LES REPRÉSENTANTS ÉOCRÉTACÉS DU GENRE NAUTILOCULINA MOHLER, 1938 (FORAMINIFERA, FAM. LITUOLIDAE ?) DANS LES CHAINES SUBALPINES SEPTENTRIONALES (VERCORS) ET LES PYRÉNÉES FRANCO-ESPAGNOLES

REVISION DE NAUTILOCULINA CRETACEA PEYBERNES, 1976 ET DESCRIPTION DE NAUTILOCULINA BRONNIMANNI N. SP.

par

ANNIE ARNAUD-VANNEAU * et BERNARD PEYBERNES **

Résumé

L'étude des représentants du genre Nautiloculina recueillis dans l'intervalle Berriasien-Albien supérieur au sein des séries de plate-forme des Pyrénées (Pyrénées navarro-languedociennes et catalanes) et des Chaînes subalpines (Vercors) nous conduit à différencier deux espèces : l'une, N. cretacea PEYBERNES est la plus grande des Nautiloculines connues, et ne semble pas dépasser le sommet du Bédoulien ; l'autre, N. bronnimanni n. sp., subsiste jusqu'au sommet de l'Albien supérieur et se distingue de la précédente par sa plus petite taille, sa dépression au niveau de l'axe d'enroulement et ses sutures déprimées.

Abstract

Representatives of the Nautiloculina population of the Berriasian - Upper Albian Pyrenean upper platform series (Navarro-Languedocian and Catalonian Pyrenees) and Subalpine ranges (Vercors) have been collected and studied. We are led to distinguish two species : one of them, N. cretacea PEYBERNES, is the largest of all known Nautiloculina; it does not seem to exist beyond the upper Bedoulian. The other, N. bronnimanni n. sp., occurs up to the top of the Upper Albian; it is distinguished from the former by its smaller size, its depressions at the level of axis of coiling, and its depressed sutures.

- MOTS-CLÉS : FORAMINIFERA BENTHIQUE (NAUTILOCULINA), CRÉTACÉ INF., NOUVEAU, MILIEU LITTORAL (INFRA-LITTORAL), PYRÉNÉES, ISÈRE (VERCORS).
- KEY WORDS: BENTHIC FORAMINIFERA (NAUTILOCULINA), LOWER CRETACEOUS, NEW DESCRIPTION, LITTORAL ENVIRONMENT (INFRALITTORAL), PYRENEES, ISERE (VERCORS).

* Institut Dolomieu, Laboratoire de Géologie alpine associé au C.N.R.S., nº 69, rue Maurice-Gignoux, 38031 Grenoble, Cedex, France.

** Laboratoire de Géologie, Université Paul-Sabatier, 39, allées Jules-Guesde, 31077 Toulouse, Cedex, France.

Géobios, nº 11, fasc. 1	p. 67-81, 5 fig., 2 pl.	Lyon, février 1978

Dans le cadre d'une étude stratigraphique détaillée des formations jurassiques et éocrétacées des Pyrénées navarro-languedociennes et catalanes (B. Peybernes, 1976), l'un d'entre nous a identifié et décrit dans l'intervalle Berriasien-Albien une nouvelle espèce de Nautiloculine, Nautiloculina cretacea. Grâce à l'appoint de nombreux spécimens dégagés recueillis dans les couches marneuses intraurgoniennes du Vercors, il s'est avéré que certaines des figurations originales de *N. cretacea* correspondaient en fait à une espèce distincte, de plus petites dimensions, dont nous nous proposons de donner ci-après une description sous le nom de *Nautiloculina bronnimanni* n. sp., après avoir émendé l'espèce *cretacea*.

I. — DESCRIPTION PALEONTOLOGIQUE

Ordre Foraminifera

Famille ? LITUOLIDAE

de Blainville, 1825

Genre Nautiloculina

MOHLER, 1938, emend. Brönnimann, 1967

Nautiloculina cretacea Peybernes, 1976

1917 - Rotalidé, Blanchet, pl. 1, fig. 2.

- 1953 Nautiloculina n. sp., aff. oolithica MOHLER, Speck, pl. 9, fig. 6.
- 1959 Nautiloculina sp. aff. oolithica, Thieuloy, pl. 15, fig. 8.
- 1963 Nautiloculina aff. oolithica MOHLER, Billiard & Deloffre, pl. XVIII, fig. 7 et 8.
- 1969 Nautiloculina sp. 1, Conrad, p. 56, fig. 16e.
- 1974 Nautiloculina n. sp. CANEROT, p. 166, pl. XVI, fig. 12.
- 1976 Nautiloculina cretacea PEYBERNES, p. 398, pl. XL, fig. 15-16.
- 1976 Nautiloculina sp. MASSE, pl. 9, fig. 3.

DIAGNOSE :

1) Forme extérieure (pl. 1, fig. 1 à 4) :

Test globuleux planispiralé, involute, comprimé parallèlement au plan équatorial. L'épaisseur maximum du test est atteinte au niveau de l'axe d'enroulement (pl. 1, fig. 3). Le test microgranulaire, lisse en surface, agglutine très fréquemment des grains de quartz. Les lignes de suture des loges sont visibles mais n'apparaissent pas en relief à la surface du test (pl. 1, fig. 1-2). Exceptionnellement les lignes de suture des dernières loges de certains gros individus peuvent être déprimées (pl. 1, fig. 4). La face orale, très proéminente (pl. 1, fig. 2) porte, à la base de la dernière loge, une ouverture équatoriale en forme de croissant (pl. 1, fig. 4). Le dernier tour de spire est constitué de 15 à 19 loges. Dans cette espèce le diamètre varie entre 500 et 2 300 μ m pour une épaisseur comprise entre 450 et 1 200 μ m. L'holotype de N. cretacea figure par ses dimensions sur la texte-fig. 1.

