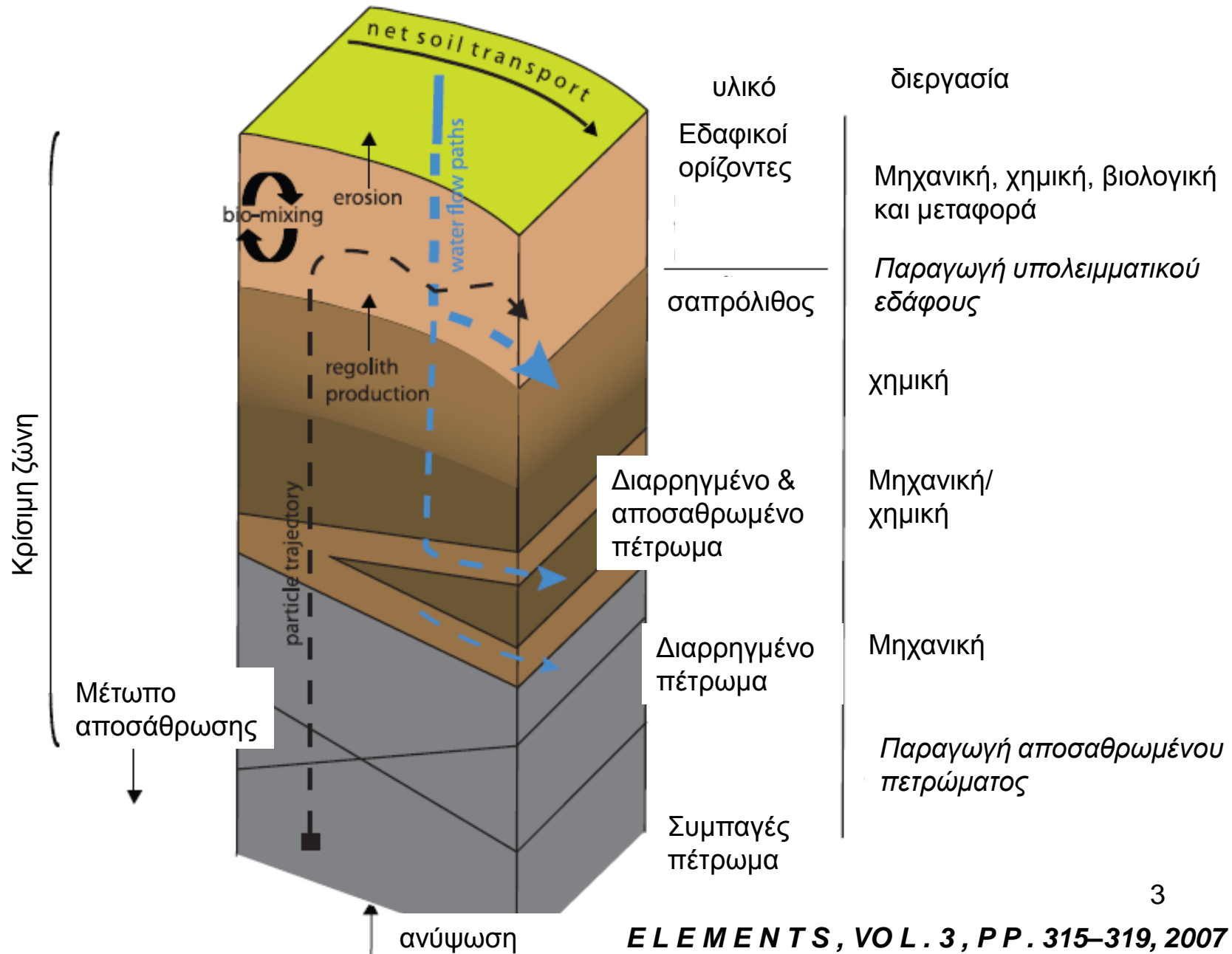


# **ΧΗΜΙΚΗ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΩΝ**

- Χημική αποσάθρωση → Διάσπαση και εξαλλοίωση υλικών κοντά στην επιφάνεια της γης
- Σχηματισμός προϊόντων κοντά σε κατάσταση χημικής ισορροπίας με την ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα, βιόσφαιρα
- Προοδευτική αποσύνδεση και αποσύνθεση πετρωμάτων → μίγμα ανθεκτικών πρωτογενών ορυκτών και δευτερογενών νεοσχηματιζόμενων ορυκτών → σχηματισμός μανδύα ασύνδετου υλικού (regolith)
- Σημασία νερού στο σχηματισμό εδάφους – δημιουργία διαστρωμάτωσης με αύξηση του βάθους
- Σημασία κλίματος (θερμοκρασία, υγρασία, έμβιος κόσμος)
- Σημασία τοπογραφίας
- Σημασία πετρολογίας, δομής, πορώδους, διαλυτότητας ορυκτών

# Η ΚΡΙΣΙΜΗ ΖΩΝΗ



# ΚΥΡΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ (1)

1. **Απλή διάλυση:** Τέλεια διάλυση υδατοδιαλυτών ορυκτών π.χ. αλίτης, γύψος, ανυδρίτης κατά την οποία τα ιόντα των στοιχείων που απαρτίζουν τα ορυκτά ελευθερώνονται στο διάλυμα  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

2. **Οξείδωση:**

- Με δράση του ελεύθερου οξυγόνου σε ορυκτά που περιέχουν στοιχεία αναγωγικού σθένους, κυρίως Fe, S.
- Αργές αντιδράσεις στο επιφανειακό περιβάλλον.
- Διαλυτική δράση νερού.
- Δράση ζώντων οργανισμών  $\rightarrow$  οξείδωση οργανικού C με παραγωγή  $\text{CO}_2$
- Παραδείγματα:  $4\text{FeS}_2 + 15\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$

