



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Μοντέλα Γένεσης Κοιτασμάτων

Ενότητα 1: Γένεση Κοιτασμάτων με Μαγματικές
Διεργασίες

Μαρία Οικονόμου

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος

Μοντέλα Γένεσης Κοιτασμάτων

- ❑ Κοιτάσματα Μαγματικών θειούχων
- ❑ Κοιτάσματα των Στοιχείων της ομάδας του λευκοχρύσου
- ❑ Κοιτάσματα χρωμίτη

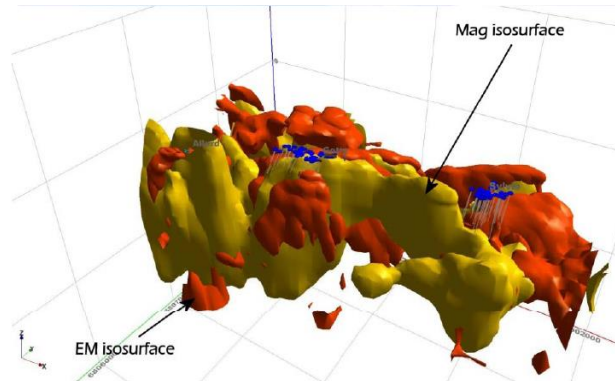


**Γένεση Κοιτασμάτων με μαγματικές
διεργασίες**

Στο χώρο δεν είναι τίποτα τυχαίο

Γεωτεκτονικό περιβάλλον

- σύσταση μάγματος
- συνθήκες γένεσης των κοιτασμάτων



Εικόνα 1

Απαιτείται συνδυασμός δεδομένων ώστε να είναι γνωστή η θέση (3-D) των ΟΠΥ.

Εκμετάλλευση τον κατάλληλο χρόνο

Εκμετάλλευση Ο.Π.Υ.:

- ❑ Τον κατάλληλο χρόνο
- ❑ Με τον πλέον οικονομικό τρόπο
- ❑ Με σεβασμό στο περιβάλλον

- ❑ Με στόχο την βιώσιμη ανάπτυξη



Η **Βιώσιμη ανάπτυξη** στηρίζεται σε τρεις άξονες,
οικονομία, περιβάλλον, κοινωνία
και αποβλέπει στην παράλληλη και ισόρροπη προώθηση και
βελτίωση και των τριών αυτών αξόνων



Εικόνα 2



Περιβάλλον

Παραδείγματα περιβαλλοντικών επιπτώσεων
από την εκμετάλλευση ορυκτών πρώτων υλών



Κοινωνία

Μορφές χρωμίου στην φύση

Τρισθενές, Cr(III) και εξασθενές Cr(VI) χρώμιο.

- Το Cr(III) είναι η μορφή που επικρατεί στο έδαφος, είναι ελάχιστα ευκίνητο και δεν είναι τοξικό.
- Το Cr(VI) είναι ένα από τα πλέον τοξικά μέταλλα

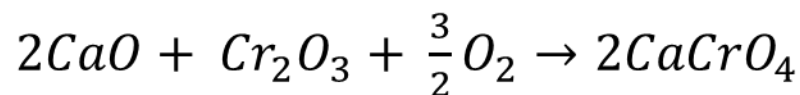


Εικόνα 7

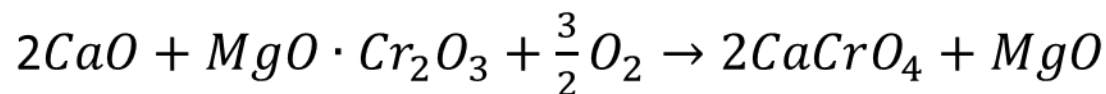


Εικόνα 8

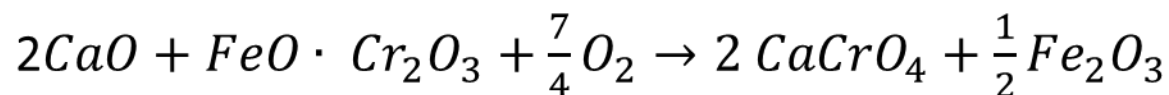
Περιβαλλοντικές επιπτώσεις



(1)

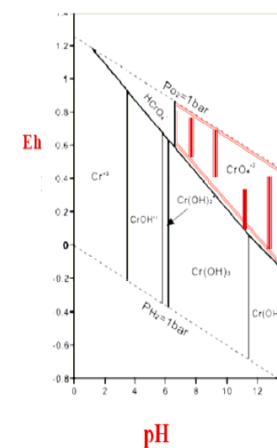


(2)



(3)

Οι συνθήκες Eh-pH παίζουν σημαντικό ρόλο στην μορφή του χρωμίου που επικρατεί στο έδαφος



Η μετατροπή:

Cr(III) → Cr(VI)

Είναι δυνατή σε:

αλκαλικές (pH > 6.0) και οξειδωτικές (Eh > 0) συνθήκες

Εικόνα 9

Παραδείγματα γένεσης κοιτασμάτων με μαγματικές διεργασίες

- **Κοιτάσματα χρωμίτη**
- **Κοιτάσματα μαγματικών θειούχων (Ni, Cu)**
- **Κοιτάσματα Στοιχείων της ομάδας του λευκοχρύσου ή (PGE)**

Κοινό χαρακτηριστικό αποτελούν:

- ❖ Η σύνδεσή τους με Συμπλέγματα βασικών-υπερβασικών πετρωμάτων, και οι
- ❖ Μαγματικές διεργασίες



Κύριοι τύποι συμπλεγμάτων βασικών-υπερβασικών πετρωμάτων

- 1. Οφιολιθικά συμπλέγματα**
- 2. Εστρωμένες διεισδύσεις**
- 3. Κοματίτες**



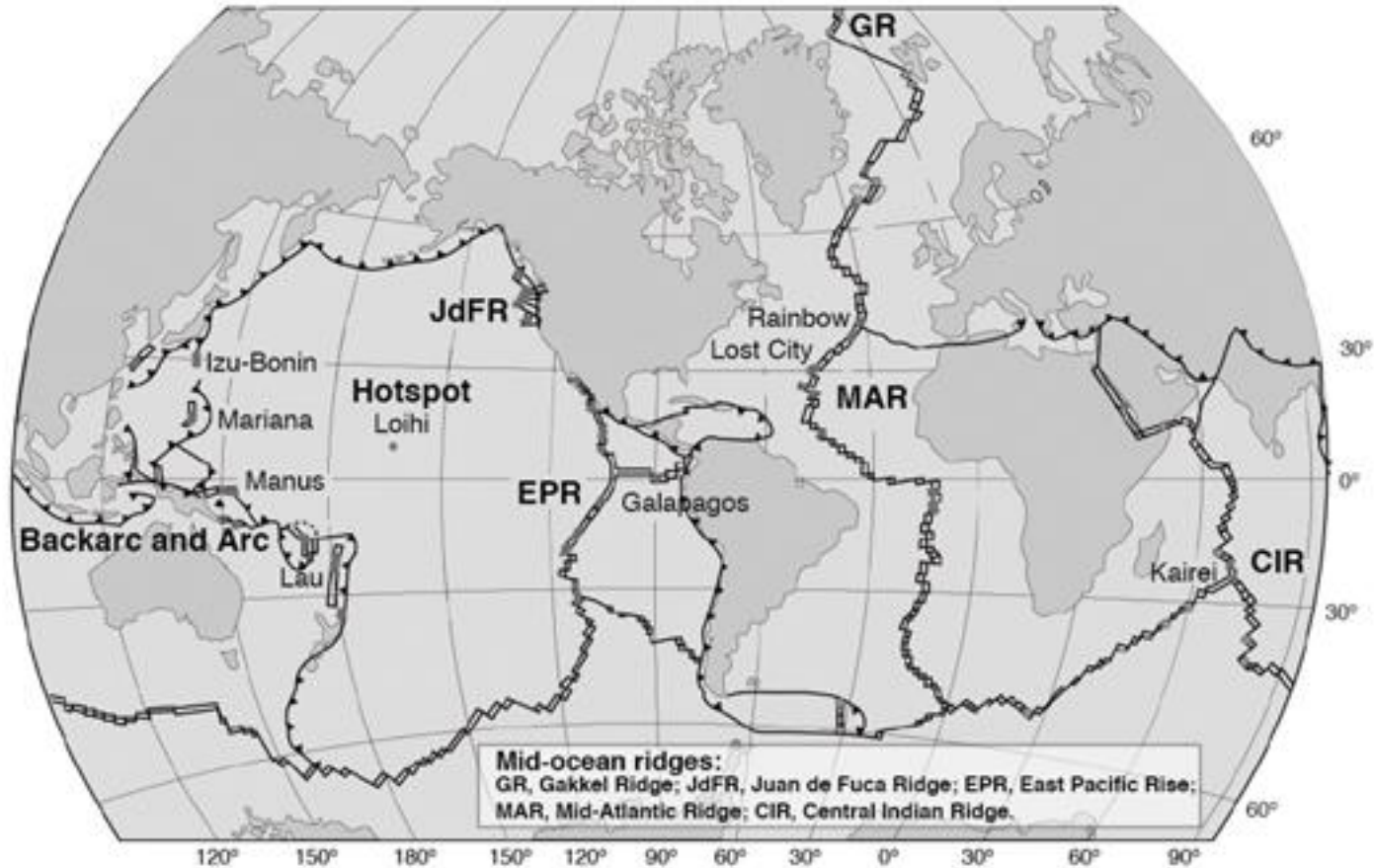
Οφιολιθικά συμπλέγματα

Είναι ένας τύπος πετρωμάτων με ιδιαίτερη σημασία, διότι:

- ❑ αποτελούν τμήματα της λιθόσφαιρας της γης που δεν θα ήταν ορατά με άλλο τρόπο.
- ❑ Η παρουσία τους και τα χαρακτηριστικά τους βοηθούν στην ερμηνεία τεκτονικών γεγονότων.

