

# **Παλαιοντολογία: Εισαγωγή**

Δρ. Γιώργος Ηλιόπουλος

# Παλαιοντολογία;

- Παλαιός + ον + λόγος
- Η επιστήμη που μελετά οργανισμούς ή υπολείμματα οργανισμών που έζησαν κατά το παρελθόν στη γη και τα οποία κλείστηκαν και διατηρήθηκαν μέσα σε γεωλογικά στρώματα

# Παλαιοντολογία

- Είναι μία γεωεπιστήμη που βοηθάει άμεσα την Γεωλογική έρευνα και έχει στενή σχέση με την Στρωματογραφία
- Έχει όμως και άμεση σχέση με την Βιολογία καθώς ασχολείται με ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς

Η Παλαιοντολογία συνδέεται άμεσα με:  
άλλες γεωεπιστήμες, στρωματογραφία,  
γεωχρονολογία, γεωχημεία, ιζηματολογία,  
κτλ.

βιοεπιστήμες, βοτανική, ζωολογία,  
οικολογία, συστηματική, εξέλιξη, κτλ.

Η παλαιοντολογία έδωσε τα ακράδαντα  
πειστήρια της εξέλιξης και συνείσφερε  
στην θεμελίωση της Βιολογίας

# Υποδιαιρέσεις της Παλαιοντολογίας

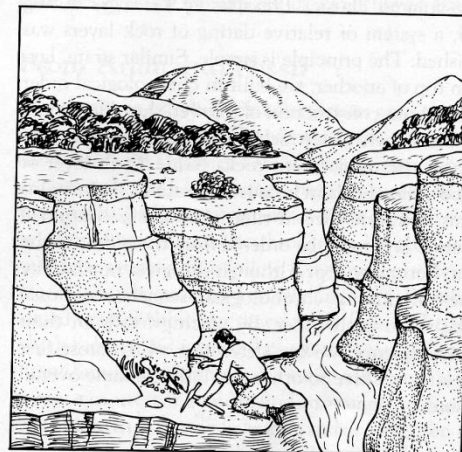
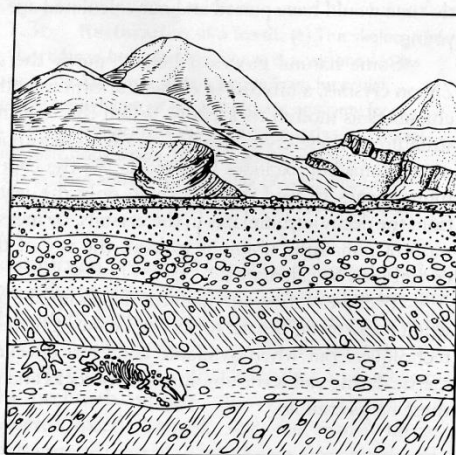
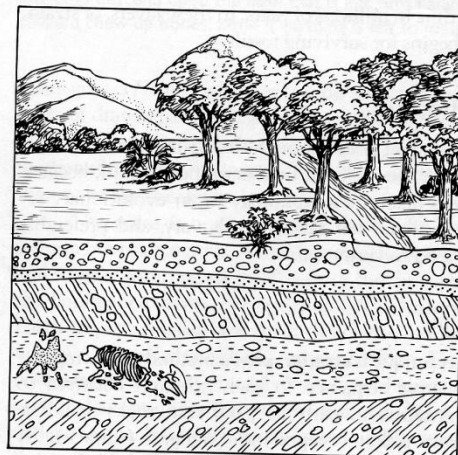
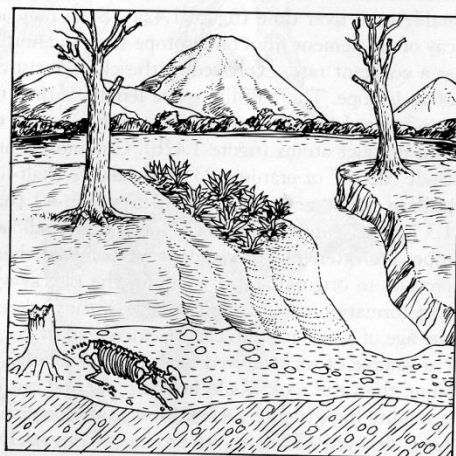
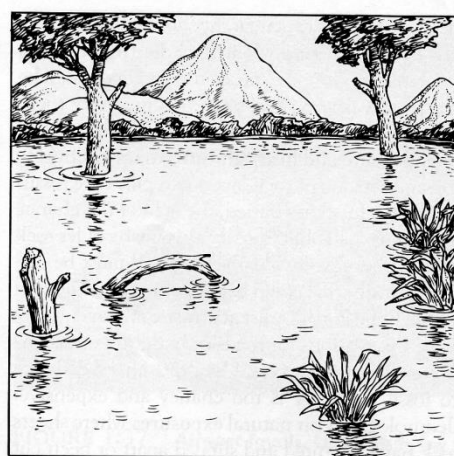
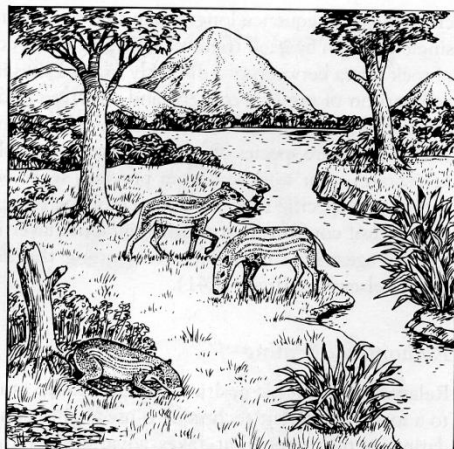
- *Παλαιοντολογία ασπόνδυλων*
- *Παλαιοντολογία σπονδυλοζώων*
- *Μικροπαλαιοντολογία*– μελέτη μικροσκοπικών μορφών
- *Παλαιοβοτανική*
- *Παλυνολογία* – γύρη και σπόρια
- *Παλαιοιχθυολογία* – ιχνοαπολιθώματα
- *Παλαιοοικολογία*
- *Ταφονομία* – μελέτη των μεταθανάτιων διαδικασιών που ελέγχουν την διατήρηση των απολιθωμάτων

# Απολιθώματα;

- Η παλαιοντολογία ασχολείται με την μελέτη των απολιθωμάτων
- «Τα απολιθώματα αντιπροσωπεύουν τα διατηρημένα ή αντικατεστημένα υπολείμματα, ή τα ίχνη ζωής προϊστορικών μορφών ζωής, που βρέθηκαν σε ιζηματογενή πετρώματα»
- Παλαιότερα των 10000 χρόνων