σιδηροπυρίτης

αιματίτης



φαυαλίτης

γκαιτίτης

# ΚΥΡΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ (2)

## 3. Υδρόλυση:

- Παρόμοια με διάλυση αλλά με πρόσθετη αντίδραση του νερού με τα ελευθερωμένα ιόντα
- Συνήθως παραγωγή ασθενούς οξέος και μετρίως ισχυρών αλκαλίων (αύξηση pH)

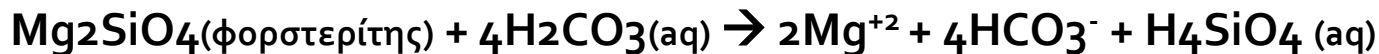


# ΚΥΡΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ (3)

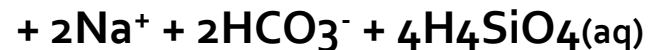
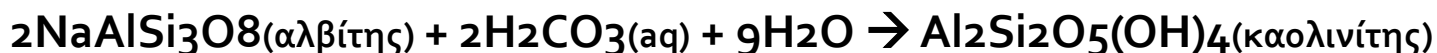
## 4. Όξινη υδρόλυση:

- Παρόμοια με απλή υδρόλυση αλλά με παρουσία οξέων (κυρίως οργανικών από την αποσύνθεση της οργανικής ύλης)
- Για απλοποίηση των αντιδράσεων πηγή οξύτητας θεωρείται το ανθρακικό οξύ
- Φυσική διεργασία εξουδετέρωσης του νερού αποσάθρωσης που συνήθως είναι όξινο λόγω ανθρωπογενών επιδράσεων

- **Σύμπτωτη υδρόλυση (congruent):** χωρίς στερεό υπόλειμμα



- **Ασύμπτωτη υδρόλυση (incongruent):** με στερεό υπόλειμμα – νέο αργιλοπυριτικό ορυκτό (συνήθης υδρόλυση πυριτικών ορυκτών)



# ΑΣΥΜΠΤΩΤΗ ΟΞΙΝΗ ΥΔΡΟΛΥΣΗ ΠΥΡΙΤΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

Ο κύριος μηχανισμός χημικής αποσάθρωσης των πρωτογενών πυριτικών ορυκτών είναι η **ασύμπτωτη όξινη υδρόλυση**.

Προϊόντα τέτοιων αντιδράσεων είναι δευτερογενή αργιλικά ορυκτά (στερεό υπόλειμμα) και διαλυμένα ιόντα.



