

**CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE L'ULTRASTRUCTURE DE  
LA CARAPACE DES FORAMINIFERES PLANCTONIQUES ET BENTHO-  
NIQUES. ETUDE FAITE AU MICROSCOPE DE BALAYAGE**

*Guillermo Mateu*

Instituto Español de Oceanografía

Laboratorio Oceanográfico de Baleares

**Résumé:**

Des échantillons du genre *Globigerinoides* et *Miniacina* ont été étudiés avec le «Scanning». La structure bilamellaire de la paroi de ses carapaces semble indiscutable. Cekaractère ultrastructurel semble être commun à tous les Foraminifères perforés, aussi bien planctoniques que benthoniques. Tous les deux seraient parvenus à individus adultes à partir de *formes embryonnaires monolamellaires* (fig. 2, détail 0) en formant des chambres successives dont la paroi serait intégrée par deux couches séparées par une *lamelle moyenne* (median layer). Ainsi, en comparant les figures 5 et 6 nous voyons à *Miniacina miniacea* (Pallas) la partie basale de la lamelle moyenne (fig. 5, détail 1.m.), et à *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny) nous remarquons, de l'intérieur à l'extérieur, les couches ou lamelles suivantes: *interne* (i), *moyenne* (m) et *externe* (e); mais il y a, en plus, une autre lamelle secondaire (s) qui est recouverte par une *croûte* (c), qui semble être typique des formes planctoniques qui ont, contrairement aux formes benthoniques, des exigences physiologiques particulières telles que le flottement et les migrations verticales aussi bien périodiques qu'ontogénétiques.

**Introduction**

De récentes recherches avec le microscope électronique de balayage ont apporté de nouvelles et intéressantes données sur l'ultrastructure des Fora-

minifères (Hansen, Reiss et Schneidermann, 1969) Hansen et Reiss, (1972). Les travaux réalisés à la lumière polarisée et diffractométrie (Krashennikof, 1965; Vinogradov, 1953; Mateu, 1965, etc.) ont été complétés par les observations à grand diamètre, en appliquant les techniques de la pétrographie sédimentaire (Andri E. et Aubry M.P., 1973) dans l'emploi du «Scanning», pour l'étude des Foraminifères actuels aussi bien planctoniques que benthoniques.

Les études océanographiques et les prospections pétrolifères ont poussé la connaissance des Protozoaires aussi bien actuels que fossiles et elles ont ainsi collaboré au développement de la Protozoologie et de la Micropaléontologie. Les grands progrès de la Foraminiférologie et de ses remarquables applications pratiques obligent à une étude plus approfondie de ces Rhizopodes biominéralisés qui, bien des fois, peuvent atteindre un certain polymorphisme intraspécifique conditionné par le substrat ou l'altération des facteurs d'ambiant, à partir de formes embryonnaires communes.

#### *Matériel, méthodes et techniques*

Le matériel étudié provient de zones bien différentes. Les échantillons de *Miniacina* furent recueillis au litoral de Majorque (Iles Baléares) et les *Globigerinoides* furent obtenus à la «Campana Meteor-25» à l'Atlantique NW-africain.

Les carapaces de Foraminifères ont été inclus dans de petits blocs de résines synthétiques qui, une fois endurcies, nous ont fourni des coupes transversales de leurs parois, aussi bien par fracture que par polissage avec «Diamond Board».

Le matériel ainsi préparé a été postérieurement monté sur des «stubs» et une fois qu'ils ont été métallisés en or nous les avons étudiés avec le «Cambridge Stereosca S4 Scanning Electron Microscope» de l'Université de Barcelone.

#### *Résultats*

##### *Miniacina miniacina* (Pallas)

Ses caractéristiques morphologiques, sa position systématique et sa biominéralisation furent déjà étudiées antérieurement (Vinogradov, 1953; Mateu, 1965; Hofker, 1970, etc.). Nous voulons seulement faire ressortir, ici, par rapport à ces *Homotremidae* ce qui suit: 1) Que la structure bilamellaire des chambres non embryonnaires de *Miniacina*, antérieurement étudiée par Hofker (1970) au microscope optique, semble se confirmer avec nos observations au microscope électronique de balayage, bien que la lamelle moyenne n'apparaisse pas si claire qu'aux formes planctoniques observées. 2) Que ces structures semblent être communes, au moins en partie, avec les autres formes perforées, aussi bien planctoniques que benthoniques (Hansen et Reiss, 1972).

