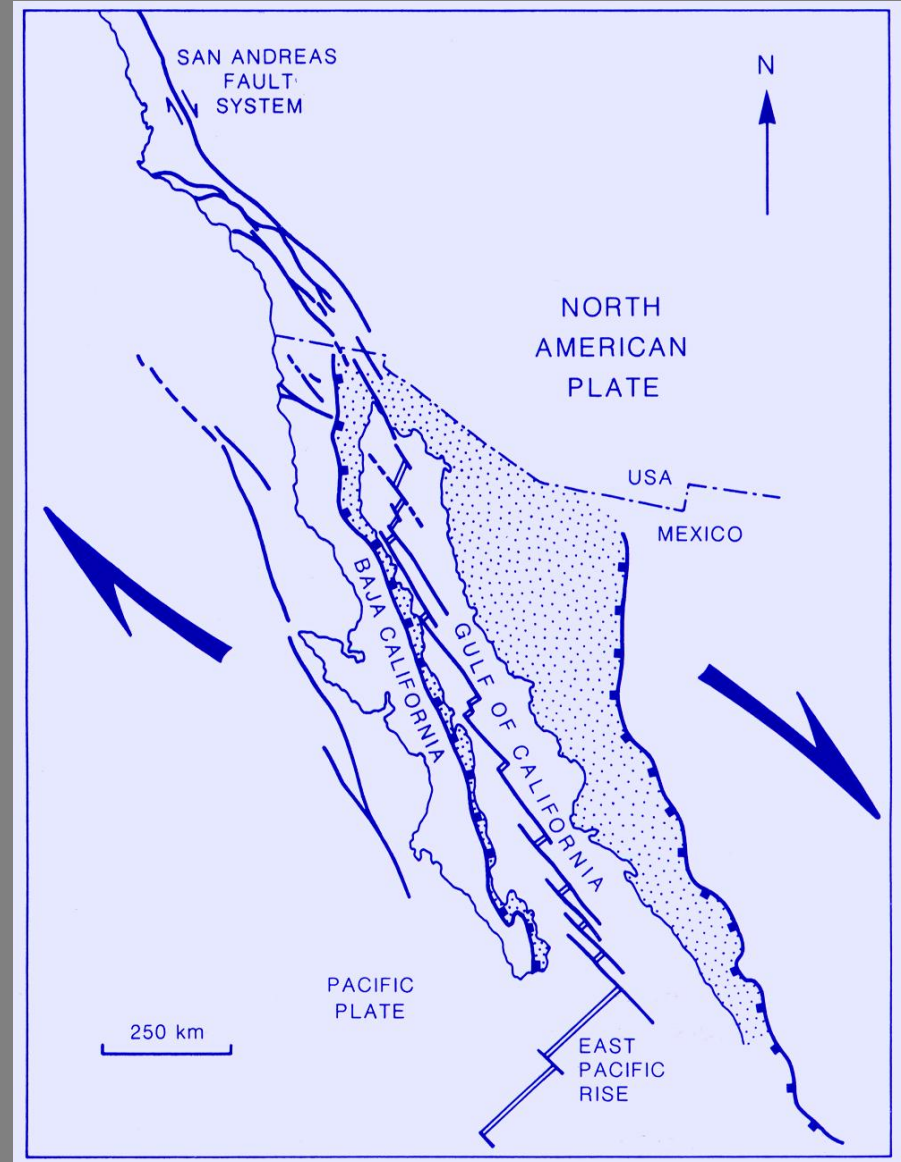
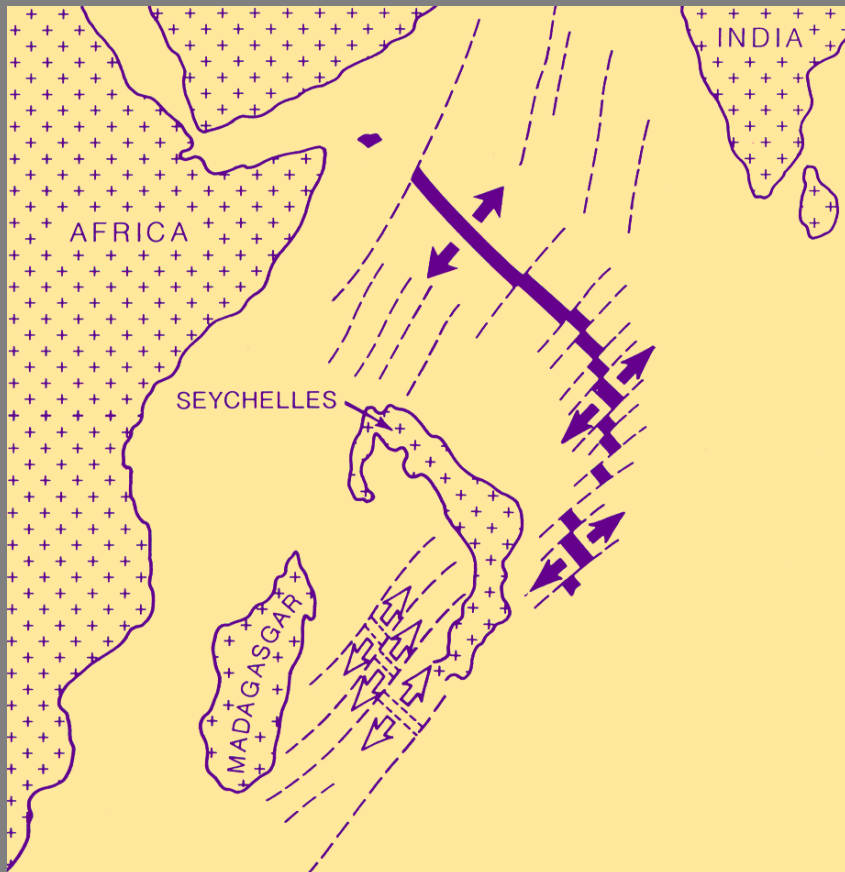
inactive island arc

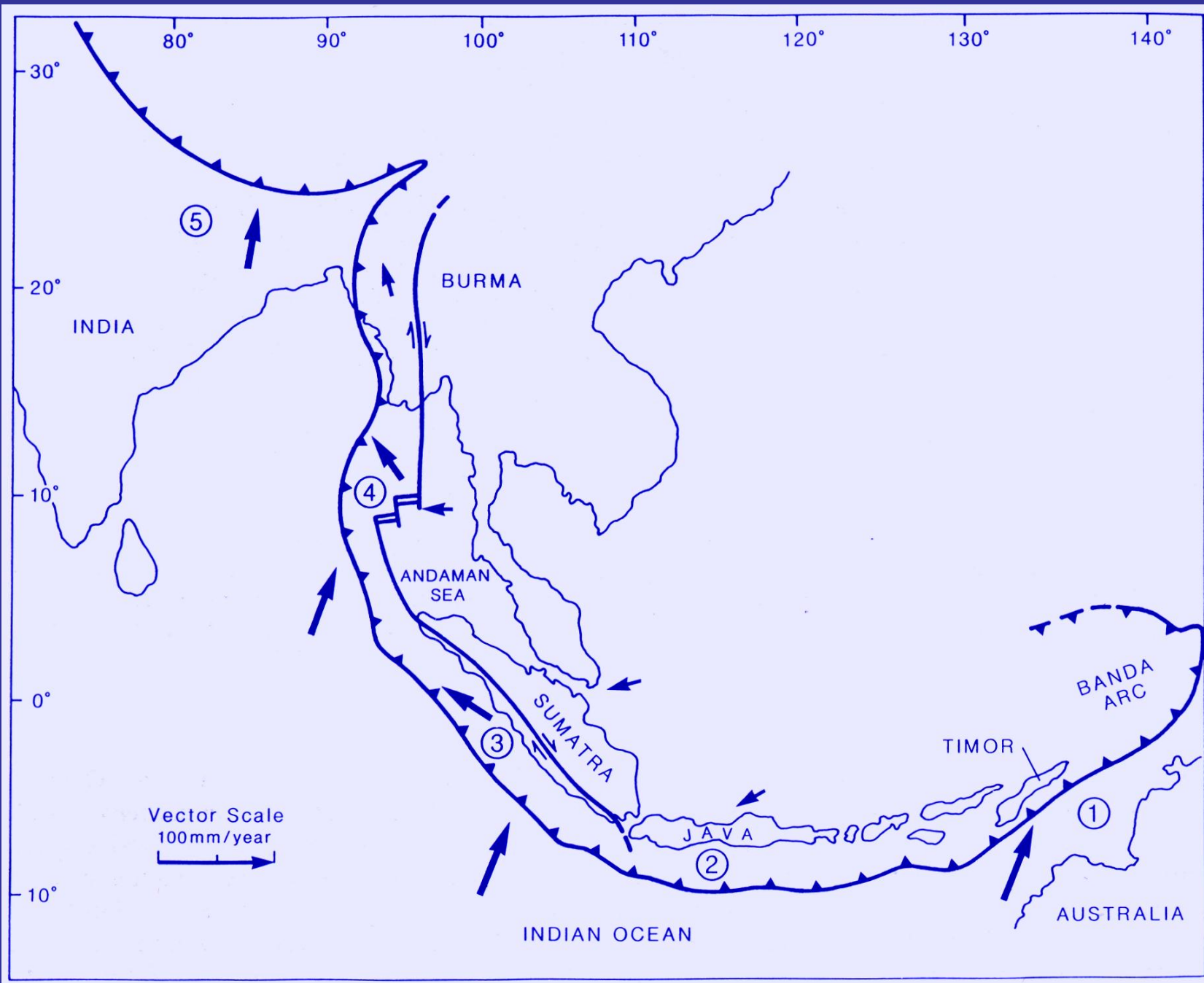
Terranes



Εντός της αβυσσικής πεδιάδας παρατηρούνται μορφολογικές εξάρσεις, οι οποίες ανέρχονται μερικές εκατοντάδες μέτρα ψηλότερα από την γειτονική επίπεδη έκταση της πεδιάδας και συνήθως είναι ηφαιστειακής προέλευσης και ονομάζονται **υποθαλάσσια βουνά, guyots, ωκεάνια νησιά και ωκεάνια οροπέδια.**

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΤΣΠ





Τεκμηρίωση

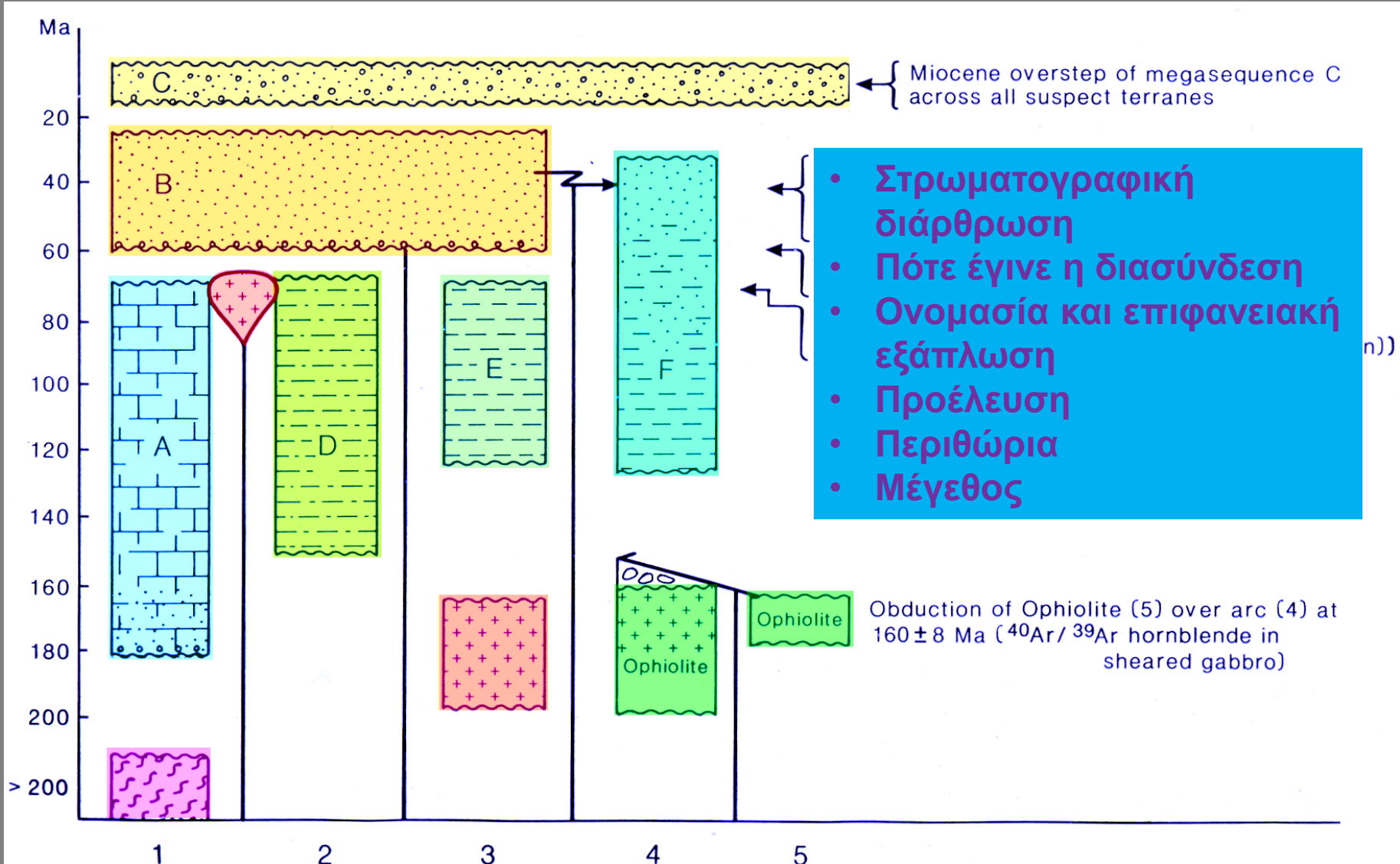
Παλαιομαγνητικές έρευνες: δίνει πληροφορίες για τη κίνηση του τ/σ πεδίου όσον αφορά το γεωγραφικό πλάτος. *Δεν μπορεί να δώσει στοιχεία για το ταξίδι κατά μήκος ενός παράλληλου.*

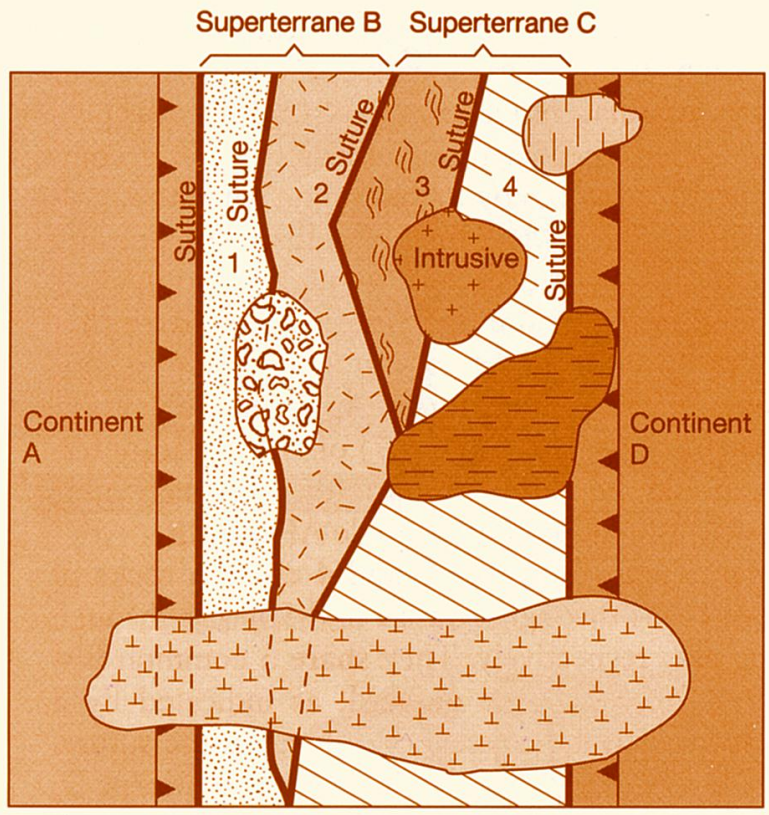
Παλαιοντολογικά δεδομένα: Τα φυτικά και ζωικά απολιθώματα δίνουν πληροφορίες για τις κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν (π.χ. Cathaysia flora).

Ιζηματογενείς φάσεις: Παρέχουν πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως το κλίμα, το περιβάλλον απόθεσης και την παρουσία και τη σύνθεση των γειτονικών οροσειρών που αποτελούσαν τη πηγή των ιζημάτων.

Terrane Assembly Diagrams

Διαγράμματα Συναρμογής ΤΣΠ

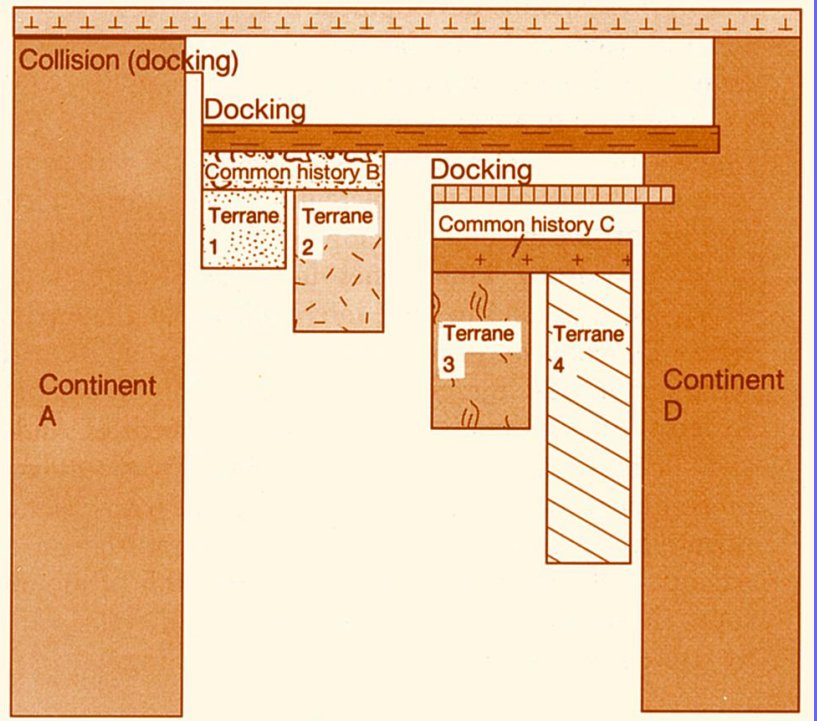




A.

Cenozoic	
Mesozoic	Cr
	J
	Tr
Paleozoic	P
	Cf
	D
	S
	O
Precambrian	

B.