2) En section (pl. 2, fig. 1 à 3) :

— L'examen de sections équatoriales montre que les formes les plus anciennes ne sont constituées que par 4 tours de spire (Berriasien des Pyrénées), tandis que les plus récentes (Bédoulien du Vercors) comportent 5 à 6 tours de spire, le dernier tour étant presque toujours incomplet.

Le proloculus globuleux, dont le diamètre interne est de l'ordre d'une centaine de microns (85 à 110 μ m), communique directement par un large pore avec la première loge (communication de type orthostyle) (pl. 2, fig. 1).

Dans le plan équatorial, les sections des loges évoluent : aussi hautes que larges dès le premier tour, elles prennent ensuite une forme trapézoïdale puis rhomboïdale dans les derniers tours. Ces loges ont des parois épaisses (33 μ m) et sont limitées par des septes très épais, bilamellaires ainsi que les a décrits P. Brönnimann, renflés en massue à leur extrémité et dirigés vers l'avant (pl. 2, fig. 1).

- En section axiale, l'épaississement maximum du test au niveau de l'axe d'enroulement s'observe très nettement (pl. 2, fig. 2). Le bord périphérique est subaigu. La lumière des loges, très réduite, n'est vraiment visible que dans le plan équatorial. En effet l'épaisseur du septe restant constante, la lumière des loges est rapidement réduite à très peu



Fig. 1 – Diagramme de corrélation des épaisseurs et des diamètres des espèces *Nautiloculina cretacea* PEYBERNES et *Nautiloculina bronnimanni* n. sp.. Les échantillons mesurés viennent soit de la couche marneuse intra-urgonienne de la Grande Combe (Vercors) soit de diverses localités et niveaux stratigraphiques des Pyrénées.

Pour chaque espèce la corrélation est bonne (nuage de points resseré) et chaque espèce est caractérisée par son propre nuage bien individualisé.

Correlation diagram of thicknesses and diameters of the species *Nautiloculina cretacea* PEYBERNES and *Nautiloculina bronnimanni* n. sp. The measured specimens are coming from the intra-urgonian marly bed of La Grande Combe (Vercors) or from varied localities and stratigraphic levels of Pyrenees.

For each species, the correlation is good (confined cloud of points) and each species is characterized by its particular well-individualized cloud.

de chose au niveau de l'axe d'enroulement (pl. 1, fig. 5). En raison de l'épaisseur de la lame mince, cette lumière ne se voit plus en dehors du plan équatorial, car elle est toujours oblitérée par une portion du septe (aspect d'un faux épaississement des septes pl. 2, fig. 2). Seule une section subaxiale permet de recouper obliquement ces lumières de loge et de juger de leur rétrécissement rapide (pl. 2, fig. 3 et fig. 2A). L'ouverture équatoriale basale est souvent visible, sous la forme d'une échancrure, à la base des septes (pl. 2, fig. 2 et fig. 2A). C'est la forme de cette échancrure qui permet d'établir une distinction entre les sections axiales de Nautiloculina et celles de Charentia.

Nautiloculina bronnimanni n. sp.

- 1953 Nautiloculina cf. oolithica MOHLER, Speck. pl. 9, fig. 5 et 7.
- 1961 Nautiloculina sp., Cuvillier, pl. XXII, fig. 1.
- 1967 Nautiloculina oolithica MOHLER, Neumann, pl. 13, fig. 5.
- 1969 Nautiloculina sp. 1, Conrad, pl. IV, fig. 3.
- 1973 Nautiloculina n. sp. MOULLADE & PEYBER-NES, p. 178, pl. 3, fig. 3-4.
- 1976 Nautiloculina cretacea PEYBERNES, p. 398, pl. XL, fig. 17 à 22, non fig. 15-16.

Derivatio nominis :

Espèce dédiée au Professeur P. Brönnimann, de l'Université de Genève, qui, auteur de l'émendation du genre *Nautiloculina* et de la révision des espèces jurassiques, a pressenti l'existence des espèces crétacées.

Holotypus :

Section équatoriale d'une forme microsphérique (pl. 2, fig. 4) déposée à l'Institut Dolomieu, Université Scientifique et Médicale de Grenoble, ID 20.060.

LOCUS TYPICUS :

Carrière de la Grande Combe (feuille Vif 1/50 000, x = 841,750; y = 317,750) le long de la nouvelle route du Fâ au Col du Mont Noir. Forêt des Coulmes (Vercors), Département de l'Isère. Ce gisement est le même que celui déjà décrit pour *Paleodictyoconus actinostoma* (A. Arnaud-Vanneau et R. Schroeder, 1976). Il s'agit d'une couche marneuse intra-urgonienne.

STRATUM TYPICUM :

Aptien inférieur (Bédoulien).

Matériel étudié :

Sept sections orientées en lame mince et 40 échantillons dégagés issus de la localité type ; 20 sections orientées issues d'autres localités du Vercors et 27 sections en lame mince provenant des Pyrénées.

