

Petrologie sedimentárních hornin

LS, 1.roč.

# ***4. Karbonáty II. diagenese, dolomitizace***

Karel Martínek

Ústav geologie a paleontologie

diagenetická prostředí – meteorické, vadózní, freatické, pohřbení

## přehled diagenetických procesů:

diageneze zrn – mikrobiální mikritizace, vrtby, rekrystalizace aragonit, HMC → LMC

tmelení – pórová fluida přesycená  $\text{CaCO}_3$

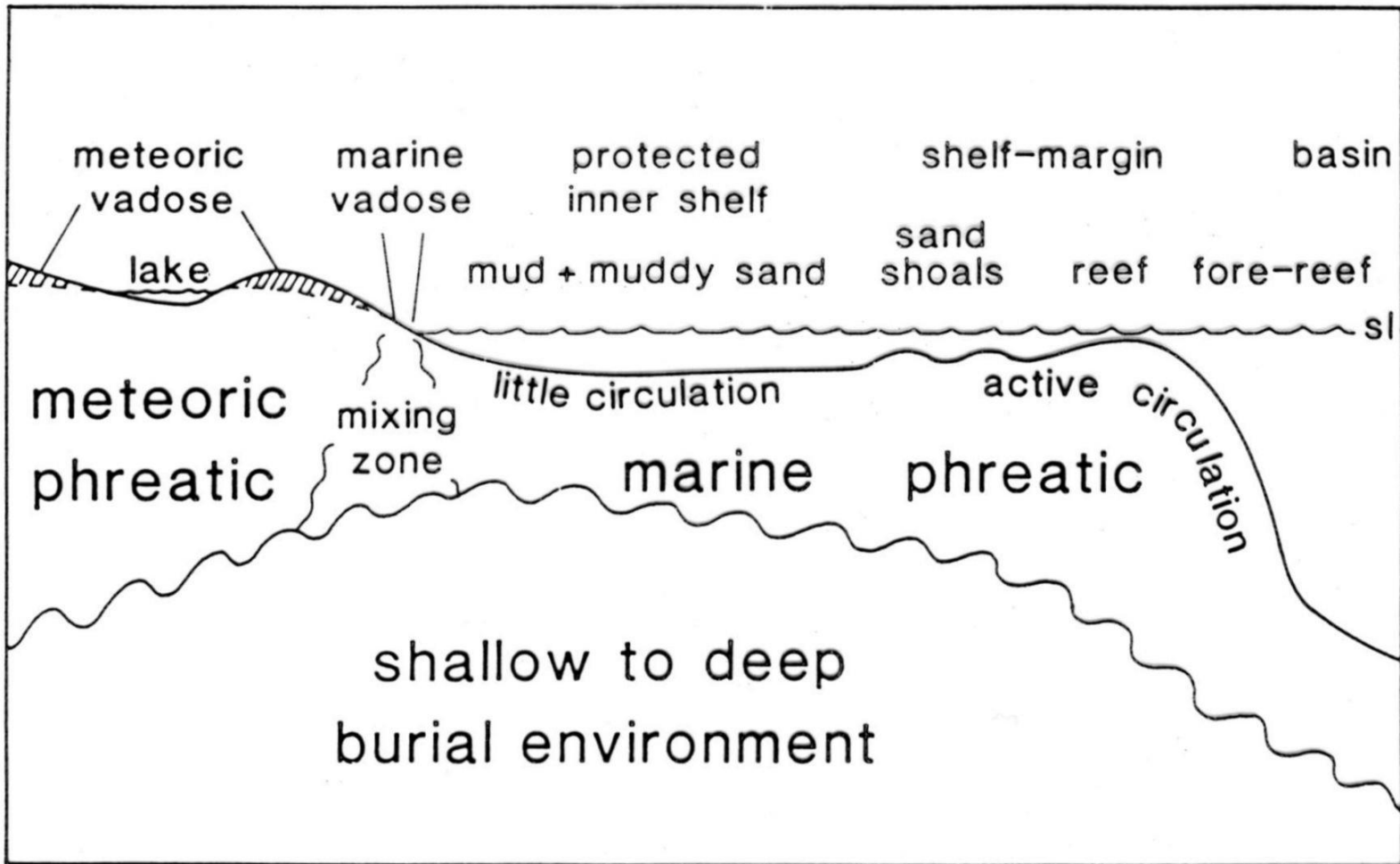
neomorfismus – rekrystalizace – změna minerál.sl. a/nebo struktury

rozpouštění – krasovění, tlakové rozpouštění, stylolity

kompakce

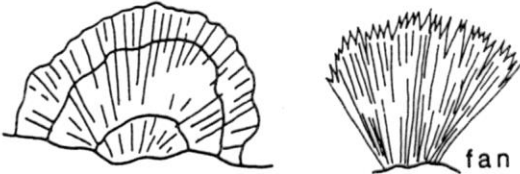
dolomitizace, dedolomitizace

# diagenetická prostředí

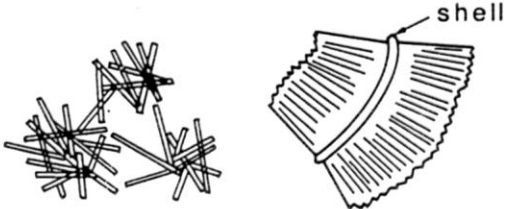


morfologie recentních mořských tmelů

ARAGONITE CEMENTS



botryoids 10mm



mesh of needles acicular fringe

HIGH Mg CALCITE CEMENTS

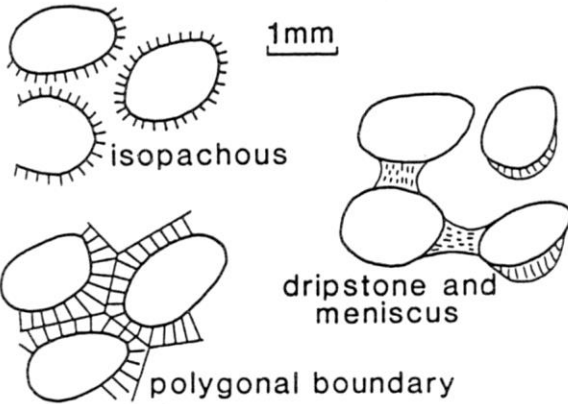
100µm



bladed equant peloidal

CEMENT GEOMETRY

1mm



isopachous  
dripstone and meniscus  
polygonal boundary



# ***mořská diagenese***

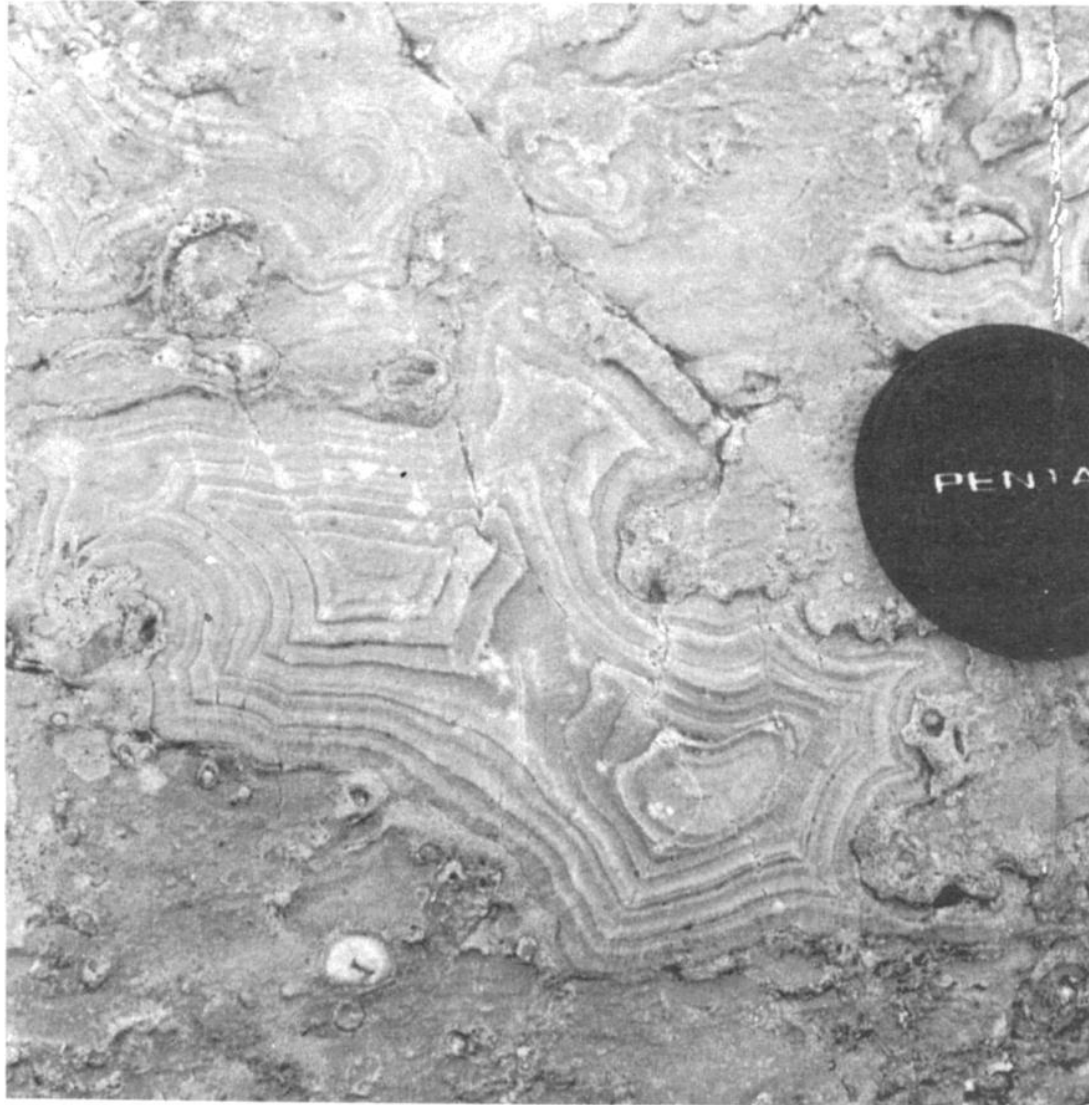
intertidál-subtidál – **jehlicovité lemy** kolem zrn, kolmo na povrch zrn

freatické – **isopachové**; tmavé mikritové povlaky zrn, výplně pórů;  
mikritizace zrn

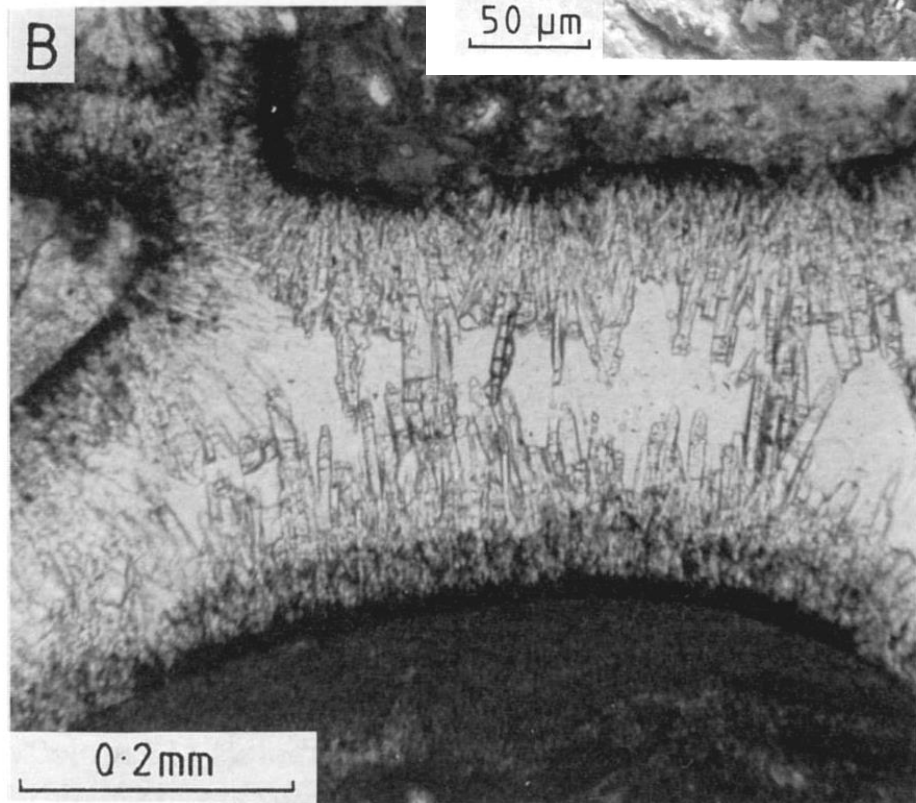
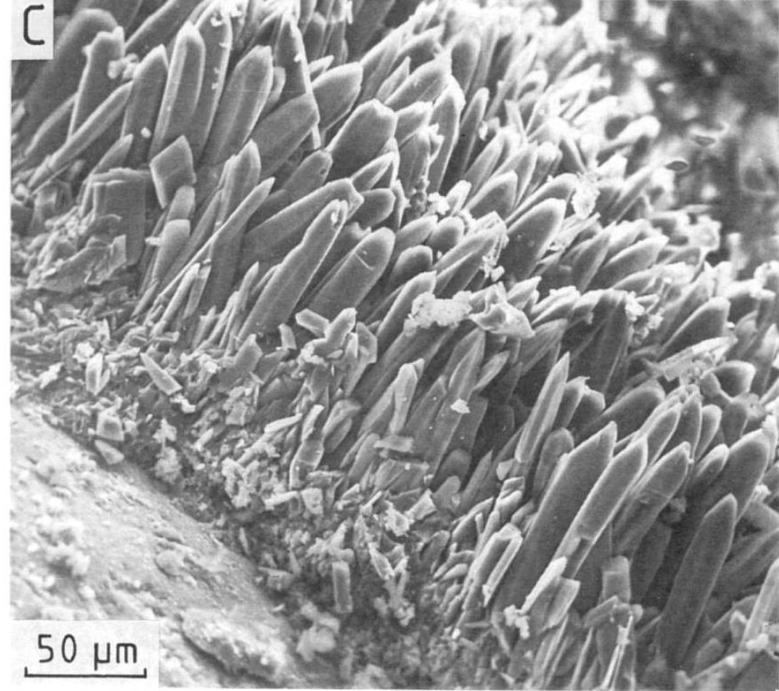
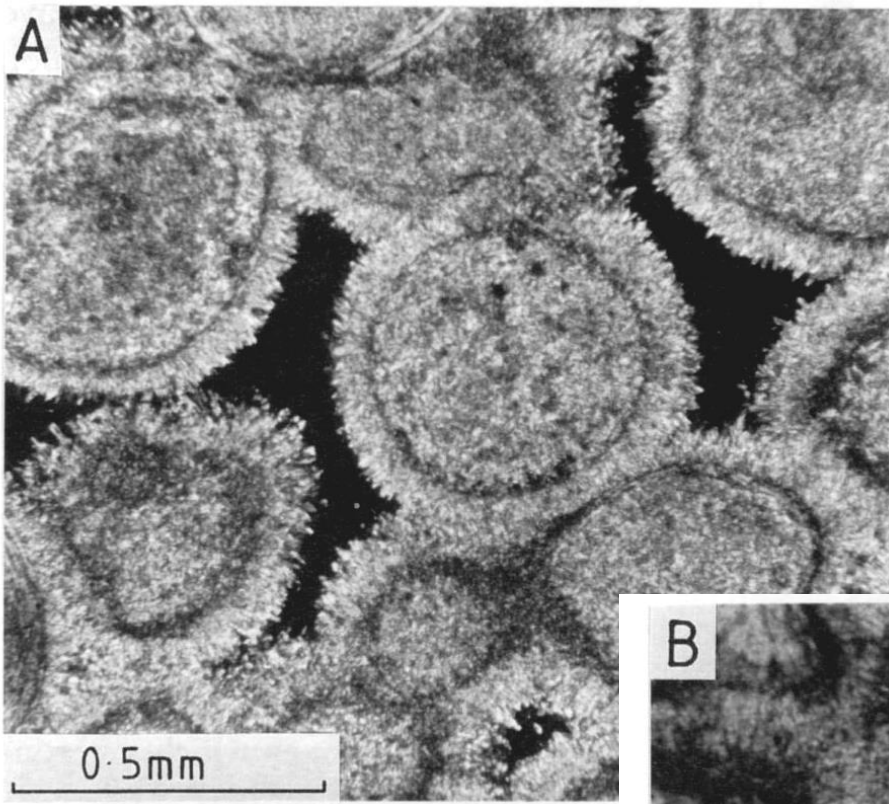
zdroje tmelu: a) fyz.-chem. srážení během evaporace na tidál.plošině  
b) biochem. mikrobiální srážení (fotosynt.řas, bakteriální kalcifikace,  
rozklad org.hmoty)