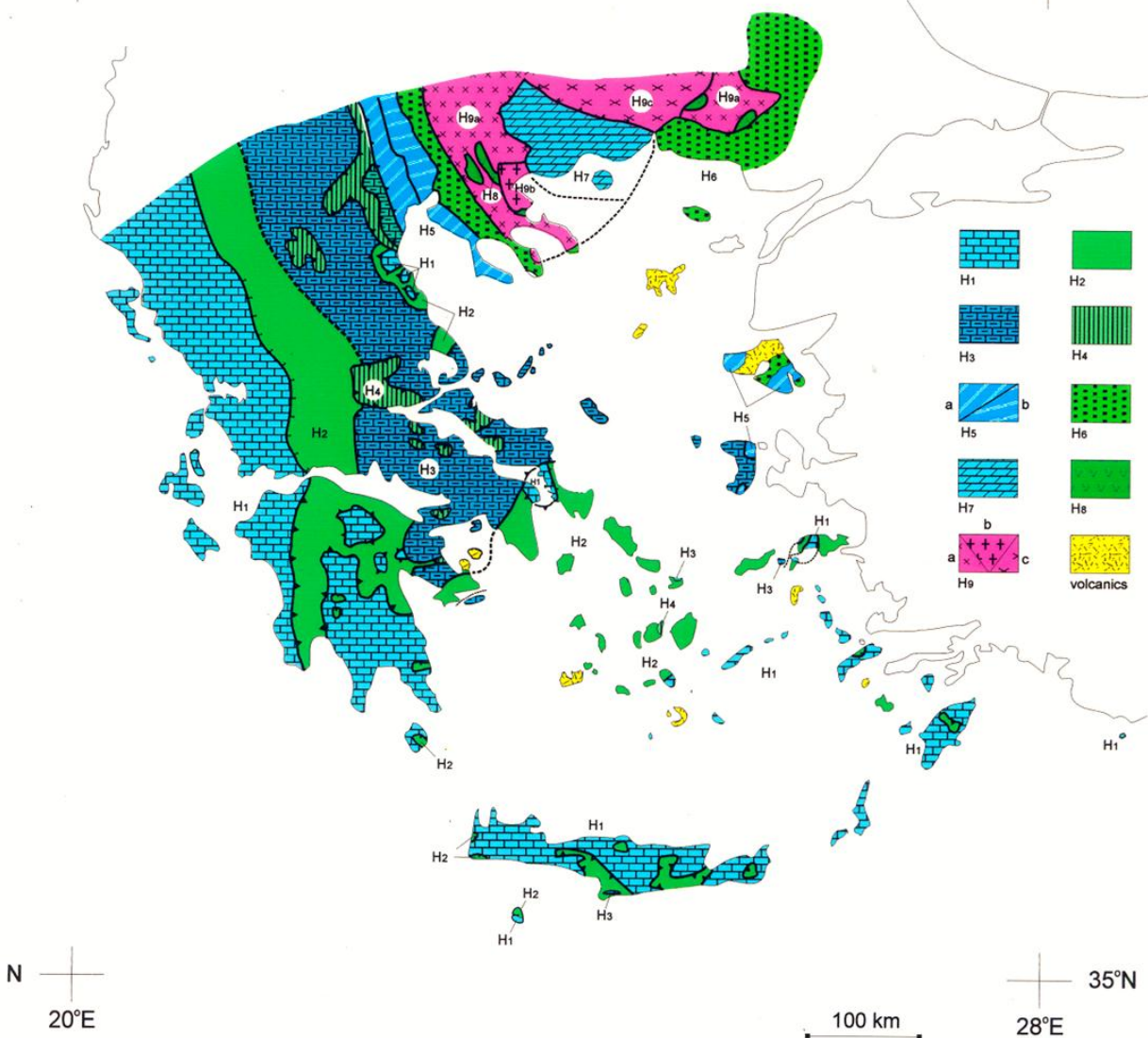
C.

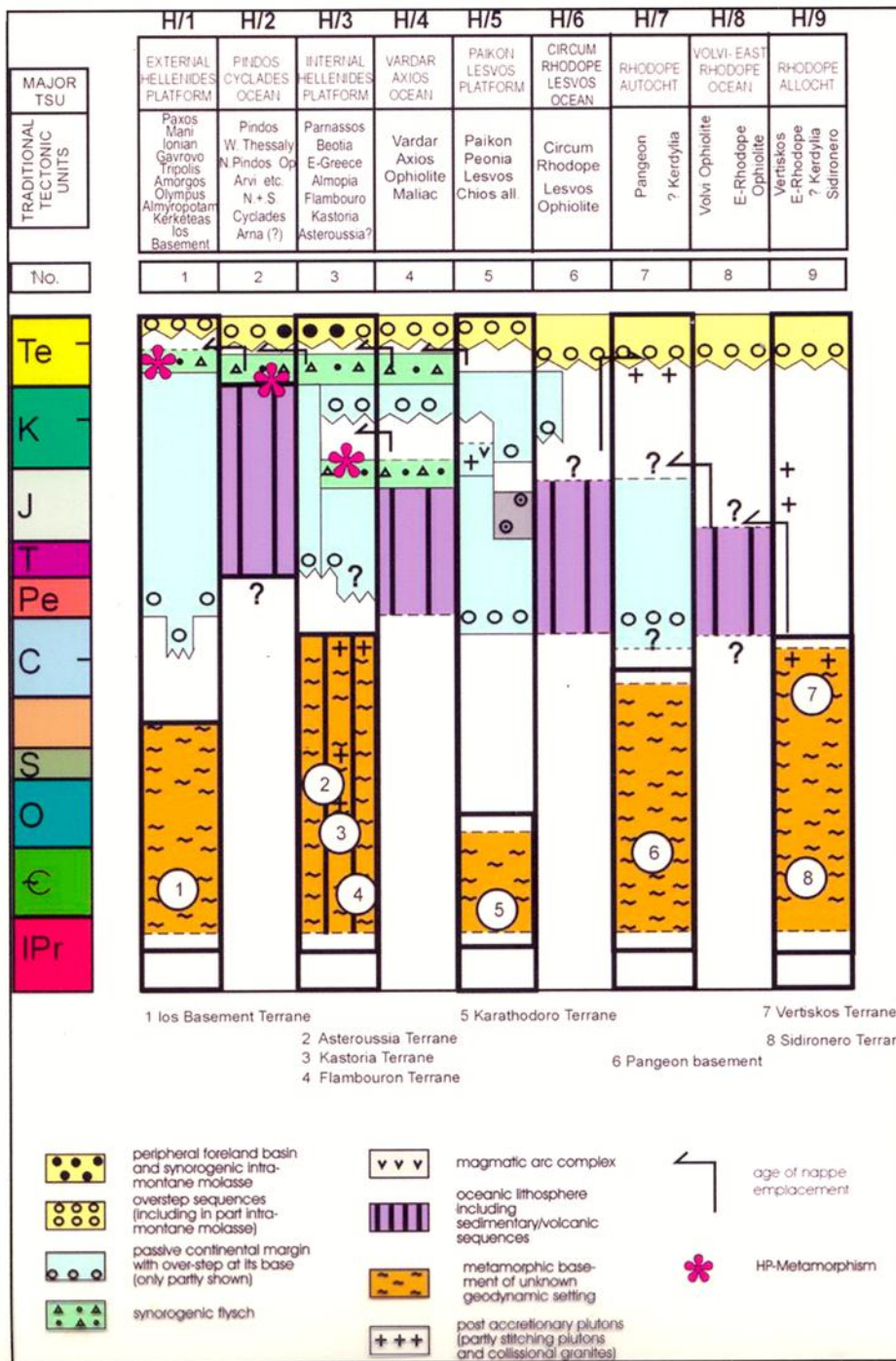
20°E
N

Terrane Map of the Hellenides

D. Papanikolaou, 1997

28°E
41°N







Ορογενές (Orogen)

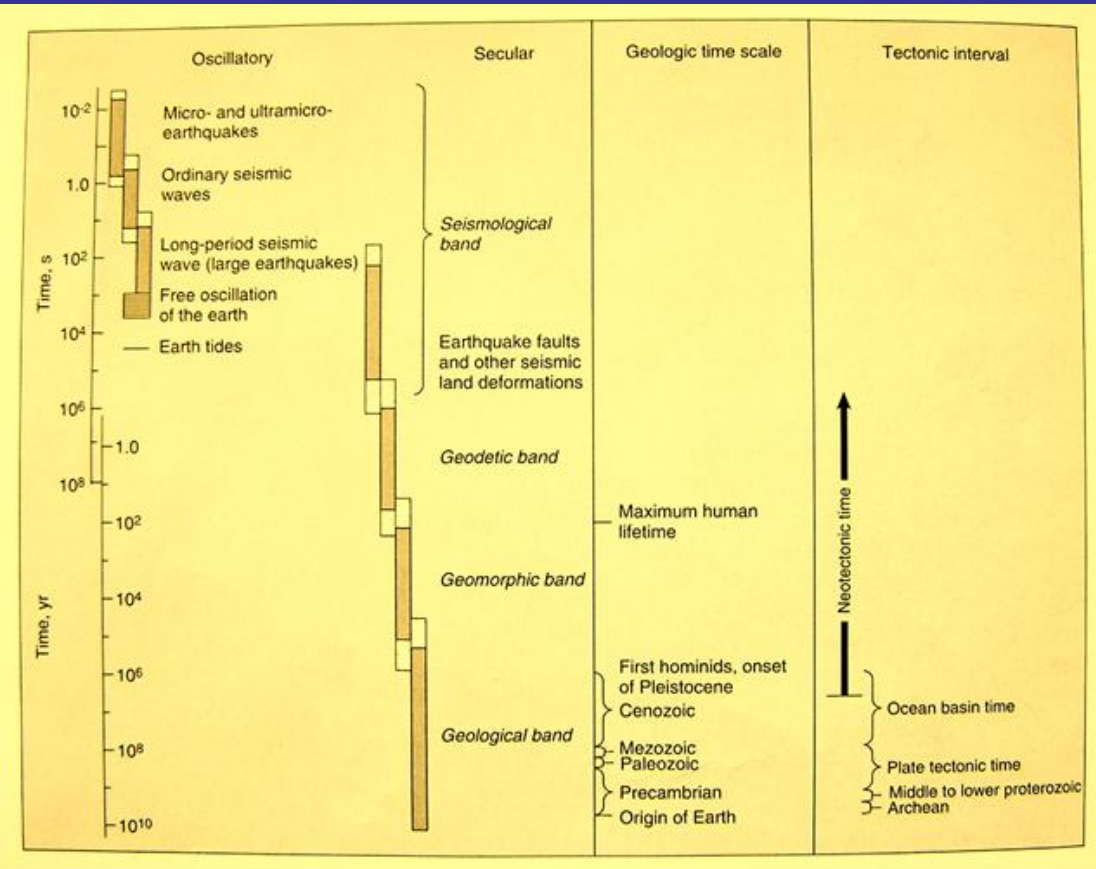
Ορογενετική ζώνη (orogenic belt)

Ορεινή αλυσίδα (mountain chain)

Ορογένεση (orogenesis)

«Ανατομία» των Ορογενετικών Ζωνών

Τεκτονική ιστορία και εξέλιξη

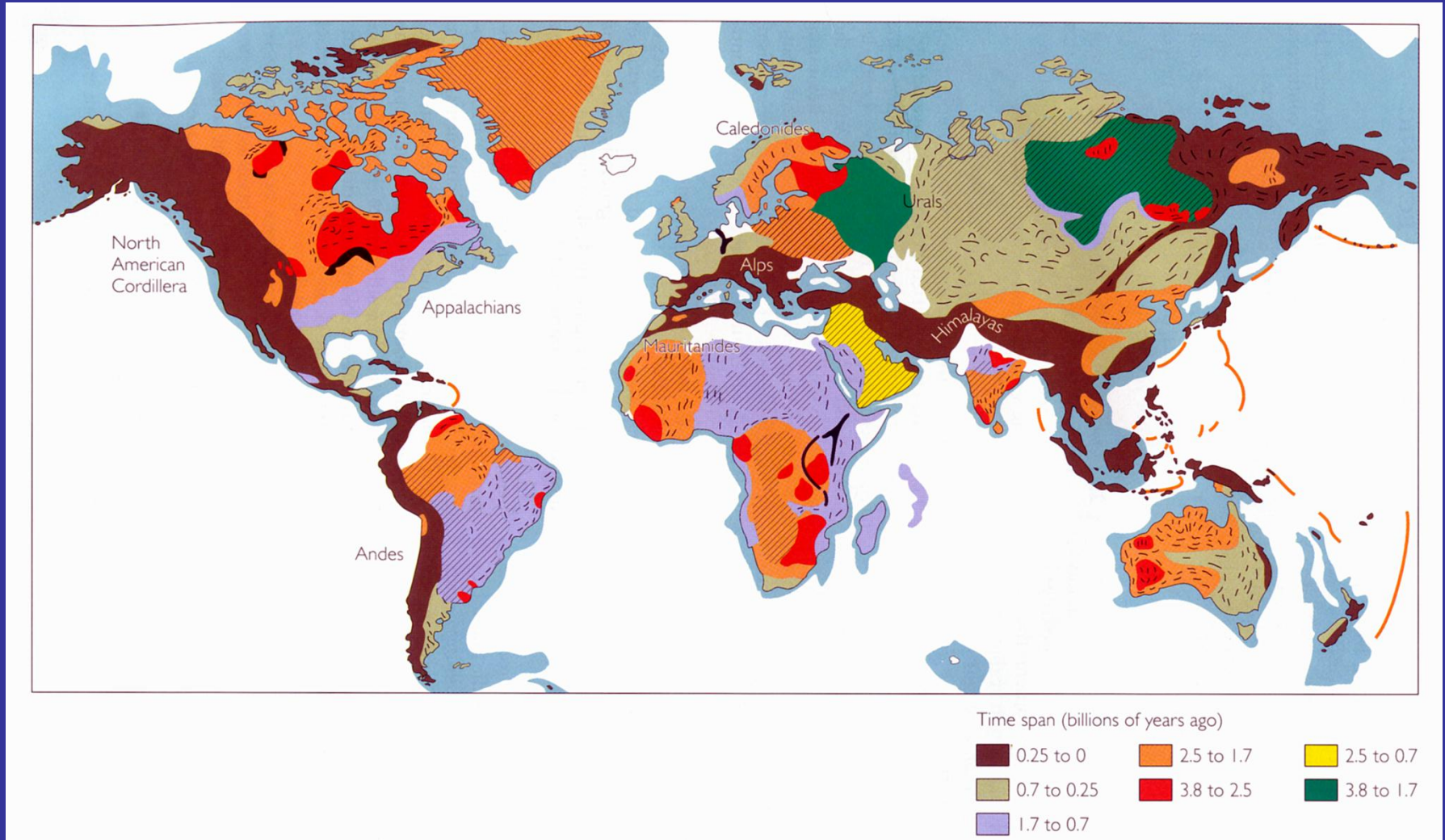


Διάκριση της γεωτεκτονικής εξέλιξης της Γης σε περιόδους, που καθορίζονται από που αντλούμε στοιχεία και που υπάρχουν καταγραφές για την τεκτονική δραστηριότητα της κάθε περιόδου:

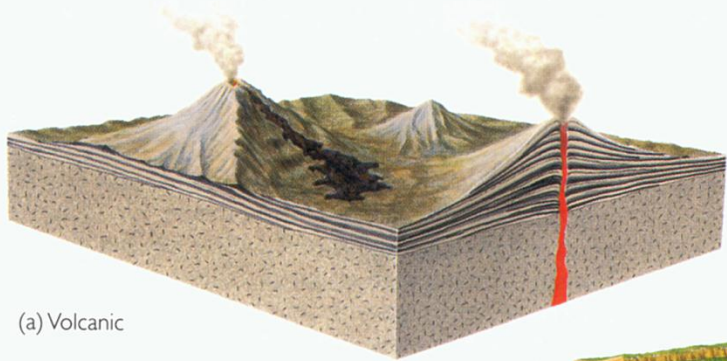
- Αρχαϊκή περίοδος (2500 – 3800 +-200 Ma)
- Περίοδος Μέσου – Κατώτερου Πρωτεροζωϊκού (2500 – 950 +- 200 Ma)
- Περίοδος της ΤτΠ (950 – 200 Ma)
- Περίοδος ωκεάνιων λεκανών (200 – 1 Ma)
- Νεοτεκτονική Περίοδος (5 – 0 Ma)

Οι κατηγορίες των φαινομένων και οι χαρακτηριστικές περίοδοι που σχετίζονται με την τεκτονική ιστορία και εξέλιξη της Γης

Orogeny, Orogenesis, Mountain Building Processes (folding, faulting, magmatism, metamorphism), Evolution of Continents



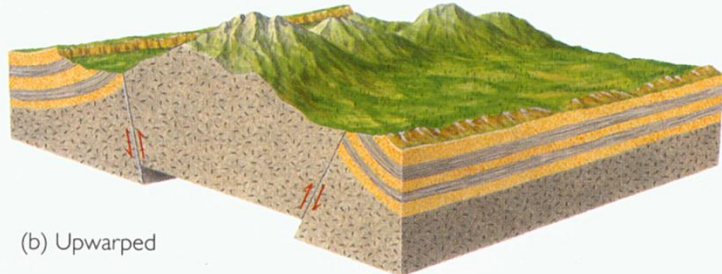
Τα πετρώματα του ηπειρωτικού φλοιού ταξινομημένα ανάλογα με τη γεωλογική περίοδο που έχουν παραμορφωθεί. Τα παλαιότερα βρίσκονται στο εσωτερικό των ηπείρων και τα νεότερα στα περιθώρια. Με διαγώνιες γραμμές συμβολίζονται οι περιοχές όπου τα πετρώματα βρίσκονται κάτω από νεότερα ιζημάτα, ηφαιστειακά πετρώματα ή παγετώνες.