### Global soil regions

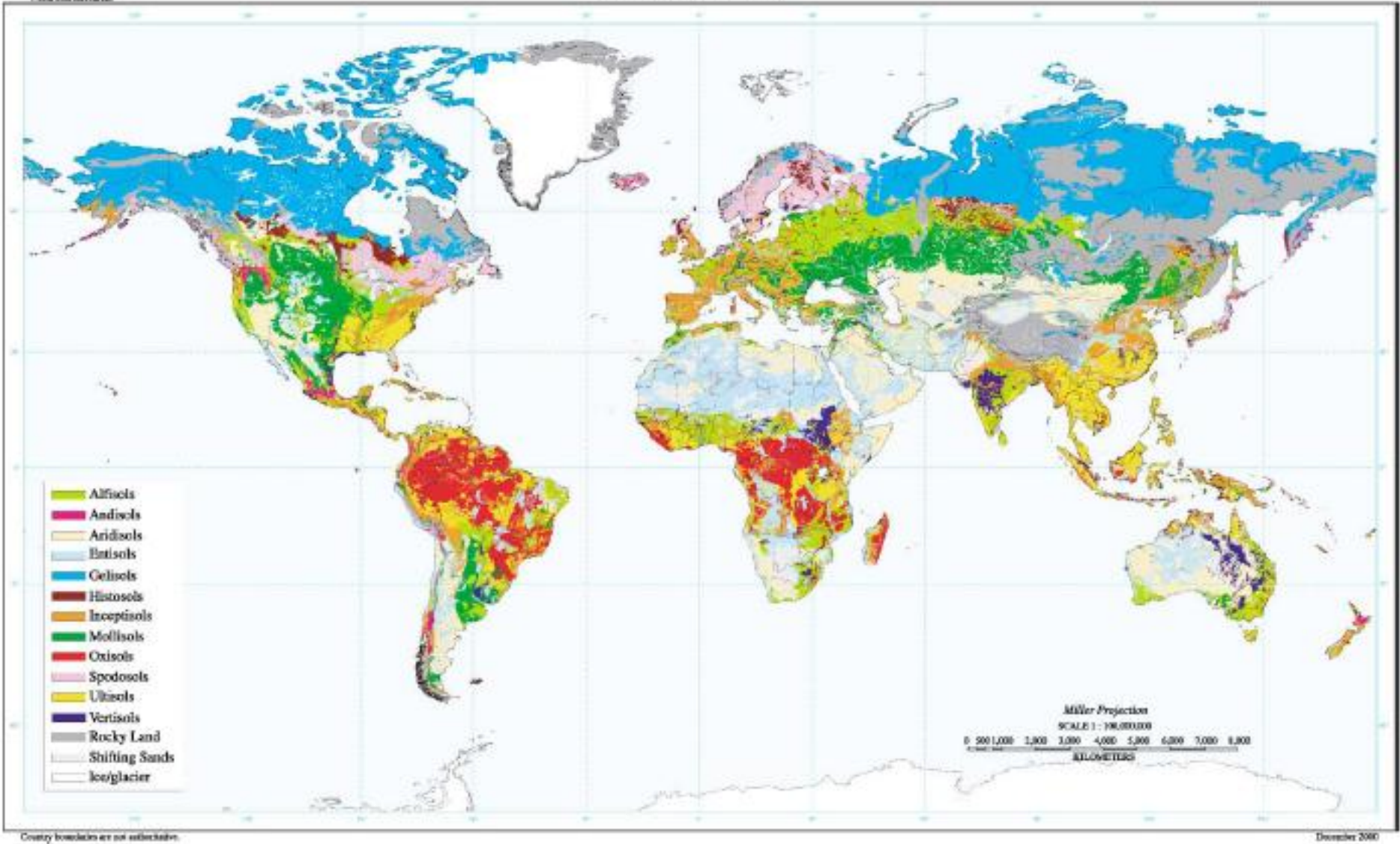


Figure 14 The global distribution of soil orders (source <http://www.nrcs.usda.gov/technical/worldsoils/mapindx/>).



	Δολερίτης (Αγγλία)		Δολερίτης (Ινδία)	
	Υγιές πέτρωμα (%)	Υπερκείμενο έδαφος (%)	Υγιές πέτρωμα (%)	Υπερκείμενος λατερίτης (%)
Σύσταση				
SiO <sub>2</sub>	49.3	47.0	50.4	0.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.4	18.5	22.2	50.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.7	14.6	9.9	23.4
FeO	8.3	-	3.6	-
MgO	4.7	5.2	1.5	-
CaO	8.7	1.5	8.4	-
Na <sub>2</sub> O	4.0	0.3	0.9	-
K <sub>2</sub> O	1.8	2.5	1.8	-
H <sub>2</sub> O	2.9	7.2	0.9	25.0
TiO <sub>2</sub>	0.4	1.8	0.9	0.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.2	0.7	-	-
Σύνολο	100.4	99.3	100.5	100.0

**Εικόνα 5.2** Μεταβολές κατά τη χημική αποσάθρωση σε εύκρατες και τροπικές ζώνες.

## ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΟΡΥΚΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- Αποσάθρωση πρωτογενών ορυκτών: Ανθεκτικότητα αντιστρόφως ανάλογη της P και T σχηματισμού

- Σειρά κρυστάλλωσης πυριτικών ορυκτών (Bowen):

Ολιβίνης

Αυγίτης

Κεροσίλβη

Βιοτίτης

Καλιούχος άστριος

Μοσχοβίτης

Χαλαζίας

Ασβεστούχο πλαγιόκλαστο

Ασβεστοαλκαλικό πλαγιόκλαστο

Αλκαλι-ασβεστούχο πλαγιόκλαστο

Αλκαλιούχο πλαγιόκλαστο

Αυξανόμενη  
σταθερότητα  
στο  
επιφανειακό  
περιβάλλον

- Σχετική ανθεκτικότητα συστατικών κοιτασμάτων:

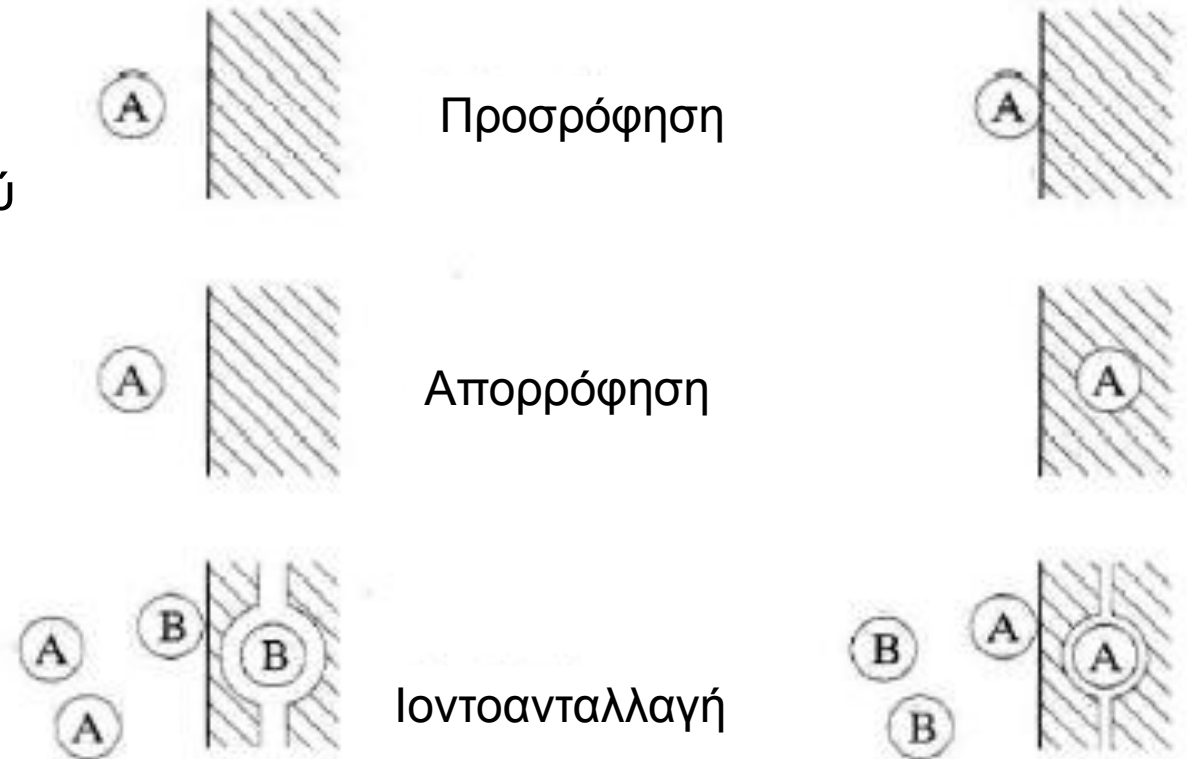
Θειούχα- ανθρακικά- πυριτικά- οξειδία

- προσβολή περιβαλλόντων πετρωμάτων από όξινα διαλύματα
- εξουδετέρωση με παρουσία ανθρακικών

## ΑΝΟΡΓΑΝΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

- Ανθεκτικά πρωτογενή ορυκτά π.χ. χαλαζίας
- Δευτερογενή ορυκτά υδρόλυσης π.χ. άργιλοι, οξειδία
- Δευτερογενή ορυκτά από ολική διάλυση και καθίζηση π.χ. ανθρακικά, υδροξείδια

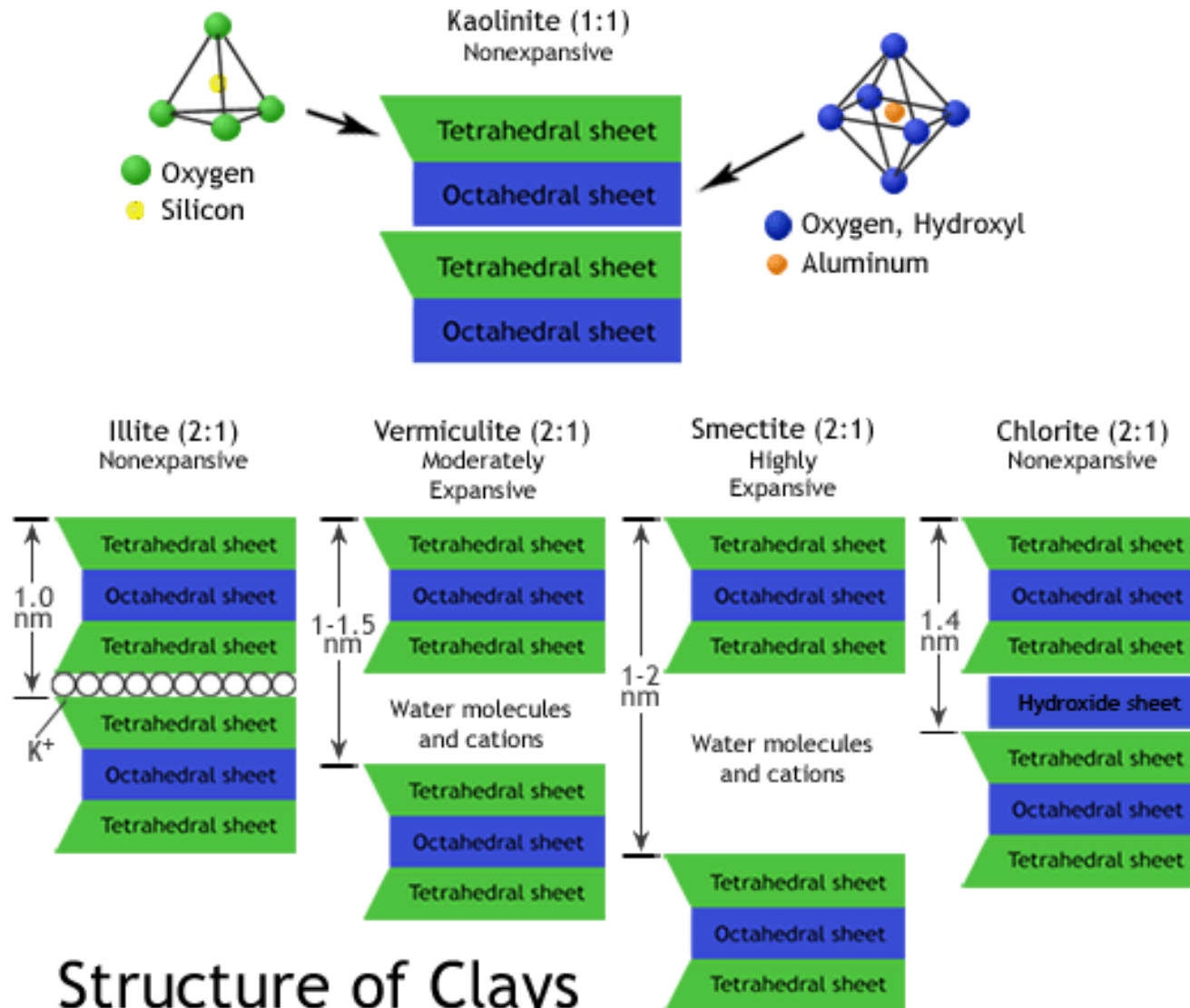
•Σημασία αργιλικών ορυκτών ως ρυθμιστές σύστασης του εδαφικού νερού και διαθεσιμότητας στοιχείων

