

Discoastéridées et Coccolithophoridées des marnes oligocènes vaudoises

Autor(en): **Bersier, Arnold**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **60 (1937-1939)**

Heft 248

PDF erstellt am: **17.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-272764>

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.

Discoastéridées et Coccolithophoridées des marnes oligocènes vaudoises

PAR

Arnold BERSIER

(Séance du 7 décembre 1938.)

Introduction. — L'un des plus considérables progrès qu'ait enregistré la Paléontologie au cours de ces dernières années revient sans conteste à l'étude des microorganismes fossiles. Parmi ces derniers, les Protistes flagellés, qu'il convient d'après les travaux de Pascher (18) de placer à la base de divers phyllums d'Algues, prennent de jour en jour une importance grandissante, tant au point de vue biologique que géologique. Dernièrement G. Deflandre (5) exprimait avec certitude que « l'évolution s'est manifestée chez les Protistes tout comme chez les êtres d'organisation plus élevée » et que des fossiles caractéristiques se trouveront sûrement parmi les Flagellés. En 1935, L. Cayeux (1, p. 84) écrivait à propos d'un de leurs groupes, les Coccolithophoridées: « Peut-être en pourrait-on tirer des éléments de différenciation très sensibles pour repérer des horizons dans une série sédimentaire ». C'est une préoccupation de cet ordre qui a inspiré le présent travail.

Mais le prix dont il faut payer cette conjecture, c'est l'enrichissement considérable de la documentation actuelle, encore par trop insuffisante. On ne tarde guère à constater, en effet, en passant à l'application pratique de cette formule, la pauvreté du bagage systématique réellement acquis jusqu'à ce jour au sujet des Flagellés fossiles. Et déjà pourtant leur diversité, leur hétérogénéité s'avèrent immenses. Il est donc nécessaire, avant tout, d'accumuler des observations élémentaires, et l'évident intérêt des géologues est d'y participer activement.

A vrai dire, on connaît ces organismes planctoniques depuis près d'un siècle, depuis que C.-G. Ehrenberg, un remarquable observateur, eût révélé leur existence dans de nombreux

sédiments de divers points du globe et particulièrement du pourtour de la Méditerranée. Pourtant, malgré l'ardeur qu'il mit à dessiner et publier ses découvertes, son imposante « Mikrogeologie » (7) parue à Leipzig en 1854, qui demeure la plus importante référence des protistologistes, ne parvint pas à susciter de nouvelles études chez les savants de son temps. Pendant des décades, aucune suite ne fut donnée à ce brillant début. Peu à peu cependant, diverses campagnes océanographiques et de nombreuses observations isolées, apportèrent leur appoint à la connaissance du microplancton actuel et ancien. Mais il faut arriver à ces derniers temps pour voir réellement renaître la Paléontologie des Flagellés grâce surtout aux travaux de O. Wetzel (27, 28, 29) et de G. Deflandre (5, 6, et divers) concernant principalement la riche microflore des silex. Au cours de ses remarquables études, ce dernier a mis au point des méthodes et procédés de recherches d'une grande fécondité.

* * *

S'il est une formation dont la stratigraphie se montrée ardue et réfractaire aux méthodes habituellement usitées dans les repérages d'horizons, c'est bien l'épaisse accumulation molassique, remplissage rapide et mouvementé de la dépression qui dès l'Oligocène se creusait au front des Alpes. Pourtant l'étude des phases sédimentaires de cette avant-fosse et de la tectonique qui leur est liée, et partant la recherche des critères de différenciation assez subtils dans la chronologie des dépôts, est d'une trop grande signification dans l'histoire de l'orogénèse alpine pour qu'on ne tente pas de la préciser davantage, fût-ce au prix de méthodes délicates.

C'est dans ce but que nous avons entrepris depuis deux ans d'y déceler l'existence de Flagellés. De prime abord les résultats furent plutôt négatifs, et il est juste de dire que les perspectives escomptées apparaissent fort lointaines, encore que les présentes observations ne soient qu'une ébauche. Mais de toutes les méthodes micrographiques dont nous tentons l'application à la Molasse, celle-ci nous paraît une des moins vaines. A défaut de conclusions précises, elle a néanmoins abouti à montrer la présence, d'une manière générale, d'une microflore jusqu'ici ignorée dans la série oligocène suisse.

Méthode de recherche. — La découverte de ces infiniment petits, dont la taille est ordinairement de 5 à 20 microns, nécessite la mise en œuvre de procédés d'enrichissement, à

défaut desquels les recherches sont longues et souvent infructueuses.

Les organismes cités plus loin doivent se trouver de préférence dans les calcaires. Mais il est impossible, faute d'une technique efficace, de les séparer de la gangue de ces roches et de les concentrer. De plus, les calcaires sont rares dans la série sédimentaire étudiée. Nos investigations ont donc porté sur les marnes qui se prêtent aisément à une séparation des organismes et à une concentration. Cette dernière opération est rendue obligatoire par la dissémination et la rareté des exemplaires fossiles.

La *dissociation* est obtenue par ébullition de 3-4 grammes de marne dans environ 300 cm³ d'eau. Pour obtenir un effet maximum sans endommager les organismes, qui peuvent se rompre et surtout se dissoudre, et pour débarrasser la marne, par décantation, d'une partie de ses colloïdes dont la présence entrave considérablement, lors du classement, la chute des grosses particules à éliminer, il convient de procéder par ébullitions successives. La première durera environ deux heures, la seconde et la troisième seront d'un quart d'heure chacune. Chaque ébullition est suivie d'une décantation d'une à deux heures, après quoi le liquide en excès, chargé de colloïdes argileux, est retiré avec une pipette. Nous avons proscrit l'eau distillée; une eau dure ordinaire, bouillie, conviendra mieux; on peut éventuellement la charger d'un ion commun au carbonate de chaux, tout ceci pour éviter les corrosions.