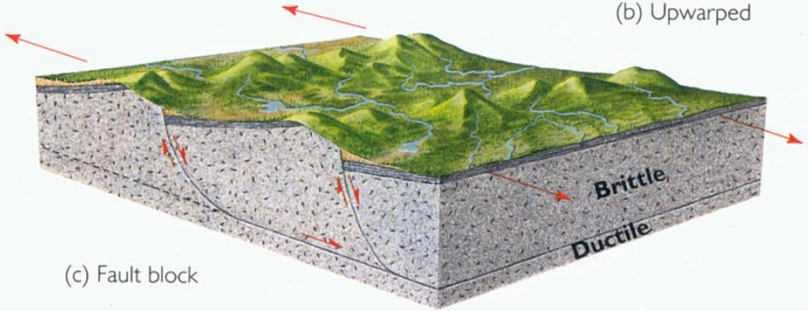
Cascades

(a) Volcanic

Front Range of Rocky Mountains



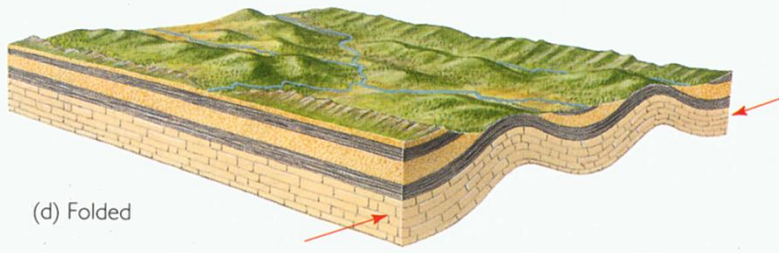
(b) Upwarped



(c) Fault block

Basin and range

Appalachian Fold Belt



(d) Folded

S. Appalachians, Himalayas ...



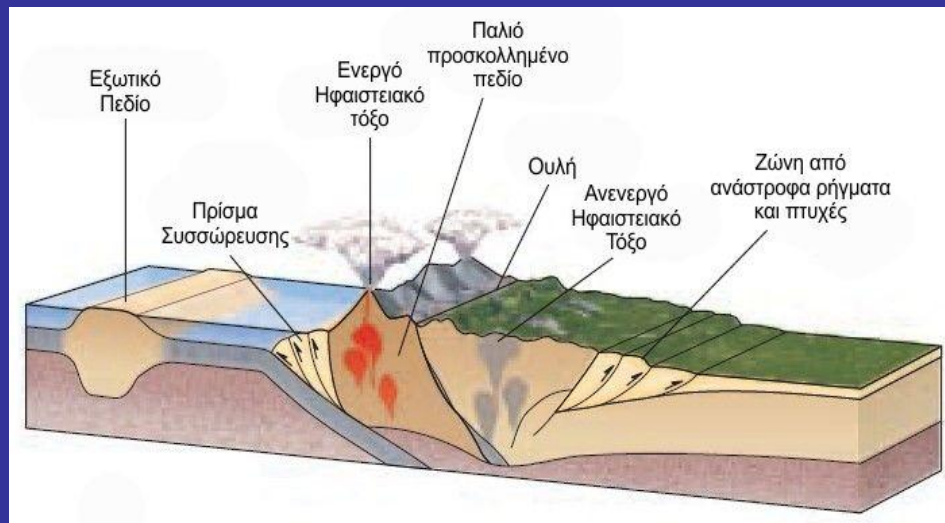
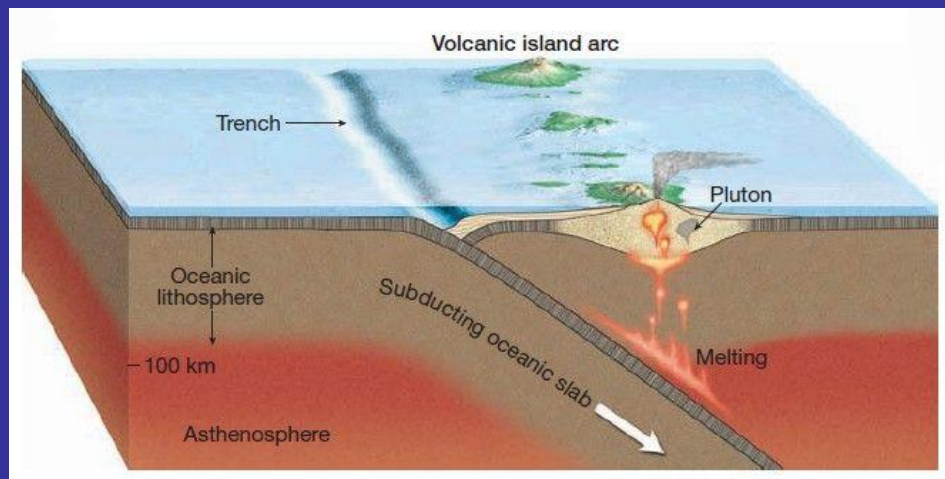
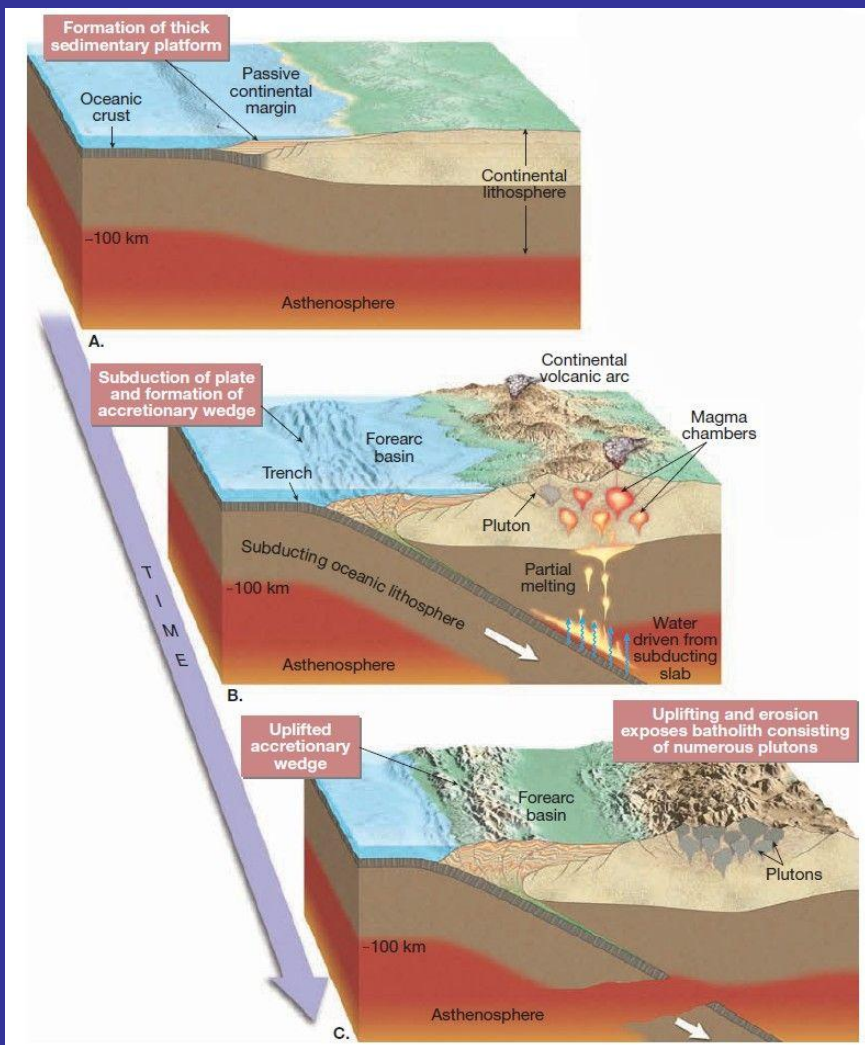
(e) Thrust

Οι τύποι των ορέων, που απαντώνται στις ορογενετικές ζώνες, ταξινομημένοι ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού και την προέλευσή τους.

Form and Origin of Mountain Structures

Τα ορογενή οικοδομούνται λόγω:

Α) της υποβύθισης στα περιθώρια σύγκλισης, β) της ηπειρωτικής σύγκρουσης, γ) της ταφροποίησης και δ) τοπικά, λόγω της οριζόντιας ολίσθησης στα ρήγματα μετασχηματισμού

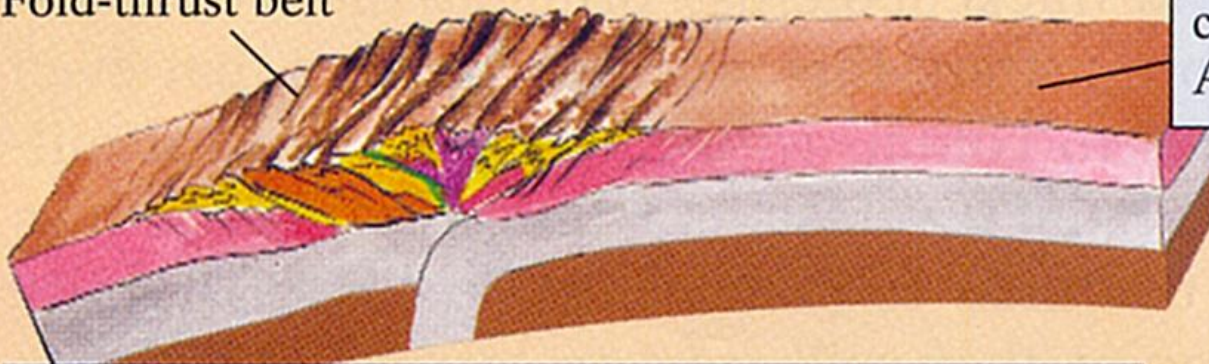


Fold and Thrust Mountains

Fold-thrust belt

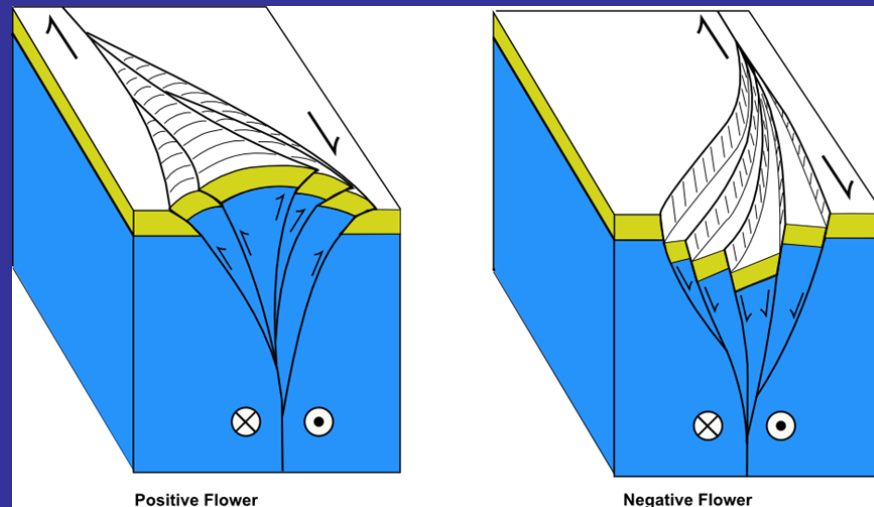
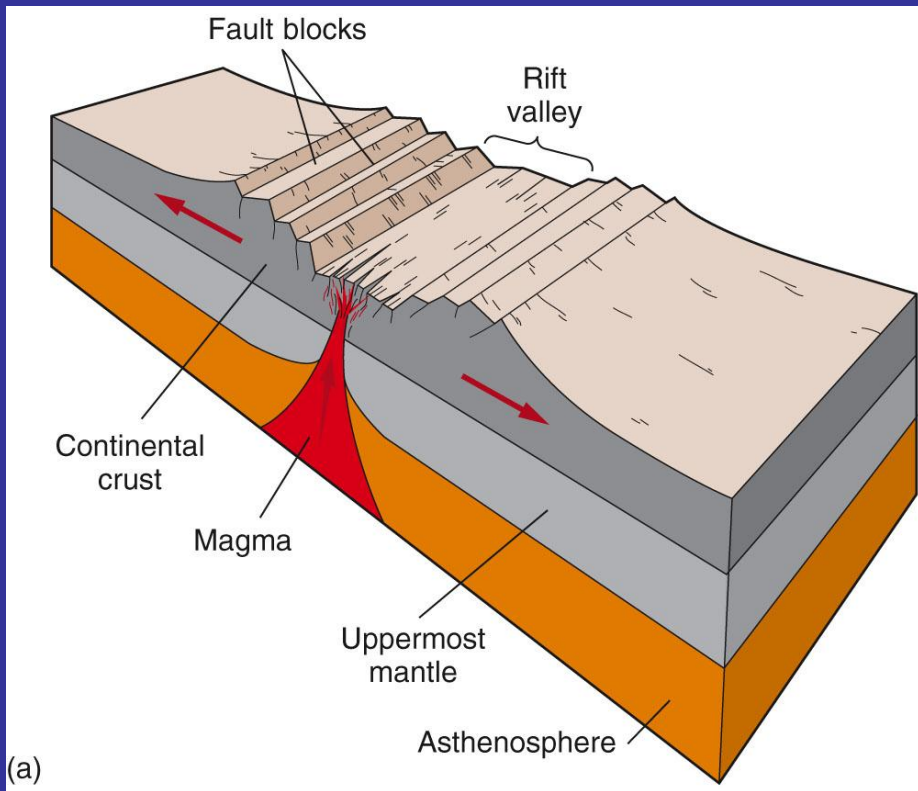
African plate
collides with North
American plate

6 350–270 million years ago (Allegheny orogeny)

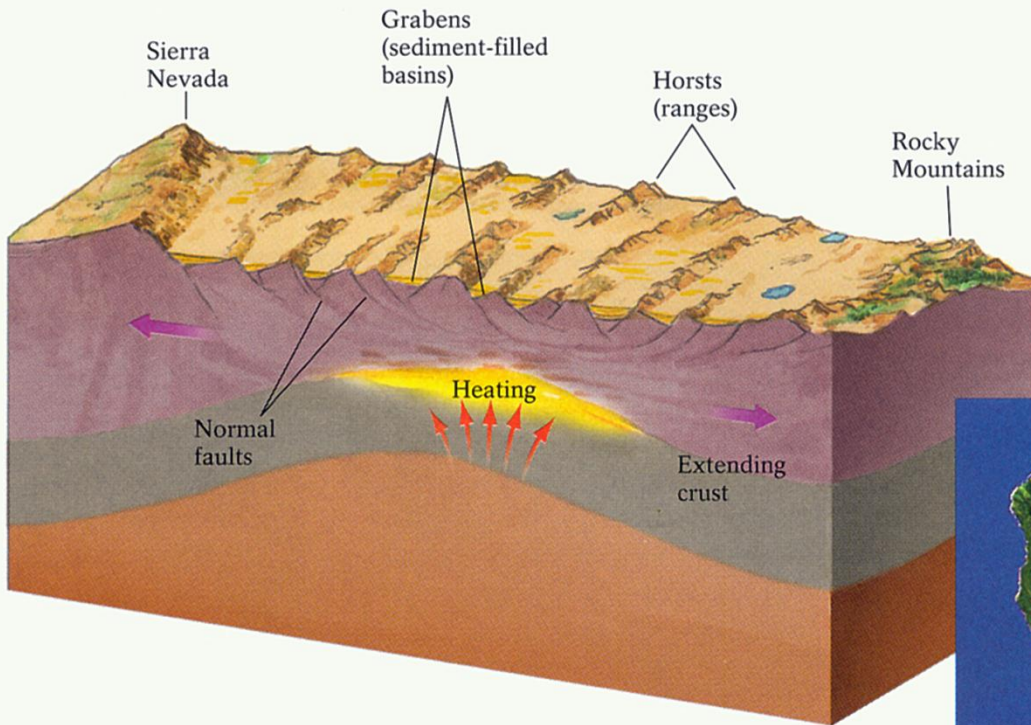


Τα ορογενή οικοδομούνται λόγω:

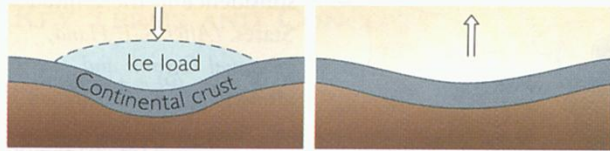
A) της υποβύθισης στα περιθώρια σύγκλισης, β) της ηπειρωτικής σύγκρουσης, γ) της ταφροποίησης και δ) τοπικά, λόγω της οριζόντιας ολίσθησης στα ρήγματα μετασχηματισμού



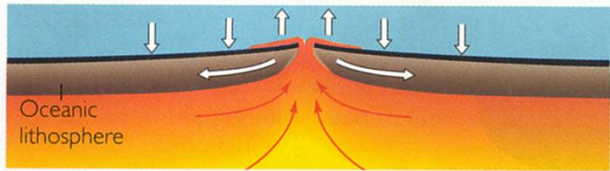
Fault-Block Mountains



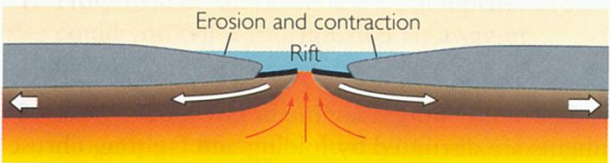
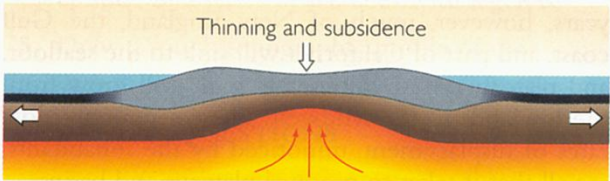
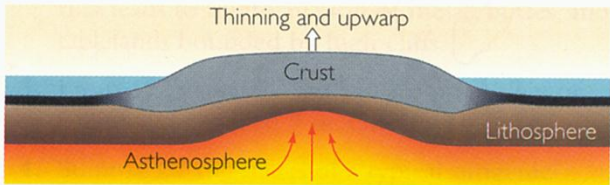
Range Basin



