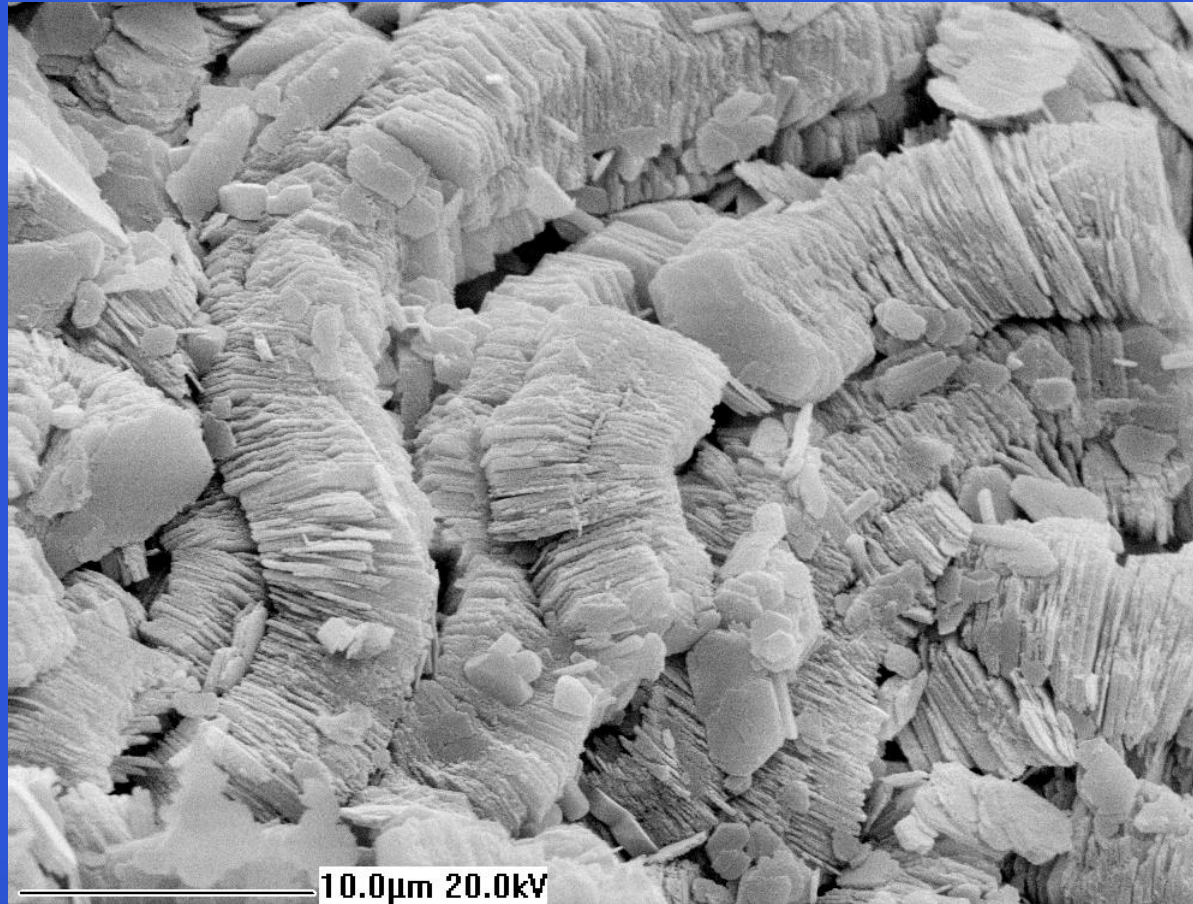


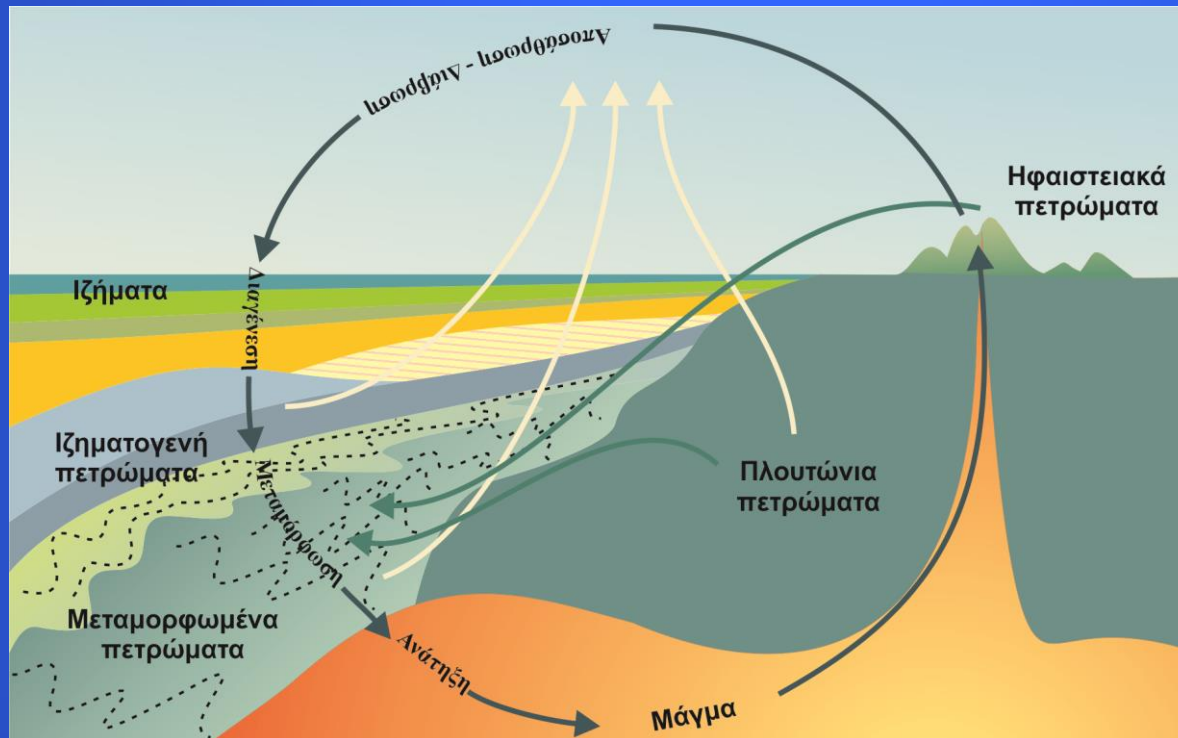
# ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



# ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΡΓΙΛΩΝ

## ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΡΓΙΛΩΝ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥΣ

- ✓ Πηγή τροφοδοσίας
- ✓ Μεταφορά
- ✓ Περιβάλλον απόθεσης



# ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΡΓΙΛΩΝ

## ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΡΓΙΛΩΝ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥΣ

- ✓ Πίεση
- ✓ Θερμοκρασία
- ✓ Χημικό περιβάλλον

Το περιβάλλον σχηματισμού των αργιλικών ορυκτών αποκαλύπτει τις συνθήκες σχηματισμού τους

