

## CONTRIBUCIÓ A LA PALEOBIOLOGIA DELS NUMMULITES

Josep Serra-Kiel \*

Rebut: novembre 1981

### RÉSUMÉ

#### Contribution à la paléobiologie des Nummulites

Ou discute ici à partir de données personnelles et de celles d'autres auteurs certains aspects de la paléobiologie des **Nummulites**.

Ou insiste en particulier sur les conditions d'habitat, la forme de vie, la relation entre la morphologie du test et la nature des sédiments on y décrit aussi les différents modèles sédimentologiques des bancs de **Nummulites** élaborés par d'autres auteurs et on les compare avec le modèle qu'on a réalisé à partir des sédiments de la Formation Collbàs du Bassin d'Igualada; en conclusion on procède à la description de l'activité perforante chez les **Nummulites** et les anomalies dans le développement de la spirale provoquées par l'action déprédatrice d'autres organismes.

### INTRODUCCIÓ

En ésser *Nummulites* un dels gèneres de foraminífers bentònics més abundants durant l'Eocè i en tenir una gran extensió geogràfica sobre les plataformes de la Mesogea, llurs espècies són uns dels organismes que més dades ens poden furnir sobre les característiques ambientals d'aquelles conques sedimentàries.

En SERRA-KIEL (1981) i en d'altres treballs anteriors hem tractat aquesta temàtica. Presentem aquí un resum de les dades obtingudes per nosaltres així com les d'altres autors, sobre els punts següents:

1) Condicions de l'hàbitat; 2) Forma de vida; 3) Els bancs de *Nummulites*; 4) L'acció perforant en el *Nummulites*; 5) Teraologia.

### CONDICIONS DE L'HÀBITAT

#### Temperatura

Previ a parlar sobre les condicions de temperatura en què es desenvoluparen els *Nummulites*, farem una breu referència al clima durant l'Eocè.

Tots els autors coincideixen que durant aquest temps el clima era més càlid que l'actual; els diversos estudis sobre la distribució de la fauna i flora assenyalen que la zona càlida estava més a prop dels pols actuals, tant a l'hemisferi nord com a l'hemisferi sud; així, SCHWARZBACH (1963) situa fins al paral·lel 55° a Europa la flora de palmeres. Per a més dades sobre aquest tema remetem el lector als treballs de SEMPER (1896), NEMKOV (1962), SCHWARZBACH (1963), entre altres.

\* Departament de Paleontologia. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. Gran Via de les Corts Catalanes, 585. Barcelona-7.

Segons NEMKOV (1962) a la fi de l'Eocè es produeix una disminució de la temperatura que dona lloc a l'extinció de *Discocyclina*, *Assilina* i de la major part dels *Nummulites*; aquesta hipòtesi és molt discutible, ja que:

- 1) Les *Assilina* s'extingeixen a final del Lutecià (Eocè mitjà) i a començament del «Biarritzia». Però durant tot el «Biarritzia» són molt abundoses les formes grans de *Nummulites* com són per exemple *N. perforatus* (Montfort), *N. biedai* Schaub, *N. bronngiarti* D'Archiac & Haime, *N. puschi* D'Archiac & Haime, etc., formes que es consideren d'aigües càlides.
- 2) Encara que a final del «Biarritzia» s'extingeixen totes les formes grans de *Nummulites*, el que podria fer pensar en un refredament, durant el Priabonià (Eocè superior) són freqüents a la Mesogea fàcies d'esculls de coralls, ambients difícils d'entendre en èpoques de refredament.
- 3) A l'Oligocè, a les fàcies marines es troben macroforaminífers com *Lepidocyclina*, que es relacionen amb temperatures altes, cosa que es contradueix amb la hipòtesi inicial.
- 4) L'extinció de les formes grans de *Nummulites* a finals del «Biarritzia» no és isòcrona, ja que en el Priabonià d'Armènia meridional es troben formes de *N. millecaput* Boubée (espècie de grans dimensions del Lutecià superior) segons NEMKOV (1960, 1962).

Per aquestes raons creiem que la causa de l'extinció dels *Nummulites* de grans dimensions és més deguda a canvis ràpids de les condicions sedimentològiques que a canvis climàtics, i que les espècies de *Nummulites* grans no es devien adaptar a les noves condicions; com veurem més endavant aquestes espècies grans es troben relacionades amb ambients costaners (de *near-shore*), més inestables que els de plataforma.

S'observa que hi ha una zonació de la fauna de *Nummulites* segons el clima; en termes generals podem dir que a les conques més càlides hi ha molts més espècimens i més diversitat d'espècies així com formes de dimensions més grans, mentre que a les conques nòrdiques més fredes disminueixen el nombre d'espècimens, el d'espècies i les dimensions d'aquestes.

Per exemple, si es consideren la conca Bètica, la d'Aquitània i la del Nord (Paris-Barton-Brusselles) durant el Lutecià veiem com a la conca d'Aquitània hi ha les mateixes o quasi les mateixes espècies que a la conca Bètica; les dimensions més grans per exemple de *N. millecaput* Boubée, es troben en aquesta darrera, mentre que a la conca del Nord només hi ha *N. laevigatus* (Bruguière), de dimensions mitjanes, i *N. variolarius* (Lamarck) de dimensions petites. També és sabut que a les conques eocenes de Sibèria (les més nòrdiques) no hi ha *Nummulites*.