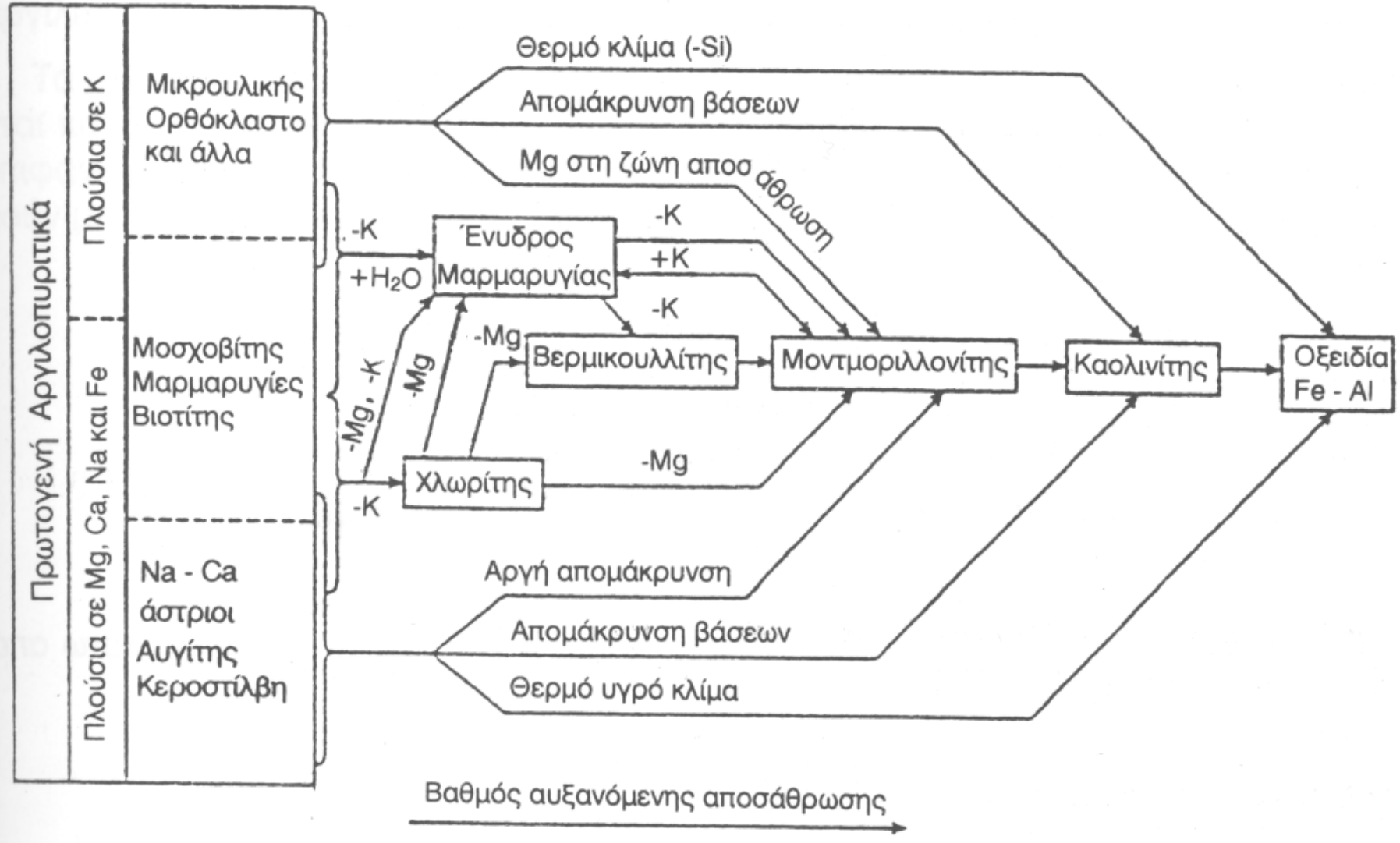


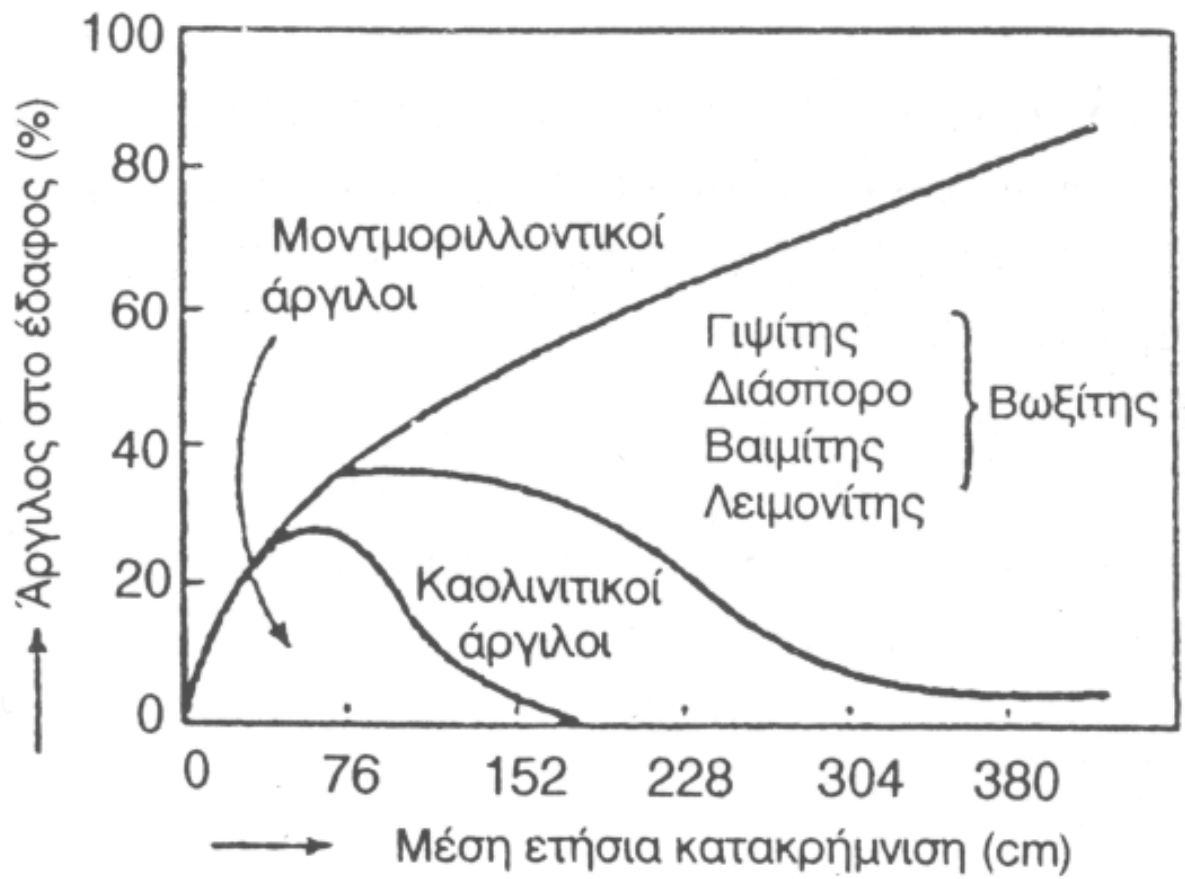
## ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

