

# Les protoglobigérines (Foraminifères) du Bajocien inférieur des sofs (Rif, Maroc)

Autor(en): **Wernli, Roland**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **80 (1987)**

Heft 3

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-166027>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Les protoglobigérines (Foraminifères) du Bajocien inférieur des sofs (Rif, Maroc)

Par ROLAND WERNLI

## RÉSUMÉ

Les protoglobigérines en sections dans un ammonitico-rosso du Bajocien inférieur du Rif ont une paroi recristallisée mais exhibent clairement une construction du test lamellaire sensu LOEBLICH & TAPPAN (1964, = concurrently building test, BLOW 1979). Elles recristallisent de même façon que d'autres microfossiles originellement aragonitiques (Epistomines, Involutines, microgastéropodes) et l'on ne peut exclure que leur paroi ait été également aragonitique à l'origine. En tous cas cette paroi est différente que celle des Globigerinacea crétacées et tertiaires. En outre les espèces du Bajocien inférieur sont plus grosses que celles de l'Oxfordien et possèdent une paroi plus épaisse.

## ABSTRACT

Abundant Protoglobigerinids in thin sections of a Lower Bajocian ammonitico-rosso of Morocco have a diagenetically altered wall but clearly show a lamellar test sensu LOEBLICH & TAPPAN (1964, = concurrently building test, BLOW 1979). Diagenetically textures are similar to those of other microfossils known as being aragonitic (Epistominids, Involutinids, microgastropods) and thus we cannot exclude that the Protoglobigerinids were aragonitic. In any cases their wall is different from that of Upper Cretaceous and Cenozoic Globigerinacea. Furthermore, the Lower Bajocian Protoglobigerinids are bigger than Oxfordian ones and have a thicker wall.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die zahlreichen Protoglobigerinen in Dünnschliffen aus dem Ammonitico-Rosso des unteren Bajocian Marokkos haben eine diagenetisch umgewandelte Wand, zeigen aber deutlich einen lamellären Gehäuseaufbau sensu LOEBLICH & TAPPAN (1964, = concurrently building test, BLOW 1979). Die diagenetischen Charakteristika sind die gleichen wie bei ursprünglich aragonitischen Mikrofossilien (Epistominen, Involutinen, Mikrogastropoden) und es ist folglich nicht auszuschliessen, dass die Wand ebenfalls aragonitisch war. Jedenfalls unterscheidet sich ihre Wand von derjenigen der Oberkreide und Tertiär Globigerinacea. Zudem sind die Protoglobigerinen des unteren Bajocian grösser als die aus dem Oxfordian und haben eine dickere Wand.

## 1. Introduction

Jusqu'à ce jour les découvertes de protoglobigérines dégagées dans le Jurassique sont encore trop sporadiques et le matériel insuffisant pour établir une taxonomie satisfaisante (et à fortiori une systématique ou une phylogénèse). Par contre les protoglobigérines en section dans des calcaires sont beaucoup plus abondantes et signalées depuis longtemps mais paradoxalement très peu décrites. Cela tient à la construction très simple de ces

---

<sup>1)</sup> Département de Géologie et Paléontologie, Université de Genève, 13, rue des Maraichers, CH-1211 Genève 4.

coquilles qui ne présage pas une utilisation aisée en stratigraphie. Pourtant la multitude de sections qu'on peut reconstruire dans certains faciès à protoglobigérines devrait permettre une meilleure approche de la morphologie et de la structure des tests de ces espèces considérées par beaucoup comme les premiers foraminifères planctoniques (ce qui reste à prouver).

Leur étude est donc fondamentale pour la phylogénèse des Globigerinacea mais également pour le marquage des milieux pélagiques ou de mer ouverte dans les séquences sédimentaires. Un autre problème de fond est celui, non résolu, de la reconnaissance d'un mode de vie d'après la morphologie des tests, soit des relations forme-fonction (ou morphologie fonctionnelle). Elle nous paraît la seule approche rationnelle de la question «planctonique ou benthique?», les autres types d'arguments basés sur le faciès, les microfaunes et microflore associées impliquant des raisonnements «circulaires» ou redondants basés sur une logique douteuse: «Les protoglobigérines sont pélagiques (sous-entendu planctoniques) car le faciès est pélagique» ... et inversement. (CUVILLIER 1969, p. 125, Discussion).

En résumé il reste à éclaircir les points suivants:

- relations avec les Globigérinacea crétacées et tertiaires.
- mode de vie planctonique ou benthique, océanique ou néritique.
- homogénéité ou non du groupe (polyphylétisme).
- établissement d'une taxonomie fiable, seule garante d'une biostratigraphie valable.
- estimation de la CCD au Jurassique.

Dans la présente étude, basée sur du matériel du Bajocien inférieur du Rif, nous démontrons que certaines protoglobigérines ont un test lamellaire (sensu LOEBLICH & TAPPAN 1964) au contraire des Globigerinacea tertiaires selon BLOW (1979), et qu'elles sont plus grosses que celles de l'Oxfordien.