Aquesta zonació climàtica ha estat estudiada per NEMKOV (1960, 1962) a l'Eocè de Crimea, Ucraïna i Armènia.

TIVOLLIER (1967) va donar a conèixer dades sobre les paleotemperatures dels nivells marins de la conca de Paris, dades obtingudes sobre les variacions isotòpiques de  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  i  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  de les closques de molluscs trobades conjuntament amb *Nummulites*; les temperatures oscil·len segons l'autor entre 25° i 28° C, cosa que sembla confirmar la definició dels *Nummulites* com a organismes estenoterms, és a dir, de mars amb temperatures superiors als 20° C, i molt sensibles a les variacions de la temperatura.

### Salinitat

Els *Nummulites* es desenvolupen en condicions de salinitat normal, i un canvi de la salinitat provoca una disminució ràpida en el nombre d'espècimens. Si aquest canvi continua, es produeix la total desaparició dels *Nummulites*. Així, doncs, es poden considerar organismes estenohalins.

Hi ha molts exemplars en materials fòssils que confirmen aquesta hipòtesi; un de molt interessant es dona a l'Ilerdià de Trepmp: a la base de l'estrat tipus a l'inici de la transgressió hi ha fàcies de maresmes, *lagoon* i platges residuals on no es troben *Nummulites*, mentre que en els nivells superiors lutítics de prodelta aquests són molt abundants, i al començament de la regressió de l'Ilerdià superior disminueixen de nombre i només es troben esporàdicament en petits nivells fins a desaparèixer en la mesura que és més freqüent la fauna d'aigües salabroses; per a més detalls veure el treball de FERRER *et al.* (1973) sobre la conca de Trepmp.

Un altre motiu que fa considerar els



*Nummulites* com a organismes estenohalins, és que els *Nummulitids* actuals, com són els gèneres *Cycloclypeus*, *Operculina*, *Operculinella* i *Heterostegina*, viuen en aigües marines de salinitat normal, segons NEMKOV (1962).

### Profunditat de les aigües

La profunditat té una influència directa sobre les espècies i el nombre d'espècimens que trobem en un jaciment.

A mesura que passem a les parts més profundes de les conques les condicions de l'hàbitat canvien progressivament en disminuir la temperatura de l'aigua, i així com hi ha una zonació horitzontal de la repartició dels *Nummulites* segons el clima, hi ha un cert paral·lisme vertical; en general, es pot dir que les formes més profundes són les de dimensions reduïdes, mentre que les de dimensions més grans són més superficials.

També se sap que a l'actualitat els *Nummulitids* no viuen en massa si no és en aigües poc profundes dels mars tropicals i equatorials.

Els diferents autors consultats (NEMKOV, 1960, 1962; ARNI, 1963; ARNI & LANTERNO, 1972, 1976; etc.) coincideixen tots que el límit de l'hàbitat dels *Nummulites* era als voltants dels 60-80 m.

### FORMA DE VIDA

S'ha escrit molt sobre la posició de vida dels *Nummulites*; nosaltres estem fonamentalment d'acord amb DECKE (1914) que considera que la forma discoïdal simètrica indica una ontogènia vertical. Ampliant aquesta idea, és clar que no vivien fixos sobre el fons, ja que aquesta posició es manifestaria amb una asimetria respecte al pla axial.

En algunes poblacions estudiades de *N. perforatus* (Montfort) de jaciments situats en el Pre-pirineu català hem observat exemplars que presenten asimetria, cosa que ens indica un creixement ontogenètic sobre el fons, almenys a partir d'un cert estadi de creixement; aquesta asimetria rara es manifesta sempre en exemplars de dimensions grans.

Sembla que els *Nummulites* mantenen un equilibri hidrostàtic amb el medi, i que en trencar-se aquest devia donar lloc a un

creixement irregular; això explicaria que molts exemplars de formes grans presenten sinuositats sobre el pla equatorial a partir d'un estadi de creixement alt.

Molt sovint hem pogut observar que les formes de dimensions reduïdes es troben en petites acumulacions horitzontals en fons fangosos i sense senyals de bioturbació, en fàcies de plataforma interna; alguns autors (BUTTERLIN, 1970) interpreten que aquests podien viure sobre algues o sobre organismes similars com epibionts.

En resum, considerem que les formes petites eren epibionts amb esporàdiques passejades pel fons i que, a mesura que anaven creixent, tendien a viure sobre el fons però amb possibilitat de desplaçament vertical (per mitjà dels pseudòpods), i només quan es trencava l'equilibri hidrostàtic es produïen sinuositats, podent arribar a viure horitzontalment sobre el fons, la qual cosa explicaria els exemplars asimètrics observats.

### RELACIÓ ENTRE LA MORFOLOGIA DELS NUMMULITES I LA NATURALESA DEL SEDIMENT

Com la major part dels organismes bentònics, la morfologia dels *Nummulites* està relacionada amb la naturalesa del sediment.

Molts autors han estudiat casos puntuals d'aquesta problemàtica, però són VEILLON & VIGNEAUX (1960) els qui, estudiant els jaciments de la conca d'Aquitània, establien una relació entre sediment i morfologia. Aquesta és la següent:

- *Nummulites* plans de vores romes o tallants, d'espira més o menys laxa; es troben en calcàries riques en elements detrítics grollers, les formes tendeixen a disminuir en augmentar la fracció fina i a desaparèixer amb l'aportació de col·loïdals (argila).
- *Nummulites* globosos de vores romes i d'espira estreta, es desenvolupen bé en margues sorrenques, l'increment de carbonat en el sediment provoca un augment del gruix de la closca. El seu hàbitat òptim són les fàcies carbonatades.
- *Nummulites* lenticulars i bicònics; es troben localitzats en sediments margosos calcaris.