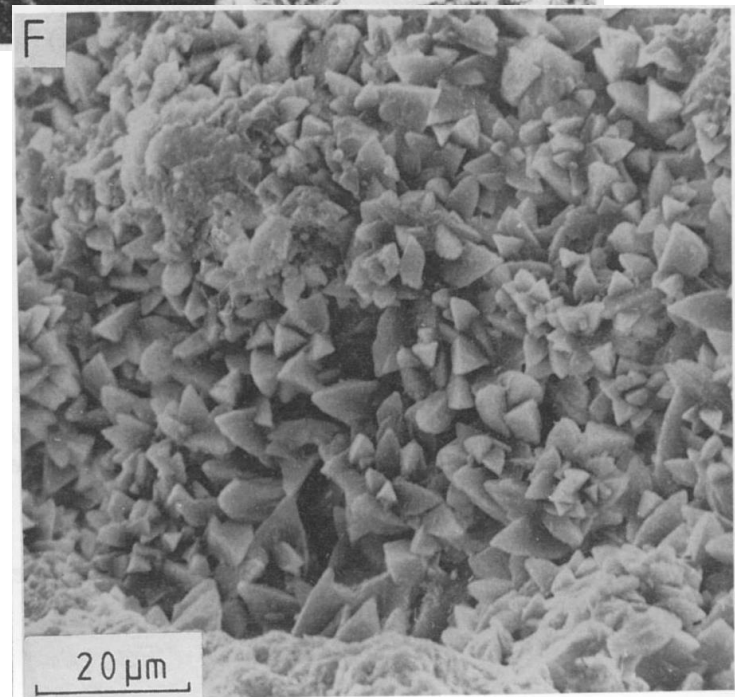
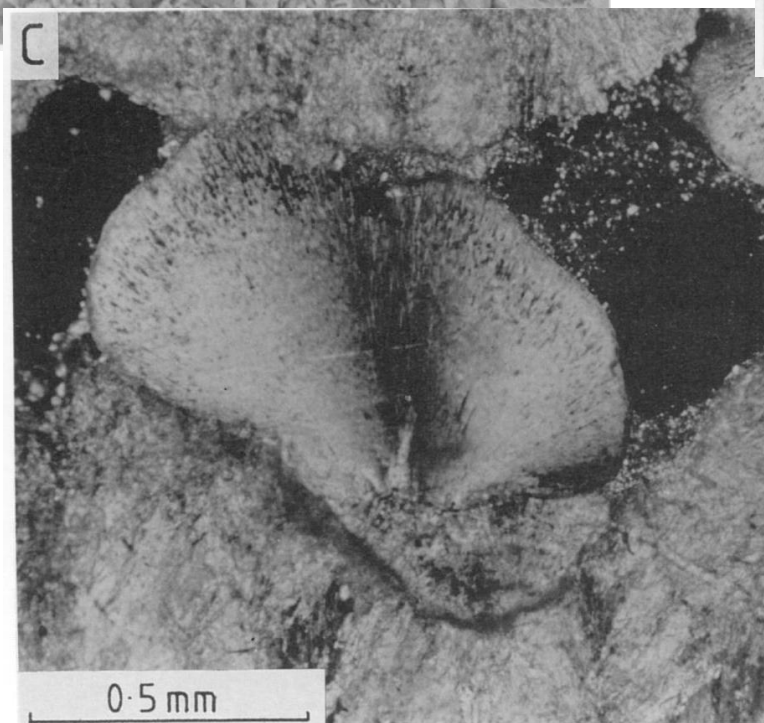
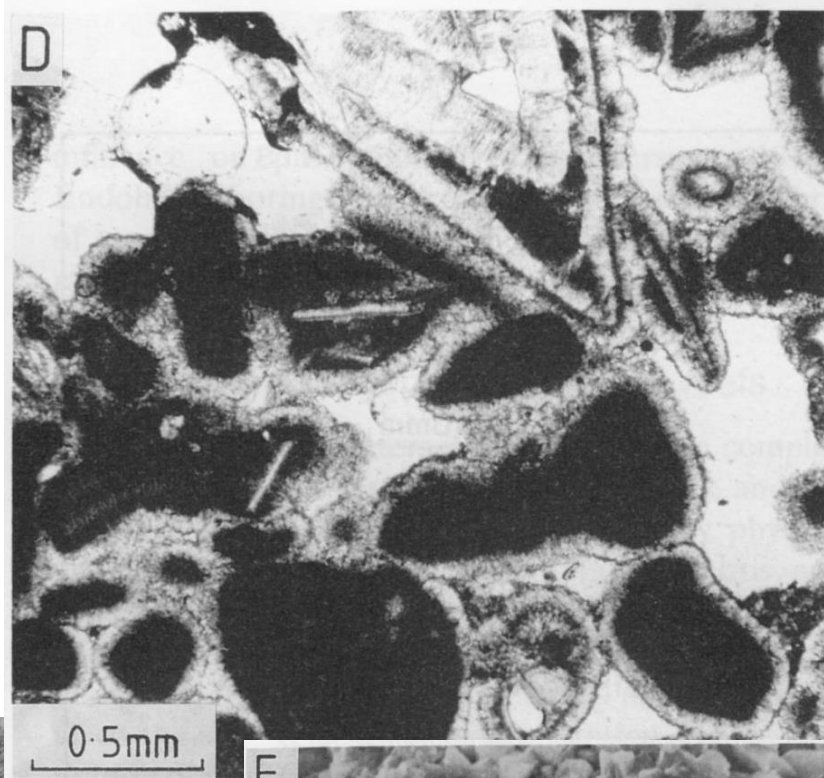
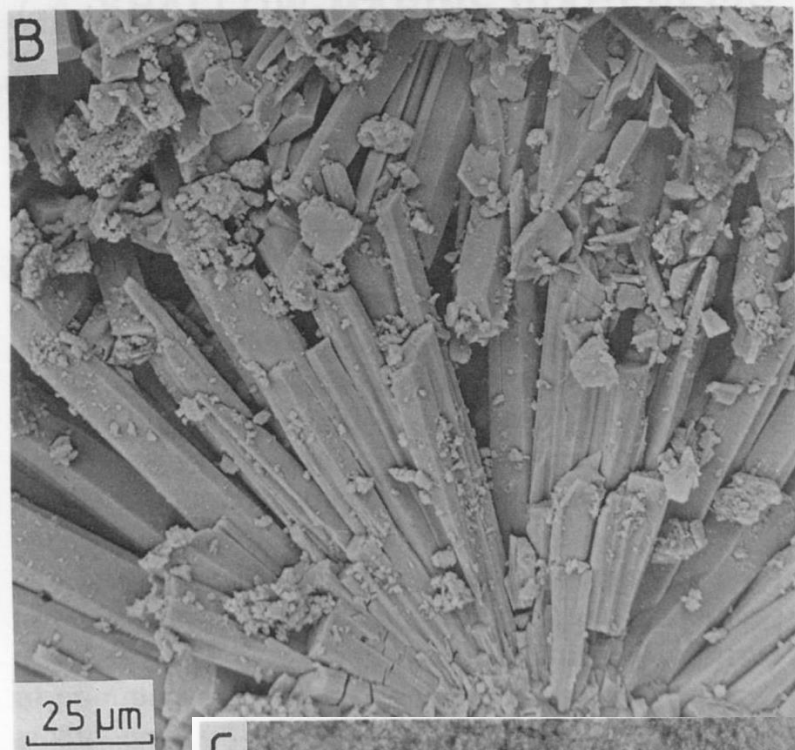
rec. mělký subtidál – laguny – **mikrobiální mikritizace**; vyšší energie –  
tmelení, **hardgroundy**

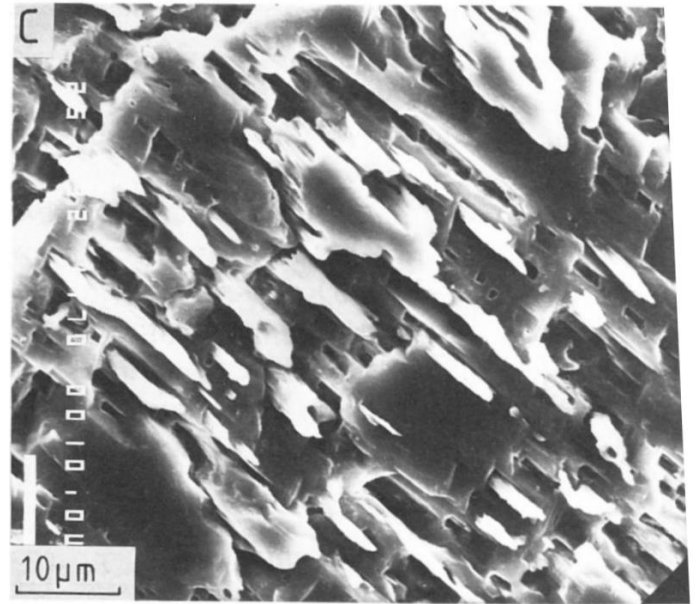
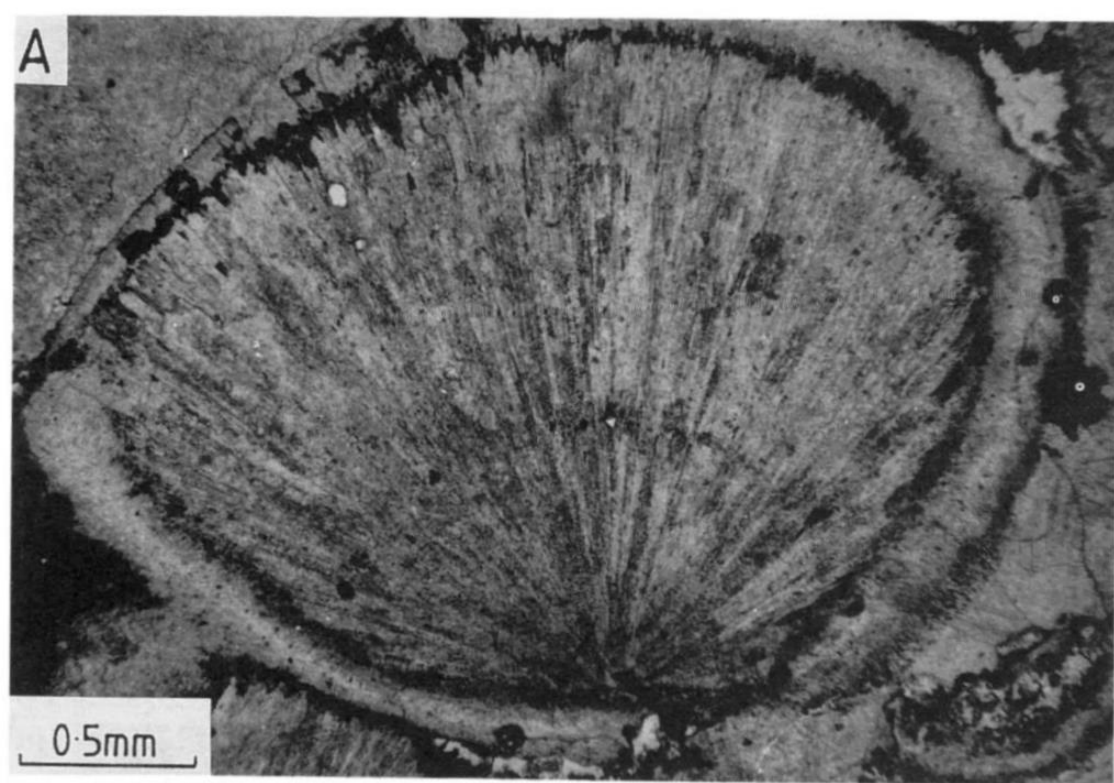
rec.mořské rozpouštění – ve vyšších zem.š. nízké nasycení vody  
 $\text{CaCO}_3$  – rozpouštění bioklastů už v prvních 100 m hl.



**Fig. 7.8** *Marine cement in a Triassic reef, Hafelekar, Austria. Isopachous layers of fibrous calcite cementing fore-reef debris and known locally as 'Grossoolith'. Lens cap 6 cm diameter.*

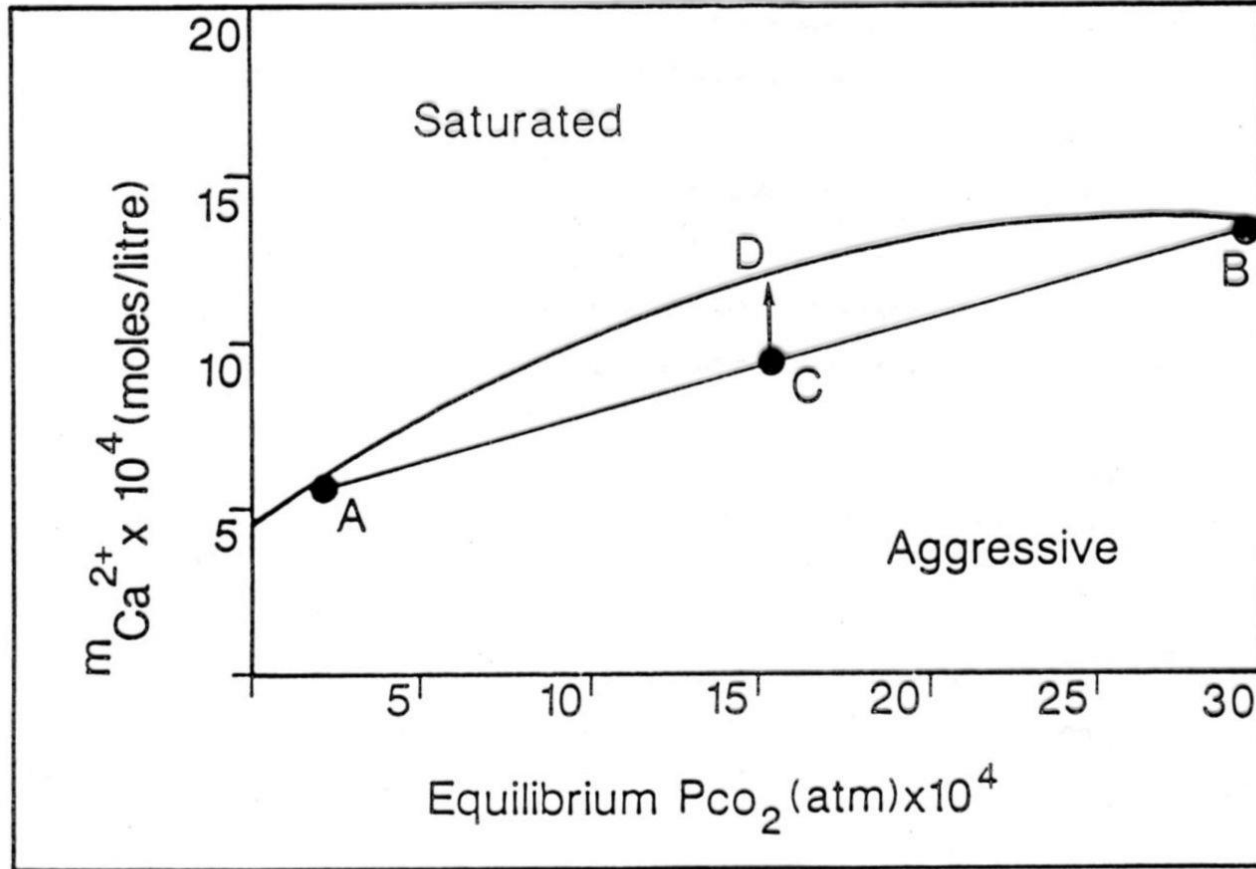




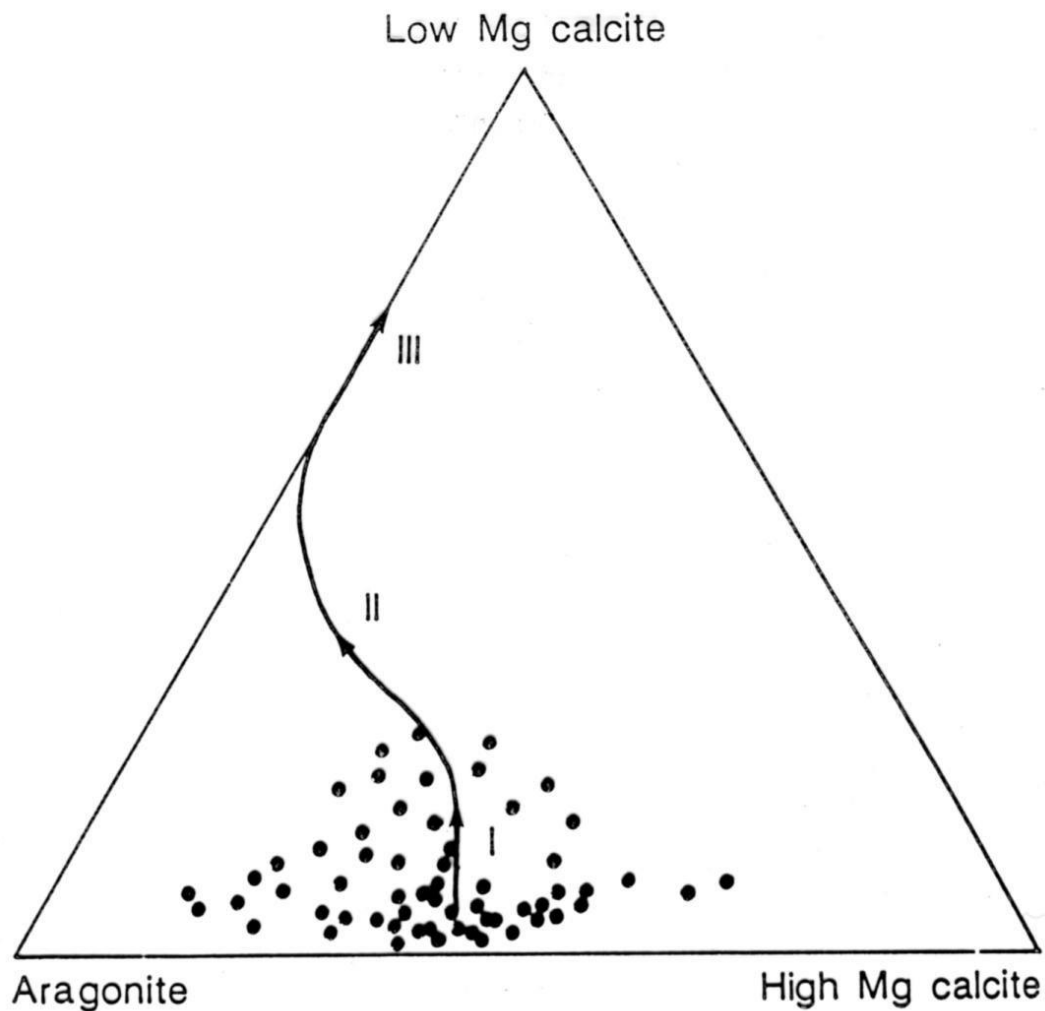




# rozpouštění



**Fig. 7.20** *Mixing corrosion effect. The solid curve shows the solubility of  $CaCO_3$  with respect to the total  $CO_2$  in solution. If two liquids, A and B are mixed, an undersaturated solution results, C. It evolves by dissolution of calcite to equilibrium at D. From various sources.*



**Fig. 7.22** *Triangular diagram showing the typical mineralogical evolution of Quaternary marine sediments during prolonged meteoric diagenesis. Stippled area represents range of marine sediments. I, initial cementation by low-Mg calcite. II, loss of Mg from high-Mg calcites. III, dissolution of aragonites and cementation by low-Mg calcite. Modified from Tucker (1981).*

## meteorická diagenese

rozpuštění (sekundární porozita, krasovění), tmelení, pedogeneze

vadózni zóna – svrchní – infiltrace, spodní – perkolace

freatické - **syntaxiální nárůsty, stejnozrnný sparit**

vadózni – asymetrické : **meniskový, gravitační;**

---

izopachový tmel – freatický

asymetrický – vadózni

syntaxiální nárůsty

náhrada A kalcitem – sparitový tmel

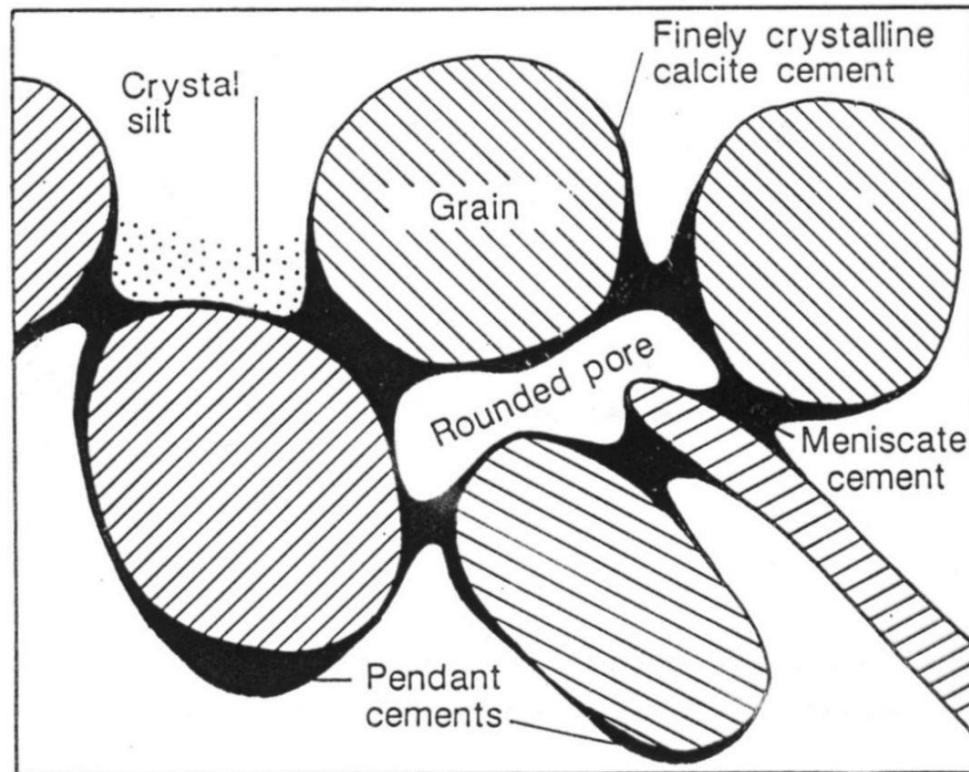
výplně pórů LMC

rané stádium

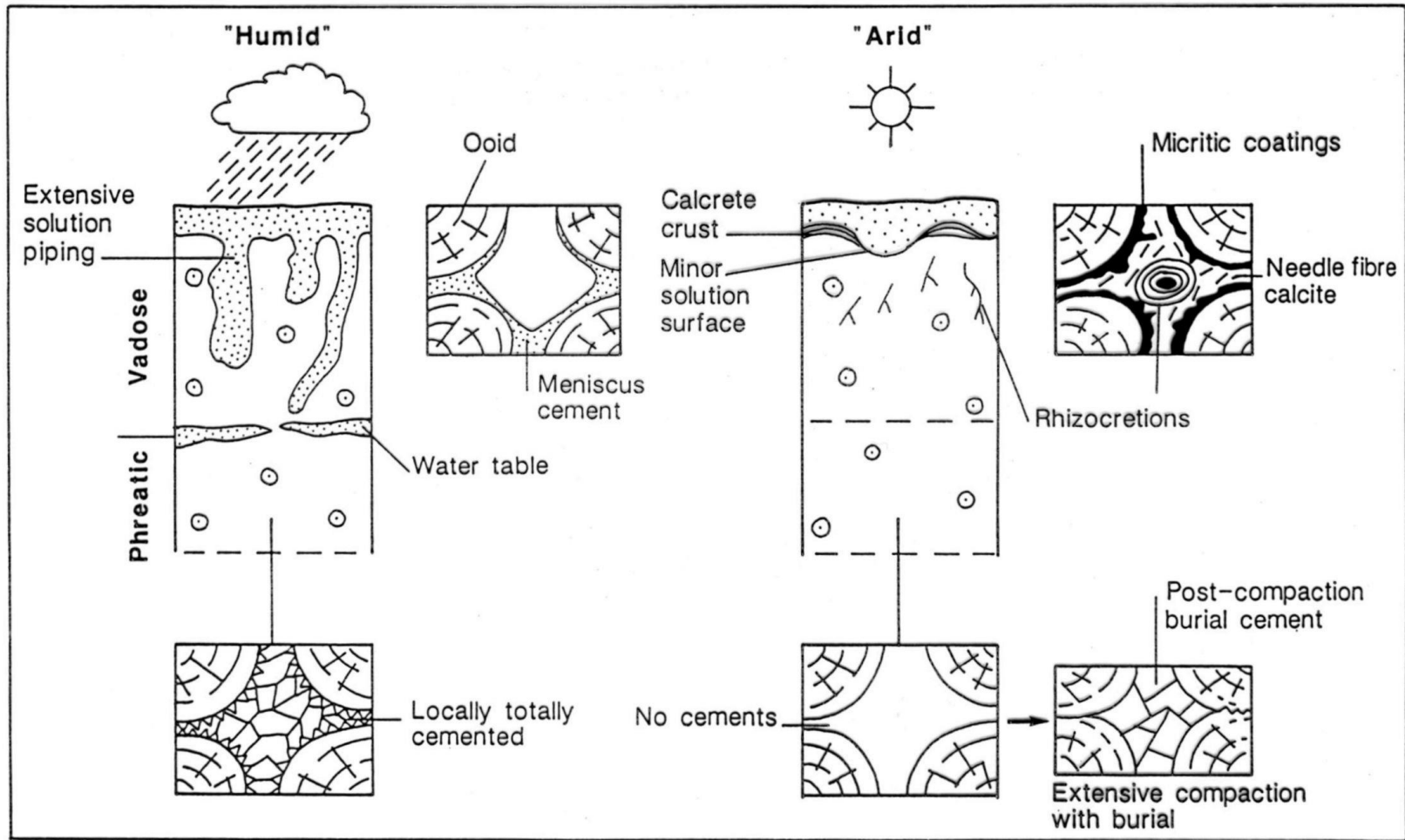
pozdni stádium







**Fig. 7.27** *Common cement geometries in vadose zones (see text).*



**Fig. 7.24** *Contrasting styles of karstification, meteoric cementation and porosity evolution in Early Carboniferous oolitic limestones from south Wales. Based on Hird & Tucker (1988) and Wright (1988).*