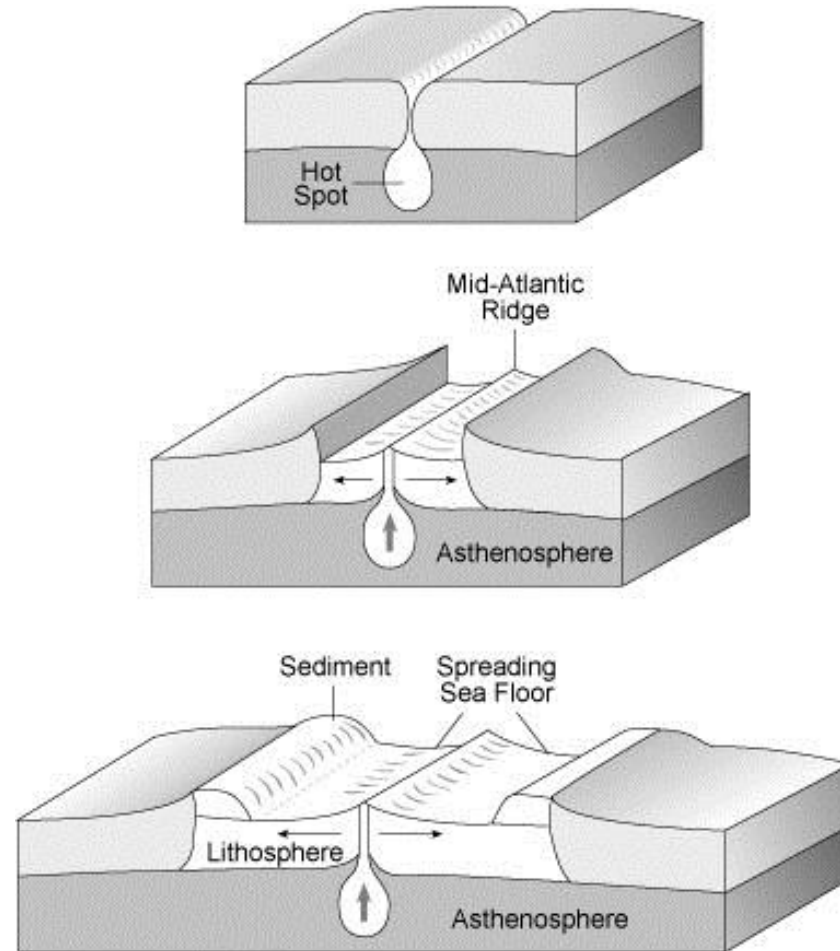


Πώς σχηματίζονται τα Οφιολιθικά συμπλέγματα; Μεσο-ωκεάνιες ζώνες



Εικόνα 10

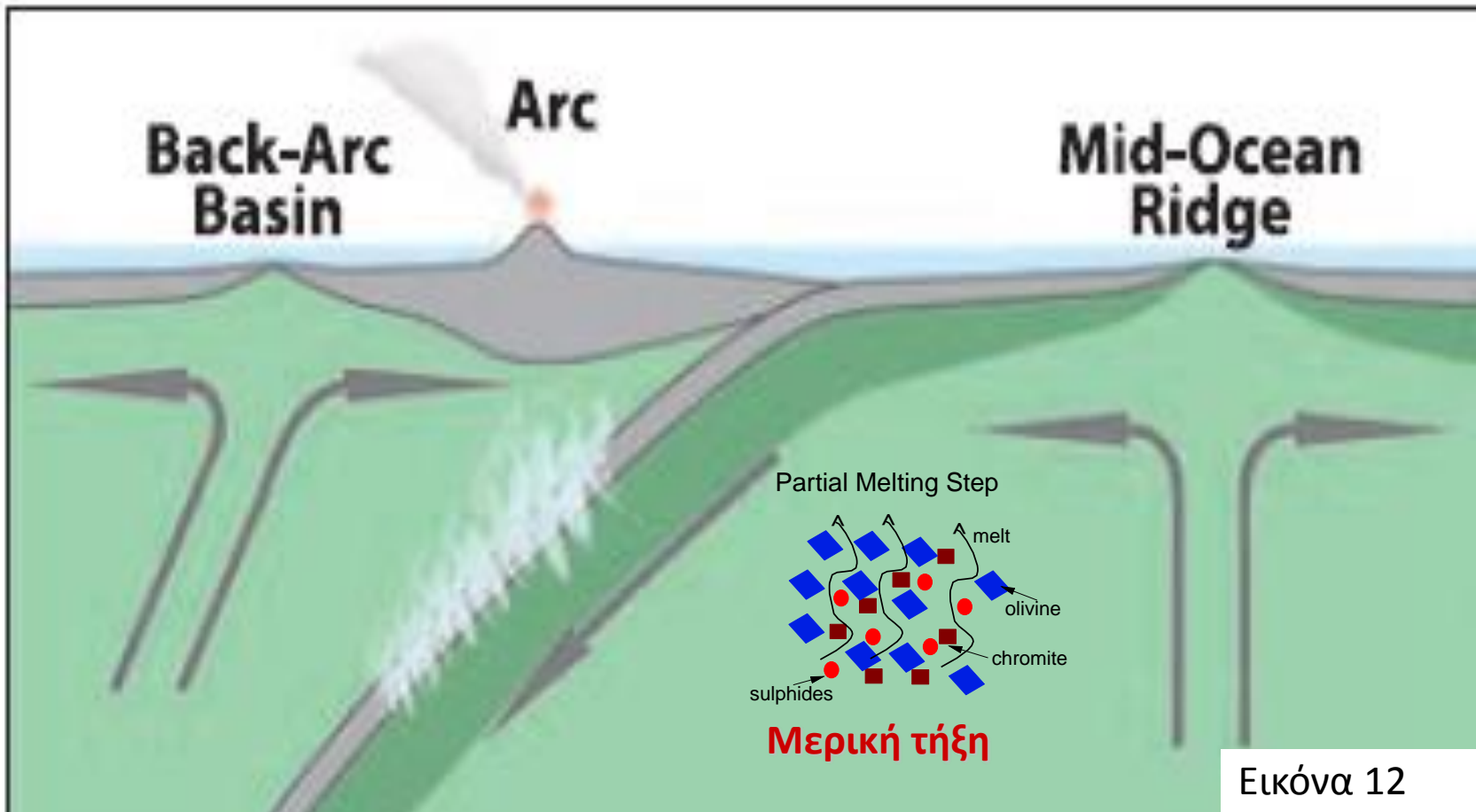
Δημιουργία ωκεάνιου πυθμένα



Εικόνα 11

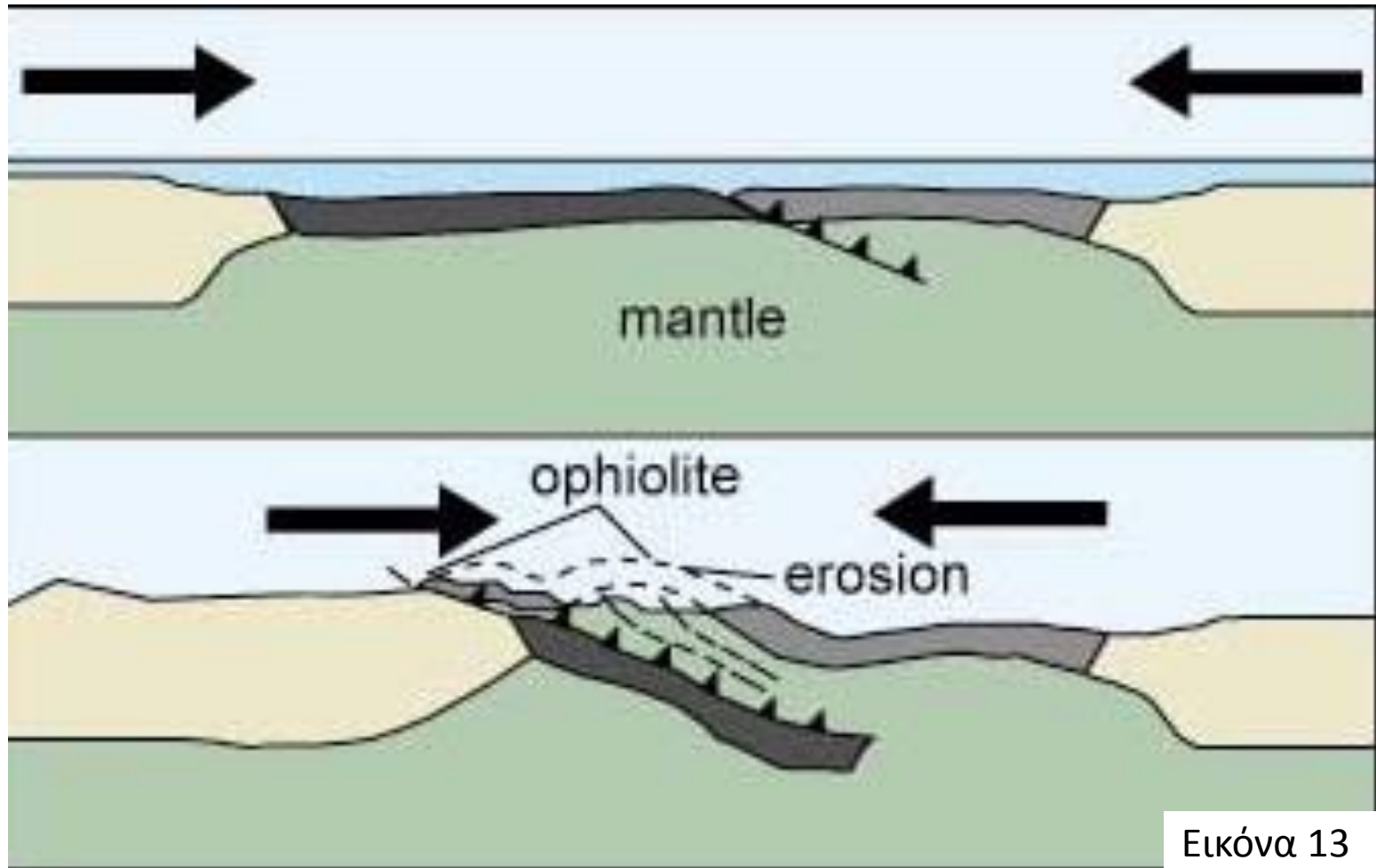


Γεωτεκτονικό περιβάλλον γένεσης Οφιολιθικών συμπλεγμάτων



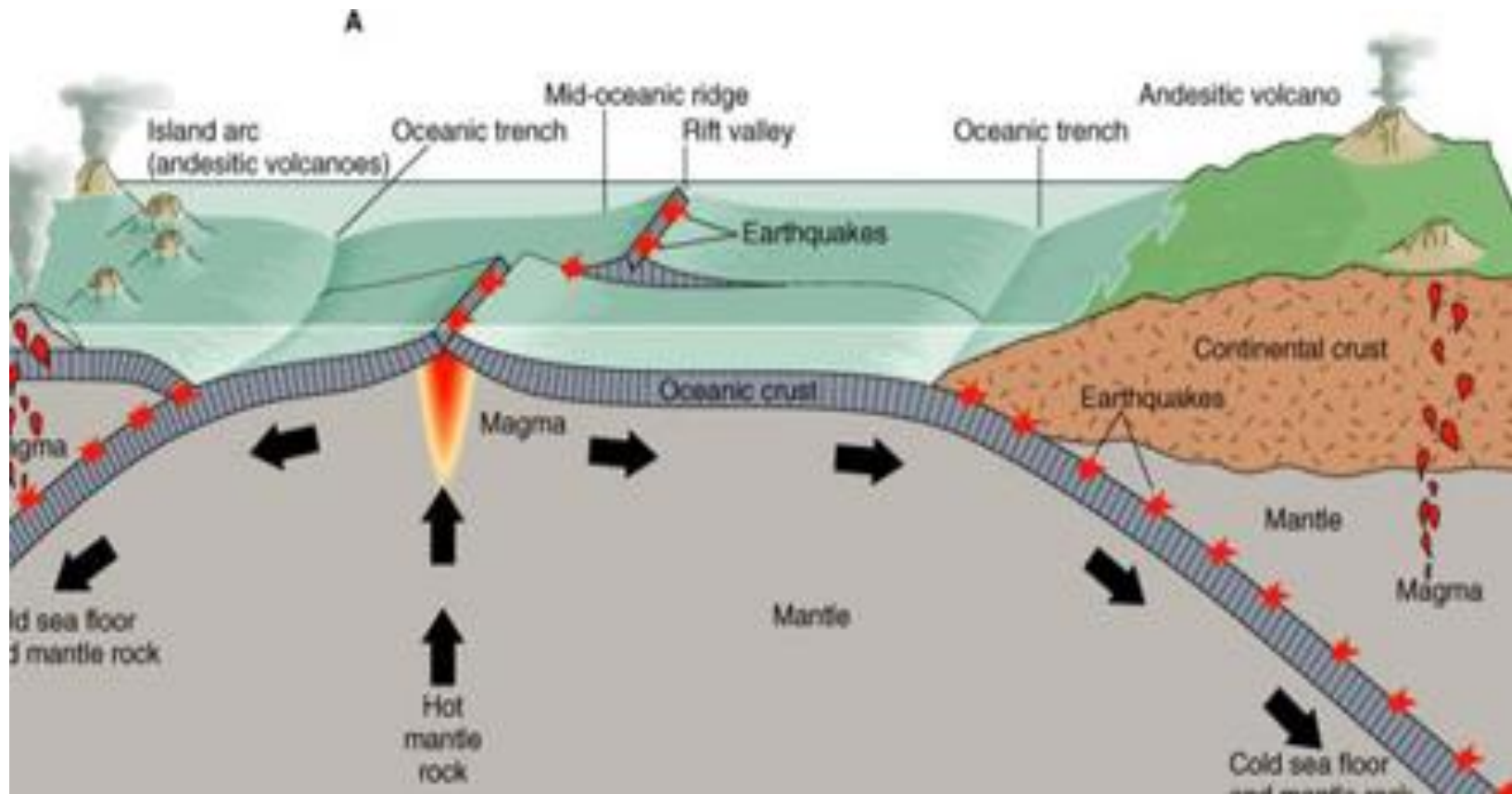
Εικόνα 12

Πώς σχηματίζονται τα Οφιολιθικά συμπλέγματα;



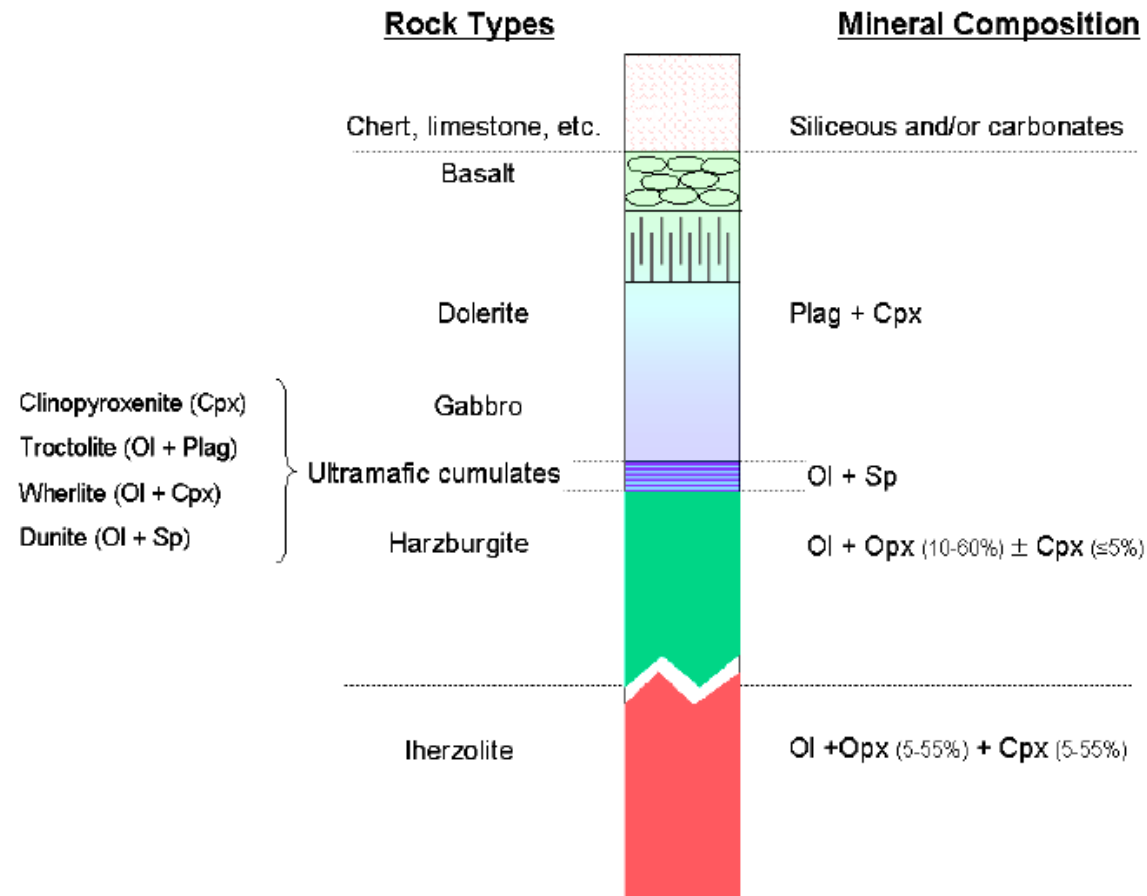
Εικόνα 13

Εξέλιξη γεωτεκτονικού περιβάλλοντος



Εικόνα 14

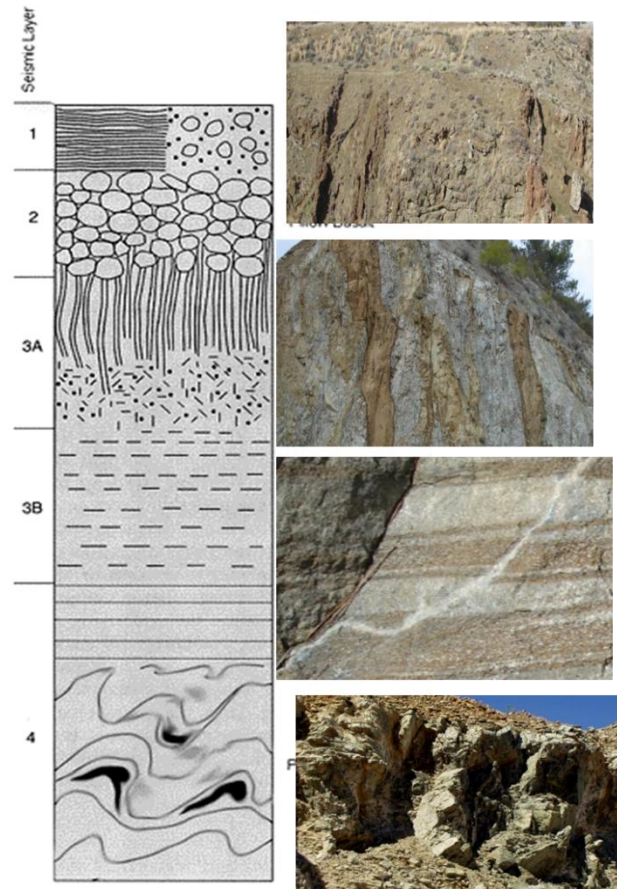
Πετρολογικοί τύποι και ορυκτολογική σύσταση