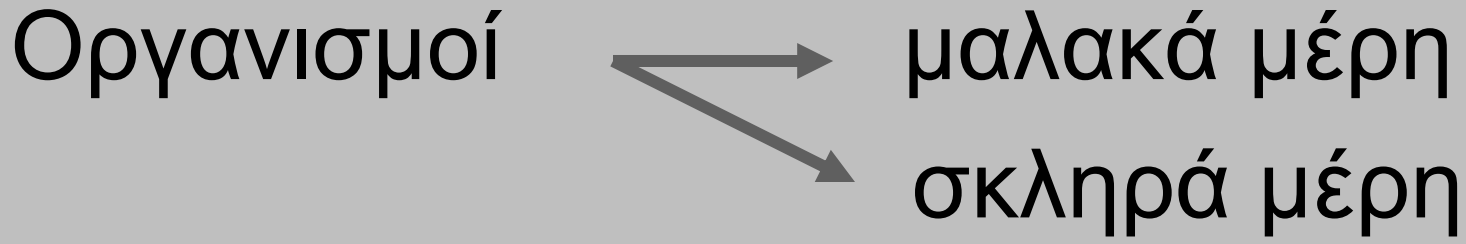
# Απολίθωση

- Το σύνολο των ανόργανων διεργασιών που επιτρέπουν σε κάποιον οργανισμό ή τμήματα του να διατηρηθούν μετά τον θάνατό του, και μετά την άμεση ταφή/κάλυψη του.
- Η διεργασία αυτή είναι σπάνια και λαμβάνει χώρα **μόνο** σε περιοχές απόθεσης ιζημάτων.
- Μόνο ένας μικρός αριθμός οργανισμών απολιθώνεται (περίπου ένα είδος κάθε 5000).





# Διατήρηση



μαλακά μέρη : ιστοί, πρωτεΐνες, λίπη,  
κτλ.

σκληρά μέρη : οστά, δόντια, κελύφη,  
ξύλο

# Διατήρηση

- Κυρίως απολιθώνονται τα σκληρά μέρη
- Τα μαλακά μέρη σπάνια διατηρούνται και **μόνο** κάτω από πολύ ειδικές συνθήκες (**εξαιρετική διατήρηση**)
- Βιολογικοί και φυσικοί παράγοντες εύκολα καταστρέφουν όχι μόνο τα μαλακά αλλά και τα σκληρά μέρη

# Διατήρηση

Για να μπορέσει να διατηρηθεί λοιπόν ένας οργανισμός ως απολίθωμα, θα πρέπει:

- Να έχει σκληρά μέρη
- Να θαφτεί γρήγορα κάτω από ιζήματα
- Μετά την ταφή να αποφύγει την φυσική, χημική, βιολογική καταστροφή

# Απολιθώματα (Κατηγορίες)

1. Απολιθώματα σώματος
    - i. Πραγματικά
    - ii. Αποτυπώματα
  2. Ιχνοαπολιθώματα
  3. Χημικά απολιθώματα
- Ψευδοαπολιθώματα

# Απολιθώματα σώματος

- Διατήρηση μαλακών μερών
- Διατήρηση σκληρών μερών

# μαλακά μέρη

- **Κατάψυξη:**  
Ολόκληρα  
κατεψυγμένα ζώα  
κλεισμένα μέσα σε  
πάγους ή  
παγωμένα εδάφη



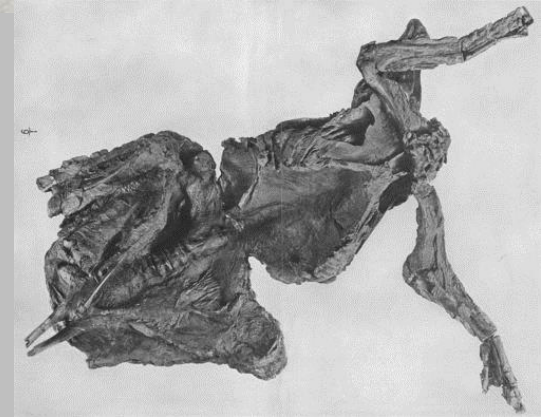
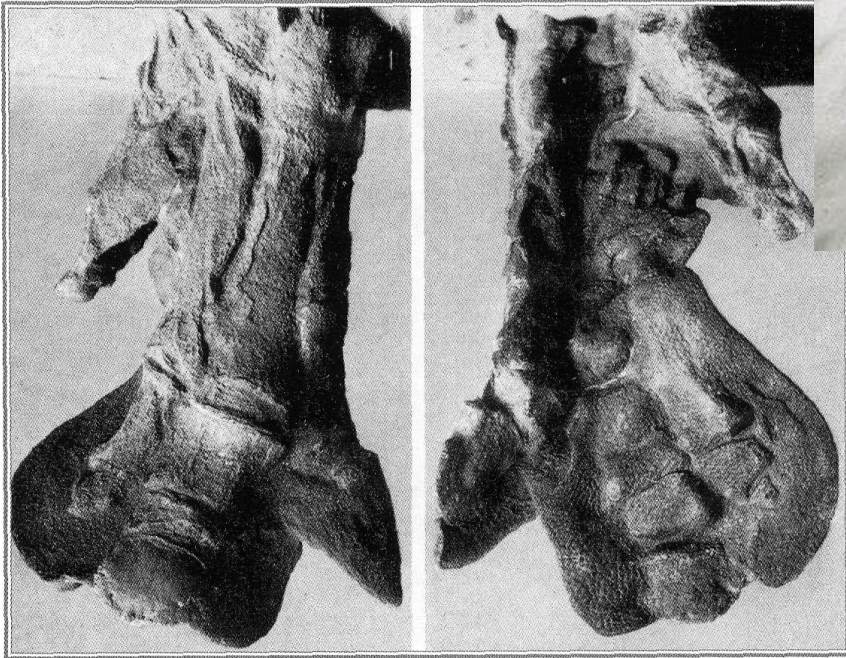
# μαλακά μέρη

- **Κεχριμπάρι:** Κυρίως μικρά πλάσματα που παγιδεύονται σε ρετσίνι (φυτικές ρητίνες) με μεγάλο ιξώδες



# μαλακά μέρη

- **Μουμιοποίηση:**  
Αφυδάτωση  
κουφαριών σε ζεστά  
και ξηρά κλίματα.





