

Graptoliti

Che cosa sono i graptoliti?

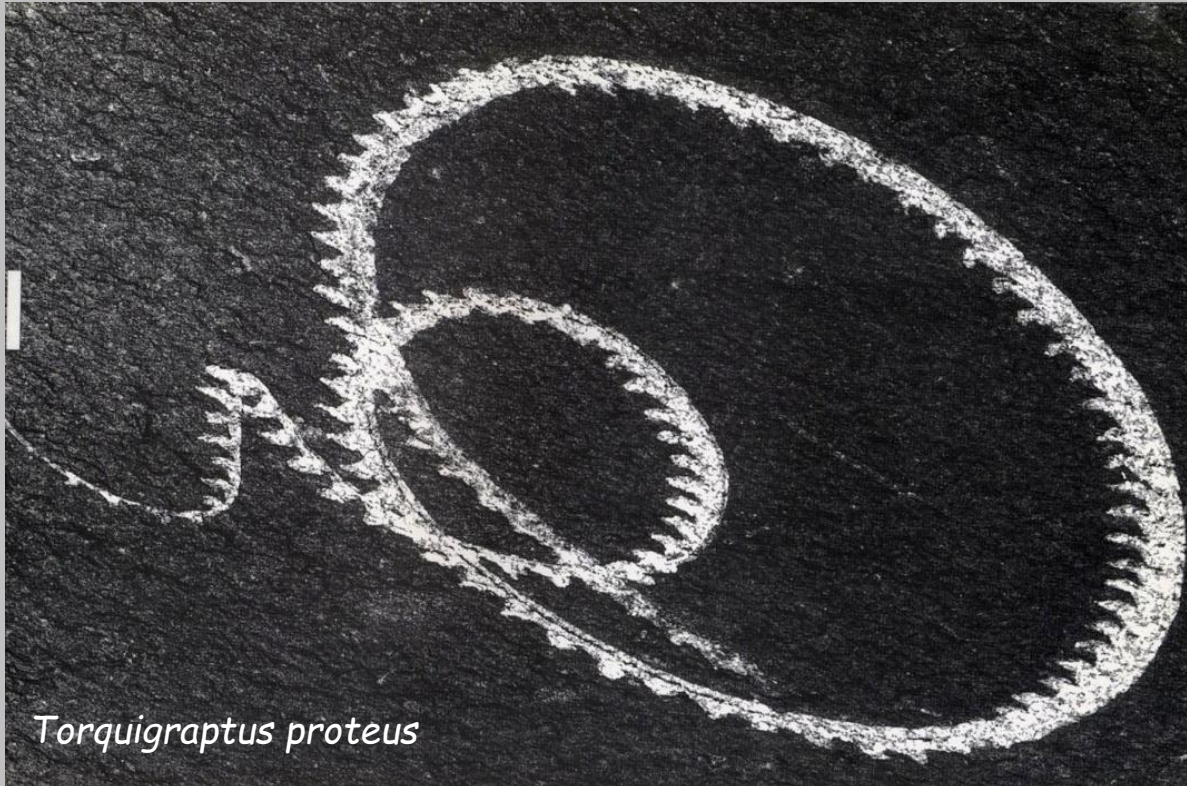
Il nome graptolite viene dal greco *graptos*, che significa "scrittura" e *lithos*, che significa "roccia" (da cui scrittura nella roccia) la cui origine è dovuta alla particolare forma di alcune colonie i cui scheletri fossilizzati, che si trovano schiacciati e carbonificati, fanno pensare ai tratti di una scrittura cuneiforme.



Che cosa sono i graptoliti?

I graptoliti erano **organismi coloniali marini**, che potevano vivere fissati al substrato o condurre vita pelagica, che hanno lasciato nei sedimenti piccoli esoscheletri di materiale organico.

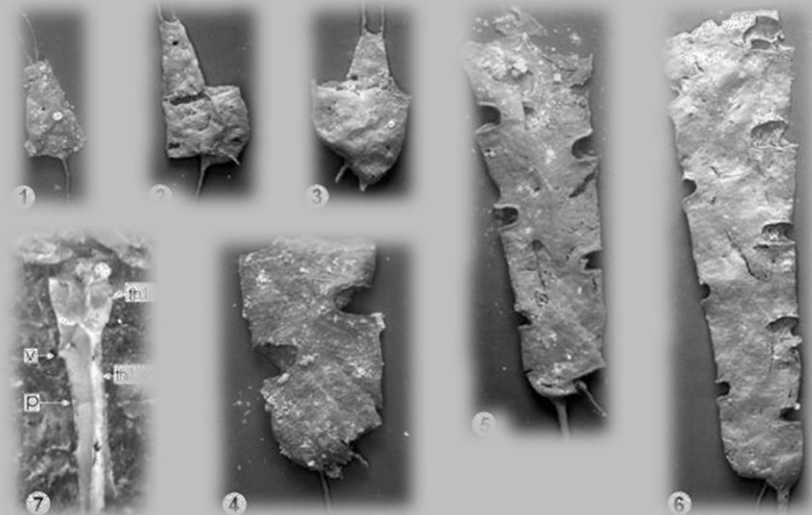
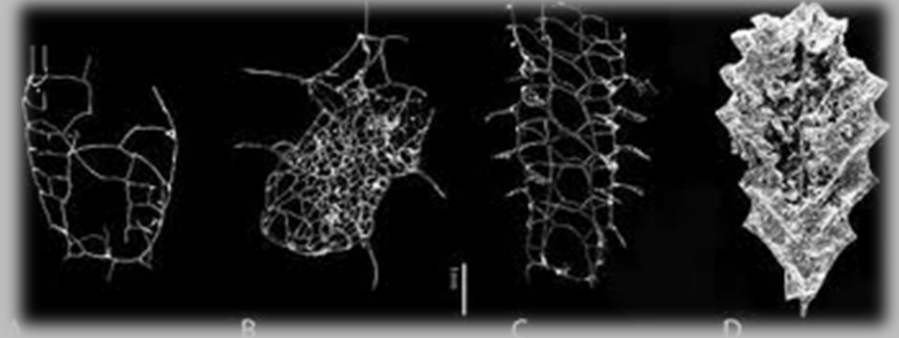
Sono noti dal **Cambriano Medio** al **Carbonifero**.



Che cosa sono i graptoliti?

La maggior parte dei graptoliti sono conservati sotto forma di sottili pellicole carboniose, avendo subito un appiattimento diagenetico e una fossilizzazione per carbonificazione.

Conservazioni eccezionali in **calcari** o **selci** hanno permesso di ottenere importanti informazioni sulla loro anatomia e quindi sulle loro affinità biologiche.



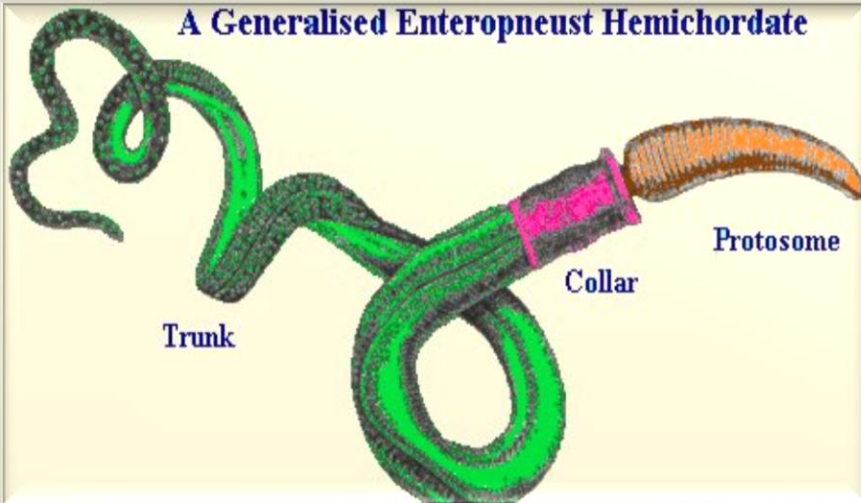
Che cosa sono

I Graptolithina sono la sola classe di importanza paleontologica del phylum Hemichordata, un piccolo phylum (un centinaio di specie) di animali considerati affini ai Chordata.



BIOCIDAC • J. Hottelmar

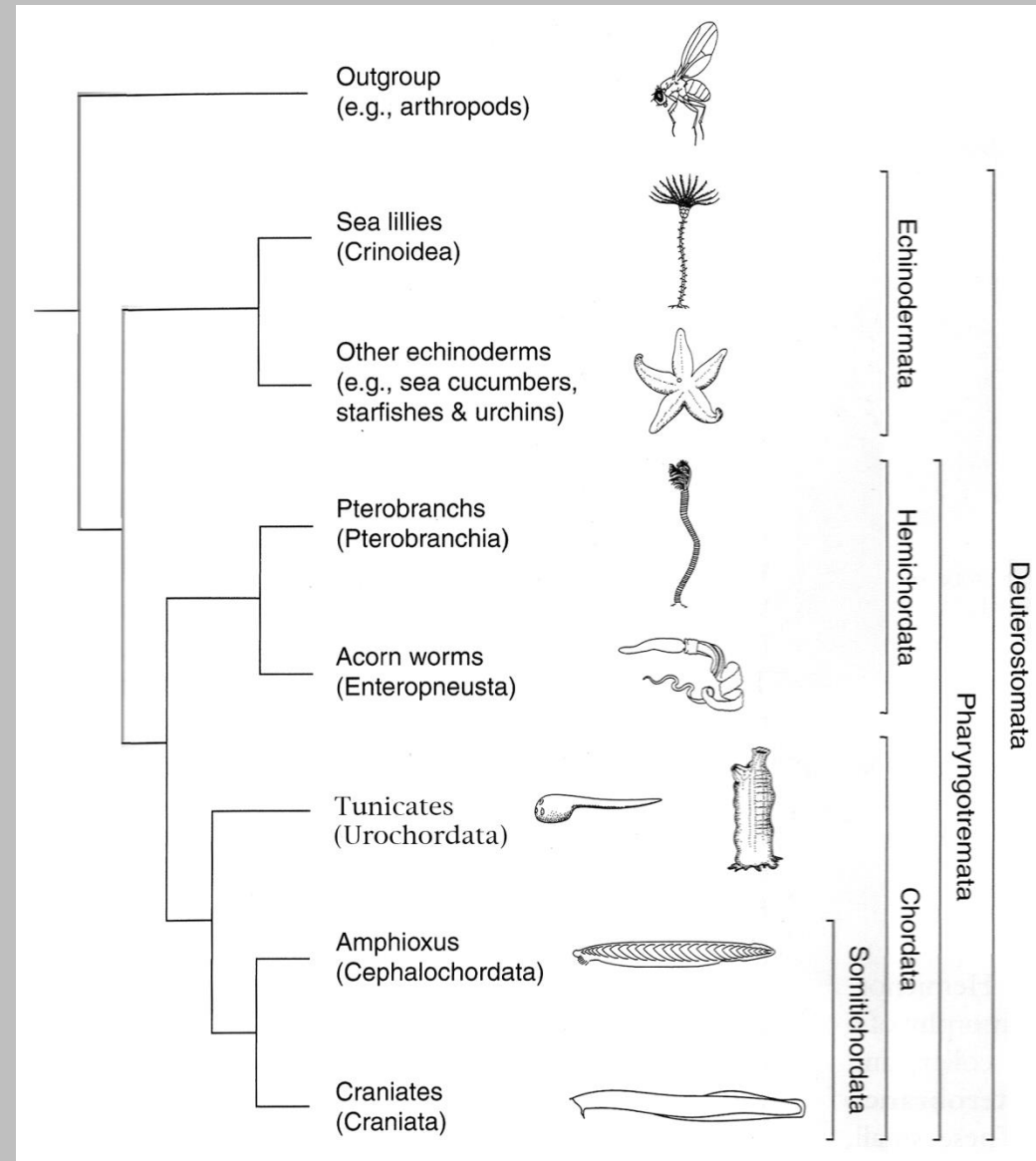
A Generalised Enteropneust Hemichordate



Gli emicordati sono caratterizzati da una divisione tripartita del corpo. All'estremità anteriore del corpo vi è un lobo pre-orale, dietro questo il collare e successivamente il tronco.

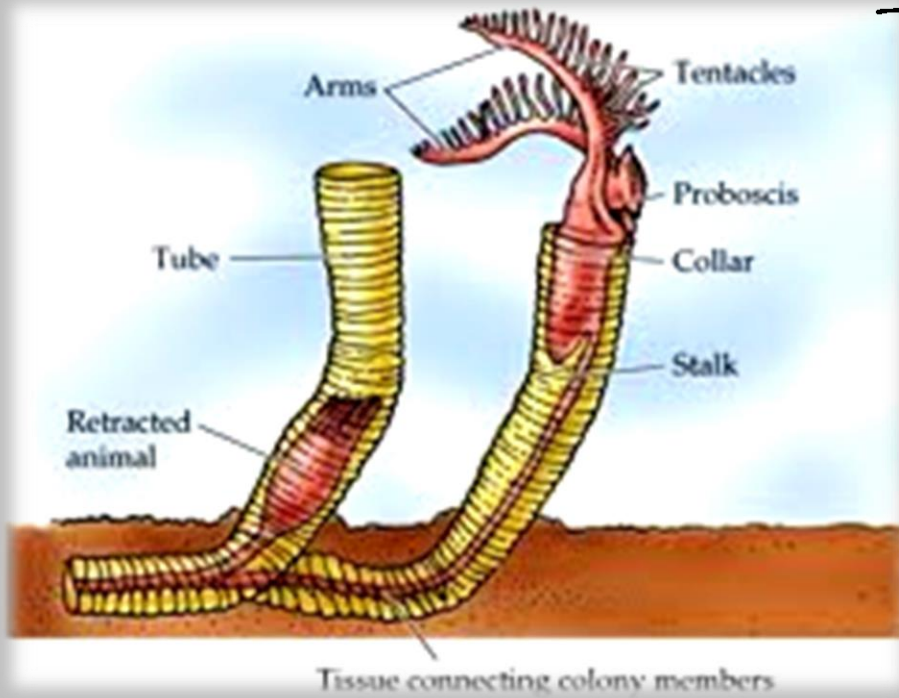
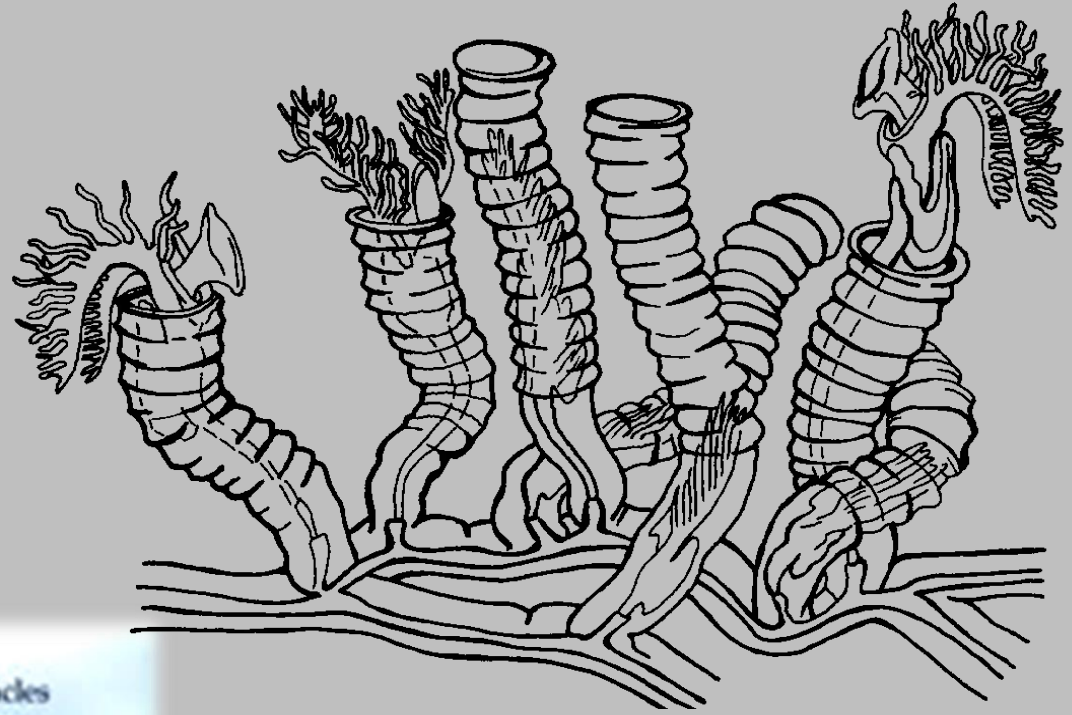
Il nome "emicordati" deriva da "mezzo- cordati" e in effetti ci sono somiglianze a livello embrionale fra le larve di Cordati, Echinodermi e **Emicordati** (simmetria bilaterale, stomocorda)

Tuttavia, gli emicordati non sono classificati come cordati anche se sono abbastanza strettamente connessi.



