

**LA NOTION D'ESPÈCE CHEZ LE GENRE
BRAARUDOSPHAERA DEFLANDRE, 1947.
MYTHE ET RÉALITÉ**

***THE SPECIES NOTION WITHIN THE GENUS
BRAARUDOSPHAERA DEFLANDRE, 1947.
MYTH AND REALITY***

par
Bernard LAMBERT *

RÉSUMÉ. — Des coques entières appartenant au genre *Braarudosphaera* ont été découvertes dans des niveaux laminés d'âge albien. L'étude de l'architecture de ces coques remet en cause la valeur des espèces créées jusqu'à ce jour dans le genre *Braarudosphaera*. Les conclusions obtenues pour les formes albiennes sont valables également pour d'autres *Braarudosphaera* d'âge cénozoïque (Eocène et Miocène moyen).

ABSTRACT. — Entire coccospheres belonging to the genus *Braarudosphaera* have been discovered in Albian laminated levels. The study of the architecture of these coccospheres calls for reconsideration of the value of the different species created up to now in the genus *Braarudosphaera*. The conclusions obtained for the albian forms are equally valid for other cenozoic *Braarudosphaera* (Eocene and Middle Miocene).

Mots-clés : Genre, Espèce, Nannofossiles calcaires, *Braarudosphaera*, Coques, Albien, Cameroun, Miocène moyen, Egypte, Formation Kareem, Systématique.

Key-words : Genus, Species, Calcareous Nannofossils, *Braarudosphaera*, Coccospheres, Albian, Cameroon, Middle Miocene, Egypt, Kareem formation, Systematic.

INTRODUCTION

La découverte, dans deux niveaux chronostratigraphiquement et géographiquement éloignés, de riches associations de Nannofossiles appartenant à la famille des Braarudosphaeraceae DEFLANDRE, 1947, a permis d'apporter des éléments nouveaux à la compréhension de ce groupe :

— le premier niveau appartient à des sédiments laminés d'âge albien supérieur à vraconnien et provient de l'extrême Sud du Cameroun (forages en mer);

— le second niveau correspond à des dépôts d'âge miocène moyen (Langhien, zone NN5 de la zonation standard de Martini, 1971). Il provient du Golfe de Suez (forages en mer) et appartient à la formation Kareem.

* Laboratoires TOTAL - Compagnie Française des Pétroles, 218, avenue Haut-Lévêque - 33605 Pessac Cedex, France.

RAPPELS

Le genre *Braarudosphaera*, ainsi que la famille des Braarudosphaeraceae (= Braarudosphaeridae), ont été créés par Deflandre (1947), qui donnait comme définition de son nouveau genre : « Cocolithophorid à coque dont les éléments calcaires pentagonaux sont formés chacun de cinq plaquettes accolées ». Ce nouveau genre avait pour espèce-type *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN et BRAARUD, 1935) DEFLANDRE, 1947 (= *Pontosphaera bigelowi* GRAN et BRAARUD, 1935).

L'espèce *B. bigelowi*, décrite et figurée tant par Gran et Braarud que par Deflandre, s'applique à une cellule algairienne actuelle complète, munie de sa coque calcitique; l'espèce désigne donc la coque entière, incluant l'ensemble des éléments calcaires (appelés pentalithes).

Par la suite, des Nannofossiles appartenant à cette famille ont été reconnus par de nombreux auteurs dans divers sédiments fossiles. C'est ainsi que de nombreuses « espèces » ont été créées pour le genre *Braarudosphaera* à partir, non plus de coques entières, mais d'éléments calcaires (pentalithes) isolés. C'est le cas notamment pour l'Aptien supérieur (Gargasien) et l'Albien, périodes durant lesquelles la famille des Braarudosphaeraceae est assez bien représentée.

- En 1958, Noël décrit un « *Braarudosphaera* à pentalithes très effilés » dans l'Albien de Ravix (France).

- En 1961, Stradner crée pour les « pentalithes très effilés » de Noël, l'espèce *Braarudosphaera africana* (il croyait, à tort, que la forme signalée par Noël provenait d'Afrique du Nord).

- En 1973, Black cite dans l'Albien d'Angleterre de nombreux pentalithes, pour lesquels il crée trois espèces nouvelles : *Braarudosphaera primula*, *B. hockwoldensis* et *B. regularis*. À côté de ces formes nouvelles, il mentionne *Braarudosphaera africana* STRADNER, 1961.

- En 1976, Hill signale à son tour de nombreux représentants de cette famille dans l'Albien du Texas et de l'Oklahoma. À cette occasion, il crée deux nouvelles espèces : *Braarudosphaera stenorhetha*, *B. quinquecostata* et cite également *B. africana* STRADNER, 1961 et *B. cf. discula* BRAMLETTE et RIEDEL, 1954.

- En 1979, Perch-Nielsen reprend ces taxons, leur donne des répartitions stratigraphiques propres et confirme ainsi le rang d'« espèces » à part entière de tous ces pentalithes.

LES *BRAARUDOSPHAERA* DE L'ALBIEN DU CAMEROUN

L'intérêt majeur des niveaux étudiés est d'avoir fourni non plus des pentalithes isolés, mais des coques entières. Ces coques présentent une morphologie très différente de celles des *Braarudosphaera* actuels.

En microscopie optique ((Pl. 1, fig. 8, 9, 10), ces coques évoquent plutôt un oursin régulier qui serait muni de douze piquants seulement : elles se présentent sous la forme d'un dodécaèdre, dont les douze parties constitutives sont des cônes plus ou moins longs.

En microscopie électronique, les coques entières qui ont pu être observées montrent une architecture complexe (Pl. 1, fig. 1, 2, 3, 5, 11) : les cônes apparaissent sous la forme d'un empilement de pentalithes (Pl. 1, fig. 1, 3), qui semblent plus ou moins bien soudés les uns aux autres. La conséquence de ce type de structure est la possibilité d'observer des cônes tronqués à des hauteurs différentes. Des cônes isolés, plus ou moins complets, ont ainsi été rencontrés (Pl. 1, fig. 4, 6, 7). Vus de profil (Pl. 1, fig. 4), ils montrent bien la superposition des pentalithes.

