

## **FOSSILI UTILI IN BIOSTRATIGRAFIA**

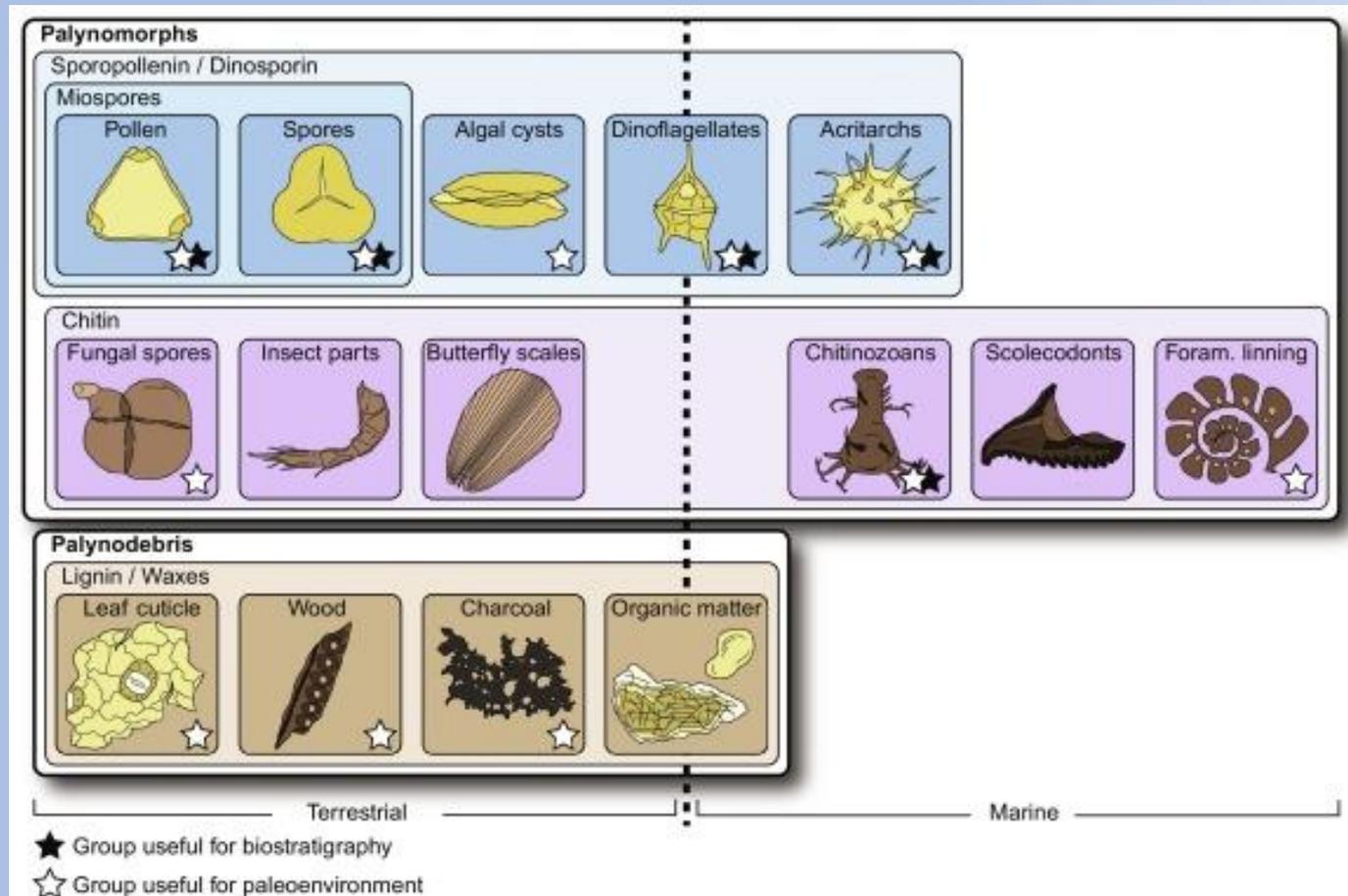
**Palinomorfi (Acritarchi - Spore e pollini)**

**Tentaculiti - Calpionelle - Microcrinoidi  
- Radiolari - Diatomee**

# Palinomorfi

I microresti di vegetali sono in generale abbondanti in sedimenti continentali e marini costieri, spesso abbinati ad altri microresti di origine animale.

Il termine **palinomorfi** indica tutti i fossili di piccole dimensioni di origine vegetale e viene esteso (impropriamente) a fossili animali che possono essere trovati nei campioni preparati con tecniche palinologiche.

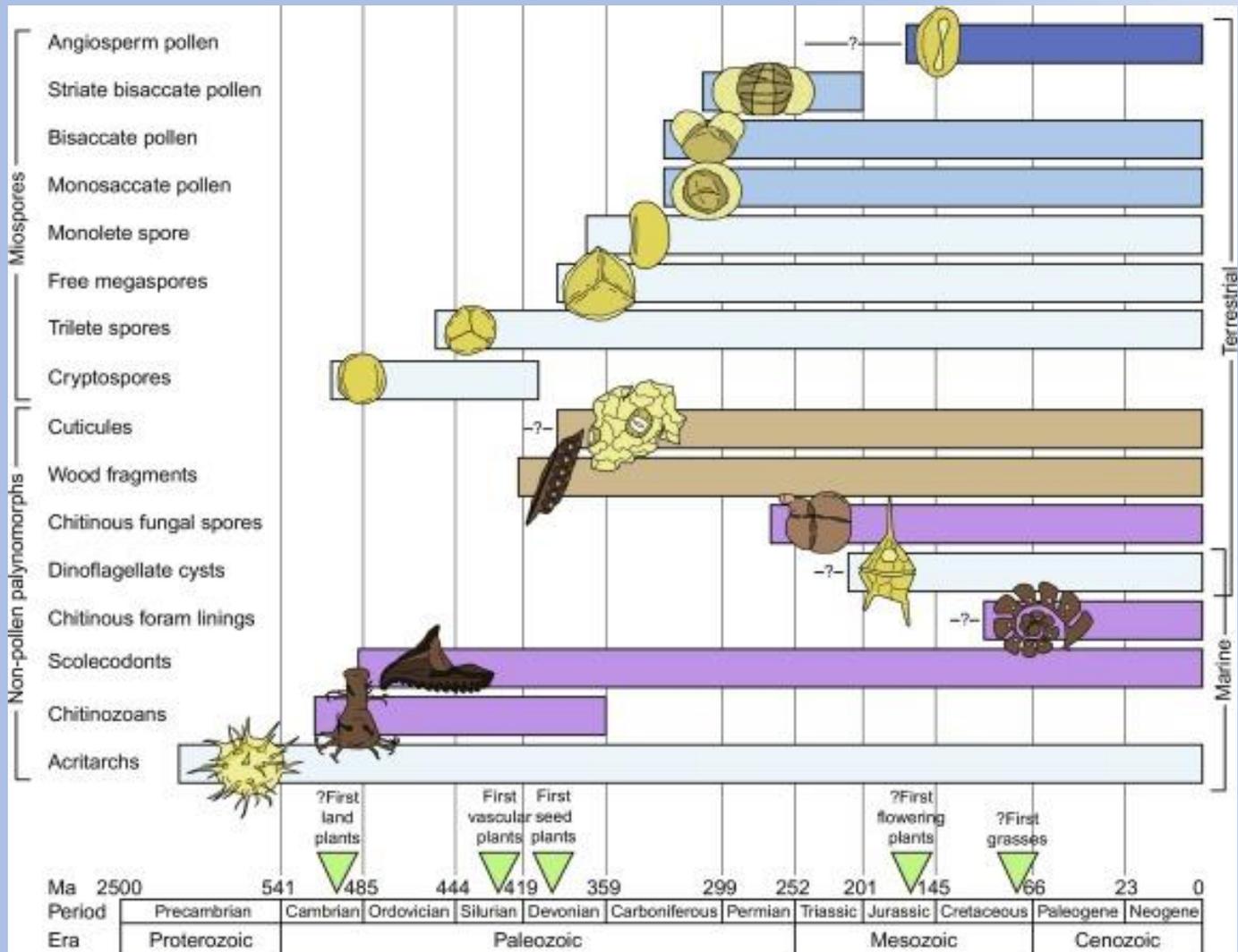


# Palinomorfi

I palinomorfi sono molto resistenti pareti organiche e un ottimo potenziale di conservazione.

Utili in biostratigrafia sono:

Acritarchi  
Dinoflagellati  
Spore e pollini



# Acritarchi

Il nome “acritarco” significa “di origine incerta” e fu inventato per la prima volta da Evitt nel 1963 per indicare tutti i microfossili a parete organica che non si riescono a collocare nei gruppi noti. Gli acritarchi, infatti, costituiscono un gruppo artificiale.

Si tratta di vescicole sferoidali con una ornamentazione superficiale, di dimensioni comprese tra circa 20 e 120  $\mu\text{m}$ . Sono dotati di una parete organica relativamente robusta, simile alle cisti di certe alghe dinoflagellate attuali.

Si ritiene che siano organismi ad affinità vegetale, probabilmente cisti di alghe planctoniche eucariote



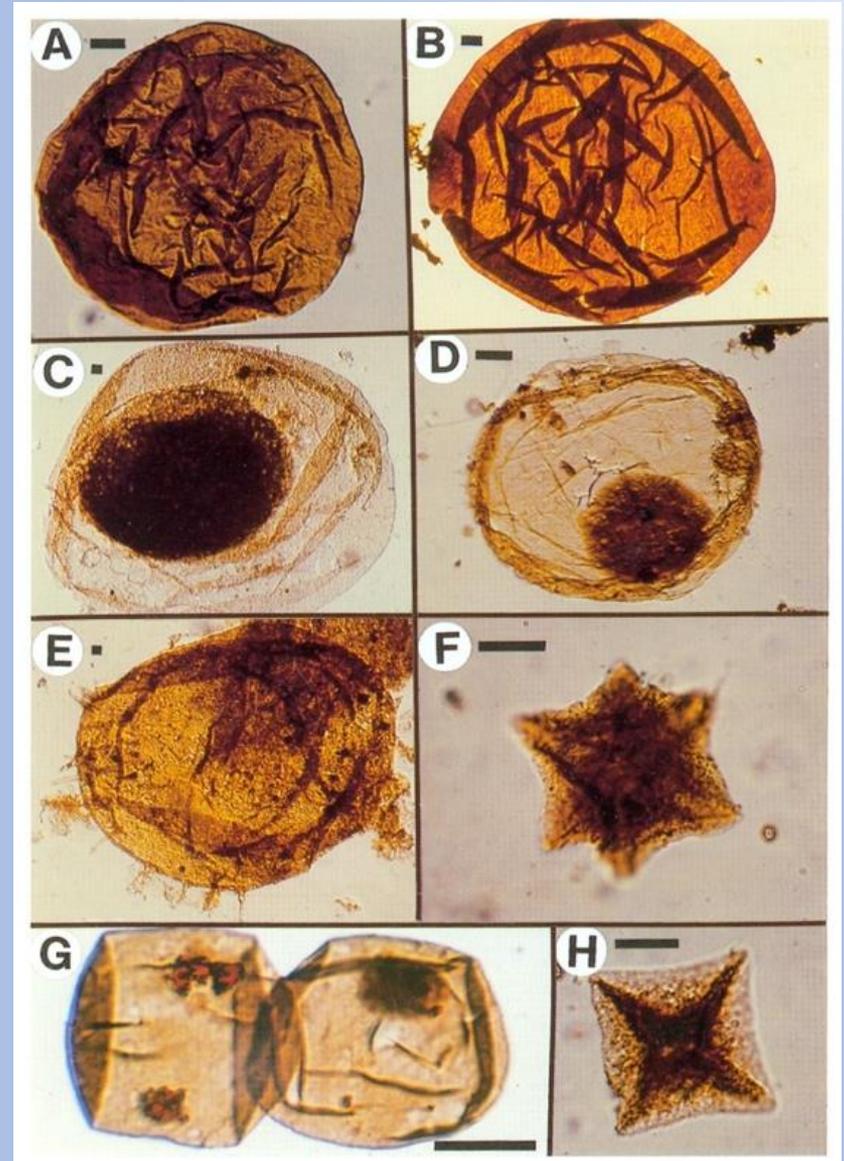
# Acritarchi

I più antichi acritarchi noti provengono da scisti Proterozoici (circa 1900 Ma) ritrovati in Siberia e rappresentano i primi organismi planctonici comparsi sulla Terra.