En treballs anteriors (SERRA-KIEL *et al.*,

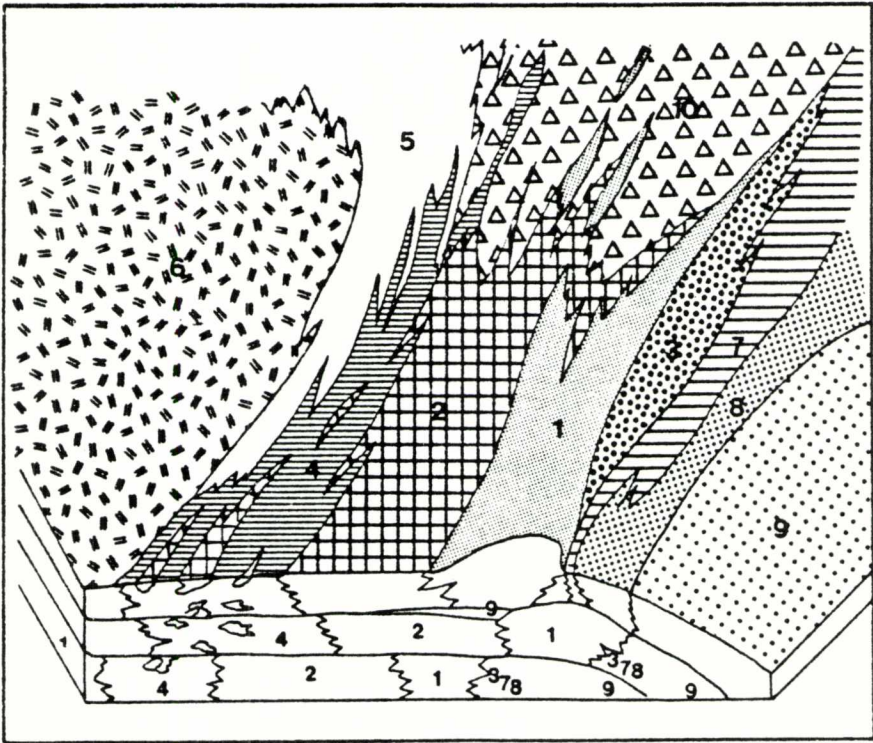


FIG. 1. Esquema sedimentològic dels bancs de *Nummulites*, segons ARNI (1963), a la conca eocena de Syrtia (Líbia). Per a l'explicació de les diferents fàcies, veure el text.

1979) hem pogut verificar la modificació morfològica de la closca segons la riquesa de carbonat en el sediment en el cas de *N. crusafonti* Reguant & Clavell; així, a la població obtinguda en calcàries, l'espira és més gruixuda que a les formes obtingudes en margues, mantenint, però, ambdues poblacions els mateixos valors pels paràmetres relacionats amb el citoplasma com són el diàmetre del proloculus i l'alçada i amplada de les cambres.

HERB & HEKEL (1973), en un interessant estudi sobre els *Nummulites* del Priabonà de Possagno, Priabona i Mossano, en estudiar les formes del grup de *N. fabianii* (Prever) observen que les modificacions del reticulat exterior d'aquests estan relacionades amb litologies més i menys carbonatades.

Tanmateix, encara no s'ha fet un estudi ampli, tant horitzontal com vertical, sobre les relacions entre la litologia, els ambients sedimentaris i les variacions morfològi-

ques dels *Nummulites*. Pensem que, fins que no coneguem millor el comportament ontogenètic i les tendències filogenètiques, no quedarà el problema resolt. El que sí és clar, és que els *Nummulites* són fòssils que es distribueixen i es desenvolupen amb més o menys intensitat segons les fàcies sedimentàries; és a dir, són organismes molt condicionats per l'ambient i es poden considerar estenofacials.

#### ELS BANCOS DE NUMMULITES

Els nivells d'acumulació *in situ* de *Nummulites* actuant com a constructors de roca, són coneguts de fa temps, però és ARNI (1963) qui elabora un model sedimentològic per als materials de la conca de Syrtia (Líbia) relacionant els nivells de *Nummulites* amb les fàcies que els limiten. Segons aquest autor, el banc actua com un veritable bioherm i creix per acumula-



ció de les closques dels *Nummulites* que vivien a les parts superficials. Diferència esquemàticament tres zones:

- 1) Un banc de *Nummulites* format per una o dues espècies de dimensions grans, que actua com un escull, juga el paper de barrera i es desenvolupa en l'inici de la plataforma interna.
- 2) Una zona compresa entre les terres elevades i el banc de *Nummulites*; aquesta àrea es troba aïllada parcialment o totalment del mar obert i és definida com a zona de darrera banc.
- 3) I, per últim, una zona de davant banc sotmesa a la influència del mar obert.