# μαλακά μέρη

- **Πίσσα:** οργανισμοί που παγιδεύονται σε επιφανειακές εμφανίσεις



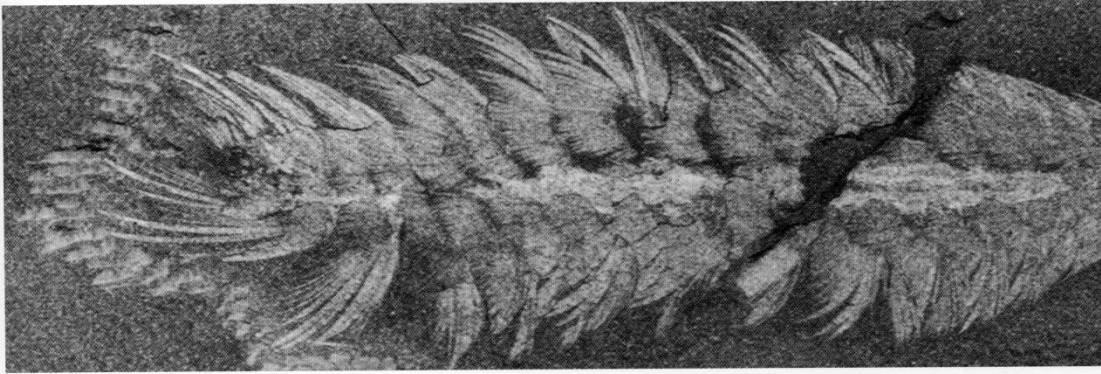
# μαλακά μέρη

- **Τύρφη:** Μαλακά μέρη οργανισμών που καλύφθηκαν από νερό πλούσιο σε φυτικά υπολείμματα σε αποσύνθεση



# μαλακά μέρη

- **Εκμαγείωση:** ίχνη των μαλακών μερών σε λεπτόκοκκα ιζήματα



# μαλακά μέρη

- **Ενανθράκωση (αναερόβια) και Απανθράκωση:** Οργανικά μέρη των φυτών εμπλουτίζονται σε άνθρακα και διατηρούνται.



# μαλακά μέρη

- **Πυριτίωση** : Ταφή σε λάσπη και αντικατάσταση από σιδηροπυρίτη (ορυκτό του πυριτίου).



# μαλακά μέρη

- **Φωσφορίωση:** Αντικατάσταση από φωσφορικά άλατα.



# σκληρά μέρη

- Ανακρυστάλλωση (π.χ.) Αραγωνίτης σε ασβεσίτη: Το ασταθές ορυκτό αραγωνίτης μετατρέπεται σε ασβεσίτη.



# σκληρά μέρη

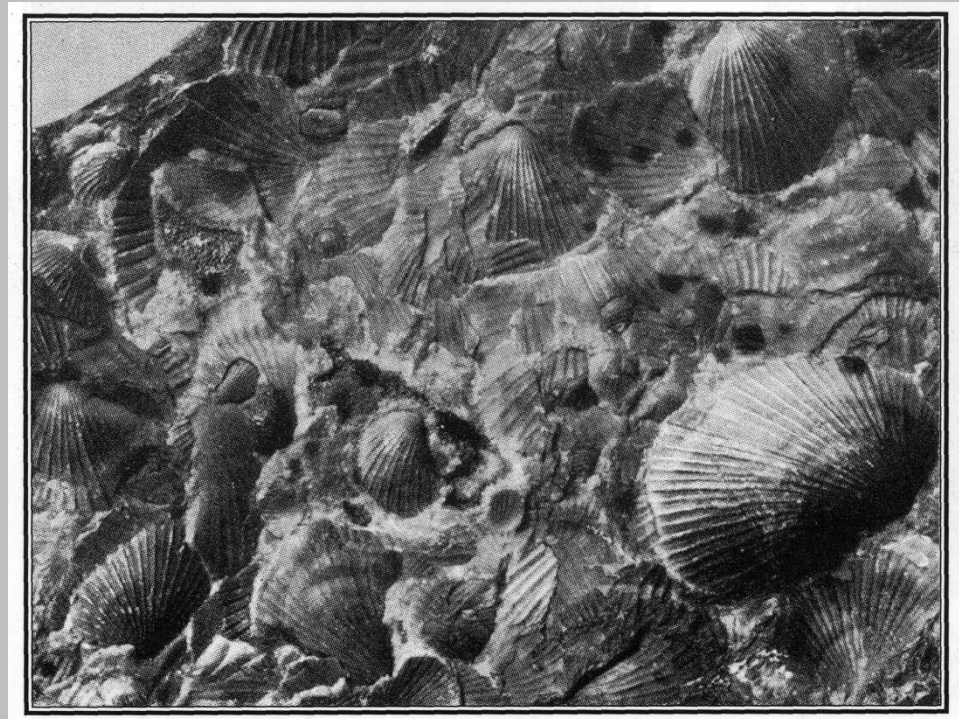
- **Λιθοποίηση:** Τα σκληρά μέρη εμποτίζονται ή αντικαθίστανται από ορυκτά, που σχηματίζονται από διαλυμένα στο υπεδαφικό νερό χημικά ιόντα.





# σκληρά μέρη

- **Διάλυση των σκληρών μερών:**  
Όξινα νερά μπορούν να διαλύσουν τα σκληρά μέρη. Παραμένει το εξωτερικό εκμαγείο (καλούπι). Αν οι εσωτερικές κοιλότητες γεμίσουν τότε σχηματίζεται και εσωτερικό εκμαγείο.







# σκληρά μέρη

- **Περιλίθωση (η επιφλοΐωση):** Ανθρακικό ασβέστιο (περιασβέστωση) ή διοξείδιο του πυριτίου (περιοπαλλίωση), αποτίθεται γύρω από τα υπολείμματα των οργανισμών.



# Ιχνοαπολιθώματα

Σημάδια πάνω στο ίζημα από την δραστηριότητα των οργανισμών

- Αποτυπώματα βάδισης
- Ίχνη
- Οπές (burrows) – σε μαλακό ίζημα
- Διατρήσεις (borings) – σε σκληρά υλικά
- Ίχνη ριζών
- Φωλιές
- Αυγά
- Κοπρόλιθοι
- Δαγκώματα

# Ιχνοαπολιθώματα

Τα ιχνοαπολιθώματα προσφέρουν πληροφορίες για παλαιοβάθη του νερού, παλαιορεύματα, τη διαθέσιμη τροφή, και τους ρυθμούς απόθεσης των ιζημάτων.