# Δημιουργία και εμφανίσεις αργίλων

- ✓ Περιβάλλον
- ✓ Μηχανισμός

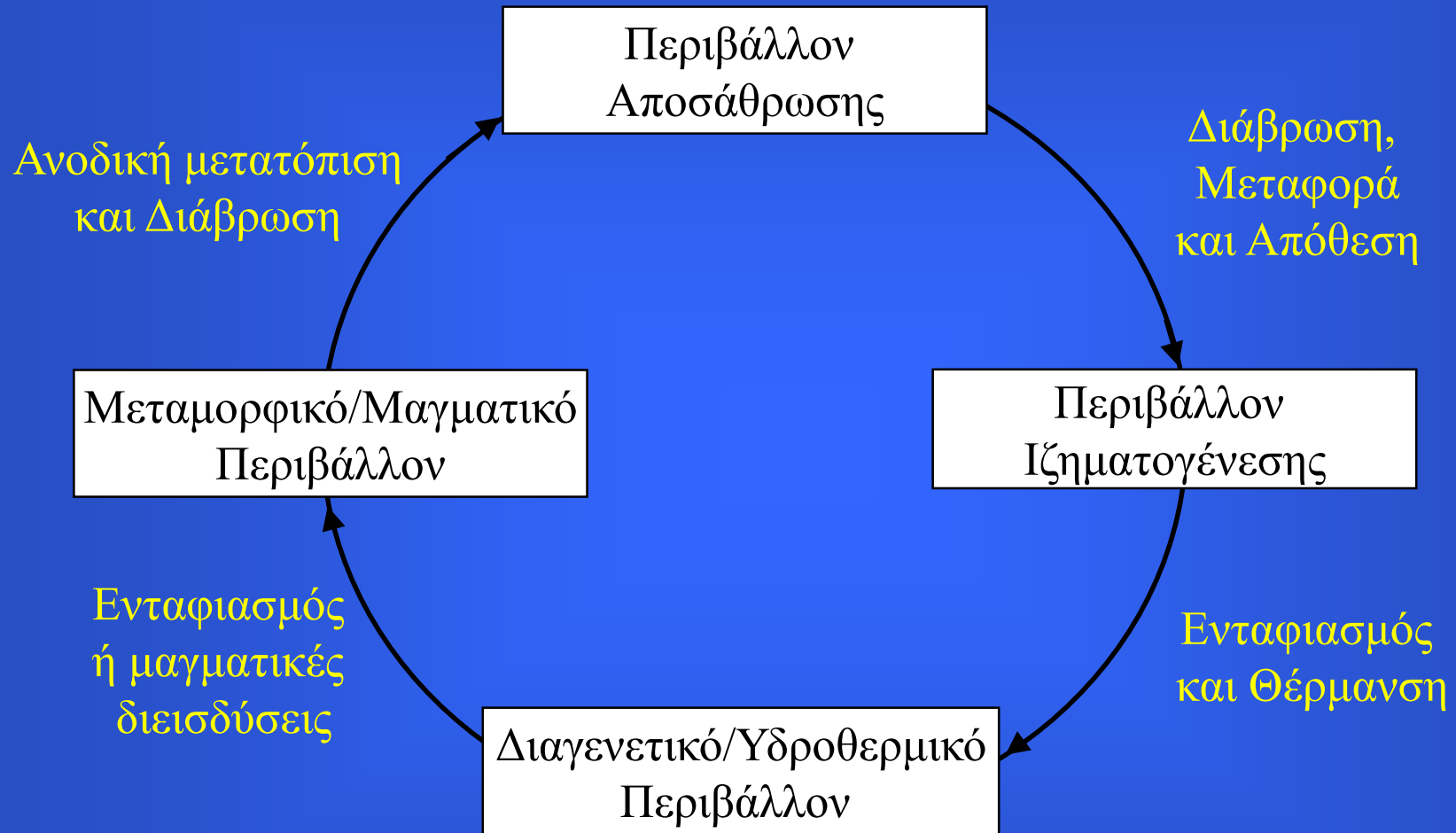
# Περιβάλλοντα στα οποία υπάρχουν ή μπορούν να σχηματιστούν άργιλοι

- ✓ Περιβάλλον αποσάθρωσης
- ✓ Περιβάλλον ιζηματογένεσης
- ✓ Περιβάλλοντα διαγένεσης
- ✓ Υδροθερμικό Περιβάλλον

# Μηχανισμοί για το σχηματισμό αργίλων

- ✓ Νεοσχηματισμός λόγω καθίζησης από διάλυμα
- ✓ Νεοσχηματισμός λόγω κρυστάλλωσης από άμορφο υλικό
- ✓ Μετασχηματισμός από μη αργιλικό ορυκτό
- ✓ Μετασχηματισμός από αργιλικό ορυκτό

# ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ



# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

- Για να μεταφερθούν οι άργιλοι πρέπει πρώτα να υπάρχουν !!!
- Που βρίσκονται οι άργιλοι ?



# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

- Για να μεταφερθούν οι άργιλοι πρέπει πρώτα να υπάρχουν !!!
- Που βρίσκονται οι άργιλοι ?
- Σε εδάφη και κυρίως στον ανώτερο ορίζοντα τους
- Ένα καλά διαβαθμισμένο έδαφος «απομακρύνεται» πιο εύκολα γιατί το ανώτερο τμήμα του είναι πλούσιο σε αργιλικά ορυκτά

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

➤ Οι άργιλοι μεταφέρονται εύκολα ? Γιατί ?

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

➤ Οι άργιλοι μεταφέρονται εύκολα ? Γιατί ?

I. Πληθώρα αργίλων στα εδάφη

II. Μικρό κοκκομετρικό μέγεθος

III. Μικρό ειδικό βάρος

Και.....

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

➤ Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

➤ Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

1. Νερό
2. Άνεμος
3. Πάγος

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

➤ Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

### 1. Νερό

- ✓ Το πιο κοινό μέσο μεταφοράς.
- ✓ Ταχεία μεταφορά
- ✓ Καμία επίδραση στην εξαλλοίωση
- ✓ Απόθεση σε : λίμνες, λιμνοθάλασσες, θάλασσες και ωκεανούς.

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

➤ Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

### 1. Νερό

✓ Κατά το μεγαλύτερο μέρος η μεταφορά πραγματοποιείται .....

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

➤ Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

### 1. Νερό

- ✓ Κατά το μεγαλύτερο μέρος η μεταφορά πραγματοποιείται μέσω των 12 μεγαλύτερων ποταμών του κόσμου
- ✓ Μεταφέροντας 13,5 δις τόνους/έτος υλικού



# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

- Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

### 2. Άνεμος

- ✓ Όχι πολύ κοινό μέσο μεταφοράς.
- ✓ Μικρές αποθέσεις
- ✓ Μικρό κοκκομετρικό μέγεθος (<80 $\mu$ m)
- ✓ Απόθεση σε : λίμνες, λιμνοθάλασσες, θάλασσες και ωκεανούς.