L'esquema sedimentològic proposat per l'autor està representat a la figura 1. La zonació numèrica d'aquesta figura correspon a les següents fàcies:

- 1) Banc de *Nummulites*, constituït per una o dues espècies de grans dimensions.
- 2) Fàcies de darrera banc, ric en contingut de closques de pelecípodes, etcètera, i, particularment, de *Nummulites* de dimensions mitjanes i closques robustes, com *N. beaumonti* D'Archiac & Haime, *N. discorbinus* (Schlotheim), *N. bullatus* Azzaroli, *N. burdigalensis* De la Harpe, etc.
- 3) Fàcies de davant banc irregularment desenvolupat, els fragments de closques provenen del banc, amb *Nummulites* de closca prima com són *N. planulatus* (Lamarck), *N. spirecty-*

*pus* Doncieux, *N. bouillei* De la Harpe, etc.

- 4) Fàcies de trànsit que passen lateralment a fàcies lacustres. La fàcies típica és una calcària detrítica micro o cripto granular amb nombrosos *Orbitolites* i *Alveolina*.
- 5) Calcària de miliòlids.
- 6) Zona d'evaporites i dolomies.
- 7) Zona de margues i margues carbonatades amb *Operculina*.
- 8) Zona amb predomini de microforaminífers bentònics.
- 9) Zona de *Globigerina* (pelàgic).
- 10) Calcàries de *Peneroplids* de plataforma interna.

Posteriorment ARNI & LANTERNO (1972, 1976) estudien els nivells de *Nummulites* de l'àrea de Verona i Gargano sense modificar l'esquema hipotètic.

BIGNOT (1972) a Istria (Iugoslàvia) estudià els bancs de *Nummulites* del Lutecià i coincideix amb els autors anteriors sobre la funció bioestructura i de barra litoral de les acumulacions de *Nummulites*. El model i les diferents fàcies que distingeix aquest autor es poden veure a la figura 2.

La zonació numèrica d'aquesta figura correspon a les següents fàcies:

- 1) Fàcies lacustres carbonatades amb caròfites, carbó, gasteròpodes.
- 2) Fàcies carbonatades lacustres amb influència marina de *Spirolina*, miliòlids i nivells carbonosos.

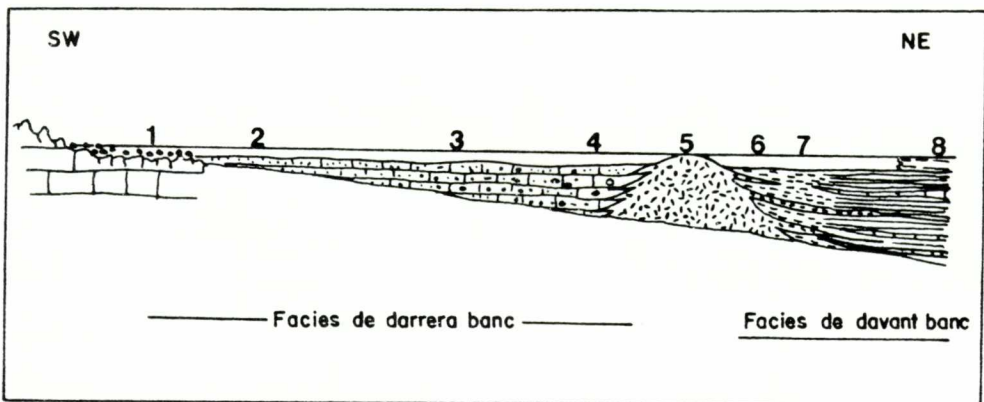


FIG. 2. Esquema sedimentològic dels bancs de *Nummulites* segons BIGNOT (1972) a Istria (Iugoslàvia). Per a l'explicació de les diferents fàcies, veure el text.

- 3) Fàcies carbonatades amb foraminífers aporcellanats, *Orbitolites* i *Alveolina*.
- 4) Fàcies de calcàries biodetrítiques de molluscs i foraminífers diversos.
- 5) Fàcies carbonatades biohermals de *Nummulites*.
- 6) Fàcies calcàreo-argiloses de foraminífers de closca plana, *Assilina*, *Nummulites*, *Operculina* i *Discocyclina*.
- 7) Fàcies margoses d'*Operculina* i *Discocyclina*.
- 8) Fàcies argiloses de foraminífers planctònics i bancs calcaris biodetrítics amb grans foraminífers desplaçats.

En molts dels jaciments estudiats per nosaltres hem observat aquestes acumulacions de *Nummulites* constructors de nivells litològics. No hi ha un model fix per a tots ells, cada conca presenta característiques litològiques, sedimentològiques i faunístiques pròpies.

En el perfil estratigràfic estudiat observarem les següents fàcies:

- 1) Nivells lutítics de color verd-marró amb restes vegetals, nivells sorrencs amb senyals de corrent que han estat interpretats com a possibles fàcies de *lagoon*.
- 2) Nivells detrítics de conglomerats a la base amb còdols tous i sorres molt ben triades, amb algun fragment bioclàstic i estratificació creuada de baix angle i gran escala que interpretem com a fàcies de *fore-shore* (nivell del Castell de Santa Maria de Miralles).
- 3) Nivells margosos molt bioturbats amb *N. striatus* (Bruguière) poc abundants i bivalves; aquests nivells, els relacionem amb fàcies de *shore-face*.
- 4) Alternança de petits bancs de limolites carbonatades amb *Alveolina*, *Orbitolites*, *N. colomi* Ruiz de Gaona, i algun *N. perforatus* (Montfort), fàcies que interpretem com de darrer banc.