Raggiungono un notevole sviluppo attorno agli 800 Ma e vanno in declino a partire da 660 Ma, in corrispondenza dell'inizio di una glaciazione.

Successivamente, si osserva una nuova affermazione con forme spinose, con una ripresa evolutiva che perdurerà nel Paleozoico inferiore.

La loro scomparsa avvenne durante il Permiano, ma a partire da circa 400 Ma sono estremamente rari.



# Acritarchi

## MORFOLOGIA

Lo schema di classificazione artificiale (cioè basata sulla morfologia e non sulle affinità biologiche).

**Acanthomorfi:** hanno corpo sferico e spine, di norma aperte verso il corpo.

**Polygonomorfi:** hanno una forma definita dal numero di spine; spesso hanno un profilo triangolare o quadrato.

**Netromorfi:** hanno un corpo fusiforme con una o più spine.

**Diacromorfi:** hanno una forma sferica o elissoidale, con ornamentazioni limitate ai poli.

**Prismatomorfi:** hanno una forma prismatica poligonale, con frange o creste attorno ai margini.

**Oomorfi:** hanno forma ovoidale, con ornamentazione a una sola estremità.

**Herkomorfi:** hanno forma sferica, con la parete divisa in poligoni (come un pallone da calcio).

**Pteromorfi:** sono vagamente sferoidali, ma con la zona centrale compressa.

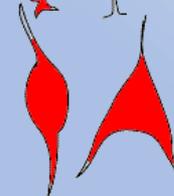
**Sphaeromorfi:** hanno una morfologia sferica.



Acanthomorph,  
from the latin acantha = thorn



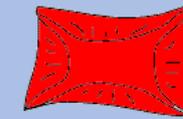
Polygonomorph,  
poly = many,  
gonia= angle



Netromorph, netron  
= spindle



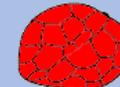
Diacromorph,  
di = two, akron = summit



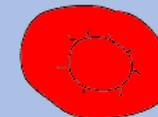
Prismatomorph,  
prisma = prism



Oomorph, oon = egg



Herkomorph, herkos  
= wall or fence



Pteromorph,  
pteros = wing



Sphaeromorph,  
sphaira = ball

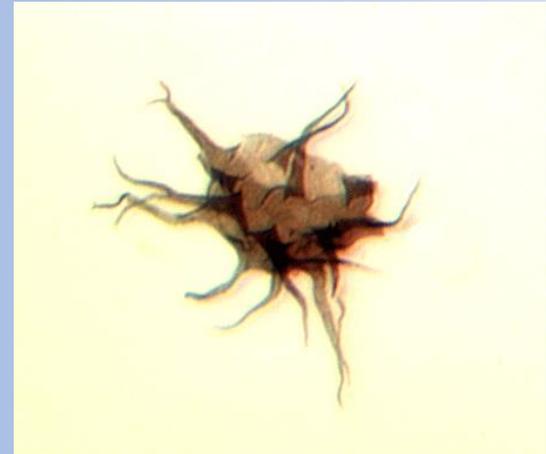
# Acritarchi

## APPLICAZIONI

Gli acritarchi sono comuni in sedimenti scistosi e siltitosi, raramente si trovano anche in arenarie e calcari.

In prima approssimazione le associazioni costiere e di acqua profonda presentano una bassa diversità e sono dominate da sferomorfi; quelle di piattaforma sono molto più differenziate.

Gli acritarchi sono estremamente utili nei lavori di correlazione stratigrafica delle rocce del **Proterozoico e del Paleozoico inferiore** (soprattutto fino all'Ordoviciano), principalmente perchè sono gli unici microfossili relativamente abbondanti.



*Multiplicisphaeridium*  
Siluriano



*Vulcanisphaera africana*  
Ordoviciano Inf.

# Spore e pollini

Spore e pollini sono organi riproduttivi delle piante.  
Le dimensioni sono di norma comprese tra 10 e 100  $\mu\text{m}$  di diametro.  
La classificazione è basata sulla morfologia.



# Fossili utili in stratigrafia

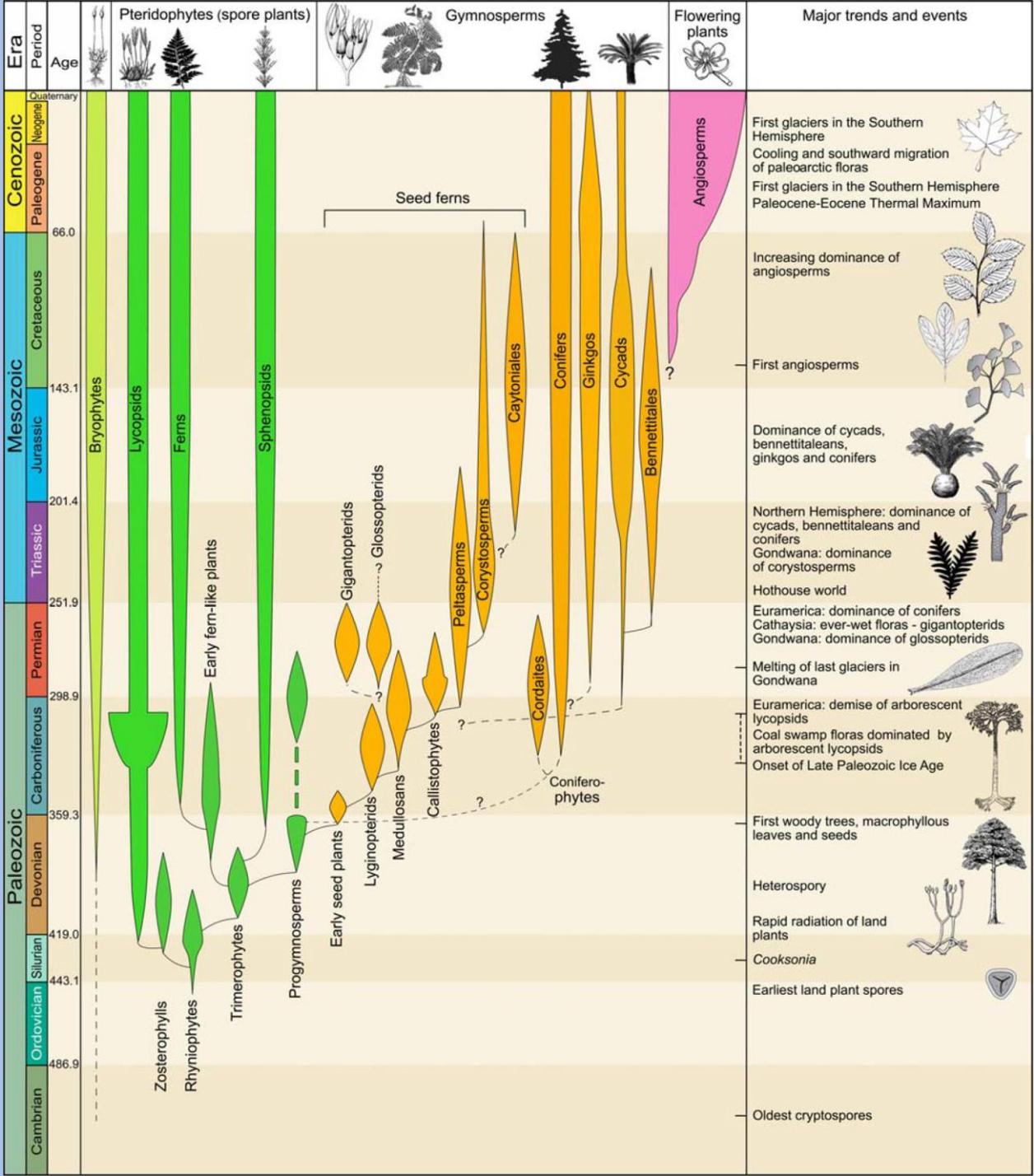
Esistono quattro grandi gruppi di piante:

**Briofite** – le piante più semplici (es. muschi)

**Pteridofite** - piante inferiori con alternanza di generazioni e senza fiori né semi (es. felci ed equiseti)

**Gimnosperme** - piante che hanno veri fiori e i semi si sviluppano all'interno di una struttura riproduttiva detta pigna o cono, simile ad un fiore primitivo (es. conifere)

**Angiosperme** – piante con fiori



# Spore e pollini

Spore e pollini sono prodotti in grande quantità e vengono disperse dai venti anche a grande distanza.

Schemi di biozonazione sono disponibili per quasi tutti gli intervalli di tempo

Devonian Plants and Vertebrates							
AGE (Ma)	Epoch/Age (Stage)	Macro-plants	Spore Zonation, Western Europe	Shark zonation	Armored Fish Zonation	Acanthodian Zonation	
360	Carboniferous	Mp1	<i>R. lepid. - V. valatus</i>	VI			
360	Late Famennian	Cyclostigma	<i>R. lepid. - V. nitidus</i>	LVa		PLACODERM Extinction	
			<i>R. lepid. - I. explanatus</i>	LEf	Phoebodus limpidus	Bothriolepis ciechere	
		<i>Retispora lepid. minor</i>	LL				
		<i>R. lepidophyta - K. lateratus</i>	VHJ				
		<i>A. venusta - V. hirsuticosa</i>	VCo				
		<i>D. versabilis - G. cornuta</i>	GF	Phoebodus gothicus	Bothriolepis ornata		
		<i>Retispora macroreticulata</i>			Phyllolepis		
		<i>Grandispora microseta</i>			Bothriolepis curonica		
		<i>G. gracilis - G. famenensis</i>					
370		Frasnian	Archaeopteris	<i>Knoxisporites daedaleus - Diducites versabilis</i>	DV		
	<i>Grandispora gracilis</i>			BA	Phoebodus bifurcatus	(Kellwasser taxa)	
	<i>R. bricei - C. acanthaceus</i>			BM	Phoebodus atus	Bothriolepis maxima	
	<i>Verrucosporites bulliferus</i> <i>Lophozonotriletes media</i> <i>Verrucosporites bulliferus - Cirratiradites jekhowskiy</i>			BJ		Plourdosteus trautscholdi	
375	Middle Givetian	First large trees; Eospermatopteris	<i>Samarisporites triangulatus</i>	TCo	Omalodus Phoebodus sophiae	Devononchus concinnus	
			<i>Chelinospora concinna</i>				
380	Middle Eifelian	Svalbardia	<i>Samarisporites triangulatus</i>	TA		Diplacanthus gravis	
			<i>Ancyrospora ancyrea</i>				
			<i>Geminospore lemurata</i>			Schizosteus striatus	Nostolepis kemavensis
			<i>Acinosporites acanthomammillatus - Densosporites devonicus</i>	AD		Cocosteus cuspidatus	Ptychodictyon rimosum
385	Early Eifelian	First small trees; Calamophyton Pseudosporochnus	<i>Grandispora velata</i>	AP		Cheiracanthoides estonicus	
			<i>Acinosporites apiculatus - Grandispora protea</i>			Schizosteus heterolepis	Laliacanthus singularis
390	Early Emsian	Stockmensella, Leclerqia	<i>Emphanisporites foveolatus - Verruciretusispora dubia</i>	FD		Skamolepis fragilis	
			<i>Emphanisporites annulatus</i>				
			<i>Brochotriletes bellatulus</i>	AB		Gomphonchus tauragensis	Gomphonchus tauragensis
			<i>Verrucosporites polygonalis - Dictyotriletes emsiensis</i>	PoW		Rhinopteraspis dunensis	
395	Pragian	Psilophyton	<i>Breconisporites breconensis - Emphanisporites zavallatus</i>	BZ		Althaspis leachi	
			<i>Gosslingia (Zosterophyllum)</i>			Rhinopteraspis crouchi	Lietuvacanthus fossulatus
400	Lochkovian	Zosterophyllum	<i>Emphanisporites micromatus - Streelispora newportensis</i>	MN		Nostolepis minima	
						Phialaspis, Protopteraspis, Pteraspis rostrata	
405	Early Silurian						
							Katopordus timanicus
410	Lochkovian						
415	Lochkovian						
420	Silurian						



# Tentaculiti

I tentaculiti (**Tentaculita**, Boucek, 1964) sono un enigmatico gruppo di animali estinti, forse appartenenti ai molluschi, vissuti tra il Cambriano medio e il Devoniano superiore.