- Στρωματοειδής δομή, περιέχουν Si, Al, Mg, O
- Αντικατάσταση Si, Al, Mg από ελεύθερα ιόντα
- Τετραεδρική δομή με O διατεταγμένα γύρω από Si ή οκταεδρική δομή με O διατεταγμένα γύρω από Mg, Al
- T-O με επανάληψη τετραέδρων-οκταέδρων (καολινίτης) ή T-O-T με εναλλαγή 2 τετράεδρα 1 οκτάεδρο (μοντμοριλλονίτης)
- Συχνή αντικατάσταση ιόντων στις οκταεδρικές θέσεις (π.χ.  $Al^{+3}$  από  $Mg^{+2}$  στον μοντμοριλλονίτη) -> περίσσια φορτίου -> εξισορρόπηση με εισαγωγή ιόντων μεταξύ των στρωμάτων (π.χ.  $Ca^{+2}$ )

# ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ







# ΟΞΕΙΔΙΑ & ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΑ Fe, Al

- Κυρίως λειμονίτης, αιματίτης, γκετίτης, διάσπορο, γιψίτης
- Εμφάνιση σε οξειδωτικό περιβάλλον, υγρό-τροπικό κλίμα

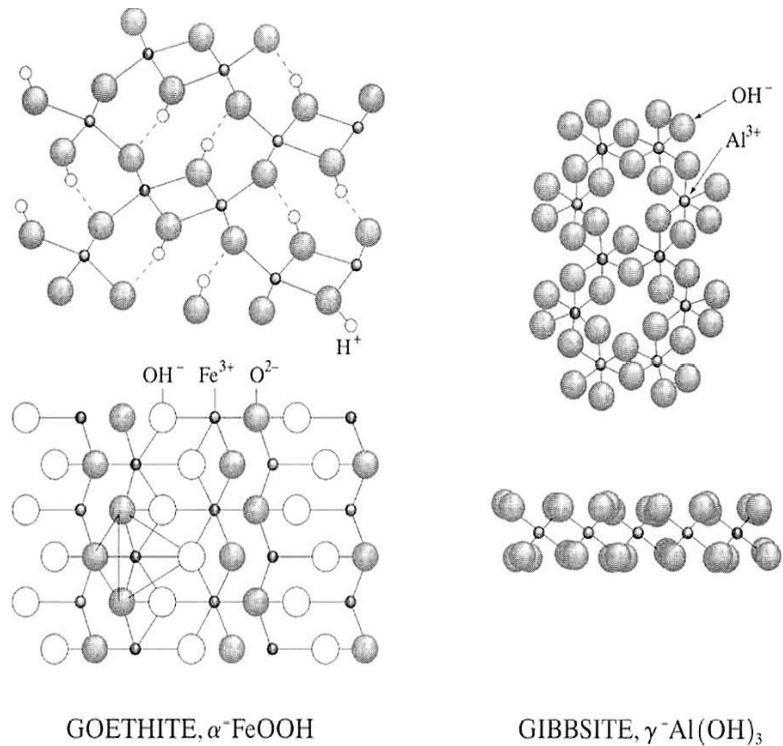
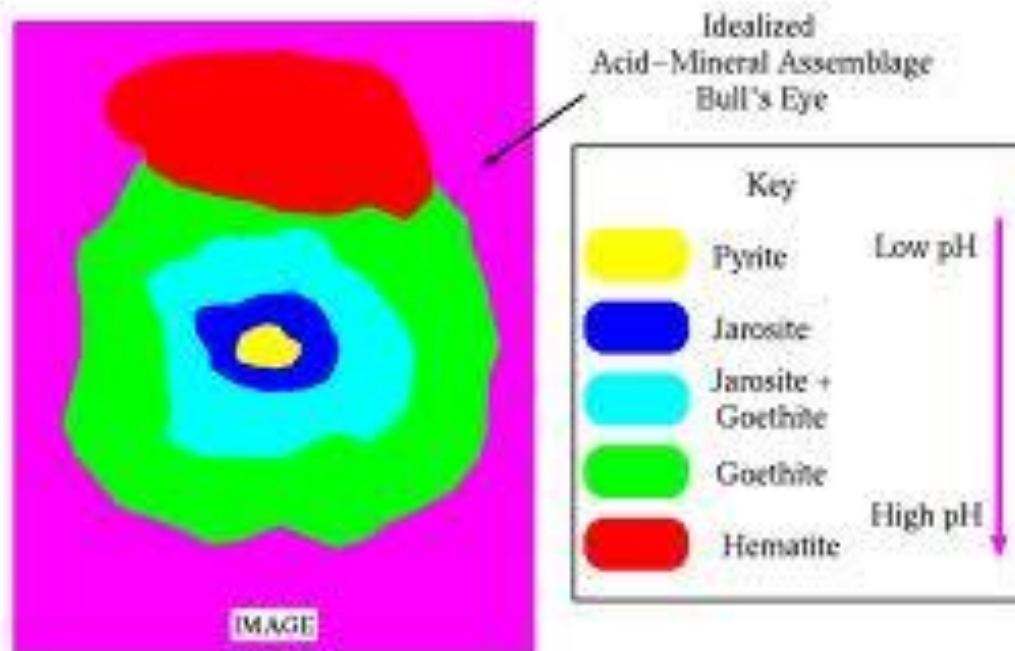