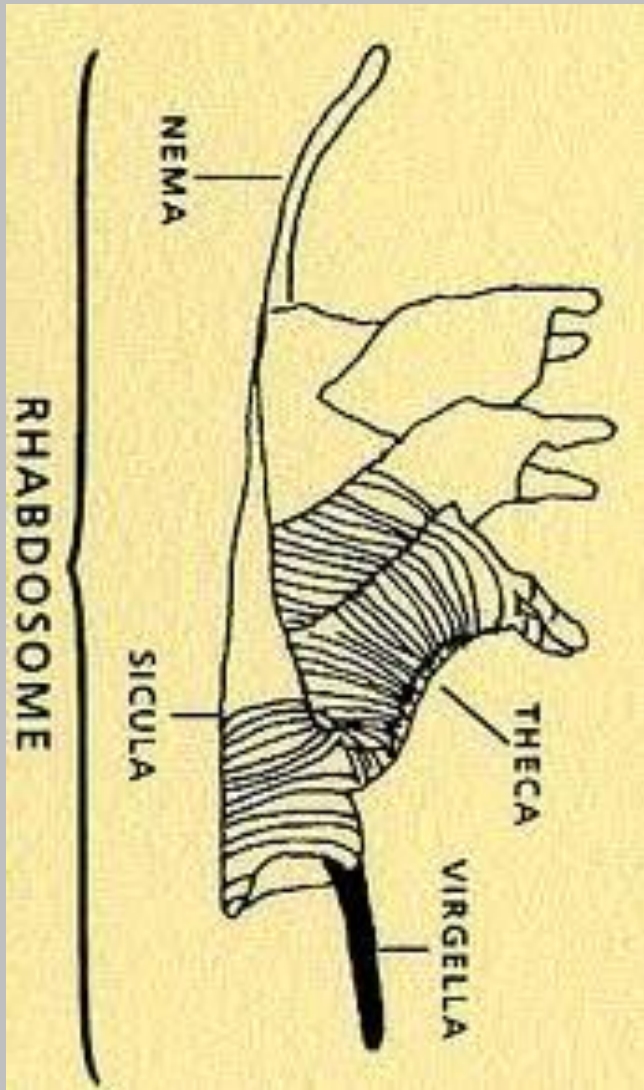
Che cosa sono

L'appartenenza dei Graptolithina agli Hemichordata si basa sulla struttura degli scheletri e l'organizzazione delle colonie



Graptolithina sono simili ai rhabdopleuridi, emicordati appartenenti alla classe dei pterobranchi.

Morfologia



Ogni colonia di graptoliti è conosciuta come **rabdosoma** ed ha un numero variabile di rami. Ogni ramo è generato da un individuo che risiede nella cella iniziale chiamata sicula.

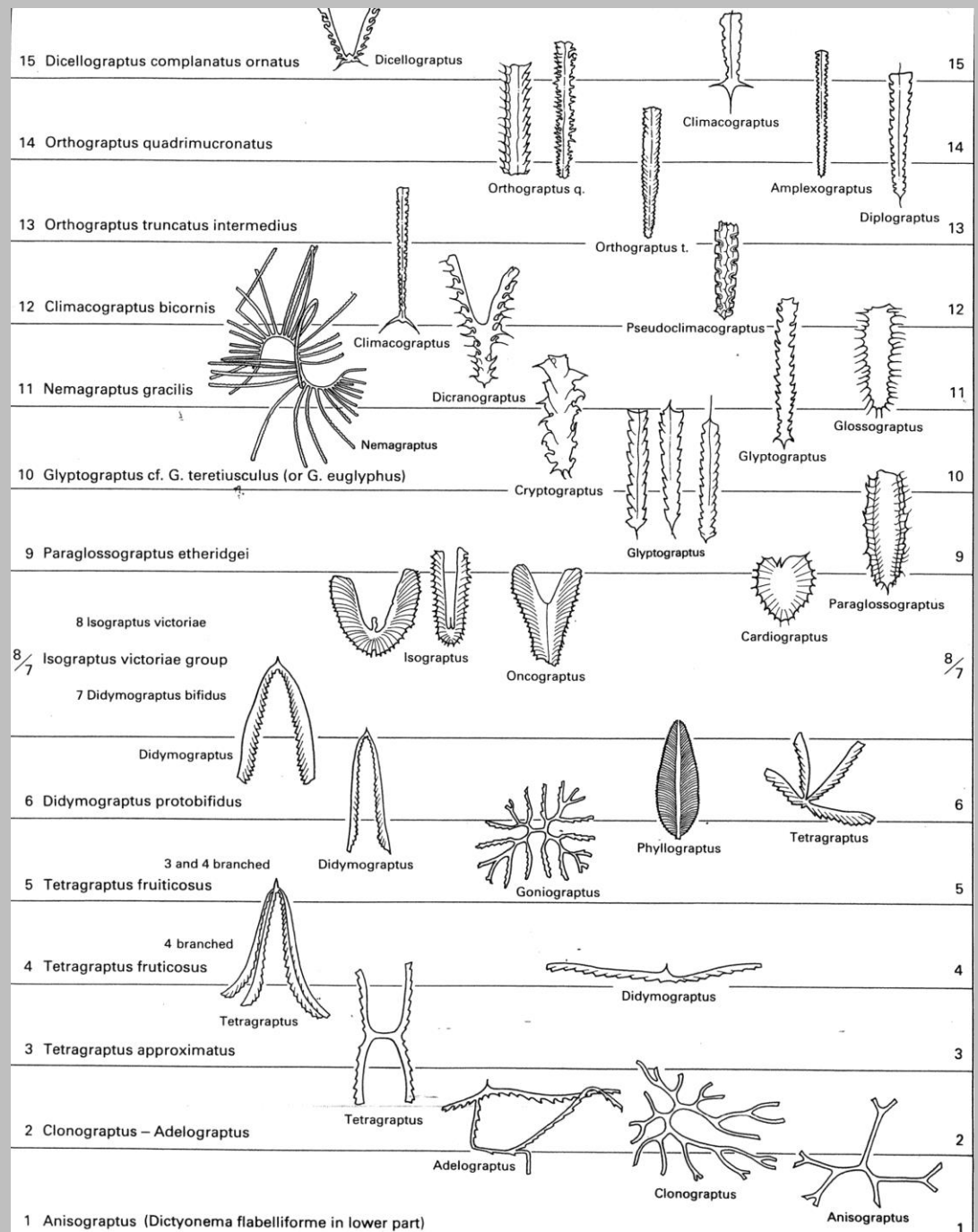
Ogni individuo successivo è alloggiato all'interno di una struttura tubolare o a forma di coppa (chiamata teca). il numero dei rami e la disposizione delle teche sono caratteristiche importanti nell'identificazione dei fossili di graptoliti

Morfologia graptolite planctonico

Morfologia - colonia

La colonia dei graptoliti ha assunto nel corso dei tempi diverse forme: da fittamente **ramificate** a **lineari** (uno o più rami).

Il numero e la forma dei rami per ogni colonia è un importante carattere di identificazione.

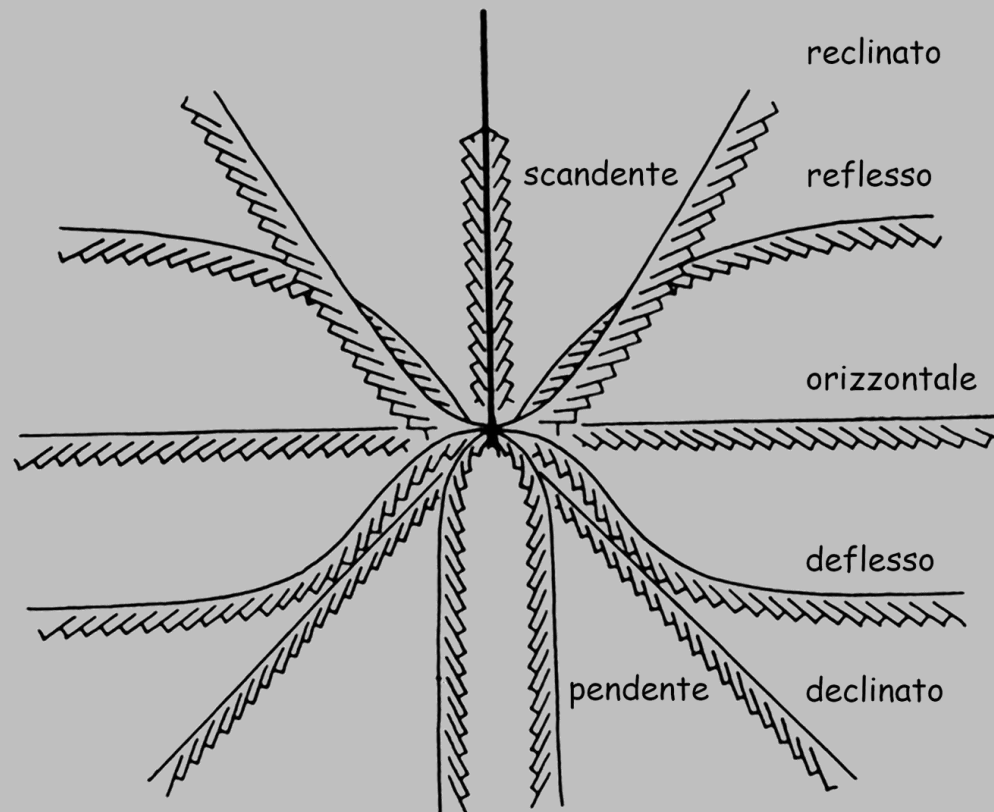


forme di graptoliti ordoviciani

Morfologia - radosoma

La forma delle colonie è estremamente varia; vi sono infatti colonie semplici formate da un ramo che può essere diritto, curvo o avvolto a spirale; oppure colonie più complesse formate da più rami fusi che a volte assumono una forma di petalo, oppure rami più o meno divergenti

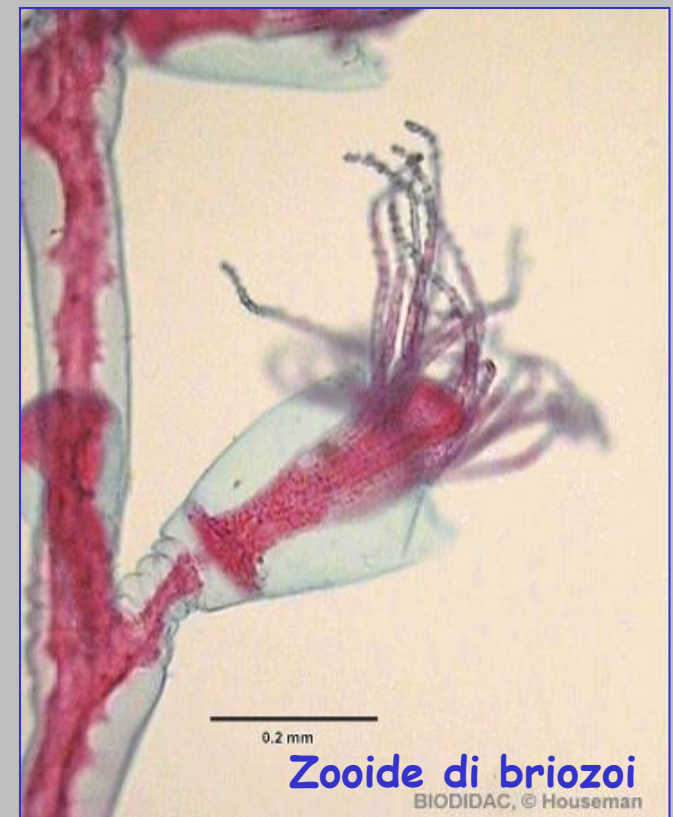
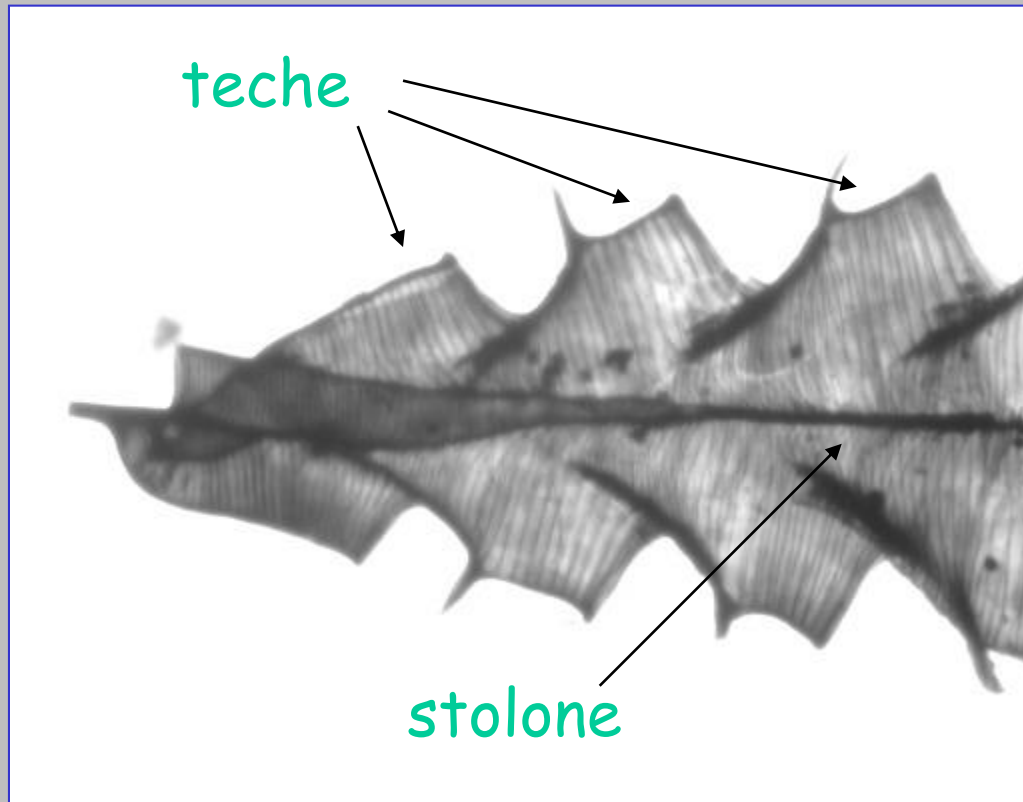
Il radosoma, con un numero di rami da 1 a 4, viene detto:



Morfologia - Zooide

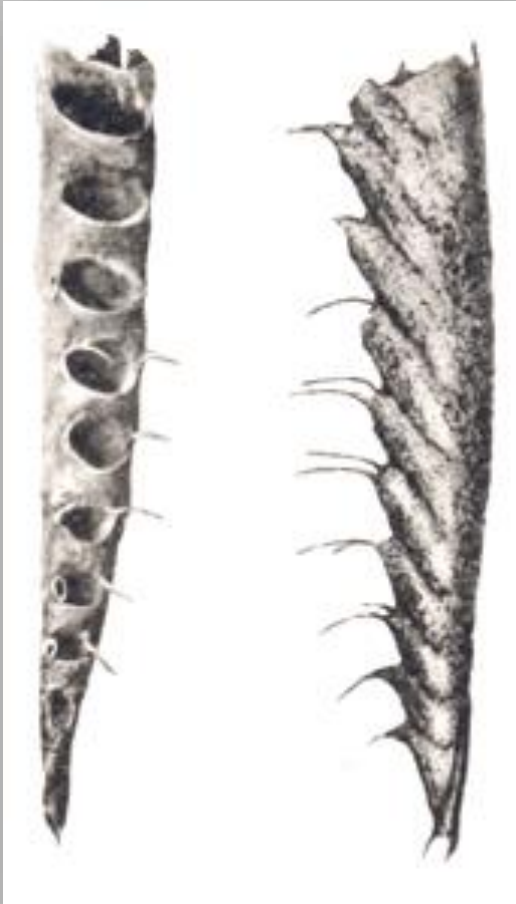


La colonia o rhabdosoma poteva essere costituita da una decina a migliaia di singoli individui (**zooidi**). Gli **zooidi**, di dimensioni al massimo millimetriche, erano alloggiati all'interno di strutture tubulari dette **teche**, ed erano connessi tra loro da tessuto vivente (**stolone**).

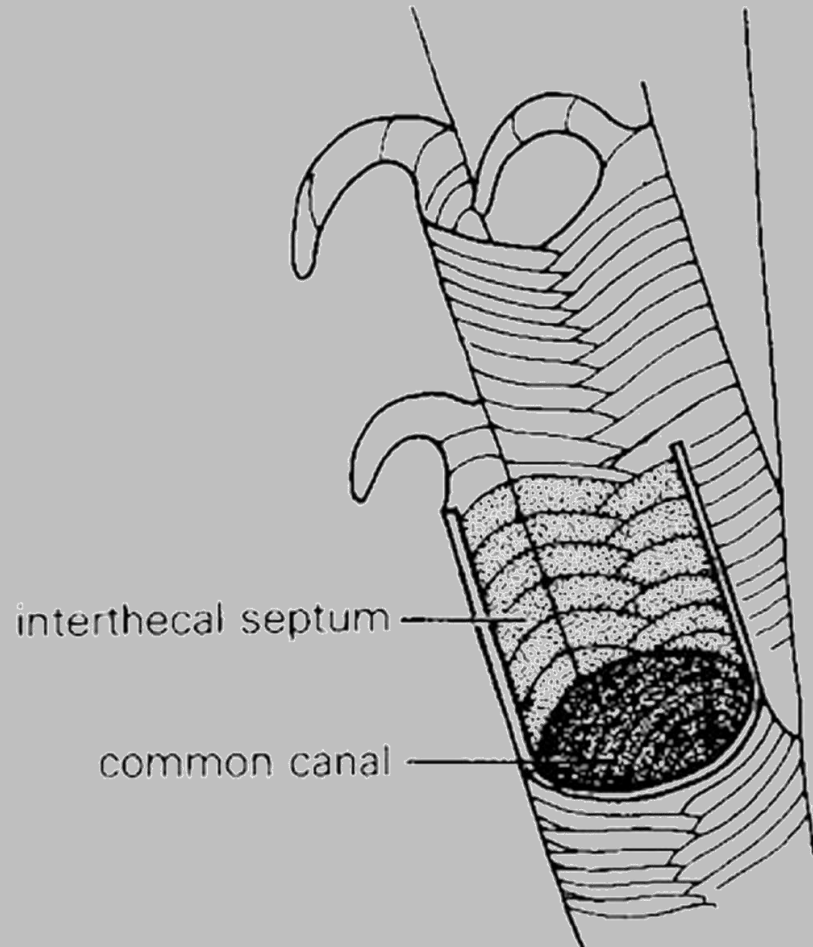


Morfologia - teche

Le **teche**, che ospitavano gli zooidi, erano costituite da sostanza organica proteica molto resistente. Ogni serie lineare di teche formava un ramo della colonia. La morfologia delle teche è importante per la determinazione dei graptoliti



Saetograptus salweyi

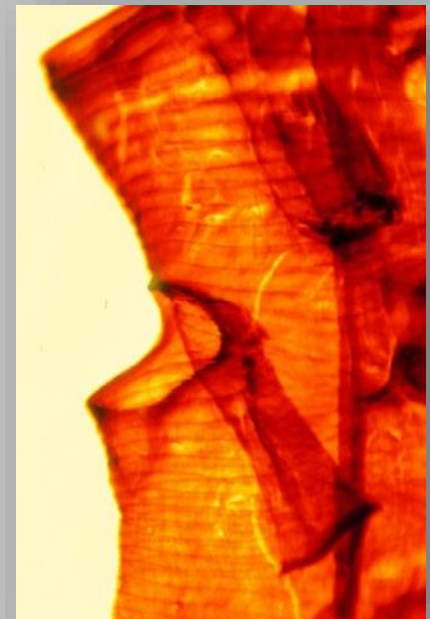
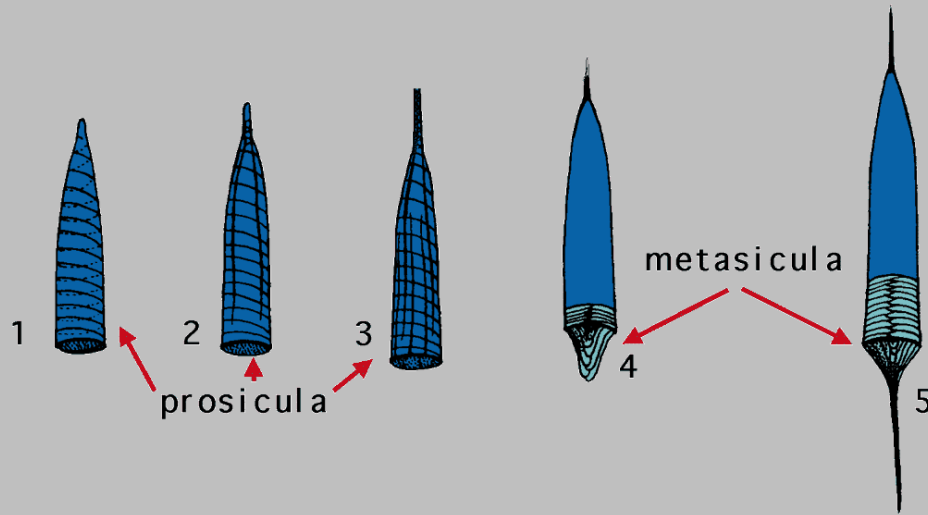
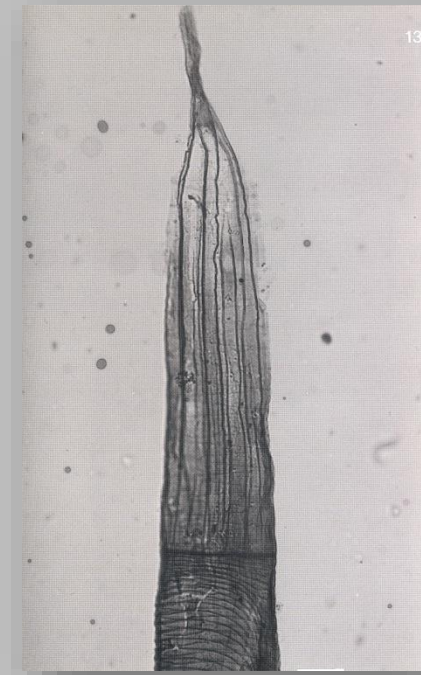


Le teche si originavano da una loggia embrionale di forma conica chiamata **sicula** suddivisa in due parti:

una parte apicale (prosicula)

una parte aperturale (metasicula) costituita da anelli ben marcati (detti **fuselli**)

I **fuselli** si alternavano sovrapponendosi parzialmente in modo che le estremità formassero una sutura a zig-zag sia sulla faccia dorsale sia su quella ventrale. Questa **struttura fusellare** non è limitata alla metasicula ma è presente nelle pareti di tutte le teche del radosoma.

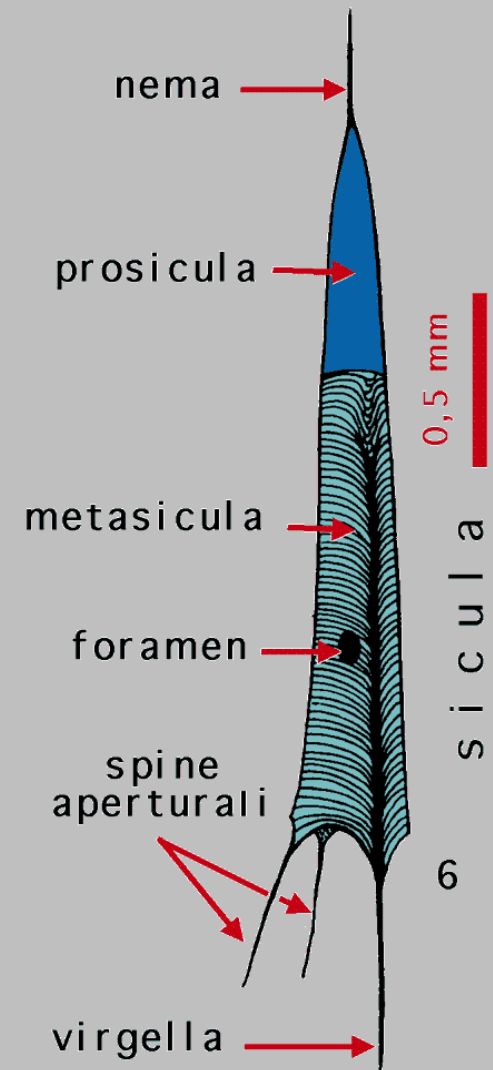
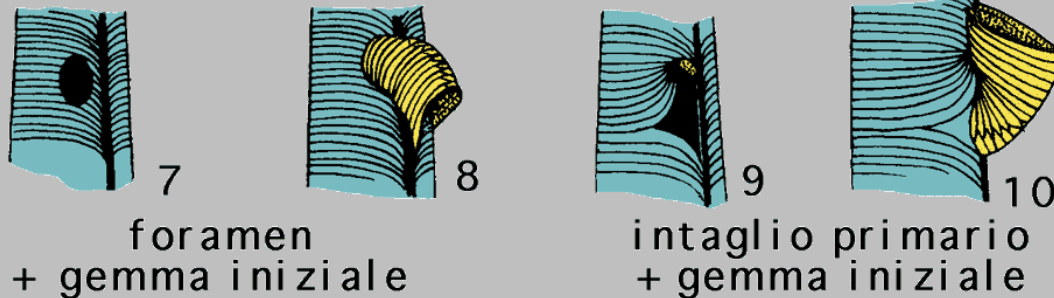


Morfologia - sicula

Nella metasicula è presente foro o una tacca (**foramen**) attraverso la quale fuoriesce la gemma iniziale che da origine alla prima teca.

Dall'apice della sicula si diparte un sottile filamento tubulare, il **nema** o **virgula**, che fornisce l'appoggio per le teche e lo sviluppo della colonia.

Nella metasicula la giunzione della struttura fusellare forma una struttura filamentosa che la irrobustisce e che viene chiamata **virgella**.



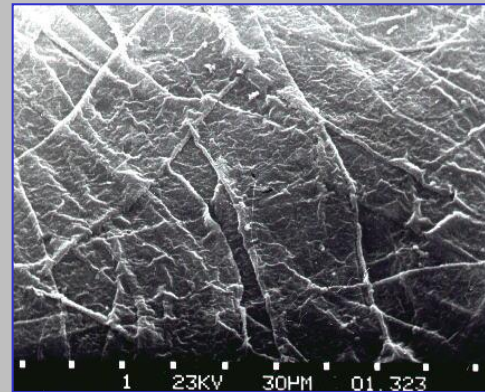
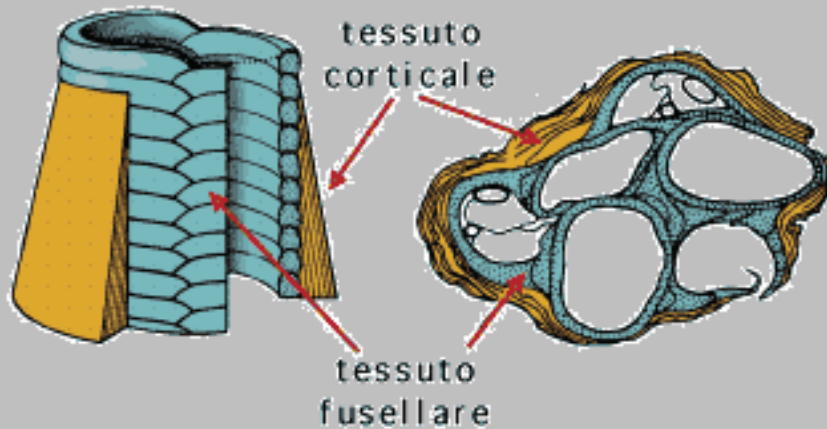
Composizione delle parti dure

Il materiale fossilizzato che costituisce il radosoma viene detto **periderma** ed è riferibile ad una proteina strutturalmente molto simile a fibrille di **collagene**.