- 5) Banc exclusivament de *N. perforatus* (Montfort) amb matriu llimosa.
- 6) Nivells limolítics carbonatats amb *N. perforatus* (Montfort) i alguns *Nummulites* petits i globosos com són per exemple *N. colomi* Ruiz de Gaona, *N. praefabianii* Varentsof & Menner i *Nummulites* molt plans com *N. viai* Masachs; interpretem aquests nivells com de davant banc.
- 7) Nivells recifals de coralls i algues que no representem a l'esquema perquè no creiem que siguin determinants en la formació del banc de *Nummulites*.
- 8) I, per últim, margues amb fauna de més profunditat com *Pattalophyllia*, *Discocyclina*, *Operculina*, braquiòpodes, gasteròpodes tipus turritèlids i *N. viai* Masachs, *N. praefabianii* Varentsof & Menner i *N. sp. aff. garnieri* De la Harpe; nivells que hem interpretat com de plataforma interna.

La relació entre aquestes fàcies està representada a la figura 3. Es pot considerar el banc de *Nummulites* com un bioherm? És clar que el creixement del banc es produeix per acumulació de closques de *Nummulites* i que aquests no presenten senyals d'haver estat transportats. Això no vol dir que no han patit rodaments i petits trasllats, però aquests són tan poc importants que no han afectat la closca dels individus. A la vegada cal assenyalar la gran variabilitat morfològica que presenten les formes microsfèriques, variabilitat que interpretem com a produïda per les diferents condicions hidrodinàmiques que es donen en un suposat banc d'aquest tipus, condicionant aquestes el desenvolupament ontogenètic. Les dues raons esmentades ens fan pensar que els *Nummulites* estan *in situ*, és a dir en el seu hàbitat.

A la figura 3 hem representat el banc de *Nummulites* formant un relleu tenint

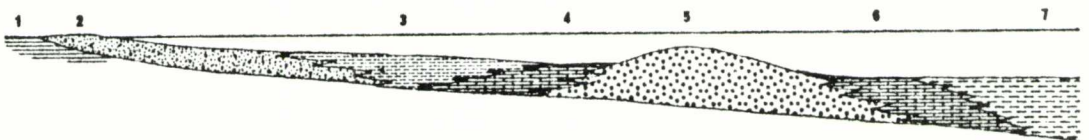


FIG. 3. Esquema sedimentològic dels bancs de *Nummulites* segons SERRA-KIEL (1981), a la base de la formació Collbàs (FERRER, 1967) a la conca d'Igualada. 1, fàcies de *lagoon*. 2, fàcies de *fore-shore*. 3, fàcies de *shore-face*. 4, fàcies de darrer banc. 5, fàcies de *Nummulites*. 6, fàcies de davant banc. 7, fàcies de plataforma.



com a base les següents raons: en primer lloc, hi ha una diferenciació faunística molt clara entre les fàcies de darrera banc i les de davant banc; així, només es troben foraminífers aporcellanats (*Alveolina*, *Orbitolites*) a les primeres i els *Nummulites* de forma plana (*N. viai*) a les darreres. Aquest relleu explicaria la forta discriminació faunística. En segon terme, perquè considerem que actua com a barra litoral amb classificació granular negativa localment i una gran continuïtat lateral.

Les fàcies que es troben per sota i per sobre del banc (limolites carbonatades), les hem definides com de trànsit, fàcies de darrera banc i de davant banc, respectivament. Ambdues presenten una fauna de *Nummulites* més variada (nombre d'espècies) i menys densitat que en el banc. En els nivells de darrera banc *N. perforatus* (Montfort) són poc abundants i augmenten de nombre cap al sostre, al contrari que en els nivells de davant banc.

Aquest model dels nivells de la base de la formació Collbàs (Ferrer, 1967) té similituds amb els elaborats per ARNI (1963), ARNI & LANTERNO (1972, 1976) i BIGNOT (1972) descrits abans; així veiem que:

- 1) Els macroforaminífers aporcellanats (*Alveolina* i *Orbitolites*) es troben sempre en ambients més restringits, situats entre els bancs de *Nummulites* i la línia de costa.
- 2) Els macroforaminífers plans (*Operculina*, *Discocyclina*) es troben en fàcies més profundes o de més influència marina que els grans *Nummulites*. El mateix hem observat amb *Assilina* en el Lutecià de Vic; aquestes formes sempre es troben en els nivells margosos de plataforma, superiors a les fàcies detritisques i carbonatades de platges.
- 3) A les fàcies de darrera banc, i davant banc (trànsit), els *Nummulites* són de closca robusta, *Nummulites* del grup de *N. striatus* (Bruguère).
- 4) El banc de *Nummulites* se situa en el trànsit entre les fàcies de *near-shore* i plataforma més oberta.

#### L'ACTIVITAT PERFORANT EN ELS NUMMULITES

L'activitat perforant en els *Nummulites* no ha estat gaire estudiada. Recentment, MARTINELL & SERRA-KIEL (1981) han efec-

tuat un estudi descriptiu de les perforacions trobades en *Nummulites* de poblacions de les conques Aquitana i Catalana.

Segons aquests autors, les perforacions més abundants es poden dividir en tres tipus: 1) Perforacions rectilínies; 2) Perforacions sinuoses; 3) Perforacions subesfèriques.

Les perforacions rectilínies s'han trobat només en alguns individus de *N. crassus* Boubée, procedents de la localitat d'Aprémont (Peyrehorade, Aquitània). Es caracteritza per ésser més o menys rectilínia, perpendicular a la superfície de la closca, amb una longitud màxima de 3,9 mm, de secció lleugerament ovalada i amb un diàmetre màxim de 0,02 mm. Seguint la terminologia proposada per BROMLEY (1972), aquest tipus de perforació correspondria a *Trypanites* sp., realitzada per poliquets.