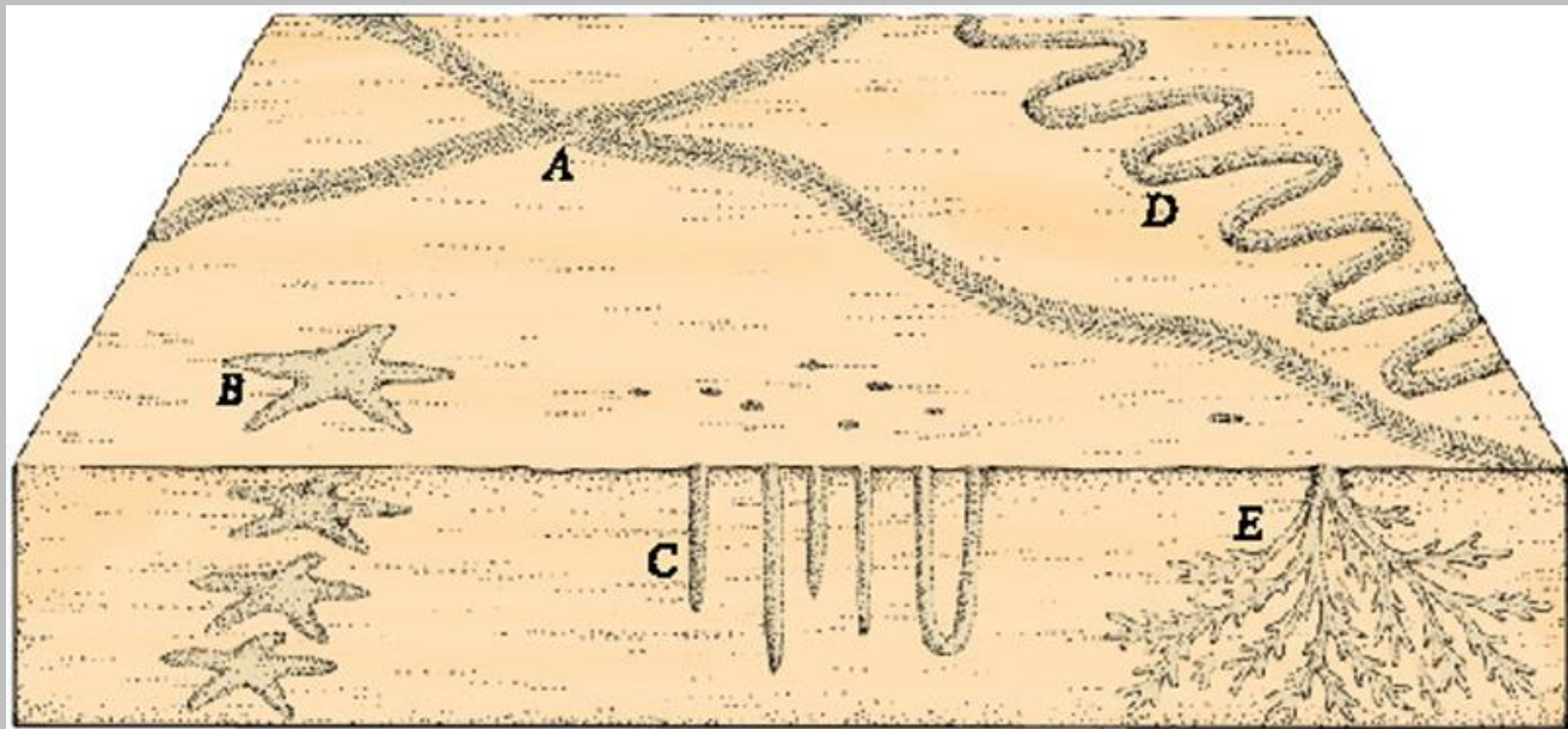
Τα αποτυπώματα προσφέρουν πληροφορίες για την δομή του ποδιού, τον αριθμό των ποδιών, το μήκος του ποδιού, την ταχύτητα, την συμπεριφορά οργανισμών που ζουν σε ομάδες και τις αντιδράσεις μεταξύ τους.

# Κατηγορίες Ίχνοαπολιθωμάτων

1. Ίχνη ανάπτυξης-ακινησίας
2. Ίχνη ερπυσμού
3. Ίχνη βοσκής
4. Ίχνη διατροφής
5. Ίχνη κατοικίας
6. Ίχνη παγίδων
7. Ίχνη αρπαγής
8. Ίχνη διαφυγής
9. Ίχνη ισορροπίας
10. Ίχνη ταφής







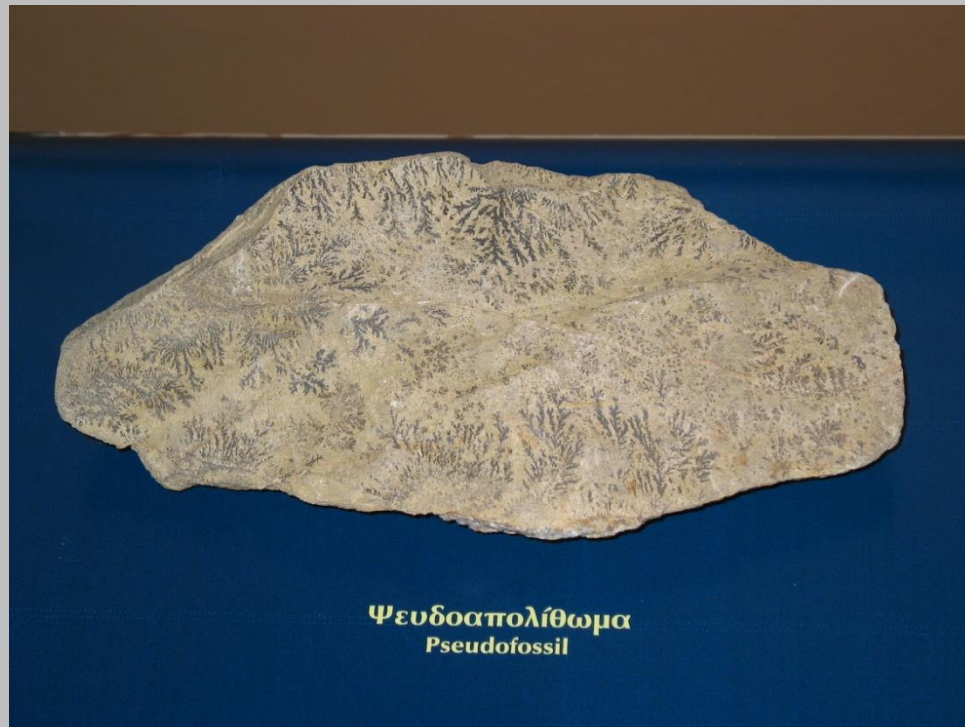


# Χημικά απολιθώματα

Μερικές φορές, αν και τα πραγματικά υπολείμματα των οργανισμών απουσιάζουν από τα πετρώματα, υπολείμματα βιογενών οργανικών υλικών μπορούν να ανιχνευτούν γεωχημικά ( $C^{12}$ ,  $C^{13}$ , P)

# Ψευδοαπολιθώματα

Δομές η μορφές με ανόργανη προέλευση που παρουσιάζουν ομοιότητες με οργανικά λείψανα (δενδρίτες, ασβεστούχος πηλός, κτλ).



- Τα υπολείμματα φυτικών και ζωικών οργανισμών που εξαφανίστηκαν κατά την Ολόκαινο εποχή και τα βρίσκουμε σήμερα τα ονομάζουμε **υποαπολιθώματα**.
- Τους οργανισμούς που ζουν σήμερα τους ονομάζουμε **αρτίγονους**.