DIAGNOSE :

1) Forme extérieure (pl. 1, fig. 6 à 8) :

Test globuleux lobé, planispiralé, involute, dont le dernier tour a parfois tendance à se dérouler. Ce test est comprimé parallèlement au plan équatorial et déprimé au niveau de l'axe d'enroulement (pl. 1, fig. 6 et 8). Lisse en surface, il est microgranulaire et agglutine très rarement des grains de quartz. Le contour du test est lobé parce que les lignes de suture sont déprimées (pl. 1, fig. 6 et 7). La face orale non proéminente (pl. 1, fig. 2) porte une ouverture basale équatoriale en forme de croissant identique à celle de N. cretacea. Le dernier tour de spire comporte 11 à 16 loges.

N. bronnimanni n. sp. est plus petite que N. cretacea avec souvent des rapports dimensionnels du simple au double. En éliminant les spécimens particuliers qui montrent une tendance au déroulement, le diamètre des individus varie entre 450 et 1 250 μ m pour une épaisseur comprise entre 250 et 500 μ m (fig. 1).

Mensurations de quelques échantillons :

	Diamètre équatorial	Epaisseur	
Holotype (forme microsphérique)	1 250 μm	460 μm	
Forme macrosphérique	550 μm	312,5 µm	
Forme déroulée	1950 μm	700 μm	

2) En section:

-- En section équatoriale on observe que le test est constitué par 3 à 4 tours de spire pour les formes les plus anciennes (pl. 2, fig. 10 et 11) et par 5 à 6 tours de spire pour les formes les plus récentes (pl. 2, fig. 4, 5, 6).

Dans cette espèce, un dimorphisme a pu être mis en évidence ; il se traduit tout d'abord par la taille du proloculus qui est de l'ordre de 50 μ m pour les formes microsphériques (pl. 2, fig. 4-5) et de 70 μ m pour les formes macrosphériques (pl. 2, fig. 6), enfin par la dimension des loges qui sont bien plus grandes chez les formes macrosphériques que chez les formes microsphériques. Ainsi, pour un même diamètre, il est possible d'arriver à un total de 49 loges pour une forme microsphérique, alors qu'il y en a seulement 36 pour une forme macrosphérique. Le proloculus globuleux communique par un gros pore avec la première loge (communication orthostyle, pl. 2, fig. 4 et 5).

Dans le plan équatorial, il est suivi de loges globuleuses dans les premiers tours, qui deviennent quadrangulaires dans les tours suivants, pour finir par prendre une forme en « champignon » dans les derniers tours (pl. 2, fig. 4). Ces loges ont des parois plus minces (20 μ m) que dans l'espèce N. cretacea et sont limitées par des septes bilamellaires, renflées en massue et dirigées vers l'avant. Dans les derniers tours, l'extrémité distale de ces septes a tendance à se retourner vers l'arrière (pl. 2, fig. 4).



Fig. 2 – Sections subaxiales de : A, *Nautiloculina cretacea* PEYBERNES (échantillon Bédoulien du Vercors, figuré pl. 2, fig. 2) et B, *Nautiloculina bronnimanni* n. sp. (échantillon Barrémien supérieur venant de la Routaguede Bellemotte - Sud Vercors). α , détail de l'échantillon de *N. bronnimanni* montrant l'échancrure des septes due au passage de l'ouverture. β , détail de l'échantillon de *N. cretacea* montrant la trace de la lumière des loges. x 50.

Subaxial sections of : A, Nautiloculina cretacea PEYBERNES (specimen Bedoulian from Vercors, represented pl. 2, fig. 2) and B, Nautiloculina bronnimanni n. sp. (specimen upper Barremian coming from Bellemotte - South Vercors) – α , détail of the specimen of N. bronnimanni showing the opening of septa that corresponds to the aperture-passage. β , detail of the specimen of N. cretacea showing the trace of the lumina of chambers. x 50. — En section axiale, la dépression au niveau de l'axe d'enroulement n'est visible que pour des sections vraiment axiales (pl. 2, fig. 7). Dès que les sections deviennent subaxiales, cette dépression est invisible (pl. 2, fig. 8, 9, 10). Le bord périphérique est subaigu. Pour les mêmes raisons que pour l'espèce N. cretacea, la lumière des loges n'est visible que dans le plan équatorial et disparaît en direction de l'axe d'enroulement de telle sorte qu'il n'est pas possible de la voir en section subaxiale (texte-fig. $2 B \alpha$).

II. — RAPPORTS ET DIFFERENCES : COMPARAISONS ENTRE LES DIVERS REPRESENTANTS JURASSIQUES ET EOCRETACES DU GENRE *NAUTILOCULINA*

Nautiloculina bronnimanni n. sp. se différencie aisément, par sa taille, de N. cretacea qui est à ce jour la plus grosse Nautiloculine jamais décrite. Elle s'en sépare également par le caractère déprimé des lignes de suture, la dépression existant au niveau de l'axe d'enroulement et, en section équa-