En outre l'analyse de la conservation des parois des microfossiles associées permet de mieux cerner la composition originelle de celle des protoglobigérines qui sont *systématiquement* recristallisées dans les calcaires.

## 2. Bilan des connaissances sur les protoglobigérines

Dans ce texte, nous regrouperons sous le terme «protoglobigérines» tous les foraminifères globigériniformes à paroi carbonatée décrits ci-et-là sous les noms de *Conoglobigerina*, *Eoglobigerina*, *Globuligerina*, *Globigerina*-like, «Globigérines», etc. ... et autres nomina érigés par FUCHS en 1973.

Sur du matériel dégagé on a décrit des formes à:

- trochospire haute ou basse
- ouverture basse (*G. balakhmatovae*, *G. dagestanica*, ...)
- ouverture ample hémicirculaire (*G. bathoniana*)
- ouverture bulimine ou virguline (*G. oxfordiana*)
- test (non pas paroi) lamellaire (*G. bathoniana*)
- test non lamellaire (*G. balakhmatovae*<sup>1)</sup>, *G. avarica*<sup>1)</sup>, *G. oxfordiana*<sup>2)</sup>)
- paroi optiquement radiée.

<sup>1)</sup> In BRÖNNIMANN & WERNLI 1971; <sup>2)</sup> in WERNLI & KINDLER 1986.

Si la plupart des auteurs invoquent une paroi «calcaire» (ou plutôt carbonatée?) sans autre argument qu'une attaque acide d'autres fournissent des observations plus précises:

- Selon PREMOLI-SILVA (1966), *G. oxfordiana* de l'Oxfordien de Saratov (URSS) examinée en section orientée, possède une paroi calcitique, hyalino-radiale, finement et densément perforée et la construction du test est lamellaire. Elle généralise cette définition à toutes les Globigerinacea méso et cénozoïque.
- PAZDROWA (1969) a illustré clairement *G. bathoniana* avec un test lamellaire et une paroi calcaire hyalino-radiale.

Les «Globigérines» du Trias d'Autriche signalées par FUCHS (1967) et redécrites ensuite par lui comme *Praegubkinella turgescens* (FUCHS 1969), possèdent une plaque dentale interne subdivisant partiellement la loge un peu comme chez les Buliminidae. Le fait le plus important est que le test est non lamellaire avec une paroi imperforée, radiale-fibreuse et aragonitique.

BRÖNNIMANN & WERNLI (1971) ont décrit un test non lamellaire pour *G. avarica*, *G. balakhmatovae* et *G. sp.* A du Bajocien supérieur du Jura méridional. Il est identique à celui des «Discorbis» (*D. paraspis* et *D. scutuliformis*) des mêmes faunes dégagées.

Un test non lamellaire est également pressenti pour les *G. oxfordiana* du Callovo-Oxfordien des Préalpes internes (WERNLI & KINDLER 1986). Les coquilles sont de petite taille (120–150  $\mu$ ) et à paroi mince.

GIOVAGNOLI & SCHIAVINOTTO (1986) ont montré statistiquement que les protoglobigérines en section du Bajocien inférieur de l'Apennin sont plus grosses que celles du Kimmeridgien et à paroi plus épaisse.

### 3. Les facies à protoglobigérines du Bajocien inférieur des sofs rifains

Dans la géologie rifaine on appelle «sofs» des massifs calcaires de taille kilométrique et abruptes qui émergent de la topographie plutôt douce des facies marno-pélicitiques environnants. Ils restent les seuls témoins (nappés, écaillés ou en olistolites) de la marge africaine de la Téthys occidentale au Jurassique et sont alignés en guirlande dans le Prérif interne et plus au Nord jusqu'au front sud de l'unité de Ketama. Les échantillons ont été récoltés par M. K. BULUNDWE (1987) qui a établi la stratigraphie détaillée des sofs du Prérif interne et dont nous empruntons ici les traits principaux. Très schématiquement la plateforme carbonatée peu profonde s'installe au Sinémurien moyen – supérieur et s'effondre ensuite par saccade avec des dépôts variés calcaires de bassin ouvert (calcaires à éponges, alternances marno-calcaires, calcaires à filaments, ammonitico-rosso, etc.) jusqu'au Bajocien supérieur. Dans tous les sofs les protoglobigérines sont très rares et les associations riches et remarquables n'ont été rencontrées que dans la coupe de Mjara ( $\times 514,3$  y 443,35) à 40 km au SE d'Ouezzane dans le Prérif interne (fig. 1). L'échantillon analysé (BM 781, BULUNDWE, 1987, fig. 70). provient de la Formation ammonitico-rosso III datée de la zone à Sauzei (Bajocien inférieur) par les ammonites suivantes déterminées par Charles Mangold (Nancy): *Skirroceras* sp., *Skirroceras* cf. *macrum* (QUENST.), *Emileia* cf. *bullifera* (BUCKM.).