L'opportunité de pouvoir observer des cônes tronqués en des points différents nous a permis de faire une constatation très importante : *la morphologie du pentalithe est variable suivant sa position dans le cône.*

Le pentalithe de base (partie proximale du cône) est caractérisé par sa forme pentaédrique régulière (Pl. 1, fig. 2, 3 à droite, 5 à droite), où les côtés délimitent des angles de 108° (Pl. 1, fig. 2). Ce pentalithe correspond à l'espèce *Braarudosphaera regularis* BLACK, 1973. Puis, sur ce pentalithe basal se succèdent d'autres pentalithes qui perdent progressivement leur allure régulière : les angles du pentaèdre diminuent peu à peu, ce qui conduit à la formation d'une structure étoilée de plus en plus prononcée au fur et à mesure que l'on s'élève dans le cône.

Ainsi, il est possible de retrouver sur un même cône toutes les « espèces » décrites précédemment. La figure 1 illustre ce propos. De la base vers le sommet, on peut reconnaître successivement : « *B. regularis* », « *B. primula* », « *B. hockwoldensis* », « *B. africana* » et enfin, « *B. stenorhetha* ».

Ce qui caractérise donc les *Braarudosphaera* albiens, c'est la présence d'une coque comprenant douze cônes composés de nombreux pentalithes

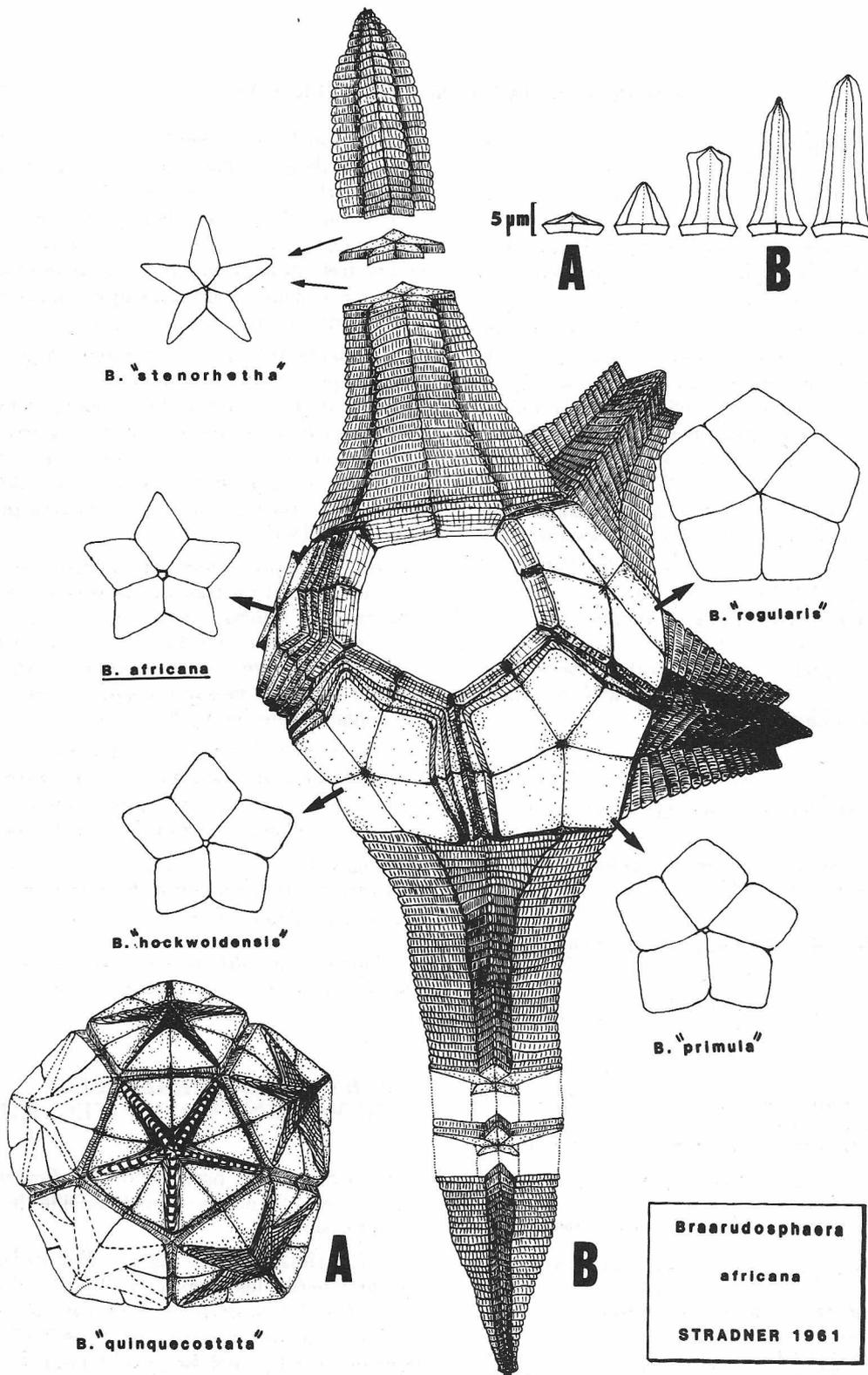


FIG. 1. — Reconstitution de *Braarudosphaera africana*. 2 coques sont représentées, correspondant chacune à un type de cône. A) coque possédant des cônes extrêmement courts (dans la littérature, le cône entier a été nommé par Hill *B. quinquecostata*). B) coque possédant des cônes assez longs. L'« écorché » graduel des cônes permet de mieux comprendre la superposition, au sein du même cône, des pentaliths successifs portant chacun un nom d'« espèce » différent.