La *concentration* se fait ensuite par hydroclassement suivant le procédé perfectionné par M. E. Joukowski¹. Nous avons utilisé à cet effet soit l'hydroclasseur de Joukowski², soit un tube assez analogue, un peu simplifié, de notre construction. Les particules de la matière à examiner sont ainsi triées en fractions successives par leur vitesse de chute à travers une colonne d'eau de 1 m. Les organismes ont une vitesse particulière, fonction de divers facteurs dont le principal est leur dimension; ils se trouvent donc pour la plupart réunis dans des fractions qui, pour ceux que nous décrivons ici, correspondent pratiquement à des temps de 3 à 18 heures.

¹ M. E. Joukowski a bien voulu nous faire bénéficier de son expérience, ce dont nous le remercions vivement.

² Voir la description de cet appareil in : E. JOUKOWSKI : Un hydroclasseur à milieu liquide immobile. *C. R. Soc. Phys. et Hist. nat.*, Genève, 1931, Vol. 42, n° 2, p. 109-112 et E. JOUKOWSKI et L. CHARREY : Même titre, *ibid.*, 1933, Vol. 50, n° 3, p. 209-211.

Un premier classement débarrasse des grosses particules indésirables. On réunit ensuite toutes les fractions intéressantes et l'on procède de même, après une courte ébullition, à un second classement qui améliore les résultats du premier et dont on ne conserve que les fractions riches. Il va de soi qu'on multiplie les chances de succès en groupant pour ce second classement non pas les fractions riches d'un seul, mais de plusieurs échantillons de la même marne hydroclassés séparément. Finalement, et même si l'on se limite à un seul classement, on se trouve en présence, non plus des grains hétéroclites d'un simple frottis, mais de particules de tailles très voisines, et le tri oculaire qui suivra en est grandement facilité. Le couvre-objet, en particulier, ne bute plus sur des fragments trop volumineux et c'est grand avantage pour l'usage des objectifs à très court foyer.

On voit qu'au total ces manipulations sont assez longues; la pratique permet cependant de n'y point consacrer un temps trop considérable. On réservera celui-ci à l'examen souvent fastidieux des préparations de boues hydroclassées, il en nécessite beaucoup et la fatigue qui résulte pour l'œil de la recherche systématique de corpuscules souvent informes et corrodés est au début l'un des plus sérieux inconvénients de cette étude. De plus, nous ne dissimulerons pas que le résultat est souvent décevant. Encore le nombre des organismes vraiment identifiables dépasse-t-il rarement quelques exemplaires par échantillon.

Nous décrirons maintenant les espèces identifiées appartenant aux deux groupes de Flagellés les mieux représentés dans les marnes oligocènes vaudoises, où ils sont calcitisés.

A. **Discoastéridées** (*incertae sedis*).

(Tan Sin Hok, 1931, 24).

L'ignorance où nous sommes encore de la biologie de ces êtres fait que les seuls caractères morphologiques de leurs squelettes discoïdes ou étoilés interviennent dans les tentatives de classification. La dispersion de la littérature qui leur est consacrée, tenant elle-même à l'incertitude de leur position systématique, les divergences, en ce qui les concerne, de classification et de dénomination, nous obligent à passer en revue quelques documents importants et à exposer le principe de classification adopté ici.

Ehrenberg qui les découvrit en 1844 les considéra en premier lieu comme des corps cristallins inorganiques en les groupant sous le nom général de « Kalkerdige Crystalldrusen ». Il les introduisit plus tard, soupçonnant leur nature organique, dans son groupe hétéroclite des *Actiniscus*, en conservant toutefois la première dénomination pour certains d'entre eux qui font maintenant nettement figure de *Discoaster*. Ils furent de même décrits par la suite, par divers auteurs, sous le nom de « Crystalloïds » inorganiques.

En 1876, K.-A. Zittel (30, p. 560) assimila les Crystalldrusen d'Ehrenberg à des spicules d'Holothuries. F. Schütt (23), en 1895, montra qu'une partie des *Actiniscus* d'Ehrenberg sont des *Dinoflagellés* du g. *Gymnaster*.

La première tentative de classification fut entreprise par Tan Sin Hok en 1931 (24), qui donna à ces particules organiques le nom de *Discoaster*, substitué au g. *Actiniscus* devenu caduc à la suite de la découverte de Schütt. Loin d'être comparables aux spicules d'Holothuries, ils doivent être considérés comme des pièces squelettiques dissociées, formant originellement la carapace d'un monocellulaire inconnu, à la manière des *Coccolithes*, « auquel l'avenir les réunira peut-être » nous dit G. Deflandre (5, p. 44) qui adopta en 1934 (4) le terme créé par Tan Sin Hok.

Enfin, en 1934, Paréjas (17) décrivit les plus anciens *Discoaster* connus du Crétacé supérieur, sous le nom provisoire d'*Actiniscus*.

Trois genres ont été établis par Tan Sin Hok d'après la liaison des rayons (*rays*, *arms*, bras ou pétales des auteurs) entre eux: *Helio-Discoaster* comprend les exemplaires en rosettes; *Eu-Discoaster* a des rayons distincts les uns des autres dès le centre de l'étoile; *Hemi-Discoaster* a des rayons groupés 3 par 3 par leurs bases. Les espèces sont caractérisées par le nombre des rayons qui va de 3 à 21, mais ce caractère n'est pas absolu puisque *D. Barbadiensis* Tan, réunit des individus comptant de 11 à 21 rayons. Enfin les variétés se distinguent par la forme de l'extrémité des rayons.