# Τύποι απολιθωμάτων

1. Χαρακτηριστικά ή καθοδηγητικά
2. Ζωντανά ή συντηρητικά
3. Φάσεως
4. Σύμμικτα
5. Συχνότητας

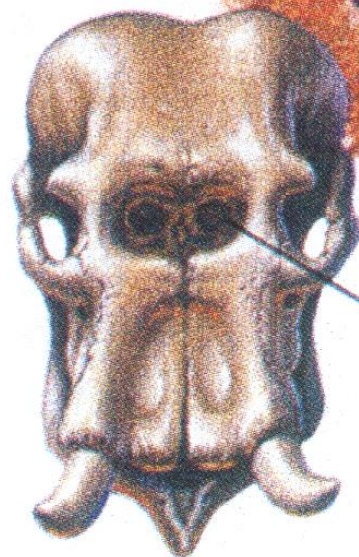
# ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

# Πότε έγιναν γνωστά τα πρώτα απολιθώματα στους ανθρώπους;

Γιγαντιαία απολιθωμένα οστά σε επιφανειακές αποθέσεις, αποτελούν σίγουρα πειστικές ενδείξεις ότι βοήθησαν να γεννηθούν μύθοι, ήρωες και παραδόσεις.

Ιστορίες σχετικές με γίγαντες και δράκους: στην Ελληνική μυθολογία Κύκλωπες, Τιτάνες κτλ., στην Κέλτικη τα Φιν, στην Σκανδιναβική τα Γύμιρ, στην Αγγλοσαξονική τα Γκογκ και τα Μαγκογκ, στην Κινέζικη οι δράκοι.





Ρινική κοιλότητα

# Στην Αρχαία Ελλάδα

Τα κλασσικά έργα από τον Θαλή (6<sup>ος</sup> π.Χ.) μέχρι τον Αυγουστίνο (4<sup>ος</sup> μ.χ.) είναι γεμάτες αναφορές για διάσπαρτα οστά.

Ο Αναξίμανδρος (6<sup>ος</sup> π.Χ.) στο ποίημα του «Περί Φύσεως» διατύπωσε μια πρώιμη εξελικτική θεωρία, αναφέροντας ότι τα πρώτα ζώα γεννήθηκαν στο υγρό στοιχείο (εν υγρώ γεννηθήναι τα πρώτα ζώα) και ο άνθρωπος προήλθε από τα ψάρια (το δε άνθρωπον ετέρω ζώω γεγονέναι, τουτέστι ιχθύι).

Ο Ξενοφάνης (6<sup>ος</sup> π.Χ.) στο έργο του «περί της φύσεως» αναγνωρίζει την προέλευση απολιθωμένων κοχυλιών και φύλλων κλεισμένων σε πετρώματα και αναφέρει ότι δημιουργήθηκαν αφού κλείστηκαν στη λάσπη που ξεράθηκε και διατηρήθηκε η μορφή τους. (Ηρόδοτος, Ιπποκράτης, Εμπεδοκλής).

Ο Αριστοτέλης (4<sup>ος</sup> π.Χ.) πιστεύει στις εναλλαγές χέρσου και θάλασσας, προετοιμάζει τον δρόμο για την Παλαιοντολογία.

Μερικές δίνουν ακριβείς προσδιορισμούς, σαν τον Ευφόριο (200π.Χ.) και τον Πλούταρχο (100μ.Χ.) που αναφέρουν στα έργα τους τον μύθο των Νηάδων από το νησί της Σάμου. Ο Ευφόριος δίνει σχετικά ακριβείς πληροφορίες ότι τα οστά που βρέθηκαν στο νησί ανήκουν σε γιγάντια και επικίνδυνα ζώα που έζησαν κάποτε στο νησί. Ο Πλούταρχος αναφέρει ότι μερικά από τα οστά ανήκουν σε απομεινάρια πολεμικών ελεφάντων που χρησιμοποίησε ο Διόνυσος για να νικήσει τις Αμαζόνες στη Σάμο.

# Ο Μεσαίωνας

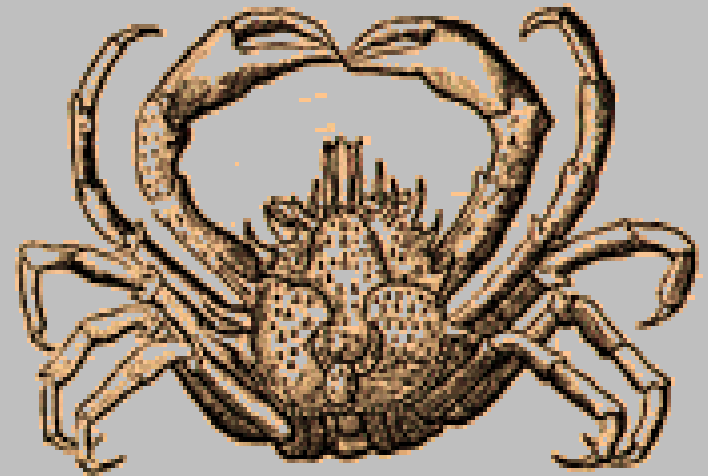
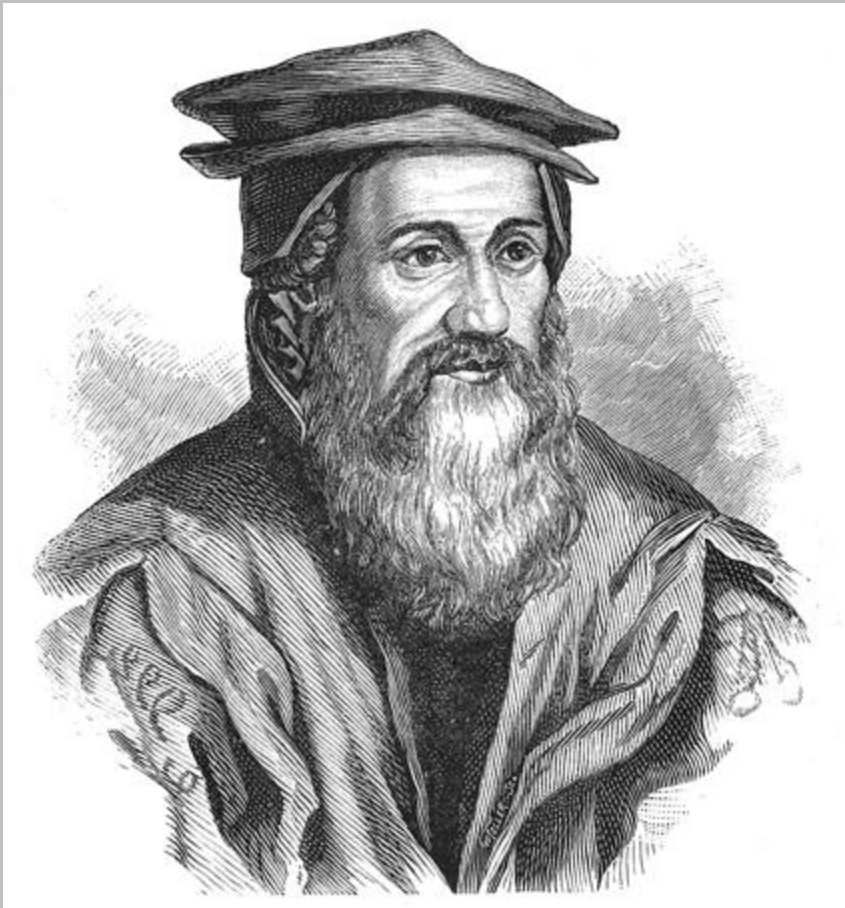
- Ibn Sina (11<sup>ος</sup> μ.χ.) στο βιβλίο του *Γαση από την άγνοια* δέχεται την πραγματική προέλευση των απολιθωμάτων.
- Shen Kuo (11<sup>ος</sup> μ.χ.) αναγνώρισε θαλάσσια απολιθώματα.