Sono noti principalmente in sedimenti dell'Europa e del Nordamerica.



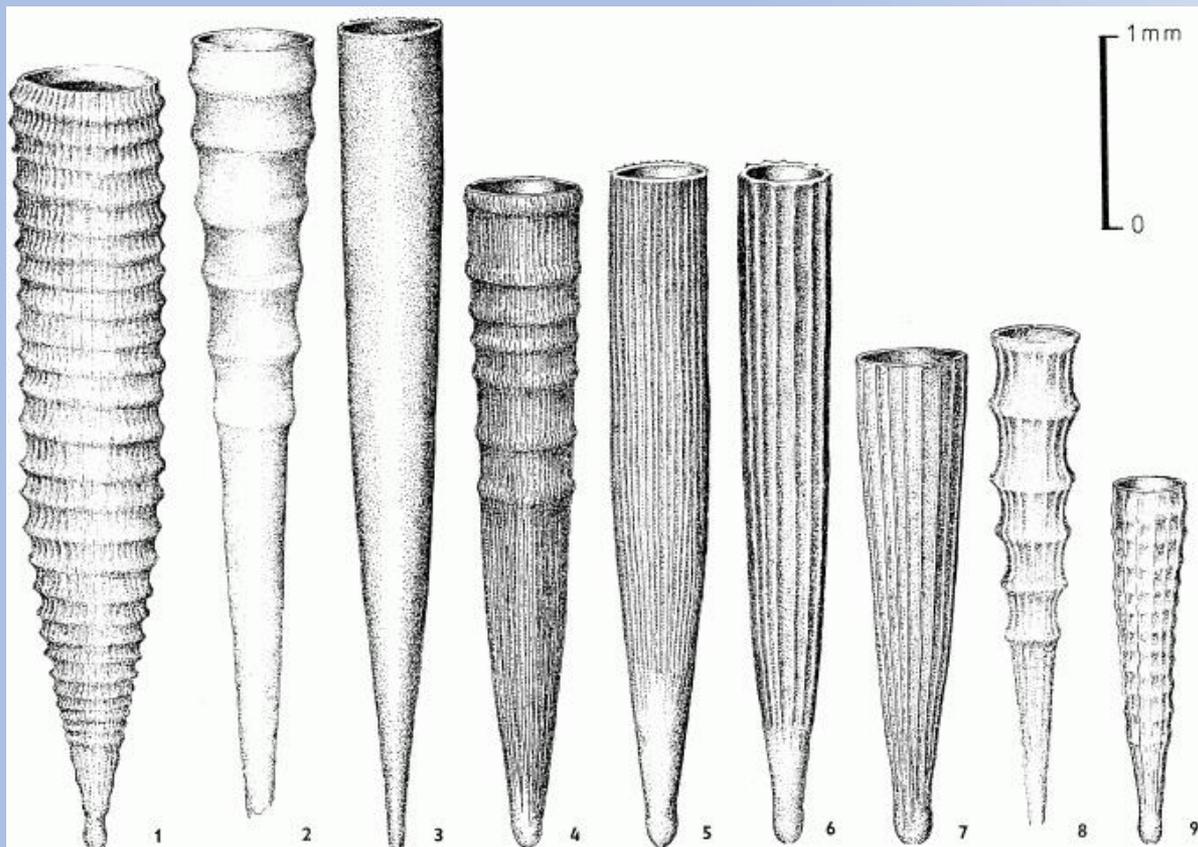
# Tentaculiti

## MORFOLOGIA

Sono piccole conchiglie calcaree allungate, quasi aghiformi. Le dimensioni variano da pochi millimetri a qualche centimetro.

Sono strutture coniche aperte da un lato e, chiuse, quasi appuntite dall'altro.

Spesso sono presenti ornamentazioni esterne, per lo più coste trasversali o longitudinali.



# Tentaculiti

## MORFOLOGIA

Alcuni esemplari conservano le parti molli, e tra di esse sono visibili chiaramente una struttura simile a un sifone e dei tentacoli.

## AFFINITA' BIOLOGICA

L'attribuzione tassonomica dei tentaculiti è incerta.

Alcuni autori li associano agli pteropodi, ma non c'è nessun reale supporto scientifico a parte una vaga similitudine morfologica. Altri ai cefalopodi, per la presenza di un sifone e tentacoli.

La microstruttura delle conchiglie ricorda quella dei brachiopodi.

Inoltre potrebbero essere imparentati con altri gruppi con conchiglie allungata, quali ad esempio i cornulitidi, microconchidi, ecc.

# Tentaculiti

## CLASSIFICAZIONE

Non esiste un generale accordo sulla classificazione dei tentaculiti.

La Classe Tentaculita è divisa in tre ordini: Tentaculitida, Homoctenida e Dacryoconarida.

I **Tentaculita** sono noti dall'Ordoviciano al Devoniano; hanno dimensioni maggiori e si ritiene fossero bentonici.

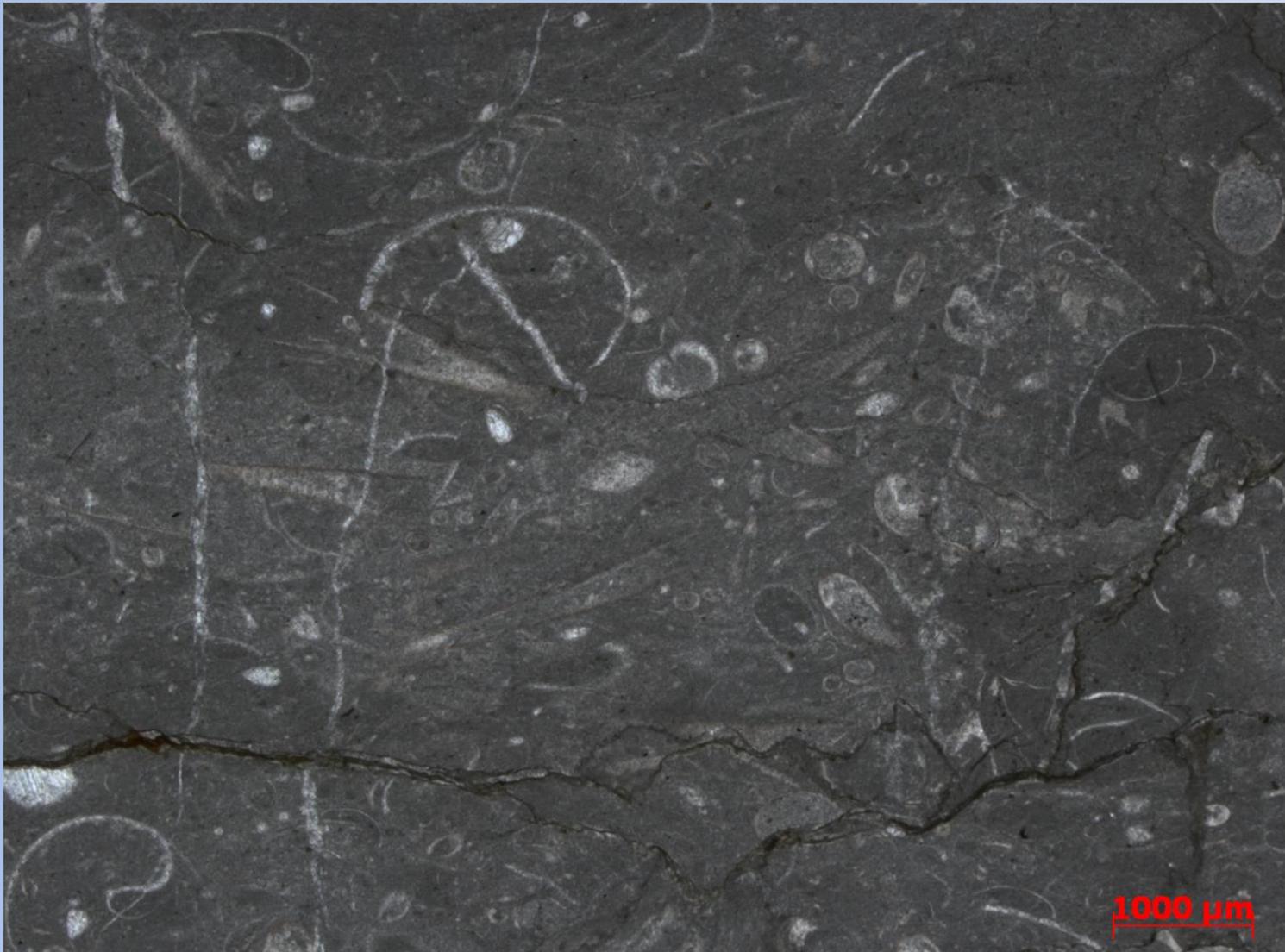
**Homoctenida** e **Dacryoconarida** sono esclusivamente devoniani, di piccole dimensioni e ampia diffusione geografica. Si ritiene fossero planktonici.

# Tentaculiti



Devoniano Medio, Alpi Carniche

# Tentaculiti



Devoniano Medio, Alpi Carniche

# Tentaculiti

## STRATIGRAFIA

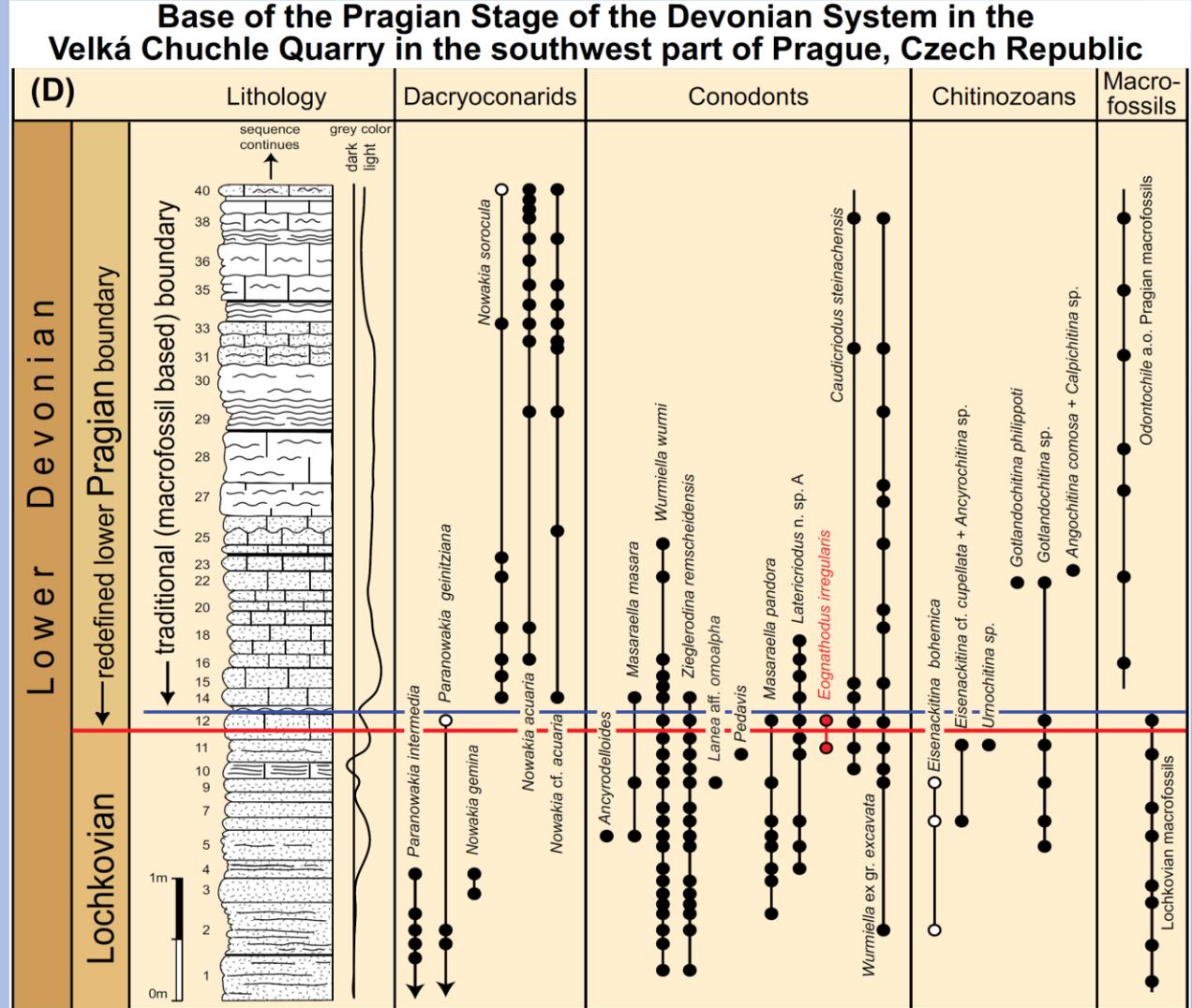
I dacryoconaridi sono particolarmente importanti per la stratigrafia del Devoniano, soprattutto dal Lochkoviano superiore al Frasniano inferiore