εικόνα 15

Τυπική στρωματογραφική στήλη οφιολιθικού συμπλέγματος

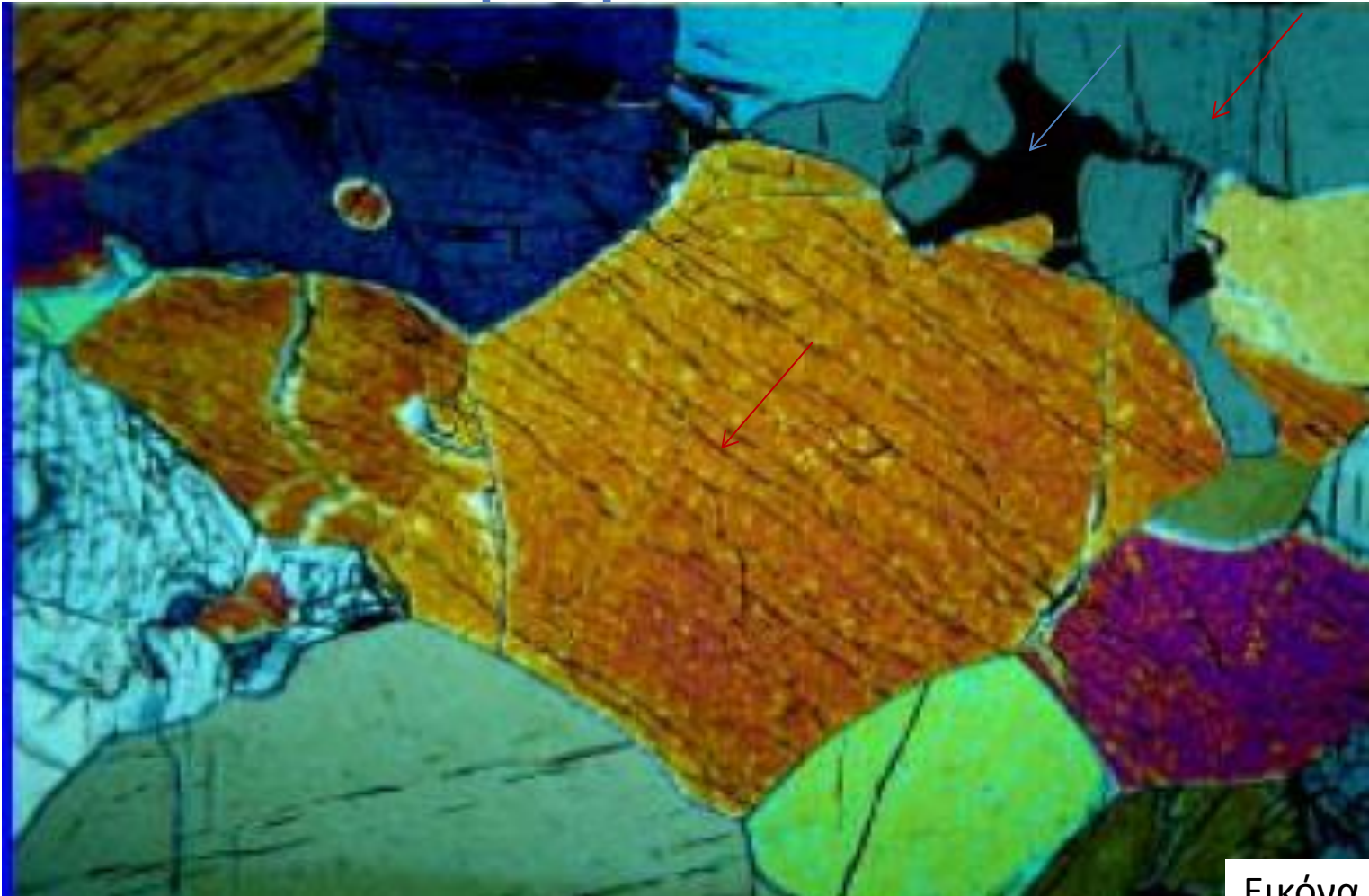
Ophiolite Model of Ocean Crust



Εικόνα 16



Εικόνα από πετρογραφικό μικροσκόπιο



Εικόνα 17



Η σημασία της χημικής σύστασης των ορυκτών του υπολειμματικού περιδοτίτη

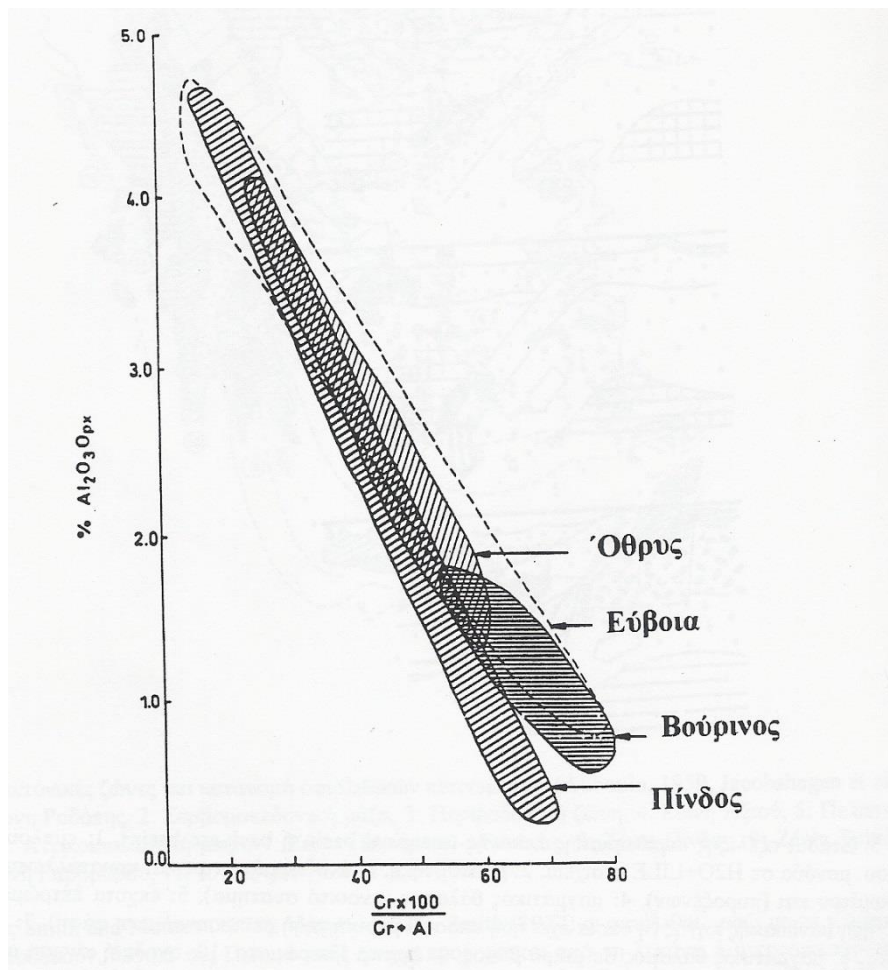
Ο λόγος των ατομικών αναλογιών

$$\text{Cr}/(\text{Cr} + \text{Al}) \text{ ή } (\text{Cr}\#)$$

παρέχει πολύτιμες πληροφορίες –
πετρογενετικός δείκτης.



Εκτίμηση του βαθμού Μερικής τήξης



Εικόνα 18



Τα Κοιτάσματα Χρωμίτη

Συνδέονται κυρίως με :

Οφιολιθικά συμπλέγματα

Εστρωμένες διεισδύσεις



Κοιτάσματα μαγματικών θειούχων

Ταξινομούνται με βάση τον
πετρολογικό τύπο με τον οποίο
συνδέονται και **το τεκτονικό
περιβάλλον** σχηματισμού τους:



Κοιτάσματα μαγματικών θειούχων, συνδέονται με :

- Κοματιϊτικές εκχύσεις και Θολειϊτικές διεισδύσεις σε ενδο-ηπειρωτικές λεκάνες
- Εστρωμένες διεισδύσεις
- Βασαλτικές εκχύσεις σε ηπειρωτικό περιθώριο (π.χ. Noril'sk),
- Διεισδύσεις βασικών πετρωμάτων που συνδέονται με την πτώση μετεωριτών (π.χ. Sudbury).



Εστρωμένες διεισδύσεις σε κρατονικές μάζες

Αρχαϊκής ηλικίας (<2.500 Μα)

Εστρωμένες Διεισδύσεις

- Bushveld Complex
- Stillwater Complex
- Great Dyke



**Τα Κοιτάσματα
Μαγματικών Θειούχων
Συνδέονται με Κοματίτες**

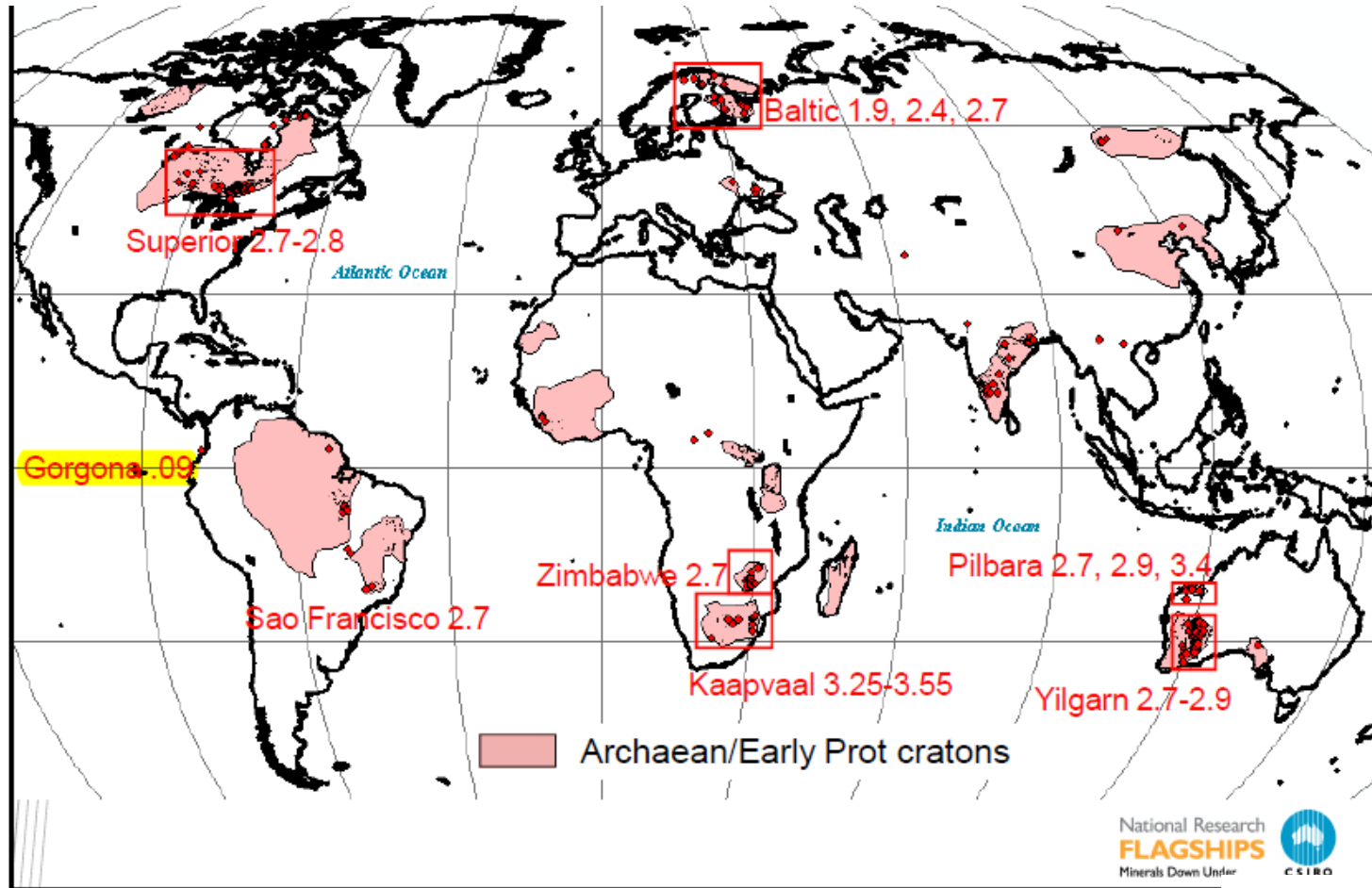
Χαρακτηριστικά των κοματιτών:

- Δουνίτης (>40 %κ.β. MgO),
- Περιδοτιτικός κοματιίτης (20-40% MgO),
- Βασαλτικός κοματιίτης (12-20% MgO) έως βασάλτη (<10% MgO).

Χαρακτηριστική είναι η σκελετική ανάπτυξη κρυστάλλων ολιβίνη και κλινοπυρόξενου:
spinifex

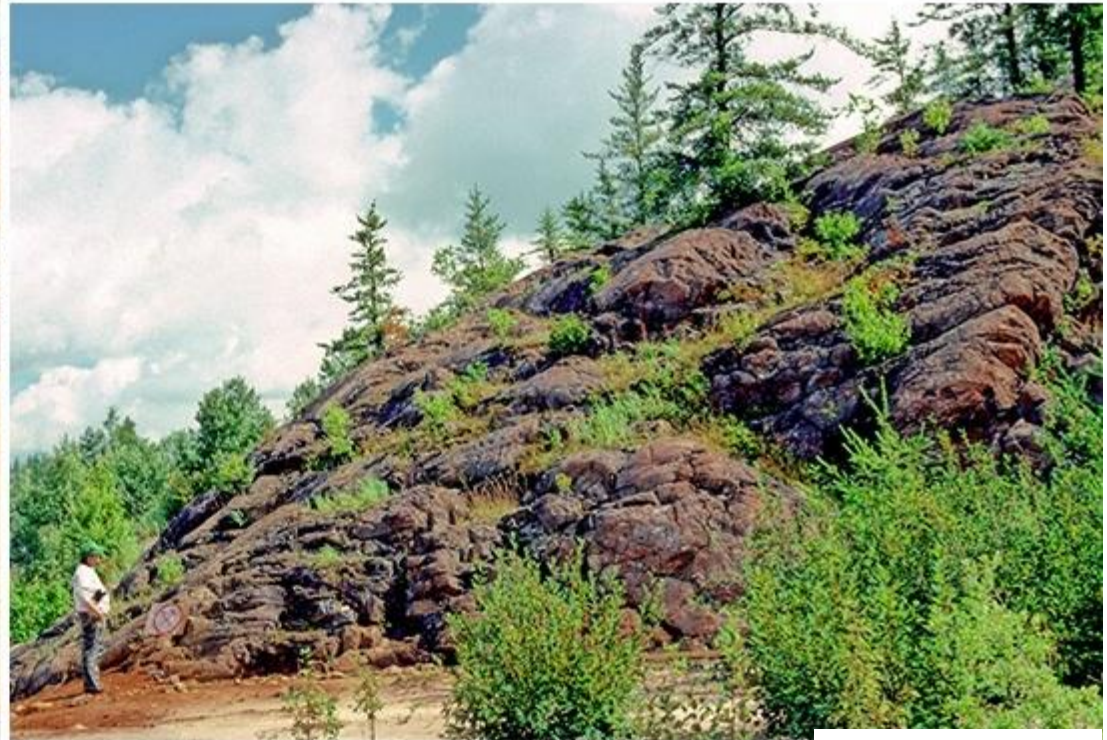


Κοματίτες Αρχαϊκής/Προτεροζωικής ηλικίας εκτός από την περίπτωση της Gorgona



Εικόνα 19

Spinifex υφή κοματιτών εκχύσεων (1/3)