Perforacions sinuoses, bàsicament llargues i de secció circular, enrotllada segons el pla equatorial, desplaçant-se en el sentit de l'espiral. La realització d'aquesta classe de perforacions implica la destrucció dels envans, així com la de les làmines espirals. Són perforacions obertes a les dues extremitats, coincidint sovint una d'elles amb les cambres inicials. S'han trobat en *N. uranensis* De la Harpe, *N. aff. aturicus* Joly & Leymerie i *N. aturicus* Joly & Leymerie, procedents de la conca Aquitana, i en *N. obesus* D'Archiac & Haime, *N. taverdetensis* Reguant & Clavell, *N. perforatus* (Montfort) i *N. biedai complanatus* Reguant & Clavell, de la conca Catalana.

En alguns casos s'ha observat un canvi ràpid en el sentit de la perforació, produint-se una forta inflexió i travessant la paret de diverses voltes per continuar posteriorment el seu camí a través dels envans de la volta. Això implica a vegades la destrucció d'una o més làmines i dels envans corresponents a dites voltes (fig. 4).

Una altra varietat d'aquest tipus de perforacions és l'observada en alguns individus de *N. aturicus* Joly & Leymerie, i *N. aff. aturicus* Joly & Leymerie, en les quals es veu com la perforació es bifurca en un punt determinat.

Per la seva forma, totes aquestes perforacions podrien ésser atribuïdes a l'acció d'anèllids, sipuncúlids, etc., encara que pel diàmetre de la secció de la perforació creiem que es tracta del primer grup d'organismes.

Perforacions subesfèriques degudes a

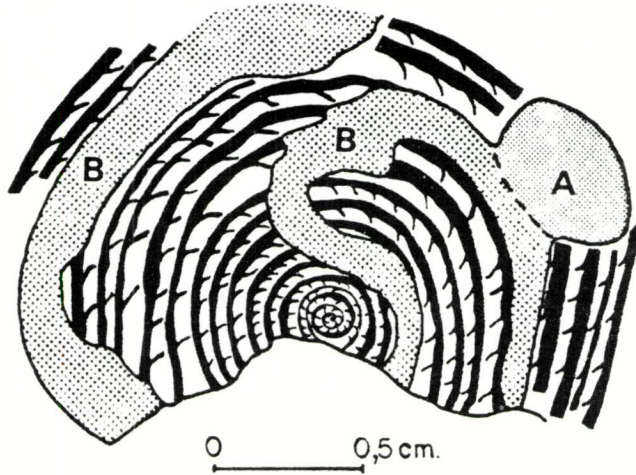


FIG. 4. Pla equatorial de *N. aff. aturicus* Joly & Leymerie, on s'observa una perforació sinuosa d'anèl·lid (B) i una de subesfèrica de bivalve, *Trypanites clavatus* (Leymerie) (A).

l'activitat perforant d'alguns bivalves es poden observar en *N. obesus* D'Archiac & Haime, *N. aff. tavertetensis* Reguant & Clavell, i *N. perforatus* (Montfort), tots ells procedents de la conca Catalana; són una sèrie de perforacions en forma de bossa, a les quals Bromley (1972) dona el nom de *Trypanites clavatus* (Leymerie) (figures 4 i 5).

En alguns individus de *N. obesus* D'Archiac & Haime, es pot observar en el seu interior el motlle de l'organisme (bivalves) que va realitzar la perforació, destruint, en alguns casos totalment, l'estructura interna del *Nummulites*.

En espècimens de *N. aff. aturicus* Joly & Leymerie, i *N. aturicus* Joly & Leymerie, procedents de la conca Aquitana, així com de *N. obesus* D'Archiac & Haime, de la conca Catalana, s'ha observat la presència conjunta de perforacions sinuoses realitzades per possibles anèl·lids i *Trypanites clavatus* (Leymerie) (fig. 4).

La presència de *Trypanites clavatus* (Leymerie) sense estar associat a altres tipus de perforacions s'ha observat en *N. perforatus* (Montfort), *N. obesus* D'Archiac & Haime, i *N. aff. tavertetensis* Reguant & Clavell, totes elles espècies procedents de la conca Catalana.

De les poques conclusions que es poden extreure de l'estudi de les perforacions cal assenyalar:

- 1) No existeix relació entre el tipus de perforació i el gruix de la closca del *Nummulites* perforat.
- 2) Els tres tipus de perforacions observades (rectilínies, sinuoses i subesfèriques) tant es poden trobar juntes com per separat.
- 3) Les poblacions que presenten més individus perforats són aquelles que formen bancs de *Nummulites* com els que s'han descrit abans.

## TERATOLOGIA

Sovint es veuen en els *Nummulites* anomalies en el desenvolupament de l'espira provocades per l'acció de depredadors. Fem una descripció de les més freqüents:

L'exemplar de *N. aff. tavertetensis* Reguant & Clavell de la figura 6 presenta una ruptura total del creixement de l'espira en el seu inici, produïda possiblement per un depredador; el creixement continua, però hi ha un canvi en el sentit de gir de l'espira.