# Η Αναγέννηση (15<sup>ος</sup>-16<sup>ος</sup> αιώνας)

- Οι Leonardo da Vinci και Fracastoro εκφράζουν ακριβείς απόψεις για απολιθώματα που βρέθηκαν στην Ιταλία

Ο πρώτος που αποτύπωσε ένα πραγματικό απολίθωμα ήταν ο Ελβετός Conrad Gesner το 1558, ένα απολιθωμένο καβούρι.

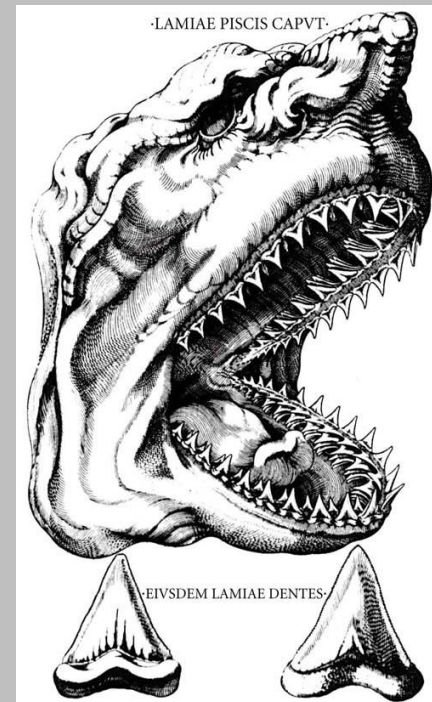


# Λογοκρισία

- Στο τέλος του 16<sup>ου</sup> ο Γάλλος Bernard Palissy αναγνωρίζει ομοιότητες μεταξύ απολιθωμένων μορφών με αρτίγονους και υποστηρίζει δημόσια την προέλευση τους. Φυλακίζεται στην Βαστίλη και πεθαίνει εκεί το 1589.



Ο Δανός Niels Stensen ή γνωστός ως Steno (1638-86), θεωρείται ως ο πατέρας της Παλαιοντολογίας, της Στρωματογραφίας και της Κρυσταλλογραφίας. Βοήθησε στην κατανόηση της φύσης των απολιθωμάτων και προσδιόρισε την οργανική τους προέλευση.



# Απολιθώματα

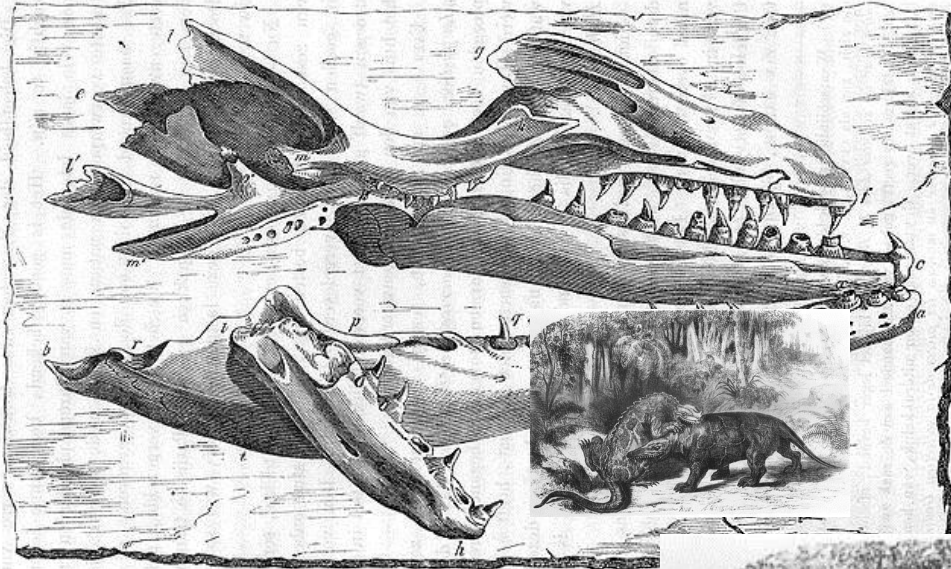
- Την ίδια περίοδο ο Robert Hooke υποστηρίζει την οργανική προέλευση των απολιθωμάτων
- Στο τέλος του 17<sup>ου</sup> αιώνα ο John Woodward παντρεύει τα απολιθώματα με τα ιζήματα και θεωρεί ότι ιζήματα κάλυψαν υπολείμματα οργανισμών στη διάρκεια μιας πλημμύρας



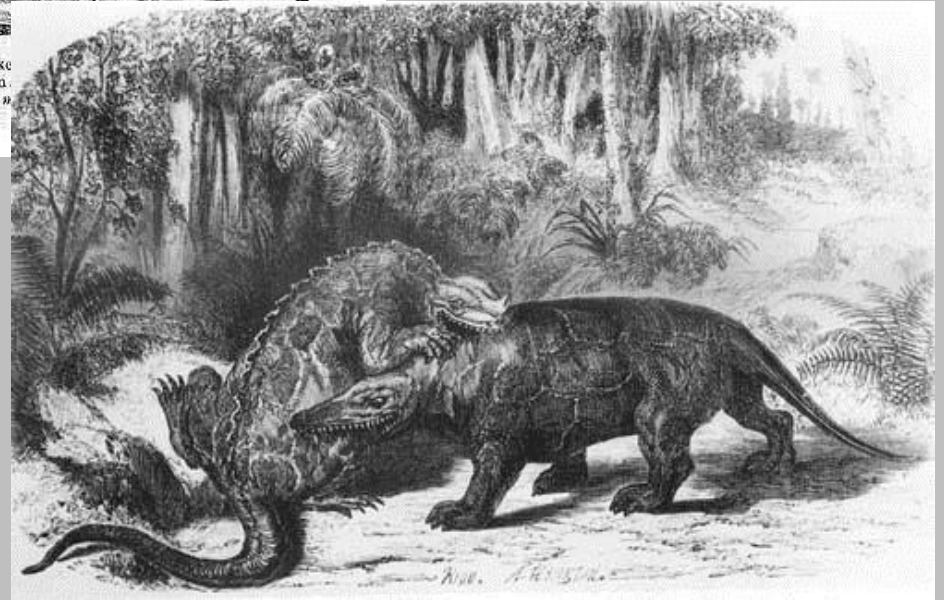
# Το τέρας του Μάαστριχτ (1780)

waar dit merkwaardig overblijfsel eener vroegere schepping bewaard werd, zich in de nabijheid van dit fort bevond, gaf hij aan de artillerie

Fig. 5.