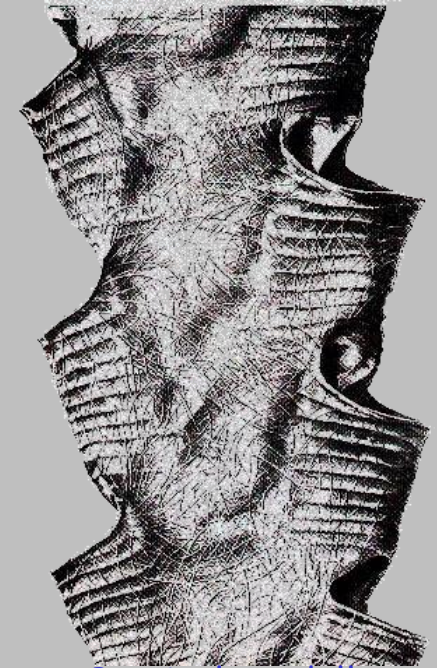
Esso è formato da due strati:

uno strato interno di **tessuto fusellare**

uno esterno di **tessuto corticale**



Ingrandimento del tessuto corticale al microscopio elettronico



Particolare della struttura fusellare e corticale di un *Climacograptus*

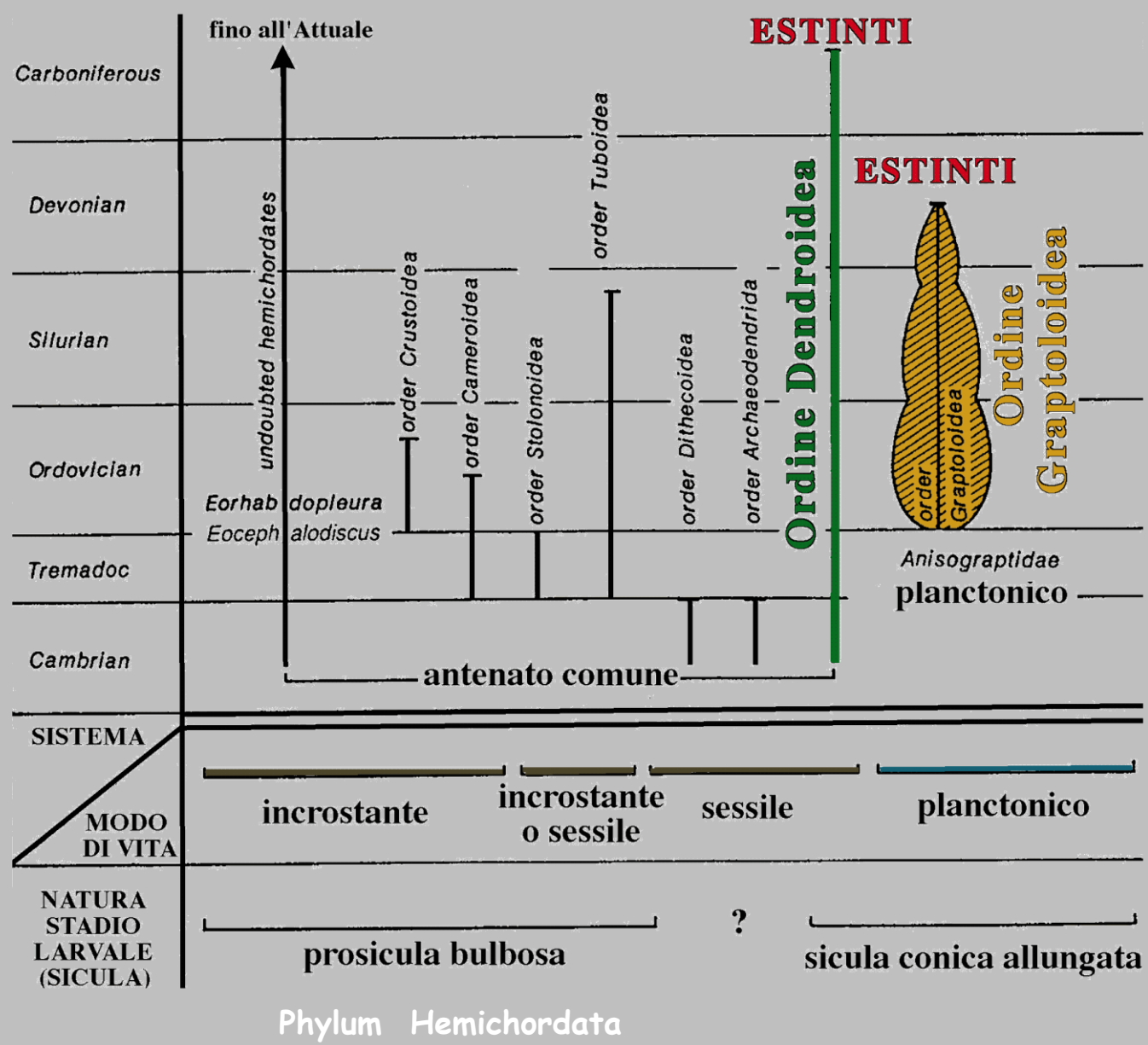
Il tessuto corticale, che ha funzione di rivestimento di consolidamento, è formato da sottili lamine parallele che vengono deposte sulla superficie esterna del radosoma

Classificazione

All'interno della classe Graptolithina vi sono 8 diversi ordini di cui 6 cambriani o ordoviciani:

- Tubeoidea
- Crustoidea
- Camaroidea
- Stolonoidea
- Dithecoidea
- Archaeodendrida

Dendroidea
Graptoloidea



Phylum Hemichordata

Ordine Dendroidea (Cambriano medio - Carbonifero)

Sono i più antichi tra tutti i graptoliti e anche quelli morfologicamente più complessi. Si tratta di forme in prevalenza bentoniche sessili (rare quelle planctoniche), a cespuglio, estremamente ramificate.



Ptylograptus



Acanthograptus

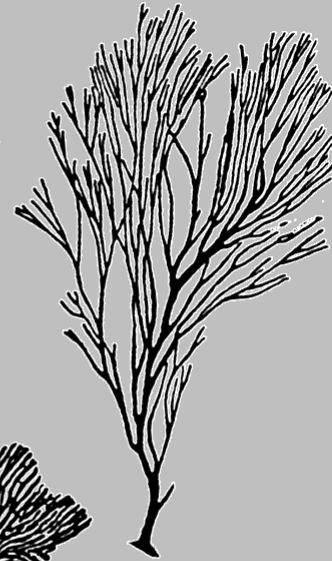


Dicotyonema

5 mm



Dictyonema

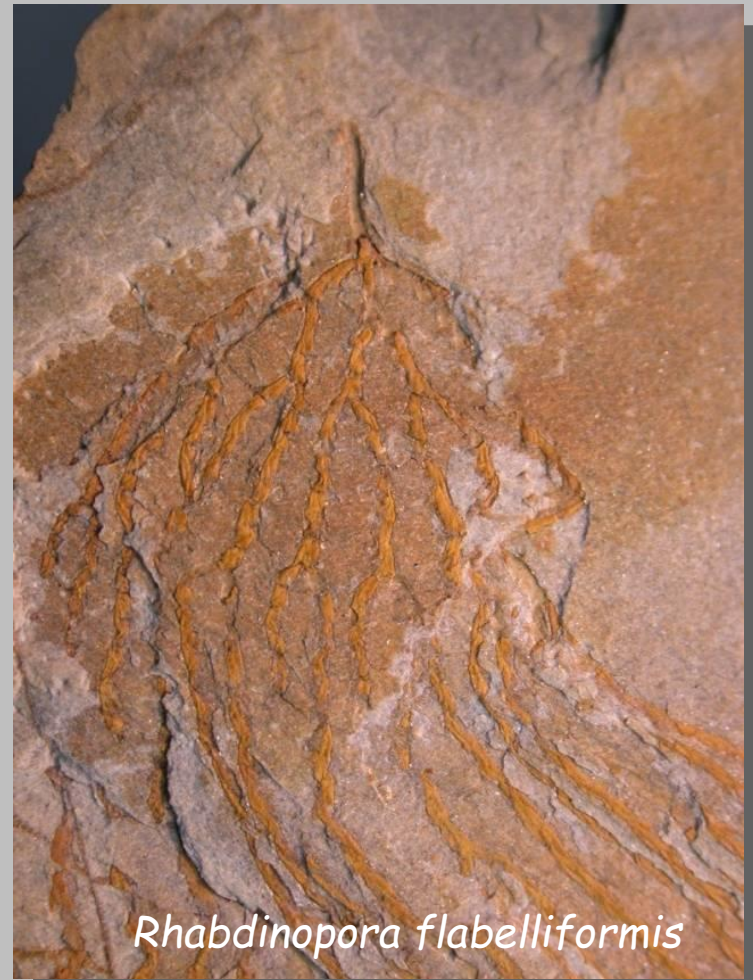
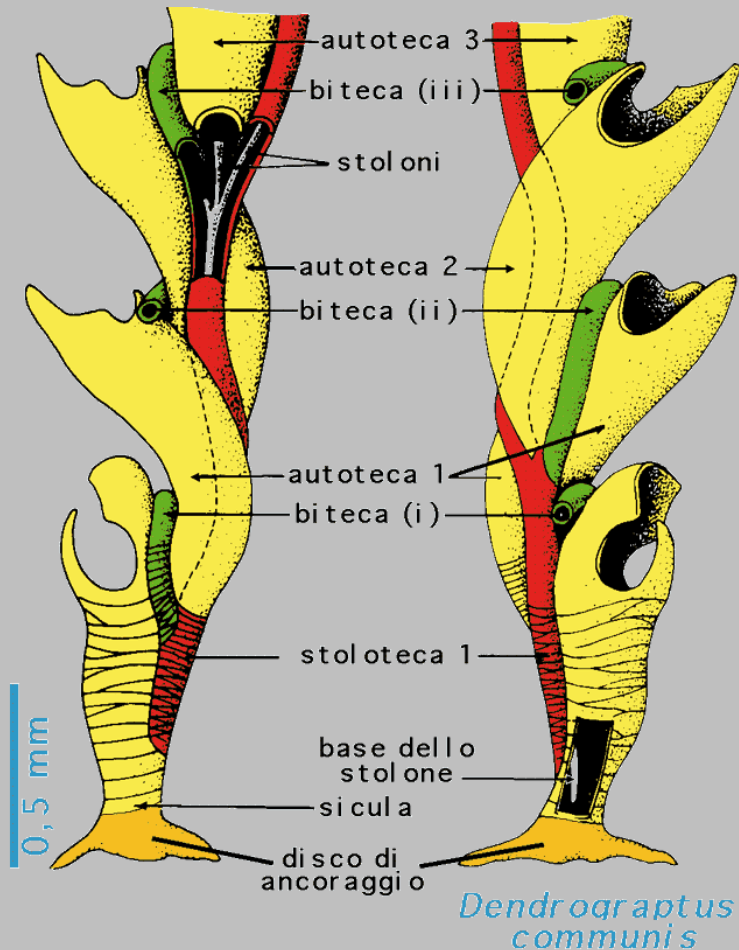


Dendrograptus

Ordine Dendroidea (Cambriano medio - Carbonifero)

Le colonie sono polimorfiche con due tipi di teche, le **autoteche**, più grandi, e le **biteche**, più piccole.

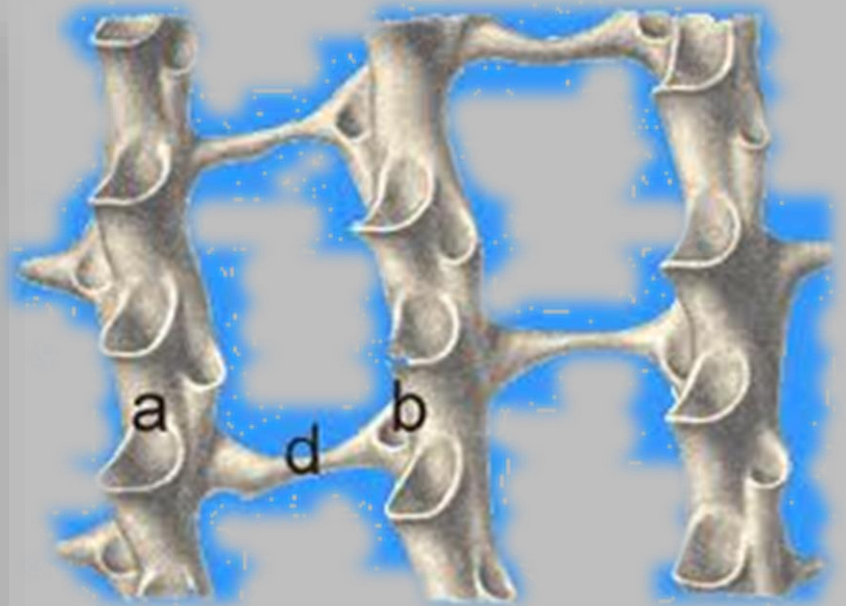
La parte di autoteca e di biteca che contiene lo stolone è stata chiamata impropriamente **stoloteca**, dato che non racchiudeva nessun tipo particolare di zooide.



Ordine Dendroidea (Cambriano medio - Carbonifero)

Le colonie sono formate da numerosi rami su ognuno dei quali possono essere presenti centinaia o migliaia di teche, in genere tubulari e con le aperture contornate da spine o da flange.