Devonian Time Scale										
AGE (Ma)	Epoch/Age (Stage)	Conodont Zonation	Ammonoid Zonation	Ostracod Zonation	Chitino-zoan Zonation	Dacryoconarid Zonation				
379	Givetian	<i>Polygnathus dengleri dengleri</i>	E <i>Petteroceras</i>	<i>Franklinella (F.) torleyi</i>	<i>Parisochitina perforata</i>	<i>Striatostyliolina striata</i>				
380		Lt	<i>Polygnathus dengleri sagitta</i>				D <i>Pseudoproboloceras</i>			
			<i>Klapperina disparilis</i>				C <i>Synpharciceras</i>			
381		M	<i>Polygnathus cristatus ectypus</i>	B2 <i>Lunopharciceras</i>			<i>Waldeckella suberecta</i>			
			<i>Schmidognathus hermanni</i>	B1 <i>Extropharciceras</i>						
382		E	"Ozarkodina" semialternans	A <i>Pharciceras</i>			<i>Waldeckella praerecta</i>			
			<i>Polygnathus ansatus</i>	D <i>Afromaeniceras</i>						
383		M	<i>Polygnathus rhenanus - Polygnathus varcus</i>	C <i>Wedekindella</i>			<i>Richteria nayensis</i>	<i>Linochitina jardinei</i>	<i>Vriatellina minuta</i>	
			<i>Polygnathus timorensis</i>	B <i>Maeniceras</i>						
384		Eifelian	<i>Polygnathus hemiansatus</i>	A <i>Bensaidites</i>			<i>Richteria longisulcata</i>	<i>A. comigera</i>	<i>Nowakia (Now.) otomari</i>	
385	385.3		<i>Polygnathus ensensis</i>	F2 <i>Holzapfeloceras</i>						
386	Lt		<i>Polygnathus effilius</i>	F1 <i>Agoniatites</i>						
			<i>Tortodus kockelianus</i>	E <i>Cabrieroceras</i>						
387	E		<i>Tortodus australis</i>	D <i>Subanarcestes macrocephalus</i>	<i>Bisulco-entomozoe tuberculata</i>	<i>Eisenachitina aranea</i>				<i>Nowakia (Now.) chlupaciana</i>
388			<i>Polygnathus pseudofoliatus</i>	C <i>Pinacites</i>						
389	M		<i>Polygnathus costatus</i>	B <i>Fidelites</i>	<i>Alpenachitina eisenacki</i>	<i>Nowakia (Now.) hollynensis</i>				
390			<i>Polygnathus partitus</i>	A						
391	Emsian		<i>Polygnathus patulus</i>	D2b <i>Anarcestes (without Sellanarcestes)</i>	<i>Armoricochitina panzuda</i>	<i>Angochitina sp. A</i>				<i>Nowakia (Now.) richteri</i>
392			Lt	<i>Linguioplygnathus cooperi cooperi</i>						
393		<i>Linguioplygnathus serotinus</i>		D1 <i>Anarcestes (with Sellanarcestes)</i>						
394		E	<i>Eolinguioplygnathus laticostatus</i>	C <i>Sellanarcestes</i>						
				B <i>Latanarcestes</i>						
395		LD		A <i>Rhenisites</i>						
396			IV	E <i>Mimosphinctes</i>						
397		LD		III			D <i>Mimagonalites</i>			
398										
399										
400										

# Tentaculiti

## STRATIGRAFIA

In particolare la base del Pragianò era stata storicamente basata sul FAD di *Nowakia acuaria*.

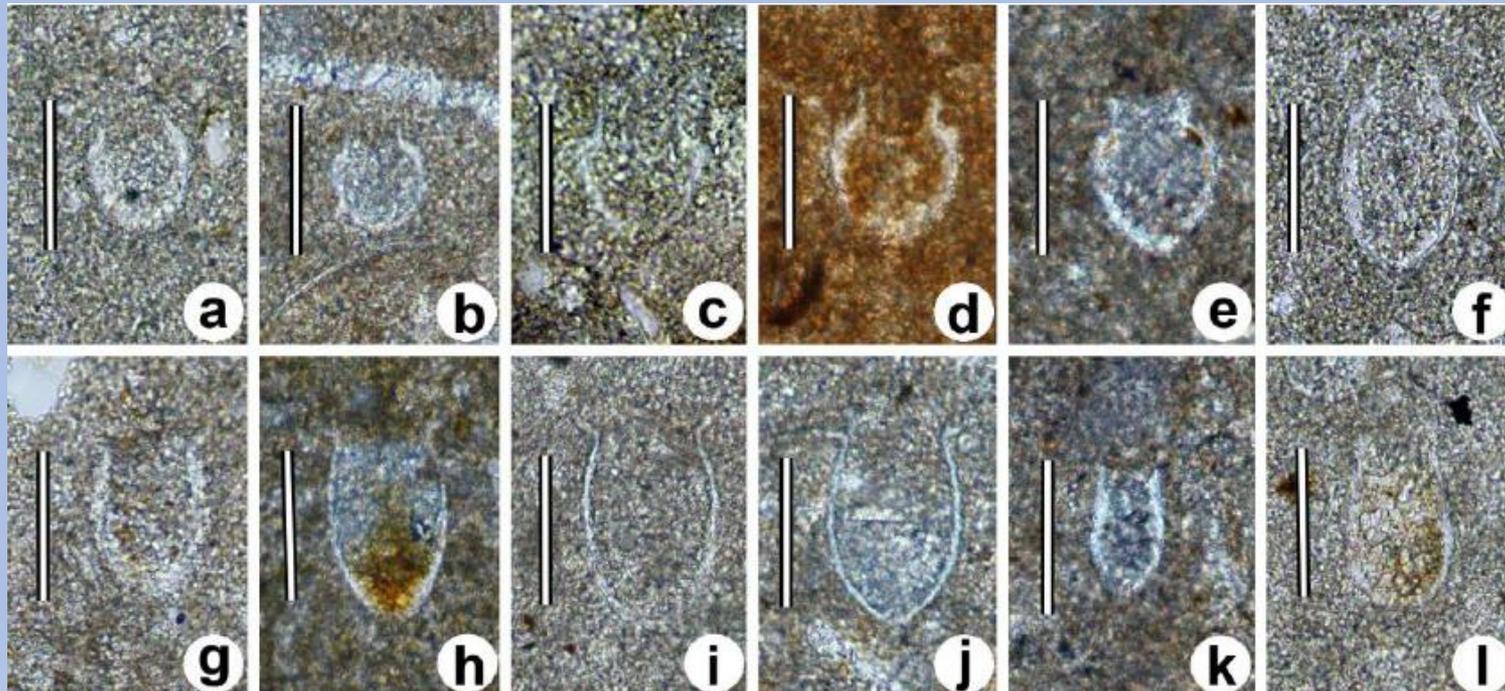


# Calpionellidi

I calpionellidi sono un gruppo estinto di organismi eucarioti unicellulari di affinità incerte.

Sono noti dal Giurassico Superiore e del Cretaceo Inferiore.

Erano organismi planctonici con scheletro di calcite a forma di urna, diffusi nella Tetide e documentati anche altrove.

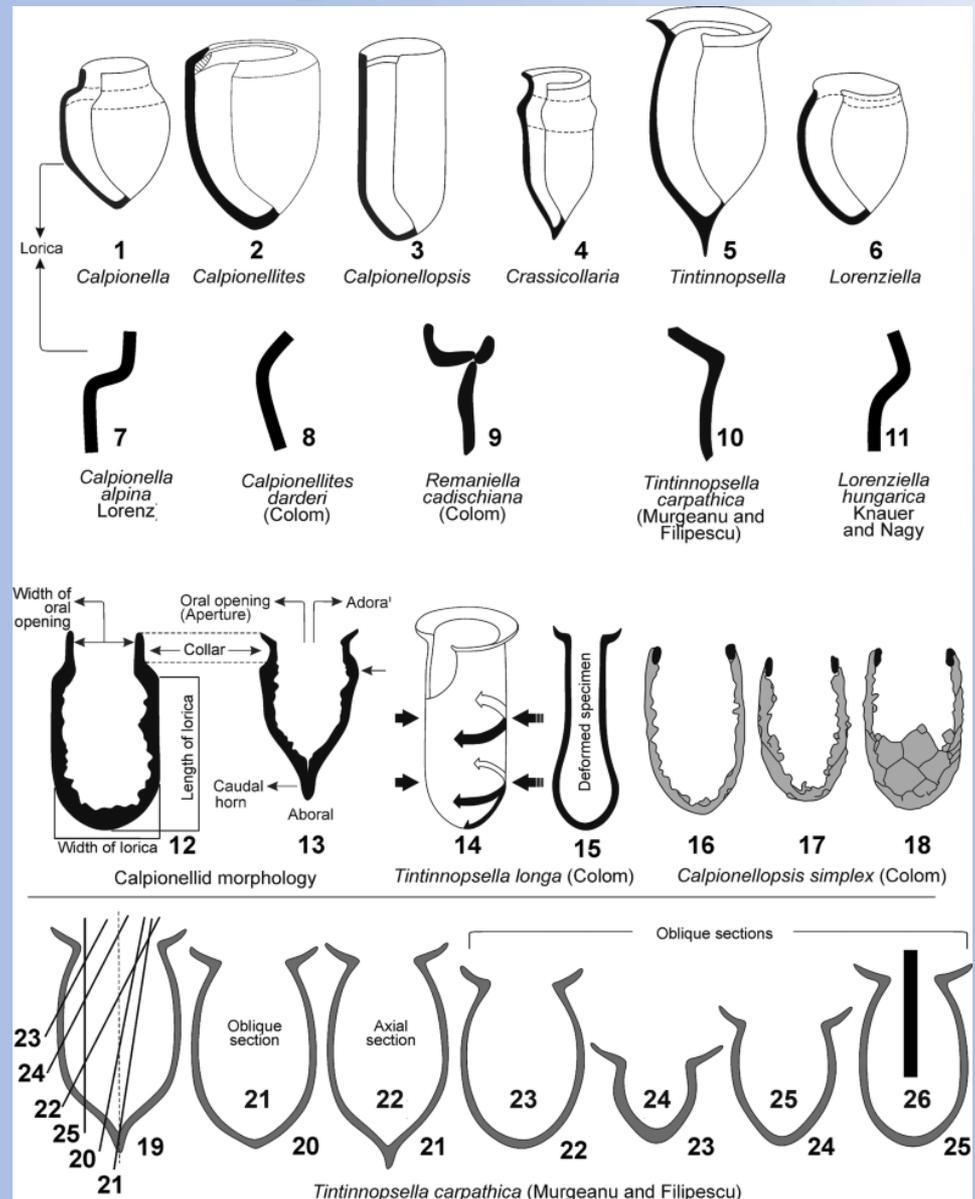


# Calpionellidi

## MORFOLOGIA

Major calpionellid genera (1–6), lorica (test wall) (7–12), morphology (13–16) and sectional details (17–25)

- 1: *Calpionella* Lorenz;
- 2: *Calpionellites* Colom;
- 3: *Calpionellopsis* Colom;
- 4: *Crassicollaria* Remane;
- 5: *Tintinnopsella* Colom;
- 6: *Lorenziella* Knauer and Nagy;
- 7: *Calpionella alpina* Lorenz;
- 8: *Calpionellites darderi* (Colom);
- 9: *Remaniella cadischiana* (Colom);
- 10: *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu and Filipescu);
- 11: *Lorenziella hungarica* Knauer and Nagy;
- 12–13: Calpionellid morphology;
- 14–15: *Tintinnopsella longa* (Colom);
- 16–18: *Calpionellopsis simplex* (Colom);
- 19–25: *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu and Filipescu).