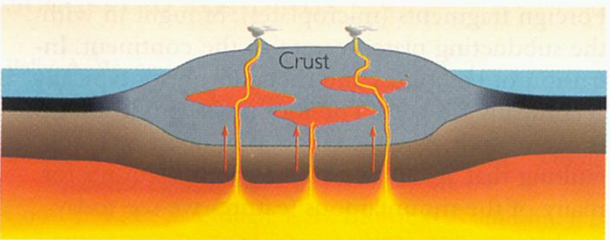
(a) Recovery



(b) Cooling



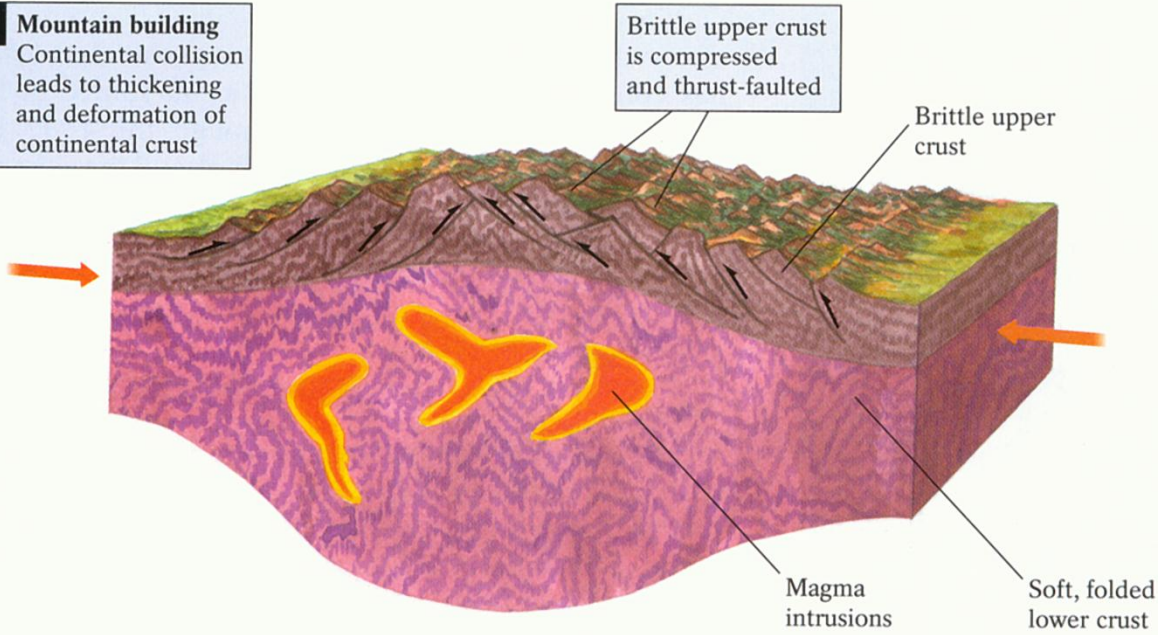
(c) Heating



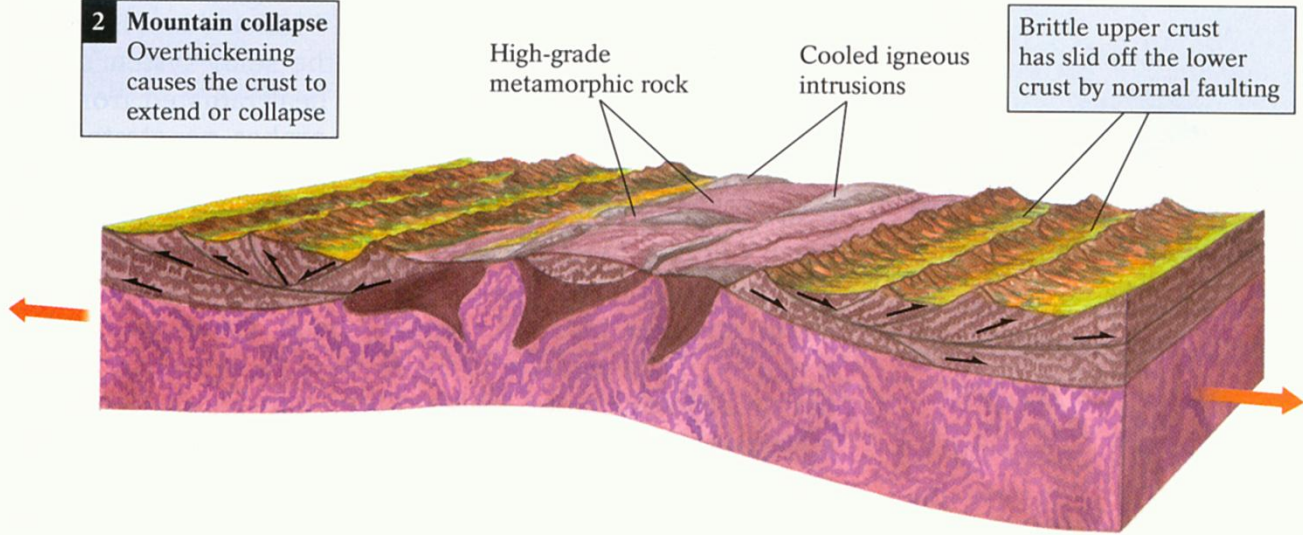
(d) Intrusion

Κατακόρυφες ηπειρογενετικές κινήσεις

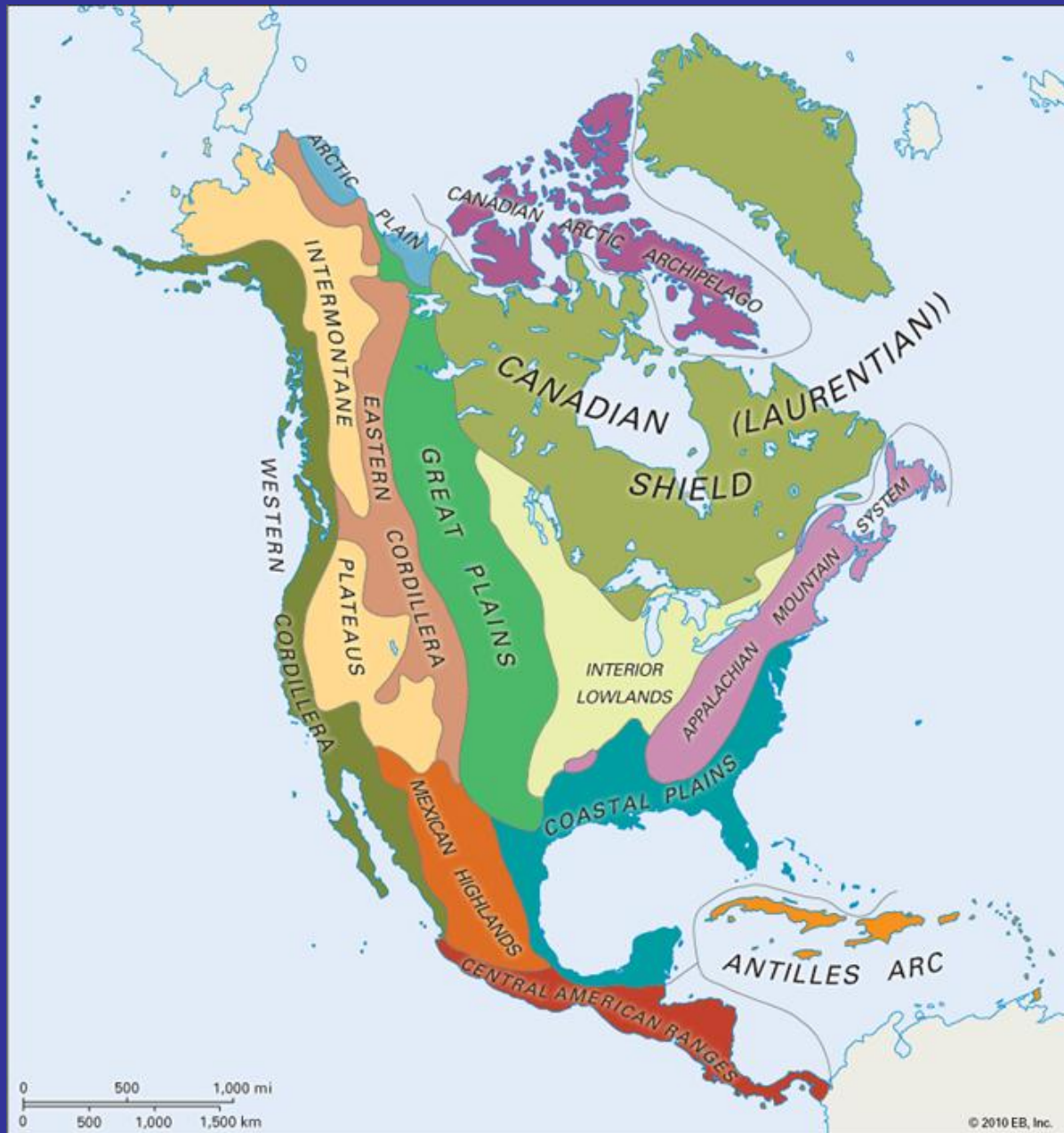
1 Mountain building
Continental collision leads to thickening and deformation of continental crust



2 Mountain collapse
Overthickening causes the crust to extend or collapse



Unbuilding Mountains
Mountain Collapse



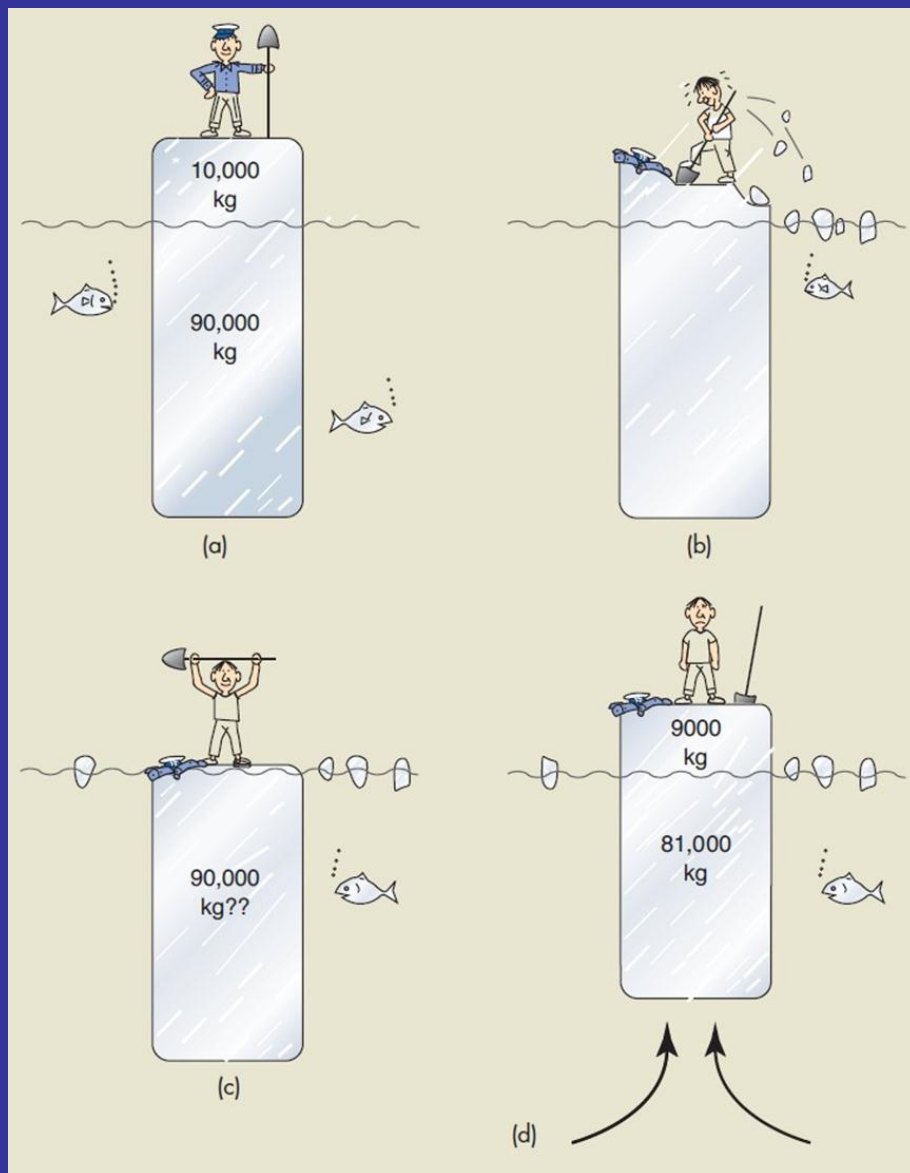
Οι κύριες μορφοτεκτονικές μονάδες της Βόρειας Αμερικής. Τα αρχαιότερα πετρώματα ανήκουν στην Καναδική Ασπίδα (Canadian Shield), ενώ οι περιοχές Great Plains και Interior Lowlands αποτελούνται από ιζήματα της ηπειρωτικής πλατφόρμας. Η παράκτια περιοχή στα νοτιοδυτικά της ηπείρου είναι το σημερινό παθητικό περιθώριο, ενώ οι άλλες έγχρωμες περιοχές αντιπροσωπεύουν νεότερα, παραμορφωμένα και μεταμορφωμένα πετρώματα που σταδιακά προσαυξήθηκαν πέριξ της κρατονικής περιοχής.

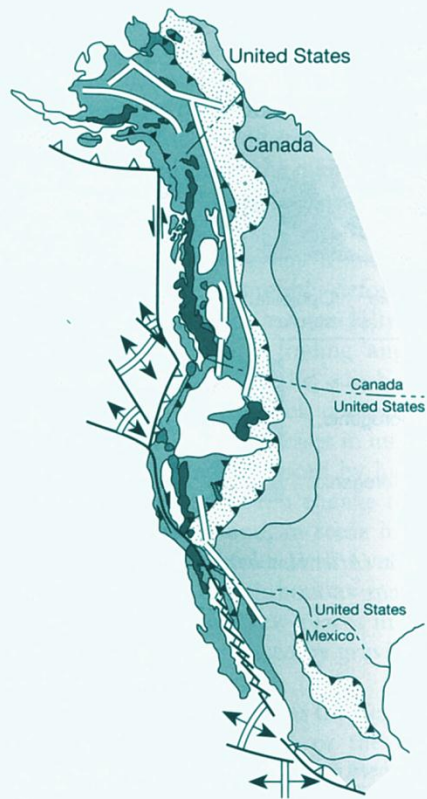
Ισοστασία



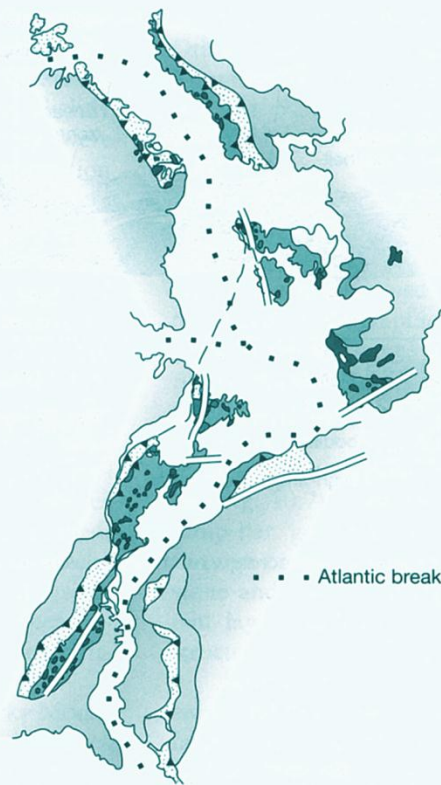
Πάνω σχήμα: διακρίνεται πως ξύλινα ορθογώνια κομμάτια, διαφορετικού πάχους, επιπλέουν στο νερό. Ο τρόπος αυτός είναι συγκρίσιμος με εκείνον που παχιά τμήματα φλοιού επιπλέουν στον μανδύα, ψηλότερα από λεπτότερα τμήματα.

Διπλανό σκίτσο: ο τρόπος λειτουργίας της ισοστασίας. Ο ναύτης στο σκίτσο αποφασίζει να αφαιρέσει το τμήμα του πάγου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (a, b). Αν δεν υπήρχε το φαινόμενο της ισοστασίας, θα τα κατάφερνε (c). Αλλά στην πραγματικότητα λόγω της ισοστασίας, πάντα το 1/10 του πάγου θα είναι πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Ομοίως, καθώς οι οροσειρές διαβρώνονται, λόγω της ισοστασίας, ο φλοιός ανυψώνεται για να αντισταθμίσει την απώλεια υλικού (Montgomery, 2011).





A.













C.



B.

0 500 1000
km

-  Foredeep
-  Miogeoclinal fold-thrust belt
-  Core zone: metamorphic, volcanic rocks, batholiths, ophiolites, etc.
-  Ophiolites
-  Batholiths
-  Thrust complex
-  Rectilinear fault zone
-  Consuming plate boundary
-  Transform fault
-  Ridge axis

A. Κορδιλιέρα Β. Αμερικής

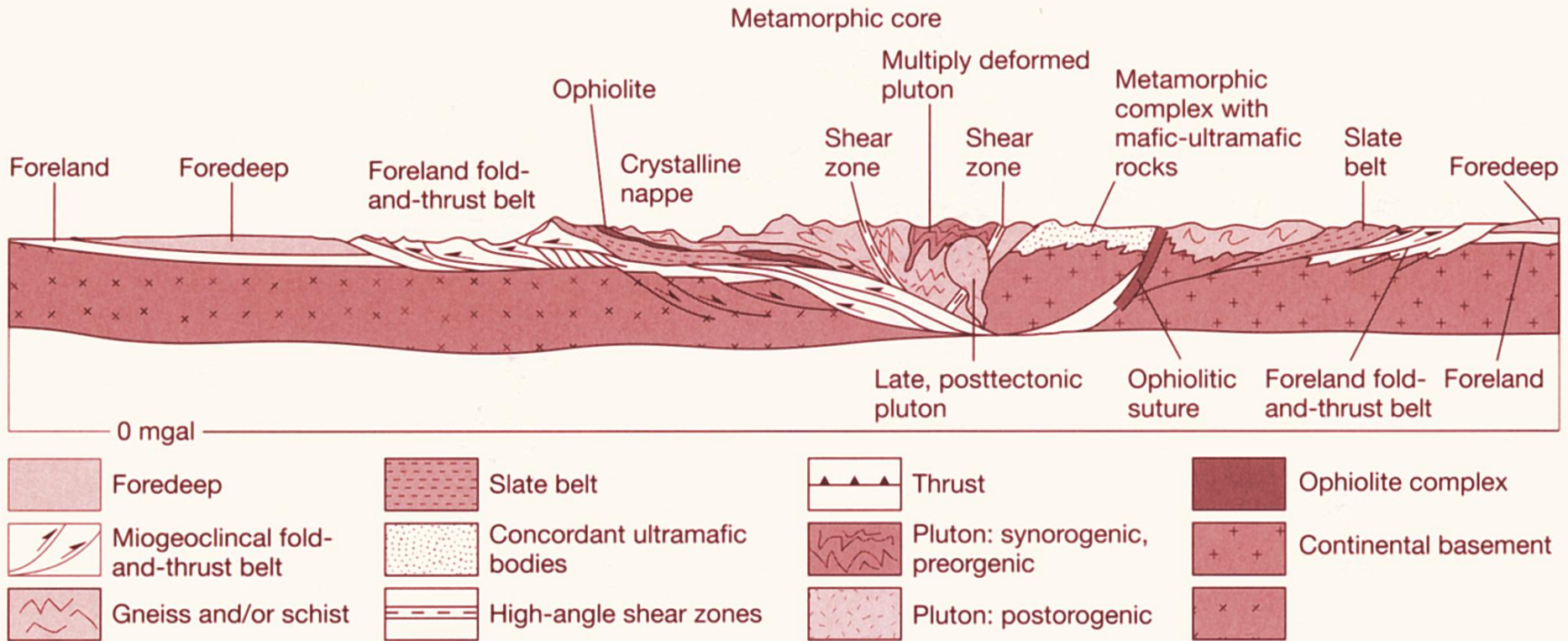
- Ενεργό
- Β.Αμερική-Ειρηνικός-Η.Δ.Φ.