A la base de la coupe, limitée par une faille, on trouve des bancs décimétriques de calcaires rouges et compacts pétris de filaments surmontés par un gros banc massif de 4 m, micritique noir à la patine et rouge sur le frais (BM 781). Le microfacies est une

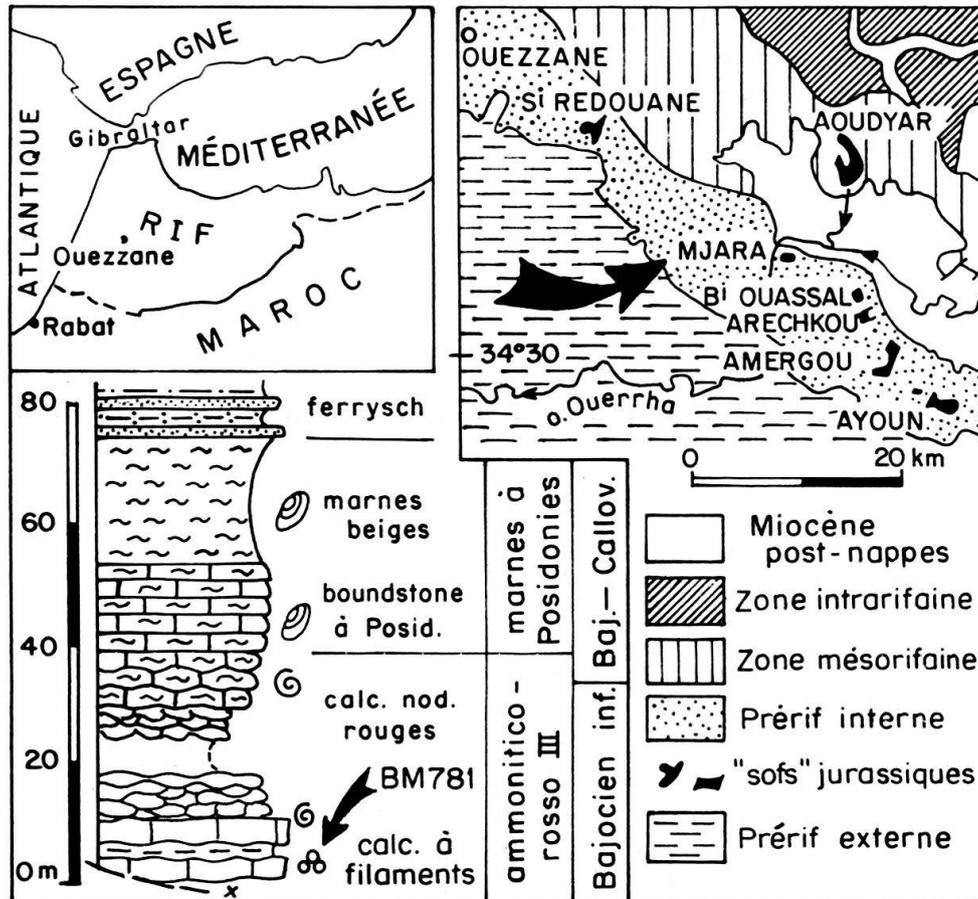


Fig. 1. Situation géologique et log stratigraphique schématique du sof de Mjara.

biomicrite (mudstone, packstone) rosée, bioturbée et à fissures synsédimentaires. Il contient de nombreux débris d'échinodermes, de filaments, de *Globochaete* et divers foraminifères cités ci-après à côté d'une très grande abondance de protoglobigérines. On peut en compter jusqu'à 30 sections par cm<sup>2</sup> et sur 5 lames minces nous avons pu en examiner environ 500.

#### 4. Morphologie des sections de protoglobigérines

Le grand nombre de sections observées dans nos lames minces présentent un assemblage assez polymorphe, avec une majorité de formes de grande taille à paroi épaisse côtoyant quelques coquilles plus petites à paroi mince, représentant probablement plusieurs espèces.

Les grandes formes mesurent en moyenne 280 à 300  $\mu$  et peuvent atteindre 340  $\mu$  ce qui implique des tests encore plus grands puisque nous sommes en section. Elles ont une trochospire haute dans un rapport hauteur/largeur de 1,4, avec 4 loges par tours et au moins 4 tours de spire. Les dernières loges sont souvent irrégulières, non parfaitement sphériques cabossées. En section axiale le septum dessine parfois une inflexion ou une ondulation du côté ombilical (fig. 2, n<sup>os</sup> 1, 2, 4) peut-être en relation avec une lèvre, mais aucune figure ne montre clairement une ouverture. Par contre en section transverse (pl. 1, fig. 4, 7, 8) le septum est parfois interrompu avec des dessins en crochet qui pourraient