Reconstitution of *Braarudosphaera africana*. Two coccospheres are represented, each corresponding to one type of cone. A) Coccospheres made of extremely short cones (in literature the entire cone has been called *B. quinquecostata* by Hill). B) Coccospheres made of relatively large cones. The gradual "dissection" of the cones enables a better knowledge of the superposition of the successive pentaliths, each bearing a different "species" name.

superposés. La plupart des « espèces » décrites dans la littérature, non seulement ne correspondent jamais à une coque complète, mais ne représentent qu'une partie du cône. Chez *B. quinquecostata* HILL, 1976, le pentalithe correspond à un cône entier de morphologie particulière : il s'agit en effet d'un cône très court (Pl. 1, fig. 11 et Fig. 1 A).

Les cônes observés dans les sédiments laminés possèdent des morphologies assez variables (Fig. 1). La plupart des coques portent un seul type de cônes, mais on peut trouver côte à côte, dans la même préparation, des coques portant des types différents de cônes, et il arrive qu'une seule coque porte plusieurs cônes de morphologies différentes. Pour ces raisons, nous considérons comme non significative la variabilité morphologique des cônes : *tous les types de cônes observés sont très probablement l'expression d'une seule et même espèce biologique.*

Le plus ancien nom donné à un fragment de cône appartenant à ce groupe est *Braarudosphaera africana* STRADNER, 1961. Compte tenu des observations nouvelles rapportées ci-dessus, il convient de procéder à une redéfinition de l'espèce.

Genre *Braarudosphaera* DEFLANDRE, 1947

Espèce-type : *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN et BRAARUD), DEFLANDRE, 1947.

Braarudosphaera africana STRADNER, 1961, emend.

(Pl. 1, fig. 1 à 11; Fig. 1)

Synonymie :

1958. — « *Braarudosphaera* à pentalithes très effilés », Noël, p. 189, pl. 9, fig. 47.
 1961. — *Braarudosphaera africana* n. sp. Stradner, p. 82, fig. 44.
 1973. — *Braarudosphaera primula* n. sp. Black, p. 91, pl. 28, fig. 1, 5-6.
 1973. — *Braarudosphaera hockwoldensis* n. sp. Black, p. 90, pl. 28, fig. 7, 8, 9.
 1973. — *Braarudosphaera regularis* n. sp. Black, p. 91, pl. 28, fig. 10.
 1976. — *Braarudosphaera africana* STRADNER, Hill, p. 124, pl. 2, fig. 10-13.
 1976. — *Braarudosphaera* cf. *discula* BRAMLETTE et RIEDEL, Hill, p. 124, pl. 2, fig. 14, 18-21 (non fig. 15-17).
 1976. — *Braarudosphaera stenorhetha* n. sp. Hill, p. 125, pl. 13, fig. 7, 8, 9; pl. 2, fig. 26, 31.
 1976. — *Braarudosphaera quinquecostata* n. sp. Hill, p. 125, pl. 2, fig. 22-25; pl. 13, fig. 6.

Description : *Braarudosphaera* dont la coque est composée de douze cônes, constitués chacun de nombreux pentalithes superposés. Ces pentalithes ont

une morphologie variable suivant la place qu'ils occupent dans le cône. Le pentalithe de la base du cône (partie proximale) possède une morphologie pentaédrique régulière, tandis que les pentalithes sommitaux (partie distale) ont une morphologie étoilée très prononcée. Entre ces deux extrêmes tous les intermédiaires morphologiques sont susceptibles d'être rencontrés.

Les pentalithes se caractérisent par une symétrie presque parfaite de chacune de leurs pièces constitutives. Ils diffèrent par là des pentalithes des *Braarudosphaera* d'âge tertiaire et actuel (Borsetti et Cati, 1972), dont les pièces sont en général asymétriques (différence de longueur entre les deux côtés externes de la pièce, bien visible sur les figures publiées par Deflandre, 1947).

Les cônes présentent eux-mêmes des morphologies variables. Il est possible de rencontrer des cônes extrêmement courts (Pl. 1, fig. 11), où la hauteur n'excède pas la moitié du diamètre du pentalithe de base. A l'opposé, certains cônes présentent une hauteur qui peut mesurer jusqu'à 5 fois le diamètre du pentalithe de base (Pl. 1, fig. 8, 9).

Dimensions : Diamètre du pentalithe de base : 4 à 6 μm ; hauteur des cônes : 2 μm à 20 μm ; diamètre interne de la coque : 5 à 6 μm ; diamètre externe de la coque (incluant les cônes) : 7 à 45 μm .

Répartition : « Les pentalithes à allure effilée » sont connus uniquement au Gargasien (Aptien supérieur) et à l'Albien (Vraconnien inclus).

Rapports et différences : Ils seront présentés ci-dessous, au sujet de *Braarudosphaera orthia*.

LES *BRAARUDOSPHAERACEAE* DU MIOCÈNE MOYEN D'ÉGYPTE

La structure si particulière de *Braarudosphaera africana* est-elle unique dans la famille des Braarudosphaeraceae ?

• En 1962, Bouché signale *Braarudosphaera* cf. *bigelowi* parmi les formes de l'Eocène du Bassin de Paris. Ce *Braarudosphaera* se caractérise par une double structure apparemment pentalithique montrant un grand pentalithe possédant en son centre un pentalithe plus petit.

• En 1972, Bybell et Gartner reprennent les observations de Bouché et donnent de nombreuses illustrations d'une espèce qu'ils baptisent *Braarudosphaera orthia*, et signalent également dans d'autres niveaux d'âge éocène. Les illustrations (Bybell et Gartner, pl. 1, fig. 7-8) représentant un Nannofossile

vu de profil, montrent très clairement une structure conique.

Ces formes ont été retrouvées dans un niveau particulier appartenant à la formation Kareem (Miocène moyen) du Golfe de Suez. La caractéristique principale de ce niveau est l'abondance des représentants de la famille des Braarudosphaeraceae. Le genre *Braarudosphaera* est très bien représenté par deux populations de coques :

— des coques (Pl. 2, fig. 9-12) composées de pentalithes de petit diamètre (6 à 7 μm) en tout point semblables à ceux figurés par Deflandre (1947) pour l'espèce *Braarudosphaera bigelowi*,

— des fragments de coques (Pl. 2, fig. 1), des cônes (Pl. 2, fig. 4-6) et des pentalithes de grand diamètre (10 μm ; Pl. 2, fig. 2-3) qui correspondent aux illustrations données par Bybell et Gartner pour *Braarudosphaera orthia*.