Β. Απαλάγια – Καλιδονίδες

- Ανενεργό
- Αφρική-Ευρώπη-Β.Αμερική
- Ατλαντικός Ωκεανός

Γ. Άλπεις – Ιρανίδες

- Ενεργό
- Ευρασία-Αφρική-Αραβία-Αυστραλία-Ινδία

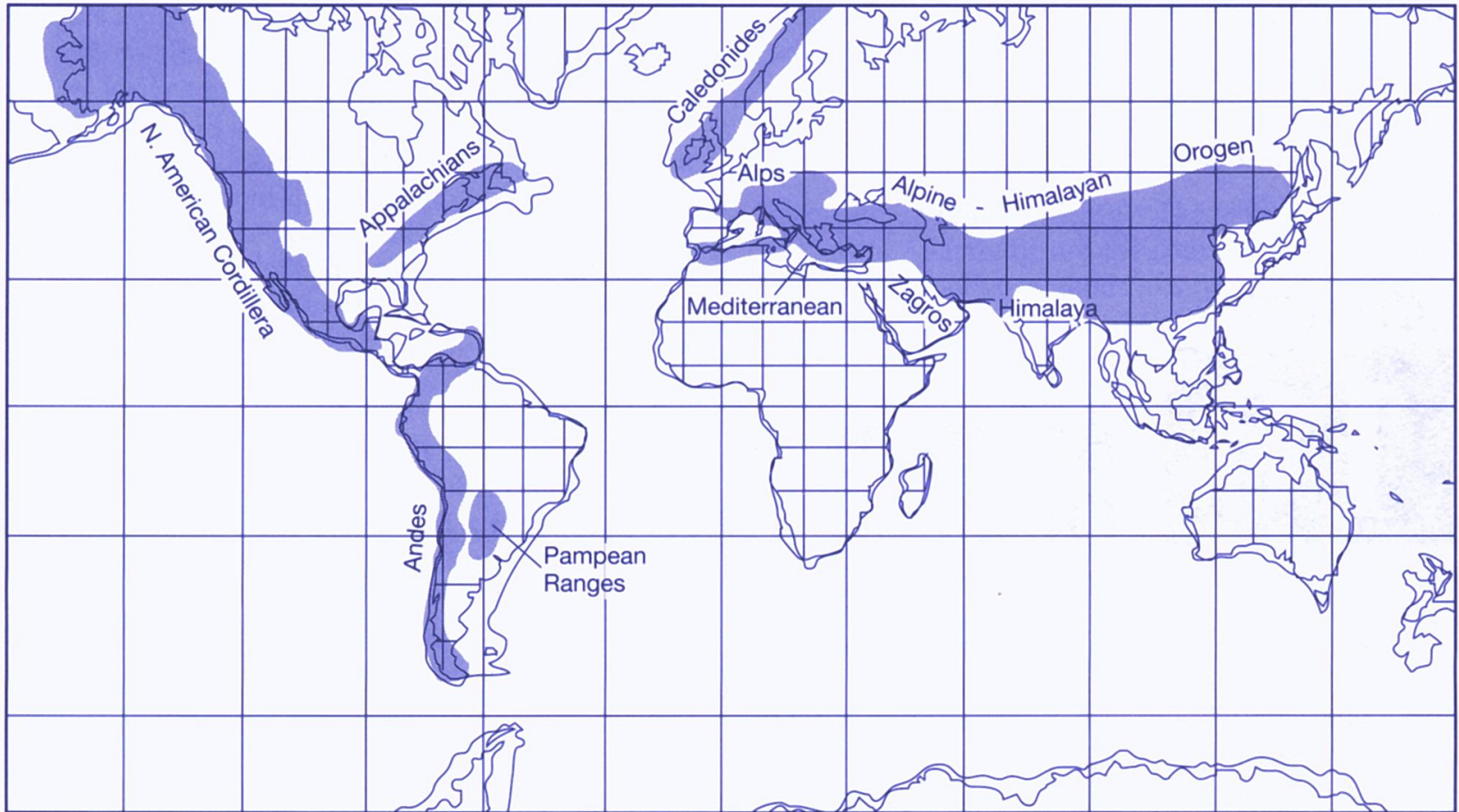


- i) μία διπλή τεκτονική συμμετρία,
- ii) μια προχώρα (foreland) ή απαραμόρφωτη πλάκα σε κάθε πλευρά,
- iii) μια εξωτερική θαλάσσια λεκάνη (εμπροσθο-λεκάνη, foredeep),
- iv) ζώνες με διαδοχικές πτυχές–επωθήσεις (fold-and-thrust belts),
- v) οφιολιθικές ουλές (ophiolitic suture zones),
- vi) μία ή περισσότερες ζώνες από φυλλίτες (slate belts) και
- vii) έναν εσωτερικό κρυσταλλικό πυρήνα που αποτελείται από μεταμορφωμένα ιζηματογενή και ηφαιστειακά πετρώματα, βασικά και υπερβασικά συμπλέγματα και γρανιτικούς πλουτωνίτες.

1) τύπος Άλπεων-Ιμαλαΐων και 2) τύπος Κορδιλιέρας ή περι-Ειρηνικός

- α) οι οροσειρές τύπου Άνδεων,
- β) οι παραλιακές οροσειρές της Καλιφόρνιας και της Αλάσκας,
- γ) τα νησιωτικά τόξα του Δ. Ειρηνικού

Οροσειρές από ρήγματα μετασχηματισμού



Εξωτερική εμπροσθο-λεκάνη (Foreland / Foredeep Basin, Molasse Basin)

➤ Ανάμεσα στον ορογενετικό πυρήνα και την ηπειρωτική πλατφόρμα.

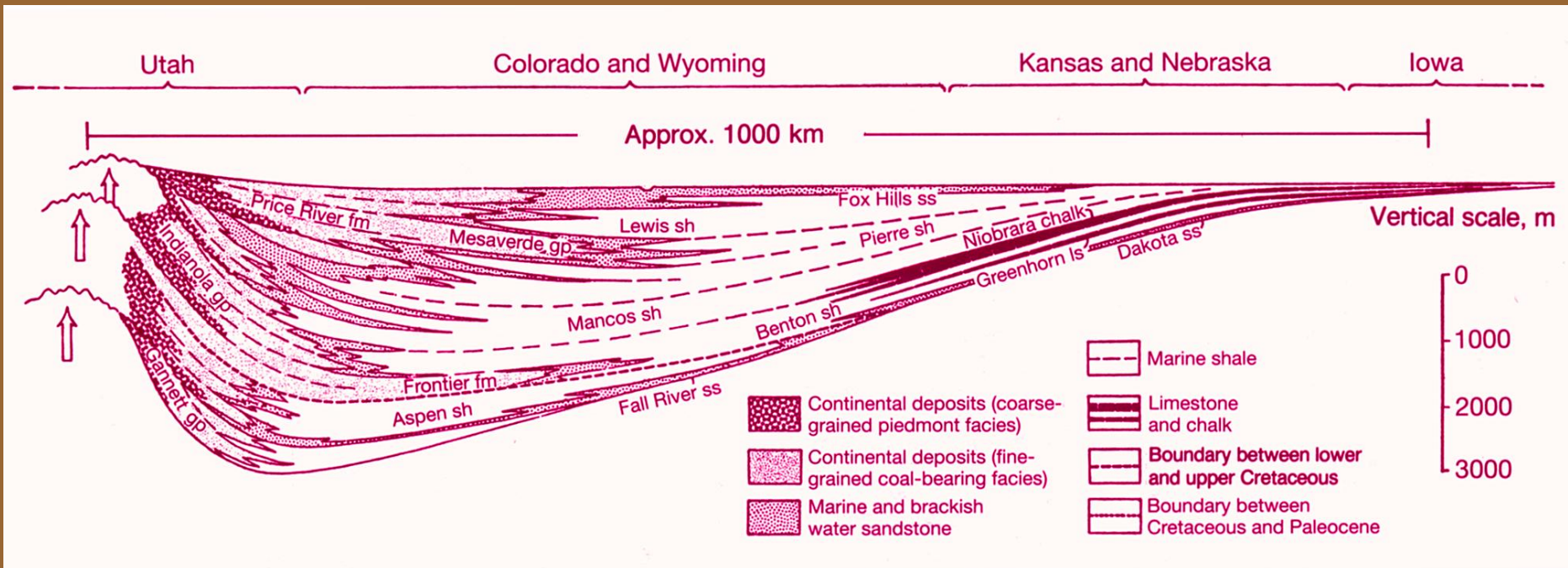
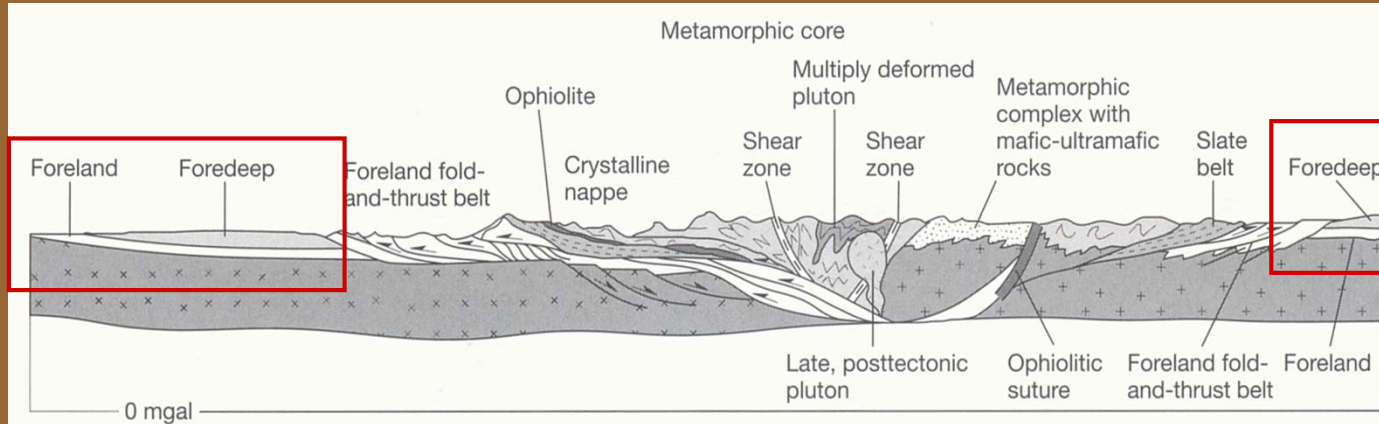
➤ Πάχος ιζημάτων.

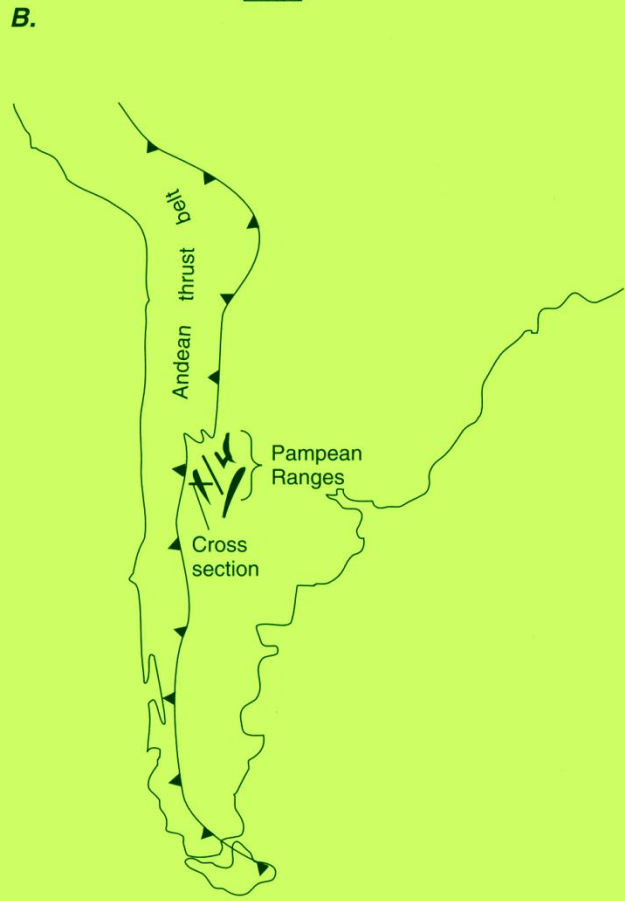
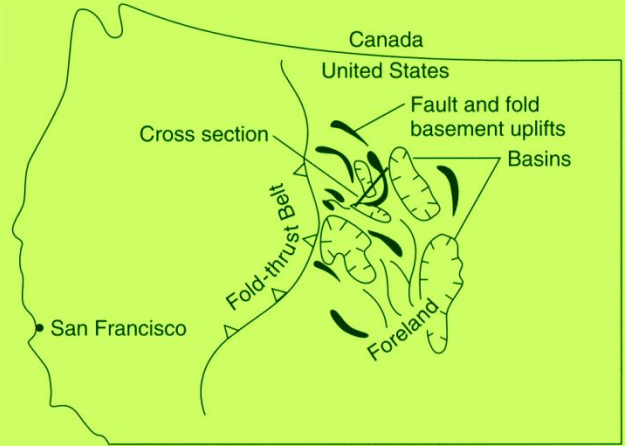
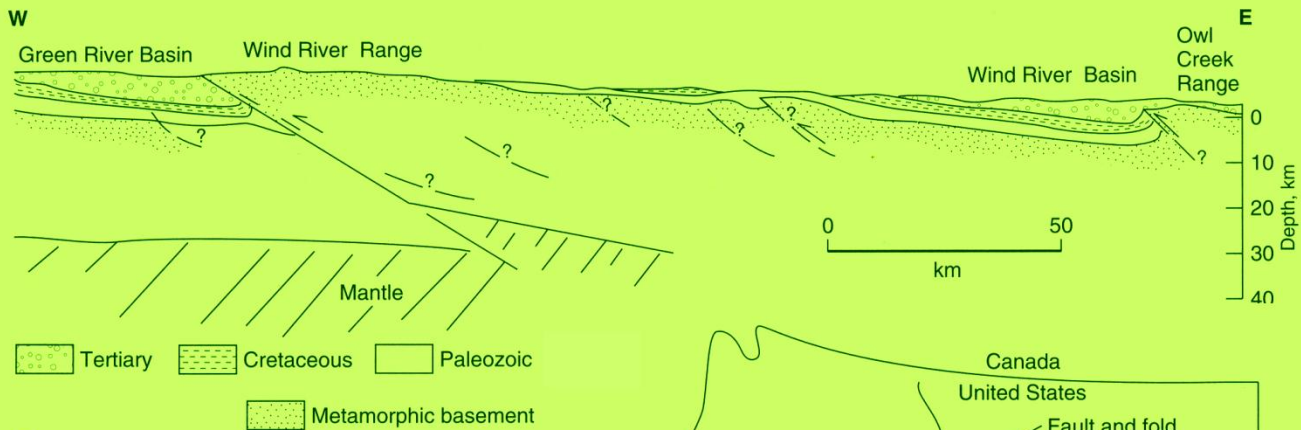
➤ Προέλευση και διαβάθμιση κλαστικού υλικού.

➤ Διαφορετική εξέλιξη ανά λεκάνη (ρυθμός καταβύθισης, ρυθμός ιζηματογένεσης).

➤ **Unroofing sequence.**

➤ Παραμόρφωση ελάχιστη, πτυχές (> 1km) προς τον πυρήνα, ισοκλινείς με ασυμμετρία στο μέτωπο, βαρυτικές ολισθήσεις.

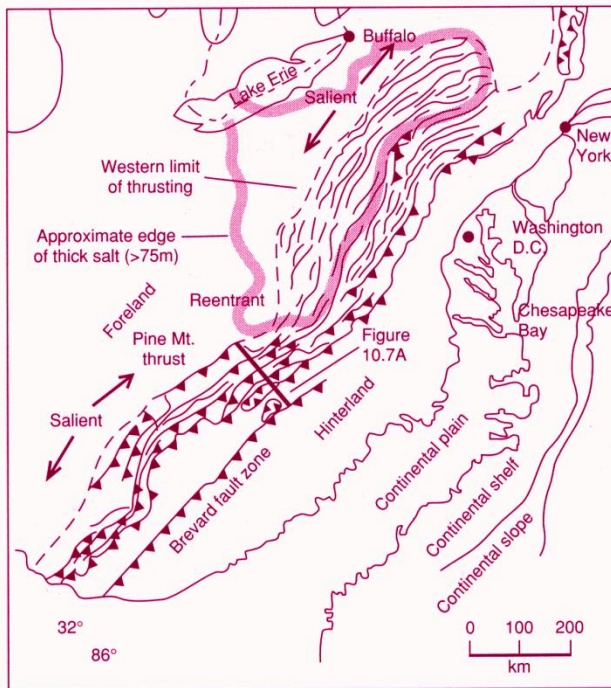
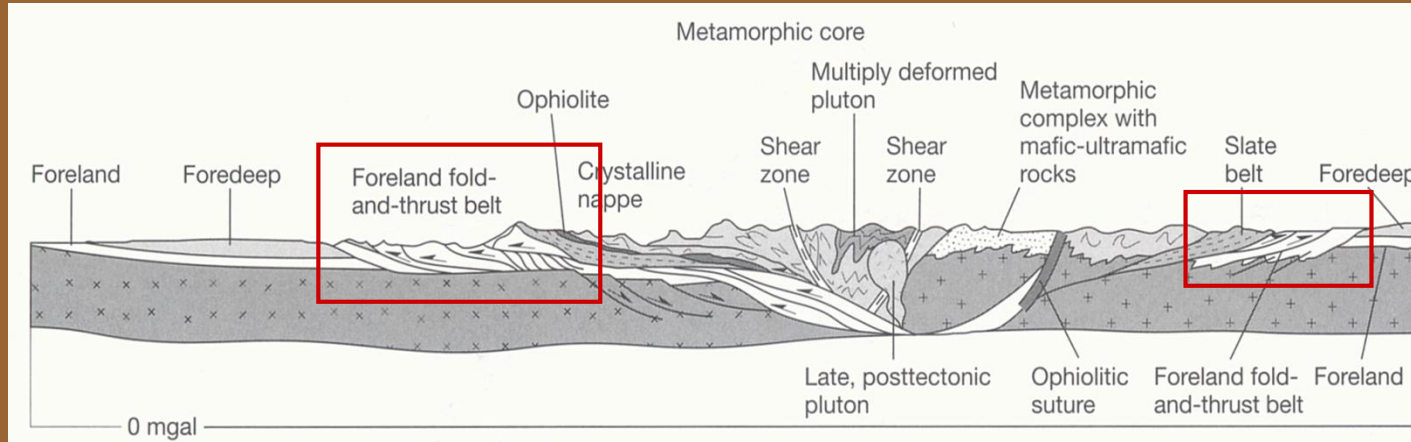




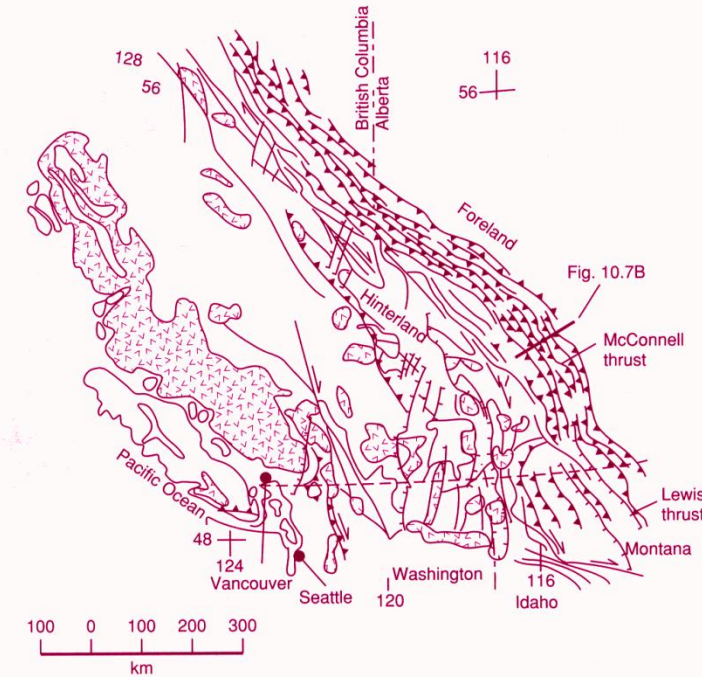
C.