Normalment la regeneració de l'espira després d'una ruptura produeix la formació de làmines secundàries. A l'exemplar de *N. obesus* D'Archiac & Haime de la figura 7 es pot veure com després de l'atac que ha produït una ruptura, l'espira continua creixent disminuint l'alçada de les



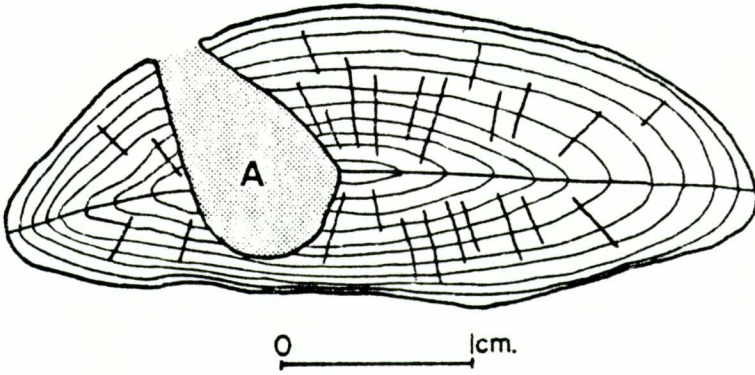


FIG. 5. Pla axial de *N. perforatus* (Montfort), amb una perforació subesfèrica de bivalve, *Trypanites clavatus* (Leymerie) (A).

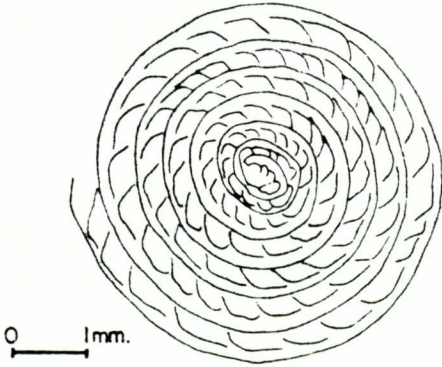


FIG. 6. *N. aff. tavertetensis* Reguant & Clavell, amb ruptura de l'espira i canvi de sentit de gir en el creixement.

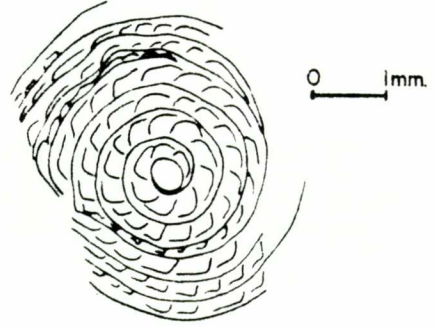


FIG. 7. *N. obesus* D'Archiac & Haime, on s'observa que després de la ruptura de l'espira aquesta s'aprima i es formen làmines secundàries.

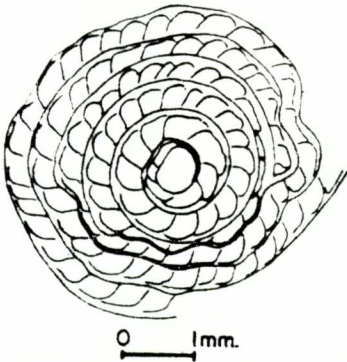


FIG. 8. *N. aff. tavertetensis* Reguant & Clavell, on es pot veure que després d'una ruptura el creixement es resol desenvolupant dues làmines espirals concèntriques.

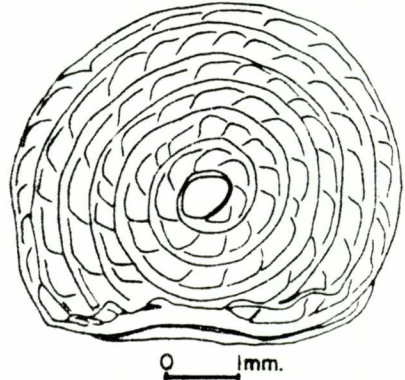


FIG. 9. *N. aff. obesus* D'Archiac & Haime, mostrant un canvi en la direcció del pla de creixement.

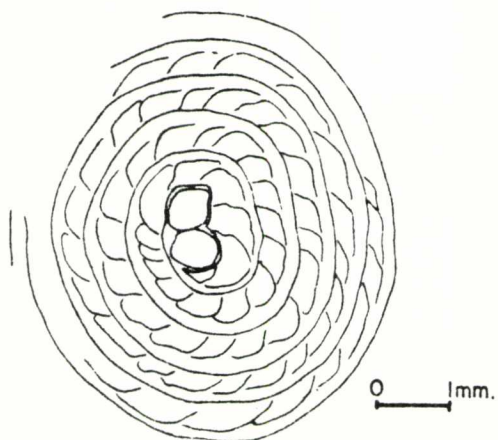


FIG. 10. *N. aff. tavertetensis* Reguant & Clavell, amb un proloculus polivalent que modifica la morfologia circular del pla equatorial.

cambres i el gruix de la làmina espiral, i la formació de làmines secundàries.

La formació d'aquestes làmines secundàries es pot resoldre amb el desenvolupament de dues espirals concèntriques; així, en l'exemplar de *N. aff. tavertetensis* Reguant & Clavell, de la figura 8, a partir d'un creixement irregular produït per un atac es desenvolupen dues espirals, una que és la continuïtat de l'original i l'altra per sobre d'aquesta amb un creixement paral·lel.

La regeneració de l'espira provoca, a vegades, un canvi en el pla de creixement; la figura 9 ens mostra un exemplar de *N. aff. obesus* D'Archiac & Haime en què després de l'atac, la regeneració de les cambres s'efectua sobre el pla axial, mentre que en el pla equatorial es veuen dues làmines de l'estructura involuta del pla axial.