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

- Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

## 2. Άνεμος

- ✓ Όσο μικρότερο το κοκκομετρικό μέγεθος τόσο μεγαλύτερη η απόσταση
- ✓ Η απόσταση εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως το σχήμα και την υγρασία
- ✓ Και μπορεί να ξεπερνά τα 30 km
- ✓ Σε ποιες περιοχές αναμένεται εκτεταμένη δράση του ανέμου ?

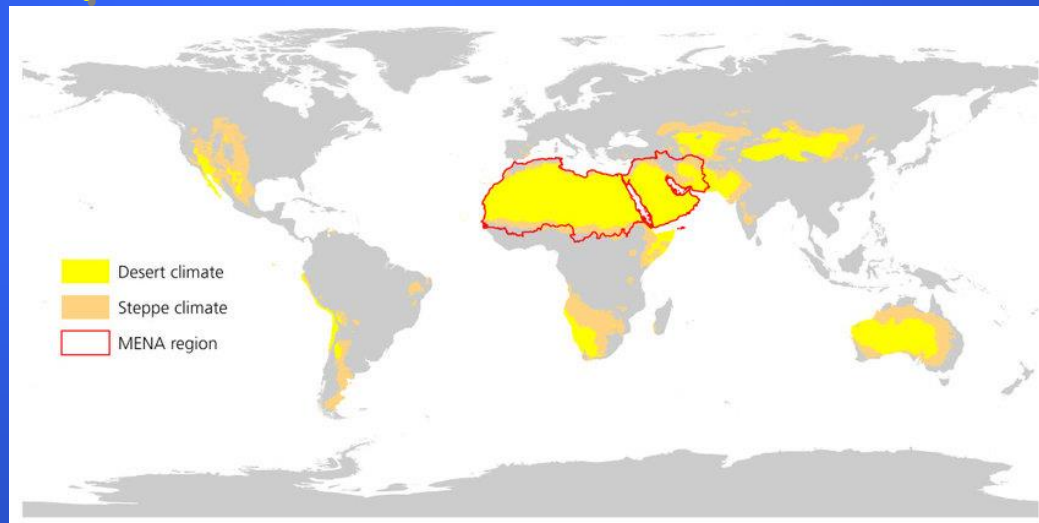
# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

- Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

## 2. Άνεμος

- ✓ Σε ποιες περιοχές αναμένεται εκτεταμένη δράση του ανέμου ?



Herrmann, Jan & Baltins Slamova, Karolina & Glaser, Rüdiger & Köhl, Michael. (2013). Modeling the Soiling of Glazing Materials in Arid Regions with Geographic Information Systems (GIS). International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry. 48. 10.1016/j.egypro.2014.02.083.

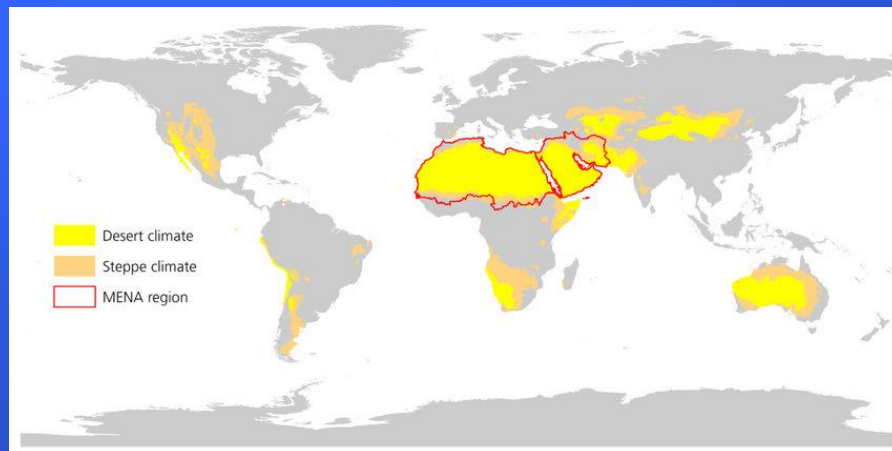
# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

- Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

## 2. Άνεμος

- ✓ Σε ποιες περιοχές αναμένεται εκτεταμένη δράση του ανέμου ?
- ✓ Σε ερήμους και σε ξηρές περιοχές



Herrmann, Jan & Baltins Slamova, Karolina & Glaser, Rüdiger & Köhl, Michael. (2013). Modeling the Soiling of Glazing Materials in Arid Regions with Geographic Information Systems (GIS). International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry. 48. 10.1016/j.egypro.2014.02.083.

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

➤ Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

### 2. Άνεμος

✓ Με τον άνεμο μεταφέρονται 0,75 δις τόνοι/έτος περίπου

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

- Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

### 3. Πάγος

- ✓ Σημαντικό μέσο μεταφοράς μόνο σε περιοχές με μεγάλη παρουσία πάγου κατά το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

- Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

### 3. Πάγος

- ✓ Πόσο σημαντικός παράγοντας είναι ?
- ✓ Τι ποσότητα υλικού μεταφέρει/ έτος ?

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Προϋποθέτει μεταφορά

- Για να μεταφερθούν οι άργιλοι απαιτείται ένα μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι αυτό ?

### 3. Πάγος

- ✓ Πόσο σημαντικός παράγοντας είναι ?
- ✓ Τι ποσότητα υλικού μεταφέρει/ έτος ?
- ✓ Είναι ο 2<sup>ος</sup> σημαντικότερος παράγοντας και μεταφέρει 3 δις τόνους/έτος



# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Συνοπτικά :

1. Νερό : 13,5 δις τόνους/έτος
2. Άνεμος : 0,75 δις/ τόνους/ έτος
3. Πάγος : 3 δις τόνους/έτος

Πόσο από αυτό το υλικό είναι  $<2\mu\text{m}$  ?

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Συνοπτικά :

1. Νερό : 13,5 δις τόνους/έτος
2. Άνεμος : 0,75 δις/ τόνους/ έτος
3. Πάγος : 3 δις τόνους/έτος

Πόσο από αυτό το υλικό είναι  $<2\mu\text{m}$  ?

- ✓ Το μεγαλύτερο ποσοστό, είναι όμως όλο αυτό το ποσοστό αργιλικά ορυκτά ?

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Συνοπτικά :

1. Νερό : 13,5 δις τόνους/έτος
2. Άνεμος : 0,75 δις/ τόνους/ έτος
3. Πάγος : 3 δις τόνους/έτος

Πόσο από αυτό το υλικό είναι  $<2\mu\text{m}$  ?

- ✓ Το μεγαλύτερο ποσοστό, είναι όμως όλο αυτό το ποσοστό αργιλικά ορυκτά ?
- ✓ Όχι μεγάλο μέρος αποτελούν τα οργανικά υλικά και οι μικροοργανισμοί και.....

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Συνοπτικά :

1. Νερό : 13,5 δις τόνους/έτος
2. Άνεμος : 0,75 δις/ τόνους/ έτος
3. Πάγος : 3 δις τόνους/έτος

Πόσο από αυτό το υλικό είναι  $<2\mu\text{m}$  ?