Εικόνα 21

Εικόνα 20



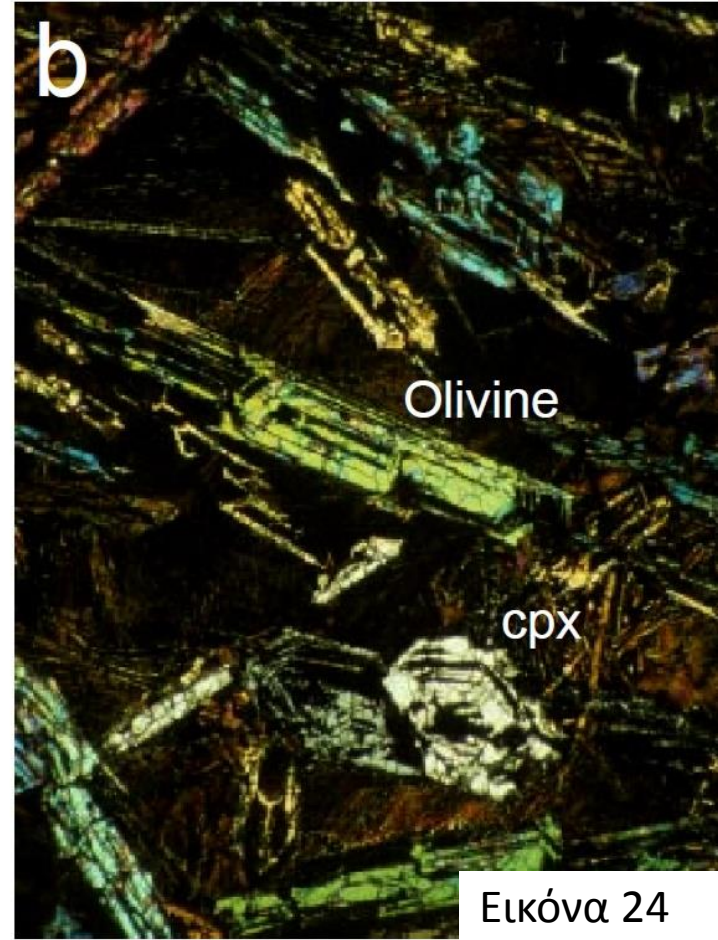
Spinifex υφή κοματιτών εκχύσεων (2/3)



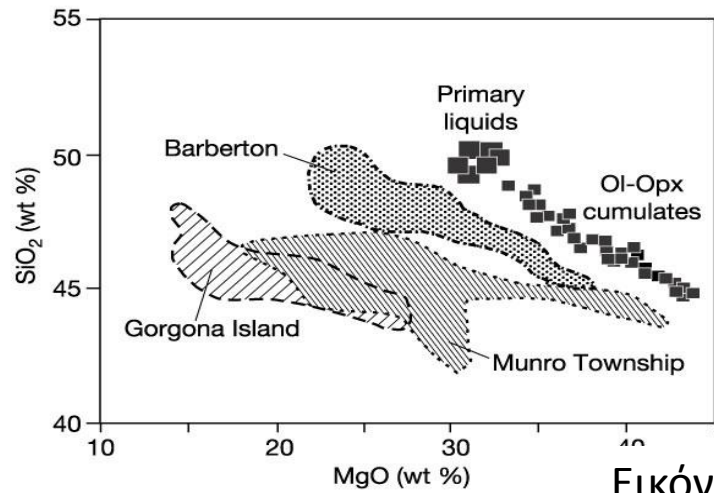
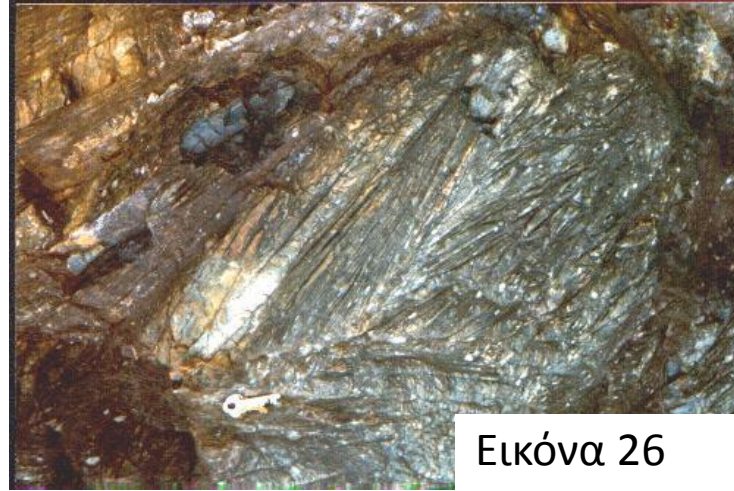
Εικόνα 22



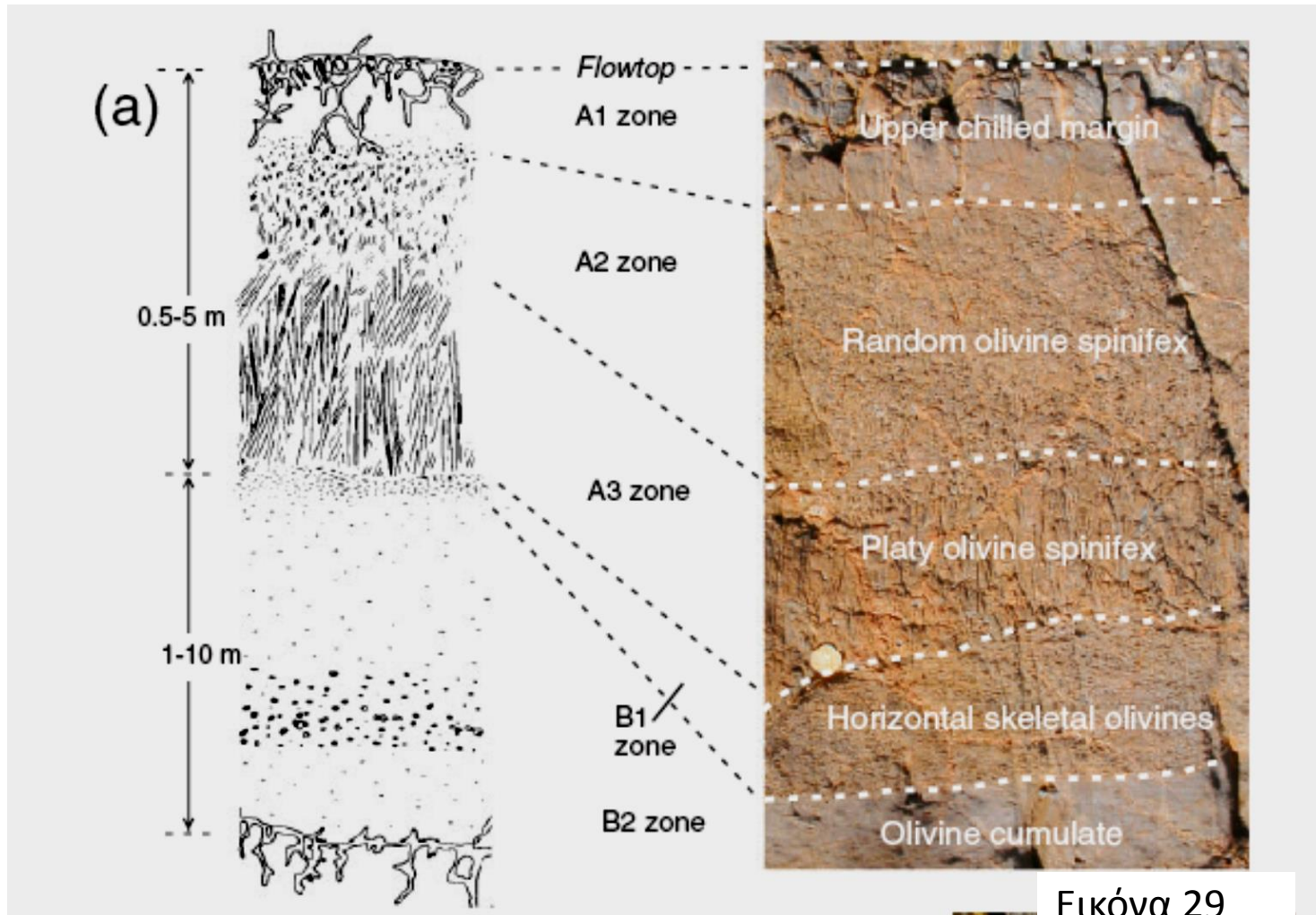
Spinifex υφή κοματιτών εκχύσεων (3/3)



Spinifex υφή και γεωχημικά χαρακτηριστικά κοματιτιτών εκχύσεων

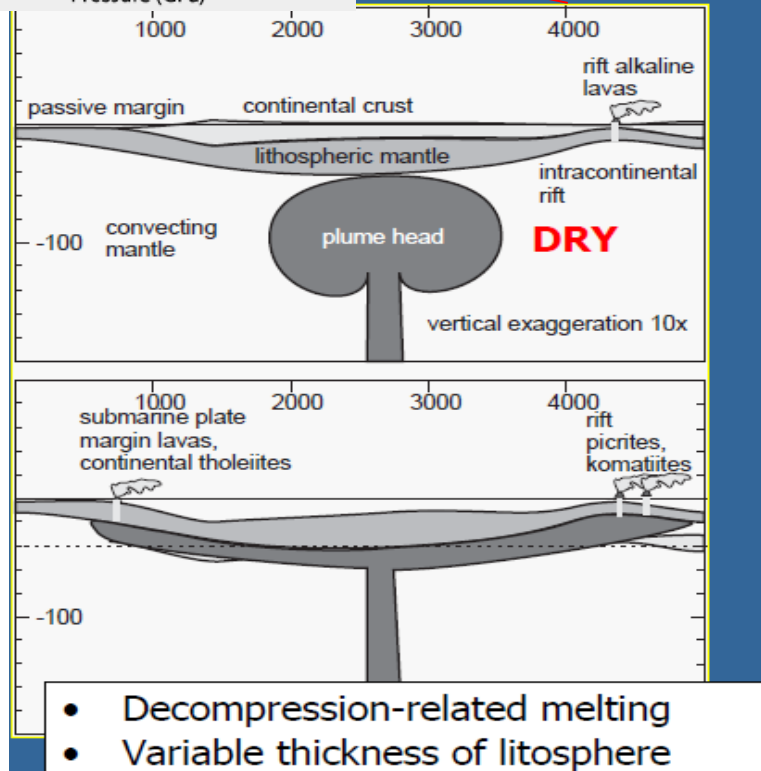
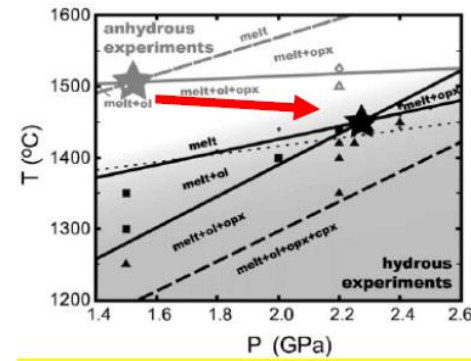
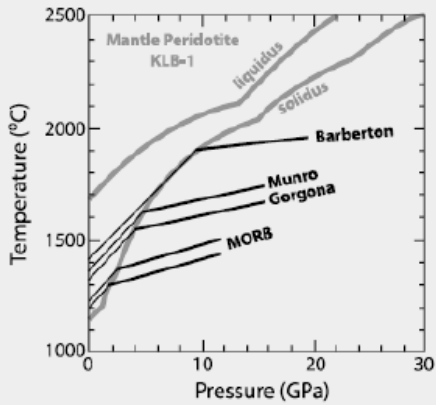


Spinifex υφή σε σχέση με την στρωματογραφική εξέλιξη των κοματιτιών



Εικόνα 29

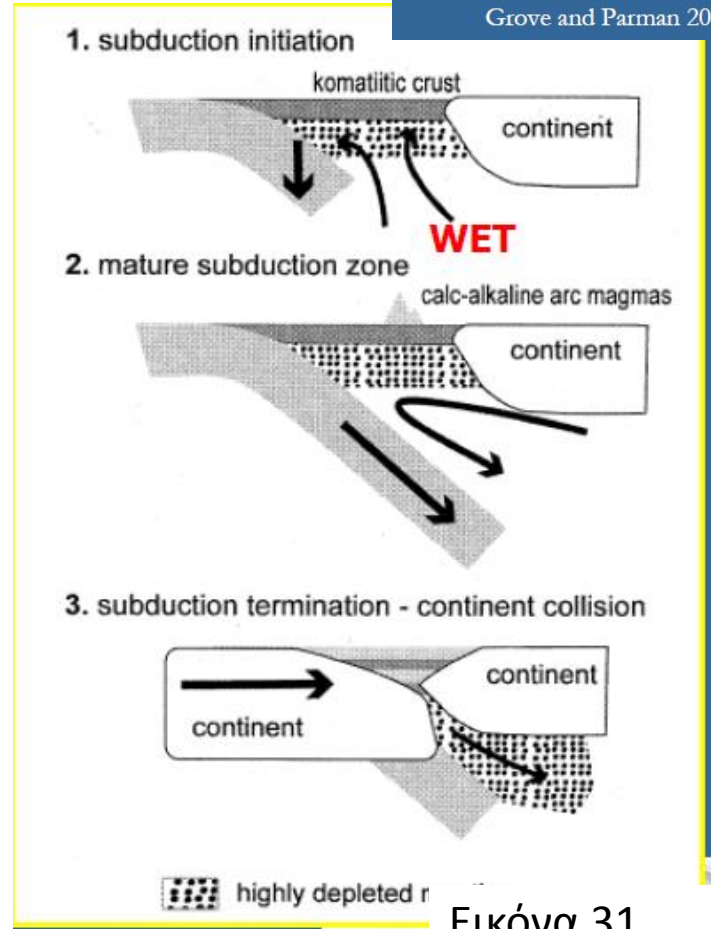
Μαγματογένεση σε άνυδρο και ένυδρο Γεωτεκτονικό περιβάλλον