L'étude de ces éléments coniques révèle de nombreuses similitudes structurales entre *Braarudosphaera orthia* et *Braarudosphaera africana*. La base des cônes de *B. orthia* est composée d'un pentalithe régulier relativement épais (2 μm ; Pl. 2, fig. 4), qui se retrouve souvent isolé du reste du cône (Pl. 2, fig. 2, 3).

Parfois, il est possible d'observer un cône vu de face, l'extrémité distale dirigée vers l'observateur (Pl. 2, fig. 5-6) :

— si l'on effectue la mise au point sur l'extrémité proximale, on observe le pentalithe de base décrit ci-dessus (Pl. 2, fig. 6),

— si l'on fait la mise au point sur l'extrémité distale du cône, on observe alors le pentalithe terminal (Pl. 2, fig. 5), qui présente une forme étoilée caractéristique. Ces pentalithes terminaux se retrouvent isolés dans les sédiments (Pl. 2, fig. 7, 8). Leur configuration étoilée s'obtient par le creusement du grand côté.

Ainsi, tout comme chez *B. africana*, les pentalithes constitutifs des cônes de *B. orthia* vont posséder une morphologie différente suivant la position qu'ils occupent dans le cône et leur évolution morphologique conduit au même résultat : l'obtention de pentalithes terminaux étoilés.

Ces observations nous conduisent donc à revoir aussi la définition donnée à l'espèce *Braarudosphaera orthia*.

***Braarudosphaera orthia* BYBELL et GARTNER, 1972, emend.**
(Pl. 2, fig. 1 à 8)

Synonymie :

1962. — *Braarudosphaera* cf. *bigelowi* (GRAN et BRAARUD); Bouché, p. 85, pl. 4, fig. 3.
1972. — *Braarudosphaera orthia* n. sp.: Bybell et Gartner, p. 324, pl. 1, fig. 7-12.

Description : *Braarudosphaera* dont la coque est formée de douze cônes, constitués chacun par l'empilement de pentalithes de formes variables. L'élément de base, épais, représente un élément typique de *Braarudosphaera bigelowi*. Son asymétrie est très marquée. Pour les pentalithes suivants, le grand côté externe de chacune des pièces calcitiques constitutives du pentalithe tend à devenir irrégulier et se creuse jusqu'à donner une apparence étoilée au pentalithe.

Dimensions : Diamètre du pentalithe de base : 10 μm ; hauteur du cône : 20 à 25 μm .

Répartition : Ces formes sont trop sporadiques pour que leur répartition soit connue avec certitude. Bouché signale cette espèce dans l'Eocène, de même que Bybell et Gartner. Les spécimens décrits ici sont d'âge miocène moyen.

Rapports et différences (Fig. 2) entre B. africana et B. orthia :

— Points communs : Les parties coniques de *B. orthia* rappellent beaucoup celles de *B. africana*. Dans les deux cas, les cônes sont dus à l'empilement de pentalithes et leur morphologie varie suivant leurs positions dans le cône, les pentalithes de l'extrémité distale possédant une structure étoilée.

— Différences : Chez *B. africana* les pièces calcitiques constitutives des pentalithes sont toujours symétriques (symétrie radiaire). Les pointes de la structure étoilée des pentalithes distaux correspondent à la partie médiane de chaque pièce.

Chez *B. orthia*, les pièces calcitiques sont toujours asymétriques. Les pointes de la structure étoilée des pentalithes distaux correspondent aux zones de contact entre deux pièces calcitiques voisines.

CONCLUSION

Deflandre, dans sa définition du nouveau genre *Braarudosphaera*, disait à propos des éléments constitutifs (pentolithes) : « or, en fait, ces éléments, qu'on ne saurait appeler coccolithes, défilent trop flagrant à l'étymologie,... ». Le paraphrasant, nous pourrions