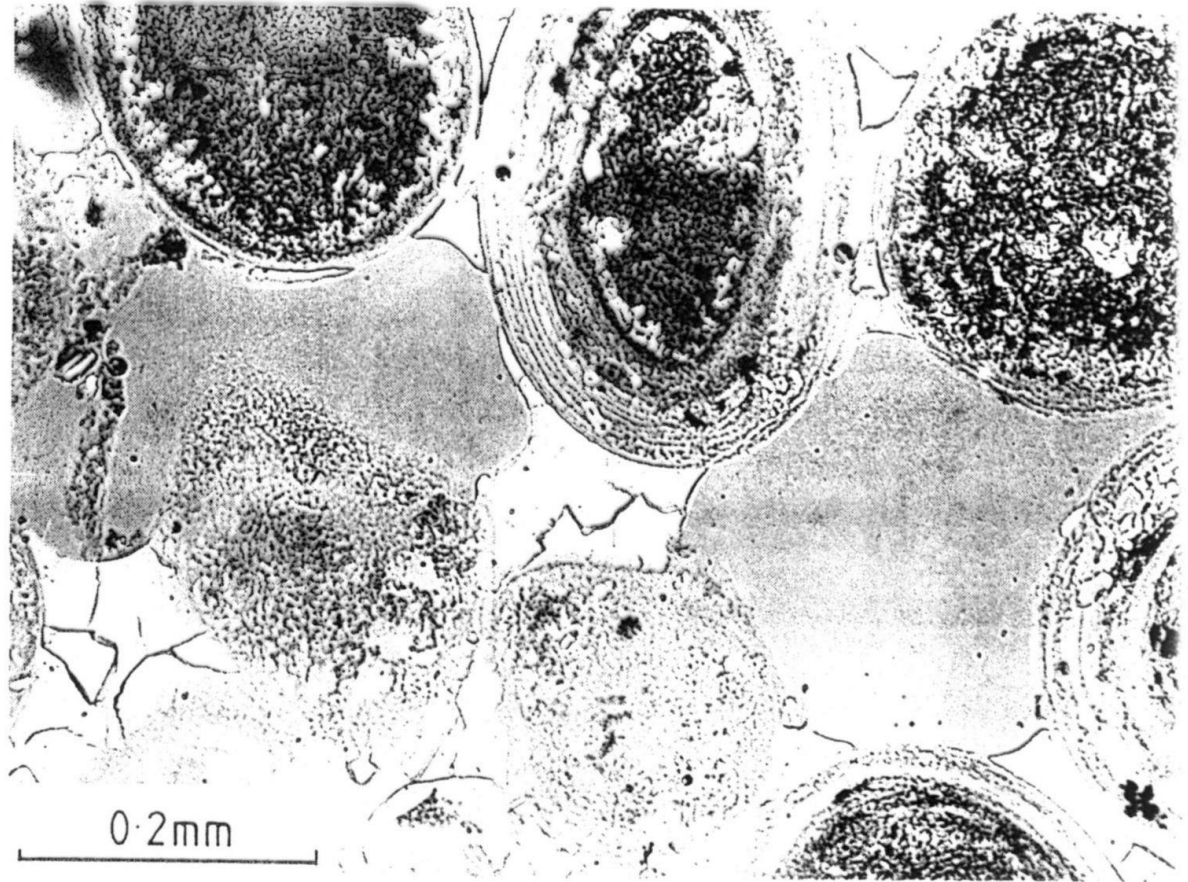


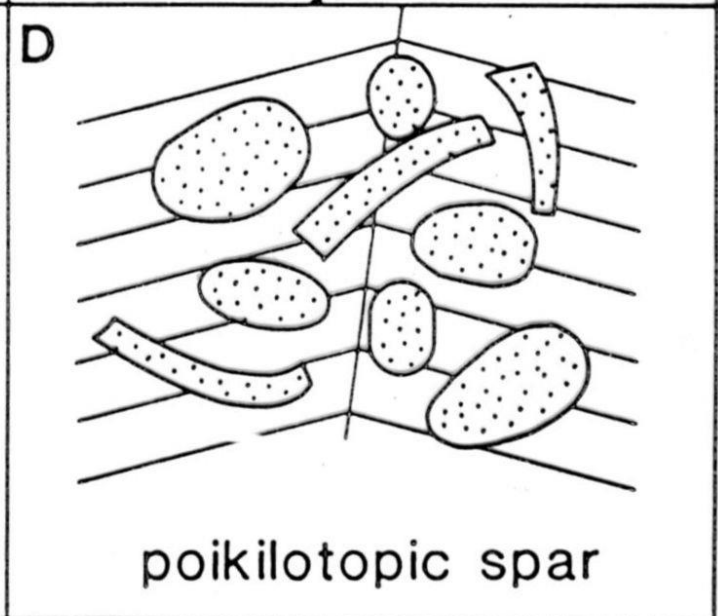
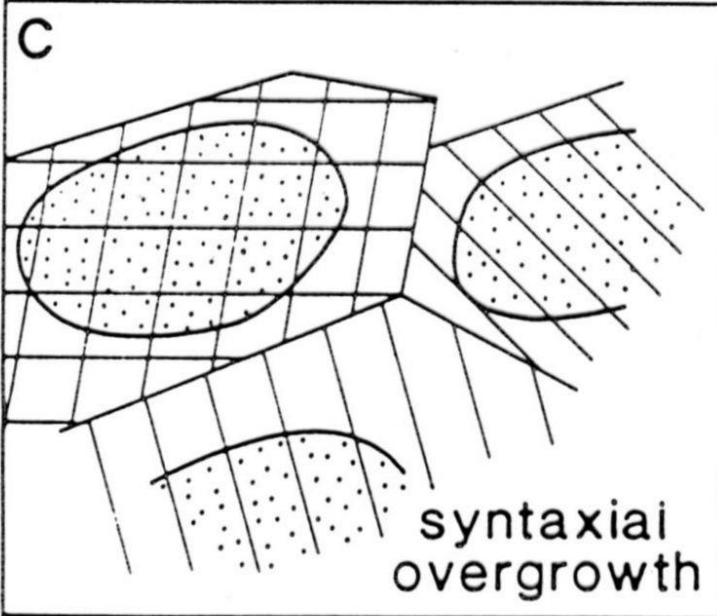
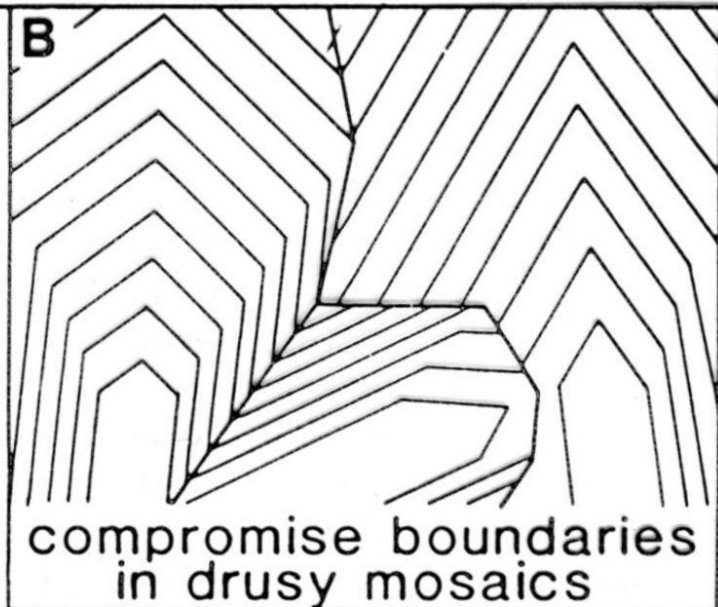
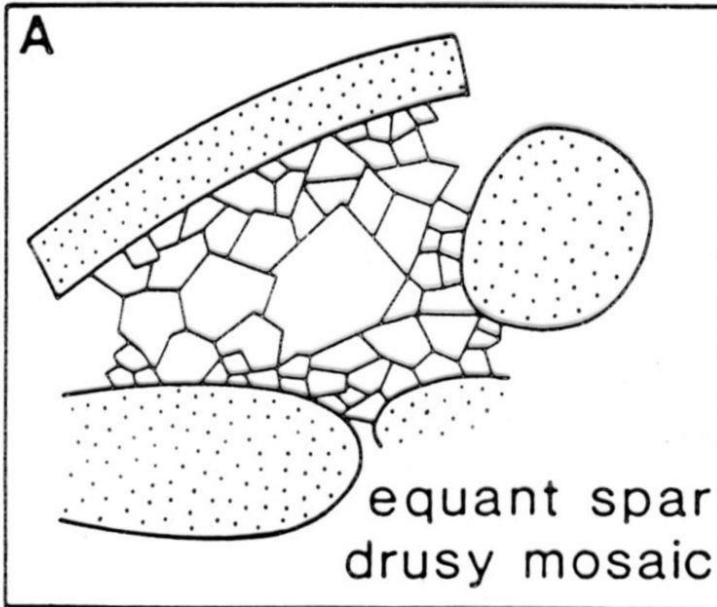
Fig. 7.28 *Meniscus cement*, vadose zone, Joulter's Cay, Bahamas.

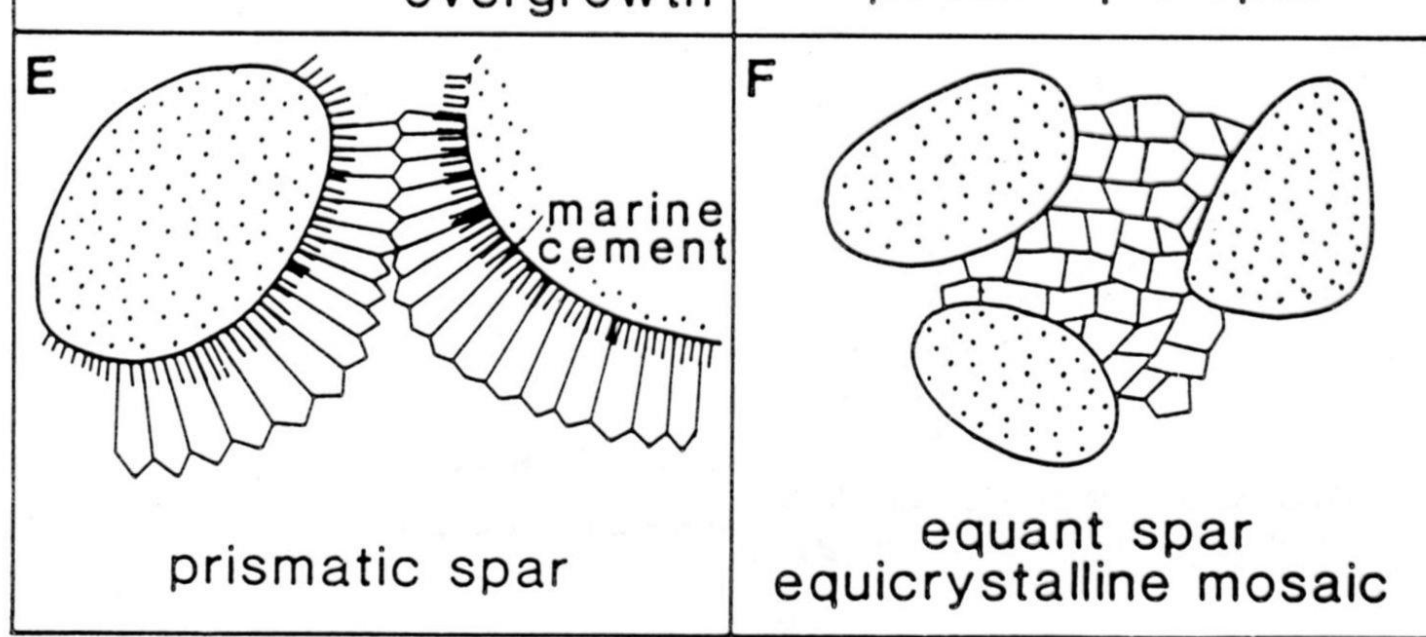
## kalcitový sparit

stejnozrnná mozaika, syntaxiální nárůsty, poikilotopický sparit

-meteorická freatická zóna, zdroj  $\text{CaCO}_3$  – pórové vody

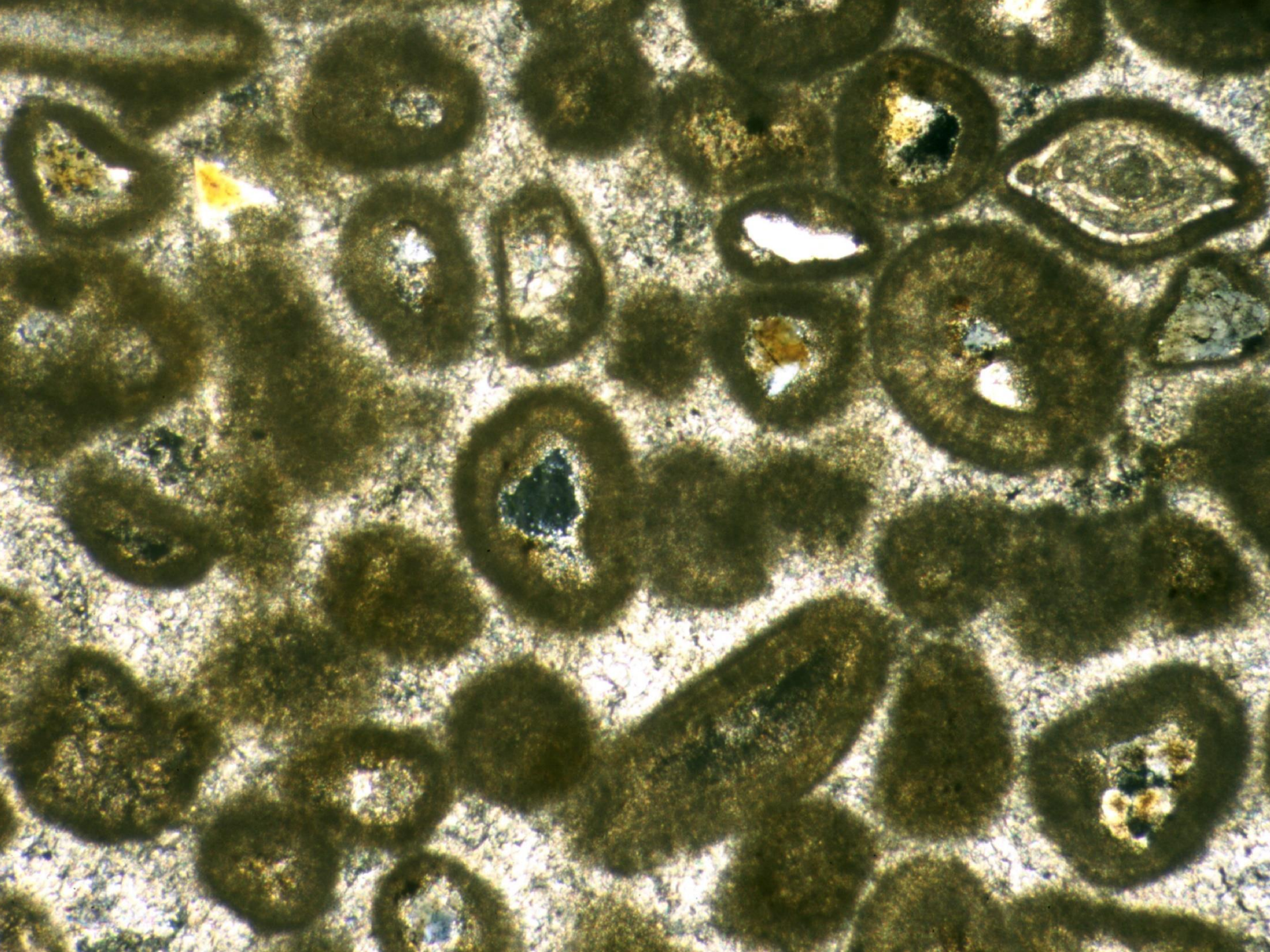
-pohřbení, zdroj  $\text{CaCO}_3$  – tlakové rozpouštění