Caractères	Espèces	Nautiloculina circularis (SAID & BARAKAT) 1959	Nautiloculina oolithica MOHLER 1938	Nautiloculina cretacea PEYBERNES 1976	Nautiloculina brönnimanni n. sp.
Diamètre équatorial	max.	بىر 880	640 JU	2300 JJ	ىر 1950
Epaisseur	max.	یر 320 بر 320	<u>کو 200 لی</u> 380 لی	1225 Ju	700 Ju
	min.	سر 200	ىر 110	ىر 400	ىر 250
Nombre de fo	ormes primitives	3 à 5	3 à 4	4 5 à 6	3 à 4 5 à 6
Nombre dans le (formes	de loges dernier tour s évoluées)	14 à 20	10 à 14	15 à 19	11 à 16
Taille du	ı proloculus	26 a 40 ju	16 a 40 µ	80 a 125 µ	50 à 70 ju
Bord pé	ériphérique	aigü	arrondi	subaigü	subaigü
Répartition s	stratigraphique	Dogger - Malm inférieur ?	Malm	Berriasien à Bedoulien	Berriasien à Albien supérieur

Fig. 3 – Tableau de comparaison des principaux caractères des Nautiloculines jurassiques et éocrétacées. Comparison board of the principal characters of the jurassic and eocretaceous Nautiloculines. toriale, par l'épaisseur du test, la forme des loges et la taille du proloculus. Le test de ces deux Nautiloculines crétacées est parfois arénacé (notamment celui de N. cretacea) ce qui n'arrive jamais. ainsi que l'avait noté P. Brönnimann, pour les formes jurassiques Nautiloculina circularis (SAID \mathcal{E} BARAKAT, 1959) et Nautiloculina oolithica MOHLER 1938. N. bronnimanni. N. oolithica et N. circularis se distinguent uniquement par des caractères structuraux internes. Les dimensions extérieures ne sont pas significatives bien que la première de ces espèces soit un peu plus grande que les deux dernières. En section axiale, N. oolithica s'individualise par son bord périphérique nettement arrondi (cf. figurations originales de W. Mohler, 1938 et celle de P. Brönnimann, 1967a).

Entre N. circularis et N. bronnimanni, la distinction n'est pas aussi facile. Cependant un certain nombre de traits structuraux sont spécifiques de la forme jurassique :

- bord périphérique généralement assez aigu ;
- septes des loges très faiblement épaissies à leur extrémité ;
- -- dans le plan équatorial, les dernières loges sont généralement plus hautes que larges chez N. circularis alors que c'est l'inverse chez N. bronnimanni n. sp.

Le tableau de la texte-fig. 3 rassemble les principaux caractères de ces espèces.

III. — REPARTITION STRATIGRAPHIQUE ET GEOGRAPHIQUE DES NAUTILOCULINES EOCRETACEES

Il est à peu près établi que N. cretacea et N. bronnimanni apparaissent ensemble au Berriasien (supérieur?) en relais de N. oolithica qui s'éteint au passage Jurassique-Crétacé. C'est ainsi que, dans les Pyrénées catalanes (Massif de Montgri), s'observent quelques spécimens de ces deux espèces dans les « Calcaires à Trocholines et Dasycladacées » de l'épisode N₁c (B. Peybernès, 1976) correspondant à la biozone à Pseudotextulariella courtionensis-Keramosphaera allobrogensis (Berriasien supérieur mais non terminal) (texte-fig. 4).

Les deux espèces coexistent ensuite, dans les Pyrénées, pendant le Valanginien, l'Hauterivien (où toutefois N. cretacea est prépondérante quant au nombre des individus) et le Barrémien. Cette coexistence s'observe également dans le Bédoulien inférieur du Vercors en raison de faciès particulièrement favorables.

C'est au milieu du Bédoulien ou à la limite Bédoulien-Gargasien que N. cretacea disparaît. N. bronnimanni persiste alors seule dans le Gargasien, le Clansayésien et l'Albien pro parte. Elle ne s'observe plus au-delà de la limite Albien supérieur sensu stricto-Vraconien et ne passe pas dans le Cénomanien.

En dehors des Pyrénées et du Vercors, le couple N. cretacea-N. bronnimanni a été reconnu dans plusieurs des « provinces urgoniennes » péri-mésogéennes d'Europe méridionale (texte-fig. 5) : — dans les chaînes subalpines et le Jura méridional, M.-A. Conrad a individualisé et figuré dès 1969 une *Nautiloculina* sp. 1 (qui correspond aux deux espèces cretacea et bronnimanni), spécifique des calcaires urgoniens de la région de Genève et limitée à l'intervalle Barrémien-Bédoulien;

— en Provence, J.-P. Masse (1976) indique la présence de deux espèces distinctes de Nautiloculines dans l'intervalle Berriasien-Bédoulien et figure une grande forme du Barrémo-Bédoulien que nous rapportons à N. cretacea (pl. 9, fig. 3);

— dans les chaînons sud-cévenols du Haut-Languedoc, les deux espèces sont bien représentées au sein des « calcaires miroitants » valanginiens et des « calcaires jaunes à Bryozoaires » hauteriviens (Peybernès, travaux en cours);

— dans les Chaînes Cantabriques, *N. bronnimanni* subsiste jusque dans l'Albien où l'un de nous (B. P.) l'a identifié au sein des calcaires à Simplorbitolines de la région de Santander;

— dans les Chaînes Ibérique et Catalane, P. Viallard (1973) cite des Nautiloculines nouvelles dans le Bédoulien-Gargasien; J. Canerot (1974) illustre une Nautiloculina n. sp. (= N. cretacea) provenant du Barrémien du Maestrazgo (pl. XVI, fig. 12) et vient d'identifier N. bronnimanni dans l'Albien supérieur de cette même région (communication orale);



Fig. 4 – Schéma de répartition stratigraphique et paléoécologique de *Nautiloculina cretacea* et *Nautiloculina bronnimanni*. Dans les Pyrénées franco-espagnoles, la disparition des espèces entre le Berriasien et le Valanginien puis entre le Barrémien supérieur et le Gargasien inférieur est due à une modification des milieux de vie qui a entraîné leur exclusion des biotopes (faciès de salinité anormale ou faciès circalittoraux). Il en est de même dans le Vercors avant le Barrémien inférieur et après le Bédoulien supérieur.