*a b* Regter onderkaakstak van de buitenvlakte gezien; *v* gewrichtsholte; *c* linke gezien, waarvan het achterste geelcelte, eenigzins bedekt door de vleugelbeenderen. deelte van het linker bovenkaaksbeen; *g f* regter bovenkaaksbeen; *k l m* en *K l n*



# Καταστροφισμός

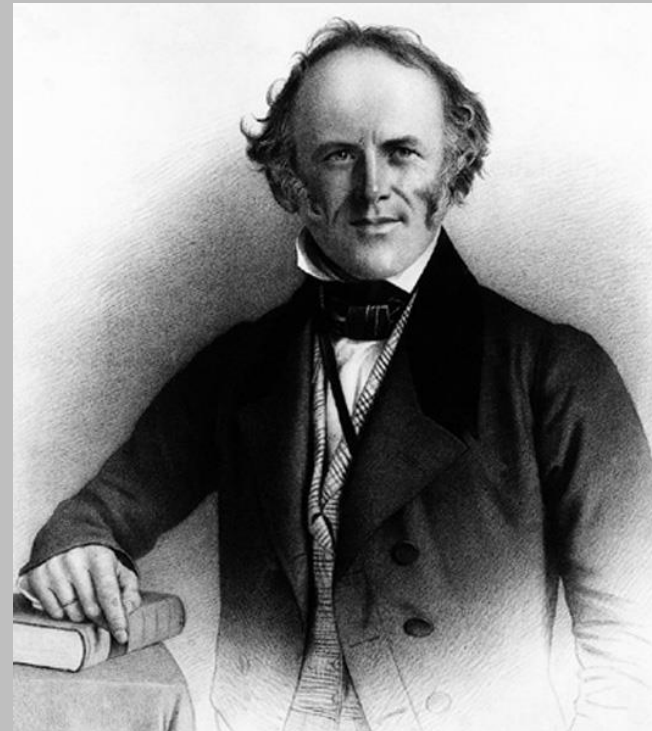
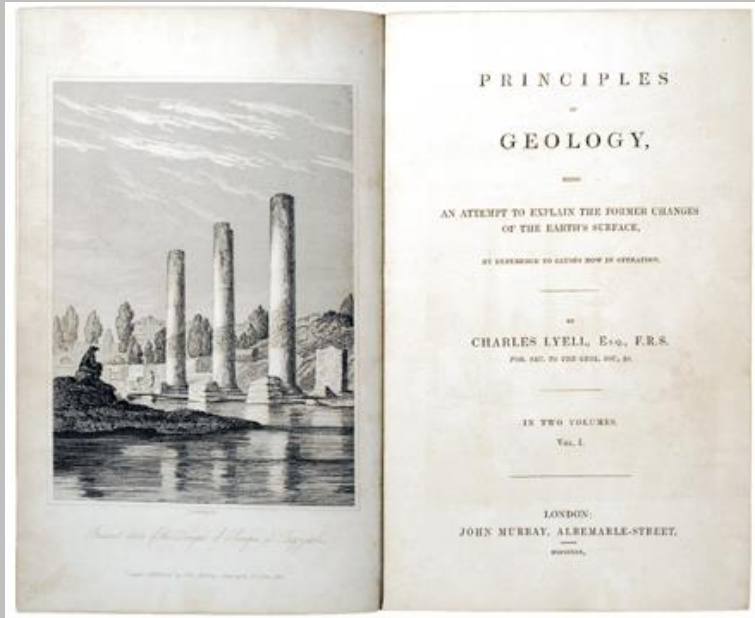
Απότομες αλλαγές στα απολιθώματα μετά από ασυνέχειες, που οφείλονται σε καταστροφικές πλημμύρες (Cuvier)



Πίστευε ότι τα προϊστορικά ζώα ήταν διαφορετικά από τα σημερινά, και όσο παλαιότερα τόσο πιο διαφορετικά. Σχολή της σταθερότητας των ειδών

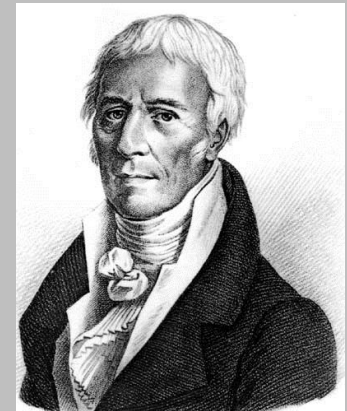
# Lyell (Ομοιομορφισμός)

Οι φαινομενικά απότομες αλλαγές στα απολιθώματα σε μία στρωματογραφική ακολουθία, οφείλονται σε στρώματα που έχουν διαβρωθεί και λείπουν λόγω μίας ασυνέχειας (Lyell).



# Jean Lamarck (1744-1829)

- Κύριος εκπρόσωπος της σχολής του Μεταμορφισμού και αντίπαλος του Cuvier.
- Θεμελιωτής της Βιολογίας, πρώτη ολοκληρωμένη ταξινόμηση των ασπόνδυλων οργανισμών.
- Τα βιβλία του έδωσαν πληροφορίες για την κατανόηση της σχέσης και εξέλιξης των οργανισμών.  
Θεμελιωτής της εξέλιξης μέσω προσαρμογής στο περιβάλλον.



# Η αρχή της διαδοχής των απολιθωμάτων (William Smith, 1769-1839)

Το 1816 στο έργο του "Αναγνώριση στρωμάτων από τα απολιθώματά τους" αναφέρει τα πιο χαρακτηριστικά είδη απολιθωμάτων για κάθε στρώμα. Το 1817 στο έργο του με τίτλο "Στρωματογραφικό σύστημα οργανικών απολιθωμάτων" περιγράφει 700 περίπου είδη απολιθωμάτων της Αγγλίας και της Ουαλίας και ορίζει την σημασία και την χρησιμότητά τους στην αναγνώριση των γεωλογικών στρωμάτων.