- ✓ Το μεγαλύτερο ποσοστό, είναι όμως όλο αυτό το ποσοστό αργιλικά ορυκτά ?
- ✓ Όχι μεγάλο μέρος αποτελούν τα οργανικά υλικά και οι μικροοργανισμοί και άλλα ορυκτά με μικρό κοκκομετρικό μέγεθος

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

- ❖ Τι «παθαίνουν» τα ορυκτά κατά την μεταφορά και απόθεση τους ?

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

❖ Τι «παθαίνουν» τα ορυκτά κατά την μεταφορά και απόθεση τους ?

1. Μεταβολές Φυσικών ιδιοτήτων
2. Μεταβολές Χημικών ιδιοτήτων
3. Μετατροπές σε άλλα ορυκτά

Με τι διαδικασίες ?

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

❖ Τι «παθαίνουν» τα ορυκτά κατά την μεταφορά και απόθεση τους ?

1. Μεταβολές Φυσικών ιδιοτήτων
2. Μεταβολές Χημικών ιδιοτήτων
3. Μετατροπές σε άλλα ορυκτά

Με τι διαδικασίες ?

Κυρίως Αντικατάσταση ιόντων

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## ❖ Αντικατάσταση ιόντων

Σε γενικές γραμμές ανάλογα με το περιβάλλον απόθεσης τα ανταλλάξιμα κατιόντα των αργιλικών ορυκτών είναι διαφορετικά έτσι :

- Σε ποτάμιο περιβάλλον το κατιόν που κυριαρχεί είναι συνήθως το ασβέστιο
- Σε θαλάσσιο περιβάλλον έχουμε περίπου 50% Na, 20-40% Mg έως 20%Ca και 5%K



# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

Προϋπάρχοντα  
Αργιλικά ορυκτά

Νεοσχηματισμένα  
Αργιλικά ορυκτά

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

Προϋπάρχοντα  
Αργιλικά ορυκτά



Ανταλλαγή κατιόντων

Νεοσχηματισμένα  
Αργιλικά ορυκτά



?

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

Προϋπάρχοντα  
Αργιλικά ορυκτά



Ανταλλαγή κατιόντων

Νεοσχηματισμένα  
Αργιλικά ορυκτά



Διαδικασίες κατά τη μεταφορά  
αλλά και την απόθεση

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

## Νεοσχηματισμένα Αργίλικά ορυκτά

### ❖ Εξαλλοίωση κατά την απόθεση

- Εξαλλοίωση ηφαιστειακών πετρωμάτων
- Εξαλλοίωση κατά την παρεμβολή υδροθερμικών ρευστών
- Υποθαλάσσια αποσάθρωση (αλμυρόλυση)

# Περιβάλλον ιζηματογένεσης

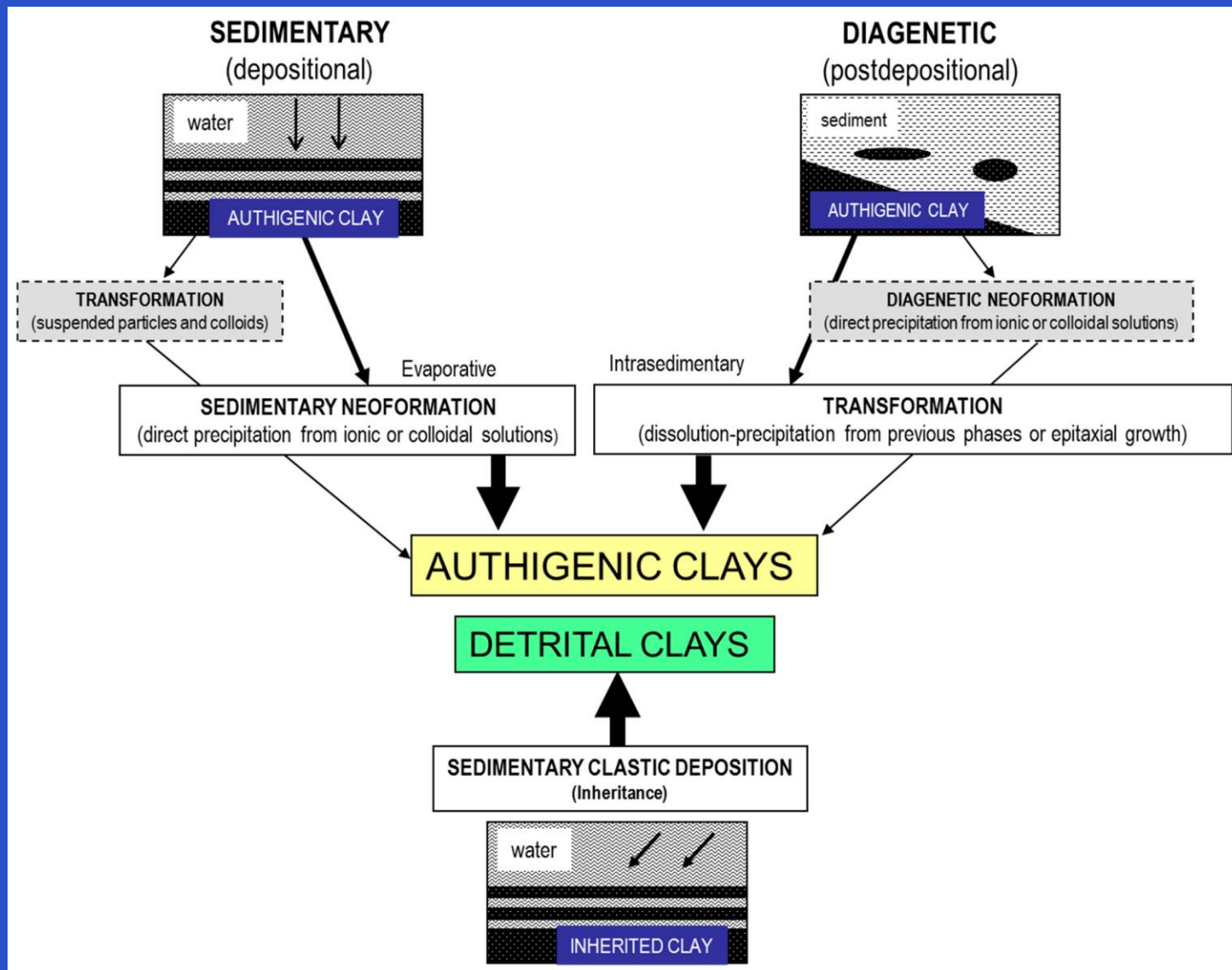
## Νεοσχηματισμένα Αργίλικά ορυκτά

### ❖ Εξαλλοίωση κατά την απόθεση

- Εξαλλοίωση ηφαιστειακών πετρωμάτων
- Εξαλλοίωση κατά την παρεμβολή υδροθερμικών ρευστών
- Υποθαλάσσια αποσάθρωση (αλμυρόλυση)