**Fig. 7.32** *Calcite spar: sketches illustrating the common types.*

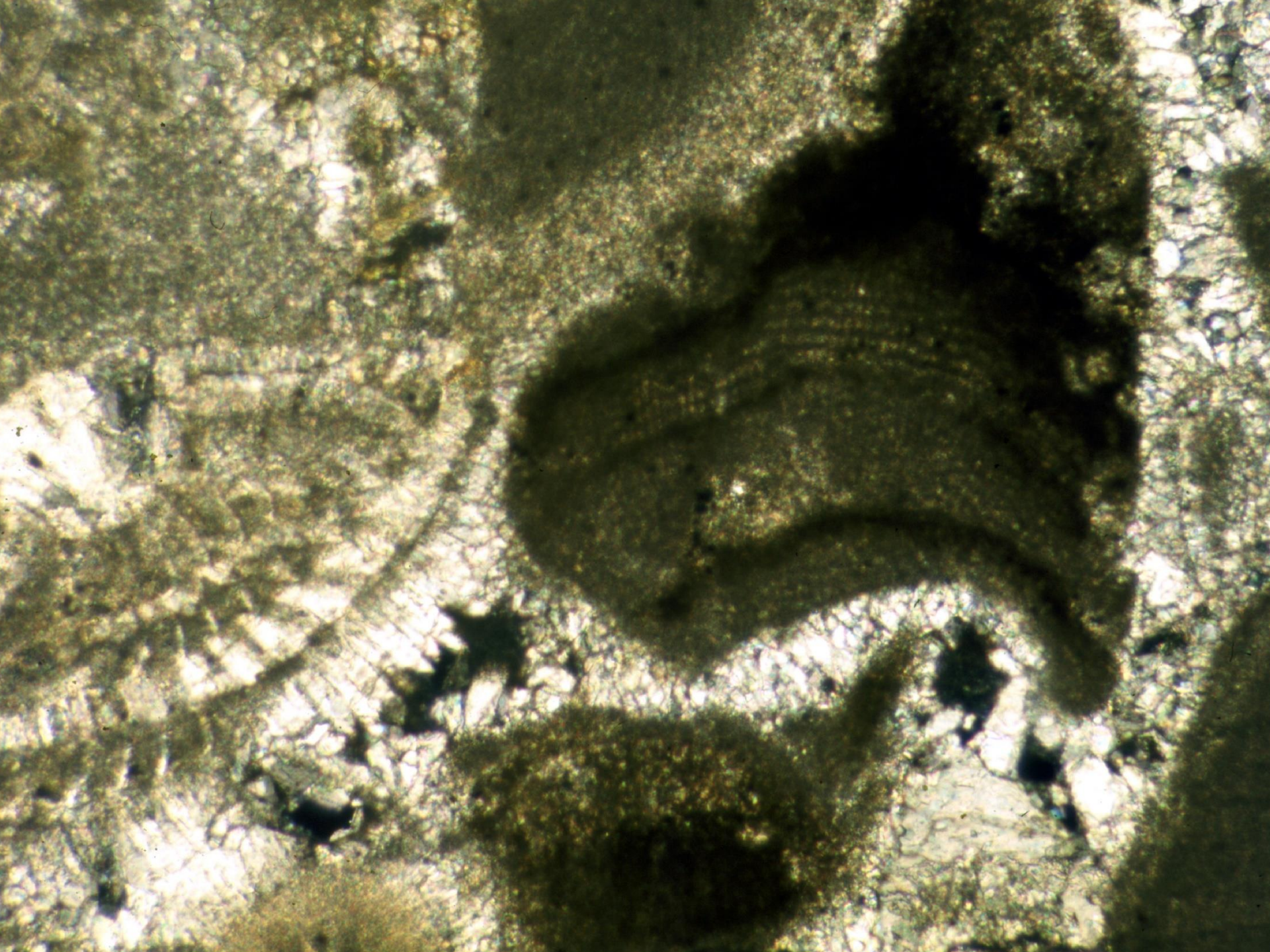




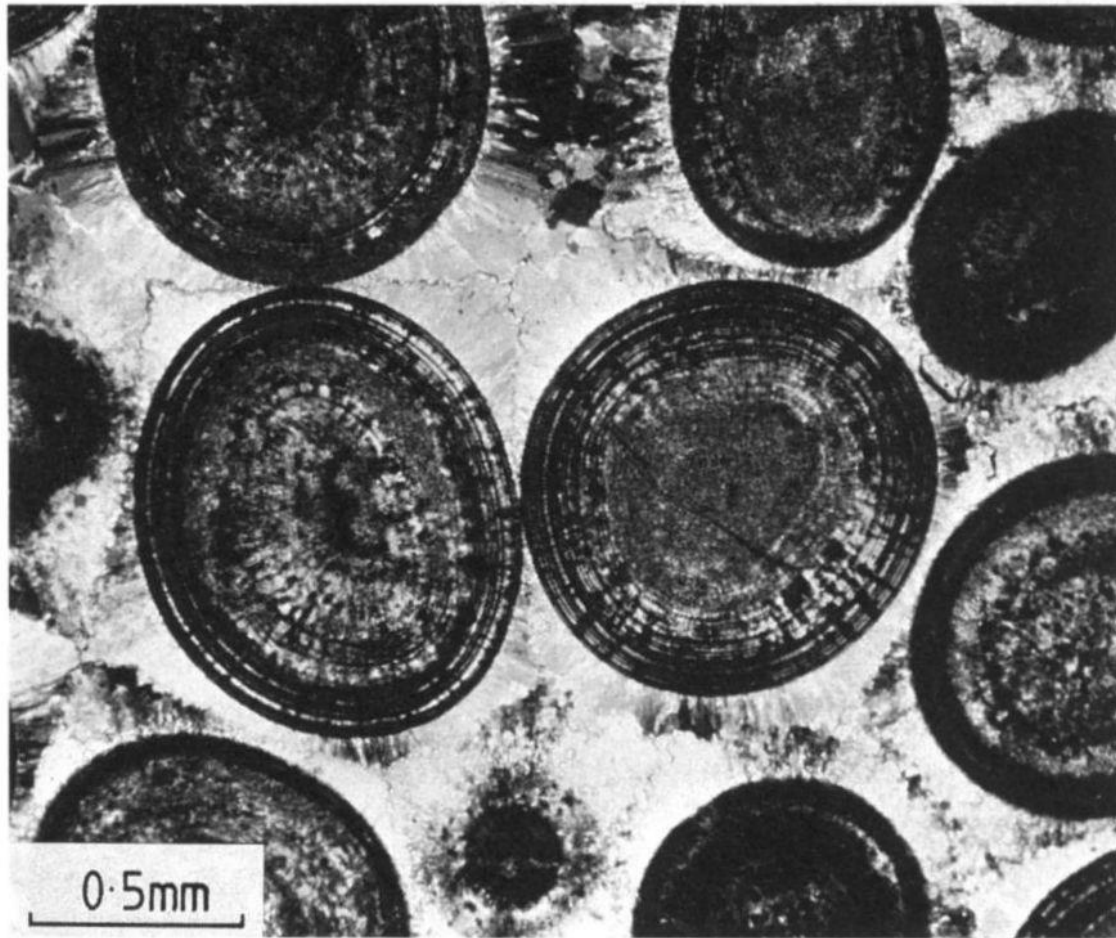












**Fig. 7.14** *Fibrous calcite marine cement (primary) around ooids (also primary calcite) with prominent polygonal compromise boundary between fringes. These more acicular crystals are in optical continuity with radial-fibrous crystallinities of the ooids. Jurassic Smackover Formation, subsurface Arkansas. Crossed polars.*

hardgoundy

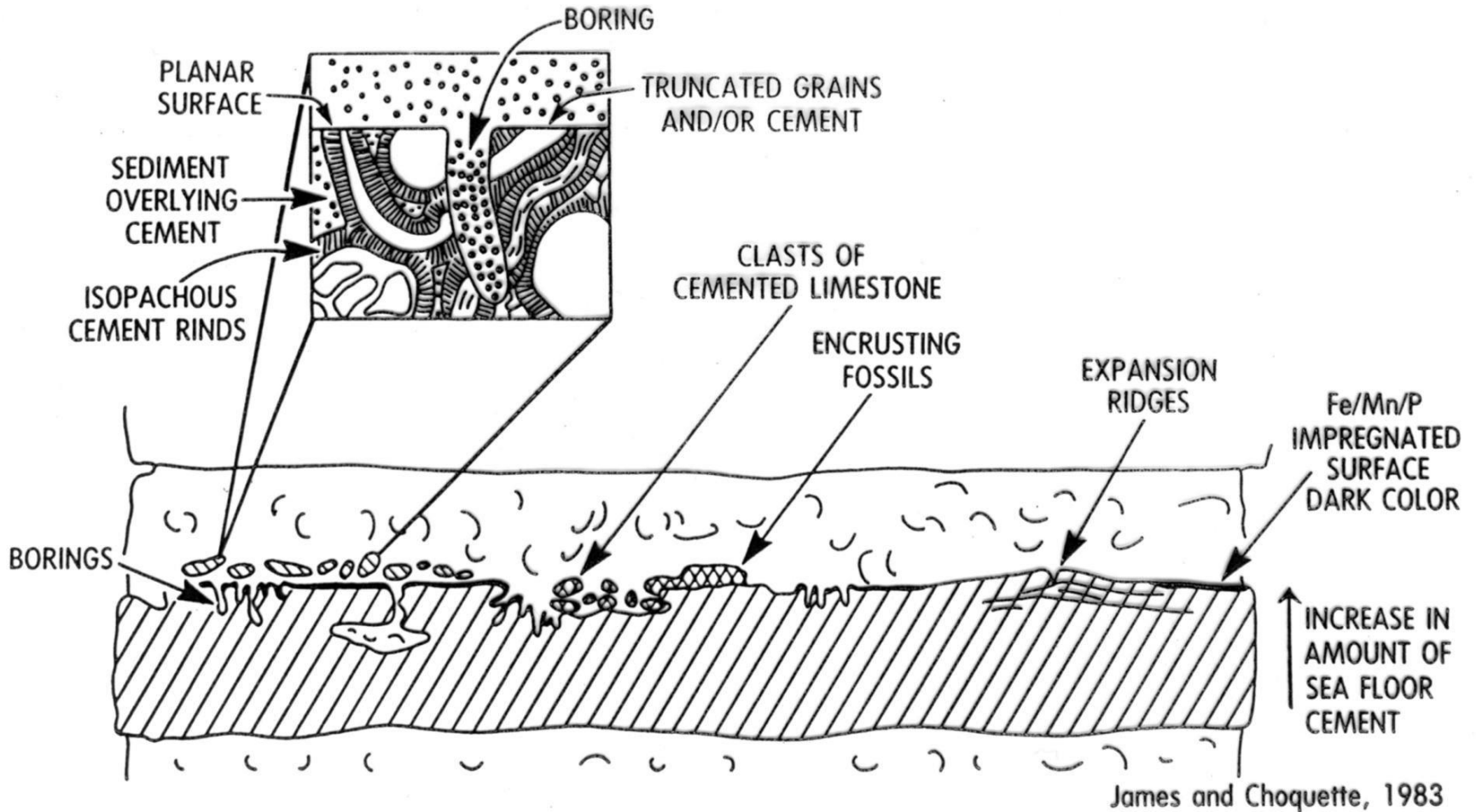
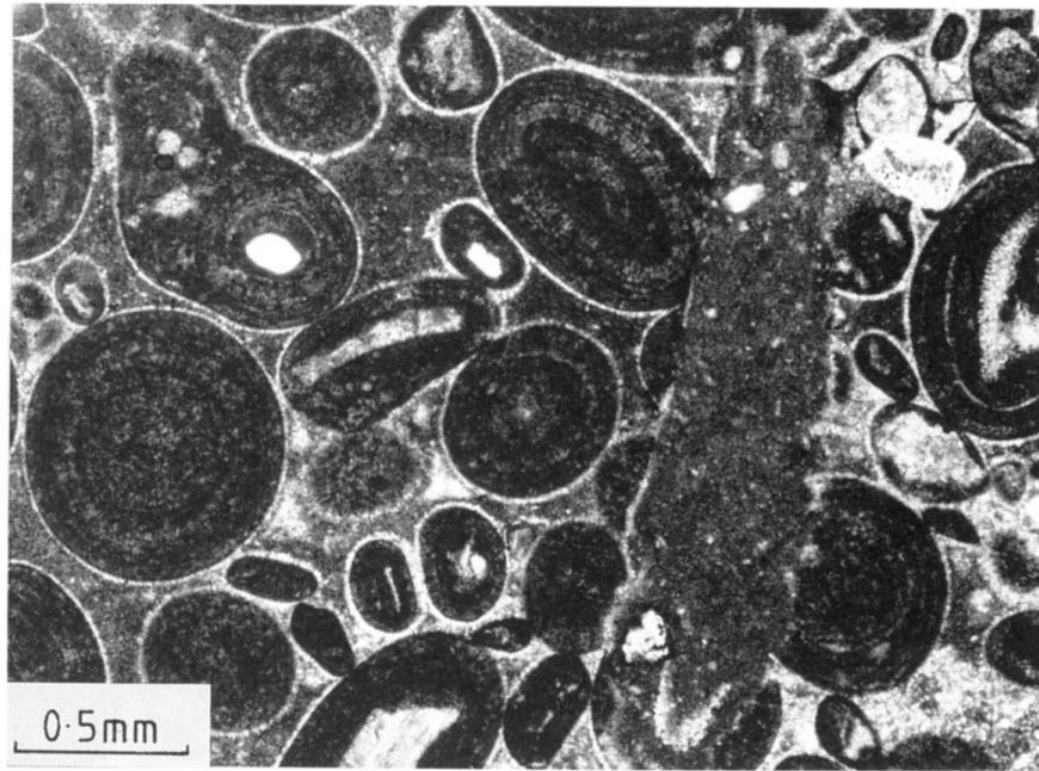


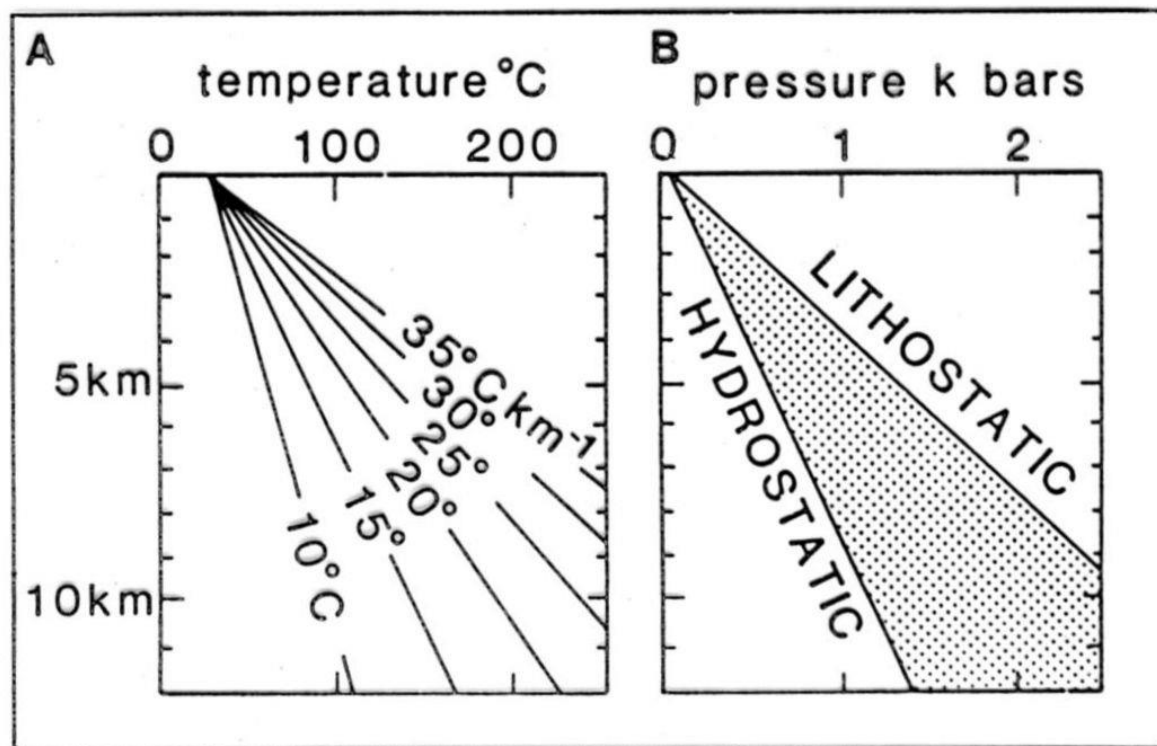
Fig. 4.10. Criteria for the recognition of marine hardgrounds. Reprinted with permission of the Geological Association of Canada.

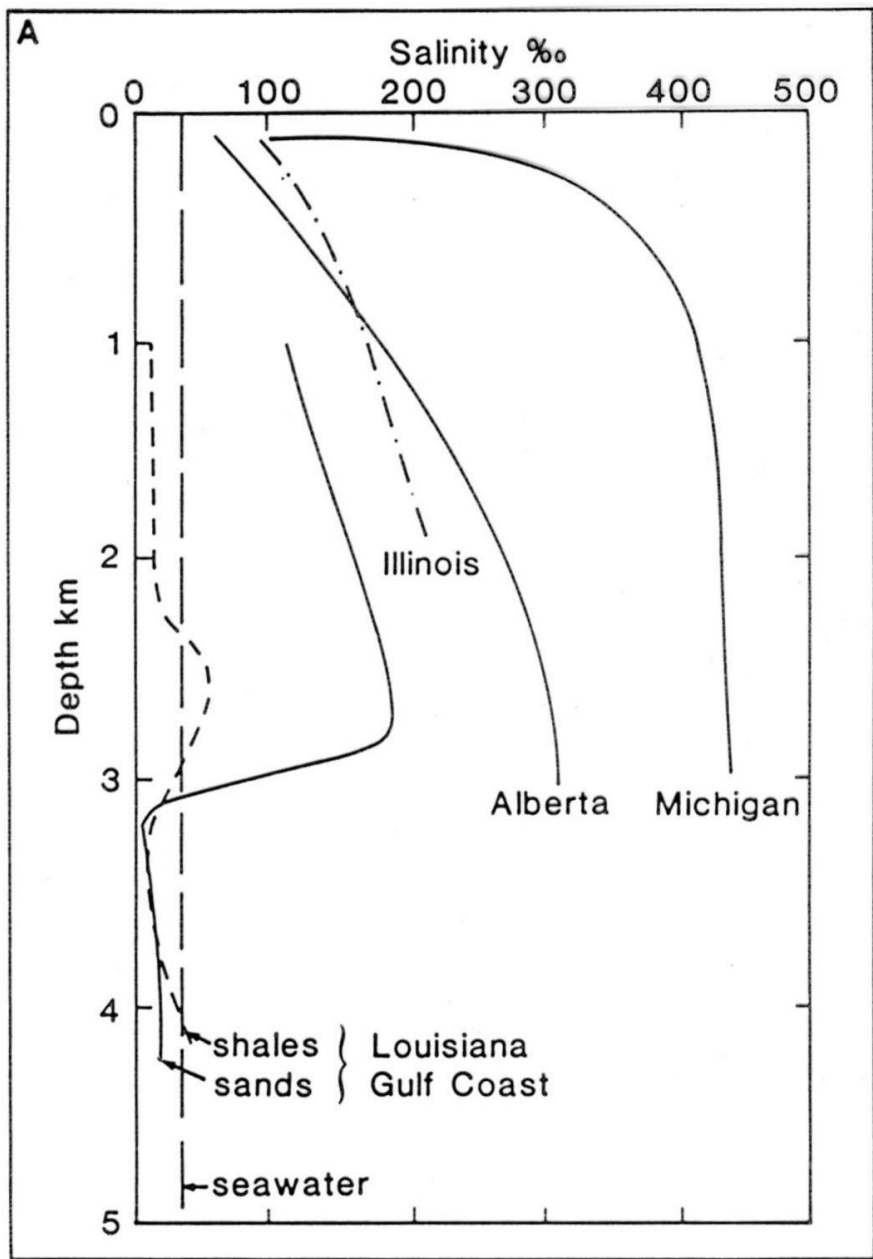


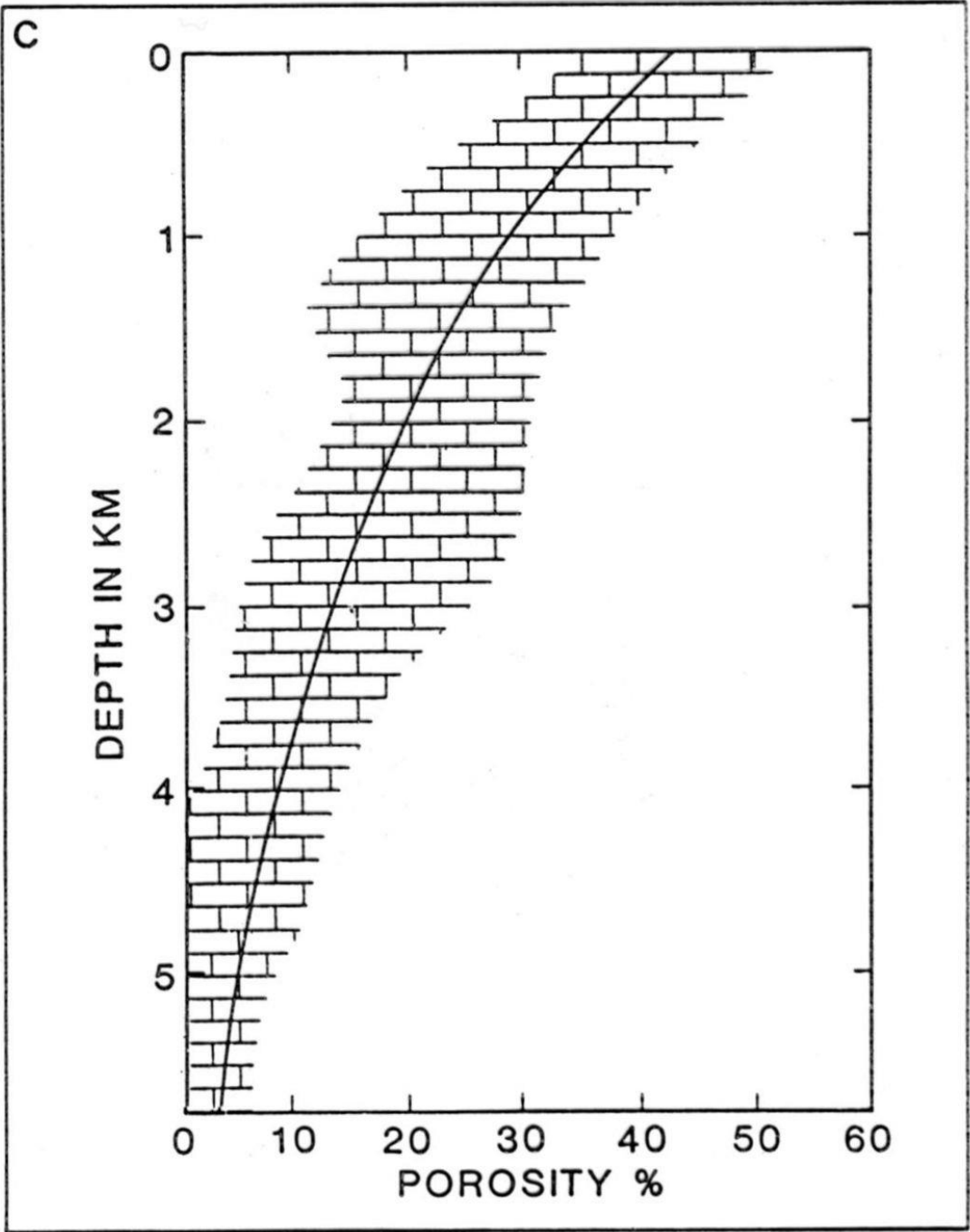
**Fig. 7.9** *Oolitic sand cemented in the submarine environment to form a hardground which was then bored.*