Επωθήσεις του υποβάθρου στα ιζήματα της εμπροσθο-λεκάνης.

Η ζώνη πτυχών – επωθήσεων (Fold-and-Thrust Belt)



A.



B.

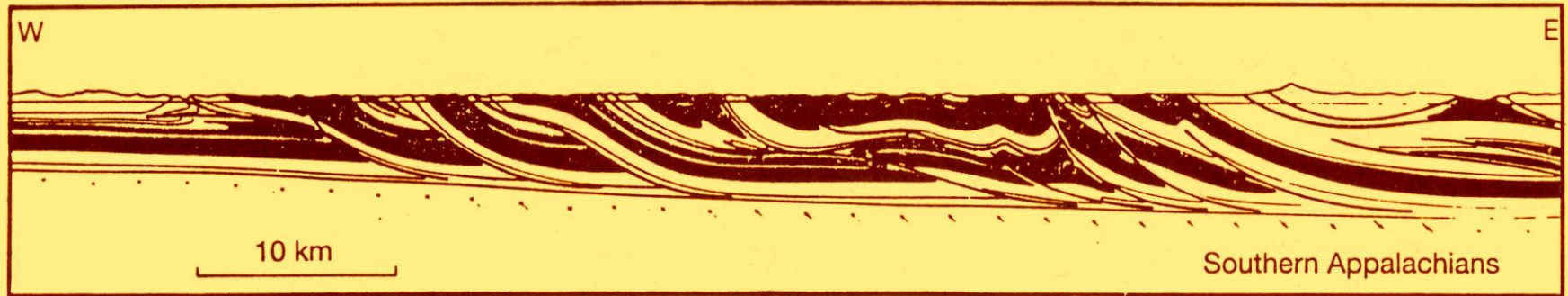
➤ Πίσω από την εμπροσθο-λεκάνη.

➤ Πτυχωμένα και λεπτιωμένα ιζημάτα του μειο-γεωσυγκλίτου.

➤ Μέτωπο επωθημένο στην εμπροσθο-λεκάνη.

➤ Αύξηση πάχους ιζημάτων προς τον πυρήνα.

Η ζώνη πτυχών – επωθήσεων (Fold-and-Thrust Belt)

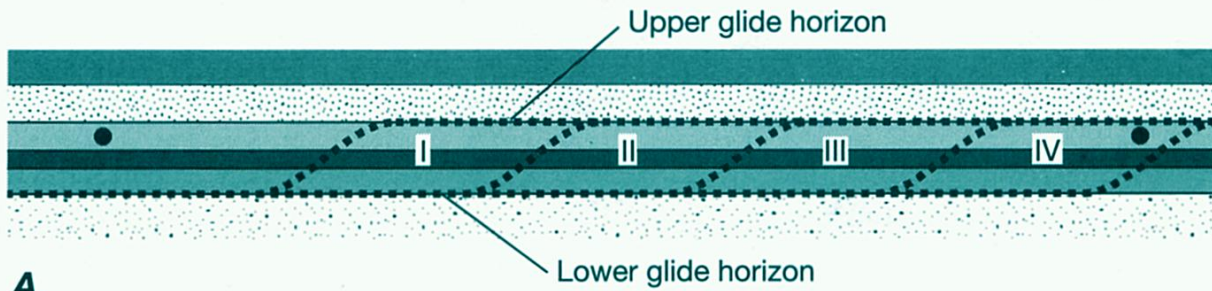


A.

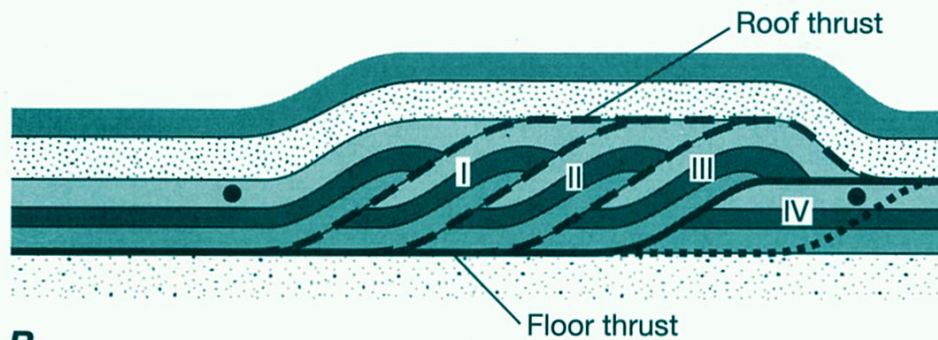


B.

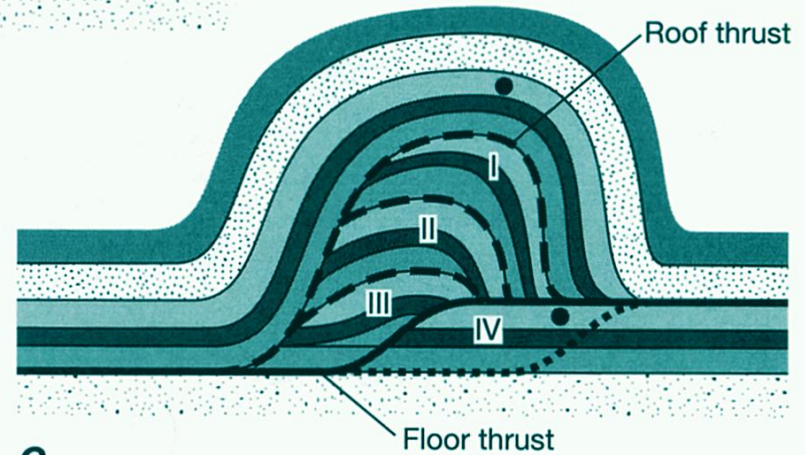
- Επιφάνεια ολίσθησης βάσης (sole fault).
- Wedge shape geometry



A.

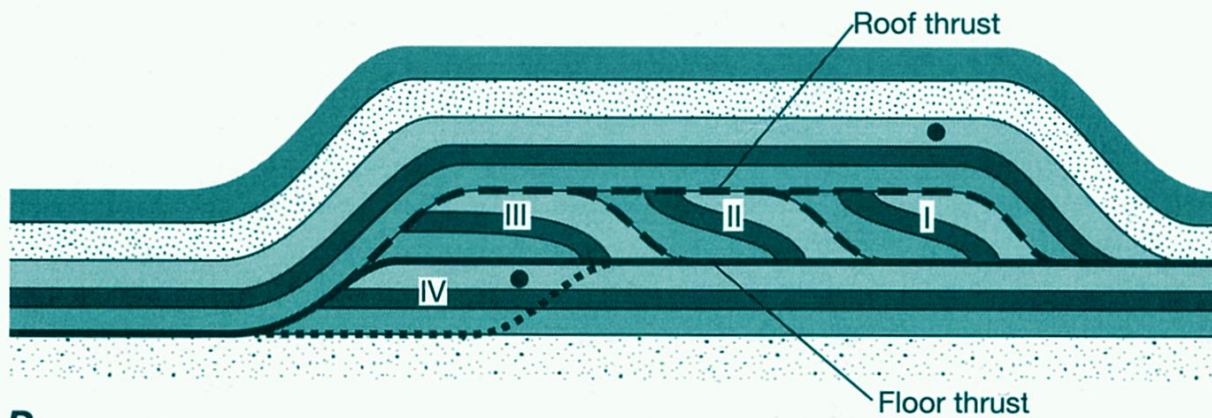


B.



C.

Η ζώνη πτυχών – επωθήσεων (Fold-and-Thrust Belt)



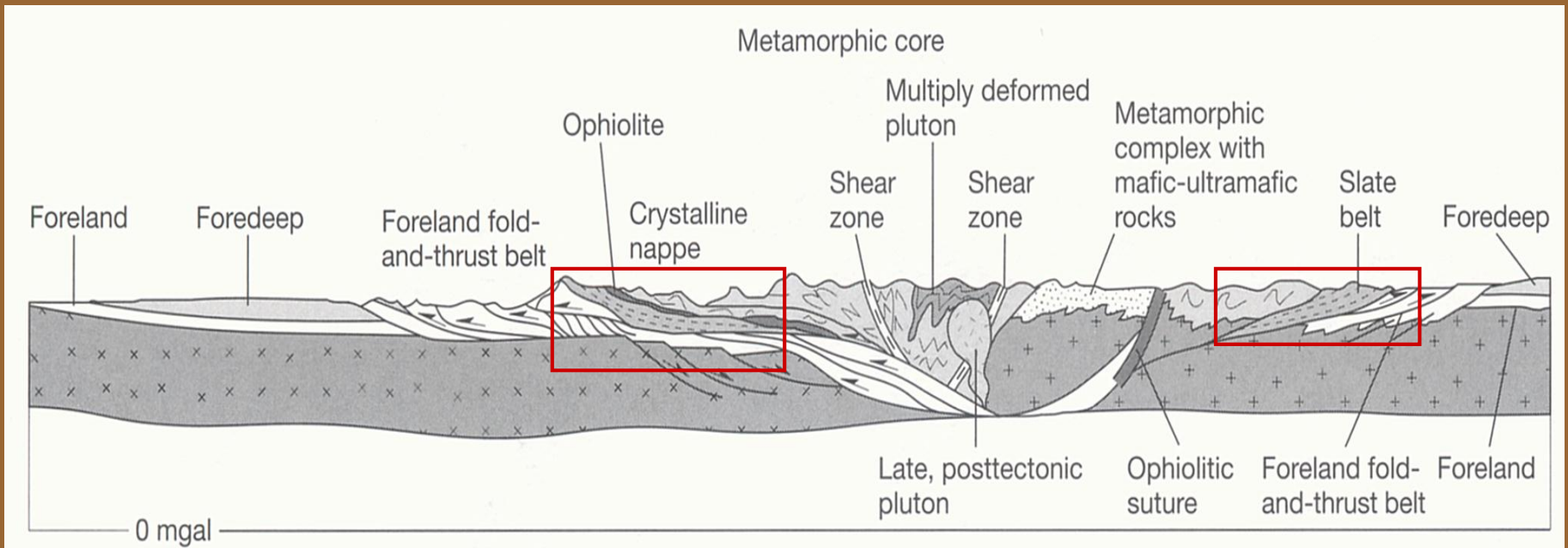
D.

Legend

- Future fault
- Active fault
- - - - Inactive fault

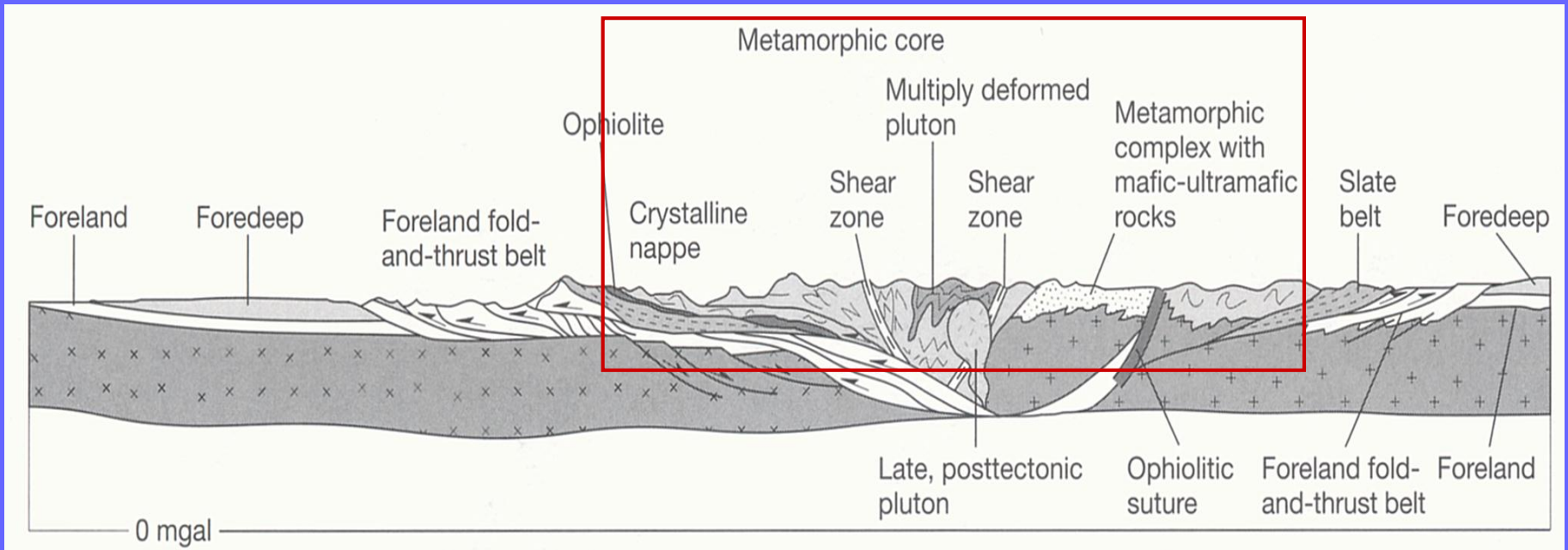
- Ramp-flat geometry.
- Duplex structures
- ΒΡΑΧΥΝΣΗ & ΠΑΧΥΝΣΗ ΤΗΣ ΣΦΗΝΑΣ
- Fault-ramp folds
- Thrust folds
- Fold → Thrust
- Ασυμμετρία, φορά κατάκλισης
- Σχετική ηλικία δομών (prograding deformation, out-of-sequence thrusts)
- Μη μεταμορφωμένα πετρώματα ή χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης (slaty cleavage + spaced foliation)
- Σχέση υποβάθρου και ιζημάτων

Η ζώνη φυλλιτών (Slate belt)

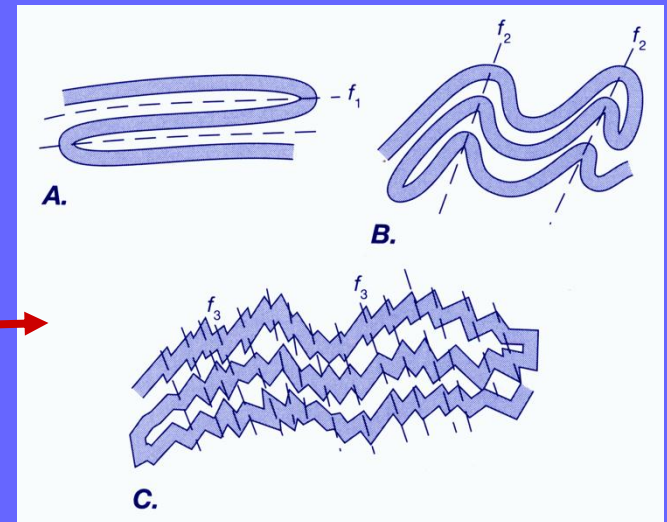


- Αλλαγή φάσης ιζημάτων. Ρηχά (μειο-γεωσύγκλινο) → Βαθεία (ευ-γεωσύγκλινο).
- Σχίστες και φυλλίτες χωρίς απολιθώματα.
- Διάφορες φάσεις πτυχώσεων (ισοκλινείς, κατακεκλιμένες, μεγάλης κλίμακας πτυχές-καλύμματα).
- Ασυμμετρία και φορά κατάκλισης πτυχών.
- Continuous foliation + Spaced foliation.
- ΟΦΙΟΛΙΘΙΚΑ ΚΑΛΥΜΜΑΤΑ (μεγάλες εκτάσεις).
- Κυρίως στη ζώνη φυλλιτών και εσ. τμήμα ζώνης πτυχών-επωθήσεων, αλλά και πολύ εξωτερικότερα μέχρι την απαραμόρφωτη προ-χώρα.