Diagram showing the stratigraphical and palaeoecologic distribution of *Nautiloculina cretacea* and *Nautiloculina bronnimanni*. In the French and Spanish Pyrenees, the disappearing of the species between Berriasian and Valanginian, then between upper Barremian and lower Gargasian corresponds to a modification of the life-environments which has produced their exclusion from the biotopes (abnormal salinity facies and circalittoral facies). It is similar in the Vercors before the lower Barremian and after the upper Bedoulian. — au Portugal, J. Rey (1972), J. Rey & M. Ramalho (1973) et P. Cugny (1975) signalent la présence de Nautiloculines dans le Barrémo-Bédoulien de l'Estramadura et de l'Algarve. L'examen de lames minces de l'Estramadura obligeamment communiquées par ces auteurs montre qu'il s'agit surtout de petits spécimens attribuables à N. bronnimanni.

Par contre aucune Nautiloculine n'a été citée — du moins à notre connaissance — dans les formations éocrétacées, également urgoniennes, de Bulgarie, de Hongrie et de Yougoslavie.

IV. – PALEOECOLOGIE DES NAUTILOCULINES EOCRETACEES

L'inventaire des conditions de gisement de N. cretacea et de N. bronnimanni n. sp. montre que les deux espèces sont spécifiquement infralittorales. Nous ne les avons jamais rencontrées ni dans les sédiments rapportés à l'étage circalittoral ni dans ceux de l'étage médiolittoral. Les deux espèces se limitent aux faciès de plate-forme et exigent une profondeur relativement faible, une bonne oxygénation et une salinité absolument normale. Cette dernière particularité les éloigne notamment d'autres Lituolidés plus ubiquistes qui, comme les Choffatelles, peuvent vivre indifféremment dans des eaux sursalées ou dessalées.

Les deux Nautiloculines crétacées s'accomodent d'un environnement trouble, pollué par les décharges de quartz terrigène dont elles utilisent les grains pour consolider leur test et qui favorise la prolifération de N. cretacea.

Comme pour les autres Lituolidés, on peut constater que la taille générale et le nombre de tours sont plus importants chez les individus recueillis dans les marnes (Vercors) que chez ceux identifiés, la lame mince, dans les calcaires (Pyrénées).

De plus, en considérant les gisements pyrénéens, on remarque une prédominance de N. cretacea dans les faciès de haute énergie et, à l'opposé, une prédominance de N. bronnimanni dans les faciès de basse énergie.

Manuscrit reçu le 18-07-77 Manuscrit définitif reçu le 11-01-78

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARNAUD-VANNEAU A. & SCHROEDER R. (1976). Paleodictyoconus actinostoma n. sp., Orbitolinidé nouveau des « Couches à Orbitolines » intraurgoniennes du Vercors (France). Géobios, Lyon, 9, 3, p. 279-289, 2 pl., 2 fig.
- BILLIARD J. & DELOFFRE R. (1963). Contribution à l'étude stratigraphique du Crétacé inférieur et de ses limites en Aquitaine sud-ouest. Mém. d'études n° CLX a/63, S.N.P.A. (inédit), 23 pl.
- BLANCHET F. (1916-17). Etude micrographique des calcaires urgoniens. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, II, 3°, p. 29-86, 2 pl.
- BRÖNNIMANN P. (1967a). Re-examination of the morphology of Nautiloculina oolithica MOHLER, 1938. C. R. Séances, S.P.H.N. Genève, 2, 1, p. 48-61, 3 pl., 2 fig.

- BRÖNNIMANN P. (1967b). Re-examination of the morphology of Nautiloculina circularis (SAID & BARAKAT, 1959), from the Upper Jurassic of Egypt and Israël. C. R. Séances, S.P.H.N. Genève, 2, 1, p. 62-73, 1 pl., 3 fig.
- CANEROT J. (1974). Recherches géologiques aux confins des Chaînes Ibérique et Catalane (Espagne). Thèse Sciences Nat., Toulouse, 517 p., 38 pl., 10 tabl., 121 fig., 1 carte; Ed. ENAD-IMSA, Madrid.
- CHERCHI A. & SCHROEDER R. (1975). Eclusia decastroi n. sp. (Lituolidae, Foram.) del Barremiano della Sardegna nord-occidentale. Boll. Soc. Ital. Paleontologica, Bologne, 14, 1, p. 65-73, 3 pl., 2 fig.