*Photomicrograph shows thin isopachous fringe of fibrous calcite around ooids and then micrite partly filling the intergranular porosity. The micrite may be an internal sediment or in part a cement. The ooids, micrite and fibrous calcite are cut by a boring which is itself filled with micrite. The early cementation prevented any compaction of this oolite which has grains in point contact. Middle Jurassic, Cotswolds, UK.*

pohřbení







neomorfismus

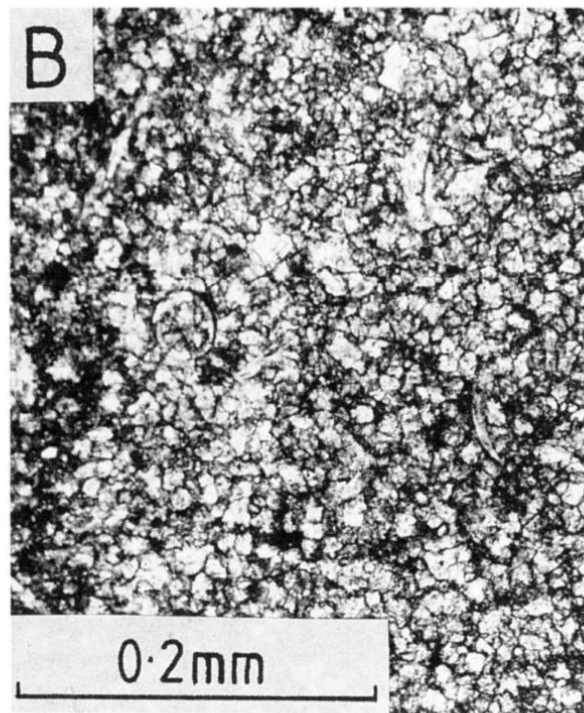
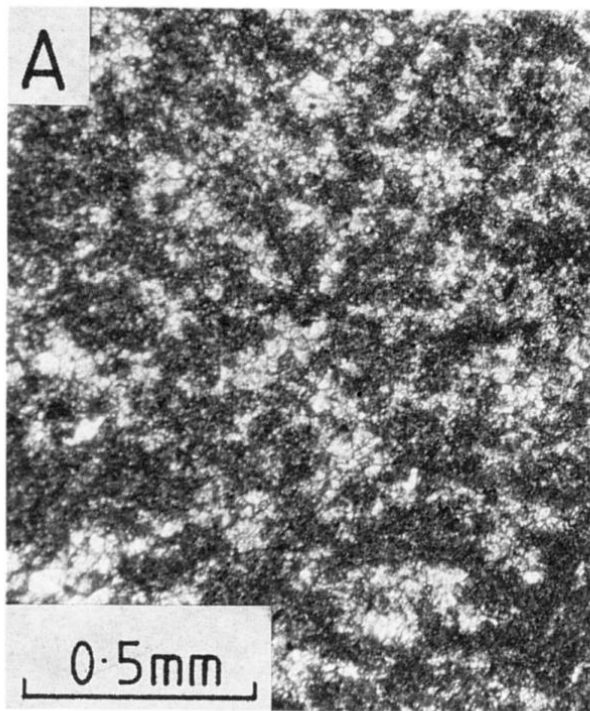
rekrytalizace

$A \rightarrow C$ ,  $C \rightarrow C$ , rozpouštění + reprecipitace

kalculity: **mikrosparit** (4-10 mikrometrů)

často při pohřbení, působením vyšších tlaků a teplot



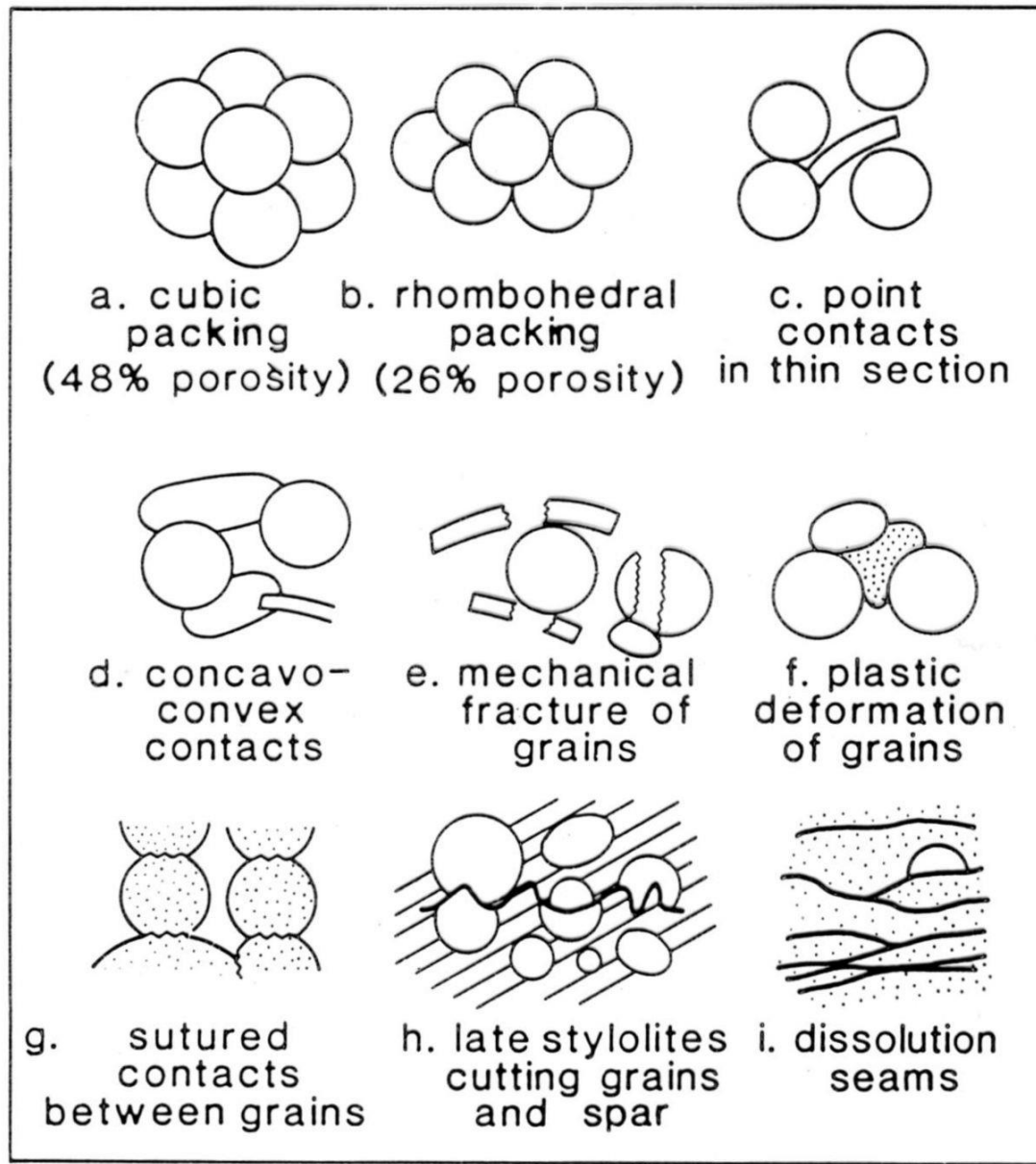


**Fig. 7.41** Neomorphic spar. (A) Patches of microspar in a micritic pelagic limestone resulting from aggrading neomorphism. Upper Devonian, West Germany. (B) Coarse microspar mosaic of equant crystals with floating skeletal debris. Pseudobreccia, Lower Carboniferous, northwest England.

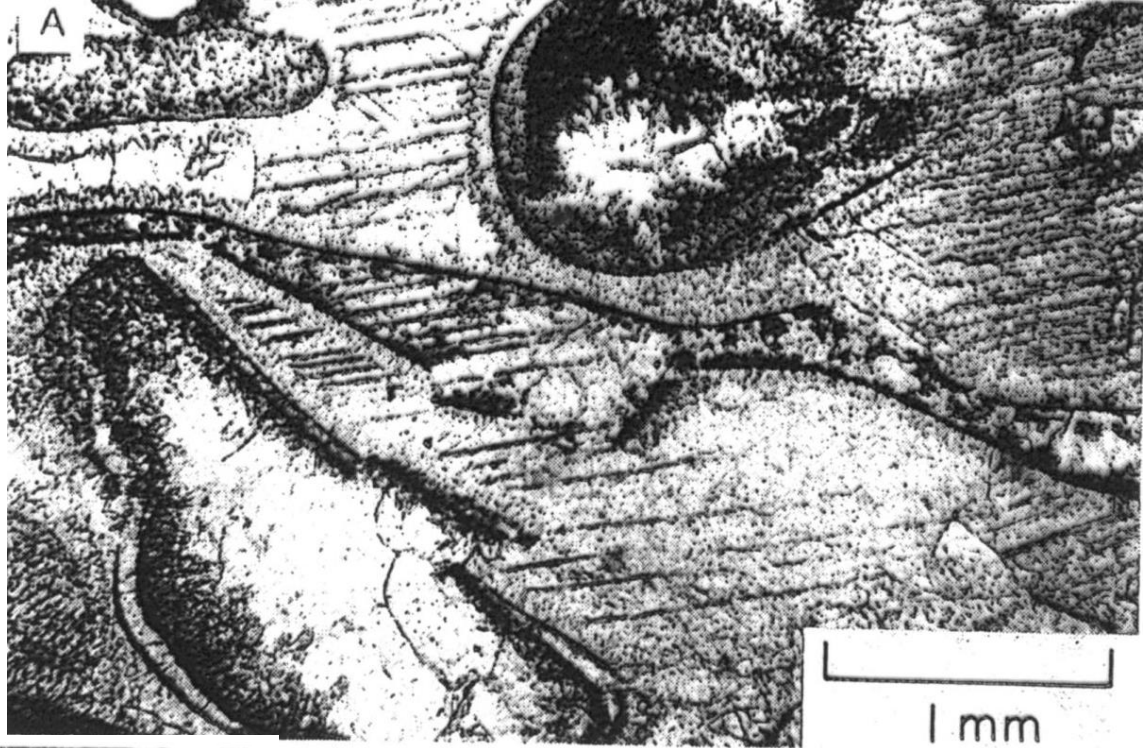
## kompakce

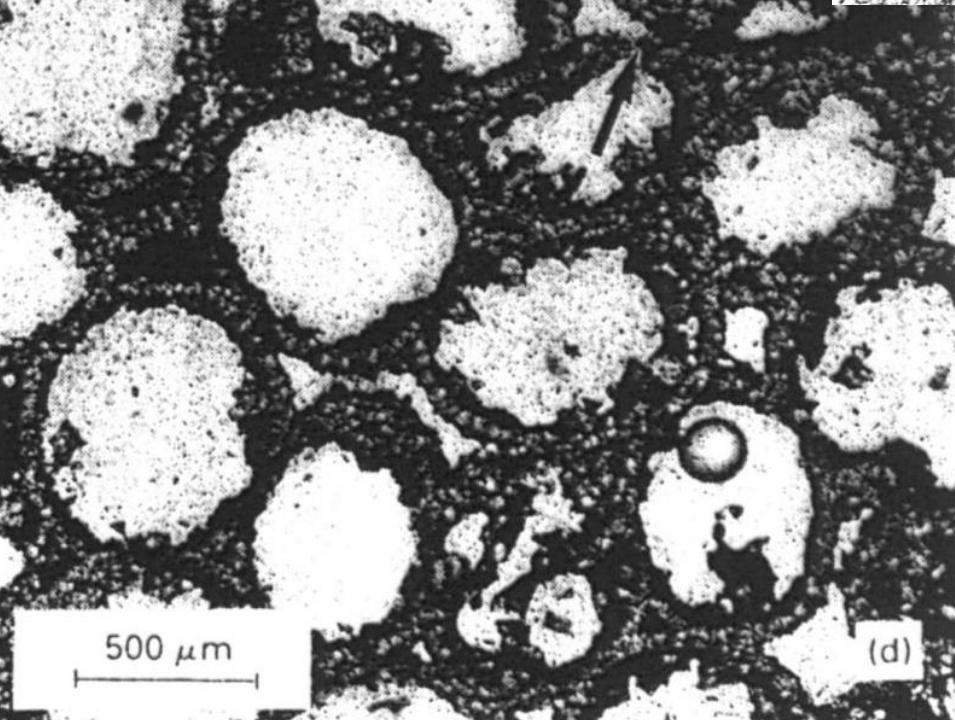
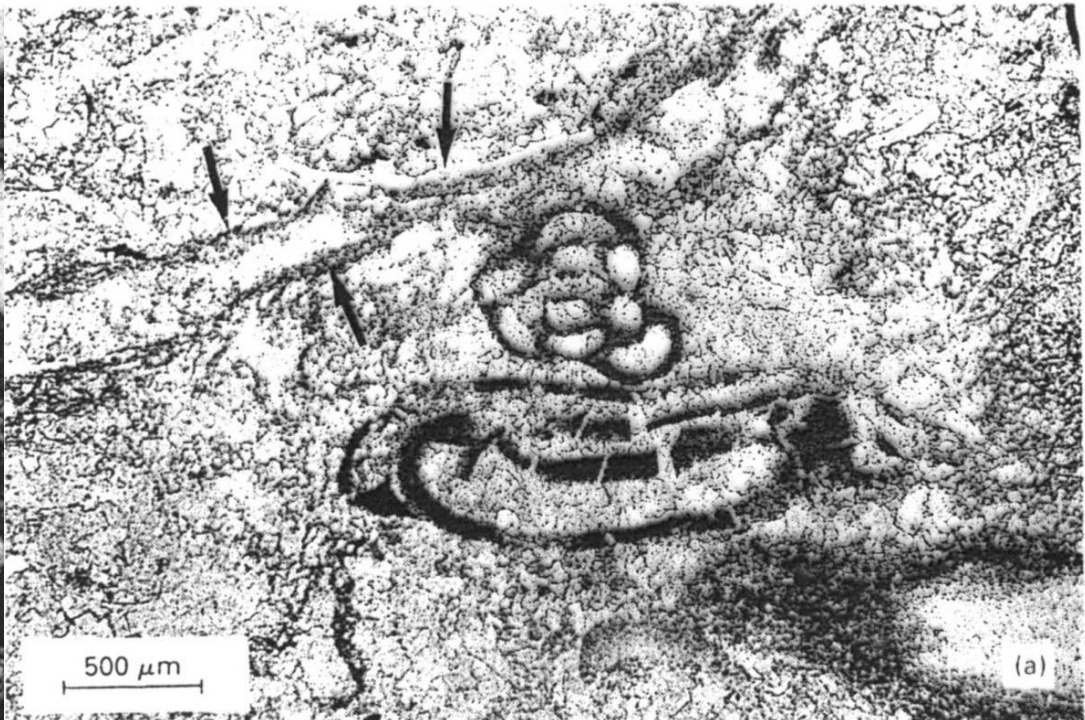
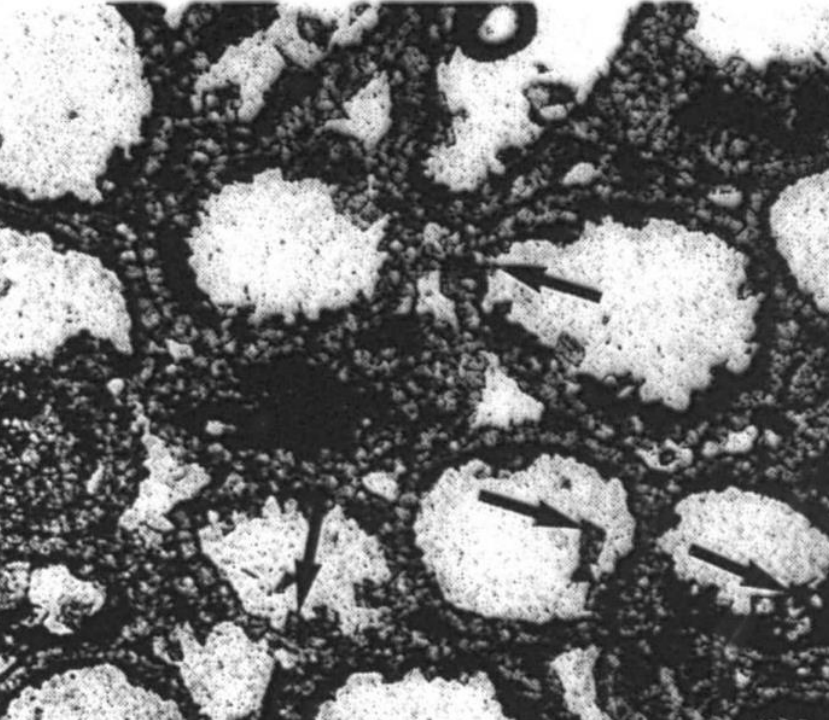
mechanická k. – už v raných stádiích; přeuspořádání částic do prostorově úspornější, stabilnější vzájemné pozice; deformace velkých klastů, tmelů, mikritických obálek; bioklastický wackestone → b. packstone

chemická k. – při hlubším pohřbení (stovky m); rozpouštění základní hmoty → fitted fabric; stylolity, švy tlakového rozpouštění