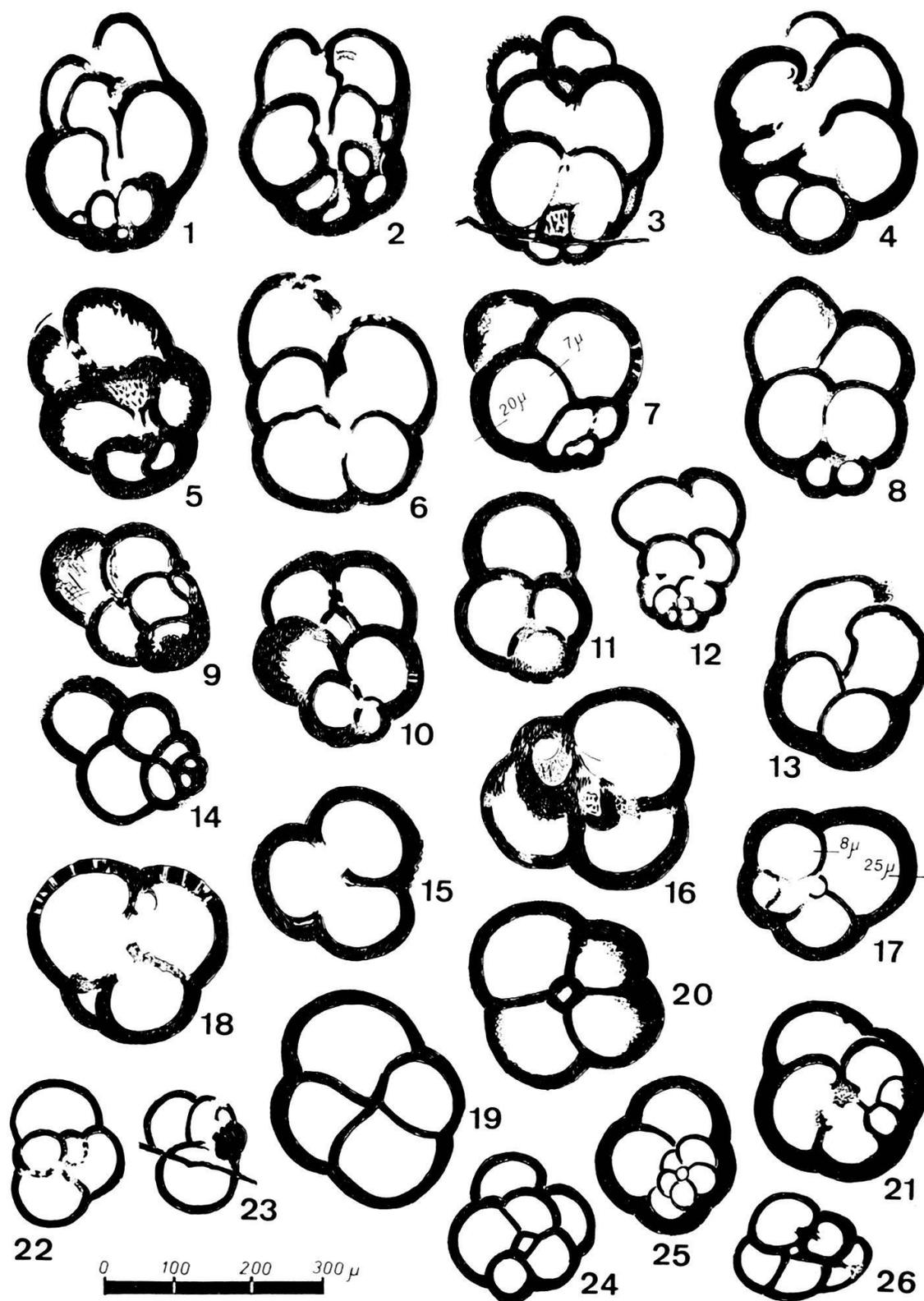


Fig. 2. Protoglobigérines indéterminées en section dans l'ammonitico-rosso III (Bajocien inférieur, zone à Sauzei) du sof de Mjara. On remarque des tests de grande taille ( $\varnothing$  max. 350  $\mu$ ), à paroi externe très épaisse allant jusqu'à 35  $\mu$ , contrastant avec des septa interlocaires minces de 4 à 8  $\mu$ . [Description dans le texte]

enreprésenter une. Pour ces raisons il est peu probable qu'il s'agisse de protoglobigérines à ouverture ample et bien dessinée comme *Globuligerina oxfordiana* ou «*Globigerina*» *bathoniana* par exemple.

Les petites coquilles à paroi mince comme celle des n<sup>os</sup> 22 et 23 de la figure 2 sont trop peu nombreuses et ne sont pas discutées dans ce travail.