D'après Vinogradov (1953) les carapaces des Foraminifères benthoniques ont d'un 55 à un 12% de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  et les planctoniques d'un 0,3 à un 5%. Notre diffractogramme de *Miniacina* (fig. 1) représente un 1,8% de  $\text{CO}_3\text{M}$  et un 89,50 de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , sous forme calcitique, c'est-à-dire trigonal holoédrique, avec des cristaux de grandeurs différentes, disposés sans aucun ordre, avec dispersion interne de la lumière incidente et dont la *lamelle moyenne* peut être vue seulement dans les zones intratubulaires.

Les dispositions irrégulières des cristaux de calcite de *Miniacina* forme une paroi compacte, traversée par de petits tubes limités par des forams qui, à la façon de ponts protoplasmiques, mettent en communication les chambres internes entre elles mêmes et les chambres périphériques avec le milieu ambiant, formant surtout les filipodes pour la préhension d'aliments tels que les diatomées (Pl. I, fig. 3).

#### *Globigerinoides ruber* (D'Orbigny)

Ces Foraminifères planctoniques perforés, en plus du procès commun de biominéralisation propre des Foraminifères benthoniques perforées aussi et sessiles comme *Miniacina* ont à leur paroi les suivants éléments structuraux faciles à observer (Pl. I, fig. 4 et 6), c'est-à-dire: *couche interne* (i), *lamelle moyenne* (m) et *couche externe* (e). Mais on peut voir, en plus, une *lamelle secondaire* (s) et une *croûte périphérique* (c) qui semblent conditionner des exigences physiologiques des Foraminifères perforés planctoniques telles que le flottement et surtout les migrations aussi bien verticales qu'ontogénétiques qui finissent dans les grands nécroses océaniques sous forme de «bous de Globigernies».

*Conclusions:*

1.—La constitution bilamellaire des Foraminifères semble indiscutable. Notre étude sur Globigerinoides est une donnée en plus en faveur de cette structure.

2.—La probabilité que les formes perforées benthoniques aient cette même structure semble se confirmer, non seulement au microscope optique, mais aussi à l'électronique de balayage («Scanning»), bien que sous cette technique elle n'apparaisse aussi évidente que dans les formes planctoniques perforées.

3.— Les formations ultérieures (lamelle secondaire et croûte) des foraminifères planctoniques semblent être en rapports très serrés avec des exigences physiologiques et des procès ontogénétiques.

*Remerciements*

L'auteur est très reconnaissant au cordial accueil et aux facilités reçues du Prof. Dr. Luís Vallmitjana, Directeur du Département de Microscopie Electronique de l'Université de Barcelone et de ses compétents collaborateurs, Drs. Bargalló et Fontarnau, qui soit pour ce travail soit pour d'ultérieurs travaux de Protozoologie et de Micropaléontologie ont toujours mis à sa portée leur technique et leur expérience.

*Summary*

Specimens of the *Globigerinoides* and *Miniacina* genera have been examined under the scanning electron microscope. The *bilaminar structure* of their shell wall seems undeniable. This ultrastructural characteristic seems to be common to all perforated foraminiferans, whether planctonic or benthic. Both, starting from embryonic monolaminar forms (Fig. 2, detail o.), probably arrived at the adult stage after forming successive chambers whose walls are made up of two layers separated by a median layer. Thus, comparing Figs. 5 & 6, we see in *Miniacina miniaceae* (Pallas) the basal part of the median layer (Fig. 5, detail l.m.) and in *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny) we notice, going from the inside out, the following layers: *internal* (i), *medial* (m) and *external* (e); but there is in addition a *secondary layer* (s) covered by a *crust* (c) which seems to be typical of planctonic forms, which, as opposed to benthic forms, have special physiological requirements, such as flotation and periodic as well as ontogenetic vertical migrations.