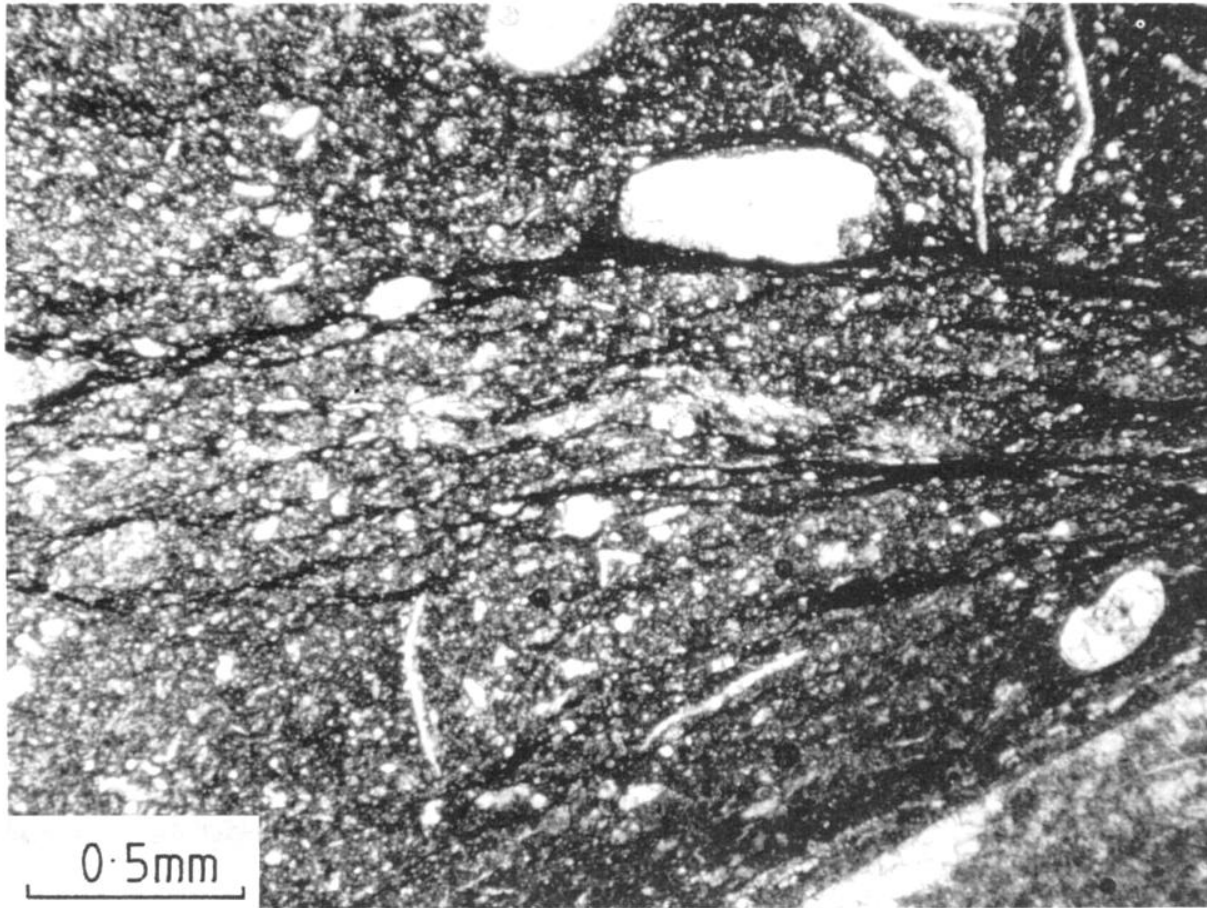


**Fig. 7.37** Grain packing, grain contacts and mechanical and chemical compaction textures in limestones.







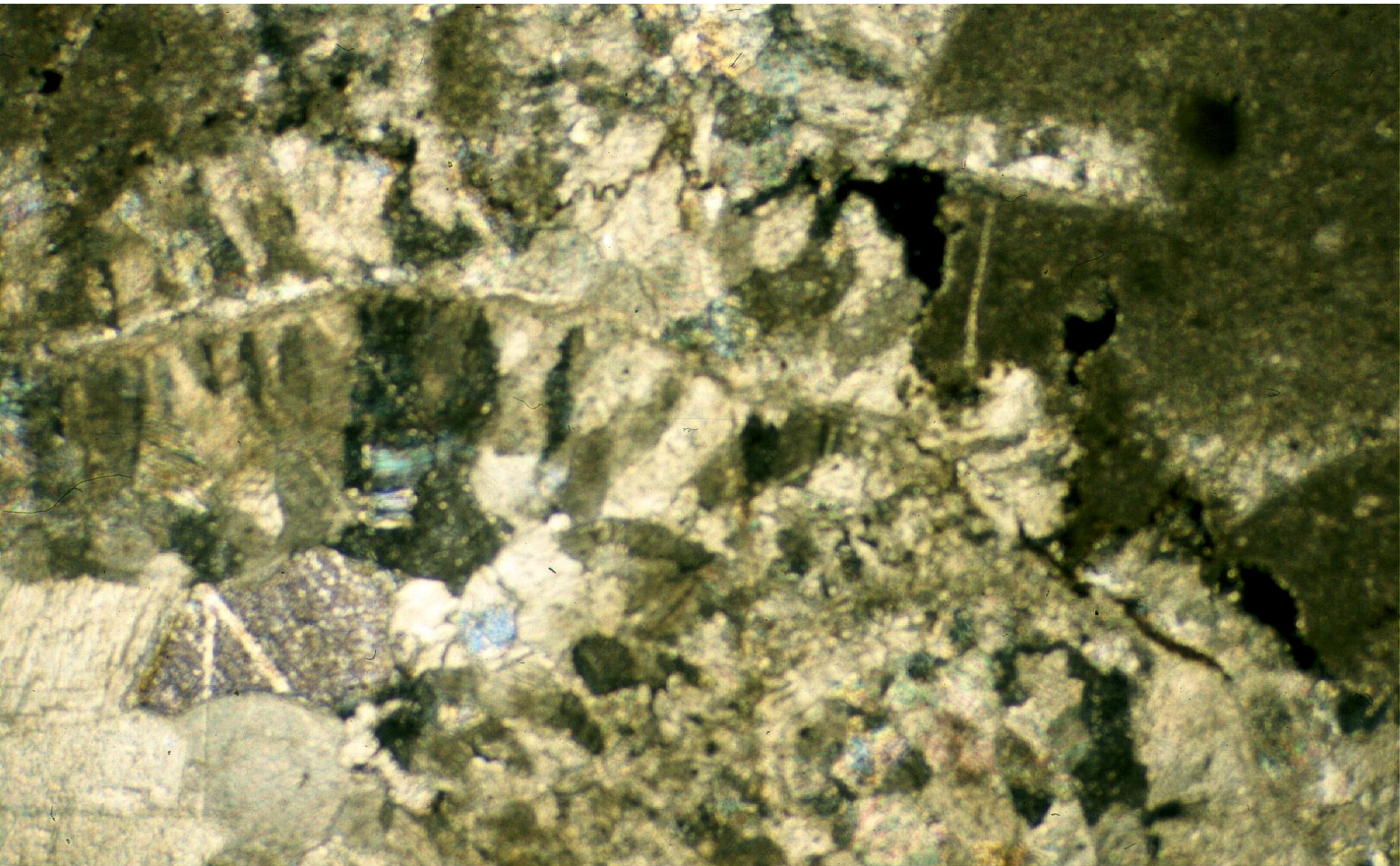


**Fig. 7.39** *Dissolution seams with insoluble residue (clay) concentrated along them. Upper Devonian, Griotte (pelagic limestone), southern France.*



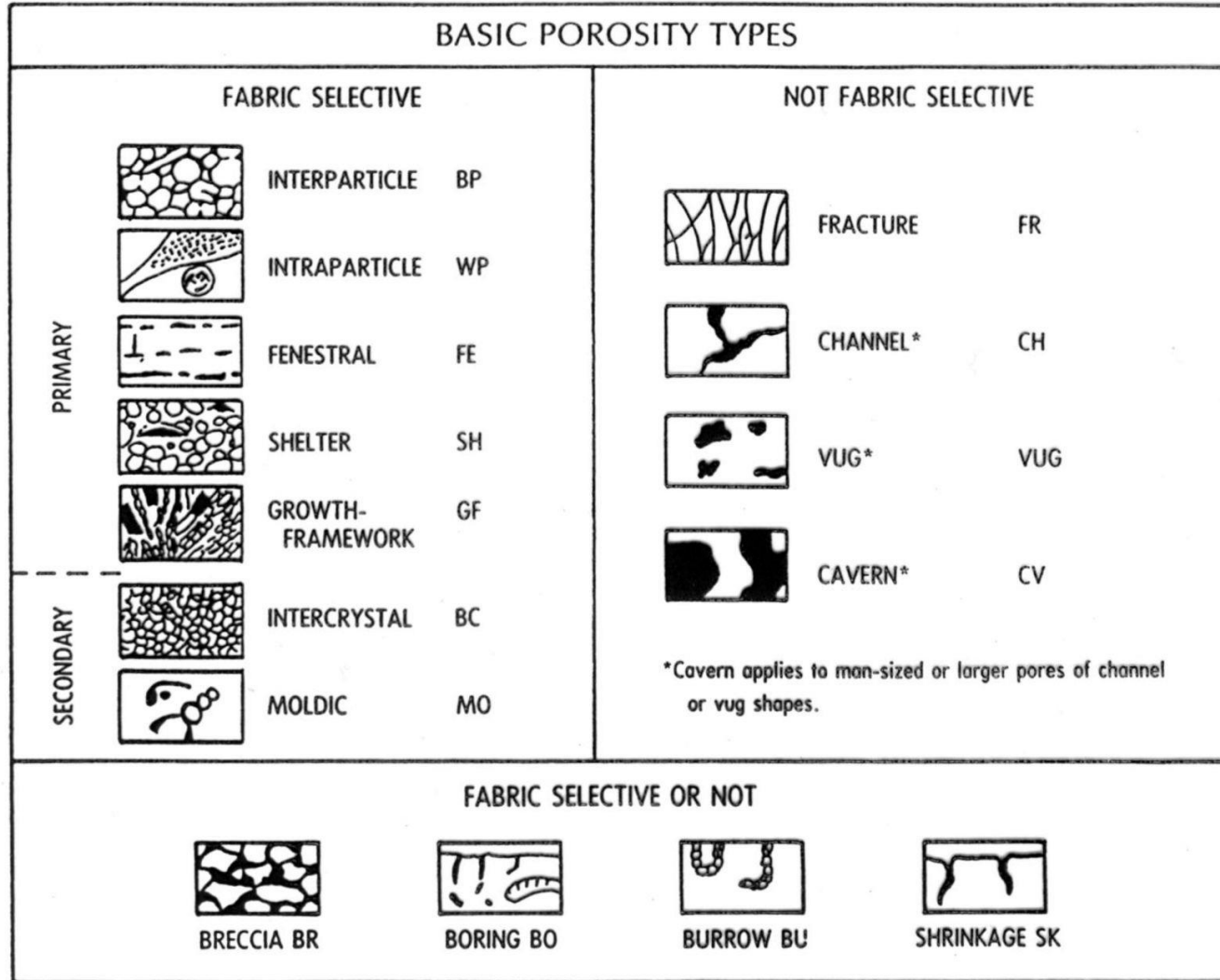



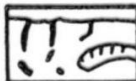
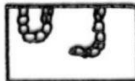
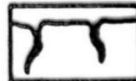






porozita

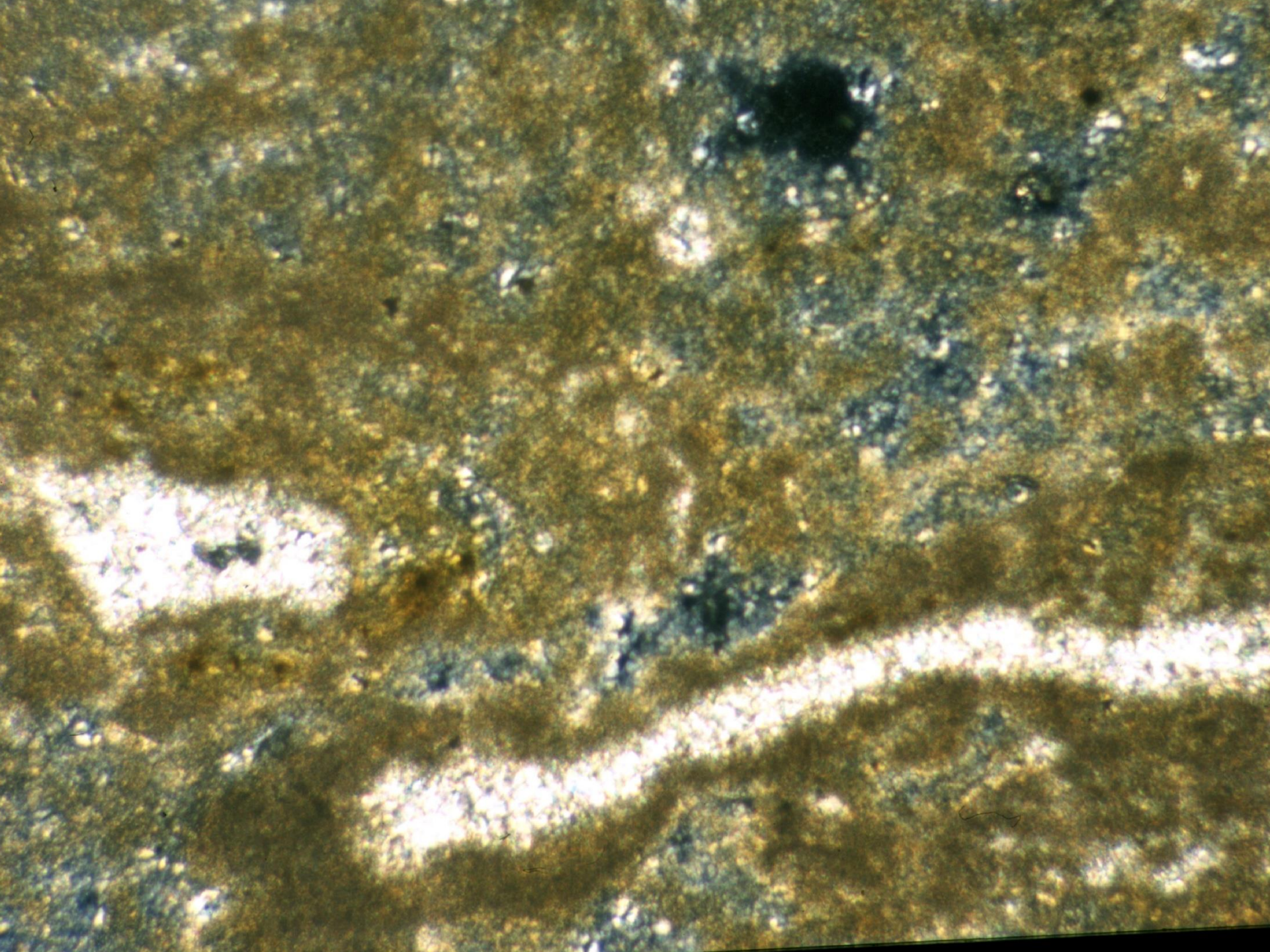


FABRIC SELECTIVE OR NOT			
			
BRECCIA BR	BORING BO	BURROW BU	SHRINKAGE SK
MODIFYING TERMS			
GENETIC MODIFIERS		SIZE*MODIFIERS	
PROCESS	DIRECTION OR STAGE	CLASSES	
SOLUTION	s	MEGAPORE mg	large lmg
CEMENTATION	c		small smg
INTERNAL SEDIMENT	i	MESOPORE ms	large lms
			small sms
		MICROPORE mc	
		<p>mm<sup>+</sup></p> <p>256</p> <p>32</p> <p>4</p> <p>1/2</p> <p>1/16</p>	
		<p>Use size prefixes with basic porosity types:</p> <p>mesovug      msVUG</p> <p>small mesomold      sms MO</p> <p>microinterparticle      mcBP</p> <p>*For regular-shaped pores smaller than cavern size  + Measures refer to average pore diameter of a single pore or the range in size of a pore assemblage.  For tubular pores use average cross-section.  For platy pores use width and hole shape.</p>	
		<p>TIME OF FORMATION</p> <p>PRIMARY      P</p> <p>pre-depositional      Pp</p> <p>depositional      Pd</p> <p>SECONDARY      S</p> <p>eogenetic      Se</p> <p>mesogenetic      Sm</p> <p>telogenetic      St</p>	
Genetic modifiers are combined as follows:		ABUNDANCE MODIFIERS	
PROCESS + DIRECTION + TIME		percent porosity (15%)	
EXAMPLES: solution enlarged      sx		or	
cement-reduced primary      crP		ratio of porosity types (1:2)	
sediment-filled eogenetic      ifSe		or	
		ratio and percent (1:2)(15%)	

Modified from Choquette and Pray, 1970

Fig. 2.1. Classification of carbonate porosity. Classification consists of basic porosity types, such as moldic. Each type is represented by an abbreviation (MO). Modifying terms include genetic modifiers, size modifiers and abundance modifiers. Each modifier also has an abbreviation. Reprinted by permission of the American Association of Petroleum Geologists.





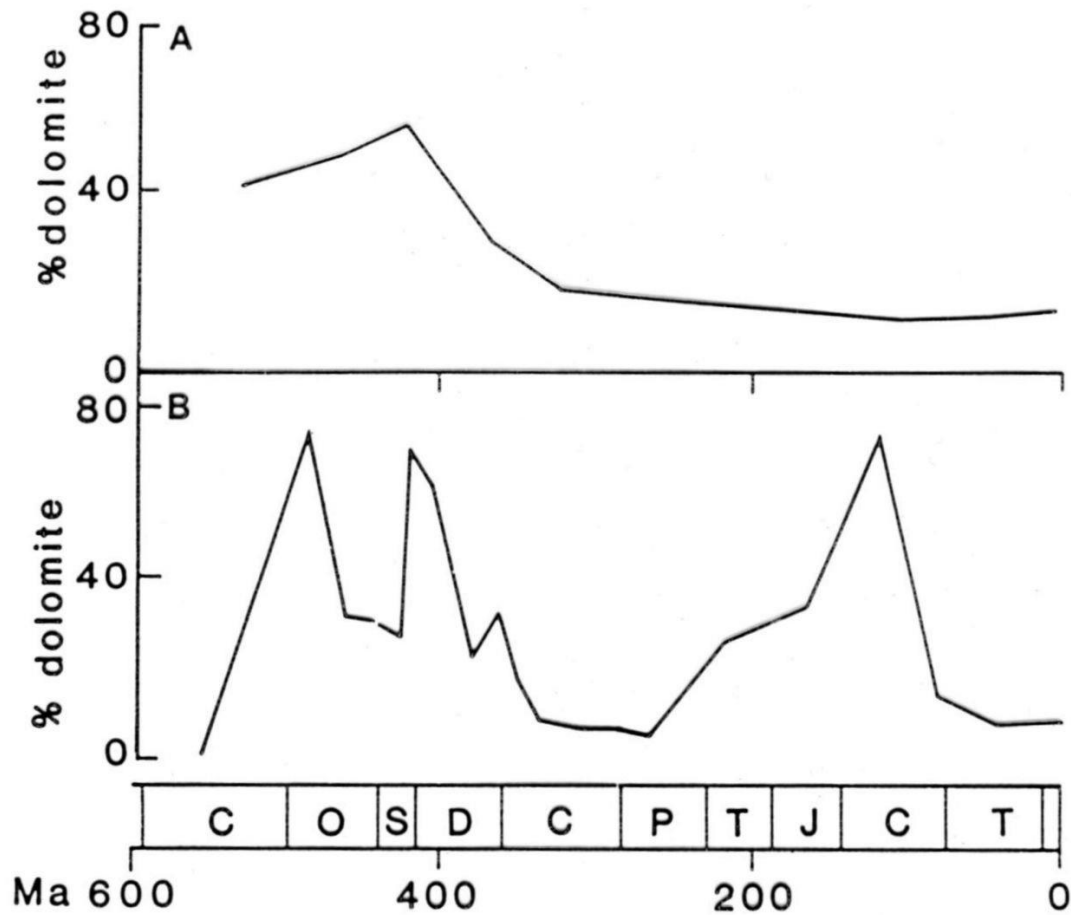
# ***Dolomitizace***

vápenec → dolomitizace → dolomit → dedolomitizace → vápenec  
dolomit, protodolomit, Fe-dolomit

dolomitizace        - velmi raná - penekontemporánní dolomit  
                         - pozdní - po cementaci, při pohřbení (epigenetická d.)

strukturně selektivní d., např. postihující pouze matrix nebo bioklasty

dolomitizace HMC - zachovává pův. struktury; dol. A - rekrystalizace, destrukce  
pův. struktur



**Fig. 4.65** Geological record of dolomites through the Phanerozoic. A, Increasing dolomite occurrence back in time as suggested by many earlier workers. B, A recent compilation showing a more variable trend, which broadly corresponds with the global sea-level curve (greater abundance of dolomite coinciding with higher sea-level stand). The global sea-level curve is given in Fig. 4.4. After Given & Wilkinson (1987).