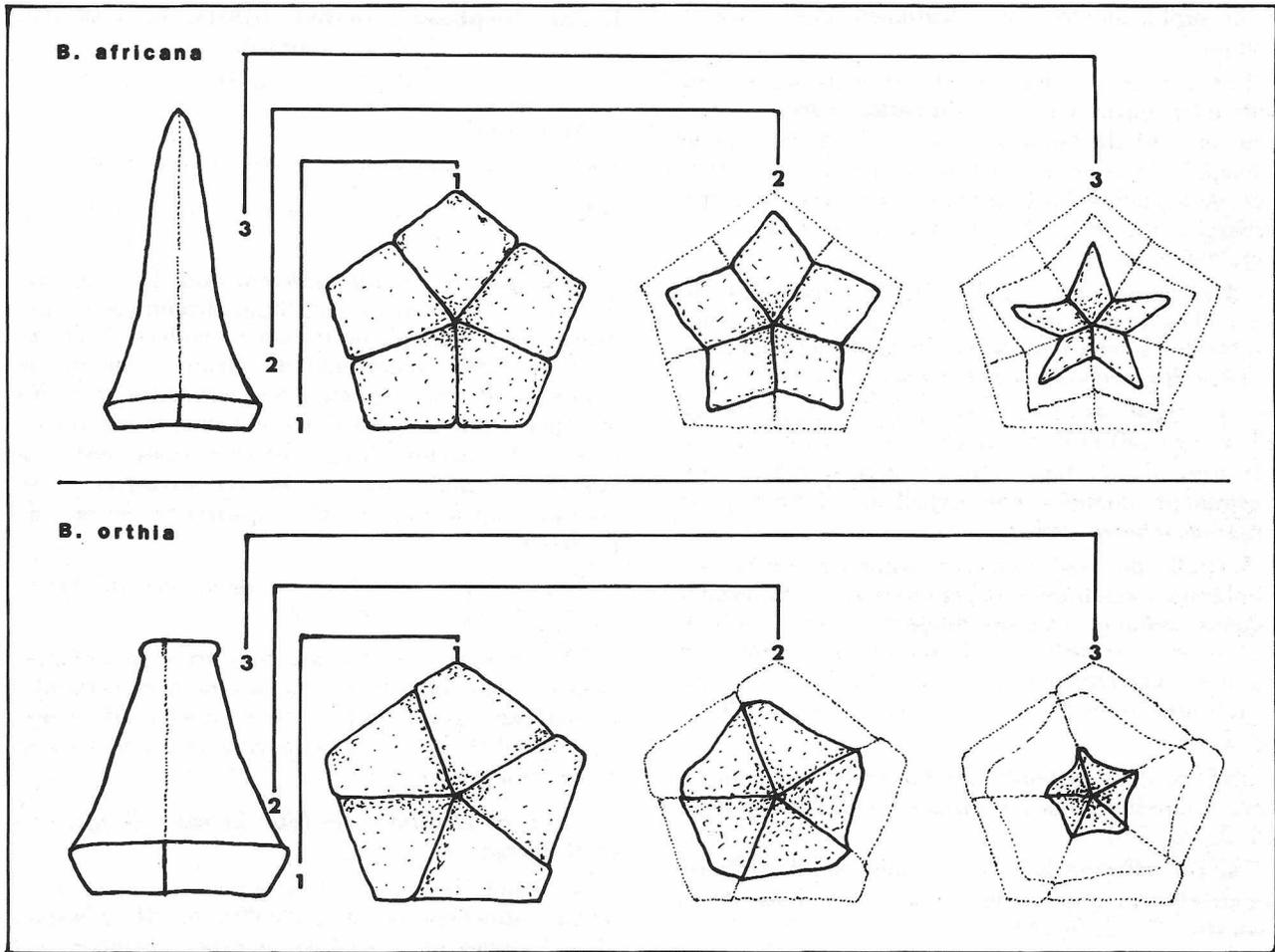


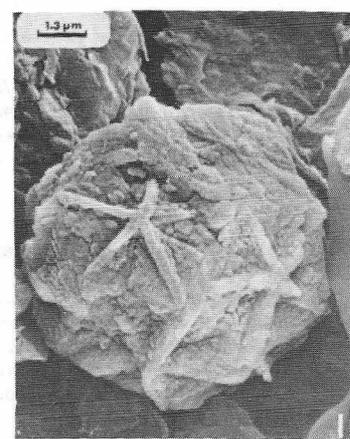
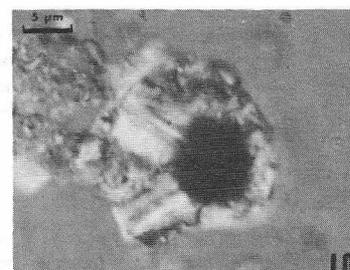
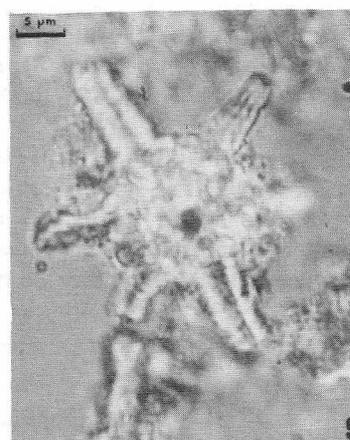
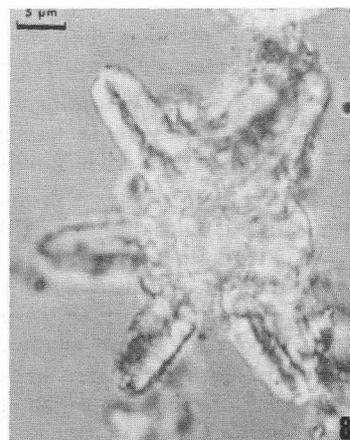
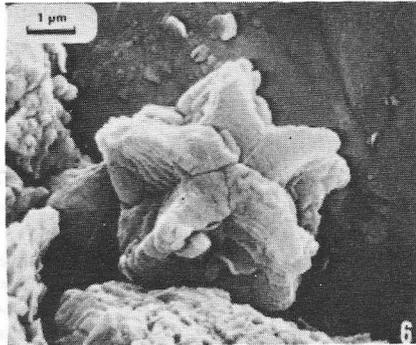
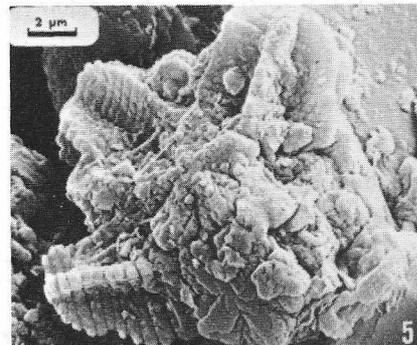
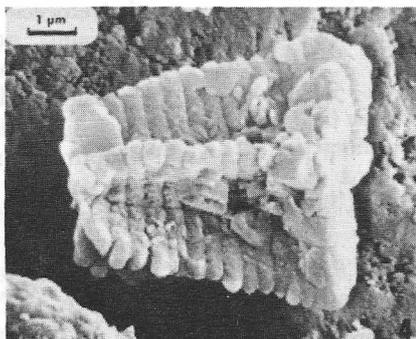
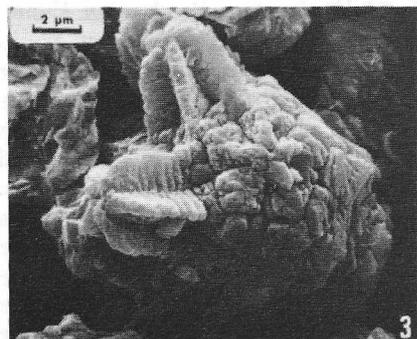
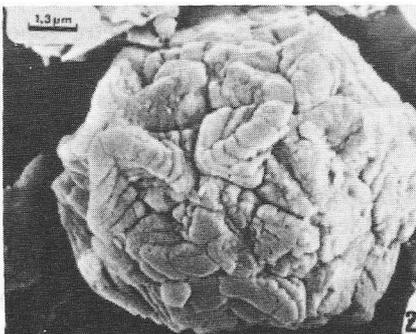
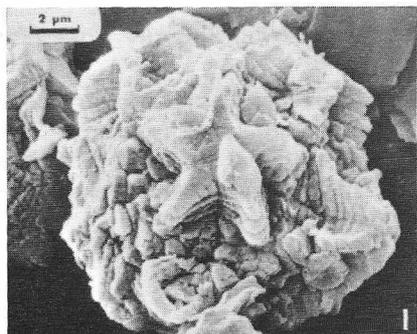
FIG. 2. — Rapports et différences entre *B. africana* et *B. orthia*.
Similarities and differences between B. africana et B. orthia.