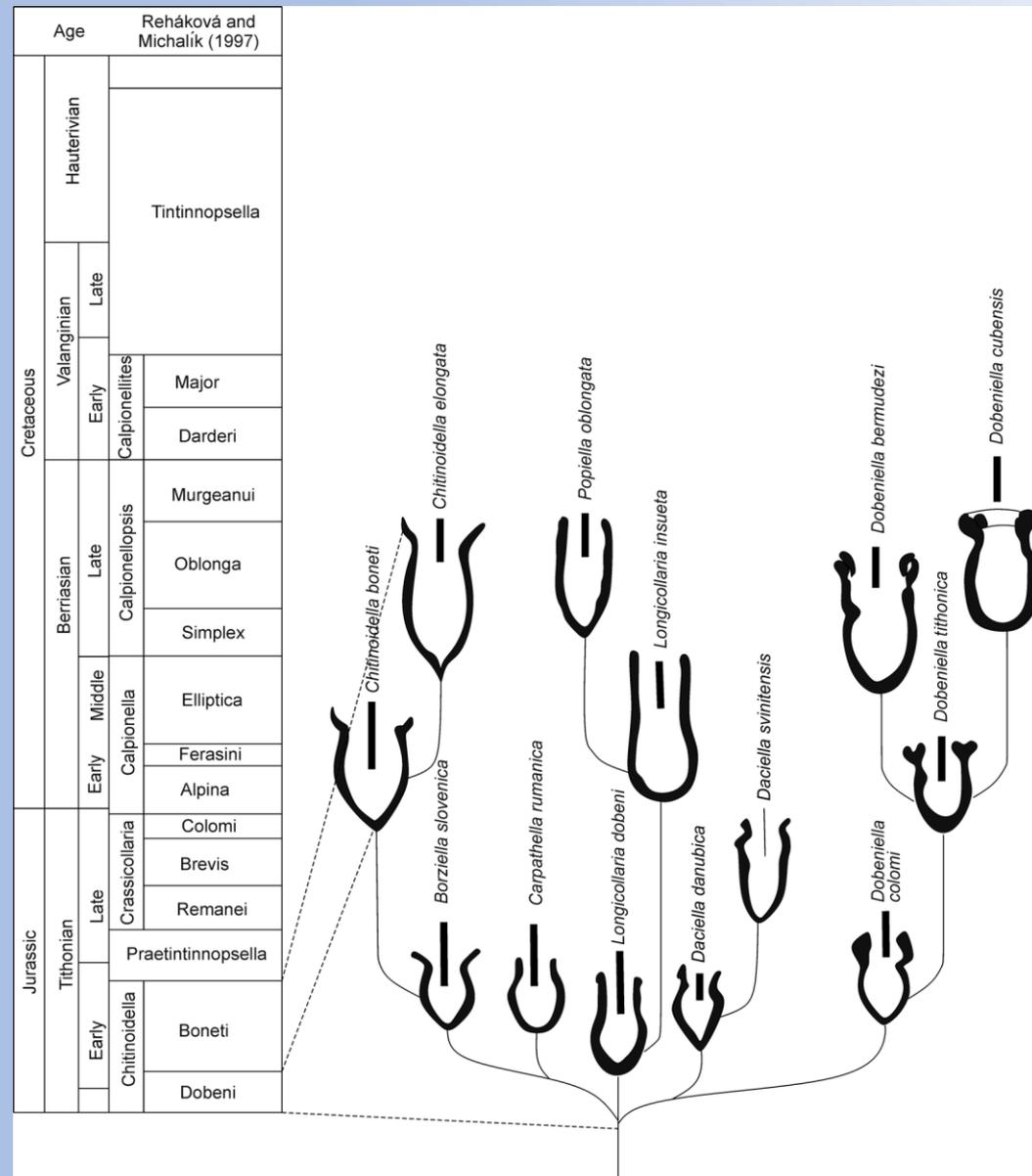
# Calpionellidi

## STRATIGRAFIA

I calpionellidi furono caratterizzati da una rapida evoluzione e diffusione in tutta la Tetide dal Titoniano superiore al Valanginiano inferiore.

La loro abbondanza, soprattutto in sedimenti pelagici, consente correlazioni biostratigrafiche a lunga distanza e datazioni precise.

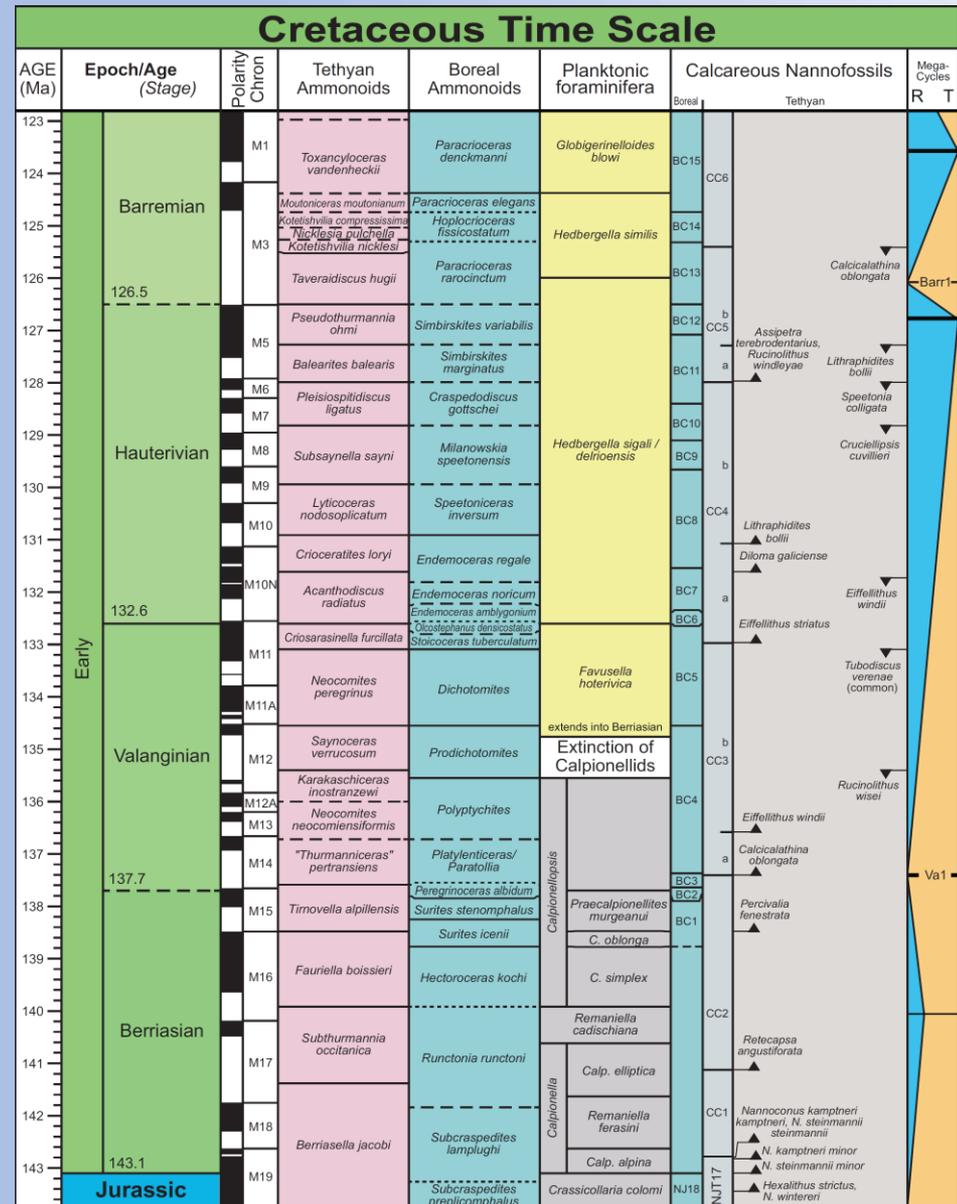
Schema filogenetico e distribuzione stratigrafica dei principali generi di calpionellidi



# Calpionellidi

## BIOSTRATIGRAFIA

Schemi di biozonazione a calpionellidi sono utilizzati soprattutto nel Titoniano, Berrisiano e Valanginiano inferiore nella Tetide



# Calpionellidi

## CRONOSTRATIGRAFIA

GSSPs of the Cretaceous Stages, with location and primary correlation criteria

Stage	GSSP Location	Latitude, Longitude	Boundary Level	Correlation Events	Reference
<b>Maastrichtian</b>	Tercis les Bains, Landes, France	43°40'46.1"N 1°06'47.9"W*	level 115.2 on platform IV of the geological site at Tercis les Bains	Mean of 12 biostratigraphic criteria of equal importance. Near ammonite FAD of <i>Pachydiscus neubergicus</i>	Episodes 24/4, 2001
<i>Campanian</i>	<i>candidates are in Italy and in Texas</i>			<i>Crinoid, LAD of Marsupites testudinarius or base of Chron C33r</i>	
<b>Santonian</b>	Olazagutia, Northern Spain	42°52'5.3"N 2°11'40"W	94.4 m in the eastern border of the Cantera de Margas quarry	Inoceramid bivalve, FAD <i>Platyceramus undulatopicatus</i>	Episodes 37/1, 2014
<i>Coniacian</i>	<i>candidates are in Poland (Slupia Nadbrzenna) and Germany (Salzgitter)</i>			<i>Inoceramid bivalve, FAD of Cremonoceramus deformis erectus</i>	
<b>Turonian</b>	Pueblo, Colorado, USA	38°16'56"N 104°43'39"W*	base of Bed 86 of the Bridge Creek Limestone Member	Ammonite, FAD of <i>Watinoceras devonense</i>	Episodes 28/2, 2005
<b>Cenomanian</b>	Mont Risou, Hautes-Alpes, France	44°23'33"N 5°30'43"E	36 m below the top of the Marnes Bleues Formation on the south side of Mont Risou	Foraminifer, FAD of <i>Thalmaninella globotruncanoides</i>	Episodes 27/1, 2004
<b>Albian</b>	Col de Pré-Guittard Section, Drôme, France	44°29'47"N 5°18'41"E	37.4 m above the base of the Marnes Bleues Formation and 40 cm above the base of the Kilian Niveau	Foraminifer, FAD of <i>Microhedbergella renilaevis</i>	Episodes 40/3, 2017
<i>Aptian</i>	<i>candidate is Gorgo a Cerbara, Umbria-Marche, central Italy</i>			<i>Base of Chron M0r; near ammonite, FAD of Deshayesites oglianensis</i>	
<i>Barremian</i>	<i>candidate is Río Argos near Caravaca, Murcia province, Spain</i>			<i>Ammonite, FAD of Taveraidiscus hugii</i>	
<b>Hauterivian</b>	La Charce Section, Drôme Province, southeast France	44°28'10"N 5°26'37.4"E	base of Bed 189 of La Charce Section	Ammonite, FAD of genus <i>Acanthodiscus</i>	
<i>Valanginian</i>	<i>candidate is near Caravaca (S. Spain)</i>			<i>Calpionellid, FAD of Calpionellites darderi</i>	
<i>Berriasian</i>	<i>Tré Maroua, SE of Gap, southeast France</i>			<i>Calpionellid, FAD of Calpionella alpina</i>	