### 5. Paroi, test lamellaire ou non lamellaire

Si les parois sont toujours recristallisées, un autre caractère important observable en section et sur lequel nous désirons insister ici, est la construction lamellaire du test au sens de LOEBLICH & TAPPAN (1964) ou «concurrently building test» de BLOW (1979). On peut voir nettement sur la figure 2 ou la planche 1 que le septum est mince de 4 à 8  $\mu$  (moyenne 7  $\mu$ ) par opposition à la paroi externe des tours jeunes qui est très épaisse et atteint 35  $\mu$ . Si ces chiffres peuvent être légèrement faussés par la recristallisation ou l'obliquité des coupes les différences n'en subsistent pas moins et impliquent que la paroi d'une loge doit donc recouvrir l'ensemble du test précédemment construit. Cette structure du test, fondamentale pour la taxonomie n'a été clairement illustrée que pour *G. bathoniana* par Pazdrowa (1969, pl. II, fig. 9). PREMOLI-SILVA (1966) généralise le fait pour tous les foraminifères planctoniques méso et ménozoïques contrairement à l'opinion de BLOW (1979, text-fig. AV et p. 617 et suivantes). Pour ce dernier les Globigerinacea ont un test *non* lamellaire (= consecutively building test) donc construit à la manière des foraminifères agglutinés ou des milioles par exemple. La surépaisseur de paroi observée quelquefois sur les tours jeunes est due, pour lui, à une calcification tardive qui ne participe pas à la construction générale du test.

REISS & LUZ (1970) en démontrant la construction lamellaire des tests de quelques espèces planctoniques (*Globorotalia truncatulinoides* et *G. inflata* par exemple) l'ont étendue à tous les Globigerinacea.

La controverse pourrait devenir caduque dans le sens où toutes les Globigerinacea ne semblent pas construites de même façon et que le groupe pourrait être hétérogène.

### 6. La paroi des microfossiles associés aux protoglobigérines

Dans nos calcaires et en général dans ceux du Jurassique les protoglobigérines (fig. 3) sont associées de manière presque systématique aux fossiles suivants que nous avons groupés selon leur paroi originelle:

- *Lenticulina* spp
  - autres Nodosariidae
  - ostracodes
  - belemnites
- calcaire, hyaline, radiale (optiquement)
- 
- *Ophthalmidium*
  - *Cyclogyra*
- porcelanée
- 
- *Spirillina*
- calcaire hyaline monocristalline



5. La même remarque est applicable aux Involutines mais on les trouvera rarement en association pour des raisons stratigraphiques.

6. Les microgastéropodes, nucléoconches d'ammonites et les lamellibranches à coquille partiellement ou totalement aragonitique sont toujours largement recristallisés en calcisparite.

Enfin il est notoire que la très grande majorité des Globigerinacea crétacées et tertiaires se conservent bien dans les calcaires et gardent leur structure hyaline, radiaire (optiquement) et perforée. Elles ne sont *jamais systématiquement* recristallisées comme les protoglobigérines.

De ce qui précède on peut retirer que:

A. La paroi des protoglobigérines jurassiques recristallise de manière identique à celle des Epistominidés, Involutines, microgastéropodes et accessoirement ammonites et pelecypodes dont on sait qu'ils sont aragonitiques.

B. La paroi originelle des protoglobigérines est différente de celle des Nodosariidae (et évidemment des porcelanés et des spirillines).

C. La paroi originelle des protoglobigérines est très probablement différente de celles des Globigerinacea crétacées et tertiaires.

De là à penser que les protoglobigérines sont aragonitiques il n'y a qu'un pas ... mais il est prématuré de le franchir pour l'instant car la diagenèse des parois carbonatées dans les calcaires est encore trop mal connue et d'un autre côté il n'est pas exclu que les protoglobigérines aient un type de paroi particulier encore inconnu chez les foraminifères.

Dans ce genre de facies, micritique de milieu pélagique, nous gardons l'hypothèse que des parois identiques doivent recristalliser de même manière mais que l'inverse n'est pas vrai: des parois différentes peuvent converger vers une même recristallisation.

### 7. Examen en cathodoluminescence et notes sur les *Schizosphaerella*

L'examen en cathodoluminescence (pl. 2) permet de mettre en évidence des luminescences colorées particulières dues aux éléments-trace essentiellement métalliques, dans les roches. Ces éléments-trace soulignent très fréquemment la structure originelle des parois des foraminifères et sont souvent conservés après recristallisation.

Dans le cas présent nos protoglobigérines observées en cathodoluminescence (pl. 2) ne montrent pas de figures particulières qui puissent nous renseigner sur la structure originelle de leur paroi. Par contre si la méthode a échoué pour les protoglobigérines elle a mis en évidence de très nombreuses *Schizosphaerella* dans la micrite, qui sont totalement invisibles autrement. Ceci indique la présence d'éléments métalliques en traces dans la paroi de leurs valves et conforte l'hypothèse d'AUBRY et DÉPÊCHE (1974, p. 12) qui supposent que l'aluminium et le silicium pourraient être associés en faible quantité dans la calcite des coques des schizosphères.

### 8. Conclusions

L'étude morphologique des protoglobigérines en section du Bajocien inférieur du Rif, met en évidence des espèces encore indéterminées de grande taille allant jusqu'à 350  $\mu$  et à paroi épaisse. Le test a une construction lamellaire. On les différencie facilement des espèces du Malm, plus petites et à paroi plus mince.