Il ne s'agit là que d'un essai; d'ailleurs G. Deflandre (5, p. 47) a montré depuis lors que les figures formées par la réunion des rayons vers le centre ne sont pas pareilles sur les deux faces de l'étoile. Aussi, par souci de simplification et suivant en cela Tan Sin Hok dans la légende de ses figures, nous bornerons-nous ici au seul terme de *Discoaster* sans

distinction entre Helio- et Eu-Discoaster, les deux seuls genres auxquels pourraient prétendre appartenir nos exemplaires. Rappelons, à la suite de G. Deflandre, que les Discoaster découverts à l'état fossile sont soit en aragonite (Tan), soit en calcite ou silice (Paréjas). Ils sont connus dès le Crétacé à travers toute la série tertiaire et récente et paraissent vivre encore actuellement puisqu'ils ont été reconnus dans une vase à Globigérines de l'Atlantique (25). Tan Sin Hok en a dénombré approximativement 5 500 000 par mm³ dans un calcaire des îles de la Sonde. Ils sont, d'après lui, exclusivement marins. Mais E. Joukowski (11) a signalé récemment leur présence dans le glacio-lacustre du lac de Genève¹.

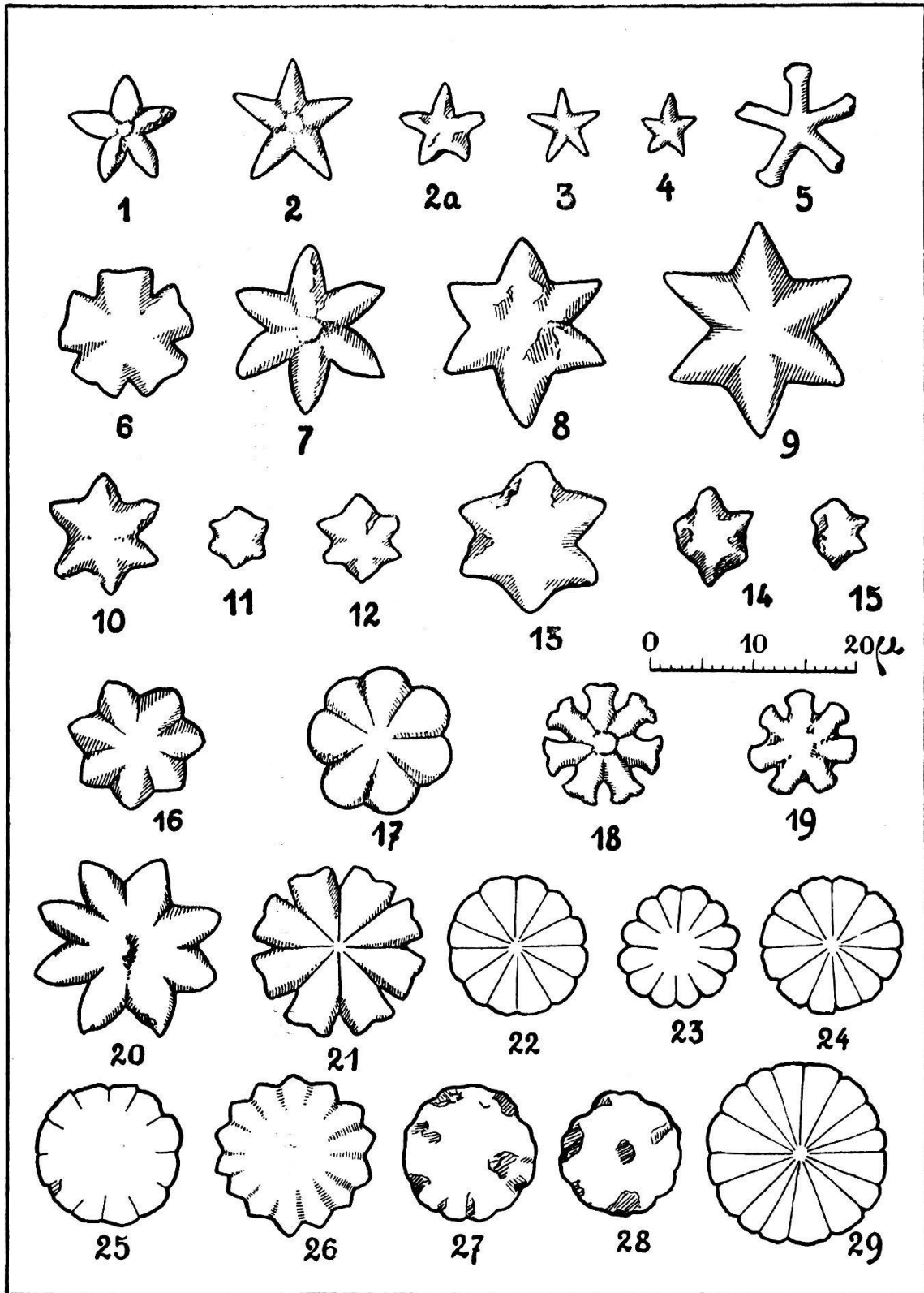
Discoaster quinarius, Ehr.

Fig. 1-6. Localités e, g, i, o, q.

La première citation et la description de cette espèce, en 1844, revient à Ehrenberg. Plus tard il en figure un exemplaire (7, Pl. 19, fig. 46) observé dans l'argile plastique néogène d'Egine (Archipel grec). Paréjas a découvert diverses formes de cette espèce dans le Crétacé supérieur des Brasses en Haute-Savoie (17, p. 102, fig. 3-6). De l'une d'elles aux rayons élargis vers l'extérieur, il a fait la variété α . Tan Sin Hok a figuré en 1927 (25, fig. 14) la var. γ d'*Eudiscoaster pentaradius*, l'une des variétés trouvées par lui dans le Pliocène de Rotti (Moluques), dont le nom d'espèce, qui lui revient, nous paraît devoir tomber en synonymie avec *quinarius*, Ehr.