PLANCHE 1 — PLATE 1

Braarudosphaera africana, Albien supérieur du Cameroun.
Braarudosphaera africana, *Upper Albian from Cameroon.*

- 1, 2, 3, 5. Coques de *B. africana* observées au M.E.B. Les cônes sont parfaitement visibles. Leur degré variable de conservation permet d'observer, de la base vers le sommet du cône, les différents types de pentalithes.
Coccospheres of B. africana observed in S.E.M. The cones are perfectly visible. Their variable degree of preservation enables the observation of the different types of pentaliths from the base towards the distal end of the cone.
4. Cône isolé observé de profil.
Profile of an isolated cone.
6. Cône isolé observé de face, partie distale dirigée vers l'observateur.
Frontal view of an isolated cone, the distal part facing the observer.

7. Amas de grands cônes de *B. africana*.
Accumulation of large B. africana cones.
- 8, 9. Coques observées en microscopie optique, montrant de longs cônes.
Coccospheres viewed in transmitted light, showing large cones.
10. Coque observée en microscopie optique montrant des cônes plus courts et tronqués.
Coccospheres observed in transmitted light, showing shorter truncated cones.
11. Coque de *B. africana* présentant des cônes très courts, correspondant au type « *quinquecostata* ».
Coccospheres of B. africana showing very short cones corresponding to the « quinquecostata » type.



dire : « Les pentalithes dont on ne saurait faire des espèces distinctes, défi trop flagrant à la réalité »...

La structure des Braarudosphaeraceae fossiles est plus complexe que ne le laisseraient supposer les représentants actuels de la famille.

Les observations faites à propos de *B. orthia* nous conduisent à d'autres réflexions. En effet, les pentalithes distaux des cônes de cette espèce ne sont pas sans évoquer la structure classique d'un autre représentant de la famille : le genre *Micrantholithus*. Trouver ensemble sur un même cône des pentalithes appartenant à deux genres séparés nous amène à nous poser des questions sur la réalité du genre *Micrantholithus*.

Nous rejoignons en cela les idées émises par Janin (1981, 1985 a et b). Les illustrations données par cet auteur (1985 b, pl. 1, fig. 8) relatives à l'espèce *Micrantholithus* cf. *entaster* BRAMLETTE et SULLIVAN sont évocatrices.

Sur un pentalithe de base de type *Braarudosphaera* semblent se succéder des pentalithes de plus en plus étoilés de type *Micrantholithus* (il s'agit seulement d'empreintes). Mais dans ce cas, les cônes sont inversés; les pentalithes de type étoilé sont d'un

diamètre supérieur au pentalithe du type *Braarudosphaera*.

Les niveaux du Kareem d'Egypte, outre leur richesse en *Braarudosphaera*, sont également très riches en *Micrantholithus*. Leur étude approfondie est en cours et fera l'objet d'une prochaine contribution (Lambert et Janin, en préparation).