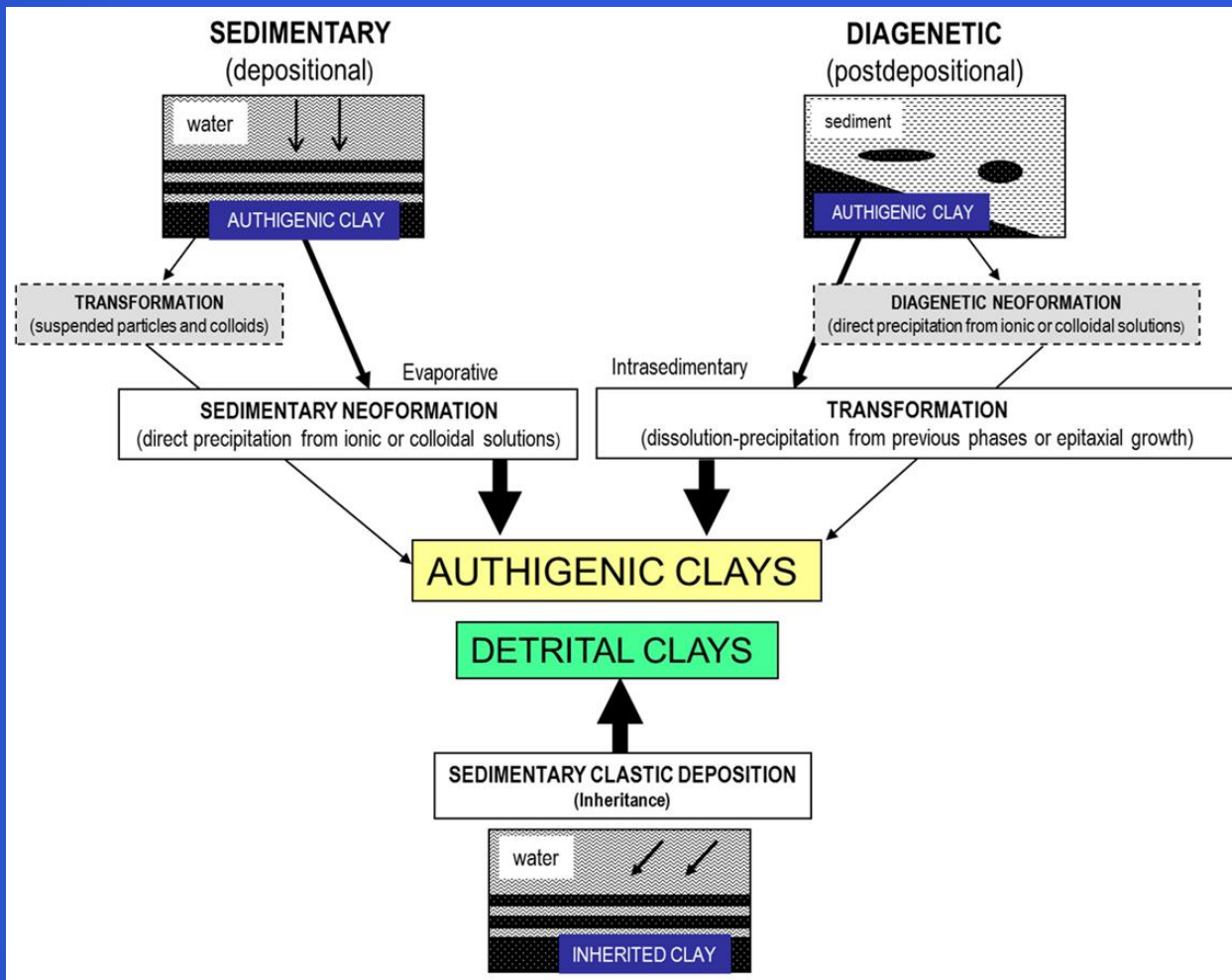
Που συμβαίνουν κυρίως τα παραπάνω ?

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ



# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

## ➤ Πως τα ιζήματα μετατρέπονται σε ιζηματογενή πετρώματα ?



# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

➤ Πως τα ιζήματα μετατρέπονται σε ιζηματογενή πετρώματα ?

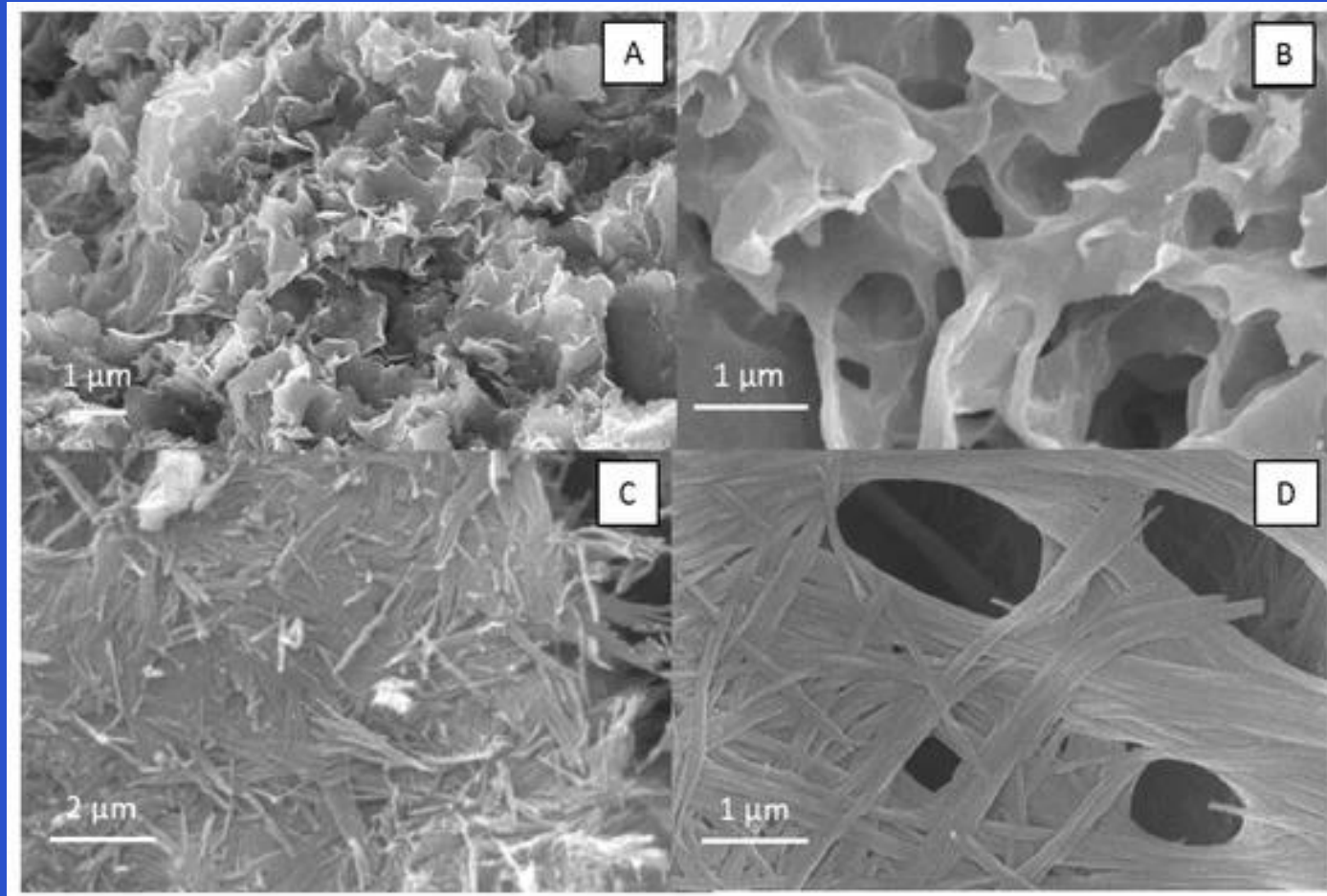
## Διαγένεση

1. Συμπίεση
2. Συγκόλληση
3. Συμπαγοποίηση



# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Κατά τη Διαγένεση έχουμε δημιουργία νέων ορυκτών ?



# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

**Κατά τη Διαγένεση έχουμε δημιουργία νέων ορυκτών ?**

**➤ Ασφαλώς και έχουμε**

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Προϋπάρχοντα  
Αργιλικά ορυκτά

Νεοσχηματισμένα  
Αργιλικά ορυκτά

Διαγενετικές μεταβολές με την  
αύξηση του βάθους, του χρόνου και ?

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Διαγενετικές μεταβολές με την  
αύξηση του βάθους, του χρόνου και ?

➤ της πίεσης και της θερμοκρασίας

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

- Η ορυκτολογία των αργίλων γίνεται πιο απλή με την αύξηση του βάθους
- Έτσι στα πιο βαθιά ιζήματα συναντάμε δικίτη, ιλλίτη και χλωρίτη
- Τι συμβαίνει στα υπόλοιπα ορυκτά ?

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

- Τι συμβαίνει στα υπόλοιπα ορυκτά ? Τι παθαίνει πχ. Ο σμηκτίτης ?
- Μετατρέπονται σε πιο σταθερά αργιλικά ορυκτά
- Σε αυτή τη μετατροπή πολλές φορές ως ενδιάμεσα στάδια έχουμε το σχηματισμό μιας σειράς mixed-layer αργιλικών ορυκτών

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Διοκταεδρικός Σμηκτίτης



Ιλλίτης – Σμηκτίτης

Μη κανονικό  
mixed-layer



Ιλλίτης – Σμηκτίτης

Κανονικό mixed-  
layer



Ιλλίτης



Μοσχοβίτης

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Τριοκταεδρικός Σμηκτίτης



Σμηκτίτης – Χλωρίτης    Μη κανονικό  
mixed-layer



Σμηκτίτης – Χλωρίτης    Κανονικό mixed-  
layer



Χλωρίτης



# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Αλλοϋσίτης



Καολινίτης



Δικίτης ή νακρίτης

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Αλλοϋσίτης



Καολινίτης



Δικίτης ή νακρίτης

**Ποιο στάδιο έχει πιθανόν  
παραληφθεί ?**

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

## Μεταβολές στην οργανική ύλη

➤ Βιολογικές διεργασίες

➤ Οξειδώσεις

Πιθανή παραγωγή  
πετρελαίου

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Μεταβολές στην οργανική ύλη

Πιθανή παραγωγή πετρελαίου

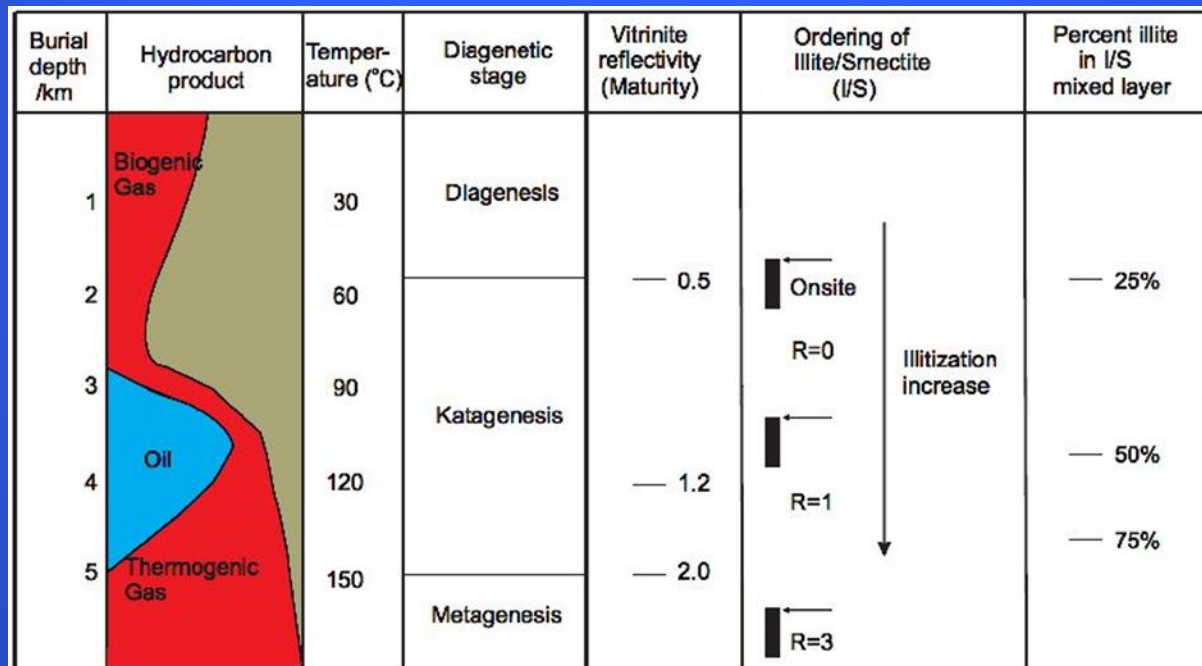
- Σε θερμοκρασίες 80-110 °C
- Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες παράγονται αέρια όπως μεθάνιο

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

## Μεταβολές στην οργανική ύλη

## Πιθανή παραγωγή πετρελαίου

➤ Το βάθος ωρίμανσης του πετρελαίου ταυτίζεται με το βάθος που ολοκληρώνεται η μετατροπή του σμηκτίτη σε ιλλίτη