Ο Κρυσταλλικός Πυρήνας (Crystalline Core Zone)

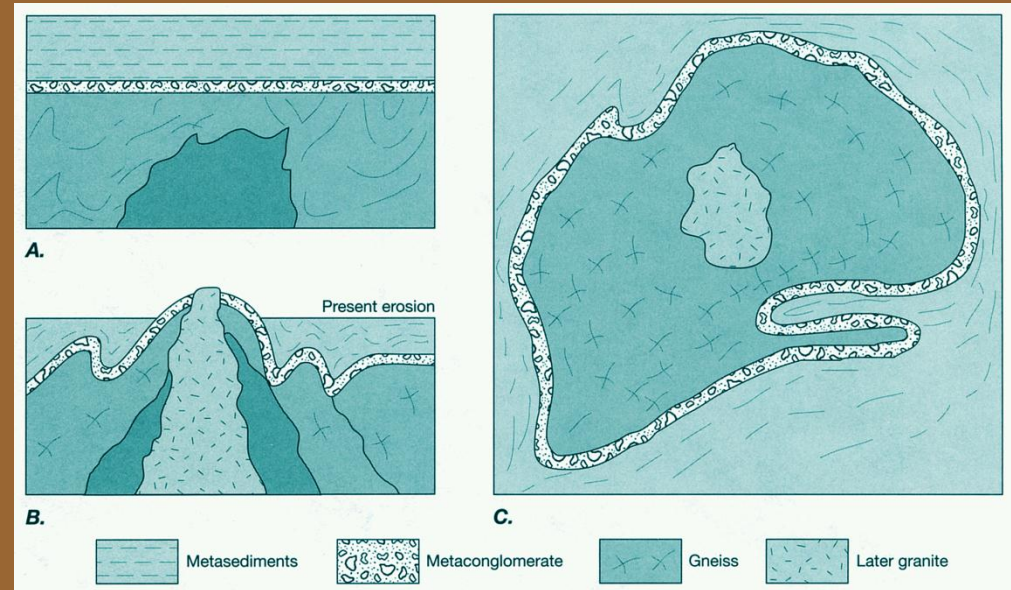
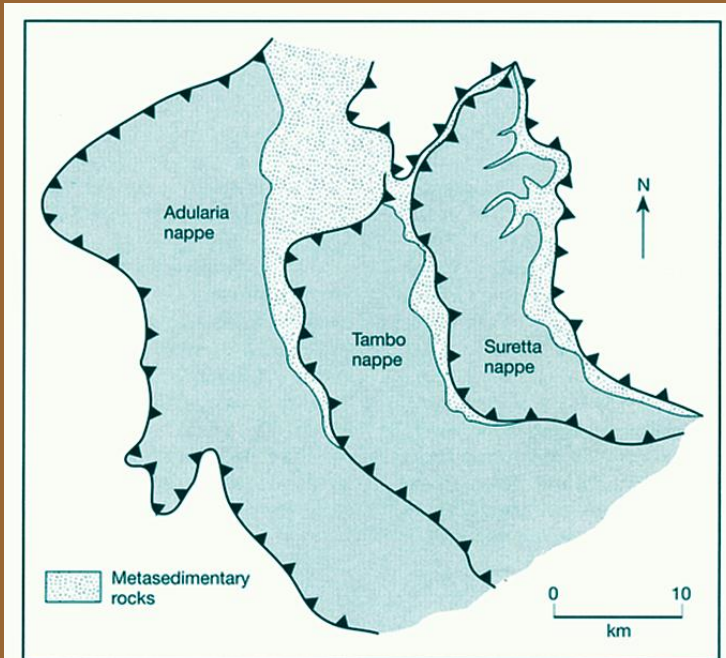


- Μεταμορφωμένα και πλουτώνια πετρώματα έντονα παραμορφωμένα (όγκιμη παραμόρφωση).
- Μεγάλης κλίμακας επωθήσεις και πτυχές-καλύμματα και σύνθετες τεκτονικές δομές.
- Έκταση καλυμμάτων 100.000 – 250.000 km².
- Παραμορφωτικές φάσεις D1, D2, D3.
- Πλουτωνίτες → φύλλωση + μυλονίτες.
- Πετρώματα με διαφορετική προέλευση.



Ο Κρυσταλλικός Πυρήνας (Crystalline Core Zone)

Ιζηματογενή πετρώματα και Υπόβαθρο



A.



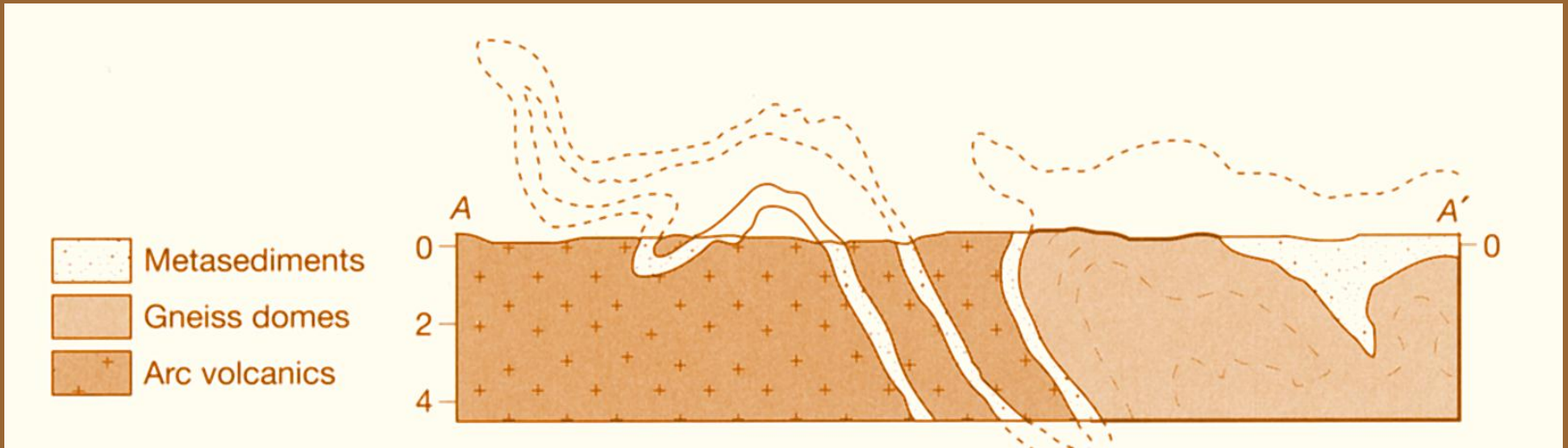
B.

➤ Μεταμορφωμένα βαθειά ιζήματα + μεταμορφωμένο υπόβαθρο (αμφιβολίτες + γνεύσιοι), σχηματίζουν καλύμματα με πυρήνα το υπόβαθρο που το περιβάλλουν τα μετα-ιζήματα (δομή envelope or sheath).

➤ Στους βαθύτερους τεκτονικούς ορόφους μιγματίτες, ανατηκτικοί γρανίτες με τη μορφή δόμων που περιβάλλονται από μετα-ιζήματα (πτυχές + όλκιμες ζώνες διάτμησης).

Ο Κρυσταλλικός Πυρήνας (Crystalline Core Zone)

Ηφαιστειακά και Πυριγενή Πετρώματα και Συνοδά Ιζήματα



➤ Πετρώματα έντονα μεταμορφωμένα (αμφιβολίτες και γρανουλίτες) που δεν μπορεί να εξακριβωθεί η στρωματογραφική σχέση ή σχέση διείσδυσης μεταξύ τους.

➤ Παράδειγμα από τα Απαλάχια. Μετα-ιζήματα, μετα-ηφαιστειακά και γνευσιακοί δόμοι. Πολύπλοκες πτυχωσιγενείς δομές με αρκετές παραμορφωτικές φάσεις.

➤ Συνήθης ερμηνεία σαν ακολουθίες του ευ-γεωσυγκλίνου. Πρόσφατη ερμηνεία σαν ιζήματα ηπειρωτικά-κλιτύων + ηφαιστειακά πετρώματα + ηφαιστειο-ιζηματογενείς ακολουθίες που σχετίζονται με ηπειρωτικά ηφαιστειακά τόξα, ωκεανικά τόξα και ακολουθίες μεσο-ωκεάνειας ράχης.

Ο Κρυσταλλικός Πυρήνας (Crystalline Core Zone)

Μεταμορφωμένες οφιολιθικές ακολουθίες

- Μεταμορφωμένες και παραμορφωμένες οφιολιθικές (ισοκλινείς μεγα-πτυχές κλπ.) ακολουθίες.
- Pillow lavas → πρασινοσχιστόλιθοι και αμφιβολίτες, βασικές φλέβες + πλουτωνίτες → συμπαγείς ή ταινιωτοί αμφιβολίτες, περιδοτίτες → σερπεντινίτες ή περιδοτίτες.
- Ο αρχικός μανδουακός ιστός επικαλύπτεται ή εξαφανίζεται ολοσχερώς από τη μεταγενέστερη παραμόρφωση.

Κατώτερος Ηπειρωτικός Φλοιός και Μανδύας

- Υψηλής μεταμόρφωσης γνεύσιοι (χαλαζιοαστριούχα) υπέρκεινται περιδοτιτών.
- Πιθανά αντιπροσωπεύουν το όριο μεταξύ του κατώτερου ηπειρωτικού φλοιού και του υποκείμενου μανδύα (δηλαδή τη ΜΟΗΟ).
- Όπως και οι οφιόλιθοι παρουσιάζουν ένα παλαιό μεταμορφικό και παραμορφωτικό ιστό που επικαλύπτεται από ένα νεότερο.

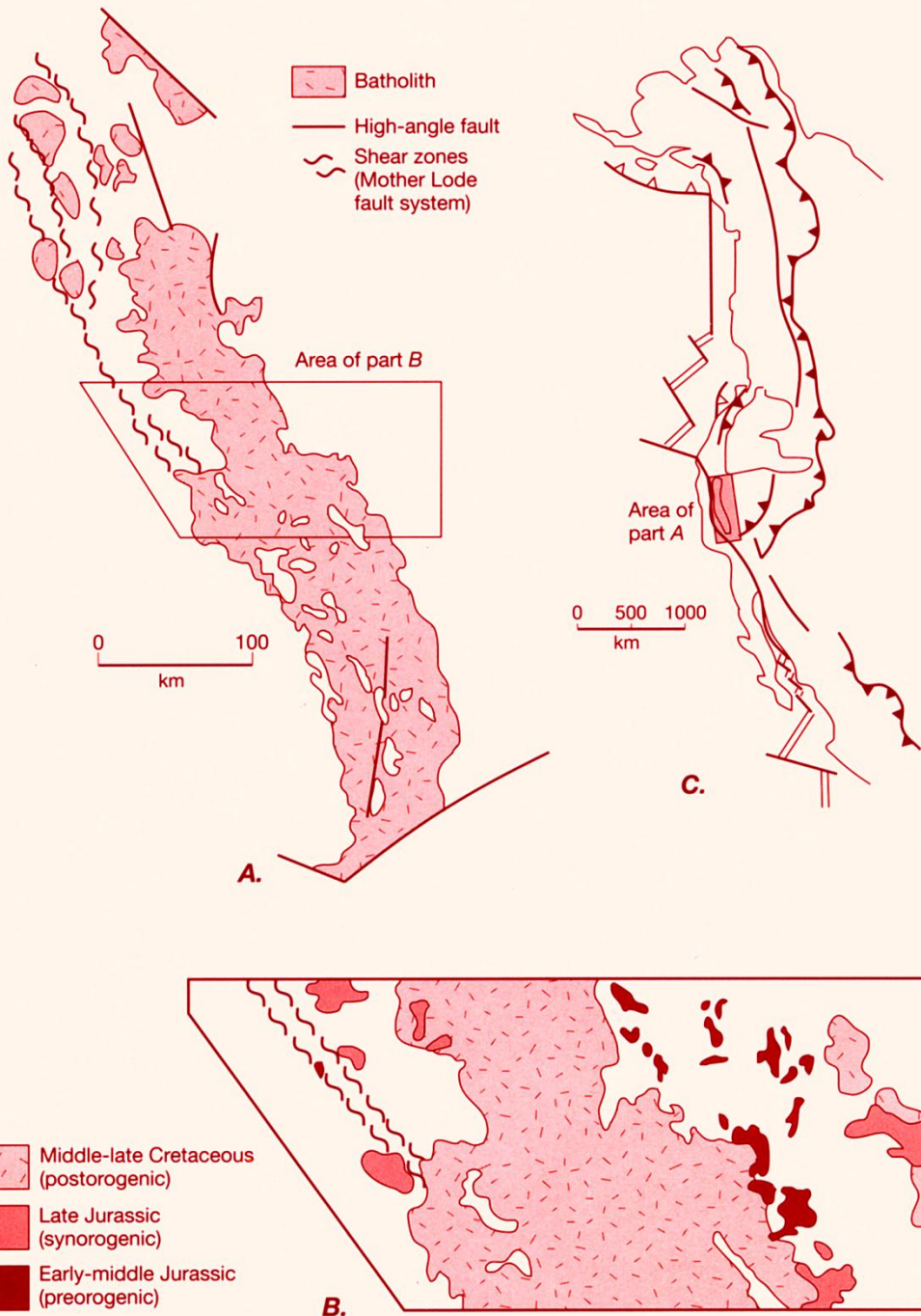
Γνευσιακά πετρώματα με πλήθος υπερβασικών σωμάτων

- Αμφιβολίτες και γρανουλίτες με πλήθος υπερβασικών (αμεταμόρφωτων) σωμάτων (της τάξης του 1 km).
- Τα σώματα (αλλά και η εσωτερική τους δομή) προσανατολισμένα παράλληλα με τον κύριο τεκτονικό ιστό.
- ????? Άγνωστος μηχανισμός αλλά άγνωστος και ο πρωτόλιθος των μεταμορφωμένων. Πιθανές ερμηνείες: α) κατώτερος φλοιός στον οποίο ενσωματώθηκε (άγνωστο πως) μανδουακό υλικό, β) υπολείμματα οφιολιθικών ή μανδουασκών ζωνών υποβύθισης που αποκόπηκαν από την ισχυρή παραμόρφωση και μεταμόρφωση και δημιούργησαν τα γνευσιακά πετρώματα και γ) βασικά και υπερ-βασικά ηφαιστειακά πετρώματα που διείσδυσαν σε ιζήματα ηπειρωτικού περιθωρίου κατά το στάδιο του rifting.

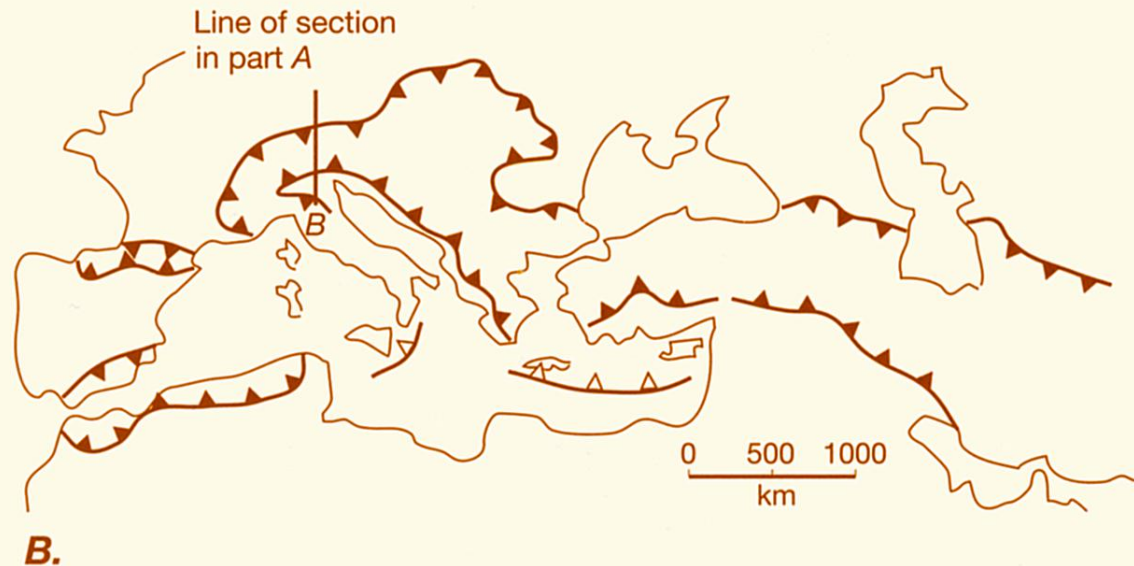
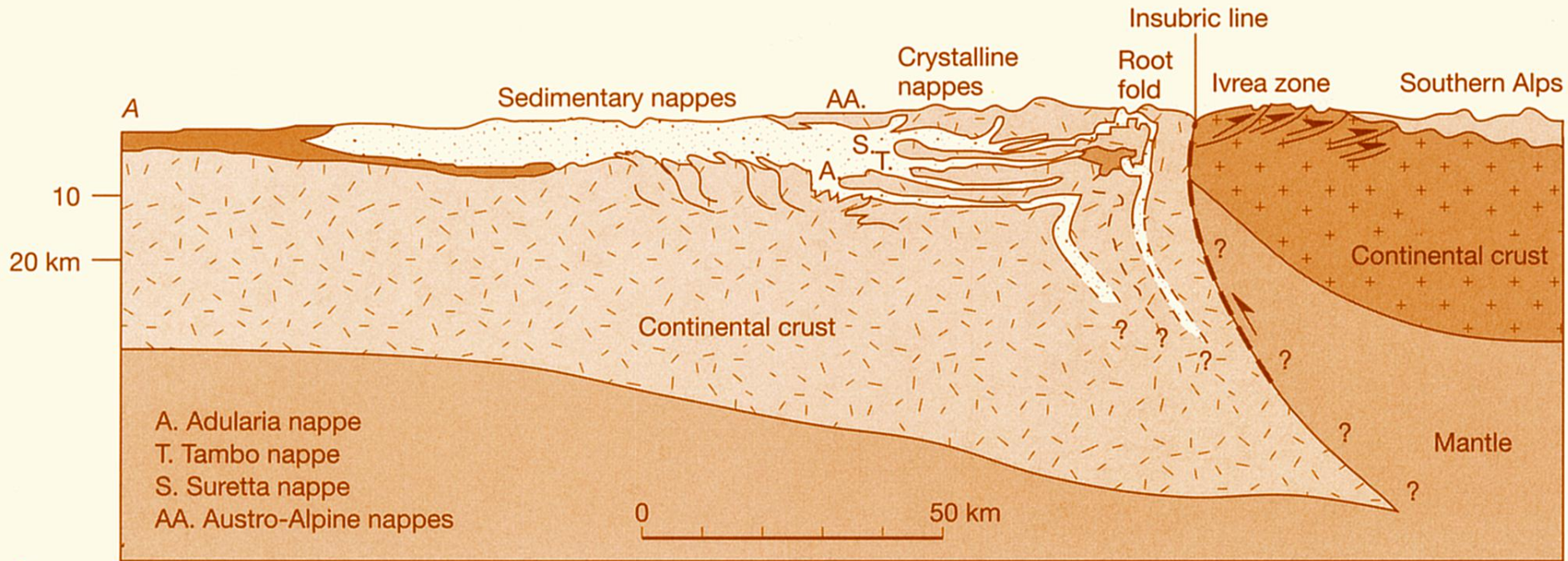
Ο Κρυσταλλικός Πυρήνας (Crystalline Core Zone)

Γρανιτικοί βαθόλιθοι

- Γρανιτικοί βαθόλιθοι (γρανίτες-διορίτες).
- Συνήθως στον πυρήνα του ορογενούς.
- Πολλά σώματα της τάξης των 10άδων ή 100άδων km², (π.χ. Αλάσκα – Μαξικό).
- Σημαντικές διαφορές στον τύπο του πετρώματος, στο βαθμό παραμόρφωσης και το βάθος τοποθέτησης.
- I-type & S-type γρανίτες.
- Προ- Συν- και Μετα-ορογενετικοί γρανίτες.
- Προ-ορογενετικοί I-τύπου γρανίτες → τυπική δραστηριότητα από ένα καταστρεφόμενο περιθώριο πριν τη σύγκρουση. Παραμορφώνονται κατά τη σύγκρουση.
- Συν- και μετα-ορογενετικοί s-τύπου γρανίτες → Μερική τήξη του κατώτερου ηπειρωτικού φλοιού που έχει παχυνθεί και δημιουργήσει ρίζα από τη σύγκρουση.
- Μετα-ορογενετικοί αλκαλικοί γρανίτες → αρχικά στάδια ηπειρωτικής ταφροποίησης.