- CONRAD M.-A. (1969). Les calcaires urgoniens dans la région entourant Genève. Thèse Sciences, Genève et Eclog. Geol. Helv., Bâle, 62, 1, p. 1-79, 7 pl., 25 fig.
- CUGNY P. (1975). Utilisation de méthodes quantitatives en paléoécologie; application à l'étude des microfaciès du Barrémien terminal et du Bédoulien de l'Estremadura (Portugal). *Thèse* 3^e cycle, Toulouse, 120 p., 3 pl., 25 fig. (inédit).
- CUVILLIER J. (1961). Stratigraphic correlations by microfacies in Western Aquitaine. Int. Sed. Petr. Series, Ed. E. J. Brill, Leiden, 100 pl.
- MASSE J.-P. (1976). Les calcaires urgoniens de Provence (Valanginien-Bédoulien). Stratigraphie, paléontologie et paléoenvironnements. *Thèse Sciences Nat.*, Aix-Marseille, 445 p., 60 pl., 11 tabl., 125 fig. (inédit).
- MOHLER W. (1938). Mikropaläontologische Untersuchungen in der nordschweizerischen Jura-formation. Abh. Schweiz. Pal. Ges., Berne, 60, p. 1-53, 4 pl.
- MOULLADE M. & PEYBERNÈS B. (1973). Etude microbiostratigraphique de l'Albien du Massif de Montgri (Prov. de Gerona, Espagne) et description de Hensonina nov. gen. (générotype Trocholina lenticularis HENSON, 1947). Archives Sciences Genève, 26, 2, p. 173-181, 3 pl., 2 fig.

- NEUMANN M. (1967). Manuel de micropaléontologie des Foraminifères. Gauthier-Villars éd., Paris, tome I, 297 p., 59 pl., 12 tabl., 182 fig.
- PEYBERNES B. (1976). Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées franco-espagnoles entre la Garonne et la Méditerranée. Thèse Sciences Nat., Imp. C.R.D.P., Toulouse, 459 p., 42 pl., 149 fig.
- REY J. (1972). Recherches géologiques sur le Crétacé inférieur de l'Estramadura (Portugal). Mém. Serv. Geol. Portugal, Lisbonne, n. s., 21, 477 p., 25 tabl., 22 pl., 162 fig.
- REY J. & RAMALHO M. (1973). Le Crétacé inférieur de l'Algarve occidental (Portugal). Comm. Serv. Geol. Portugal, Lisbonne, LVII, p. 155-181, 2 pl., 6 fig.
- SPECK J. (1953). Geröllestudien in der Subalpinen Molasse am Zugersee. Thèse, Zurich, Eberhard Kalt-Zehnder, Zug.
- THIEULOY J.-P. (1959). Etude micrographique des « calcaires à débris » barrémo-aptiens sur le pourtour méridional du Vercors. *Trav. Lab. Géol. Grenoble, 35, p. 39-99, pl. I-XXV.*
- VIALLARD P. (1973). Recherches sur le cycle alpin dans la Chaîne ibérique sud-occidentale. *Thèse Sciences Nat.*, Toulouse, 445 p., 29 pl., 108 fig., 1 carte (inédit).



- ▲ Nautiloculina cretacea PEYBERNES.
- Nautiloculina brönnimanni n. sp.
- Nautiloculina sp. (non révisée) citée dans le Crétacé inf.

Fig. 5 – Carte des gisements de Nautiloculines éocrétacées actuellement recensés en Europe.

Chaînes subalpines (A. Arnaud-Vanneau ; J.P. Thieuloy) ; 2 : Région de Genève (M.A. Conrad) ; 3 : Provence (J.P. Masse) ;
 Haut Languedoc (B. Peybernès) ; 5 : Pyrénées catalanes (M. Moullade et B. Peybernès) ; 6 : Pyrénées navarro-languedociennes (B. Peybernès) ; 7 : Aquitaine et Pyrénées basco-béarnaises (J. Cuvillier ; S. N. P. A. – inédit ; B. Peybernès) ; 8 : Chaînons cantabriques (B. Peybernès) ; 9 : Chaîne Ibérique SE et chaîne Catalane (J. Canérot) ; 10 : Chaîne Ibérique NW (P. Viallard) ; 11 et 12 : Portugal (11 : Estremadura, J. Rey ; P. Cugny - 12 : Algarve, J. Rey et M. Ramalho) ; 13 : Sardaigne nord-occidentale (A. Cherchi & R. Schroeder). Map of the european localities where eocretaceous Nautiloculines have been found at the present time.

1 : Subalpine Chains (A. Arnaud-Vanneau ; J.P. Thieuloy) ; 2 : Geneve distict (M.A. Conrad) ; 3 : Provence (J.P. Masse) ; 4 : Northern Languedoc (B. Peybernès) ; 5 : Catalonian Pyrenees (M. Moullade and B. Peybernès) ; 6 : Navarro-Languedocian Pyrenees (B. Peybernès) ; 7 : Aquitaine and Basco-Bearnais Pyrenees (J. Cuvillier ; SNPA-unpublished ; B. Peybernès) ; 8 : Cantabric Chains (B. Peybernès) ; 9 : Iberian Chain S.E. and Catalonian Chain (J. Canerot) ; 10 : Iberian Chain N.W. (P. Viallard) ; 11 and 12 : Portugal (11 : Estremadura, J. Rey ; P. Cugny – 12 : Algarve, J. Rey and M. Ramalho) ; 13 : Sardinia N.W. (A. Cherchi and R. Schroeder).