- Decompression-related melting
- Variable thickness of lithosphere

Centre for **EXPLORATION** TA

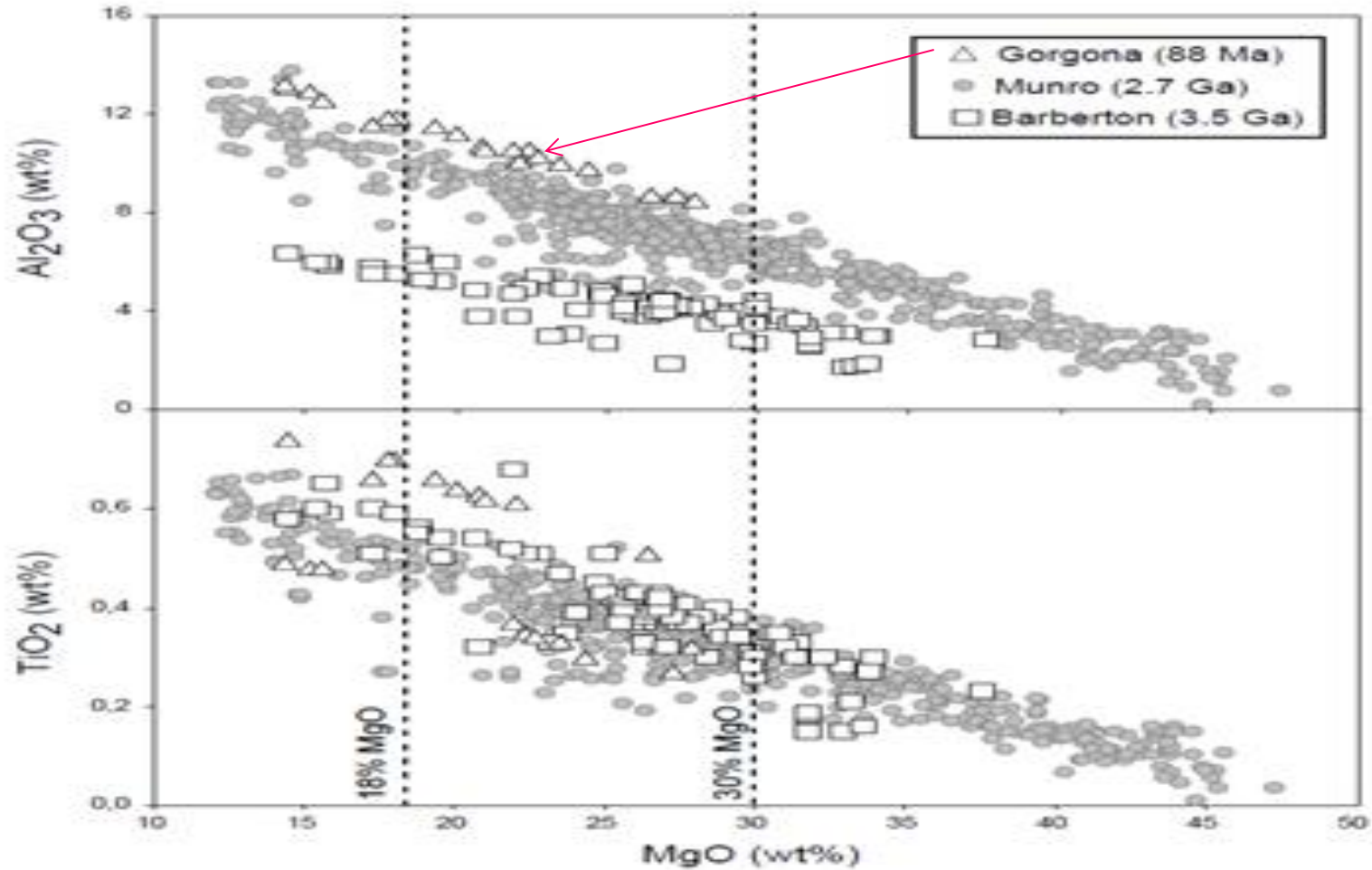
Εικόνα 30



Grove and Parman 2003

Εικόνα 31

Σύγκριση της χημικής σύστασης κοματιτιτών

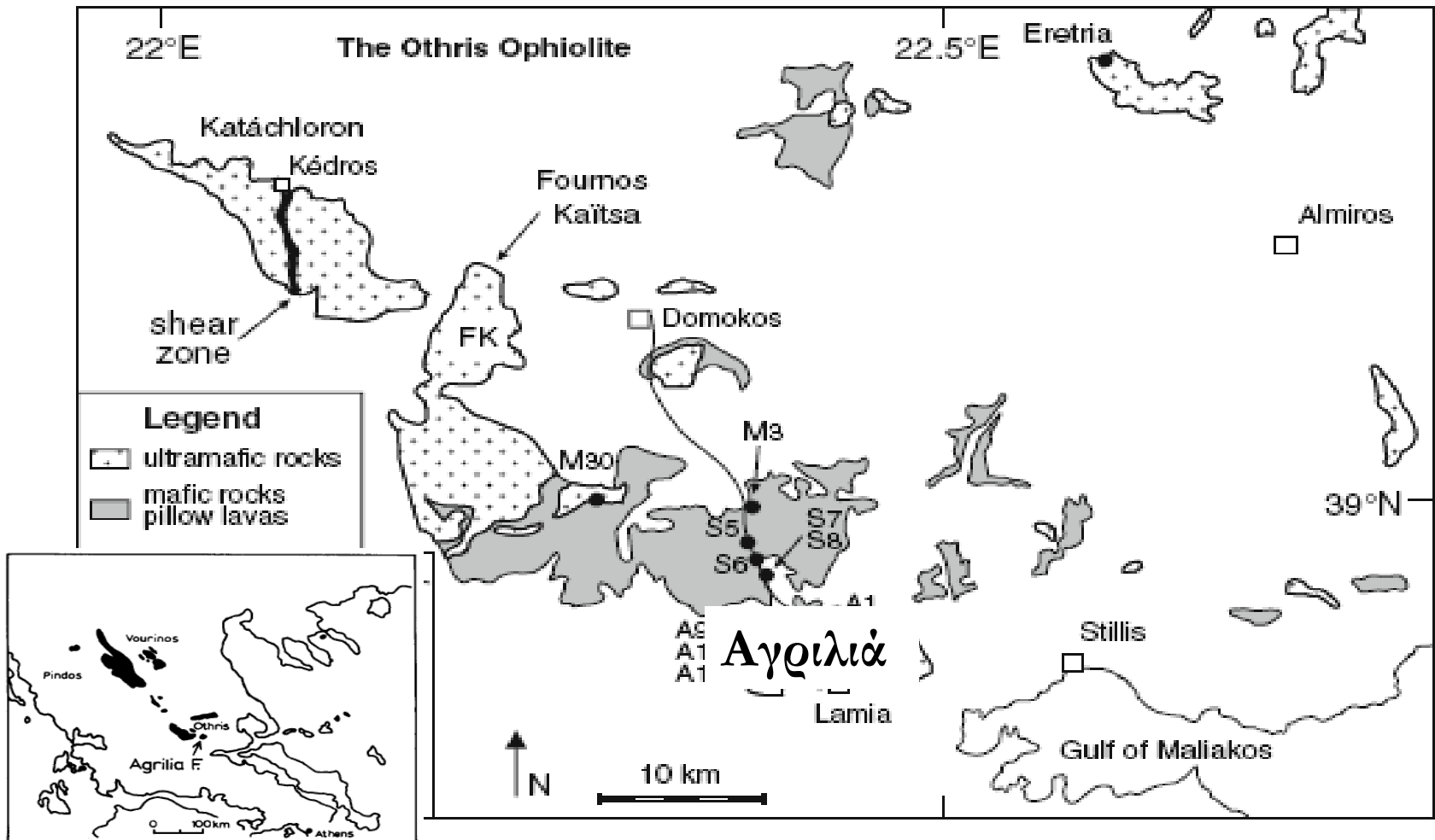


Εικόνα 32

**Υπερβασικές κοματιτικές λάβες
Τριαδικής ηλικίας στο οφιολιθικό
σύμπλεγμα της Όθρυος**

Αγριλιά (Λαμία)

Γεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής Αγριλιάς



Εικόνα 33

Chemical composition of Argilia komatiitic lavas, sample 34

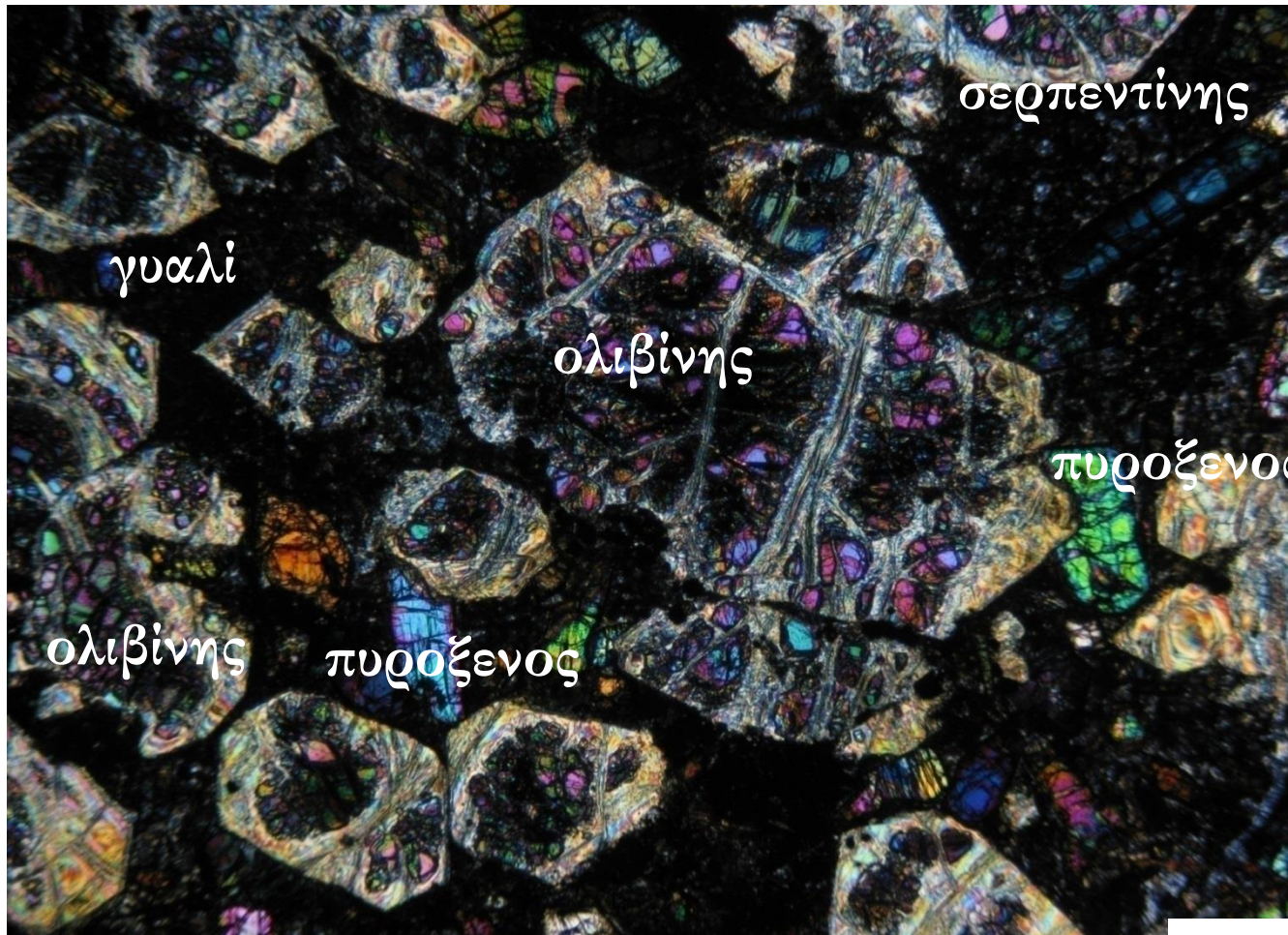
	1	2	2a	3
SiO ₂	47,40	49,98	56,32	35,90
TiO ₂	0,38	0,14	0,16	0,20
Al ₂ O ₃	6,16	6,38	7,69	11,62
FeO	9,31	7,12	8,02	15,06
MgO	31,12	19,45	21,92	20,76
MnO	0,14	0,30	0,33	0,08
CaO	4,55	4,94	5,56	0,79
Na ₂ O	0,21	0,00	0,00	0,07
K ₂ O	0,10	0,00	0,00	0,08
P ₂ O ₅	0,07	-	-	-
Total	99,44	88,31	100,00	84,56

MgO μάγμα
~17 wt%

$$KD = \left[\frac{MgO}{FeO} \right]_{liquid} \left[\frac{FeO}{MgO} \right]_{olivine} \quad \text{Πίνακας 1}$$



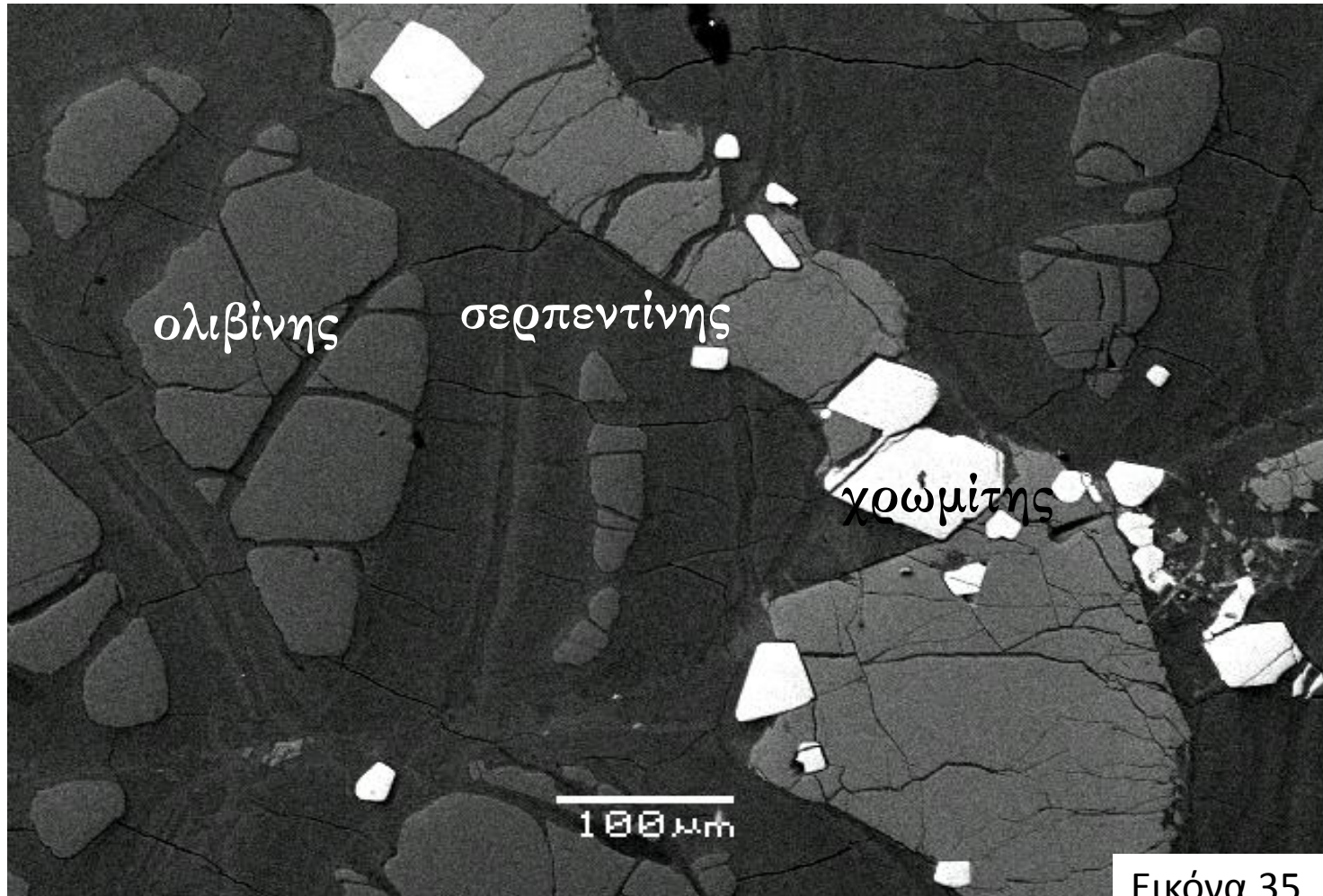
Μικροσκοπική εικόνα υπερβασικής λάβας από την Αγριλιά