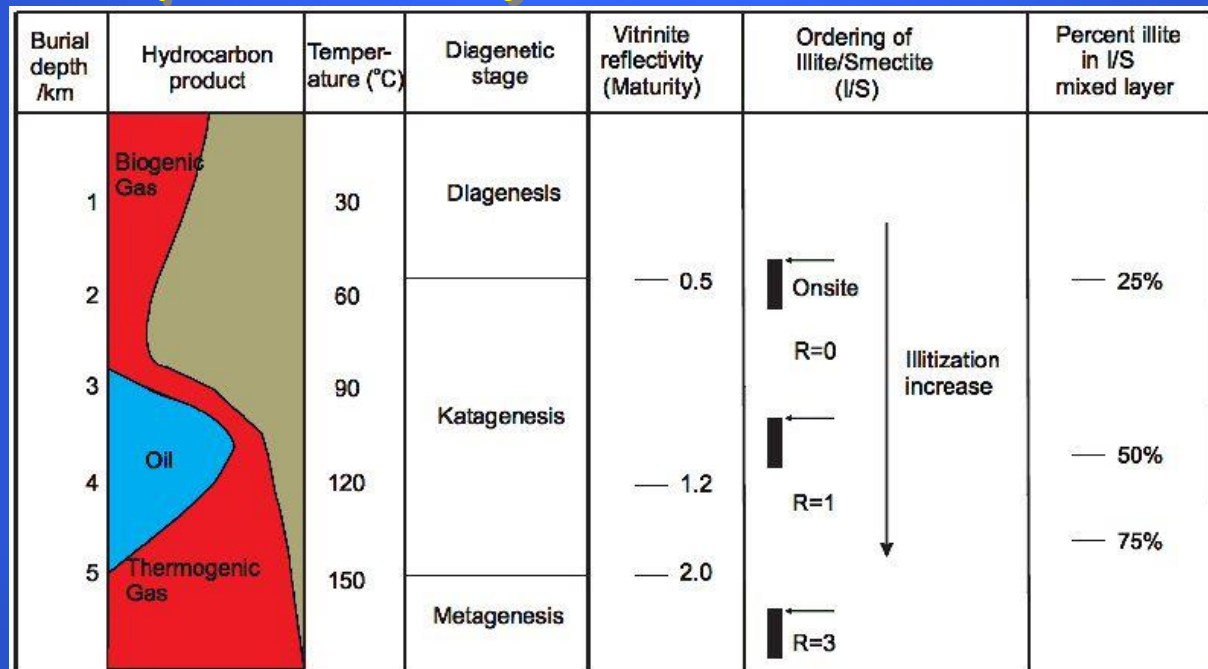


# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

## Μεταβολές στην οργανική ύλη

## Πιθανή παραγωγή πετρελαίου

➤ Η σημασία των αργίλων είναι μεγάλη στην παραγωγή πετρελαίου και κυρίως στην συγκράτηση των κοιτασμάτων τους



# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Μεταβολές στην οργανική ύλη

Πιθανή παραγωγή πετρελαίου

- Αυτό δεν σημαίνει ότι θα βρίσκουμε τα κοιτάσματα πετρελαίου σε αργίλους
- Αντίθετα συνήθως τεκτονικές δραστηριότητες οδηγούν στην μετανάστευση του σε πορώδη πετρώματα (π.χ. ψαμμίτες)

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Μεταβολές στην οργανική ύλη

Πιθανή παραγωγή πετρελαίου

➤ Η μετανάστευση του πετρελαίου μπορεί να προκαλείται και από την μετατροπή του σμηκτίτη σε ιλλίτη ? Με ποιο τρόπο ?



# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

Μεταβολές στην οργανική ύλη

Πιθανή παραγωγή πετρελαίου

➤ Η μετατροπή του σμηκτίτη σε ιλλίτη προκαλεί εκτεταμένη απελευθέρωση νερού



➤ Αύξηση πιέσεων υγρών των πόρων και μηχανική εξασθένιση των πετρωμάτων

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

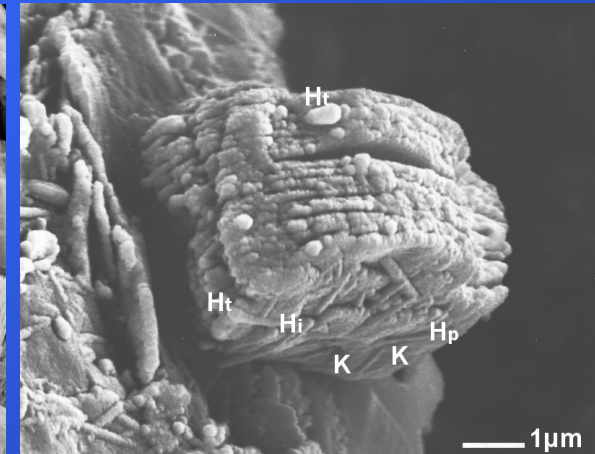
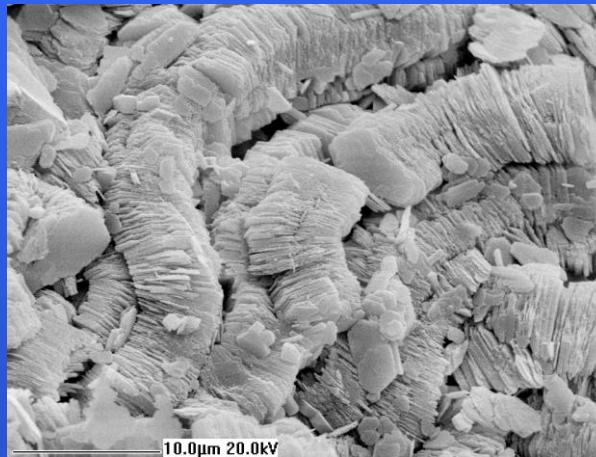
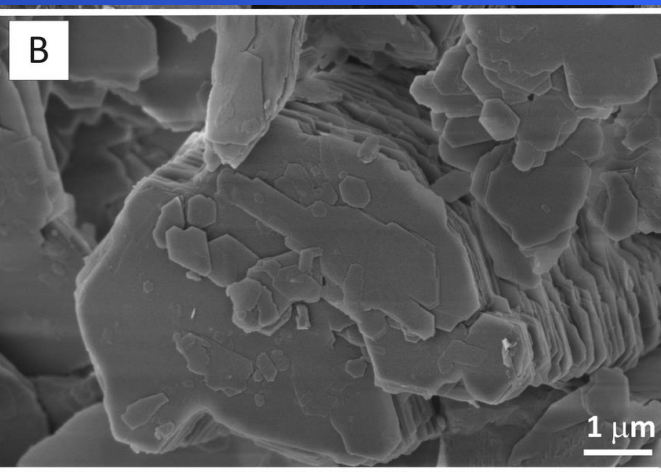
Με την αύξηση του βάθους τι μεταβολές  
λαμβάνουν χώρα ?

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

- Πως μεταβάλλεται η πυκνότητα με το βάθος ?
- Πως μεταβάλλεται η μορφολογία των αργιλικών ορυκτών με το βάθος ?
- Πως μεταβάλλεται η ορυκτολογία με το βάθος ?