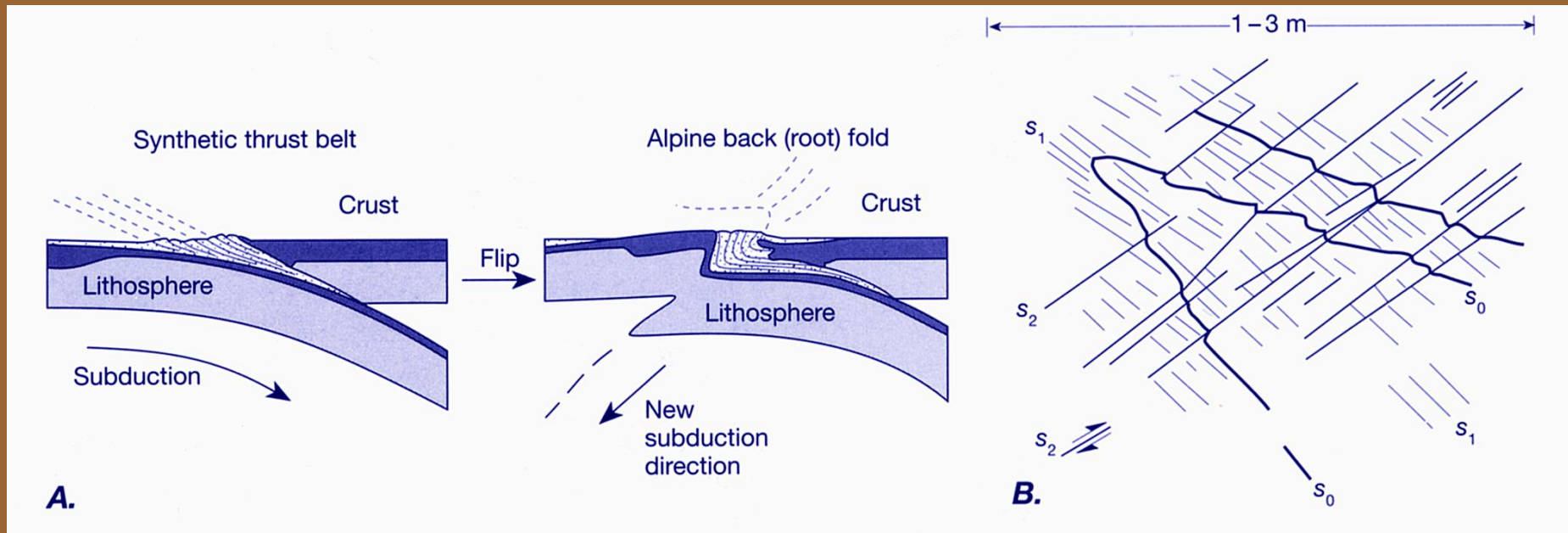


Οι βαθιές δομές του κρυσταλλικού πυρήνα



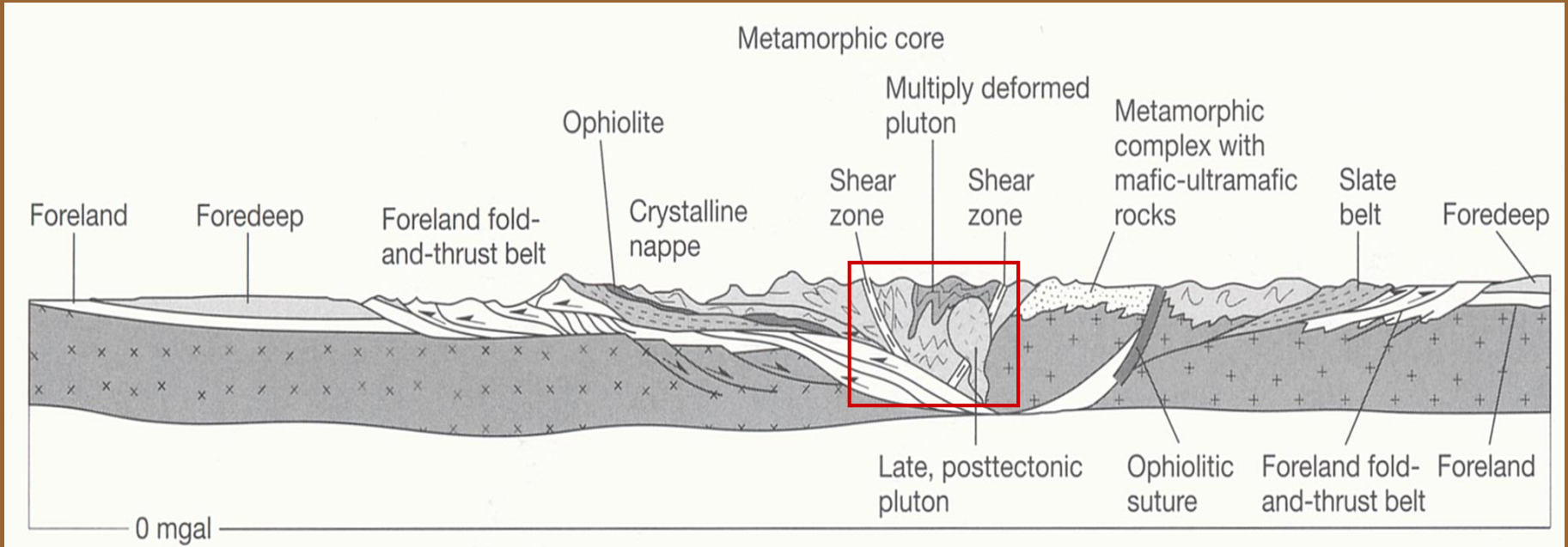
- Πυρήνας → Ρίζες. ? Δομές στα > βάθη
- Κατακόρυφες πτυχές, επωθήσεις, γραμμώσεις. Ζώνες διάτμησης.
- Άλπεις → Σκέλος μεγάλης δεύτερης γενιάς πτυχής που παραμορφώνει υποοριζόντιες επωθήσεις και καλύμματα. Αντίθετη ασυμμετρία, Back-Folds
- Ανακριβής παλιά άποψη → Η ρίζα των καλυμμάτων που λόγω ακραίας βράχυνσης διέφυγαν.

Οι βαθιές δομές του κρυσταλλικού πυρήνα



- Back-Fold → Αποτέλεσμα της σύγκρουσης και της επακόλουθης αλλαγής της φοράς βύθισης της ζώνης υποβύθισης.
- Αντιστοιχία στη μικρή κλίμακα παρατήρησης.
- Τα βάθη μέχρι τα οποία φθάνουν οι δομές (σεισμικές διασκοπήσεις) αυτές φαίνεται να διαφέρουν από ορογενές σε ορογενές.
- Στις Άλπεις οι δομές back-fold πάνε βαθιά.
- Στα Απαλάχια ο κρυσταλλικός πυρήνας είναι αλλόχθονος και επικάθεται σε μια ακολουθία με επίπεδους ανακλαστήρες → ? Αλλόχθονη όλη η ορογενετική αλυσίδα που μετακινήθηκε εκατοντάδες km πάνω από ένα αυτόχθονο ηπειρωτικό υπόβαθρο ? Ποιες δυνάμεις και κινήσεις το προκάλεσαν αυτό ?

Ευθύγραμμες (Μεγάλης Κλίσης) Ρηξιγενείς Ζώνες



➤ Τέμνουν όλες τις άλλες δομές – Μήκος 10άδων ή 100άδων km – Πλάτος 100άδες m έως 10 km – Αναπτύσσονται // με τη διεύθυνση του ορογενούς.

➤ Όταν διαχωρίζουν τεμάχια με ίδια γεωλογική ιστορία μπορούν να υπολογισθούν μετατοπίσεις. Κινήσεις κατά κλίση ή και οριζόντια.

➤ Όταν χωρίζουν ρηξιτεμάχια με διαφορετική μεταμόρφωση (ηλικία, βαθμός) ή παλαιογεωγραφία δεν μπορούν να υπολογισθούν μετατοπίσεις → sutures.

➤ Μυλονίτες, φακοί διαφορετικών λιθολογιών, γραμμώσεις και πτυχές με γεωμετρία ανάλογα με την κινηματική της ζώνης.

➤ Ο χρόνος δημιουργίας τους ποικίλει και η γεωλογική ιστορία τους είναι σύνθετη. Π.χ. α) Brevard zone (S. Appalachians) 500 km, dip-slip → dextral strike-slip, β) Insubric line (Alps), Ivrea zone / Peninic zone, dip-slip → dextral strike-slip (υπόλειμμα παλιάς suture zone), γ) Mother Lode F.S. (California), thrust fault dip-slip → faulted & reactivated (backfolding) → dextral strike-slip & normal (υπόλειμμα παλιάς suture zone).

Τέλος

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση διαθέσιμη εδώ <http://eclass.uoa.gr/courses/GEOL170/>



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Στυλιανός Λόζιος, Μανώλης Σκούρτσος 2015, Στυλιανός Λόζιος, Μανώλης Σκούρτσος. «Δυναμική Γεωλογία. Ενότητα 1: Ορογένεση - Ανατομία Ορογενετικών Ζωνών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/GEOL101/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/9)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1, Διαφάνεια 4: Προσαύξηση των ηπείρων με την προσκόλληση μιας μικροπλάκας ή ενός τεκτονοστρωματογραφικού πεδίου. Copyrighted.

<http://plate-tectonic.narod.ru/microplate.jpg>

Εικόνα 2, Διαφάνεια 5: Copyrighted.

Εικόνα 3, Διαφάνεια 6: Χάρτης όπου διακρίνονται τα διασκορπισμένα κομμάτια της Ρανγκέλια (Wrangellia), που αποτελεί ένα διασπασμένο ωκεάνιο terrane (ΤΣΠ), διασκορπισμένο κατά μήκος της κρατονικής μάζας της Βόρειας Αμερικής. Copyrighted. <https://pattiisaacs.files.wordpress.com/2011/12/alaskageology.jpg>

Εικόνα 4, Διαφάνεια 8: Copyrighted.

Εικόνα 5, Διαφάνεια 9: Μοντέλο της αβυσσικής πεδιάδας. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/9)

Εικόνα 6, Διαφάνεια 10: Ο διαχωρισμός του ηπειρωτικού τεμάχους των Σεϋχελλών από τον ηπειρωτικό κορμό της Ινδίας. Copyrighted.

Εικόνα 7, Διαφάνεια 10: Στο όριο του νοτιοανατολικού άκρου της πλάκας του Ειρηνικού λαμβάνει χώρα προοδευτική κατάτμηση της μεσοωκεάνιας ράχης του Ανατολικού Ειρηνικού διαμέσου του κόλπου της Καλιφόρνια. Copyrighted.

Εικόνα 8 Διαφάνεια 11: Το γεωτεκτονικό καθεστώς κατά μήκος του ανατολικού περιθωρίου της πλάκας της Ινδίας, από τον Ινδία μέχρι την Αυστραλία. Copyrighted.

Εικόνα 9, Διαφάνεια 13: Συγκριτικές στρωματογραφικές στήλες για πέντε υποθετικά ΤΣΠ. Το διάγραμμα δείχνει τη διασύνδεση δύο πιθανών ΤΣΠ επάνω στο κρατονικό περιθώριο στο Ανώτερο Κρητιδικό - Κατώτερο Παλαιογενές. Copyrighted.

Εικόνα 10, Διαφάνεια 14: Ανάλυση εξωτικών ΤΣΠ (exotic terranes). Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/9)

Εικόνα 11, Διαφάνεια 15: Terrane map of the Hellenides. D.Papanikolaou, 1997. Copyrighted.

Εικόνα 12, Διαφάνεια 16: Copyrighted.

Εικόνα 13, Διαφάνεια 18: Οι κατηγορίες των φαινομένων και οι χαρακτηριστικές περίοδοι που σχετίζονται με την τεκτονική ιστορία και εξέλιξη της Γης. Copyrighted.

Εικόνα 14, Διαφάνεια 19: Τα πετρώματα του ηπειρωτικού φλοιού ταξινομημένα ανάλογα με τη γεωλογική περίοδο που έχουν παραμορφωθεί. Copyrighted.

<http://www.earth.northwestern.edu/people/seth/107/Continentalevl/Image152.gif>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/9)

Εικόνα 15, Διαφάνεια 20: Οι τύποι των ορέων, που απαντώνται στις ορογενετικές ζώνες, ταξινομημένοι ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού και την προέλευσή τους. Copyrighted. <http://indiahikes.in/wp-content/uploads/2015/05/figure-21-10.jpg>

Εικόνες 16-17, Διαφάνεια 21: Οικοδόμηση ορογενών. Copyrighted. http://www.soest.hawaii.edu/GG/FACULTY/POPP/Oct14_Ch_14.pdf

Εικόνα 18, Διαφάνεια 21: Οικοδόμηση ορογενών. Copyrighted. https://classconnection.s3.amazonaws.com/934/flashcards/2198934/jpg/subduction_zones1351629855265.jpg

Εικόνα 19, Διαφάνεια 22: Fold and thrust mountains. Copyrighted.

Εικόνα 20, Διαφάνεια 23: Rift valley. Copyrighted. <https://ryan8484.files.wordpress.com/2013/05/riftvalley.jpg>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/9)

Εικόνα 21, Διαφάνεια 23: Diagrams of positive and negative flower structures developed along minor restraining and releasing bends on a dextral (right-lateral) strike-slip fault. Public domain.

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flowerstructure1.png>

Εικόνα 22, Διαφάνεια 24: Το τεκτονικό μοντέλο που προτείνεται για την προέλευση του ορογενετικού συστήματος της επαρχίας Basin and Range των δυτικών Η.Π.Α.. Copyrighted.

https://www.esci.umn.edu/courses/1001/Summer_Session/BasinRangeModel.JPG

Εικόνα 23, Διαφάνεια 25: Κατακόρυφες ηπειρογενετικές κινήσεις. Copyrighted.

Εικόνα 24, Διαφάνεια 26: Η δημιουργία ενός ορογενούς σε καθεστώς συμπίεσης και πάχυνσης του φλοιού και η κατάρρευσή του, λόγω ισοστατικής ανισορροπίας, σε καθεστώς εφελκυσμού και εκλέπτυνσης του φλοιού. Copyrighted.

https://www.esci.umn.edu/courses/1001/Summer_Session/CollisionCollapse.jpg



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (6/9)

Εικόνα 25, Διαφάνεια 27: Οι κύριες μορφοτεκτονικές μονάδες της Βόρειας Αμερικής. Copyrighted. <http://media.web.britannica.com/eb-media/05/112205-050-390D6C76.gif>

Εικόνα 26, Διαφάνεια 28: Σχηματικά πως παχιά τμήματα φλοιού επιπλέουν στο μανδύα. Copyrighted. http://www.ceibal.edu.uy/elp/ODEA_isostasia_SAcevedo.elp/isost3.jpg

Εικόνα 27, Διαφάνεια 28: Ο τρόπος λειτουργίας της ισοστασίας. Copyrighted.

Εικόνα 28, Διαφάνεια 29: Τρεις χαρακτηριστικές ορογενετικές ζώνες σε ίδια κλίμακα όπου παρουσιάζονται τα κύρια τεκτονικά χαρακτηριστικά. Copyrighted.

Εικόνα 29, Διαφάνεια 30: Copyrighted.

Εικόνα 30, Διαφάνεια 31: Ένα συνθετικό μοντέλο της δομής μιας ορογενετικής ζώνης, που περιγράφει τόσο τα ορογενή τύπου Κορδιλιέρας όσο και τα ορογενή τύπου Άλπεων - Ιμαλαΐων. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (7/9)

Εικόνες 31-32, Διαφάνεια 32: Γεωλογικές τομές της κρητιδικής ηλικίας εμπροσθο-λεκάνης (ή μολασσοειδούς λεκάνης) του ανατολικού τμήματος της αμερικάνικης κορδιλιέρας. Copyrighted.

Εικόνα 33, Διαφάνεια 33: Επωθήσεις του υποβάθρου στα ιζήματα της εμπροσθο-λεκάνης. Copyrighted.

Εικόνες 34-35, Διαφάνειες 34-35 : Χαρακτηριστικές δομές της ζώνης πτυχών - επωθήσεων, σε τεκτονικό χάρτη και τομή, από τα ορογενή των Απαλαχίων (Α) και της Αμερικάνικης Κορδιλιέρας (Β). Copyrighted.

Εικόνα 36, Διαφάνεια 36: Η χαρακτηριστική γεωμετρία των δομών duplex, που είναι συχνές στη ζώνη πτυχών-επωθήσεων και προέρχονται από τον προοδευτικό τεμαχισμό του άνω τεμάχους (footwall), από τις διαδοχικές λεπιώσεις και επωθήσεις. Copyrighted.

http://www.webpages.uidaho.edu/~simkat/geol345_files/duplex_types.jpg



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (8/9)

Εικόνα 37, Διαφάνεια 38: Επικαλυπτόμενες διαδοχικές επανα-πτυχώσεις που χαρακτηρίζουν τα κρυσταλλικά πετρώματα του πυρήνα των ορογενετικών ζωνών. Copyrighted.

Εικόνες 38-39, Διαφάνεια 39: Ιζηματογενή πετρώματα και Υπόβαθρο. Copyrighted.

Εικόνα 40, Διαφάνεια 41: Μια τυπική πολυπτυχωμένη ζώνη κρυσταλλικού πυρήνα από τα Β. Απαλάχια, όπου η μετα-ηφαιστειακή ακολουθία που συμμετέχει στη δομή πιθανά αντιπροσωπεύει ένα σύμπλεγμά νησιωτικού τόξου που λειτουργούσε στις αρχές του Παλαιοζωϊκού. Copyrighted.

Εικόνα 41, Διαφάνεια 42: Προ-, συν- και μετα-ορογενετικοί γρανίτες στην Κορδιλιέρα της Β. Αμερικής (Σιέρρα Νεβάδα, Καλιφόρνια), σύμφωνα με τα ραδιοχρονολογικά δεδομένα και την παραμόρφωσή τους. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (9/9)

Εικόνα 42, Διαφάνεια 43: Χαρακτηριστική τομή στις Ελβετικές Άλπεις που παρουσιάζει χαρακτηριστικές μεγάλου βάθους και μεγάλης κλίσης και κλίμακας δομές και back-folds που παραμορφώνουν τυπικά υποοριζόντια κατακεκλιμένα πτυχές-καλύμματα. Copyrighted.

Εικόνα 43, Διαφάνεια 44: Συσχετισμός ανάμεσα στη γεωμετρία της ζώνης υποβύθισης, τις τυπικές ζώνες υποοριζόντιων καλυμμάτων και τις μεγάλης κλίσης δομές τύπου back-fold. Copyrighted.