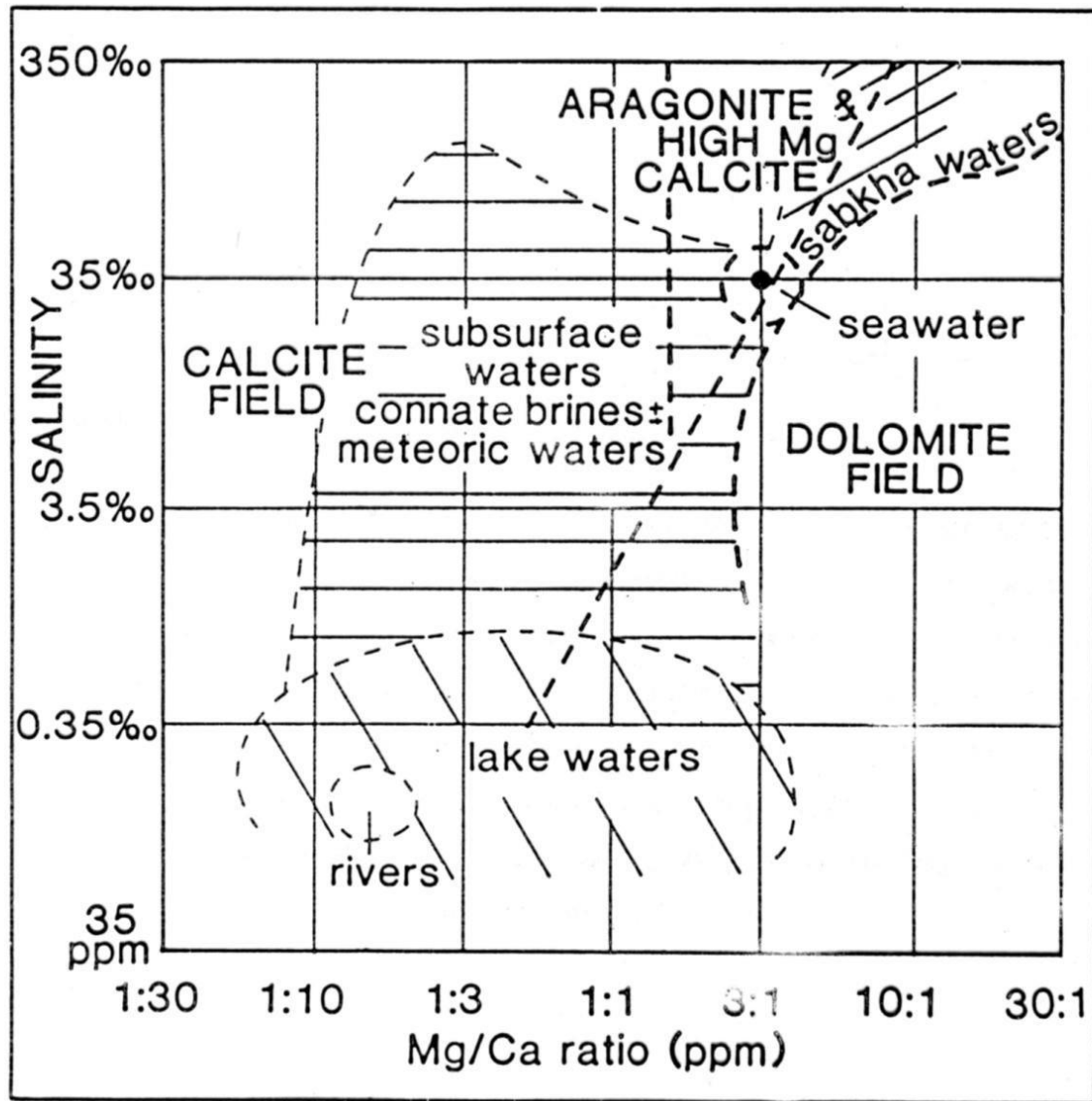


Fig. 8.2 The precipitational fields of calcite, dolomite and aragonite plus high-Mg calcite in terms of salinity and Mg/Ca ratio of natural waters. After Folk & Land (1975).

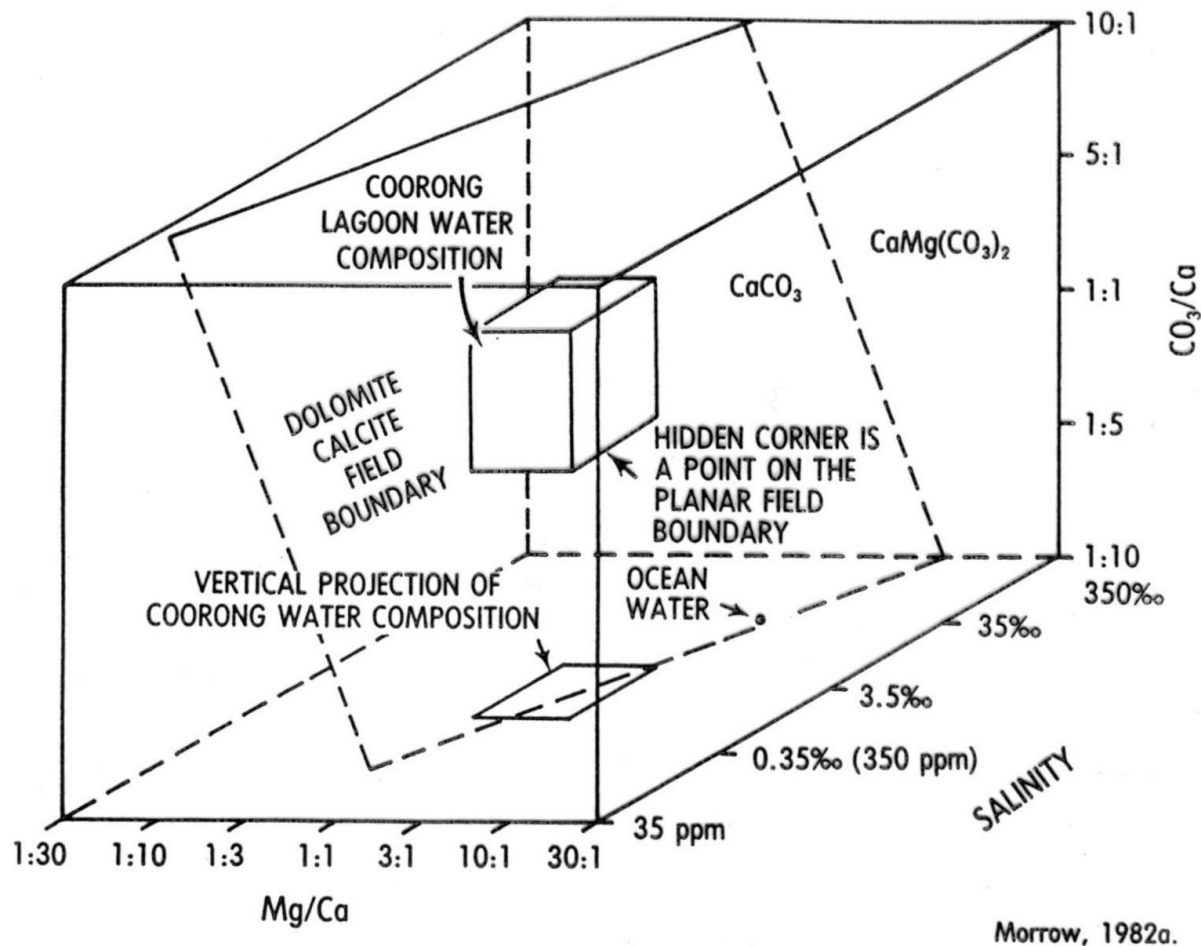
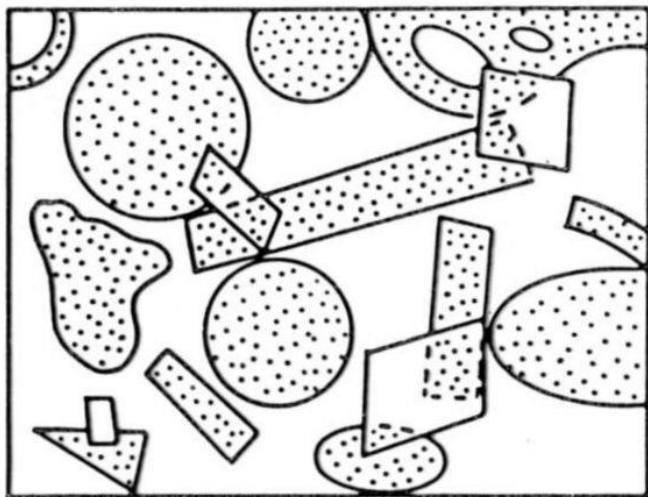
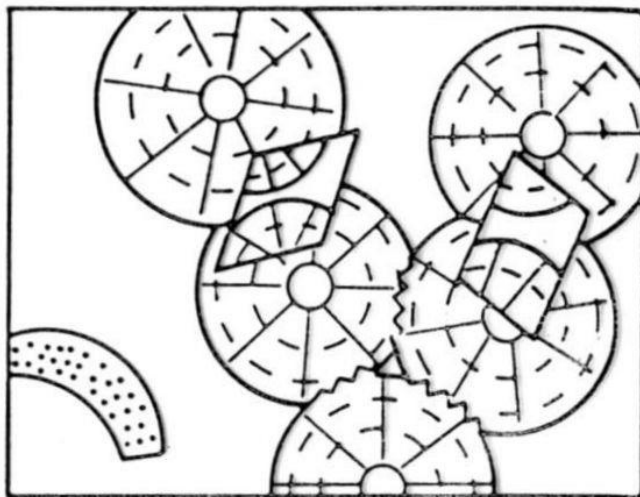
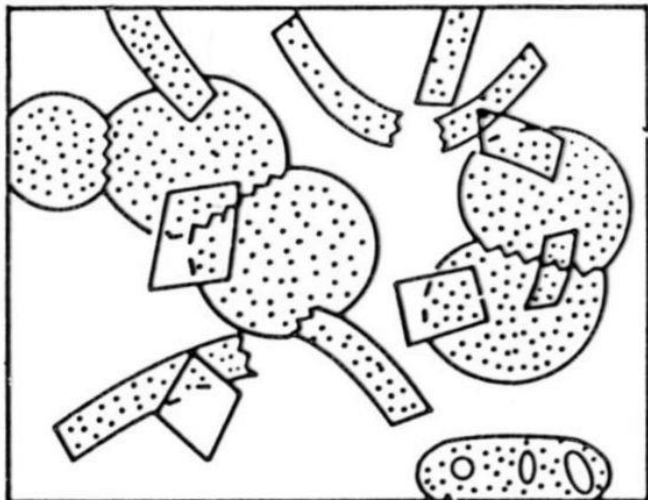
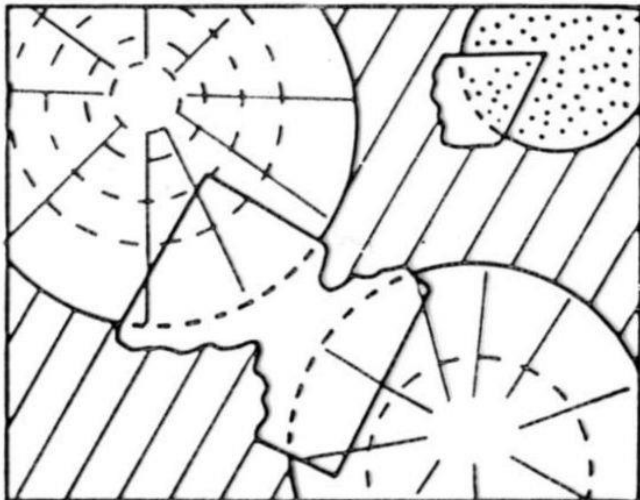


Fig. 6.1. Block diagram showing the effect of variation in the three parameters, the  $\text{Mg}/\text{Ca}$  solution ratio, the salinity, and the  $\text{CO}_3/\text{Ca}$  ratio. The plane represents the kinetic boundary between dolomite and calcite or aragonite and it includes the hidden corner of the Coorong Lagoon waters as a point on the plane. The basal plane is after Folk and Land (1975). Note that the vertical projection of Coorong Lagoon waters falls largely on the calcite-aragonite side of the stability boundary on the basal plane. A decrease in salinity, an increase in the  $\text{Mg}/\text{Ca}$  ratio or an increase in the  $\text{CO}_3/\text{Ca}$  ratio favours the precipitation of dolomite. Reprinted with permission of the Geological Association of Canada.



**A****B****C****D**

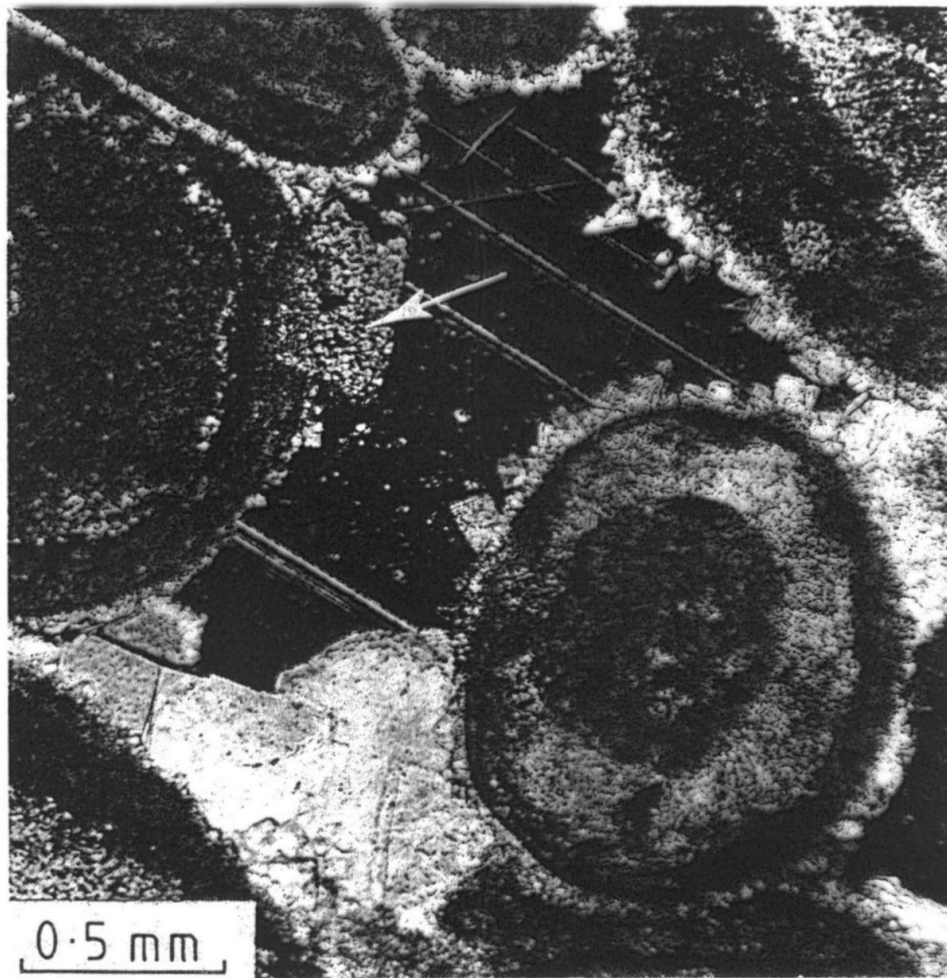
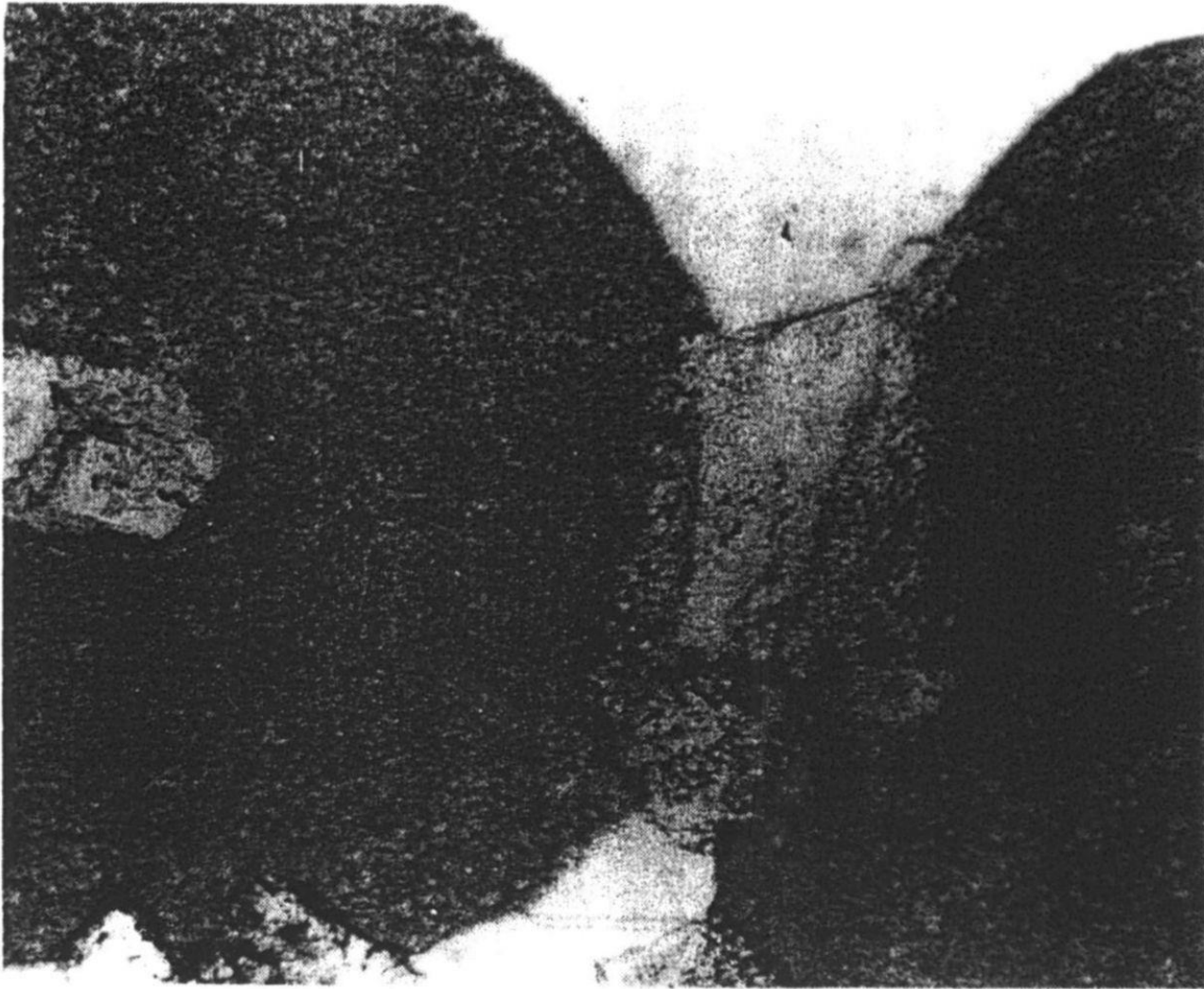
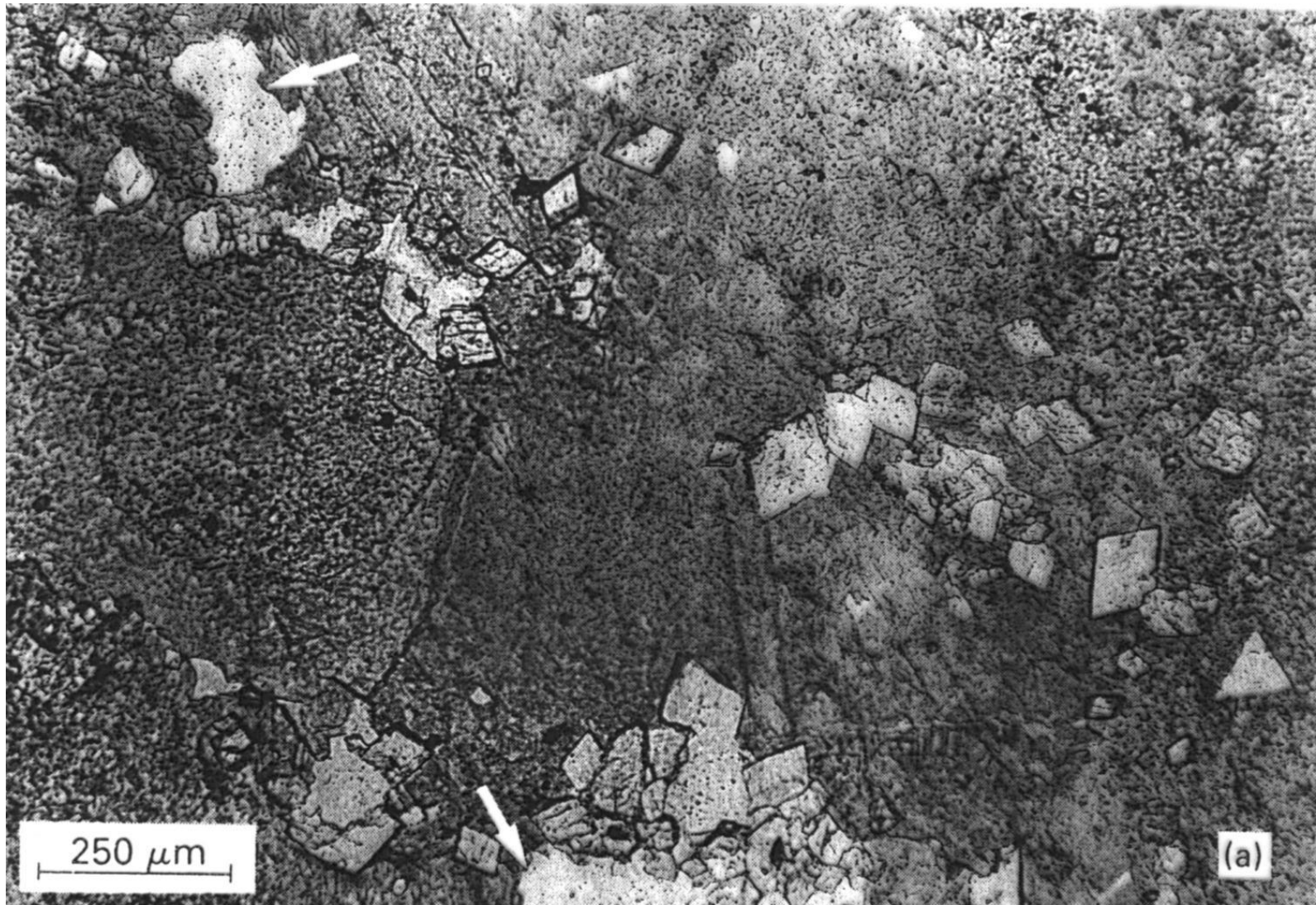