Les exemplaires observés par nous se rapprochent beaucoup par la forme des rayons de *D. stella*. Indépendamment du nombre des rayons, il existe pour ces deux espèces une parenté morphologique certaine. On rencontre des formes à rayons pointus lancéolés (fig. 1, loc. g), pointus coniques à sommets plus ou moins effilés (fig. 2-3, loc. i et g) ou inégalement développés (fig. 4, loc. o), avec quelquefois des traces de dissolution et de corrosion plus ou moins avancées (fig. 2 a, loc. q). Les commissures ou lignes d'intersection des

¹ M. E. Joukowski vient de publier d'autre part (E. JOUKOWSKI et J.-PH. BUFFLE; Constitution physique et chimique des sédiments du Lac de Genève. *Mém. Soc. phys. et hist. nat. Genève*, Vol 41, fasc. 4, 1938, pp. 415-466, Pl. 14-20) les résultats de ses minutieuses recherches micrographiques sur les sédiments lacustres, avec de nombreuses microphotographies de Coccolithes et d'« organismes calcaires étoilés » dont certaines formes sont très proches des *Discoaster* décrits ici.



Discoastéridées.

- FIG. 1-4. — *Discoaster quinarius*, Ehr.
 FIG. 5. — *D. quinarius*, Ehr., var. α .
 FIG. 6. — *D. quinarius*, Ehr., var. δ .
 FIG. 7-15. — *D. stella*, Ehr.
 FIG. 16-19. — *D. Colleti*, Par.
 FIG. 18. — *D. Colleti*, Par., var. γ .
 FIG. 20. — *D. Hilli*, Tan.
 FIG. 21. — *D. Hilli*, Tan. var. β .
 FIG. 22-29. — *D. Barbadiensis*, Tan.

rayons entre eux sont de netteté variable. Généralement prononcées, elles semblent parfois s'effacer, et les rayons se relient par surfaces courbes. Cette apparence peut, il est vrai, résulter d'une dégradation ou corrosion.

Variété α : La fig. 5 (loc. i) représente un individu à rayons cylindriques terminés par un épaississement en forme de bourlet globulaire. Ce caractère, suivant les règles de Tan (25, p. 415), permet de le distinguer comme var. α .

Variété δ : L'exemplaire de la fig. 6 (loc. e) à extrémités non épaissies, pourvues d'une encoche, pourrait être, suivant les règles de Tan, et si l'on ne tient compte que de ce dernier caractère, la var. β . Cependant la forme en pétale nettement accusée des rayons nous incite à le rapporter de préférence à la var. δ . En réalité, il représente plutôt un terme de passage.

Discoaster stella, Ehr.

Fig. 7-15. Localités a, d, j, p, r.

Cette espèce est la plus fréquente dans nos marnes oligocènes. Ehrenberg l'a créée pour les *Actiniscus* à six rayons. Il en a figuré dans sa « *Mikrogeologie* » un certain nombre d'exemplaires à vrai dire bien divers avec l'idée nettement exprimée que quelques-uns d'entre eux pouvaient être rattachés au genre *Dictyocha*, dont il fut aussi l'auteur, c'est-à-dire aux Silicoflagellés tels que les a définis R. Hovasse en 1932 (10). Pourtant certaines de ses figures (*Mikrogeologie*: Pl. 21, fig. 48 a, b et probablement c; Pl. 20, fig. 47 a et b; Pl. 22, fig. 52 — le plus petit exemplaire) nous paraissent sans aucun doute représenter des Discoastéridées à six branches.

Paréjas a enrichi l'iconographie de l'espèce en groupant sous ce nom des formes extrêmement diverses d'*Actiniscus* du Crétacé sup. de Haute-Savoie (17, fig. 9-15, 17-19) et de l'île d'Elbe (*ibid.*, fig. 7, 8 et 16) dont les unes sont nettement étoilées, comme celles d'Ehrenberg, d'autres se rapprochant beaucoup des Discoastéridées en rosette.

Tan Sin Hok (25), pour les *Discoaster* à six rayons du Pliocène des Moluques, a créé l'espèce *Brouweri* qui, par la définition même que donne cet auteur du genre *Eu-discoaster*, tombe en synonymie avec *stella*, non pas qu'Ehrenberg ait décrit ou figuré ses *Actiniscus stella* avec un soin comparable à celui que Tan a voué aux *Eu-discoaster Brouweri*, mais il est certain que les figures d'Ehrenberg peuvent être sans autre

rapportées à ce genre; son espèce a donc priorité. Paréjas a d'autre part usé de cette dénomination pour des formes semblables à celles de Tan et d'Ehrenberg (comparer fig. 16 à 19 Par. et fig. 5 Tan; fig. 15-16 Par., fig. 5 Tan, et Pl. 21, fig. 48 a et b de la *Mikrogeologie*). Nous nous en rapporterons donc ici à Tan pour le genre et à Ehrenberg pour l'espèce.

Ajoutons que cette espèce est fort reconnaissable dans les fig. 1 et 2 de Jukes-Browne et Harrison (12), qui l'ont rencontrée dans un dépôt océanique pliocène des Barbades. Par tous ses individus décrits, y compris les nôtres, elle peut être rangée dans le g. *Eu-discoaster*, Tan, à la définition duquel elle satisfait tant par sa forme étoilée que par la distinction nette des rayons jusqu'au centre du corpuscule.