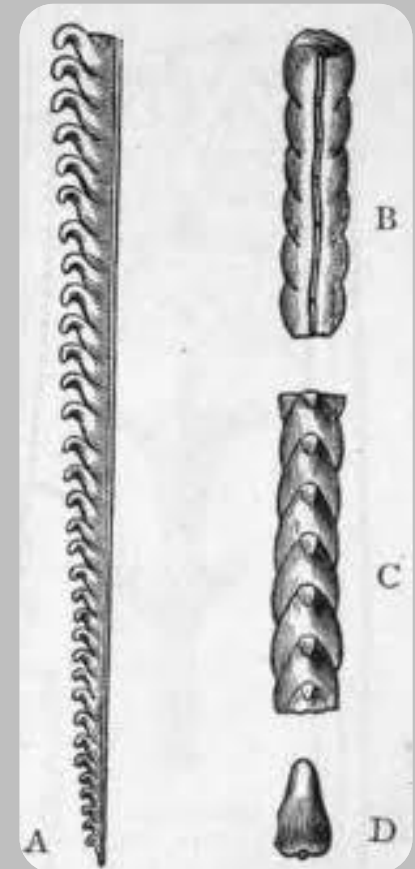
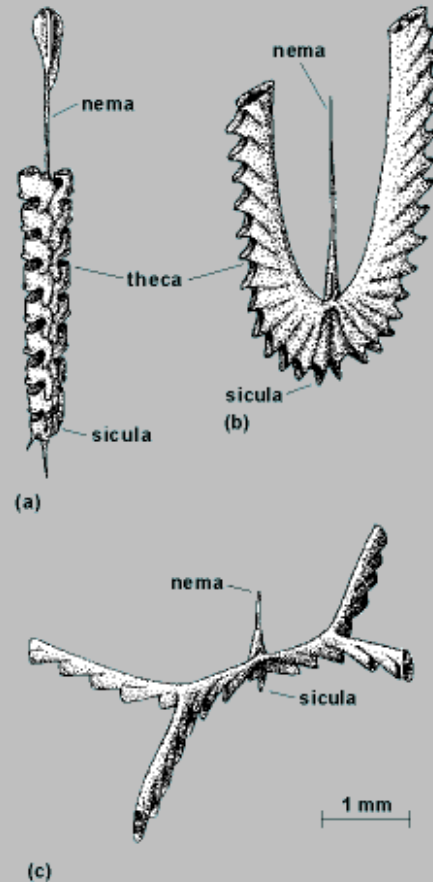
Fra i rami adiacenti della colonia vi sono spesso delle sottili barre di collegamento chiamate **dissepimenti**.



a = autoteca
b = biteca
d = dissepimenti

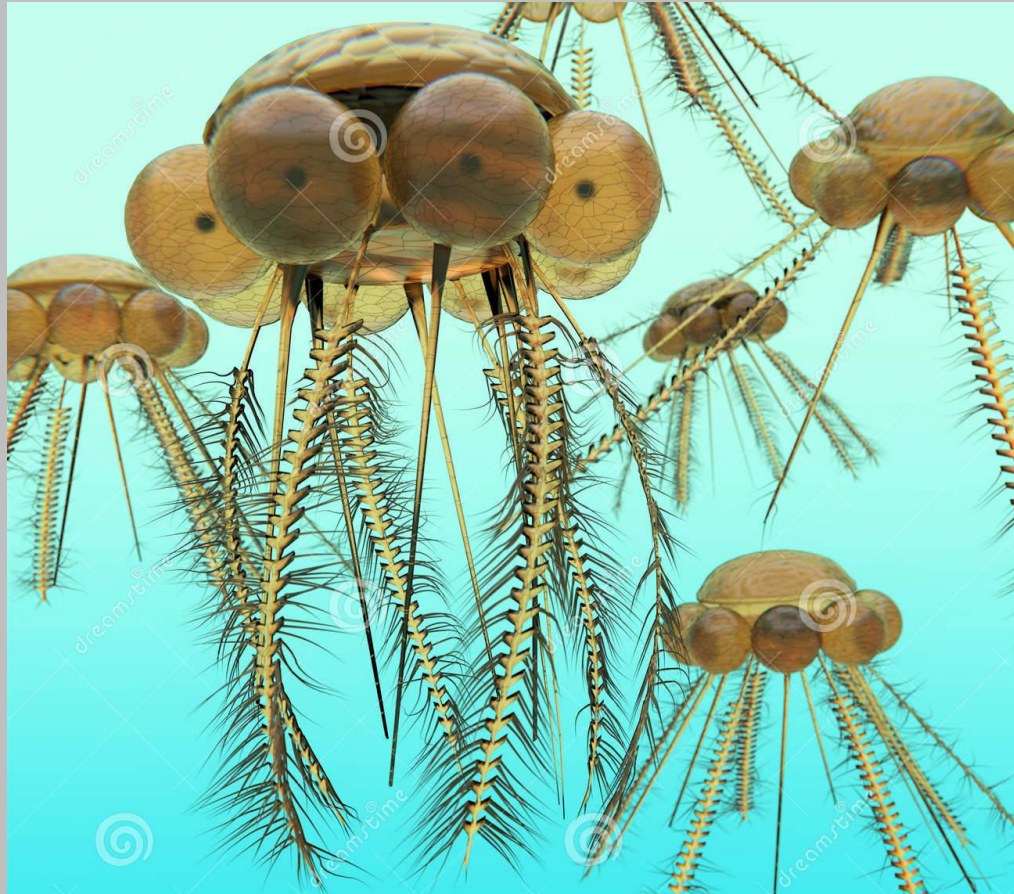
Ordine Graptoloidea (Ordoviciano - Devoniano Inf.)

Graptoliti planctonici caratterizzati da un solo tipo di teche (autoteche). In alcune colonie la forma delle teche varia notevolmente in quanto esse assumono progressivamente forma e dimensione diversa lungo lo stesso ramo del rhabdosoma; vi può essere quindi una certa differenza tra la parte prossimale e quella distale del rhabdosoma.



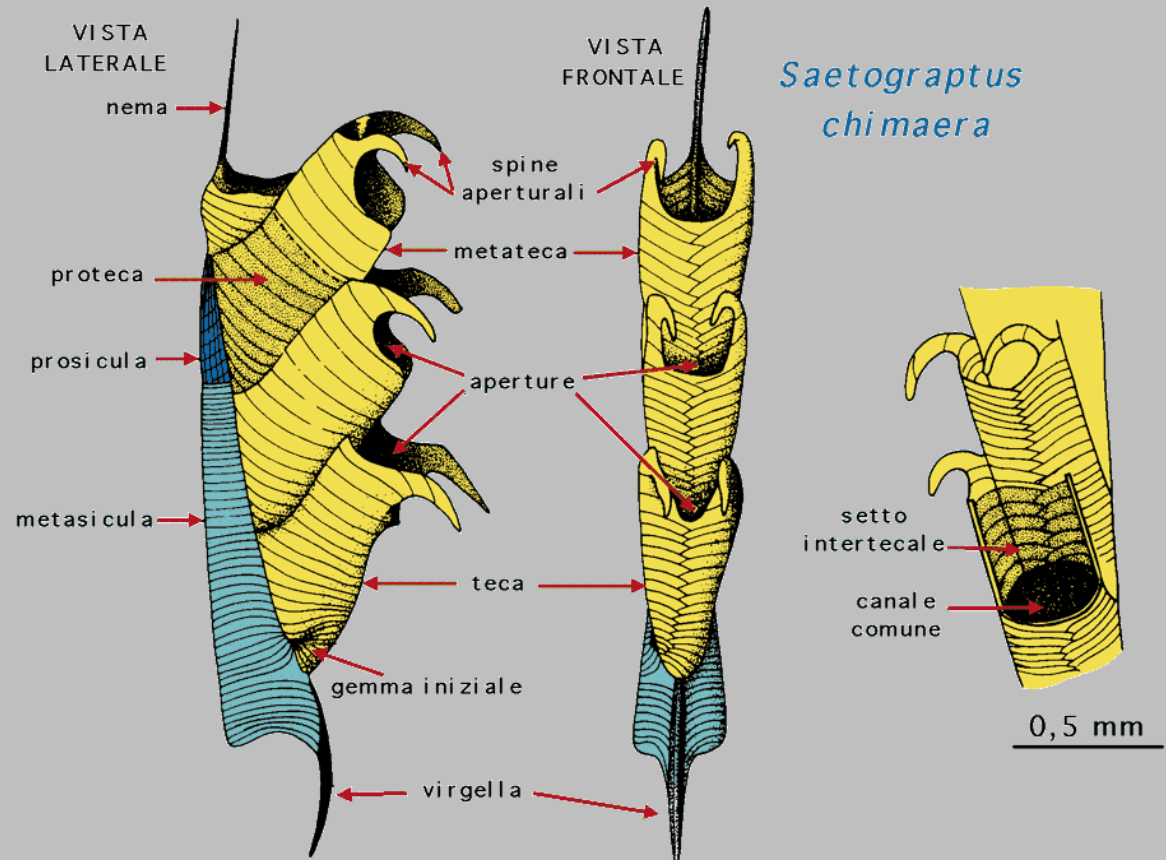
Ordine Graptoloidea (Ordoviciano - Devoniano Inf.)

Graptoliti planctonici caratterizzati da un solo tipo di teche (autoteche). In alcune colonie la forma delle teche varia notevolmente in quanto esse assumono progressivamente forma e dimensione diversa lungo lo stesso ramo del radosoma; vi può essere quindi una certa differenza tra la parte prossimale e quella distale del radosoma.



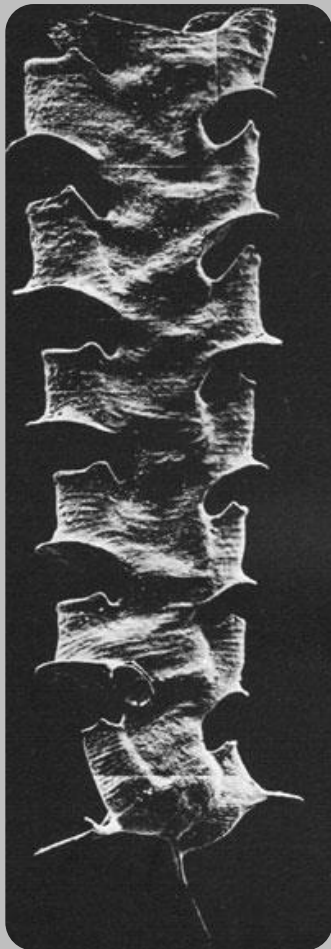
Ordine Graptoloidea (Ordoviciano - Devoniano Inf.)

La teca più semplice ha la forma di un tubo diritto, quasi cilindrico, in parte ricoperto da quello che lo precede e in parte ricoprente quello che segue.



Ordine Graptoloidea (Ordoviciano - Devoniano Inf.)

Le teche dei graptoloidi, tuttavia, non hanno sempre una forma tubolare semplice. Possono infatti avere anche forma lobata, uncinata, triangolare, o presentarsi allungate e isolate rispetto alle teche adiacenti.



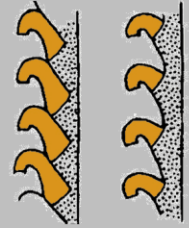
dicograptide



leptograptide



climacograptide



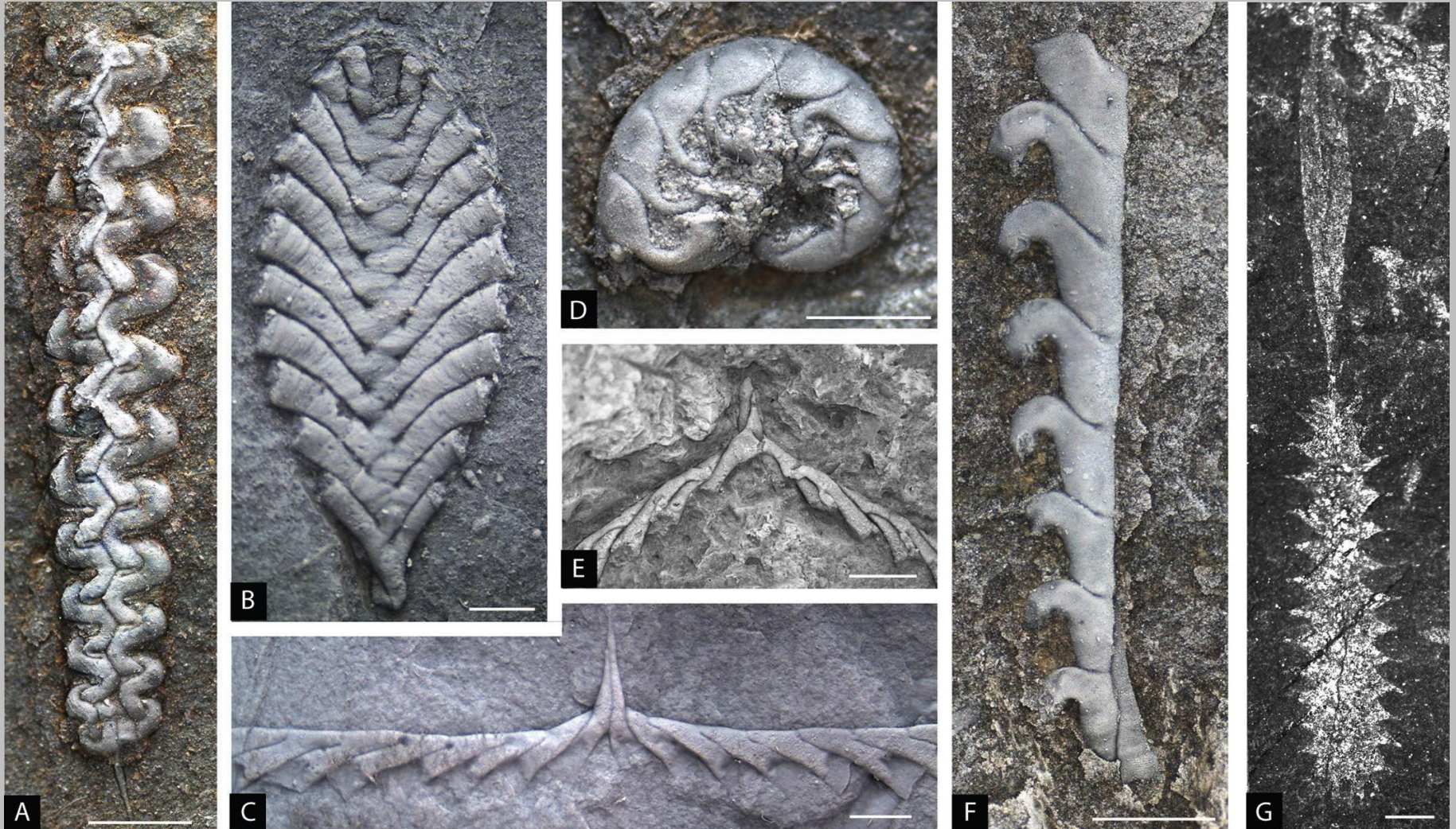
uncinate



uncinate e lobate

uncinate a cappuccio
e retroverseisolate con
apertura lobata

Ordine Graptoloidea (Ordoviciano - Devoniano Inf.)