Εικόνα 34



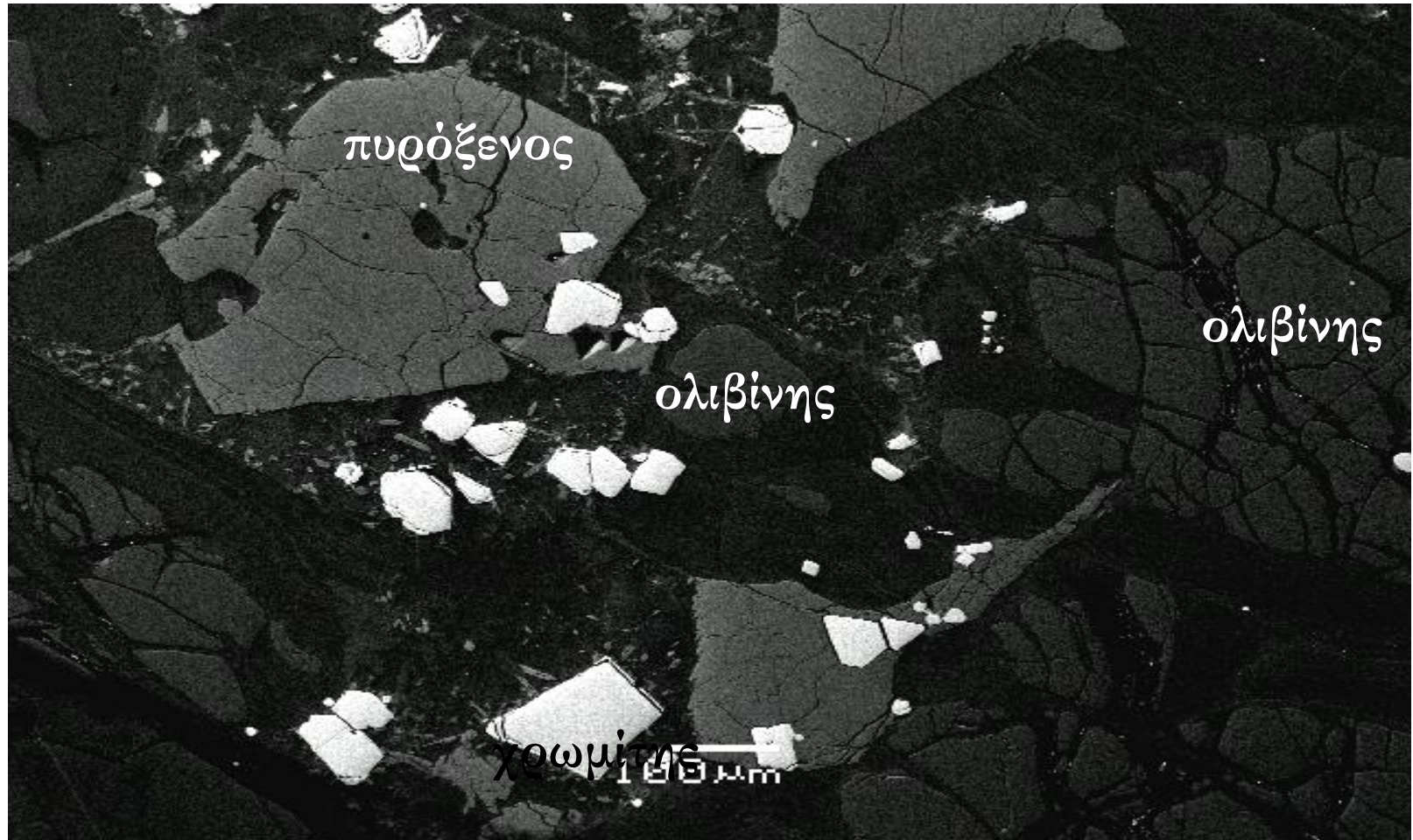
Εικόνα υπερβασικής λάβας από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (1/2)



Εικόνα 35



Εικόνα υπερβασικής λάβας από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (2/2)



Εικόνα 36



Γεωτεκτονικό περιβάλλον σχηματισμού των υπερβασικών λαβών

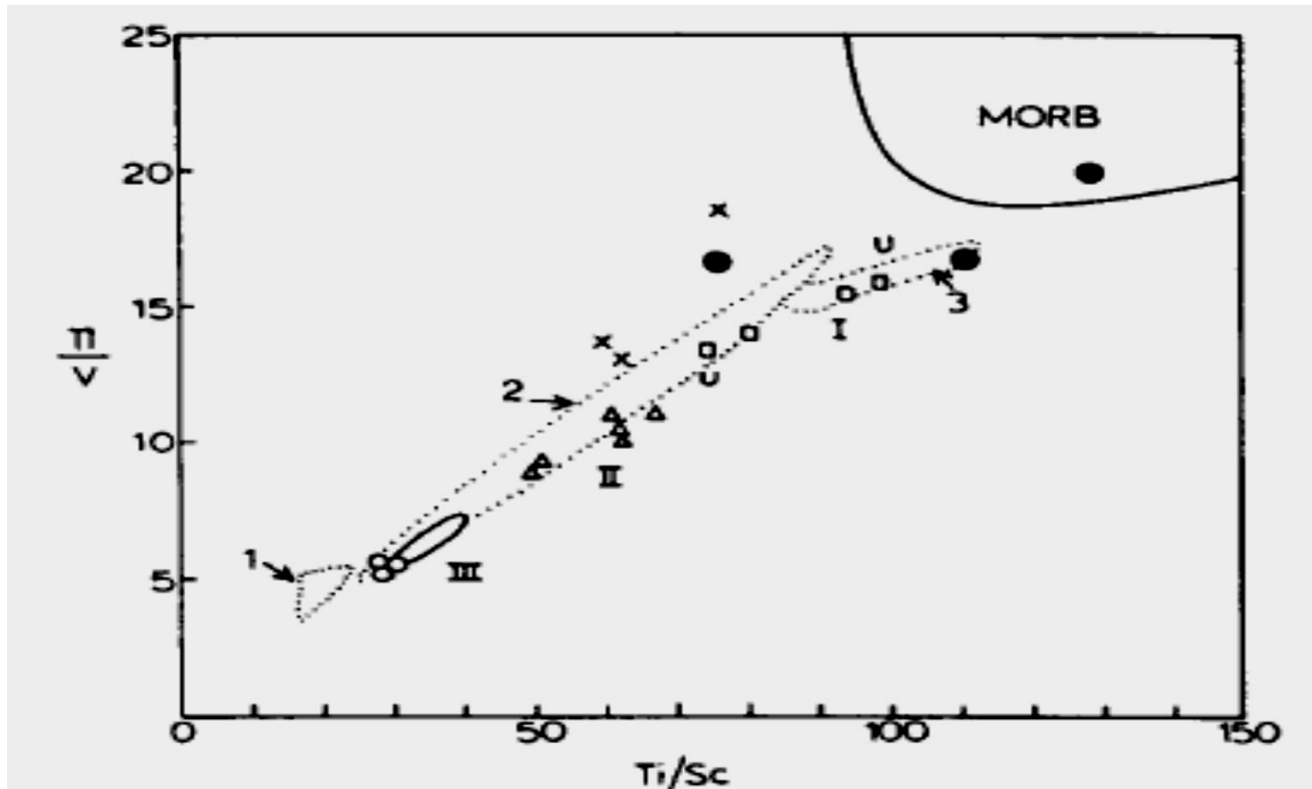
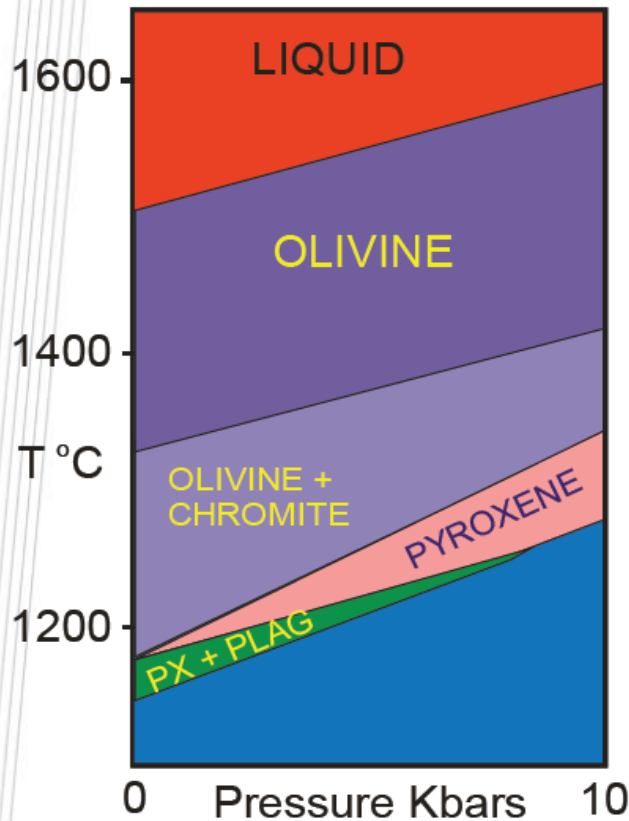


Fig. 5. Variation of Ti/V and Ti/Sc in komatiitic lavas from Agrilia Formation (solid circles). Data for mid-ocean ridge basalts (MORB), Bonin Island (1), Cape Vogel (2), Munro Township (3), New Caledonia (x) and Troodos lavas (three groups, I-III), from Cameron (1985).

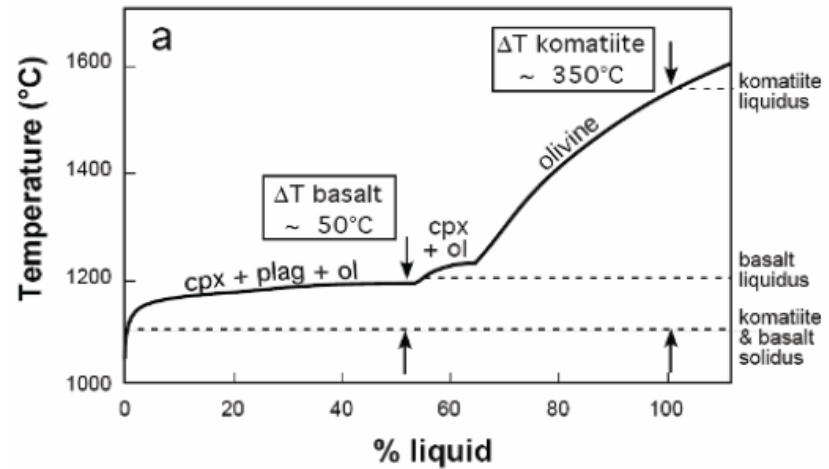
Εικόνα 37

Κρυστάλλωση ορυκτών συστατικών των κοματιτών

Phase relations – melting range



Al-undepleted komatiite
 MgO 25.1 %
 SiO₂ 45.4 %
 (Arndt 1979)



Short Course Xi'an China June 2009

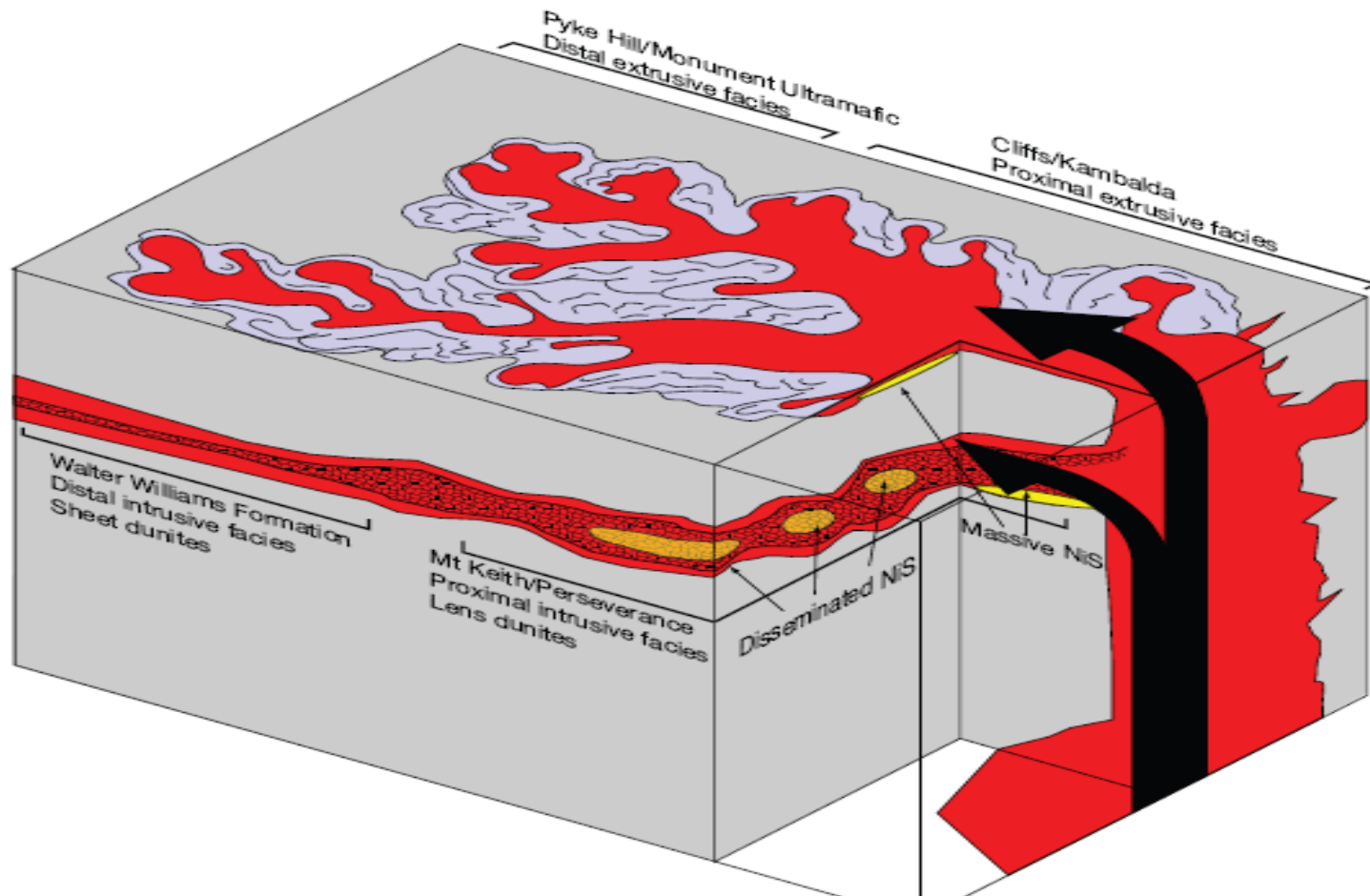
Εικόνα 38

Σχηματισμός κοιτασμάτων Ni–Cu±PGE ερωτήματα:

- Αιτία διαχωρισμού του θειούχου από το πυριτικό?
- Πώς συγκεντρώνονται τα θειούχα και σχηματίζουν μετάλλευμα ?
- Διεργασίες εμπλουτισμού των μετάλλων ?