Les protoglobigérines jurassiques sont toujours recristallisées dans les calcaires et de même manière que d'autres microfossiles dont on sait qu'ils sont originellement aragonitiques. Actuellement on ne peut donc exclure que les protoglobigérines le soient. En outre il paraît clair que leur paroi originelle est différente de celles de Globigerinacea crétaées et tertiaires.

### Remerciements

Nous remercions le Prof. L. Zaninetti qui a relu et critiqué le manuscrit, le Prof. Ch. Mangold (Univ. Nancy) pour la détermination des ammonites, le Dr M. K. Bulundwe qui nous a conduit sur le terrain, Mrs E. Monteil et P. O. Mojon pour les photographies, Mr P. Amieux pour l'examen en cathodoluminescence, Mme le Prof. M. Caron, Mrs les Dr E. Davaud et A. Strasser pour leurs critiques et suggestions. Cette recherche a été subventionnée en partie par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (crédit no 2.836-0.83).

### RÉFÉRENCES

- AUBRY, M. P., & DÉPÊCHE, F. (1974): Recherches sur les Schizosphères. – Cah. Micropaléont. 1, 3–15.
- BIGNOT, G., & JANNIN, M. C. (1984): Découverte de *Globuligerina oxfordiana* (Foraminifère planctonique) dans le Bajocien stratotypique de la falaise des Hachettes (Saint-Honorine-des-Pertes, Calvados, France). – C.R. Acad. Sci. (Paris) (2) 298, 751–756.
- BLOW, W. H. (1979): The Cainozoic Globigerinida. – Brill, Leiden, 1413 p.
- BRÖNNIMANN, P., & WERNLI, R. (1971): Les «Globigérines» du Dogger du Jura méridional. – Proc. 2nd Plankt. Conf., Roma 1970, 117–128.
- BULUNDWE, M. K. (1987): Stratigraphie des sofs jurassiques du Prérif interne (Rif, Maroc). – Public. Dpmt. Geol. Paleont. Univ. Genève, 4, 1–235.
- CARON, W., & HOMEWOOD, P. (1983): Evolution of early planktic Foraminifers. – Marine Micropaleont. 7, 453–462.
- CUVILLIER, J. (1969): Calcaires à «filaments». – Proc. 1st Plankt. Conf. Geneva, 1967, Ed. Brill, Leiden, 123–125.
- FUCHS, W. (1987): Über Ursprung und Phylogenie der Trias «Globigerinen» und die Bedeutung dieses Formenkreiss für das echte Plankton. – Sonderabdr. Verh. Geol. Bundesanst. 1/2, 135–176.
- (1969): Zur Kenntnis des Schalenbaues der zu den Trias-«Globigerinen» zählenden Foraminiferengattungen *Praegubkinella*. – Sonderabdr. Verh. Geol. Bundesanst. 2, 158–162.
- (1973): Ein Beitrag zur Kenntnis der Jura-«Globigerinen» und verwandten Formen an Hand polnischen Materials des Callovien und Oxfordien. – Verh. Geol. Bundesanst. (Wien) 3, 445–487.
- GÉCZY, B. (1961): Die Jurassische Schichtreihe des Tüzköves-Graben von Bakonycsérnye. – Ann. Inst. geol. publ. hung. 49/2, 507–545.
- GIOVAGNOLI, M. C., & SCHIAVINOTTO, F. (1986): Indagini biometriche su foraminiferi globigeriniformi del Dogger-Malm umbro-marchigiano: indicazioni preliminari. – Atti convegno Commemor. R. PICCININI, Fossili Evolut. Ambiente, Ed. Com. Cent. R. PICCININI, 131–134.
- GRIGELIS, A., & GORBATCHIK, T. (1980): Morphology and taxonomy of Jurassic and early Cretaceous representatives of the superfamily Globigerinacea (Favusellidae). – J. foram. Res. 10/3, 180–190.
- GRIGYALIS, A. A., & GORBATCHIK, T. N. (1980): The systematics of Jurassic and early Cretaceous Globigerinacea. – Paleont. J. 1, 6–17.
- KÄLIN, O. (1980): *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD: Wall ultrastructure and preservation in deeperwater carbonate sediments of Tethyan Jurassic. – Eclogae geol. Helv. 73/3, 983–1008.
- LOEBLICH, A. R., & TAPPAN, H. (1964): Treatise on Invertebrate paleontology, Protista 2, part. C. – Univ. Kansas Press.
- PAZDROWA, O. (1969): Bathonian Globigerina of Poland. – Ann. Soc. géol. Pol. 39/1–3, 41–56.
- PREMOLI-SILVA, I. (1966): La struttura della parete di alcuni Foraminiferi planctonici. – Eclogae geol. Helv. 59/1, 219–233.
- REISS, Z. & LUZ, B. (1970): Test formation pattern in planktonic foraminiferids. – Rev. españ. Micropaleont. 2/1, 85–96.
- WERNLI, R. & KINDLER, P. (1986): Les «Protoglobigérines» du Callovo-Oxfordien de Châtillon-sur-Cluses (Préalpes internes, Haute-Savoie, France). – Eclogae geol. Helv. 79/1, 137–147.