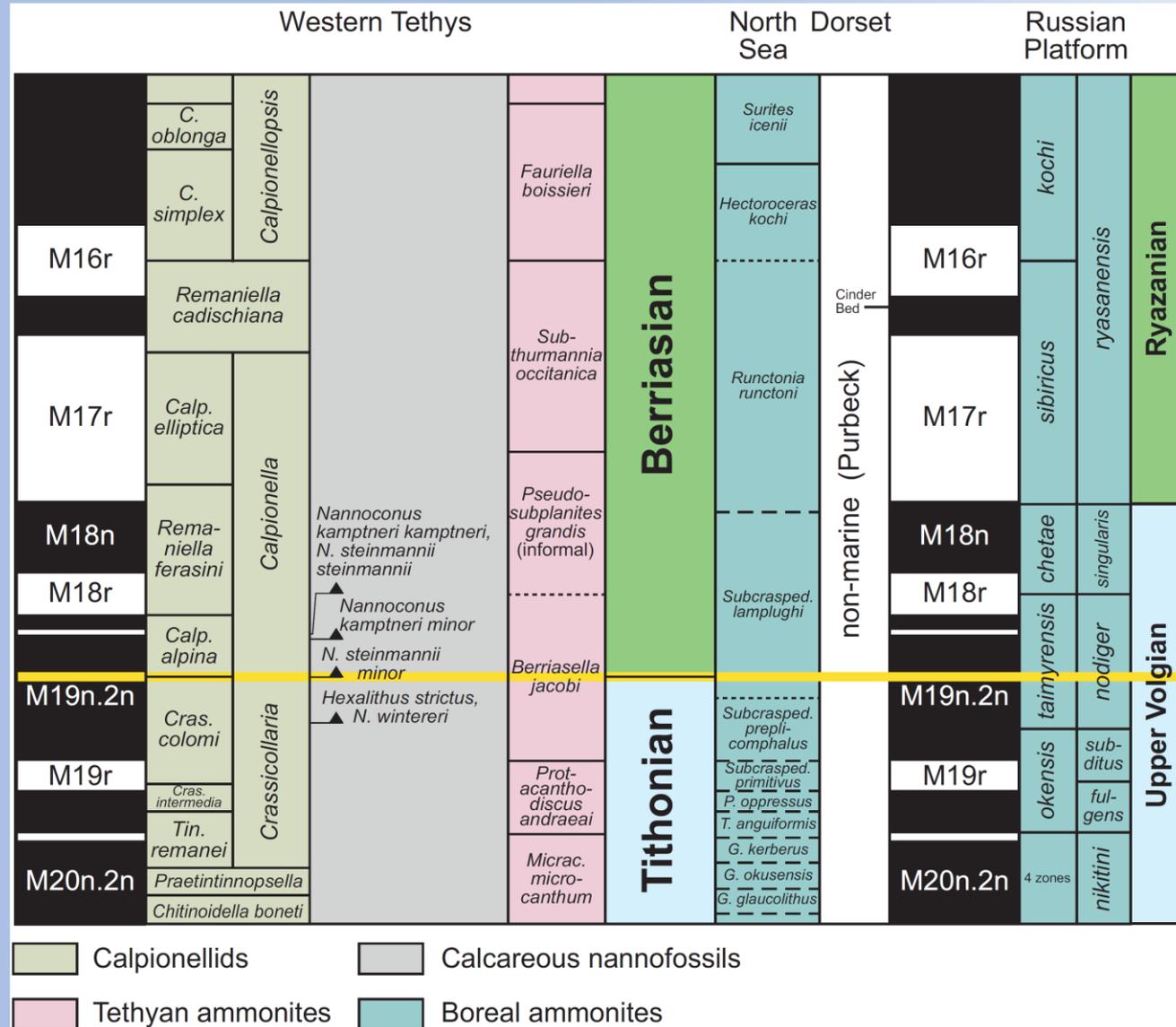
\* according to Google Earth



# Calpionellidi

## CRONOSTRATIGRAFIA

Correlation of the Jurassic-Cretaceous boundary from Western Tethys into the Boreal Realm. Relative placement of selected index fossils for defining the Jurassic-Cretaceous boundary among different paleogeographic regions of the Western Tethys, the Sub-Boreal (North Sea, Dorset), the Boreal (Nordvik, Russian Platform). Yellow line is the proposed GSSP.



# Microcrinoidi

Minuscoli crinoidi pelagici dell'Ordine Roveacrinida sono comuni in alcuni intervalli del Triassico, del Giurassico Superiore e del Cretaceo Medio-Superiore, sebbene non sia chiaro se le forme del Triassico siano strettamente correlate a quelle del Giurassico e del Cretaceo o rappresentino un sviluppo evolutivo parallelo.

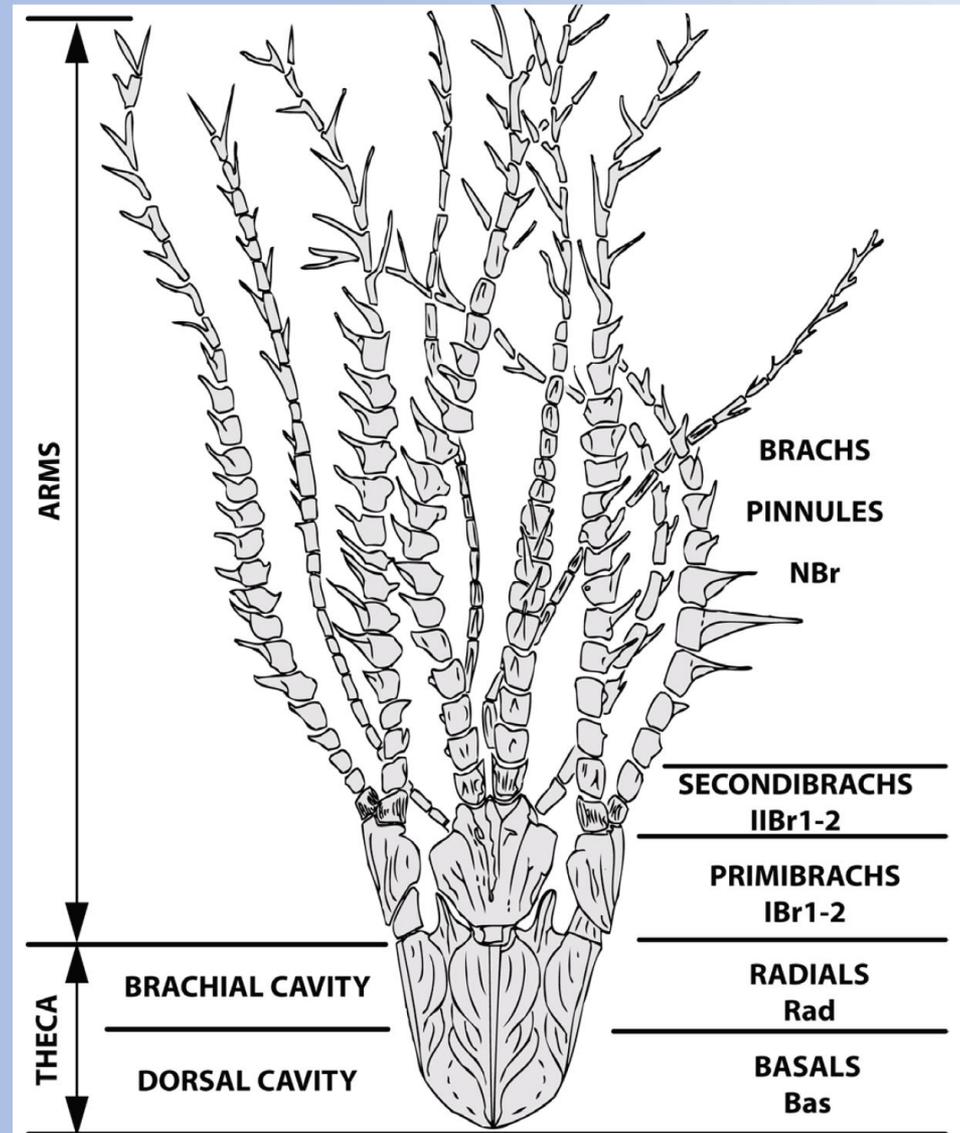
# Microcrinoidi

I taxa hanno dimensioni del calice da uno a pochi millimetri e gli ossicili delle braccia sono spesso costituenti comuni di residui prelevati da sedimenti marini del tardo Cretaceo.

Il peduncolo è assente.

L'abbondanza e la notevole diversità di microcrinoidi **dall'Albiano al Maastrichtiano**, unitamente ad una distribuzione molto diffusa, li rende fossili utili per la biostratigrafia.

Tentative reconstitution of a complete roveacrinid individual (after Ferré and Granier, 1997).