PLANCHE 1

Nautiloculina cretacea PEYBERNES, Fig. 1 à 5, x 50. Echantillons provenant de la couche marneuse intra-urgonienne de la Grande Combe (Vercors). Niveau stratigraphique : Bédoulien.

Fig. 1 - Vue latérale d'un spécimen dont la face orale est en partie cassée. La trace des lignes de suture se devine. ID 20.068.

Fig. 2 - Vue latérale d'un spécimen bien conservé montrant une face orale intacte et proéminente. ID 20.069.

Fig. 3 – Vue de profil d'un spécimen montrant un bourrelet bien développé au niveau de l'axe d'enroulement. Dans la partie inférieure de l'échantillon, l'usure du test fait apparaître la lumière de quatre loges. ID 20.070.

Fig. 4 – Vue de profil d'un spécimen chez lequel les lignes de suture des dernières loges sont déprimées (moitié supérieure de l'échantillon). La face orale, bien conservée, est percée d'une ouverture dans le plan équatorial. ID. 20.071.

Fig. 5 – Vue partielle de profil d'un spécimen usé. L'usure superficielle du test a mis en relief les septes. La lumière des loges apparaît en creux et elle est soulignée par des pointillés. Cette vue permet d'apprécier la disparition rapide de la lumière des loges en direction de l'axe d'enroulement alors que l'épaisseur du septe reste constante.

Nautiloculina bronnimanni n. sp., Fig. 6 à 8, x 50. Echantillons provenant de la couche marneuse intra-urgonienne de la Grande Combe (Vercors). Niveau stratigraphique : Bédoulien.

Fig. 6 – Vue latérale d'un spécimen macrosphérique. La forme lobée est due à la dépression des lignes de suture. Au niveau de l'axe d'enroulement, la dépression du test est bien visible. La face orale, qui n'est pas proéminente dans cette espèce, reste invisible. ID 20.061.

Fig. 7 – Vue de profil d'un spécimen macrosphérique montrant la face orale où l'ouverture n'est pas dégagée, les lignes de suture déprimées et la dépression existant au niveau de l'axe d'enroulement. ID 20.062.

Fig. 8 – Vue latérale d'un spécimen microsphérique montrant une face orale où l'ouverture équatoriale n'est pas entièrement dégagée. ID 20.063.

Toutes les photos ont été prises au Microscope électronique à balayage.

Nautiloculina cretacea PEYBERNES, Fig. 1 to 5, x 50. Specimens coming from the intra-urgonian marly bed of La Grande Combe (Vercors). Stratigraphic level : Bedoulian.

Fig. 1 - Lateral view of a specimen whose oral face is partly broken. The trace of the suture lines is obvious. ID 20.068.

Fig. 2 - Lateral view of a well-preserved specimen showing an undamaged and prominent oral face. ID 20.069.

Fig. 3 - Profile view of a specimen showing a well-developped thickness at the level of the enrollment axis. In the lower part of this sample, the erosion of the test reveals the lumina of four chambers. ID 20.070.

Fig. 4 – Profile view of a specimen whose suture lines of the younger chambers are depressed (upper half of the sample). The well-preserved oral face is perforated by an aperture in the equatorial plane. ID 20.071.

Fig. 5 – Partly in profile view of an eroded specimen. The superficial erosion of the test has thrown the septa in relief. The lumina of the chambers appears in hollow and is underlined by a stippled line. This view allows to estimate the rapid disappearing of the lumina of chambers in direction of the enrollment axis when the thickness of septa remains constant.

Nautiloculina bronnimanni n. sp., Fig. 6 to 8, x 50. Specimens coming from the intra-urgonian marly bed of La Grande Combe (Vercors). Stratigraphic level : Bedoulian.

Fig. 6 -- Lateral view of a macrospheric specimen. The lobed shape results from the hollow of the suture-lines. At the level of the enrollment axis, the hollow of the test is conspicuous. The oral face, that is not prominent in this species, remains invisible. ID 20.061.

Fig. 7 - Profile view of a macrospheric specimen showing the oral face where the aperture is not completely cleared. ID 20.062.

Fig. 8 – Lateral view of a microspheric specimen showing the oral face where the equatorial aperture is not completly cleared. ID 20.063.



PLANCHE 2 ·

Nautiloculina cretacea PEYBERNES, Fig. 1 à 3, x 50.

Echantillons provenant d'une couche marneuse intra-urgonienne du Vercors. Fig. 1 et 2 venant de Malleval M 243, fig. 3 venant des Grands Goulets M 94. Niveau stratigraphique : Bédoulien.

Fig. 1 – Section équatoriale montrant le passage du proloculus à la pemière loge, la forme et la disposition des septes ainsi que la forme des loges ; ID 20.072.

Fig. 2 – Section presque axiale montrant la lumière des loges bien visible dans le plan équatorial et disparais-sant en direction de l'axe d'enroulement. (Aspect de faux épaississement du septe - cf. explication dans la diagnose, paragraphe section axiale -). L'ouverture, sous la forme d'une échancrure du septe, est visible dans le plan équatorial. ID 20.073. Fig. 3 – Section subaxiale recoupant obliquement les lumières des loges (cf. fig. 2 A). ID 20.074.

Nautiloculina bronnimanni n. sp., Fig. 4 à 11, x 50.