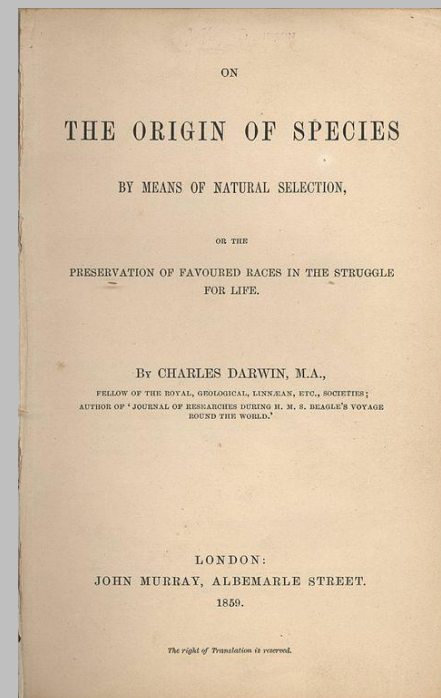
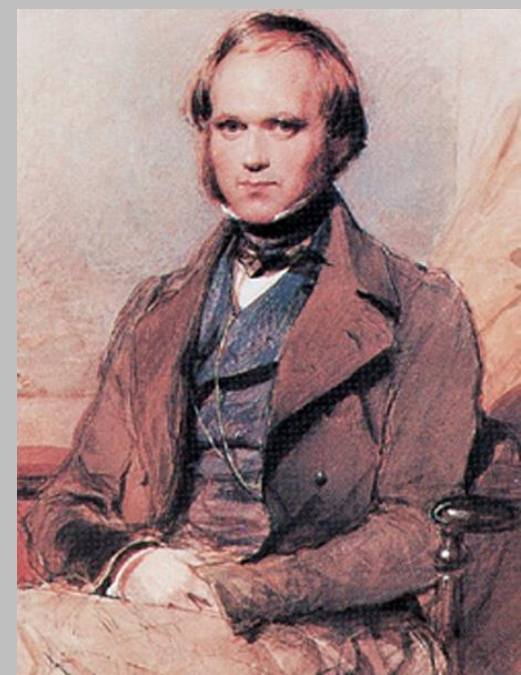
Τα απολιθώματα εμφανίζονται σε μία συνεχή κάθετη σειρά σε ιζηματογενή πετρώματα παντού στον κόσμο.

Οι Γεωλόγοι ερμηνεύουν αυτή τη διαδοχή ως το αποτέλεσμα της εξέλιξης.

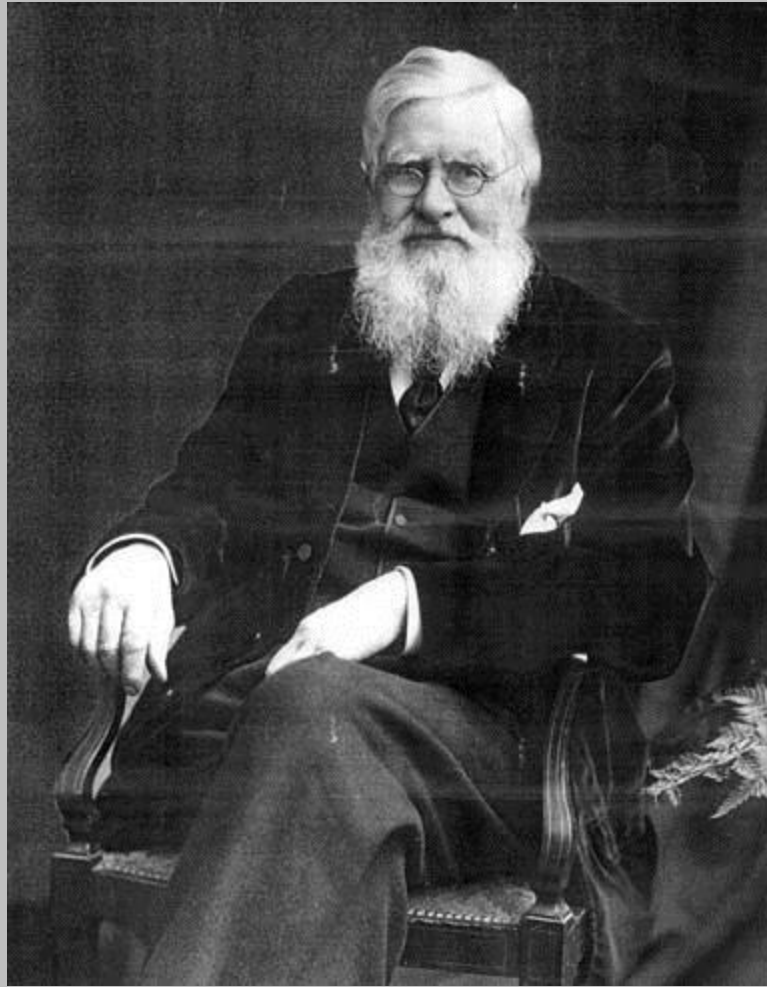


# Εξέλιξη

- Ο Γεωλόγος, βοτανικός και στη συνέχεια ζωολόγος, Charles Darwin (1809-1882) έδωσε μια υπόθεση για να εξηγήσει την παρατηρούμενη εναλλαγή απολιθωμάτων.
- Μαθητής του Lyell, και επηρεασμένος από τις απόψεις του Lamarck, του οικονομολόγου Malthus και μετά το ταξίδι του ως φυσιοδίφης με το H.M.S. Beagle (1831-1836), έγραψε το 1859 το βιβλίο «Η προέλευση των ειδών» με τη διαδικασία της φυσικής επιλογής.



# Alfred Wallace



# *Archaeopteryx*

- Το πιο γνωστό απολίθωμα πτηνού είναι η *Archaeopteryx*, που αν και δεν είναι το παλαιότερο ήταν το πρώτο που ανακαλύφθηκε.
- Βρέθηκε σε ηλικίας 150 εκ. ετών Ιουρασικό ασβεστόλιθο στο Solnhofen της Γερμανίας το 1861.
- Ήταν το θείο δώρο για τον Δαρβίνο, που αποδείκνυε το χαμένο κρίκο ανάμεσα σε δύο κύριες ομάδες ζώων, και ενίσχυε τη θεωρία της εξέλιξης.





# Δεινόσαυροι και άνθρωποι

- Αν και υπολείμματα δεινοσαύρων είχαν βρεθεί από τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, ο 19<sup>ος</sup> μπορεί να χαρακτηριστεί ως ο αιώνας των δεινοσαύρων με πληθώρα ευρημάτων.
- Το 1841 ο Richard Owen ονομάζει τα απολιθώματα μεγάλων ερπετών, δεινόσαυρους.
- Το 1856 ο Lartet εντοπίζει τον πρώτο μεγάλο πίθηκο στη Γαλλία (*Dryopithecus*)
- Ενώ την ίδια χρονιά στη περιοχή Neander της Γερμανίας ο Johann Fuhlrott τους πρώτους Νεότερνταλ