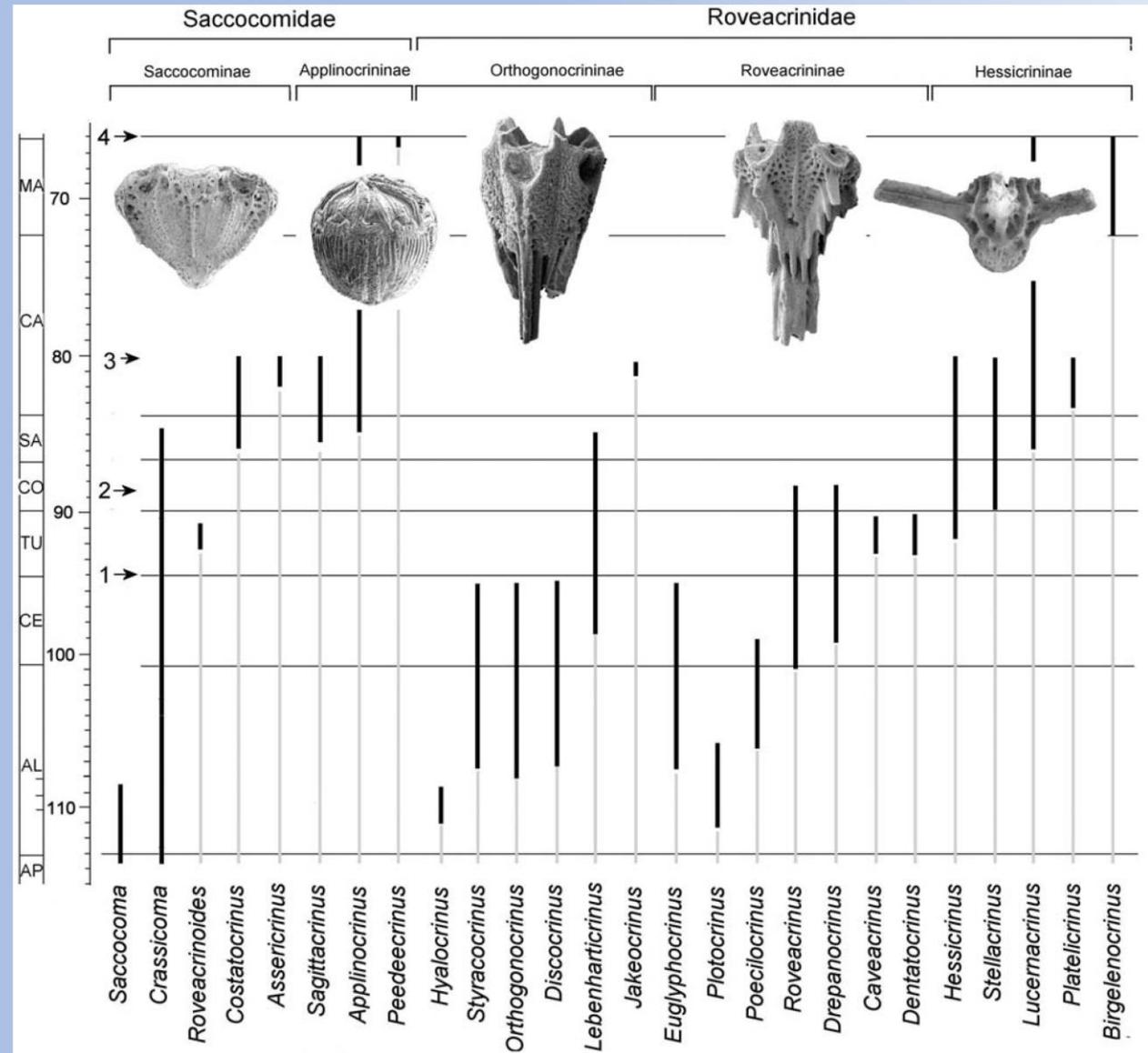


# Microcrinoidi

## STRATIGRAFIA

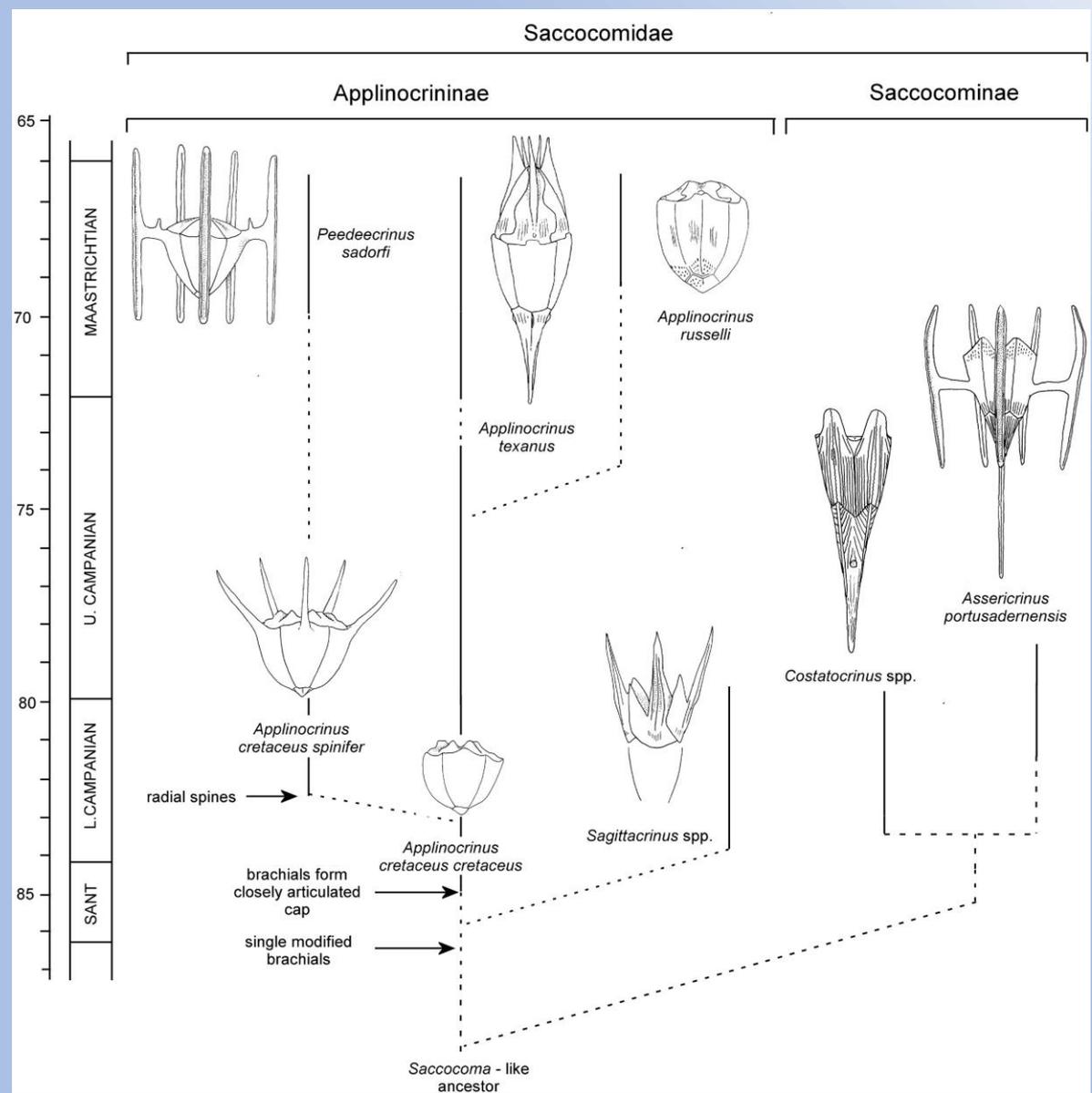
Distribution of Cretaceous microcrinoids. The arrowed events represent:

1. The extinctions that occurred in the late Cenomanian (five genera). It is not yet known if these are precisely related to the anoxic event OAE2.
2. Coniacian extinction of roveacrinine genera *Roveacrinus* and *Drepanocrinus*.
3. Apparent disappearance of many microcrinoids in the mid-Campanian, possibly an artifact of few study sites in the late Campanian.
4. K—Pg extinction of all microcrinoids.



# Microcrinoidi

## STRATIGRAFIA



Saccocomidae

Applinocrininae

Saccocominae

65

70

75

80

85

MAASTRICHTIAN

U. CAMPANIAN

L. CAMPANIAN

SANT

*Peedeocrinus sadorfi*

*Applinocrinus texanus*

*Applinocrinus russelli*

*Applinocrinus cretaceus spinifer*

*Applinocrinus cretaceus cretaceus*

*Sagittocrinus spp.*

*Costatocrinus spp.*

*Asserocrinus portusadernensis*

radial spines

brachials form closely articulated cap

single modified brachials

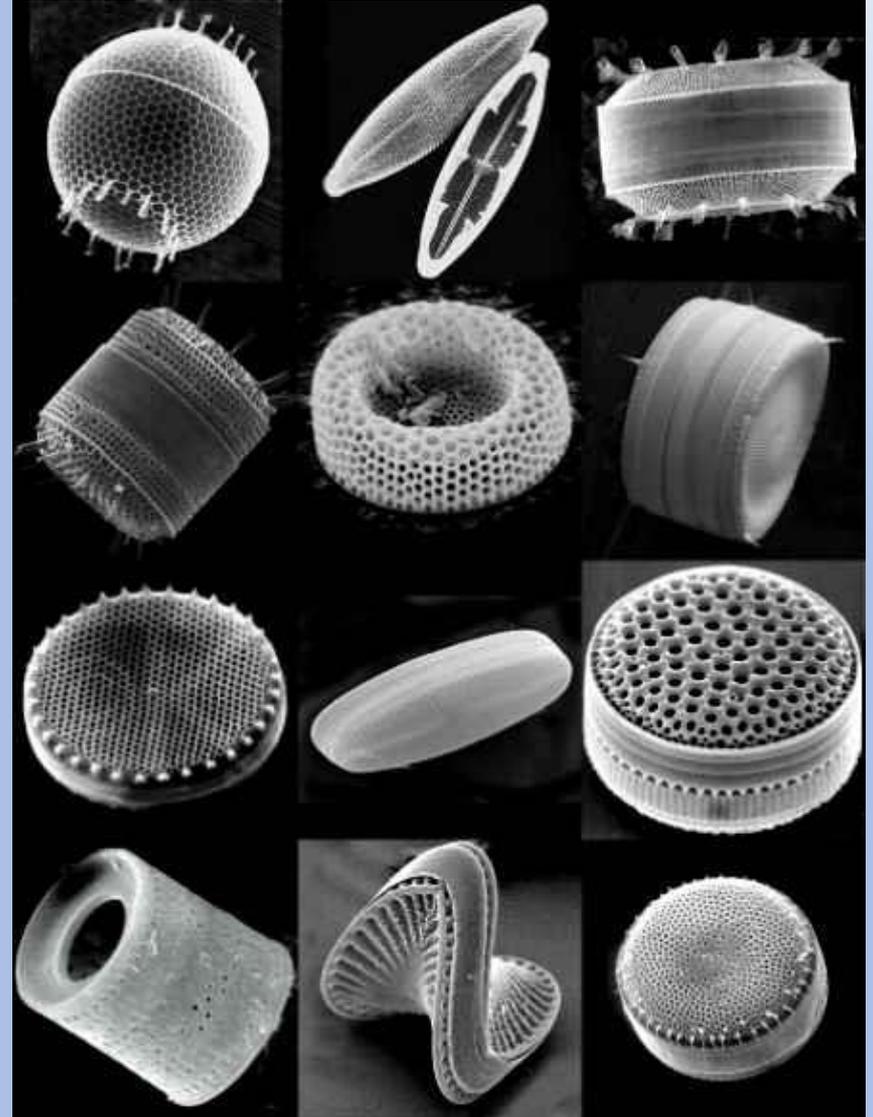
Saccocoma-like ancestor

# Diatomee

Le diatomee sono protisti ad affinità vegetale noti dal Cretaceo Inferiore.

Hanno uno scheletro siliceo.

Sono abbondanti in qualunque ambiente acquatico, o anche solo umido.

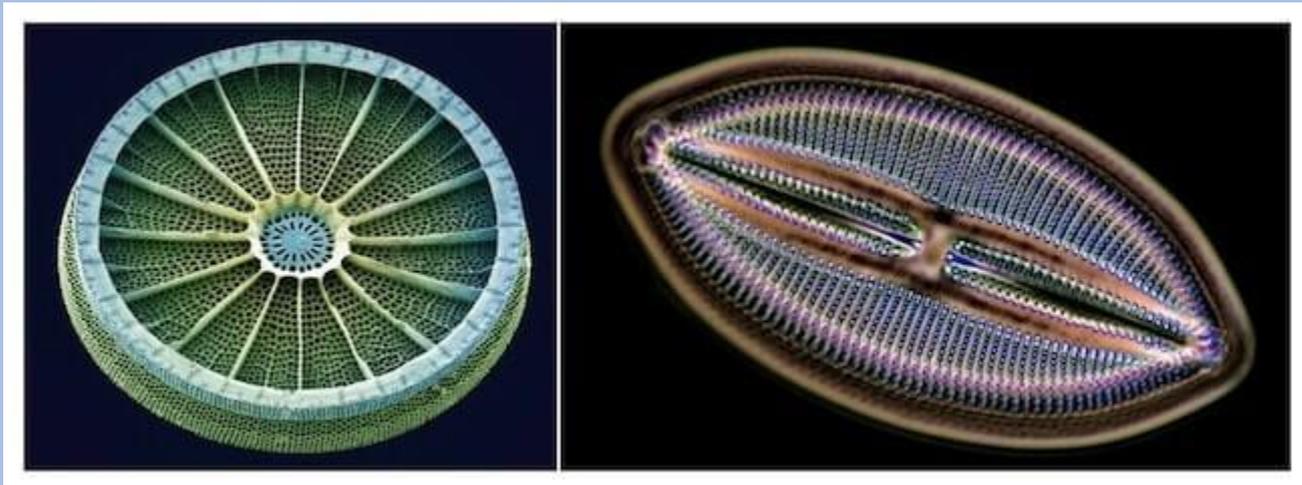


# Diatomee

Esistono due gruppi di diatomee:

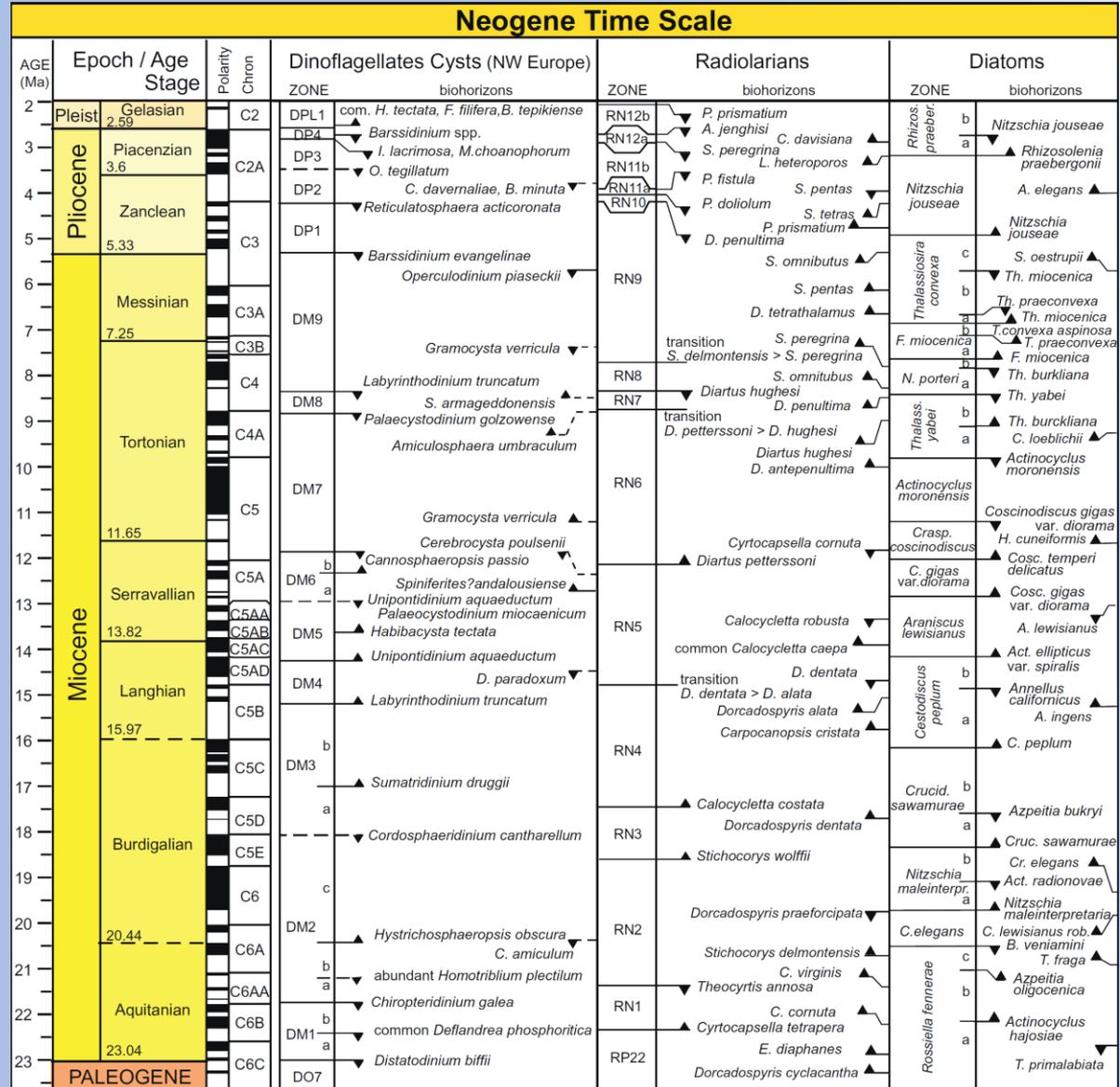
**Centrales.** Simmetria raggiata; in veduta superiore presentano un profilo circolare, triangolare o quadrato. Sono tutte planctoniche ed in prevalenza marine e sono particolarmente abbondanti in zone di upwelling, ricche di nutrienti e nelle regioni subpolari

**Pennales.** Simmetria bilaterale, allungate; in veduta superiore possono apparire sia ellittiche che rettangolari. Perforazioni e strutture scheletriche sono disposte ad angolo retto rispetto ad una linea mediana delle valve spesso rappresentata da una linea fessurata alla sommità detta rafe. Sono prevalentemente bentoniche e sono presenti in acque dolci, salmastre e marine di bassa profondità.



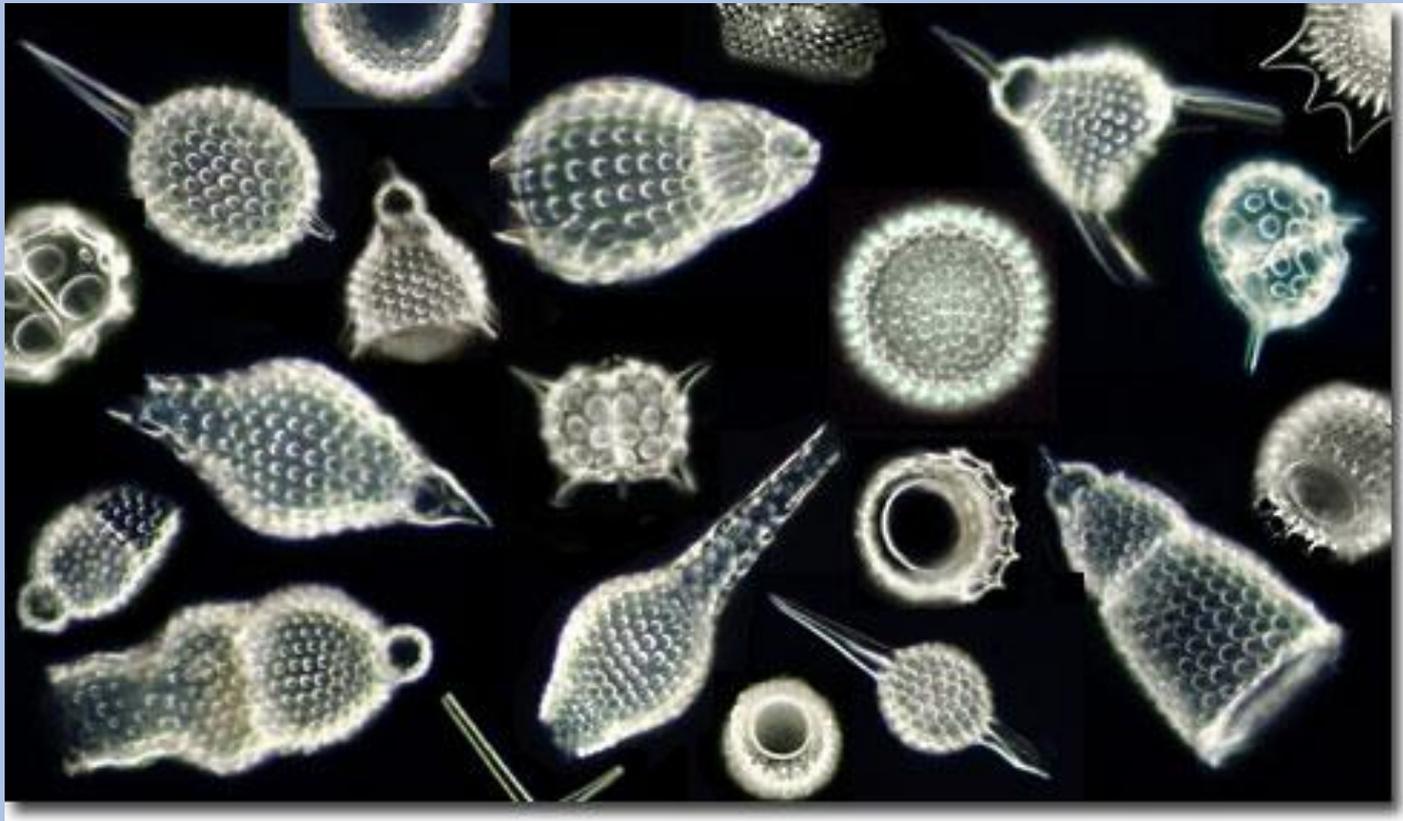
# Diatomee

In generale hanno una evoluzione relativamente lenta, ma esiste uno schema di biozonazione a diatomee del Neogene, particolarmente utile in sedimenti silicei.



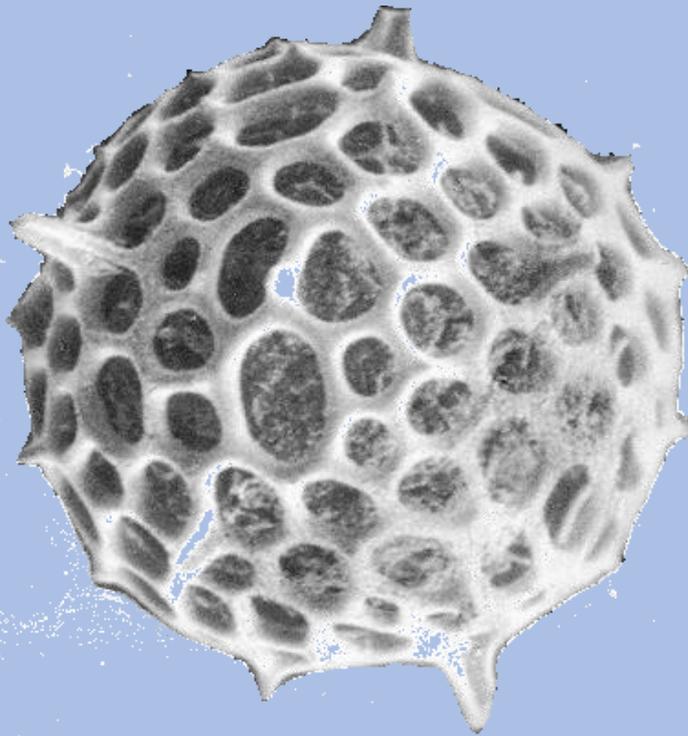
# Radiolari

I radiolari sono **Protisti**, tra i principali componenti del plankton. Sono noti dal **Cambriano** e sono abbondanti ancora oggi. Organismi unicellulari **marini** con uno scheletro di **silice**. Le **dimensioni** sono di norma comprese tra 50 e 200  $\mu\text{m}$ .

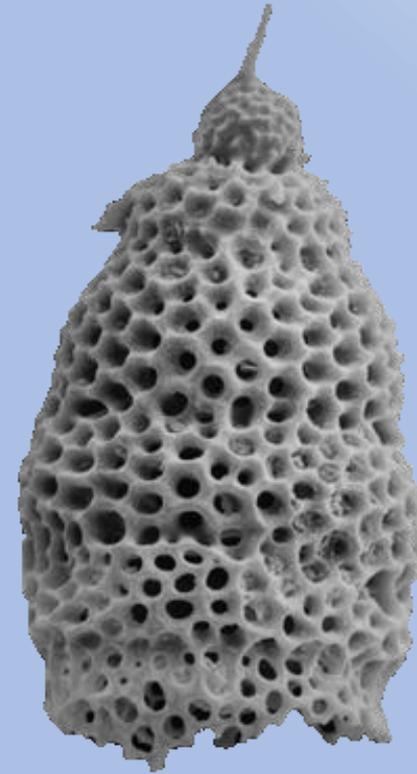


# Radiolari

I radiolari sono divisi in due ordini in base alla simmetria dello scheletro:  
Nassellaria e Spumellaria



Spumellaria



Nasellaria

# Radiolari

I radiolari sono utili in biostratigrafia soprattutto per le rocce silicee.

Schemi di biozonazione che consentono discrete correlazioni ad ampia scala sono disponibili per il Paleogene.