Per últim, a la figura 10 es veu un exemplar de *N. aff. tavertetensis* Reguant & Clavell, amb dues cambres inicials i que es desenvolupen en una espiral, és a dir, els dos esquizonts creixen junts. La morfologia de l'especimen no és circular sinó que conserva la forma d'el·lipse provocada per les dues cambres inicials. Aquest desenvolupament de dos proloculus junts s'anomena *polivalència* i, encara que no és un cas de teratologia, l'indiquem per la seva anormalitat i perquè condiciona el creixement de tota la closca.

## BIBLIOGRAFIA

- ABRARD, R. 1951. Individus tératologiques de *Nummulites* d'Aquitaine. *C. R. S. Séances Soc. Géol. Fr.*: 95-96.
- ARNI, P. 1963. L'évolution des *Nummulitinae* en tant que facteur de modification des dépôts littoraux. *Col. International de Micropaléont. (DAKAR)*: 7-20.
- ARNI, P. & LANTERNO, E. 1972. Considérations paléocologiques et interprétation des calcaires de l'Eocène du Véronais. *Arch. Sc. Genève*, 25 (2): 251-283.
- ARNI, P. & LANTERNO, E. 1976. Observations paléocologiques dans l'Eocène de Gargano (Italie Méridionale). *Arch. Sc. Genève*, 29 (3): 287-314.
- BIGNOT, G. 1972. Recherches stratigraphiques sur les calcaires du Crétacé supérieur et de l'Eocène d'Istrie et des régions voisines. Essai de révision du Liburnien. *Trav. Lab. Micropal*, 2: 353.
- BROMLEY, R. G. 1972. On some ichnotaxa in hard substrates, with a redefinition of *Trypanites* Magdefran. *Paläont.*, 2 (46): 93-98.
- BUTTERLIN, J. 1970. Ecologie et Paléocologie des Foraminifères. *D. E. A. Paléontologie Univ. ORSAY*: 1-63.
- DECKE, W. 1914. Paläontologische Betrachtungen. VI Über Foraminiferen. *Neues Jahrb. Mineral. Geol. Paläont.*, 2 (1): 21-43.
- FERRER, J. 1967. Le Paléocène et l'Eocène des cordillères côtières de la Catalogne (Espagne). *Eclog. geol. Helv.*, 60 (2): 567-575.
- FERRER, J.; CALVEZ, Y. LE; LUTERBACHER, H. & PREMOLI-SILVA, I. 1973. Contribution à l'étude des Foraminifères ilerdiens de la région de Tresp (Catalogne). *Mém. Museum National d'Histoire Naturelle*, Sr. C. XXIV: 1-107.
- HERB, R. & HEKEL, H. 1973. Biostratigraphy, Variability and Facies Relations of some Upper Eocene *Nummulites* from Northern Italy. *Eclog. geol. Helv.*, 66 (2): 419-445.
- KECSKEMÉTI, T. 1962. Patológikus jelenségek *Nummuliteszeken*. *Bull. Soc. Géol. Hongrie*, 92 (2): 209-216.
- MARTINELL, J. & SERRA-KIEL, J. 1981. Relojos geológicos: Los *Nummulites* y sus perforadores. *Mundo Científico*, 2: 189-195.
- NEMKOV, G. I. 1960. Représentants actuels de la famille des *Nummulitidae*, et leur genre de vie. *Bull. M. O. I. P.*, Sec. Géol., 35 (1).
- NEMKOV, G. I. 1962. Remarques sur la paléocologie des *Nummulites*. *Vopr. Micropaleont. S. S. S. R.*, 6: 64-72.
- SCHWARZBACH, M. 1963. *Climats of the past*. Van Nostrand, Aylesbury.
- SEMPER, M. 1896. Das paläothermale Problem, speziell die Klimatischen Verhältnisse des Eozän in Europa und Polargebiet. *Deutsch. Geol. Ges.*, 48 (2).
- SERRA-KIEL, J. 1981. *Estudi sobre la sistemàtica, filogenia, biostratigrafia i paleobiologia dels Nummulites del grup N. pernotus-N. perforatus (Conca Aquitana, Catalana i Balear)*. Tesi Doctoral. Univ. de Barcelona.
- SERRA-KIEL, J.; REGUANT, S.; RENZI, M. DE & CUADRAS, C. M. 1979. Aplicación del análisis de perfiles y canónico a las formas A de *Nummulites* del grupo del *N. perforatus* (Montfort) de Vic Barcelona. *Rev. Esp. Micropaleont.*, XI (2): 279-294.



- TIVOLLIER, J. 1967. *Etude des variations isotopiques  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  et  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  dans quelques fossiles de l'Ère tertiaire des Bassins de Paris et de Belgique*. Thèse Doctorale, Univ. Paris.
- VEILLON, M. & VIGNEAUX, M. 1960. Rapport entre la morphologie générale des *Nummulites* et les lithofaciès. *C. R. Séances Soc. Géol. Fr.*, 9: 243-245.
- ZANCHE, V. DE. 1966. Osservazioni sulla patologia di Nummuliti ed Assiline e sul singolare stato di conservazione di *Alveolina* nei pressi di Albenello in Valle del Chiampo (Vicenza). *Mem. Inst. Geol. Miner. Univ. Padua.*, XXV: 1-17.