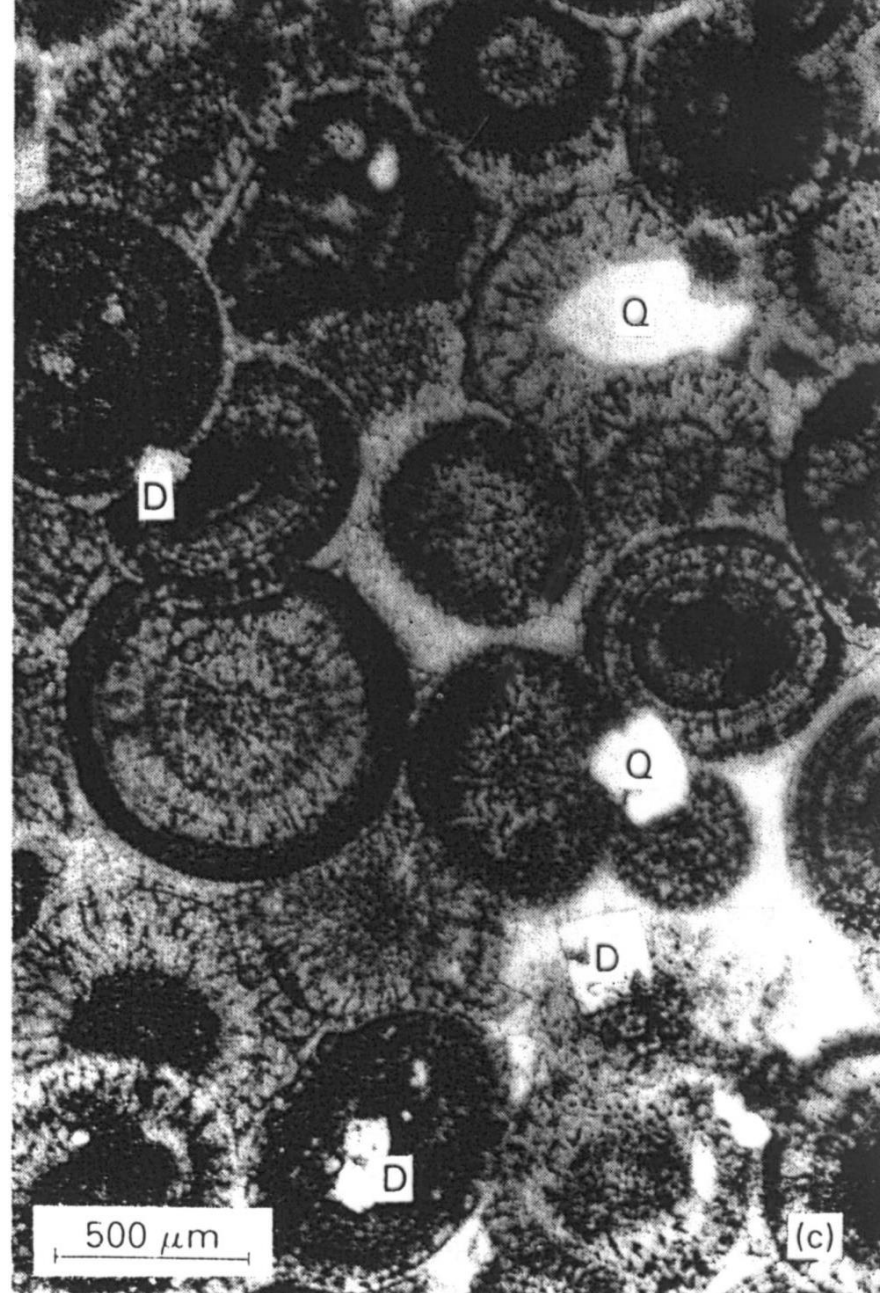
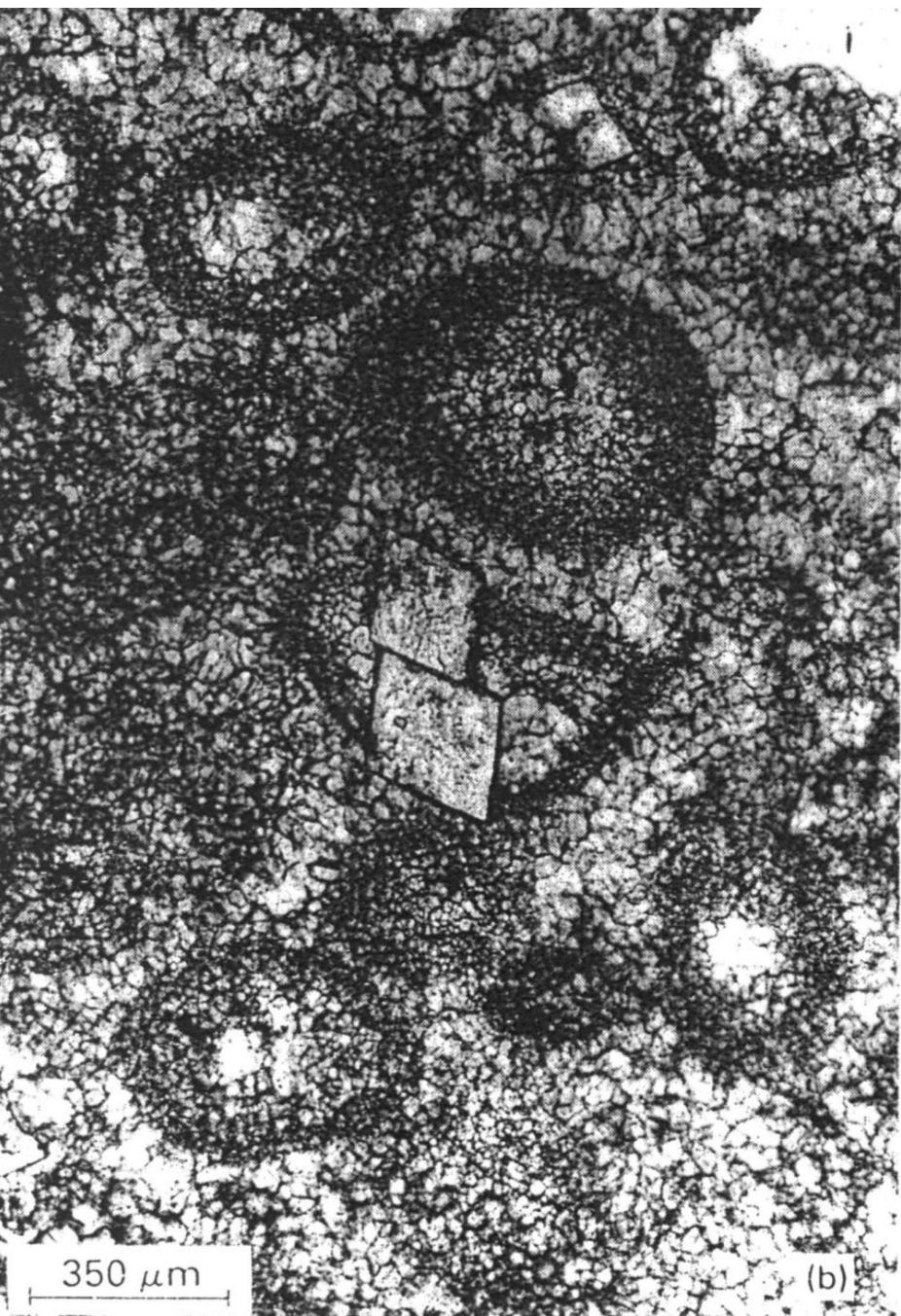
Fig. 4.54 Calcite cement at grain contacts and irregularly around grains. This geometry indicates precipitation in the near-surface, meteoric vadose environment. Later precipitation of large poikilotopic calcite (black, in extinction) took place during burial. Isolated dolomite rhombs (arrowed) were precipitated after the meteoric and before the burial cements. Crossed polars. Lower Carboniferous oolitic grainstone. Glamorgan, Wales.



*Fig. 8.13 Pre-compaction dolomite rhomb. Notice that the edge of the ooid is displaced within the rhomb. Gully Oolite, Lower Carboniferous, south Wales.*







## modely dolomitizace

mořská voda přesycena d., ale jeho přímá precipitace je inhibována řadou kinetických faktorů, proto se z mořské vody přednostně sráží A a HMC

**z pórových vod**, Bahamy, Florida, Arab. zál., 1-4 mm klence, povrch krusty; nárůst Mg/Ca v pór.vodách díky precipitaci A a sádrovce-anhydritu, také evaporace

Viktoriino jez., **přímé srážení d. z jez. vody**, vysoký Mg/Ca díky zvětrávání blízkých bazaltů  
**Coorong**, j.Austrálie, přímé srážení d. při mísení kontinentálních Mg bohatých podz.vod se slanou vodou příbřežních jezer

**laguny**, periodicky hyperslané, evaporace

**intertidál-supratidál**, evaporitická dolomitizace, zachování sed.struktur (teepee, ptačí oči)

**mělký subtidál a útes**, prosakování a zpětné proudění lagunárních vod s evaporiticky zvýšeným Mg/Ca zpět do bariéry/útesu

**zóna mísení meteorické a marinní vody**, poměr 2:1 → pokles nasycení kalcitem a nárůst nasycení dolomitem; nižší salinita, Mg/Ca stejný

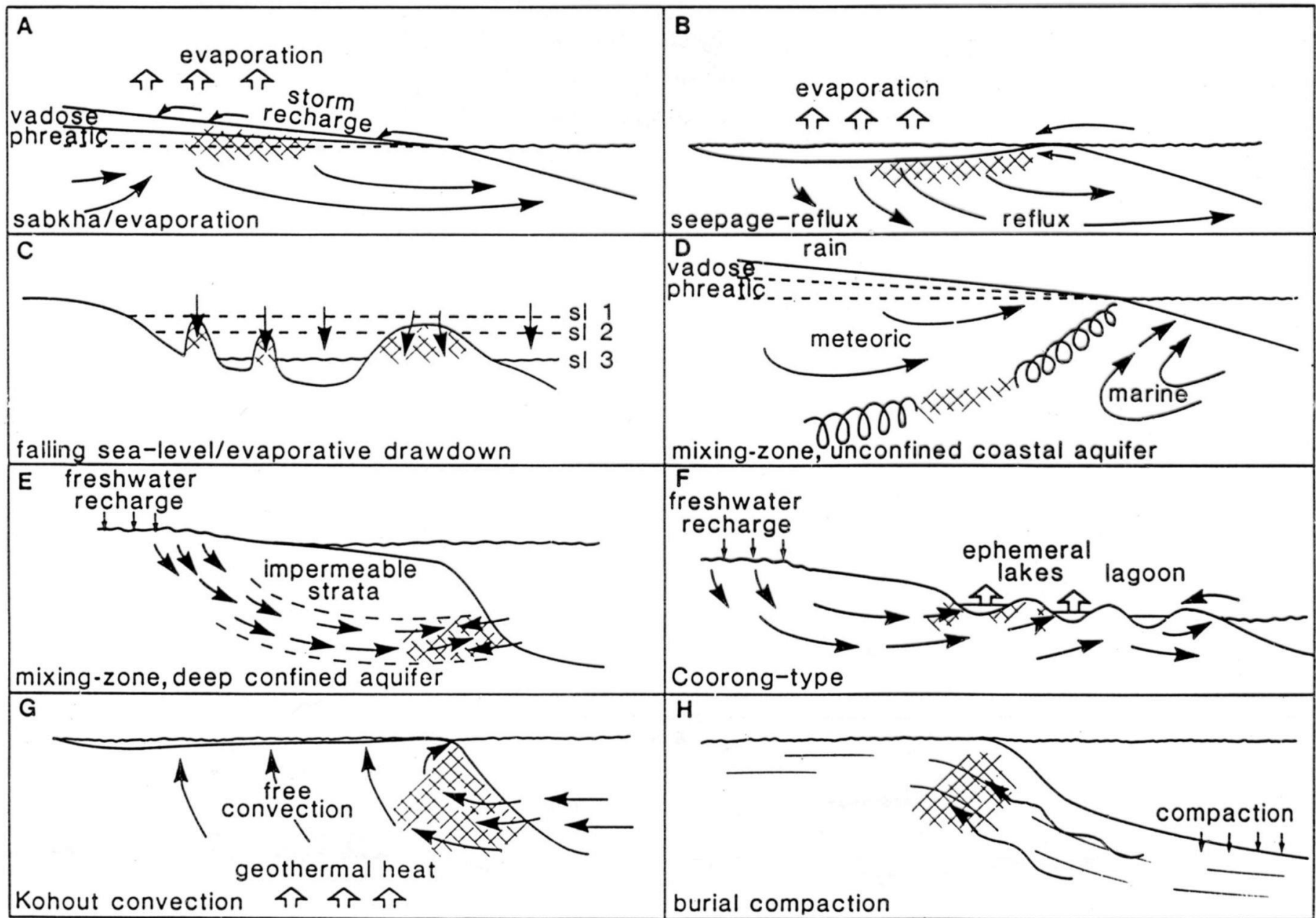
během **pohřbení**, při kompakci pelagických kalů migrace Mg bohatých fluid do vápenců; Mg z jíł.min., pór.vod, příp. z org.hm., část Mg také při přechodu HMC na LMC

subrecentní dolomitizace pod atoly a karb. platformami (v hl. 1200-1400m) proudí chladná moř.voda → nízká tep., nízké nasyc. kalcitem, ale stabilní nasycení dolomitem; cirkulace díky tidálnímu pumpování a mořským proudům → vysoký geotermální gradient .... **Kohoutova**

### **konvekce**

v **anoxickém** prostředí, bakt. redukce sulfátů - kinetický inhibitor dolomitizace, zdroj Mg zčásti v org. hmotě





**Fig. 8.1** Models of dolomitization, illustrating the variety of mechanisms for moving dolomitizing fluids through the sediments. In part after Land (1985). Also see Fig. 8.31 for seawater dolomitization models.

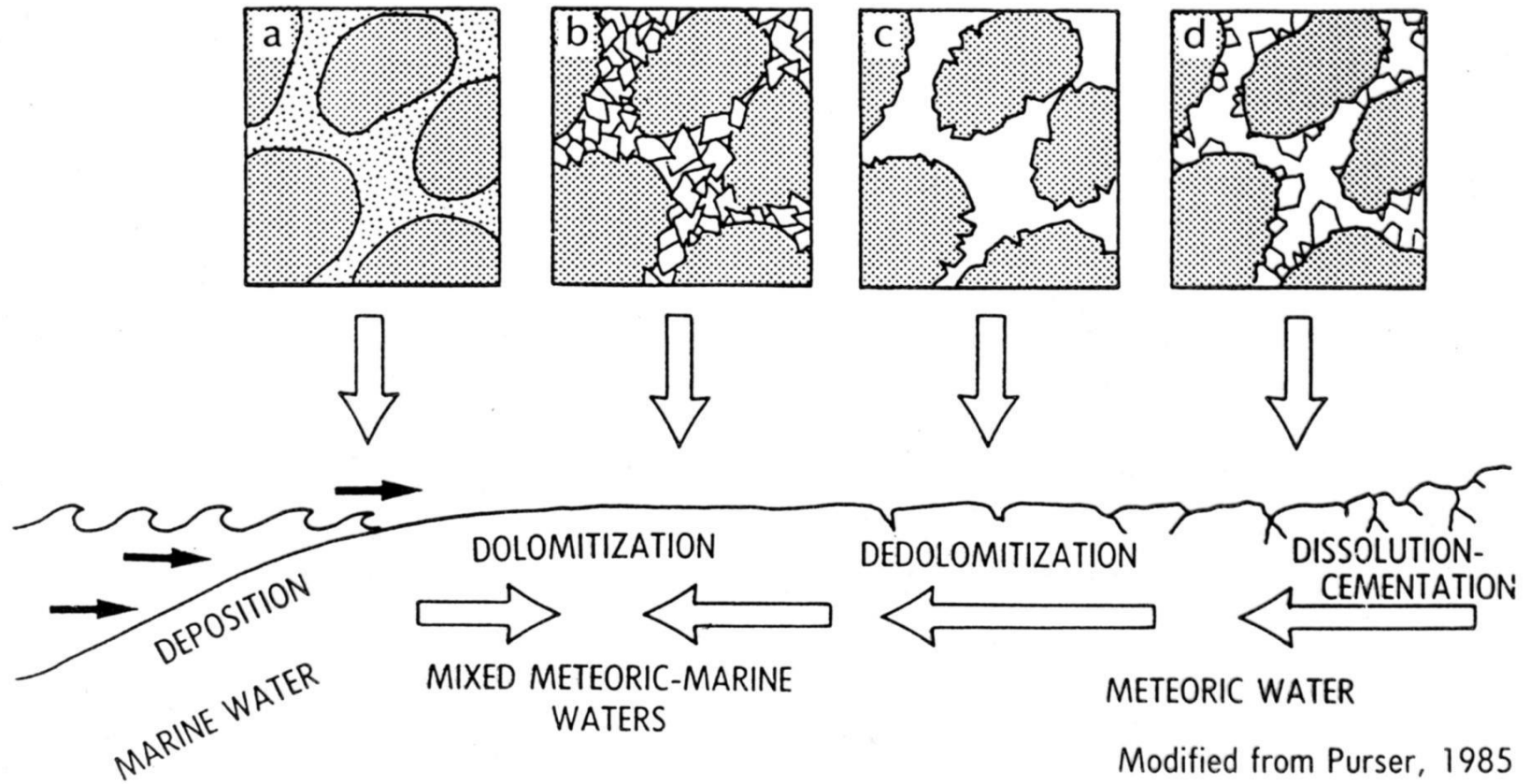


Fig.2.14. Geologic setting for the dolomitization-dedolomitization of Jurassic ooid packstones from the Paris Basin. Final porosity consists of cement-reduced, dolomite crystal-moldic porosity. Reprinted from *Carbonate Petroleum Reservoirs*, with permission. Copyright, Springer-Verlag, New York.

porozita

kalcit → dolomit, redukce objemu, nárůst porozity až o 13%

### ***dedolomitizace***

dolomit → kalcit; kontakt s meteorickou vodou; povrch. rozpouštění sádrovce-anhydritu; při pohřbení

identifikace: pseudomorfózy kalcitu po dolomitu; neomorfní mozaika

### ***silicifikace karbonátů***

raná i pozdní; rekryst. bioklastů, tvorba nodulí, nodulárních horizontů, souvislých poloh; SiO<sub>2</sub> tmel

typy diag. křemene: 1) euhedrání krystaly, 2) mikrokřemen, 3) megakřemen, 4) chalcedonický kř.

zdroj: jehlice hub, diatomity, radiolarie; vulkanický SiO<sub>2</sub>