Les *Discoaster* de nos marnes oligocènes sont de formes variées. Il en existe à rayons lancéolés (fig. 7, loc. j), à rayons coniques ou arrondis, réguliers ou inégalement développés (fig. 8, loc. d), à commissures nettes (fig. 9, loc. a) ou effacées (fig. 10, loc. p et fig. 11, loc. a). Un marno-calcaire assez riche (loc. r), puisqu'il a permis l'observation d'une dizaine d'exemplaires, montre d'une manière frappante l'effacement progressif de la forme originale par corrosion ou usure (fig. 12-15). On arrive à identifier de la sorte des individus altérés comme celui de la fig. 15 qui ne peuvent être rattachés que par continuité à un *Discoaster*. Il est impossible de faire plus loin le départ entre grain calcitique et corpuscule organique. Une foule de particules calcaires des marnes n'ont peut-être ainsi d'autre origine qu'un fragment squelettique corrodé.

Discoaster Colleti, Par.

Fig. 16-19. Localités t, u.

Des *Actiniscus* en plaquette étoilée à sept rayons pointus ou arrondis ont été décrits par Paréjas (17, p. 103, fig. 20-24) qui a établi pour eux cette espèce, dans le Crétacé sup. de Haute-Savoie et de l'île d'Elbe. Le même auteur cite pour ces deux localités une variété α en rosette à pétales arrondis ou séparés qui, d'après les règles de Tan, nous paraît plutôt devoir être considérée comme variété δ . C'est à notre connaissance la première désignation¹ de cette espèce et nous l'adopterons

¹ Ehrenberg, parmi ses «*Crystalldrusen*», en a observé un exemplaire dans un calcaire des Catacombes de Thèbes (7, Pl. 24, fig. 67).

pour cette raison. Nous avons à citer ici des exemplaires se rapportant à ce type et à l'une de ses variétés.

La *fig. 16* (loc. t) représente un type à rayons pointus non décrit jusqu'ici. Mais le type le plus fréquent est celui de la *fig. 17* (loc. t) à extrémités arrondies, se rapprochant beaucoup des *Discoaster* en rosette.

Variété γ : Cette variété est nouvelle (*fig. 18*, loc. u, seul exemplaire observé), on peut cependant la rapprocher de la *fig. 22* de Paréjas, et de l'un des exemplaires de Joukowski (11). Elle possède des rayons épaissis et ramifiés et répond comme telle à la désignation de variété de Tan. La ramification est à peine indiquée, et dans un autre exemplaire un peu différent (*fig. 19*) appartenant au même gisement, elle paraît inexistante. Ce dernier, à vrai dire corrodé, se rapprocherait ainsi de la var. α , Tan.

Discoaster Hilli, Tan.

Fig. 20-21. Localités d, j.

Nous rangerons dans cette espèce trois exemplaires observés se rapprochant du « *Crystalloïd* » découvert dans la craie pliocène de la Barbade (Antilles) par Jukes-Browne et Harrison (12) et figuré par eux, et d'après lequel Tan a établi cette espèce, bien que les rayons en soient plus courts, plus irréguliers et aigus (*fig. 20*, loc. j).

Variété β : Un seul exemplaire (*fig. 21*, loc. d) possède des rayons cylindriques à extrémités pourvues d'encoches. Il constitue donc la variété β au sens de Tan, qui, à notre connaissance, n'avait pas encore été observée.

Discoaster Barbadiensis, Tan.

Fig. 22-29, Localités a, f, g, h, t.

Plusieurs de nos organismes sont à ranger dans cette espèce. D'aspect nettement étoilé, à rayons irréguliers, ils se rapprochent pourtant beaucoup, dans quelques cas, de la forme en rosette. Des formes semblables ont déjà été reconnues par Ehrenberg qui les cite sous le nom général de « *kalkerdige Crystalldrusen* » dans des calcaires marins de l'Anti-Liban (7, Pl. 25, fig. B 13 et 15, formes à 14 rayons) et des Catacombes de Thèbes (*ibid.*, Pl. 24, fig. 67 b, c, d, formes à 10, 14 et 15 rayons).

Jukes-Browne et Harrison (12, p. 178) en ont découvert en quantité énorme dans les dépôts océaniques crayeux de la Barbade (formes à 11 et 21 rayons avec nucléus central très saillant). Tan Sin Hok, se rapportant à cette description, a créé l'espèce sus-mentionnée comprenant toutes les formes à nucléus comptant de 11 à 21 rayons. La variété *Bebalaini* du même auteur est réservée aux individus de l'espèce dépourvue de nucléus, ou à nucléus réduit, ce qui paraît être le cas général des nôtres, de même que celui des « Crystalldrusen » d'Ehrenberg.

En 1934, Paréjas créa l'espèce *Vernandi* pour un *Actiniscus* en « rosette à douze pétales acuminés-arrondis, séparés, d'un diamètre de $16\ \mu$ ». Cette définition et la figure qui l'accompagne (17, fig. 32, à rapprocher de la fig. 4 de Tan Sin Hok) ne laissent subsister aucun doute à cet égard: *A. Vernandi*, Par. tombe en synonymie avec *D. Barbadiensis*, Tan (25, p. 415). Cette espèce du Pliocène des Barbades et des Moluques existait donc déjà au Crétacé sup.

Les exemplaires observés ici comptent de manière très habituelle 13 et 14 rayons (fig. 22 à 28, loc. t-t-f-a-h-g-h). Un seul possède 16 rayons (fig. 29, loc. a). On observe quelquefois une grande diversité dans l'épaisseur des rayons, mais le plus fréquemment la symétrie de la rosette est parfaite. L'extrémité des rayons est plus souvent arrondie, surbaissée qu'acuminée (fig. 26).