REMERCIEMENTS

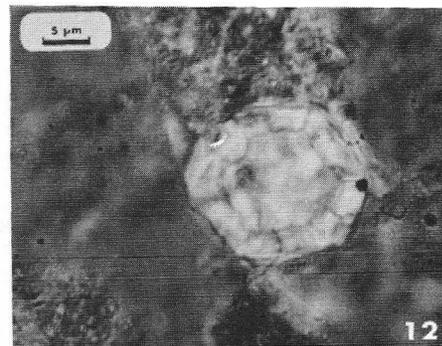
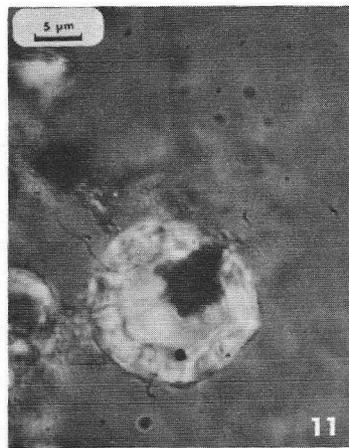
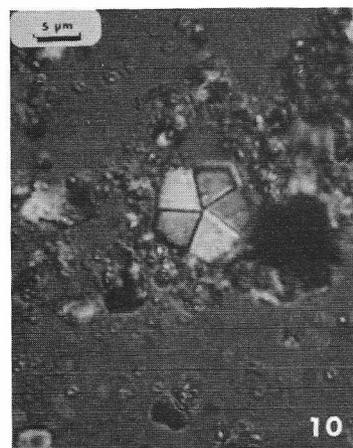
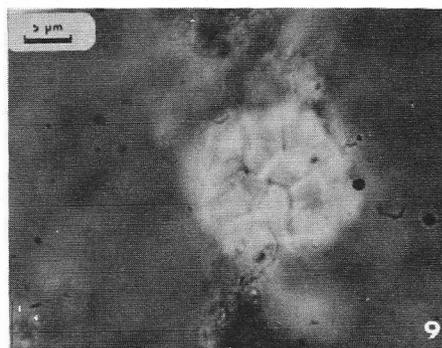
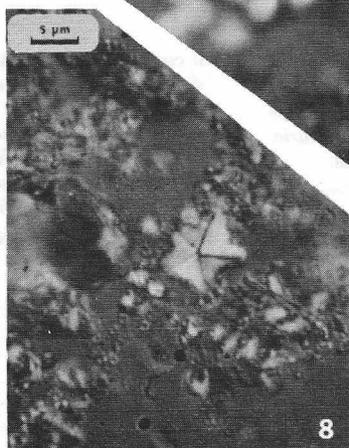
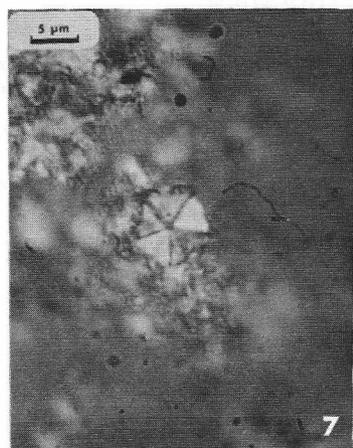
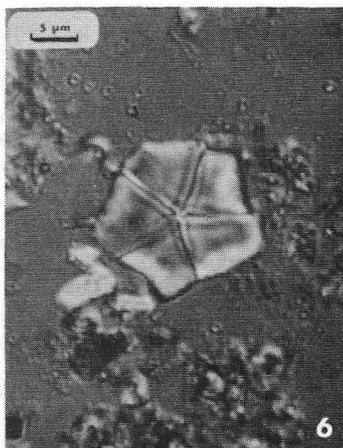
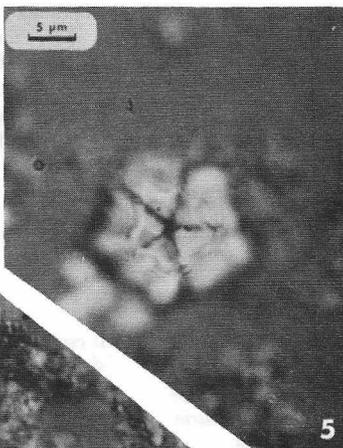
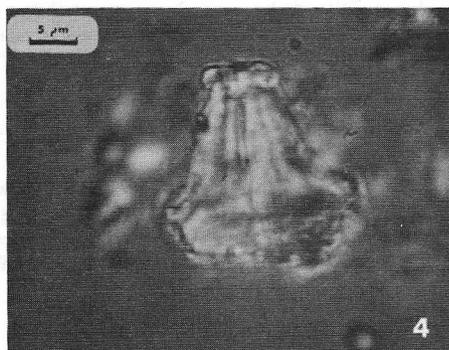
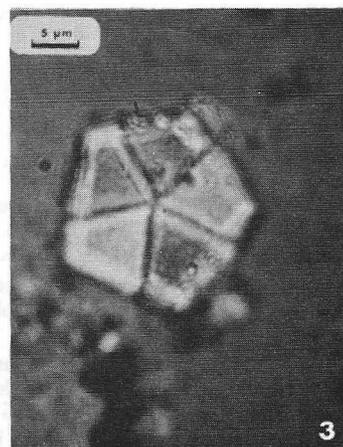
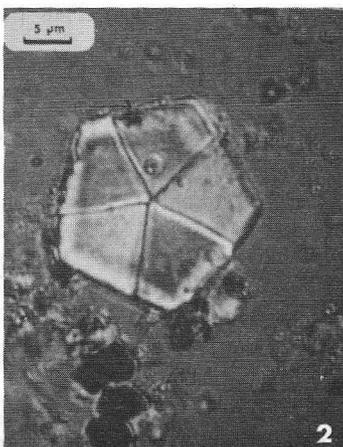
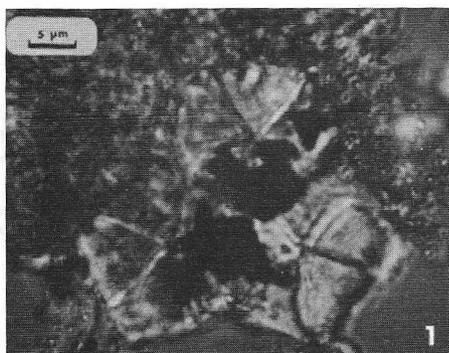
Je remercie Total Exploration Production Cameroun, ainsi que ses associés, d'avoir bien voulu permettre la publication des observations faites sur leur matériel. Tous mes remerciements vont à Denise Noël, du Laboratoire de Géologie du Museum d'Histoire naturelle de Paris, qui a suivi ce travail avec patience et intérêt. Je voudrais également associer le service de microscopie électronique des Laboratoires Exploration (Elizabeth Sellier) ainsi que Marie-Christine Janin du Laboratoire de Stratigraphie comparée (C.N.R.S.-U.A. 319) de l'Université de Paris VI qui ont contribué à ce travail, soit par leur aide technique (M.E.B.), soit par des échanges d'idées.

PLANCHE 2 — PLATE 2

Braarudosphaera orthia, Miocène moyen d'Egypte (Formation Kareem).

Braarudosphaera orthia, Middle Miocene from Egypt (Kareem Formation).