Fig. 4 – Holotype. Section équatoriale d'un spécimen microsphérique provenant de la couche marneuse intra-urgonienne de la Grande Combe (Vercors). Niveau stratigraphique : Bédoulien. Sur cette section, le passage entre le proloculus et la première loge est bien visible ainsi que la forme des loges et celle des septes dont l'extrémité se retourne vers l'arrière dans le dernier tour. ID 20.060.

Fig. 5 - Section équatoriale d'un spécimen microsphérique provenant de la couche marneuse intra-urgonienne

Fig. 5 – Section équatoriale d'un spécimen microsphérique provenant de la couche marneuse intra-urgonienne de la Grande Combe (Vercors). Niveau stratigraphique : Bédoulien. Sur cette section, la communication proloculus - première loge ainsi que la forme des loges sont bien visibles. ID 20.064.
Fig. 6 – Section équatoriale d'un spécimen macrosphérique, venant de la couche marneuse intra-urgonienne de la Grande Combe (Vercors). Niveau stratigraphique : Bédoulien. Sa taille, très proche de celle de l'échantillon microphérique de la fig. 5, permet de mieux apprécier les différences entre les deux formes. ID 20.065.
Fig. 7 – Section axiale d'un spécimen de la couche marneuse intra-urgonienne de la Grande Combe (Vercors). Niveau stratigraphique : Bédoulien. Sur cette section, la dépression existant au niveau de l'axe d'enroulement apparaît nettement. Comme dans l'espèce N. cretacea, on retrouve l'aspect de faux épaissisement de la septe. L'ouverture sous forme d'échancrure du septe, est visible. ID 20.066.
Fig. 8 – Section subaxiale d'un spécimen de la couche marneuse intra-urgonienne de la Grande Combe (Vercors). Niveau stratigraphique : Bédoulien. Dans ce type de section la dépression existant au niveau de l'axe d'enroule-cors).

cors). Niveau stratigraphique : Bédoulien. Dans ce type de section, la dépression existant au niveau de l'axe d'enroule-ment n'est plus visible. ID 20.067.

Fig. 9 - Section subaxiale d'un spécimen des Pyrénées. Massif de Montgri. Tor. A3. Niveau stratigraphique : Albien.

Fig. 10 – Section subaxiale d'un spécimen des Pyrénées, Vallée du Sègre. Seg III. Niveau stratigraphique : Valanginien-Hauterivien.

Fig. 11 – Section subéquatoriale d'un spécimen des Pyrénées. Vallée du Sègre. Seg. III. Niveau stratigraphique : Valanginien-Hauterivien.

Nauticulina cretacea PEYBERNES, Fig. 1 to 3, x 50.

Specimens coming from the intra-urgonian marly bed of Vercors. Fig. 1 and 2 coming from Malleval M 243, fig. 3 coming from Les Grands Goulets M 94.

Stratigraphic level : Bedoulian.

Fig. 1 – Equatorial section showing the passage from the proloculus to the first spiral chamber, the shape and the arrangement of septa and the shape of chambers. ID 20.072.

Fig. 2 – Almost axial section showing the lumina of chambers which is conspicuous in the equatorial plane and disappears in direction of the enrollment axis. (Aspect of false thickness of the septum, see explanation in the diagnosis, axial section paragraph). The aperture, in the shape of an opening in the septum, is visible in the equatorial plane. Fig. 3 – Subaxial section showing obliquely the lumina of chambers (see fig. 2 - A). ID 20.074.

Nautiloculina bronnimanni n. sp., Fig. 4 to 11, x 50. Fig. 4 – Holotype. Equatorial section of a microspheric specimen coming from the intra-urgonian marly bed of la Grande Combe (Vercors). Stratigraphic level : Bedoulian. On this section, the passage between the proloculus and the first chamber is conspicuous as also the shape of chambers and shape of septa whose extremity is turning back in the last whorl. ID 20.060.

Fig. 5 – Equatorial section of a microspheric specimen coming from the intra-urgonian marly bed of la Grande Combe (Vercors). Stratigraphic level : Bedoulian. On this section, the passage proloculus-first chamber (as also the shape of chambers) is conspicuous. ID 20.064.

Fig. 6 – Equatorial section of a macrospheric specimen coming from the intra-urgonian marly bed of la Grande

Combe (Vercors). Stratigraphic level : Bedoulian. Their dimensions, very comparable with the dimensions of the microspheric sample of the fig. 5, allow to estimate better the difference between the two forms. Fig. 7 – Axial section of a specimen coming from the intra-urgonian marly bed of la Grande Combe (Vercors). Stratigraphic level : Bedoulian. On this section, the hollow that exists at the level of the enrollment axis appears distinctly. Like in the species N. cretacea, we find the aspect of false thickness of the septum. The aperture, in the shape of an energies in the contain is visible. ID 20.066 of an opening in the septum, is visible. ID 20.066.

Fig. 8 – Subaxial section of a specimen coming from the intra-urgonian marly bed of la Grande Combe Stratigraphic level : Bedoulian.

Fig. 9 – Subaxial section of a specimen coming from Pyrenees. Montgri Massif. Tor. A 3. Stratigraphic level : Albian

Fig. 10 – Subaxial section of a specimen coming from Pyrenees, Segre Valley. Seg. III. Stratigraphic level : Valanginian-Hauterivian.

Fig. 11 - Subequatorial section of a specimen coming from Pyrenees. Segre Valley. Seg III. Stratigraphic level : Valanginian-Hauterivian.