## PLANCHE I

1, 2, 3, et 5.—*Miniacina miniacea* (Pallas). Recent. Baleares.

1—Exemplaire vu dès la face supérieur. 18x.

2—Zone basal avec des logse embrionaires, p. 8ix.

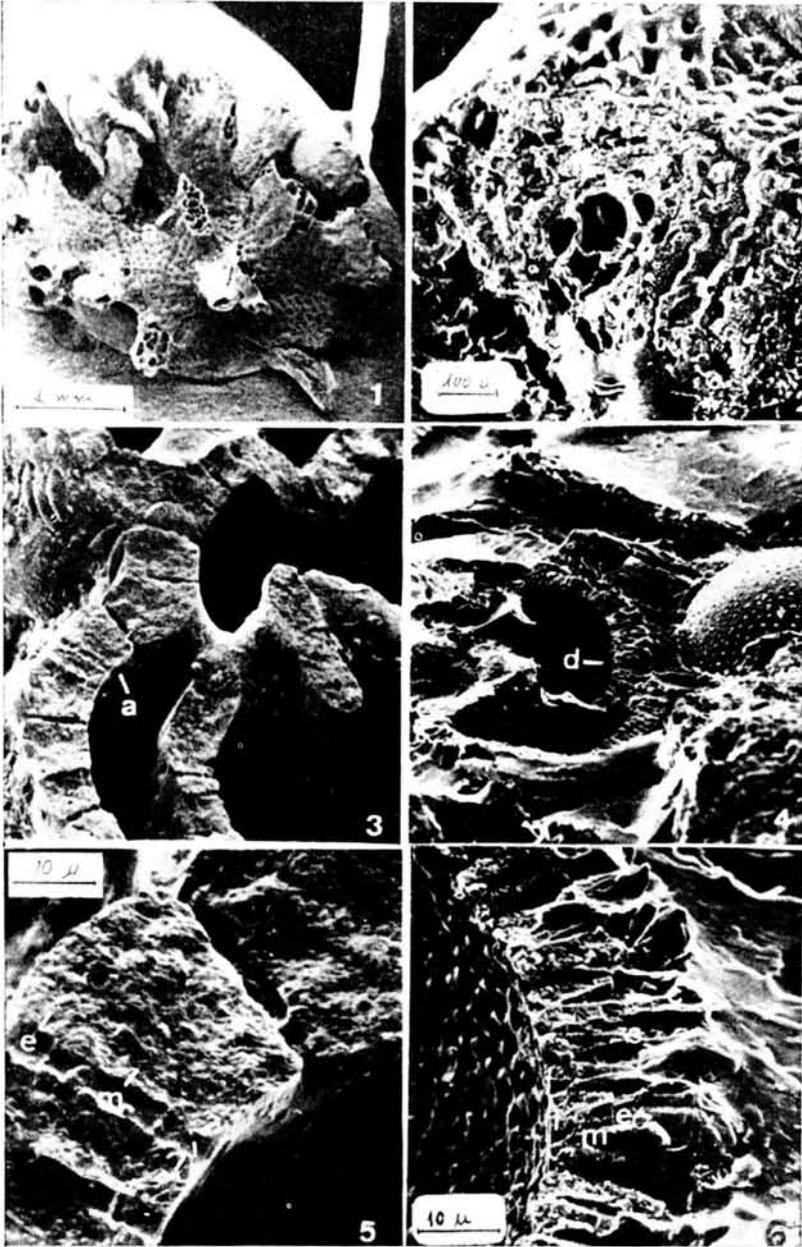
3—Détail de fig. 1. Diatomées adheries a la paroi. 381x.

5—Détail de la fig. 3 en *a* avec les trois coches ou lamelles: i- interne, m- moyenne et e- externe. 1523x.

4 et 6. *Globigerinoides ruber* (d'Orb.). Recent. Atlantique NW-africain.

4—Coupe transversal de la paroi .170x.