B. Coccolithophoridées.

Mieux connu que le précédent, ce groupe de Calciflagellés tient une place énorme dans le microplancton des mers actuelles. Sa biologie et sa systématique sont assez avancées grâce surtout aux travaux de Wallich (26), Murray et Blackmann (16), Schiller (19, 20, 21), Kamptner (13). Nous nous bornerons donc à rappeler que les Coccolithophoridées, appartenant aux Crysoptycées, ont un corps monocellulaire à deux flagelles, pourvu de deux chromatophores et comportant une enveloppe extérieure gélifiée. Dans cette enveloppe ou à sa surface sont fixés de petits disques ou plaquettes ellipsoïdales de calcaire: les *coccolithes*, mesurant de 2 à $30\ \mu$ de diamètre, qui portent des noms particuliers suivant qu'ils sont perforés ou non, munis de tubes courts ou longs. La classification de Lohmann (14) pour les Coccolithophoridées ac-

tuelles est entièrement basée sur les caractères spécifiques caractéristiques des coccolithes. Leur fonction de fixateurs du carbonate de chaux est des plus considérables. Une part prépondérante leur revient dans la genèse des calcaires et surtout des craies; Gümbel (8) en a dénombré 800 000 par mm³ dans une marne éocène. Pourtant leur rôle géologique est encore fort mal connu. Les travaux de Gümbel, de Dangeard (2, 3), de Tan Sin Hok (24) montrent leur existence au Cambrien, Trias, Jurassique, à l'Eocène, Oligocène et au Pliocène, mais leur évolution n'est pas encore éclaircie.

Les espèces rapportées ici n'ont pas été observées à l'état de Coccosphères (ensemble du revêtement de coccolithes), mais seulement de coccolithes dispersés, cas le plus habituel dans les sédiments.

I. SYRACOSPHAERINÉES.

Pontosphaera (Lohmann, 14, p. 129) sp.

Fig. 30-32. Loc. a, c, d, g, h, j, q, r.

De très nombreux coccolithes imperforés (discolithes), très généralement elliptiques, presque circulaires parfois, de dimension particulièrement petite, puisque leur diamètre est compris entre 2,5 et 5 μ , à bord épaissi ou à bourrelet saillant, sont à ranger dans ce genre. Seule l'observation de leur coccosphère pourrait permettre d'un préciser l'espèce. Pourtant, d'après les descriptions et figures de Lohmann, on peut supposer avoir affaire ici à *P. pellucida* ou *P. Huxleyi*, deux espèces actuelles de Syracuse, découvertes déjà à l'état fossile par Tan Sin Hok (24) dans le Pliocène de Rotti (Moluques), et, pour la seconde seulement, en Limagne par L. Dangeard (3).

Syracosphaera Schilleri, Kamptner (13, p. 179).

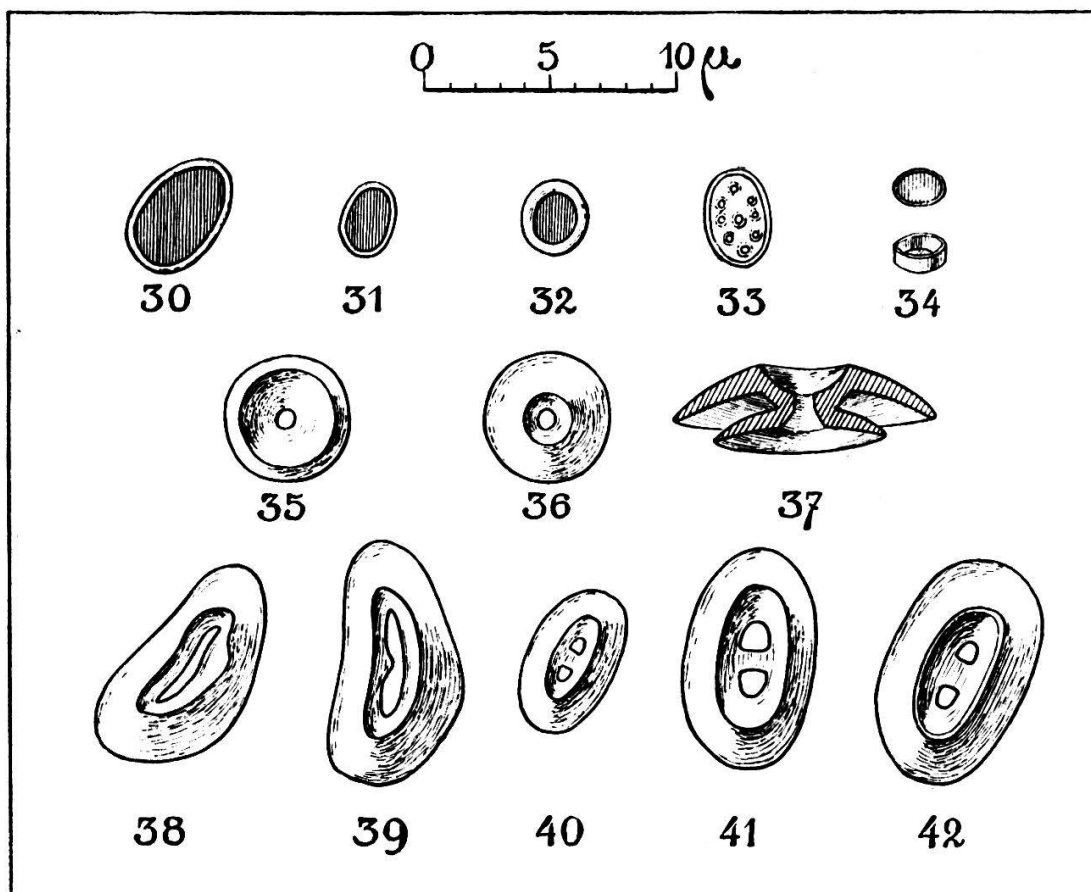
Fig. 33, loc. i.

Coccolithes elliptiques de 3 à 4 μ de diamètre, avec bourrelet marginal, perforés par une série de pores concentriques, au nombre de 6 à 8, à centre plein ou muni d'un ou de deux pores. Les pores sont circulaires et pourvus d'un faible bourrelet. Observée par Kamptner dans l'Adriatique au large de Raguse. Rare.