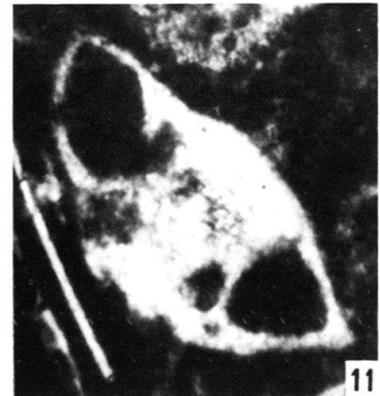
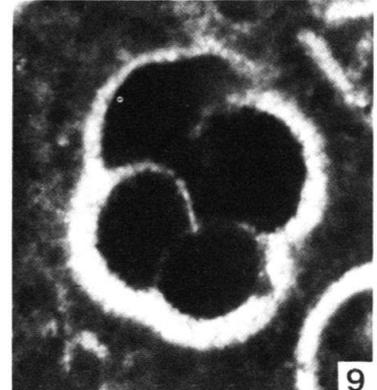
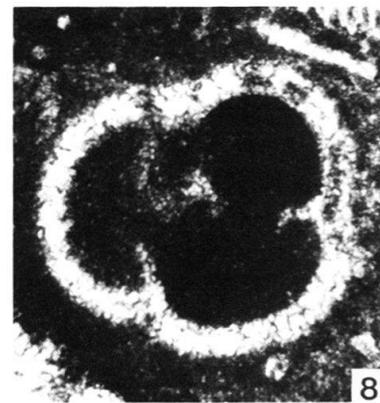
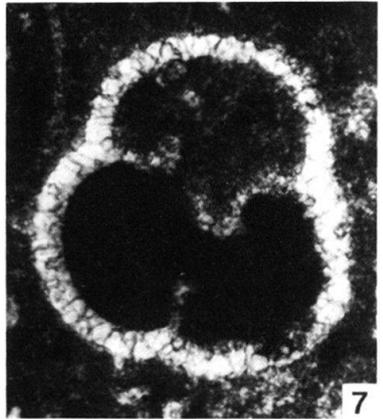
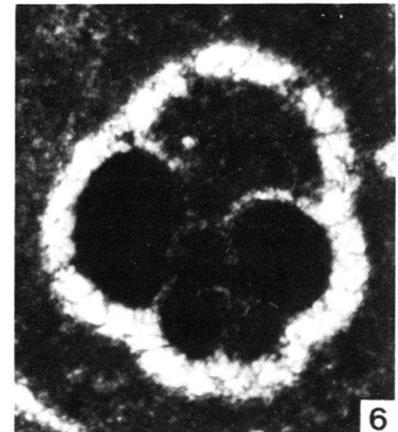
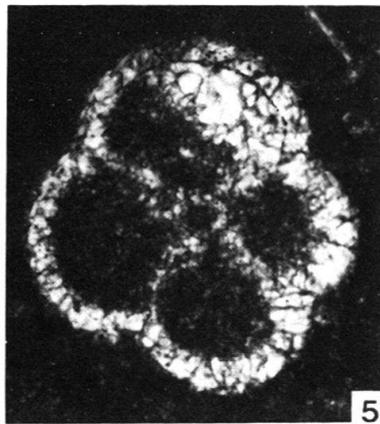
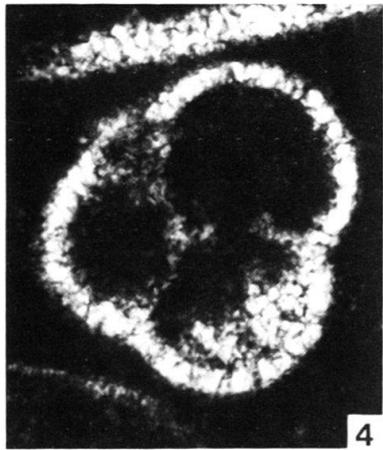
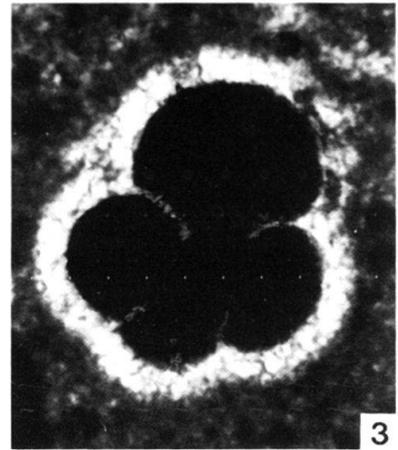
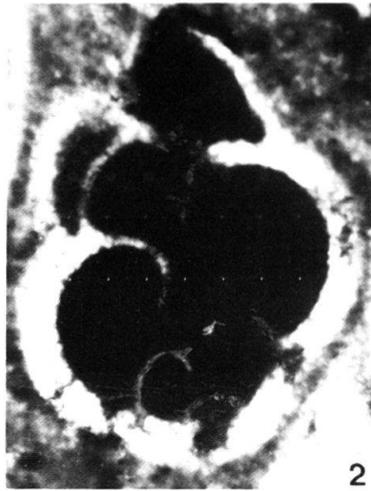
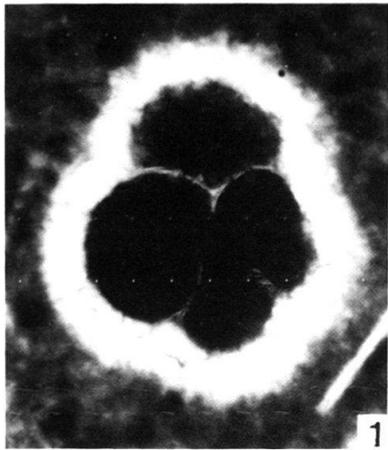
Manuscrit reçu le 29 janvier 1987