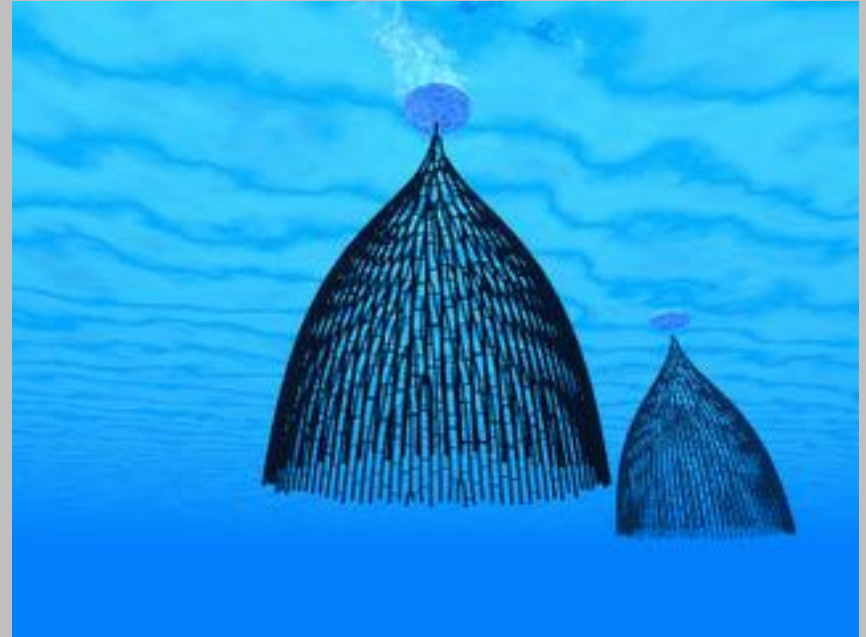
a. *Haddingograptus*. b. *Petalolithus minor* (Elles, 1898). c. *Expansograptus holmi* (Törnquist, 1901). d. *Cochlograptus veles* (Richter, 1853). e. *Kiaerograptus supremus* Lindholm, 1991. f. *Monograptus priodon* (Bronn, 1835). g. *Cryptograptus schaeferi* (Lapworth, 1880).

Scale bar = 1 mm

Tendenze evolutive

Nel corso della filogenesi si assiste:

a) al passaggio da forme bentoniche a forme pelagiche;

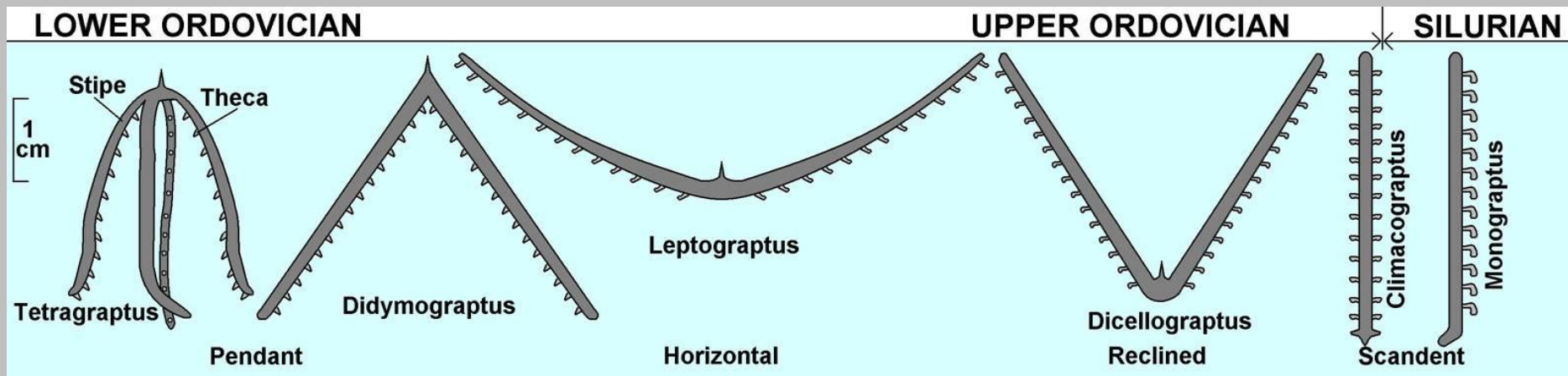


Tendenze evolutive

Nel corso della filogenesi si assiste:

a) al passaggio da forme bentoniche a forme pelagiche;

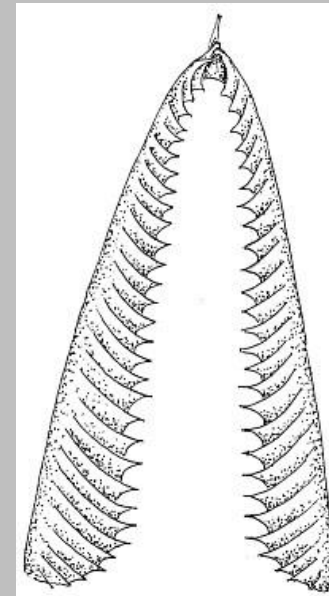
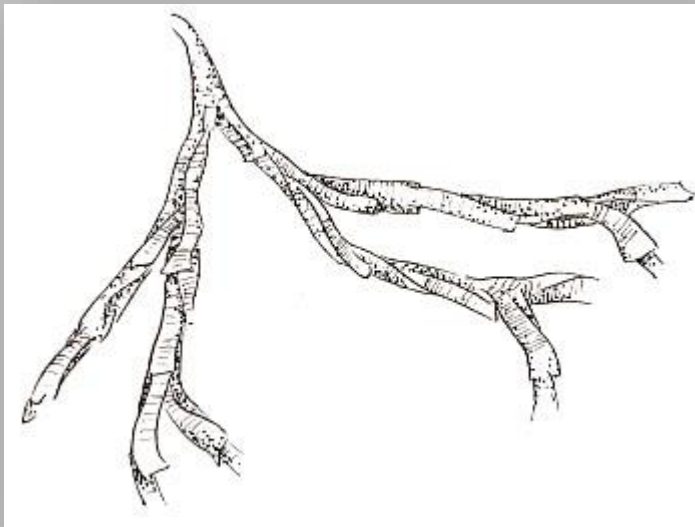
b) al raggiungimento di una direzione di accrescimento scandente partendo da una iniziale pendente attraverso direzioni di crescita orizzontale e reclinata;



Tendenze evolutive

Nel corso della filogenesi si assiste:

- a) al passaggio da forme bentoniche a forme pelagiche;
- b) al raggiungimento di una direzione di accrescimento scandente partendo da una iniziale pendente attraverso direzioni di crescita orizzontale e reclinata;
- c) al passaggio da colonie polimorfiche (formate da autoteche e biteche) a colonie monomorfiche (solo autoteche);



Tendenze evolutive

Nel corso della filogenesi si assiste:

- a) al passaggio da forme bentoniche a forme pelagiche;
- b) al raggiungimento di una direzione di accrescimento scandente partendo da una iniziale pendente attraverso direzioni di crescita orizzontale e reclinata;
- c) al passaggio da colonie polimorfiche (formate da autoteche e biteche) a colonie monomorfiche (solo autoteche);
- d) ad una riduzione del numero dei rami della colonia (da colonie a molti rami a colonie con un solo ramo)
- e) alla riduzione del numero di individui che formano la colonia (25.000 teche in un dendroide, 3000 in un dichograptide, 10-20 in **certi monograptidi**).

Modo di vita

I dendroidi erano prevalentemente bentonici

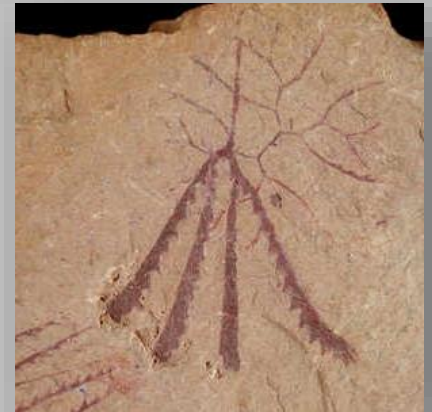
I graptoloidi conducevano una vita planktonica

I dendroidi vivevano in una nicchia ecologica (bentonici filtratori) occupata da molti altri animali

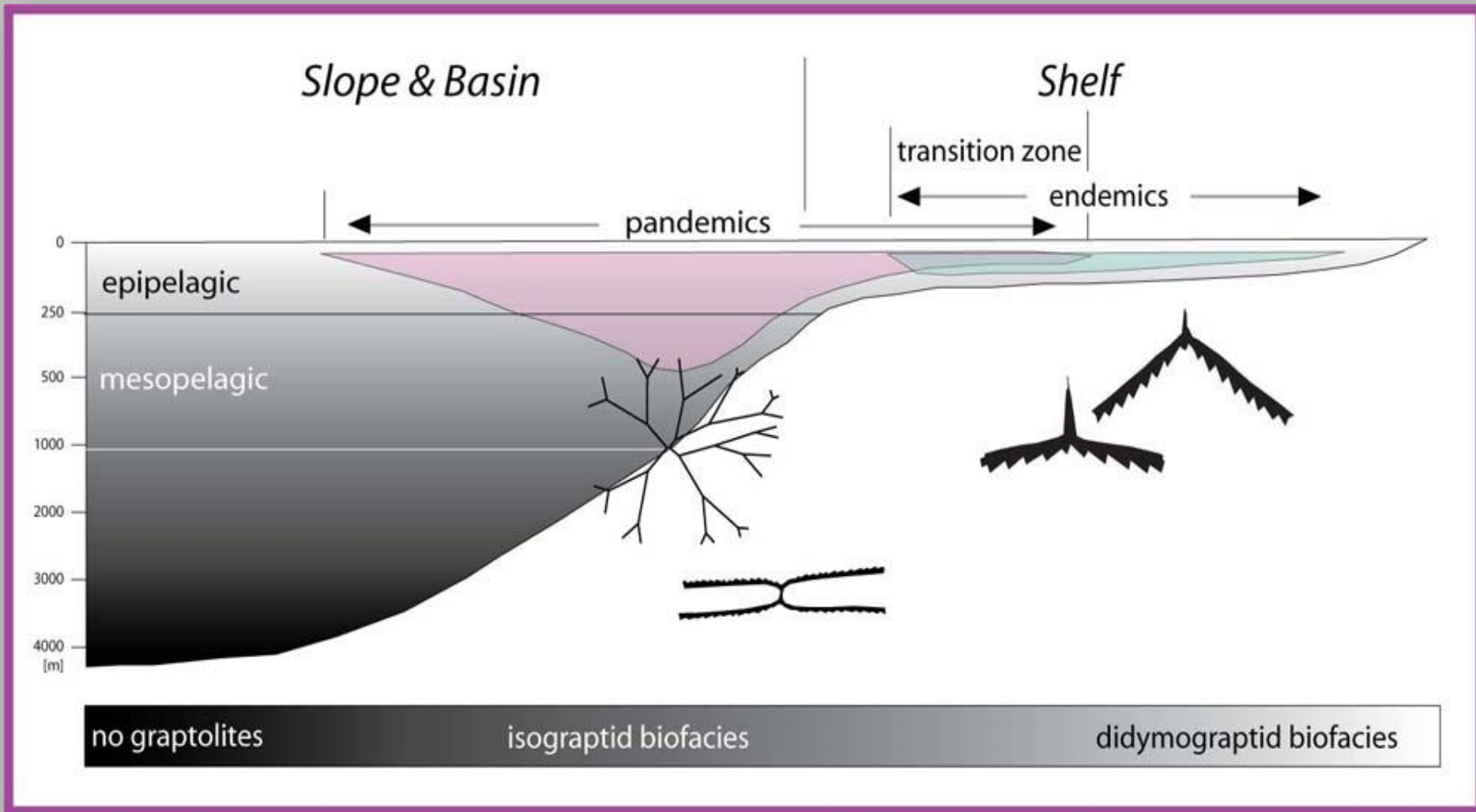
I graptoloidi hanno avuto successo evolvendosi dai dendroidi e dominando i mari paleozoici nell'intervallo Ordoviciano-Devoniano inf.



I graptoloidi sono stati una componente primaria del plankton dei mari paleozoici con preferenza per acque temperate e tropicali.



Modo di vita

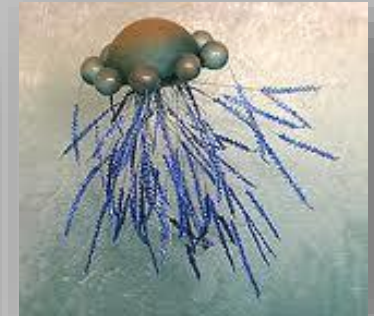
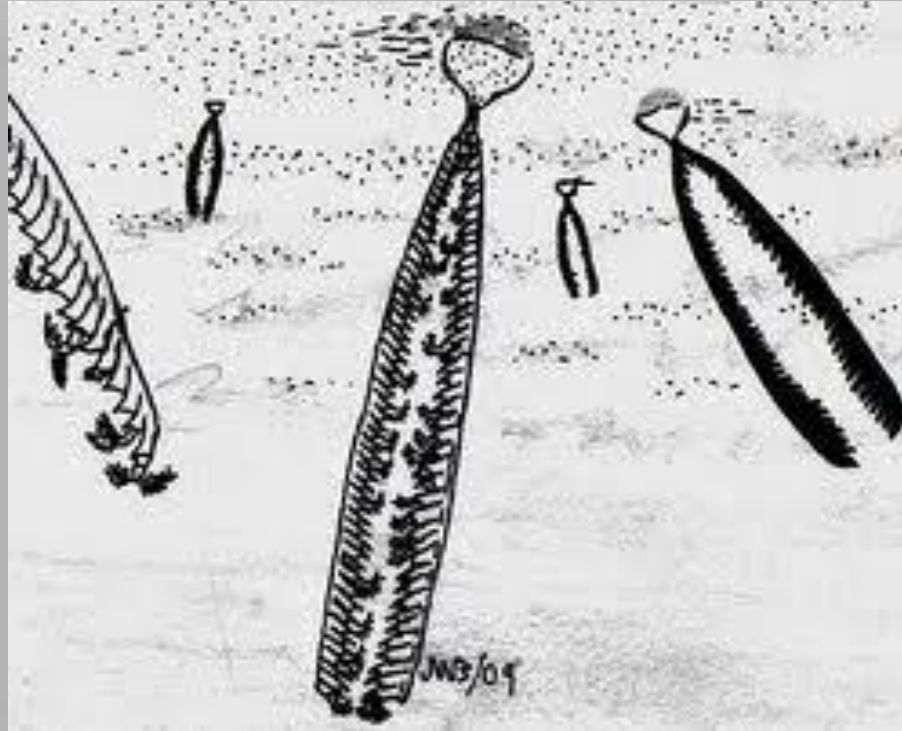


Schema raffigurante la distribuzione dei graptoliti durante l'Ordoviciano per batimetria ed ambiente.