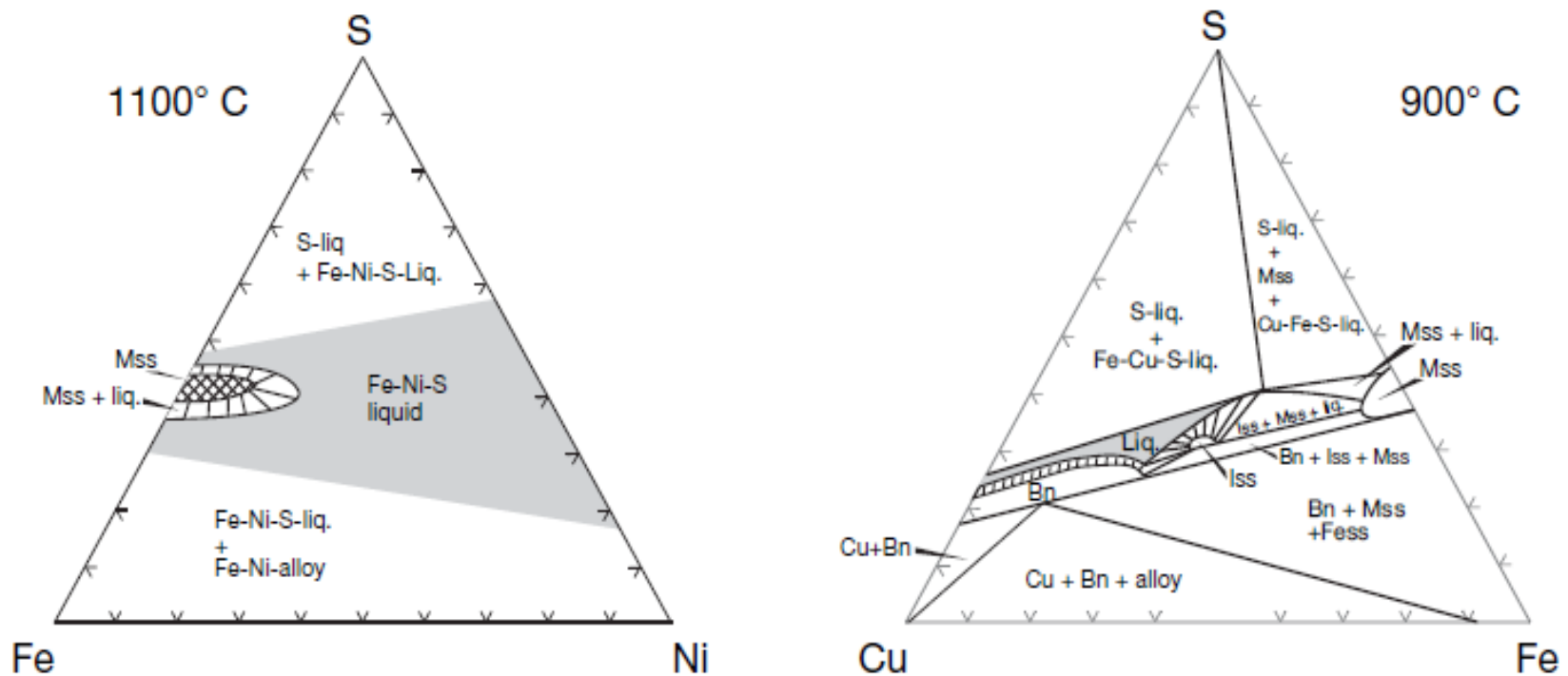


Αποχωρισμός θειούχου τήγματος σε κοματιτικές εκχύσεις



Εικόνα 39

Παραγενέσεις ορυκτών- απόμειξη ορυκτών, ανάλογα με την θερμοκρασία



Εικόνα 40



Βασική μαγματική διεργασία:

Αποχωρισμός αποδειχθέντος θειούχου τήγματος από πυριτικό μάγμα

- Θειούχο τήγμα και πυριτικό μάγμα ΔΕΝ αναμειγνύονται σ' ένα ευρύ φάσμα συνθηκών.
- Κορεσμός σε θείο, αναγωγικές συνθήκες.
- Μεγάλος συντελεστής κατανομής των Ni, Cu & PGEs στο θειούχο τήγμα.

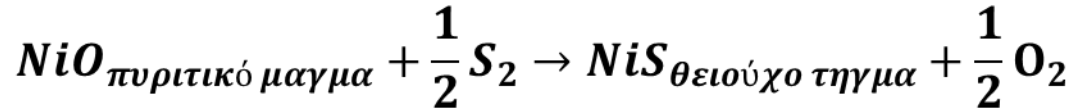


Εμπλουτισμός των συστατικών του μεταλλεύματος (Ni, Cu, PGE)

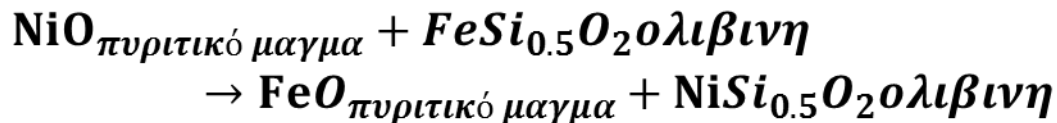
Τα μέταλλα Fe, Ni, Cu και Co

Θεωρούνται ότι συνδέονται με το S σε θειούχο τήγμα

Με βάση την αντίδραση (π.χ. για το Ni):



και την προτίμηση του Ni επίσης στον ολιβίνη:



το Ni κατανέμεται μεταξύ θειούχων ορυκτών και ολιβίνη τα οποία συνυπάρχουν, και ο συντελεστής κατανομής του Ni είναι ~ 44 για τα μαγματικά θειούχα.



Συντελεστές κατανομής μεταξύ θειούχου τήγματος και πυριτικού κοματιτικού μάγματος

D Factors	Ni	Cu	Co	Pt	Pd
27% MgO	100	250	40	10^3-10^4	10^3-10^4
19% MgO	175	250	58	10^3-10^4	10^3-10^4

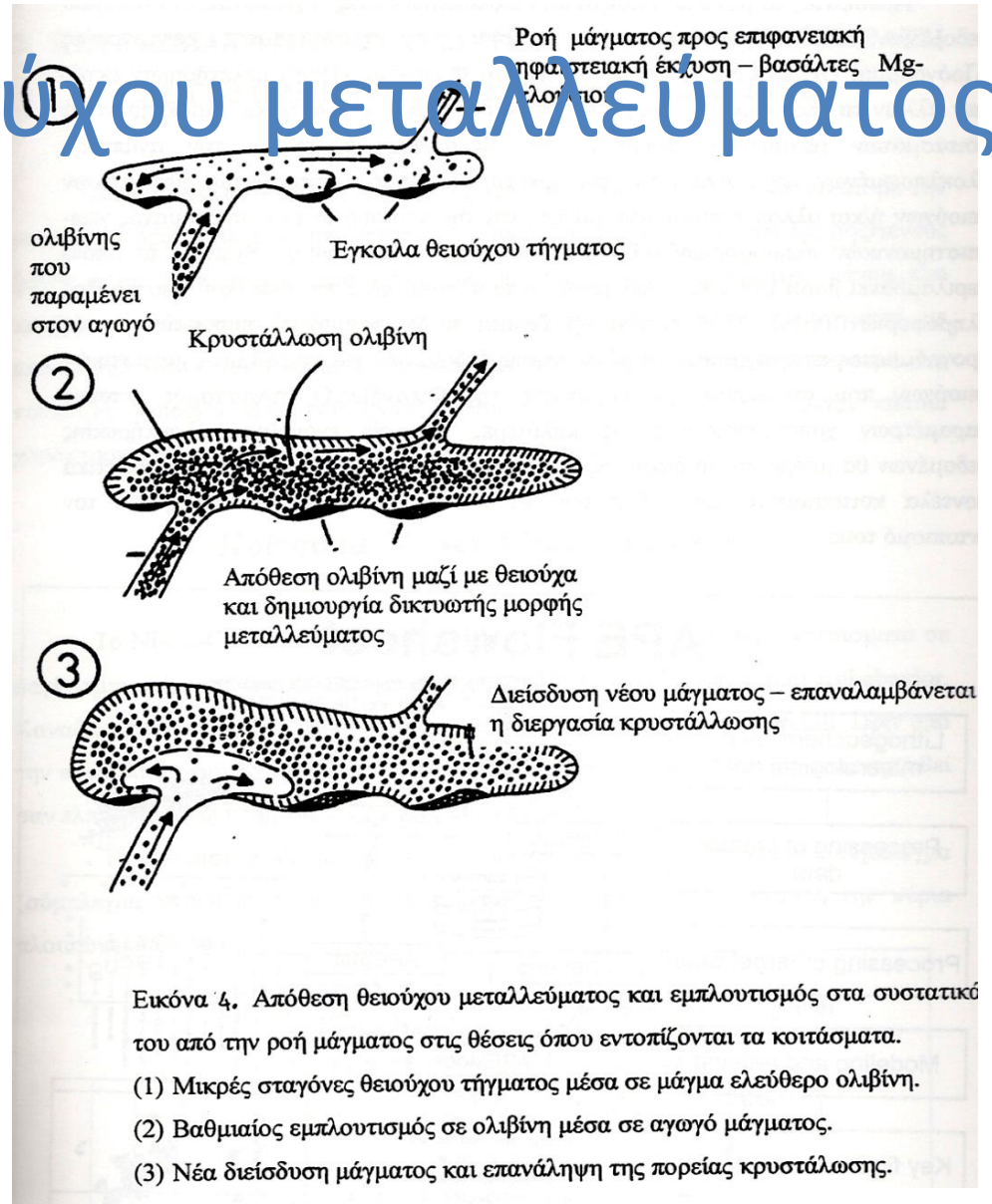
Πίνακας 2



απίθεση θειούχου μεταλλεύματος

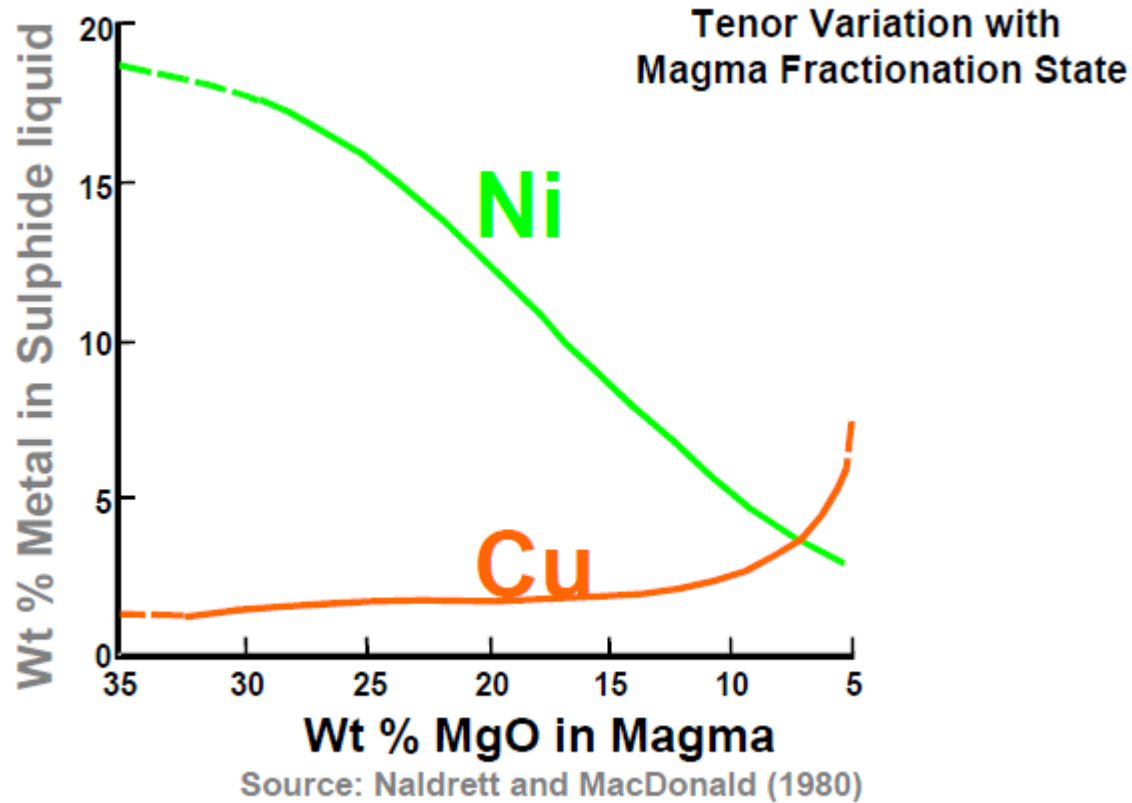
Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του πυριτικού μάγματος με το οποίο βρίσκεται σε ισορροπία το θειούχο τήγμα

τόσο μεγαλύτερη είναι η μέση περιεκτικότητα σε μεταλλικά συστατικά.