Calyptrorphaera (Lohmann, 14, p. 135) *sp.*

Fig. 34. Loc. b, k, m, s.

Quelques discolithes minuscules, de 2 à 3 μ de diamètre, à bourrelet relevé en forme d'écuelle à fond plat, correspondent à la définition des coccolithes des deux espèces (*globosa* et



Coccolithophoridées.

I. SYRACOSPHAERINÉES.

FIG. 30-32. — *Pontosphaera* (*sp.*), Lohmann.

FIG. 33. — *Syracosphaera Schilleri*, Kamptner.

FIG. 34. — *Calyptrorphaera* (*sp.*), Lohmann.

II. COCCOLITHOPHORINÉES.

FIG. 35-36. — *Coccolithophora leptopora*, Murr. et Blackm.

FIG. 37. — *Coccolithophora leptopora* (Section d'après Murr. et Blackm.).

FIG. 38-39. — *Coccolithophora Wallichi*, Lohmann.

FIG. 40-42. — *Coccolithophora pelagica*, Wallich.

oblonga) que Lohmann a rapportées à ce genre. Ici encore c'est au genre qu'il convient de limiter la détermination faute d'observations sur la forme d'ensemble du revêtement.

II. COCCOLITHOPHORINÉES.

Coccolithophora leptopora, Murr. et Blackm. (16).

Fig. 35-36. Loc. a, c, d, g, l, n, t.

Placolithes ronds avec pore central rond. Diamètre 3 à 12 μ . Espèce de l'Atlantique et de la Méditerranée et des boues du Pacifique. Fréquente dans les marnes vaudoises.

Coccolithophora Wallichi, Lohmann (14, p. 138).

Fig. 38-39. Loc. a, j.

Placolithes elliptiques de forme irrégulière, de 9 à 10 μ , à perforation mince et allongée, avec étranglement irrégulier, plus ou moins prononcé, simulant parfois deux pores. Citées par Lohmann au large de Syracuse. Rare.

Coccolithophora pelagica, Wallich (26).

Fig. 40-42, Loc. a, c, e, f, g, i, j, o, r, s, u.

Placolithes elliptiques de forme généralement bien régulière, à disque basal et disque externe réunis par un court canal. Les deux pores centraux dessinent une ellipse recoupée par un septum transversal. Le grand diamètre, d'après Lohmann (14, p. 139), est de 3 à 25 μ . Les longueurs observées ici sont comprises entre 6 et 12 μ .

De tous les coccolithes rencontrés, ceux de cette espèce sont de beaucoup les plus fréquents. Par hydroclassement, il est possible d'en concentrer parfois une centaine d'exemplaires par préparation.

D'après Lohmann et divers auteurs, cette espèce abonde dans les océans Indien et Atlantique; on la trouve également dans les boues à Globigérines à la latitude de l'Islande et du Groenland. Elle n'a pas été observée en Méditerranée.

Conclusions. — Les précédentes analyses indiquent que malgré la rareté des Flagellés des deux groupes décrits, il devient possible, par le procédé de concentration utilisé, d'obtenir

dans une série sédimentaire considérée comme stérile même à l'examen microscopique brut, un nombre intéressant de microfossiles déterminables et utilisables en stratigraphie. Il reste à connaître dans quelle mesure les particularités paléontologiques de ces êtres permettent de les rattacher à un horizon précis, et c'est encore le domaine de l'avenir.

Pour l'instant, bornons-nous à constater que certaines des espèces déterminées ici datent pour le moins du Crétacé, que d'autres ont été reconnues au Miocène, au Pliocène et dans les dépôts marins actuels. Mais il faut considérer d'autre part que les critères spécifiques actuellement usités sont extrêmement grossiers. Nombre de caractères morphologiques dont la subtilité nous échappe, permettront sans doute, à la faveur d'améliorations de l'optique microscopique, encore insuffisante, de perfectionner leur systématique et leur phylogénie. A cet égard, l'essor grandissant de la protistologie paléontologique autorise bien des espoirs.

Indépendamment de leur importance stratigraphique, que déduire dans le domaine de la paléocologie et de la paléogéographie du bassin, de l'existence de ces protistes, à l'exclusion, dans la plupart des cas, de toute autre trace organique ?

Remarquons immédiatement que les observations actuelles portant sur les espèces citées plus haut nous montrent qu'elles sont marines. Or ces couches oligocènes sont habituellement considérées comme limniques. Mais trop d'indices à notre gré permettent de mettre en doute cette attribution de faciès pour que nous basions sur elle l'affinité dulcicole de ces Flagellés. Au contraire et plus logiquement, c'est de ces derniers que nous attendons un argument de faciès. L'existence simultanée dans certaines de ces marnes de *Chara*, de *Cypris*, de *Cérithes*, n'est pas pour renforcer la thèse de l'eau douce; il s'agit là de genres à affinités ambiguës, euryhalines ou saumâtres, et semblable milieu sous-entend une connexion marine.

Ici s'impose une comparaison avec les quelques chiffres connus au sujet de l'importance de ces protistes dans le microplancton ancien et actuel. Si nos connaissances sur les Discoastéridées actuelles ne dépassent pas leur découverte dans les boues à Globigérines de l'Atlantique (sont-elles en régression ou ont-elles échappé aux investigations?), nous savons au moins que leur importance paléontologique fut grande; Tan Sin Hok (25, p. 412) rapporte qu'il en existe approximativement 5 500 000 exemplaires fossiles par mm^3 (soit $55 \cdot 10^{14}$ par m^3) dans un calcaire de Bebalain (une des Moluques, archipel ma-

lais). Les Coccolithophoridées, qui sont un des groupes organiques les mieux représentés actuellement puisque d'après Lohmann (14, p. 157) les eaux marines en contiennent près d'un million d'individus par mm^3 (en mai, devant Syracuse), ne paraissent pas avoir joué précédemment un moindre rôle puisque dans une marne calcaire éocène Gumbel (8) en a compté 800 000 par mm^3 . L. Dangeard (2 et 3) a montré que les lits de randanite de Limagne, à peine plus anciens que nos sédiments, sont formés presque exclusivement de coccolithes.