Modo di vita

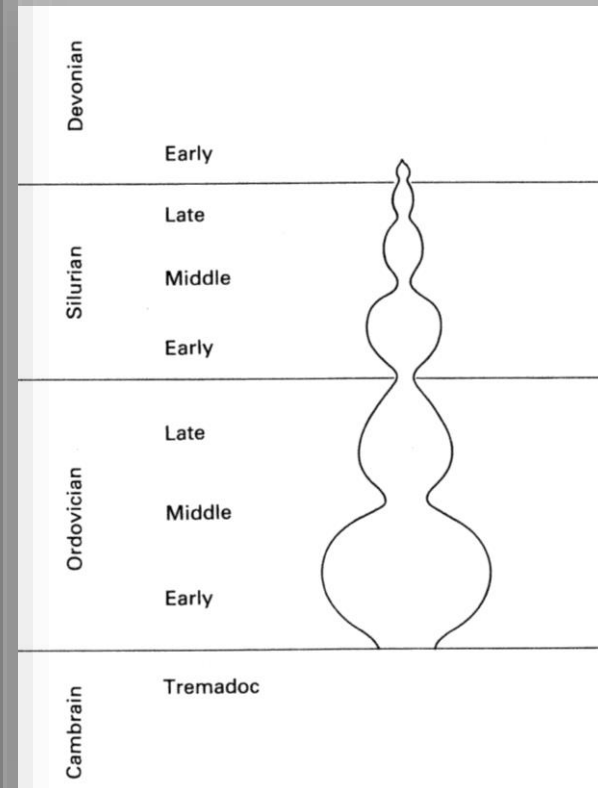
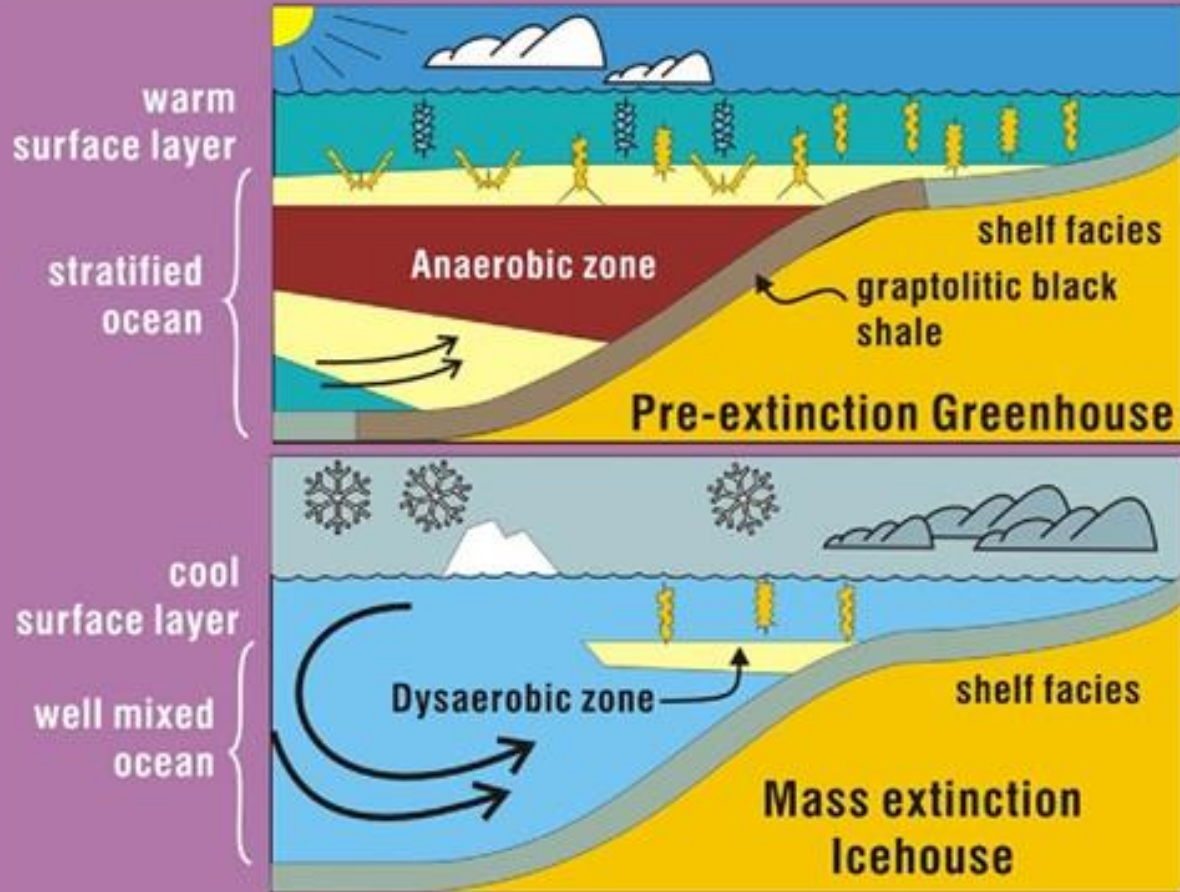
I graptoloidi sono molto comuni in scisti neri ricchi in carbonio (facies a graptoliti) accumulati nelle **piattaforme e nelle scarpate continentali** nell'intervallo Ordoviciano-Devoniano Inf.





Da studi effettuati sulle dimensioni ipotizzate per gli zooidi, e comparazioni con il plancton attuale, si presume che il graptoliti planctonici vivessero nella zona aerobica e migrassero giornalmente nella colonna d'acqua per cibarsi di batteri e nanoplancton nella zona anaerobica.

Modo di vita: Estinzioni



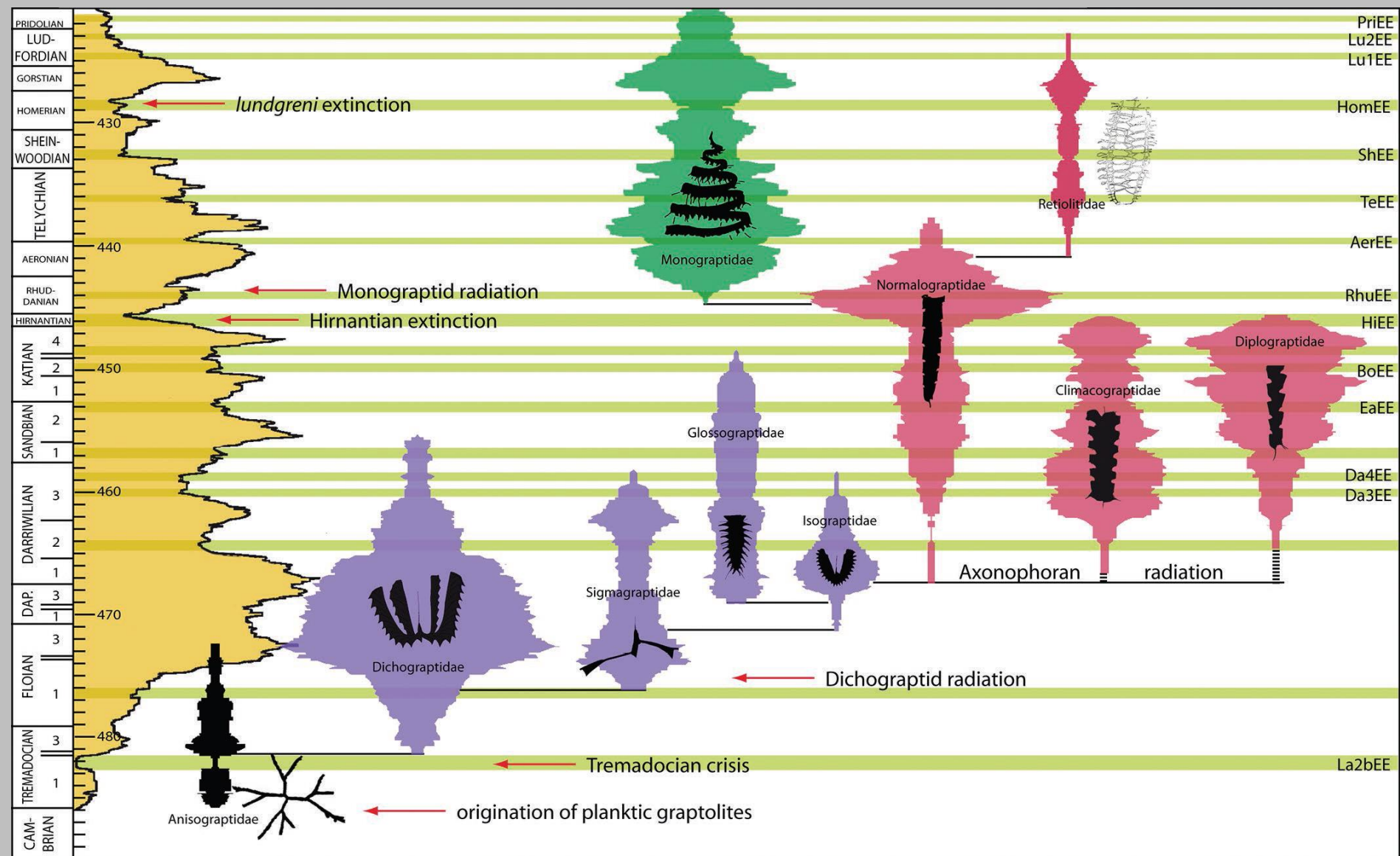
Estinzione dei graptoliti

planktonici alla fine dell'Ordoviciano:

- 1) Greenhouse - oceani stratificati
- 2) Icehouse - forte mescolamento delle acque oceaniche

Abbondanza dei graptoliti planktonici nel tempo

Diversità ed estinzioni nei graptoliti planktonici.



Importanza paleontologica

Importanza **paleobiogeografica**. In alcuni periodi (es. Ordoviciano Inf.), si osserva un certo provincialismo.

Grande utilità in **biostratigrafia** in particolare nell'intervallo Ordoviciano-Devoniano Inferiore.

La biozonazione di riferimento del Siluriano è basata sui graptoliti

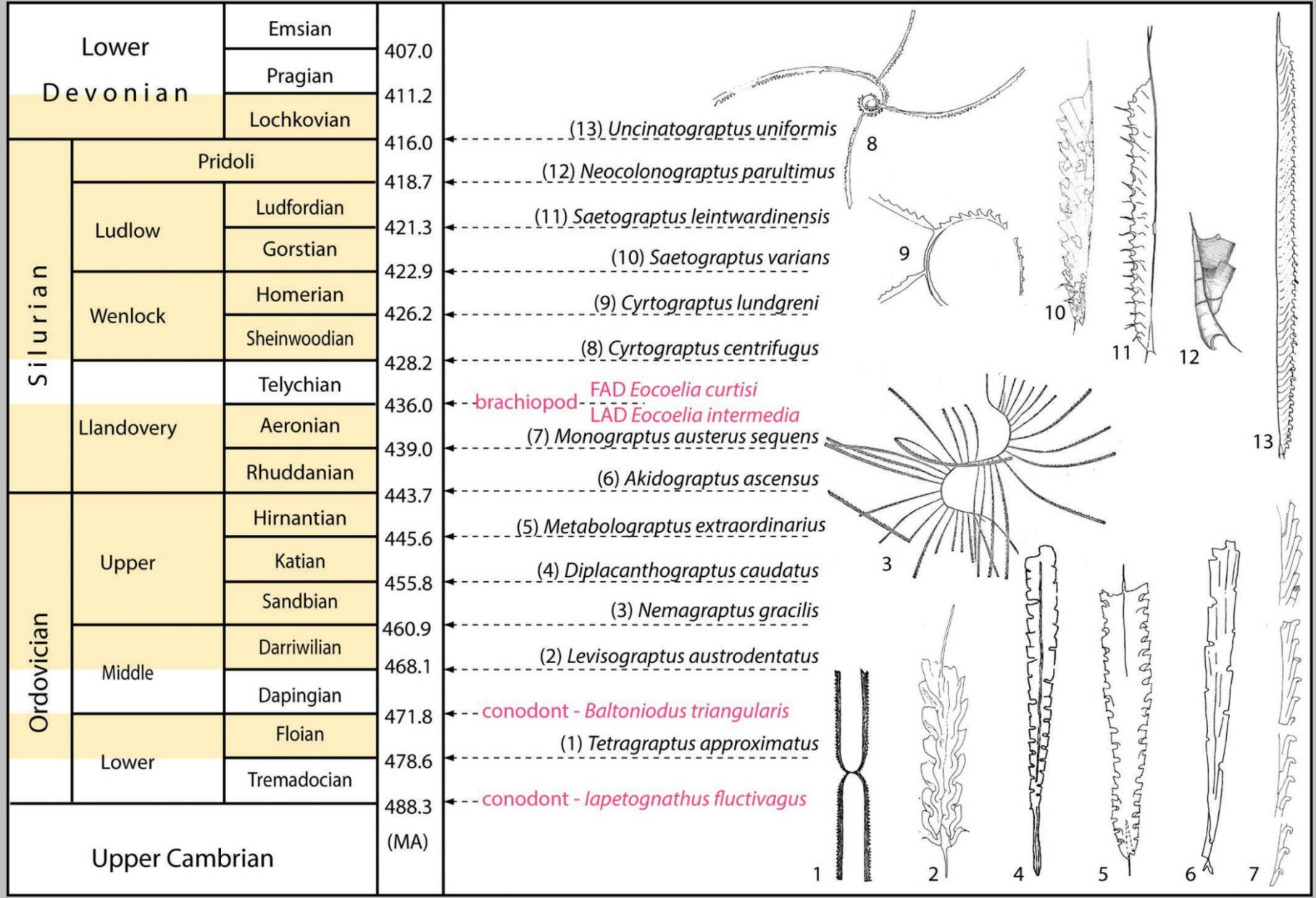
Alcuni importanti limiti cronostratigrafici sono definiti sulla base dei graptoliti. Per esempio:

Ordoviciano-Siluriano comparsa di *Akidograptus ascensus*

Siluriano-Devoniano comparsa di *Uncinatograptus uniformis*

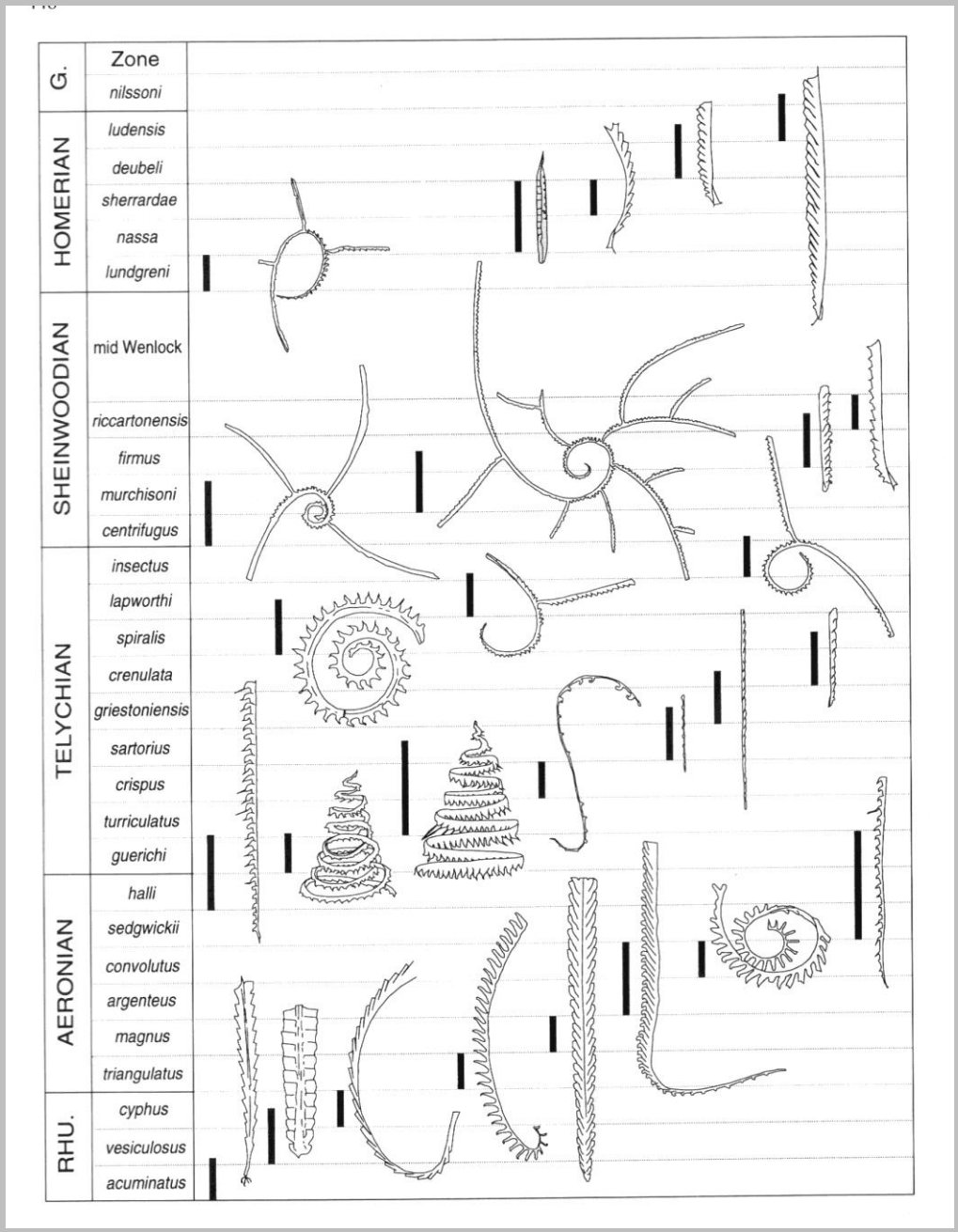
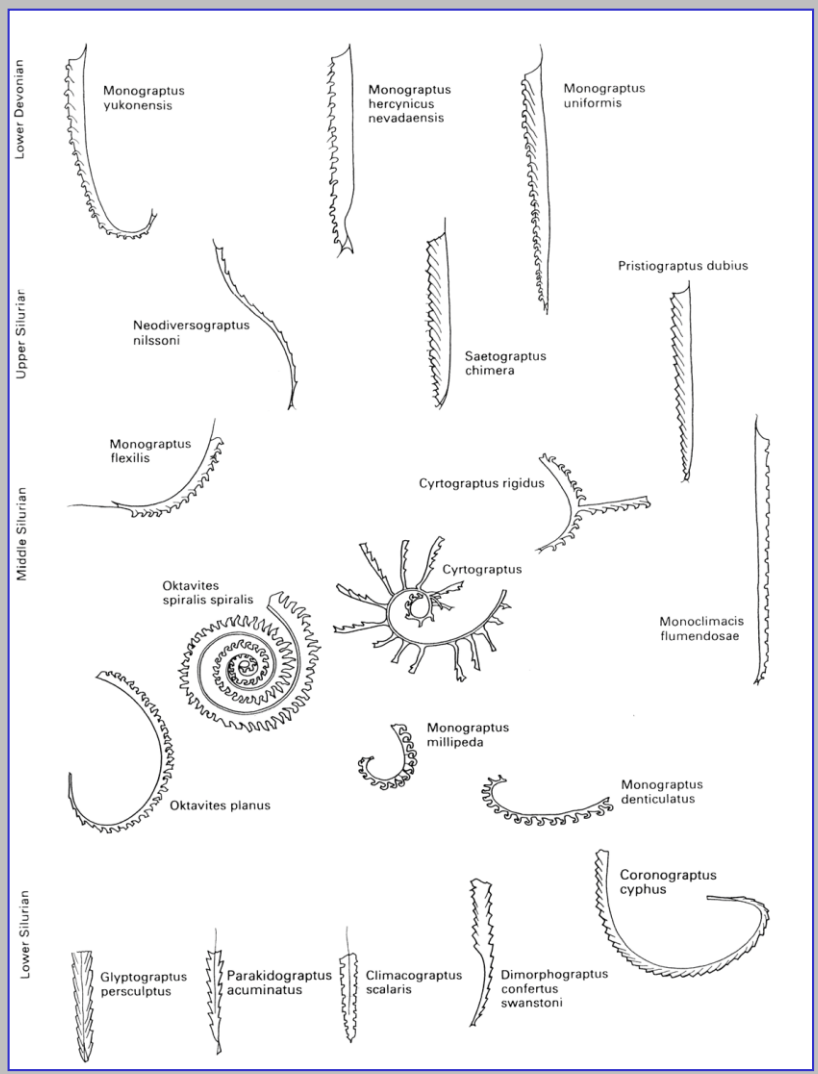


Limiti stratigrafici definiti dalla comparsa di specie di graptoliti.

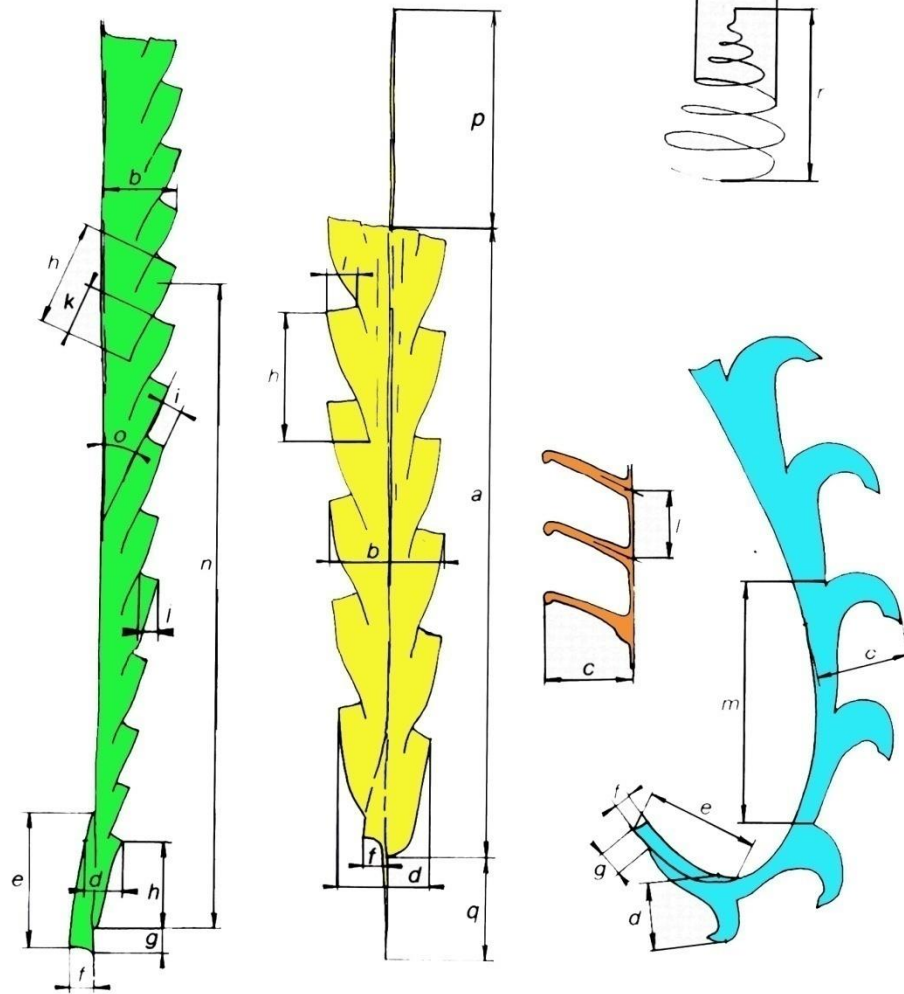


Graptoliti

Graptoliti nell'intervallo Siluriano-Devoniano inf.



Come si studiano



- Misure dei rhabdosomi dei Graptoliti
- a) lunghezza del rhabdosoma;
 - b) ampiezza (dorso-ventrale) del rhabdosoma;
 - c) altezza tecale (solo nelle teche isolate);
 - d) iniziale ampiezza del rhabdosoma (al livello delle prime aperture tecali o le aperture della prima coppia tecale);
 - e) lunghezza della sicula;
 - f) ampiezza dell'apertura della sicula;
 - g) distanza tra l'origine della teca l e l'apertura della sicula (se misurabile);
 - h) lunghezza tecale;
 - i) ampiezza dell'apertura tecale;
 - j) proporzione della totale ampiezza del rhabdosoma che è occupata dall'apertura tecale;
 - k) ricoprimento tecale;
 - l) distanza tecale;
 - m) 2TRD;
 - n) conta delle teche prossimali (primi 10mm);
 - o) angolo dell'inclinazione tecale;
 - p) lunghezza della virgula (nema);
 - q) lunghezza della virgella;
 - r) altezza totale delle spire nei rhabdosomi trochoidali di *Spirograptus*;
 - s) diametro di un giro in un rhabdosoma di spirograptidae;

Come si conservano

carbonificazione



Come si conservano

piritizzazione



Come si conservano

piritizzazione



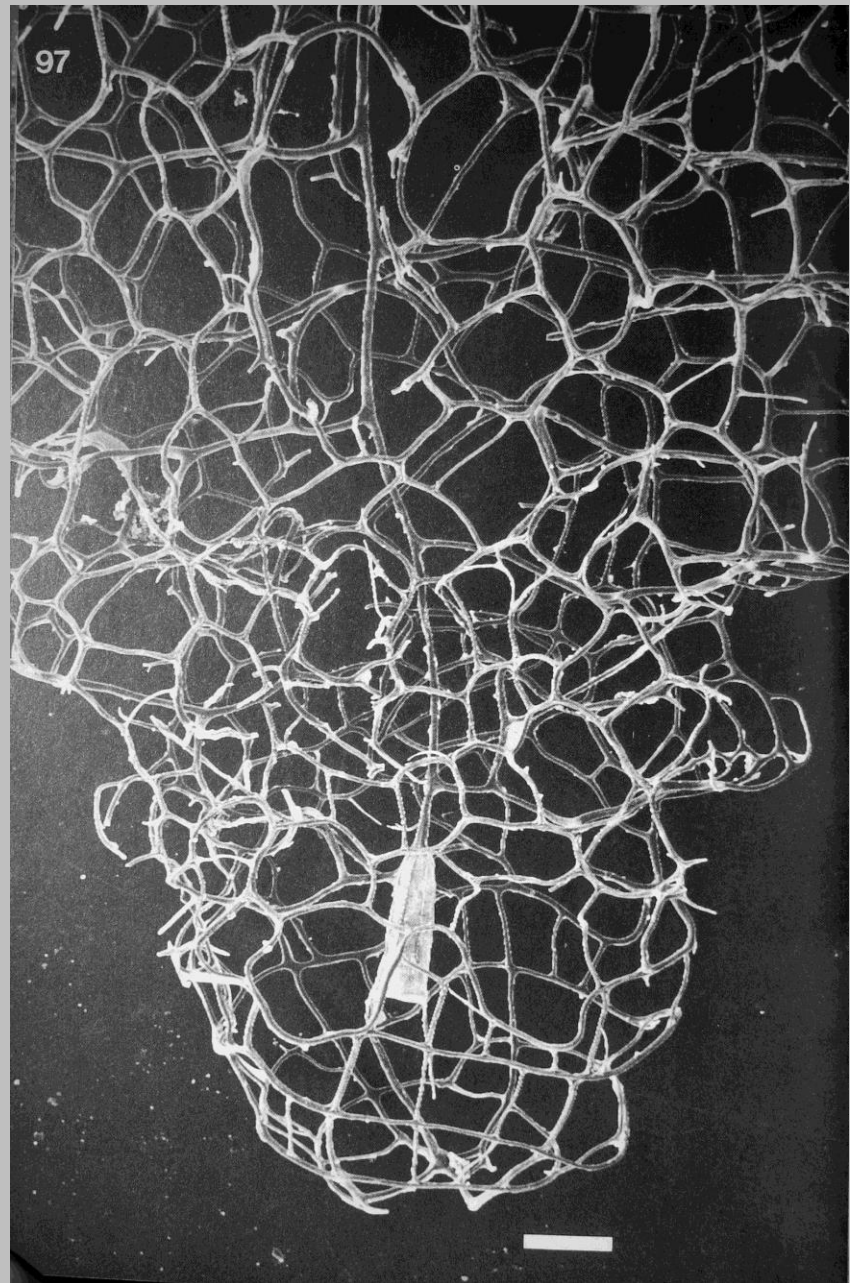
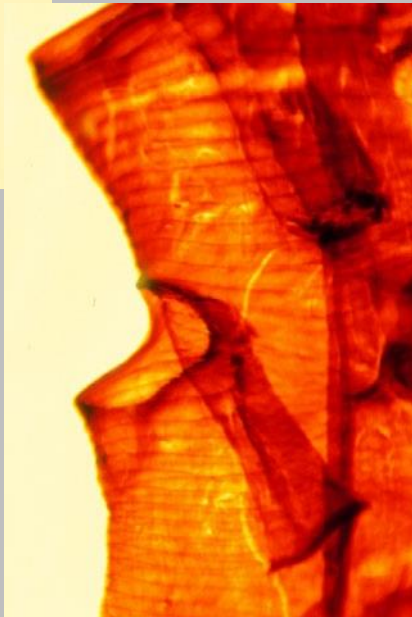
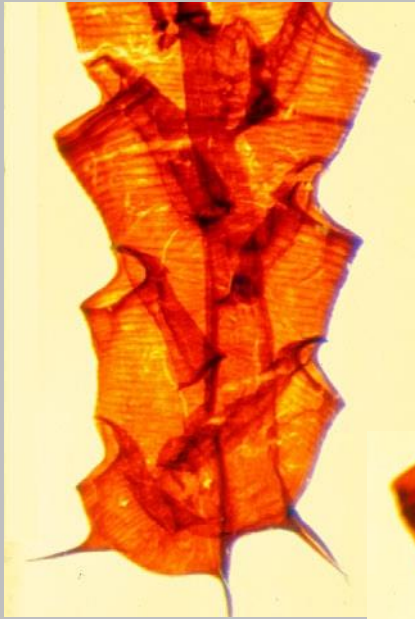
Come si conservano

Sostituzione del carbonio con silicati alluminosi (gumbelite)



Come si conservano

a volte in **3D**!!





Goni
(SE Sardegna)

Phylum: Hemichordata, Classe Graptolithina

Range stratigrafico: CAMBRIANO medio - CARBONIFERO

Modo di vita: organismi marini coloniali, sia bentonici che planctonici

Parti dure: sostanza organica proteica (collagene)

Importanza: biostratigrafica (e paleogeografica)