accepté le 10 février 1987

**Planche 1**

Microfaune d'une même lame mince dans l'ammonitico-rosso III de Mjara, Bajocien inférieur, zone à Sauzei. Dans toutes les sections, prises en lumière naturelle, on observe une paroi externe épaisse de 25 à 35  $\mu$  surtout dans les premiers tours de spire, contrastant avec des septa interlocaux minces de 4 à 8  $\mu$ . Les dimensions indiquées ci-dessous sont celles du plus grand diamètre de la section.

- Fig. 1–9. Protoglobigérines indéterminées en section à paroi largement recristallisée par une calcisparite.
- Fig. 1. Section transverse oblique probablement sur les tours jeunes. –  $\varnothing$  220  $\mu$ .
- Fig. 2. Section axiale d'un test à trochospire haute et dernières loges non parfaitement sphériques. –  $\varnothing$  330  $\mu$ .
- Fig. 3. Section transverse oblique. –  $\varnothing$  240  $\mu$ .
- Fig. 4. Section transverse avec un septum interrompu et dessins en crochet désignant peut-être une ouverture. –  $\varnothing$  270  $\mu$ .
- Fig. 5. Section transverse. –  $\varnothing$  290  $\mu$ .
- Fig. 6. Section subaxiale oblique passant par les tours jeunes. –  $\varnothing$  250  $\mu$ .
- Fig. 7, 8. Sections transverses avec septa interrompus et dessins en crochet désignant peut-être une ouverture – (7:  $\varnothing$  245  $\mu$ . – 8:  $\varnothing$  265  $\mu$ ).
- Fig. 9. Section oblique avec loges irrégulières non parfaitement sphériques. –  $\varnothing$  280  $\mu$ .
- Fig. 10. Microgastéropode costulé à trochospire haute en section subaxiale, montrant une paroi recristallisée identique à celle des protoglobigérines. – Longueur = 800  $\mu$ .
- Fig. 11. Epitominidés indéterminés en section axiale recristallisés comme les protoglobigérines. –  $\varnothing$  420  $\mu$ .
- Fig. 12. *Lenticulina* sp. en section spirale partielle, montrant une paroi hyalino-radiale calciteuse parfaitement conservée. – Largeur de la photo = 250  $\mu$ .



## Planche 2

Protoglobigérines, *Schizosphaerella* et microfossiles associés examinés en cathodoluminescence. Echant. BM 781a. Les photos de la colonne de gauche sont en lumière naturelle, celles de droite en cathodoluminescence. Ces dernières révèlent une multitude de *Schizosphaerella* (sections en forme de U ou de cercle de 20  $\mu$  de diamètre).

Les prises de vue en cathodoluminescence ont été exécutées par P. Amieux sur film Ektachrome 800/1600 et rephotographiées en noir et blanc pour l'impression.

- Fig. 1, 2. Protoglobigérine ( $\varnothing$  280  $\mu$ ), débris d'échinoderme, de lamellibranches à coquille mince et de micronubéculaires. La cathodoluminescence révèle les *Schizosphaerella* en blanc.
- Fig. 3, 4. Idem figures 1, 2, grossies. Sur la figure 4 en cathodoluminescence, la paroi externe (épaisse de 32  $\mu$ ) de la protoglobigérine recristallisée, ne montre aucune microstructure originelle conservée. Dans la micrite on distingue d'abondantes *Schizosphaerella* en section axiale avec une gouttière sur l'hypovalve.
- Fig. 5, 6. Micrite à *Schizosphaerella* (invisibles en lumière naturelle), avec deux coquilles de lamellibranches (petit  $\varnothing$  = 150  $\mu$ ). En cathodoluminescence tous les petits cercles ( $\varnothing$  20  $\mu$ ) et les U clairs sont des *Schizosphaerella*.
- Fig. 6, 7. Même facies que ci-dessus avec une micronubéculaire(?), (longueur 182  $\mu$ ) et d'abondantes *Schizosphaerella*.

en lumière naturelle

en cathodoluminescence