6—Détail de la fig. 4 en *d* avec les cinc couches ou formations laminares superposées:  
i- lam. interne. m- lam. moyenne. e- lam. externe, s- lam. secondaire et c. couche  
peripherique. 846x.



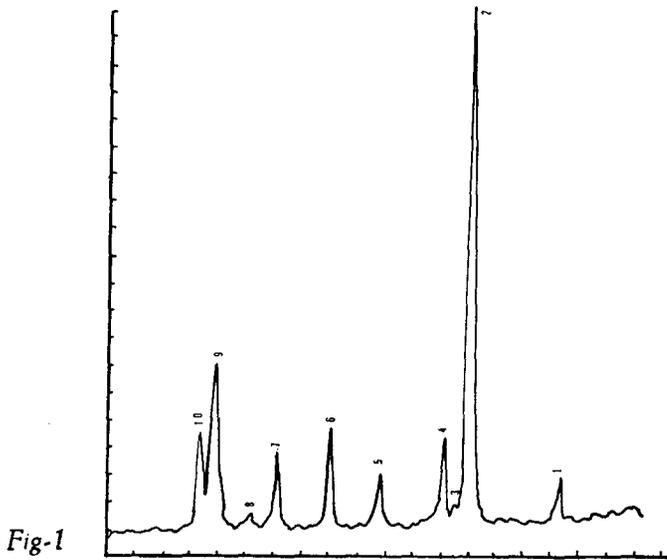


Fig-1  
 Diffractogramme de la coquille de *Miniacina miniacca* (Pallas) obtenue avec le diffractometre Philips tube Cu, filtre Ni, RM 16x1, KV 36, vent. 1°, 0, 2, Tc. 2 MA 20.

Curva núm.	2θ	4θ	I	dA°	Sust. miner.
1	23,30	46,60	9,00	3,8144	Calcita
2	29,85	59,70	95,00	2,9906	Calcita
3	31,00	62,00	4,00	2,8823	Dolomita
4	31,90	63,80	15,00	2,8030	Clorur Sod.
5	36,50	73,00	9,50	2,4596	Calcita
6	40,00	80,00	16,00	2,2521	Calcita
7	43,75	87,50	11,50	2,0673	Calcita
8	45,50	91,00	2,50	1,0018	Clorur Sod.
9	48,30	96,60	26,50	1,8827	Calcita
10	49,30	98,00	16,50	1,8468	Calcita

Pourcentages (%)

89,50 de CO<sub>3</sub>Ca  
 8,50 de ClNa  
 1,80 de CO<sub>3</sub>Mg.  
 0,20 de resid.

## BIBLIOGRAPHIE

- VINOGRADOV, A.P., 1953.—*The Elementary Chemical Composition of Marine Organismes*. Yale Univ., Sears Found. for Marine Research., Num. 2.
- MATEU, G., 1965.—*Contribución al conocimiento de los Foraminíferos Homotrémidos*. Publ. Inst. Biológico Aplic., Univ. Barcelona, num. 38 .pags. 5-15, figs. 1-9.
- HANSEN, H.J., REISS, Z. & SCHNEIDERMAN, N., 1969.—*Ultramicrostructure of bilaminar walls in Foraminiferida*. Rev. Esp. de Micropaleont., vol. I, núm. 3, pags. 293-316, pls. 1-8.
- HOFKER, J., 1970.—*Studies of Foraminifera. Pt. II. Systematic Problems*. Public. Naturh. Genoot. in Limburg, vol. 20, pp. 5-96, text-fig. 16-26, plat. 25-53.
- HANSEN, H.J., REISS, Z., 1972.—*Scanning electron microscopy of wall structures in some benthonic and planctonic Foraminiferida*. Rev. Esp. Micropaleont., vol. IV, núm. 2, pp. 169-179, pl. 1-4.
- ANDRI, E., AUBRY, M.P., 1973.—*Nouvelles méthodes de préparation d'échantillons de roches en vue de leur étude au microscope électronique*. Rev. Micropaléont., vol. 16, num. 1, pp. 2-7, pl. 1-3.