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

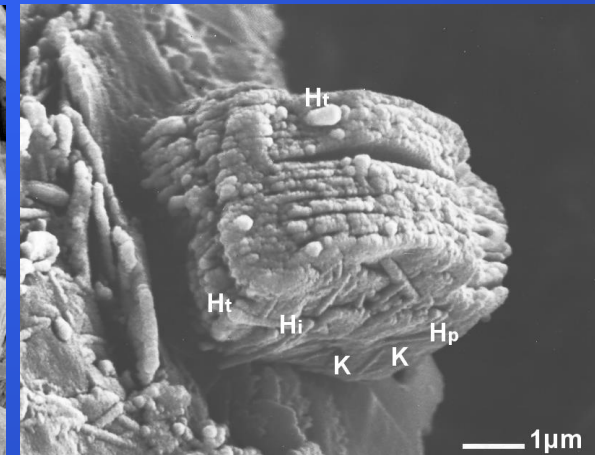
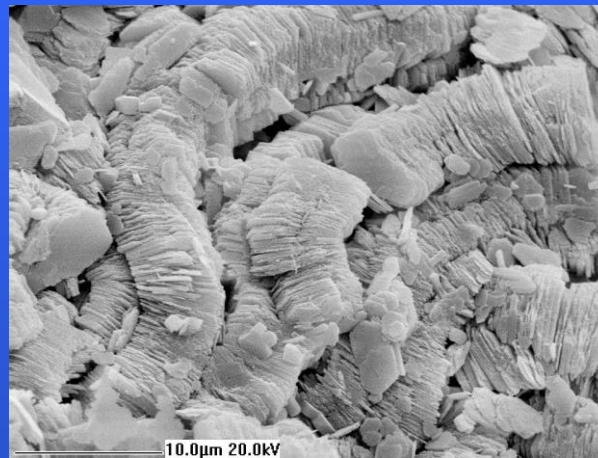
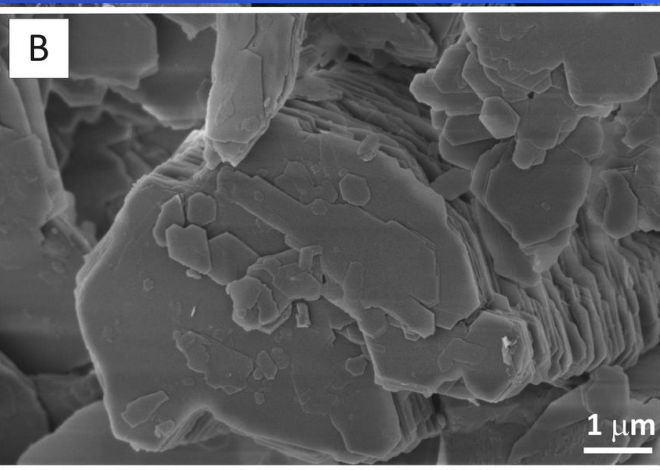
Τι μορφολογικές διαφορές παρατηρούνται  
σε σχέση με την αποσάθρωση ?



Bauluz, Blanca. (2015). HALLOYSITE  
AND KAOLINITE: TWO CLAY  
MINERALS WITH GEOLOGICAL AND  
TECHNOLOGICAL IMPORTANCE.  
Revista de la Real Academia de Ciencias.  
Zaragoza.. 70. 1-33.

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ

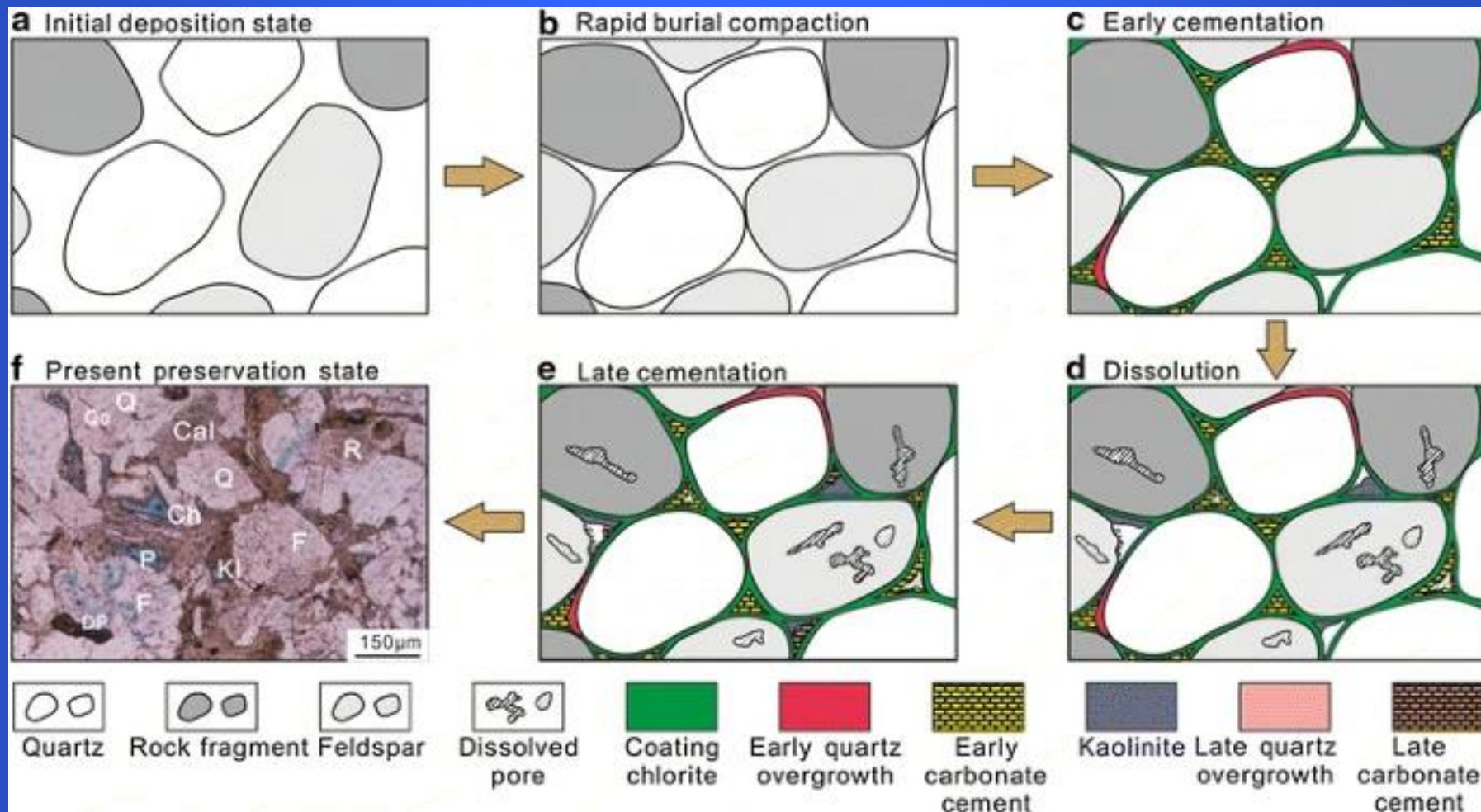
Ποιος από τους παρακάτω καολινίτες είναι από αποσάθρωση, ποιος από υδροθερμική εξαλλοίωση και ποιος από διαγένεση ? Και γιατί ?



Bauluz, Blanca. (2015). HALLOYSITE AND KAOLINITE: TWO CLAY MINERALS WITH GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL IMPORTANCE. Revista de la Real Academia de Ciencias. Zaragoza.. 70. 1-33.



# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ



Lin, W., Chen, L., Lu, Y. *et al.* Diagenesis and its impact on reservoir quality for the Chang 8 oil group tight sandstone of the Yanchang Formation (upper Triassic) in southwestern Ordos basin, China. *J Petrol Explor Prod Technol* **7**, 947–959 (2017).

<https://doi.org/10.1007/s13202-017-0340-4>

# ΔΙΑΓΕΝΕΣΗ