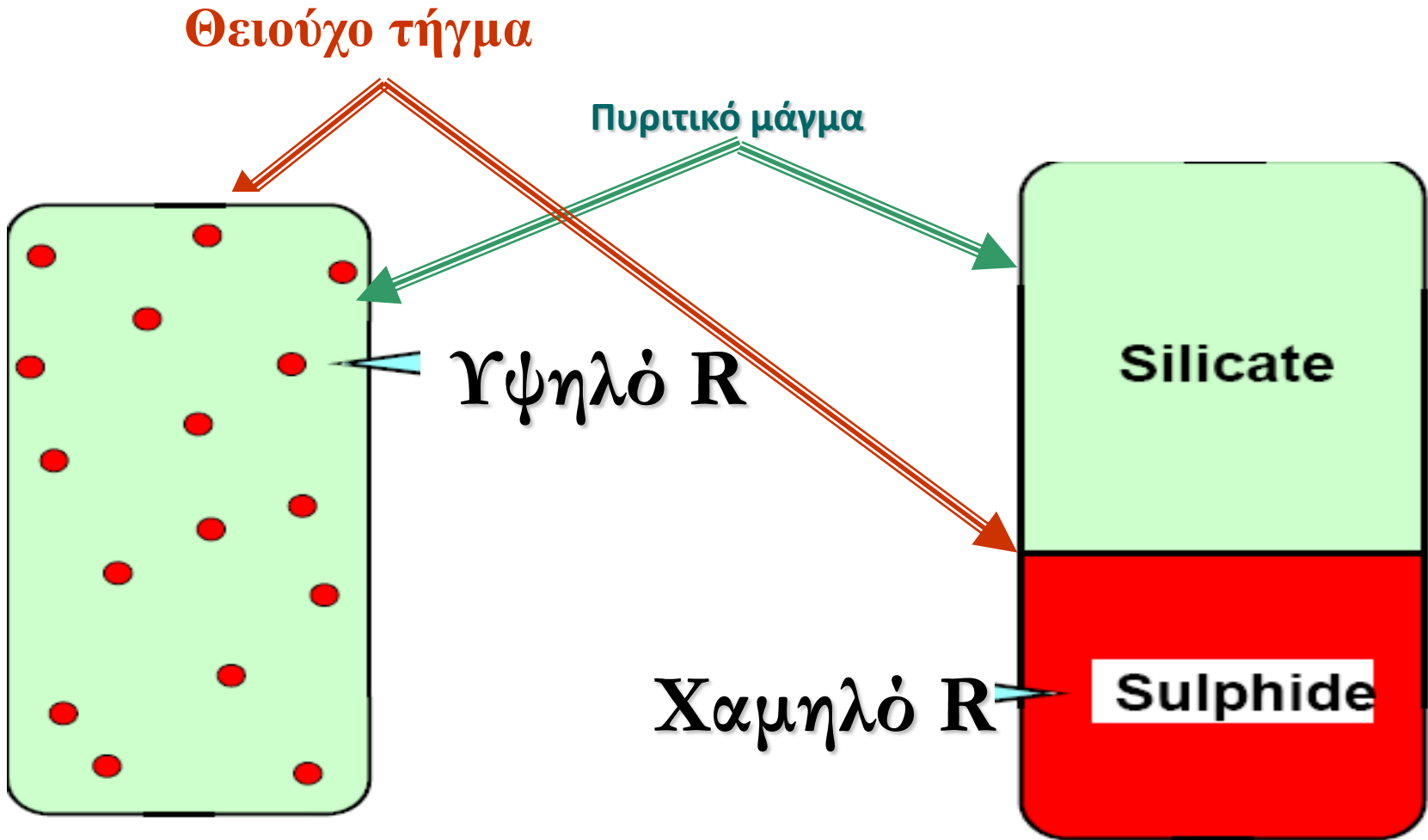
Εικόνα 41

Διαφοροποίηση θειούχου τήγματος



Εικόνα 42

Συντελεστής R



Εικόνα 43

Σχηματισμός κοιτασμάτων

- **Ο όγκος του μάγματος**
- Γεωτεκτονικό περιβάλλον
- Η πρωτογενής σύσταση του μάγματος.
- Γειτνίαση με μεγάλα ρήγματα που διευκολύνουν την άνοδο του μάγματος,
- Κατανόηση της εξέλιξης του όλου συστήματος



PGE

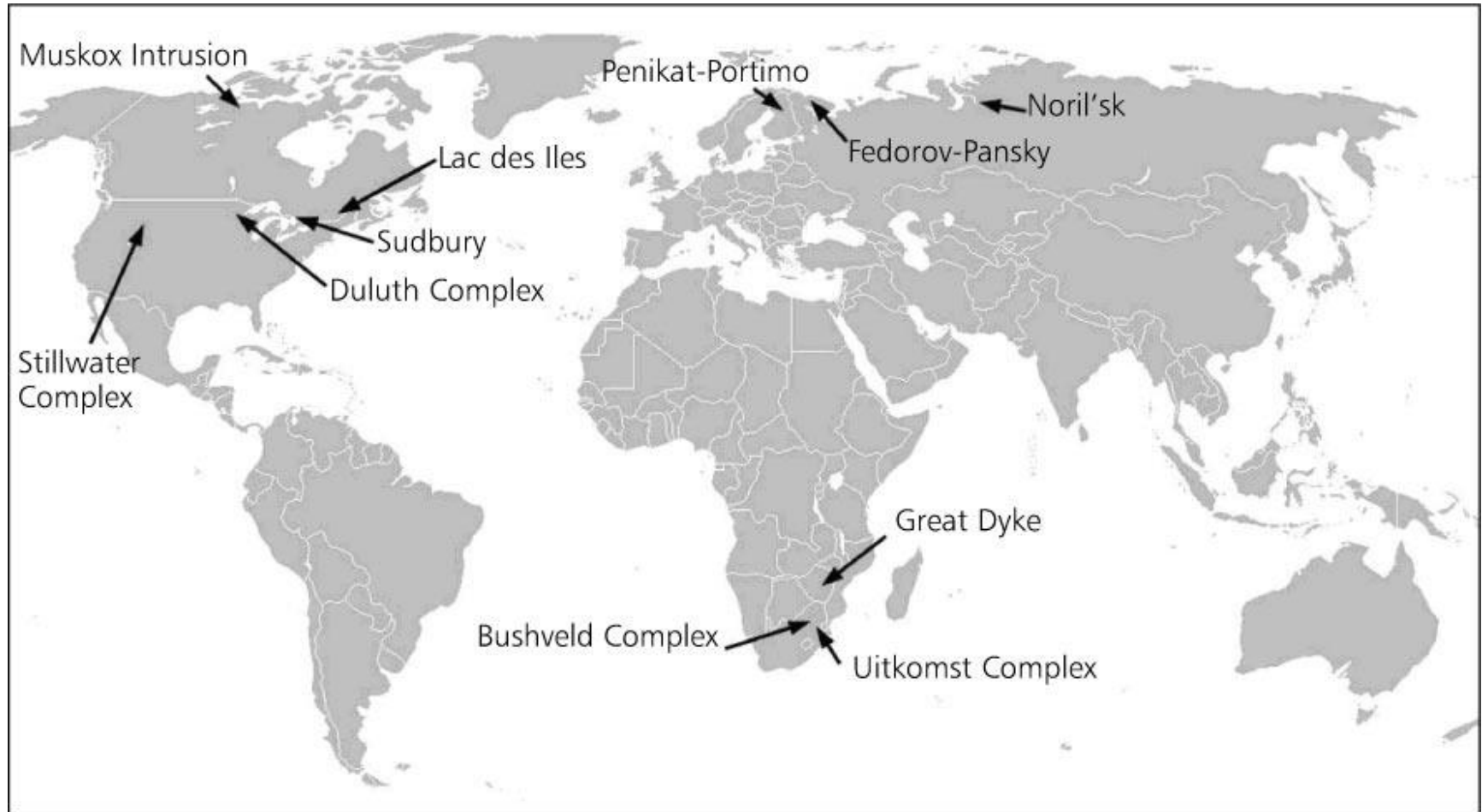
Platinum Group Elements

Os, Ir, Ru, Rh, Pt & Pd

- Τα πλέον πολύτιμα μέταλλα στην φύση
- Θεωρούνται στρατηγικής σημασίας
- Εισάγονται στις περισσότερες χώρες



Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα παραγωγής PGE σε παγκόσμια κλίμακα



Εικόνα 44

Κοιτάσματα Μαγματικών Θειούχων- PGE

Η κύρια διαδικασία της μεταλλογένεσης
θειούχων – PGE περιλαμβάνει:

**τον διαχωρισμό και συγκέντρωση
ενός θειούχου τήγματος από ένα
πυριτικό μάγμα.**



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.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Μαρία Οικονόμου, Καθηγήτρια. «Μοντέλα γένεσης κοιτασμάτων. Γένεση κοιτασμάτων με μαγματικές διεργασίες». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://opencourses.uoa.gr/courses/GEOL15>.



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 (1/8)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1: Τρισδιάστατη προβολή (3D) κοιτάσματος. Copyright 2012 Geosoft Inc. Σύνδεσμος: <http://www.earthexplorer.com>.

Εικόνα 9: Διάγραμμα Eh-pH για τη σταθερότητα του χρωμίου. Copyright Applied Speciation and Consulting 2009. Σύνδεσμος: <http://www.appliedspeciation.com>

Εικόνα 10: Παγκόσμιος γεωτεκτονικός χάρτης. Copyright Viva Origino. Σύνδεσμος: <http://www.origin-life.gr.jp>

Εικόνα 11 : Δημιουργία ωκεάνιου πυθμένα. Copyright Tufts University. Σύνδεσμος: <http://www.tufts.edu>

Εικόνα 12 : Γεωτεκτονικό περιβάλλον γένεσης Οφιολιθικών συμπλεγμάτων. Copyright Hartai Eva 2011. Σύνδεσμος: <http://www.tankonyvtar.hu>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/8)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 13: Σχηματισμός οφιολιθικών συμπλεγμάτων. Copyright 2015 Oregon State University. Σύνδεσμος: <http://volcano.oregonstate.edu/ophiolites>.

Εικόνα 14: Εξέλιξη γεωτεκτονικού περιβάλλοντος. Copyright U.S. Geological Survey. Σύνδεσμος: <http://pubs.er.usgs.gov>

Εικόνα 15: Πετρολογικοί τύποι και ορυκτολογική σύσταση. Copyright C. Johnson 2012. Πηγή: Podiform chromite at Voskhod, Kazakhstan, PhD Thesis, Cardiff University. Σύνδεσμος: <http://orca.cf.ac.uk>

Εικόνα 19: Χάρτης κοματιτικών εμφανίσεων παγκοσμίως. Copyright 2015 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Σύνδεσμος: <http://www.csiro.au/>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/8)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 20,21: Spinifex υφή κοματιτιτών εκχύσεων. Copyright University of Maryland, Department of Geology. Σύνδεσμος: <https://www.geol.umd.edu/>

Εικόνα 22: Spinifex υφή. Copyright San Diego State University, Department of Geological Sciences. Σύνδεσμος: <http://sci.sdsu.edu/geology/>

Εικόνα 23,24,26: Spinifex υφή. Copyright Millstream Mines. Σύνδεσμος: <http://millstreammines.com/>

Εικόνα 25: Spinifex υφή. Ελεύθερη διανομή.

Εικόνα 27: Παράδειγμα spinifex υφής. Copyright San Diego State University, Department of Geological Sciences. Σύνδεσμος: <http://www.geology.sdsu.edu/>

Εικόνα 28: Γεωχημικά χαρακτηριστικά κοματιτιτών εκχύσεων. Copyright MacMillan Publishers Ltd, 2015. Σύνδεσμος: <http://www.nature.com>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/8)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 29: Spinifex υφή σε σχέση με την στρωματογραφική εξέλιξη των κοματιτιτών. Copyright Springer-Verlag 2013. Πηγή: Magmatic Sulfide Deposits: Geology, Geochemistry and Exploration by A. Naldrett.

Εικόνα 30,31: Μαγματογένεση σε άνυδρο και ένυδρο γεωτεκτονικό περιβάλλον. Copyright Centre for Exploration Targeting, 2015. Σύνδεσμος: <http://www.cet.edu.au/>

Εικόνα 32: Σύγκριση της χημικής σύστασης κοματιτιτών. Copyright Allen and Unwin, 1998. Πηγή: The magnesium content of komatiitic liquids, by Bickle 1982. In: N.T. Arndt and E.G. Nisbet (Eds), Komatiites, pp. 479-494.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/8)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 38: Κρυστάλλωση ορυκτών συστατικών των κοματιτών. Copyright 2015 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Σύνδεσμος: <http://www.csiro.au/>

Εικόνα 39: Αποχωρισμός θειούχου τήγματος σε κοματιτικές εκχύσεις. Copyright Society of Economic Geology, 2015. Σύνδεσμος: <http://economicgeology.org>. Πηγή: District to Camp Controls on the Genesis of Komatiite-Hosted Nickel Sulfide Deposits , Agnew-Wiluna Greenstone Belt, Western Australia: Insights from the Multiple Sulfur Isotopes, by Fiorentini et al. 2012. In Economic Geology 107:781-796



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (6/8)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 40: Παραγενέσεις ορυκτών- απόμειξη ορυκτών, ανάλογα με την θερμοκρασία. Copyright Society of Economic Geology. Πηγή: Formation of Magmatic Nickel Sulfide Ore Deposits and processes affecting their copper and Platinum Group Element contents, by Barnes S-J & Lightfoot P.C, 2005. In Society of Economic Geologists, 100th Anniverasry Volume pp.179-213

Εικόνα 42: Διαφοροποίηση θειούχου τήγματος. Copyright Geological Association of Canada 2011. Πηγή : Tectonic settings of some Ni-Cu sulfide ores: their importance in genesis and exploration, by Naldrett & McDonald, 1980. In Geological Association of Canada, special paper 20:633-657



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (7/8)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 43: Διάγραμμα κατανομής R. Copyright Western Mining Services LLC & Wsteren Mining services (Australia) Pty Ltd, 2015. Πηγή: Introduction to nickel sulphide exploration, by J. Hronsky, 2007

Εικόνα 44: Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα παραγωγής PGE σε παγκόσμια κλίμακα. Copyright Johnson Matthey 2015. Πηγή: A Review of the Behavior of Platinum Group Elements within Natural Magmatic Sulfide Ore Systems. Platinum Elements Rev. 2010, 54, (1) 26.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (8/8)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακες

Πίνακας 2: Συντελεστές κατανομής μεταξύ θειούχου τήγματος και πυριτικού κοματιτικού μάγματος. Copyright Springer-Verlag 2013. Πηγή: Magmatic Sulfide Deposits: Geology, Geochemistry and Exploration by A. Naldrett.