1. *Braarudosphaera orthia* : reste d'une coque. Seuls sont visibles les pentalithes de la base (type *bigelowi*).
Braarudosphaera orthia : remains of a coccosphere. Only the pentaliths from the base are visible (*bigelowi* type).
- 2, 3. Détail d'un pentalithe de base isolé.
a) mise au point sur la face distale (face portant la partie effilée);
b) mise au point sur la face proximale.
Chaque pièce constituant le pentalithe est asymétrique, le bord externe de la pièce est constitué de deux côtés d'inégale dimension.
Detail of an isolated pentalith from the base.
a) focusing on the distal face of the pentalith;
b) focusing on the proximal face of the pentalith.
Each element making the pentalith is asymmetrical, the external edge of an element showing of two sides of unequal dimension.
4. *B. orthia* : cône vu de profil.
B. orthia : profile of the cone.
- 5, 6. *B. orthia* : cône vu de face, partie distale vers l'observateur.
5) mise au point sur le sommet. Avec la réduction de la taille, le creusement du grand côté s'intensifie et le pentalithe terminal devient du type *Micrantholithus*;
6) mise au point sur la base (type *bigelowi*). A noter la tendance au creusement du grand côté du bord externe du pentalithe.
B. orthia : frontal view of cone, distal part facing the observer.
5) focusing at the distal end of the cone;
6) focusing at the base (*bigelowi* type). The following trend of the large side of the external edge of the pentalith is to be noted.
By the reduction in size, the hollowing of the large side is intensified and the terminal pentalith becomes a *Micrantholithus* type.
- 7, 8. Pentalithes distaux de *B. orthia* isolés. Type *Micrantholithus* : l'asymétrie originelle des pièces est cependant toujours perceptible.
Isolated distal pentaliths of *B. orthia*.
Micrantholithus type : the original asymmetry of the elements is however always perceptible.
- 9-12. *Braarudosphaera bigelowi* : Coques associées aux précédentes, de taille plus modeste et apparemment dépourvues de cônes. - 9, 12 : détail d'une coque. 9 : vue tangentielle montrant les pentalithes à pièces asymétriques. 10, 12 : vue équatoriale de la même coque. 10 : pentalithe isolé. 11 : vue équatoriale d'une coque.
Braarudosphaera bigelowi : Coccospheres associated to the precedent ones, smaller in size and apparently without cones. 9, 12 : detail of a coccosphere. 9 : Tangential view showing the pentalith with asymmetrical elements. 10-12 : equatorial view of the same coccosphere. 10 : isolated pentalith. 11 : equatorial view of an other coccosphere.



BIBLIOGRAPHIE

- BLACK M. (1973) : British Lower Cretaceous coccoliths. I. Gault Clay. Part. 2. *Palaeont. Soc. London (Monogr.)*, vol. 127 (537), p. 49-112, pl. 17-33, fig. 39-51.
- BOUCHÉ P.-M. (1962) : Nannofossiles calcaires du Lutétien du Bassin de Paris. *Rev. Micropaléont.*, vol. 5, n° 2, p. 75-103, pl. 1-4.
- BORSETTI A.M. et CATI F. (1972) : Il Nannoplancton calcareo vivente nel Tirreno centro-meridionale. *Giorn. Geol.* (2), XXXVIII, fasc. II, p. 395-452, pl. 39-57.
- BYBELL L.M. et GARTNER S. (1972) : Provincialism among Mid-Eocene calcareous Nannofossils. *Micropaleontology*, vol. 18, n° 3, p. 319-336, pl. 1-15.
- BRAMLETTE M.V. et SULLIVAN F.R. (1961) : Coccolithophorids and related Nannoplankton of the early Tertiary in California. *Micropaleontology*, vol. 7, n° 2, p. 129-188, 14 pl., 1 tabl.
- DEFLANDRE G. (1947) : *Braarudosphaera*, nov. gen., type d'une famille nouvelle de Coccolithophoridés actuels à éléments composites. *C.R. Acad. Sci., Paris*, vol. 225, p. 439-441, fig. 1-5.
- GRAN H.H. et BRAARUD T. (1935) : A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Maine (including observations on hydrography, chemistry and turbidity). *Journ. Biol. Board Canada*, vol. 1, p. 279-467, fig. 1-69.
- HILL M.E. (1976) : Lower Cretaceous calcareous Nannofossils from Texas and Oklahoma. *Palaeontographica*, Abt. B, vol. 156, p. 103-179, pl. 1-15, 10 fig.
- JANIN M.C. (1981) : Etude micropaléontologique de quelques concrétions polymétalliques. *Mém. Sci. Terre, Univ. Curie, Paris*, n° 8122, 187 p. dactyl., 27 pl., 20 fig., 4 tabl.
- JANIN M.C. (1985a) : Biostratigraphie de concrétions polymétalliques de l'Archipel des Touamotou, fondée sur les Nannofossiles calcaires. *Bull. Soc. géol. France*, (8), t. 1, n° 1, p. 79-87, 1 pl., 3 fig., 1 tabl.
- JANIN M.C. (1985b) : Les empreintes de Nannofossiles calcaires cénozoïques des concrétions polymétalliques du Pacifique central (Archipel des Touamotou). *Rev. Micropaléont.*, vol. 28, n° 2, p. 125-137, 3 pl., 5 fig., 1 tabl.
- MARTINI E. (1971) : Standard Tertiary and Quaternary calcareous Nannoplankton zonation. In : A. Farinacci, *Proc. 2nd. Planktonic Conf.*, Rome (1970), Ed. Tecnoscienza, vol. 2, p. 739-785, pl. 1-4.
- NOËL D. (1958) : Etude de Coccolithes du Jurassique et du Crétacé inférieur. *Publ. Serv. Carte Géol.*, Algérie (M.S.), 20, p. 155-196, 8 pl., 3 tabl., Alger.
- PERCH-NIELSEN K. (1979) : Calcareous Nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. Aspekte det Kreide Europas. I.U.G.S. Stuttgart, Ser. A, n° 6, p. 223-272.
- STRADNER H. (1976) : Vorkommen von Nannofossilien im Mesozoikum und Alttertiär. *Erdöl - Zeitschrift*, vol. 77, n° 3, p. 77-88, text-fig. 1-99.
- WISE S.W. and WIND F.H. (1977) : Mesozoic and Cenozoic calcareous nannofossils recovered by DSDP leg. 36 drilling on the Falkland Plateau, SW Atlantic sector of the Southern Ocean. *Initial Rep. Deep sea drill. Proj.*, 36, p. 296-309, 89 pl.

ADDENDUM

Il convient d'ajouter à la liste de synonymie de l'espèce *Braarudosphaera africana* les deux espèces suivantes citées par Wise et Wind en 1977 :

- 1977. — *Braarudosphaera gartneri* n. sp. Filewicz, Wind and Wise, p. 310, pl. 74, fig. 4,5.
- 1977. — *Braarudosphaera minuta* n. sp. Filewicz, Wind and Wise, p. 310, pl. 73, fig. 9-11.

Ces deux espèces représentent des fragments de cônes de *B. africana*.