FIGURE 4-7 Structures of goethite and gibbsite, showing  $\text{FeO}_3(\text{OH})_3$  and  $\text{Al}(\text{OH})_6$  octahedra in sheets. Dashed lines in goethite structure represent hydrogen bonds between OH and O ions— (from *The Surface Chemistry of Soils* by Garrison Sposito. Copyright © 1984 by Garrison Sposito. Used by permission of Oxford University Press, Inc.).



## ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

- Παράγονται κατά την αποσάθρωση θειούχων μεταλλευμάτων ανάλογα με τις συνθήκες pH, Eh,  $pCO_2$  και συγκέντρωσης μετάλλων στο διάλυμα της αποσάθρωσης





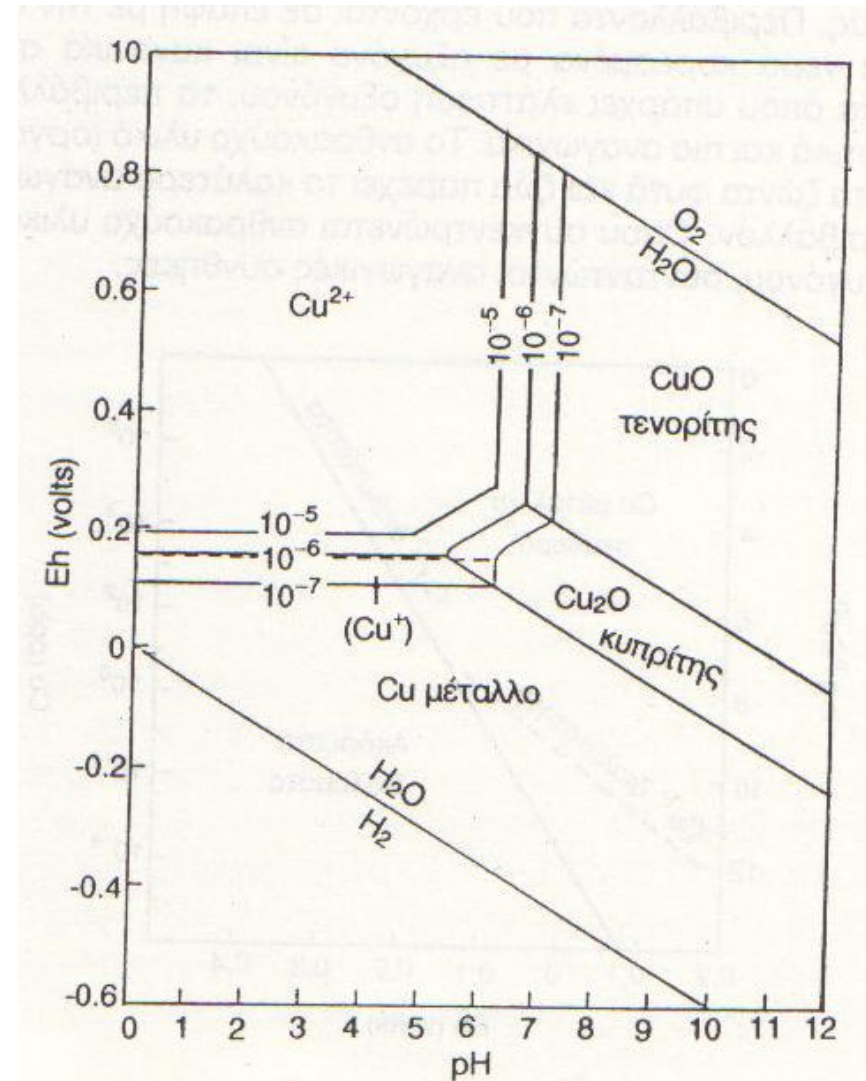
# GOSSAN



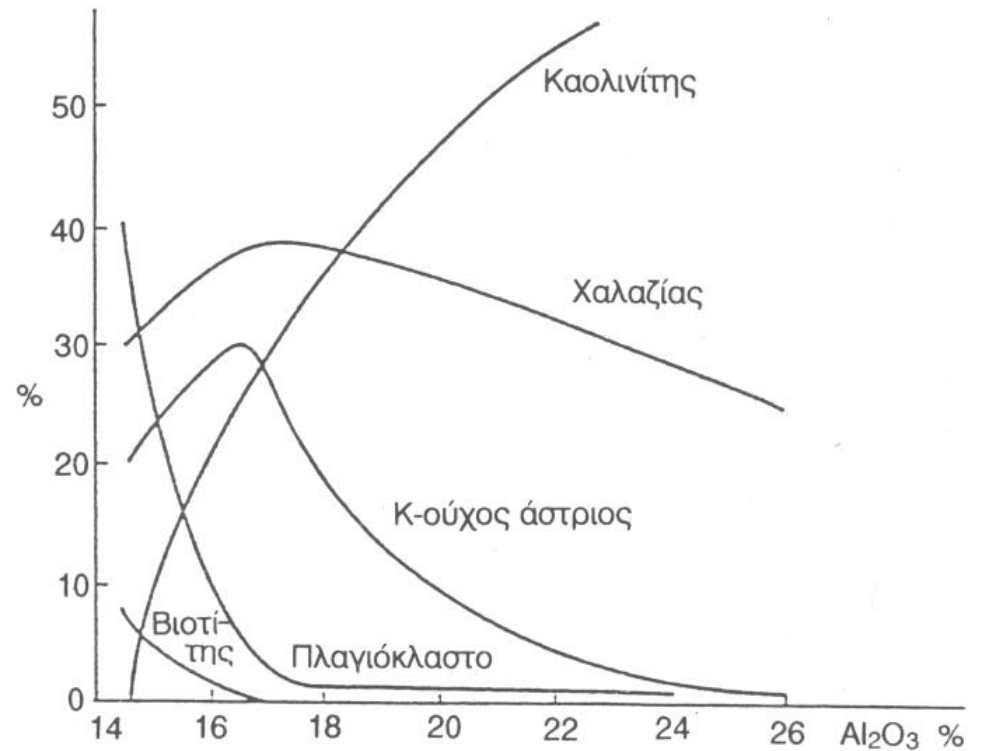
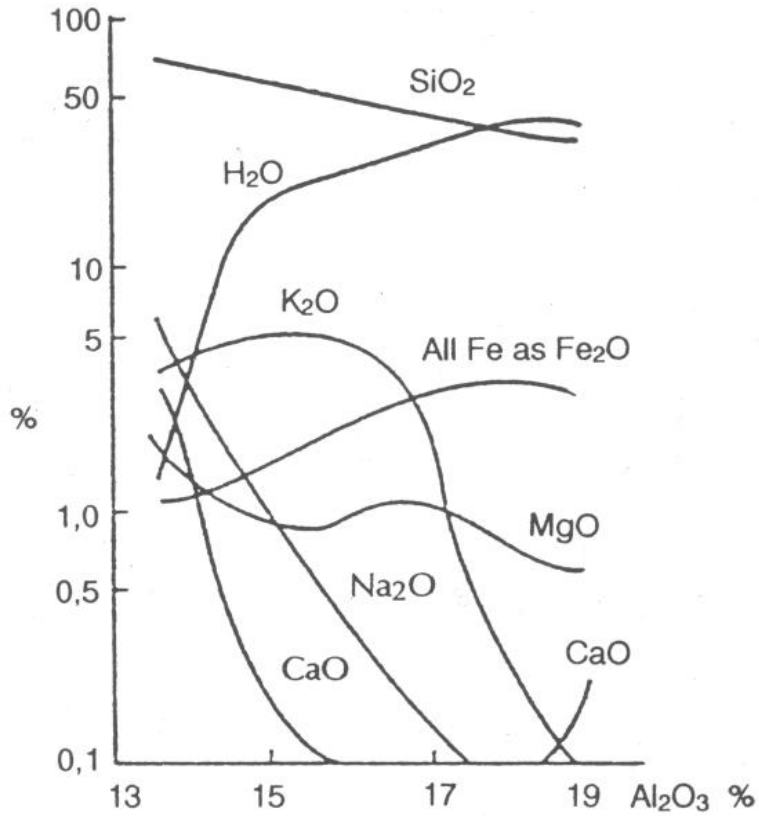
- Σημασία εδαφικού νερού που πληρεί τους πόρους μεταξύ των εδαφικών σωματιδίων
- Εδαφικό νερό: διάλυμα περιεκτικότητας συστατικών το ποσοστό των οποίων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των στοιχείων και του περιβάλλοντος
- Η διαλυτότητα εξαρτάται από το μέγεθος των ιόντων και την ηλεκτραρνητικότητα -> είδος δεσμών στοιχείων και νερού
- Ιονικό δυναμικό (φορτίο/ακτίνα ιόντος) και διαλυτότητα:
  - Υψηλό (P, S, Mo) -> Αρνητικό φορτίο στο διάλυμα με λήψη ηλεκτρονίων από O
  - Χαμηλό (Ca, Na)-> Θετικό φορτίο στο διάλυμα
  - Ενδιάμεσο (4-10) (Al, Ti, Sn) -> τα λιγότερο ευδιάλυτα, συμπλοκοποίηση/ προσρόφηση

## ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

- Όξινες- αλκαλικές, οξειδωτικές- αναγωγικές συνθήκες καθοριστικές ευκινησίας ιόντων
- Έδαφος -> αύξηση αλκαλικότητας & αναγωγικότητας με το βάθος
- Διαγράμματα pH-Eh ευκινησίας χημικών στοιχείων
- Η ευκινησία των βαρέων μετάλλων γενικά αυξάνεται με ελάττωση του pH και αύξηση του Eh



# ΧΗΜΙΚΕΣ – ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ



- Προϊόν αποσάθρωσης πετρωμάτων και βιολογικών διεργασιών

- Διεργασίες σχηματισμού εδάφους:

Σε κάθε περιβάλλον

1. Αποσάθρωση μητρικού πετρώματος
2. Προσθήκη και μερική αποσύνθεση οργανικής ύλης
3. Σχηματισμός δομικών μονάδων (στερεές ενώσεις)

Σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες

1. Αποστράγγιση και οξύνιση
2. Έκπλυση αργίλων και απόθεση σε πιο βαθείς ορίζοντες
3. Μεταφορά οργανικού άνθρακα από την επιφάνεια σε βάθος
4. Έκπλυση Si και εμπλουτισμός Fe, Al
5. Εφαλάτωση
6. Διάβρωση