Si ces Flagellés ont vécu dans les eaux de la Molasse, s'ils sont autochtones dans le sédiment, le plus surprenant n'est plus dès lors leur présence sporadique, mais bien leur *rareté*.

La raison de celle-ci ne peut pas être la bathymétrie du bassin: si les Coccolithophoridées trouvent les conditions de développement les plus favorables à une profondeur comprise entre 20 et 80 m., elles abondent néanmoins en surface (14, p. 153), selon une règle habituelle à la plus grande masse du phytoplancton. Faut-il faire intervenir plutôt la pollution des eaux molassiques du temps que se sédimentaient les marnes, suivant en cela d'anciens auteurs qui lui attribuèrent la stérilité assez générale du bassin en fossiles? Il semble bien que les lits riches en Coccolithes soient liés aux dépôts des bassins à eaux pures. Mais n'est-ce point là simple affaire de vitesses relatives de sédimentation, l'abondance des particules argileuses clairsemant les microorganismes? On pourrait admettre qu'une partie de ces corpuscules a été dissoute et intégrée à la substance calcaire des marnes; ce serait pourtant faire intervenir une loi d'exception pour ceux d'entre eux qui, dans les mêmes marnes, sont si nettement conservés.

Les rapides variations de salure des eaux, probablement saisonnières, que nous avons déjà fait intervenir avec quelque raison comme motif de stérilité, doivent également, croyons-nous, être à la base de cette rareté du plancton. Si celui-ci n'a pas proliféré dans le bassin, au climat et à la latitude pourtant favorables, comme le témoignent les randanites de Limagne, c'est par suite des mélanges d'eau, eau salée provenant des communications avec les bassins latéraux (Vienne et Méditerranée), eau douce des cours d'eau alpins, et les individus présents dans les sédiments seraient allochtones. La vitesse de chute si minime de ces corpuscules dans l'eau, surtout en eau agitée, leur a permis un cheminement considérable avant dépôt définitif. La moindre connexion entre les eaux paraliques de la Molasse et leur mer originelle leur livrait passage. Ils feraient ainsi figure

d'étrangers arrivés à la faveur d'une vague ou d'une marée dans une eau qui leur fut fatale et ne permit point leur développement. On sait qu'un mécanisme assez semblable est à la base des théories actuelles de formation des pétroles. Dans cet ordre d'idées, il est séduisant de voir dans la décomposition de cette matière organique peu abondante la source des faibles imprégnations pétrolifères de certaines molasses, dont l'origine est assez énigmatique.

Mais cette grande facilité de dispersion, cette énorme extension horizontale, c'est bien une des premières conditions au rôle de fossiles directeurs qu'on est en droit d'attendre de ces organismes ou, à leur défaut, d'autres planctontes.

Liste des localités.

Abréviations :

M = Marne grise ou gris-bleu, parfois finement micacée, légèrement plastique en gisement, durcissant rapidement à l'air.

Ma = Marne argileuse.

Mb = » bigarrée.

Mc = » calcaire.

Mm = » macigneuse.

a-Mc Chez-Callin, Signal de Bougy (Marne à *Ostracodes*).

b-Mb. Ravin de la Paudèze, route de Belmont, près de la Rosiaz.

c-M. Blessonay près Belmont (Marne à *Unios*).

d-M. Ruisseau le Macheret (affluent de la Lutryve), amont du pont de la route de Belmont (Marne à *Unios*).

e-Ma. Ibid., aval du pont (Marne à *Helix*).

f-M. R. la Vuachère, sous Château-Sec.

g-M. Rive du lac, près St-Sulpice, au S-W du village.

h-Mb. Le Pâqueret, près St-Sulpice, rive du lac (Marnes à *Cérithes*).

i-M. Ravin de la Paudèze, Rochette.

j-Ma. Ibid., Moulin de Belmont.

k-M. Ravin de la Lutryve, sous Clair-Joly.

l-Mb. Signal de Grandvaux.

m-M. Ruisseau de Riex, près du village.

n-Mm. La Cornallaz sur Epesses.

o-Mm. Ravin de la Morge, sous Vufflens-le-Château.

p-Mb. La Venoge, sous Vufflens-la-Ville.

q-Ma. Ruisseau de Mex, Bois-Bahud.

r-Mc. Moulin de Daillens.

s-Mc. Ruisseau l'Ouffenaz, affl. Venoge, près Alens.

t-Ma. Ravin de la Sorge, sous Villars-Ste-Croix.

u-M. Epautheyres près Yverdon (Marne à *Cérithes*).

Bibliographie.

1. L. CAYEUX. — 1935. — Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées; (Calcaires et dolomies). Paris (Masson).
2. L. DANGEARD. — 1931. — Sur la présence de lits à Coccolithes et Coccosphères dans la série oligocène laguno-lacustre de la Limagne. *C. R. Acad. Sciences Paris*, T. 192.
3. L. DANGEARD. — 1932. — Les craies et les calcaires à Coccolithes de la Limagne. *Bull. Soc. géol. France*, 5^e série, T. II.
4. G. DEFLANDRE. — 1934. — Les Discoastéridés, microfossiles calcaires incertae sedis. *Bull. Soc. franç. de Microscopie* III.
5. G. DEFLANDRE. — 1936. — Les Flagellés fossiles. Paris (Hermann).
6. G. DEFLANDRE. — 1936-37. — Microfossiles des silex crétacés. *Annales de Paléontologie*, T. 25-26, 28 Pl.
7. C.-G. EHRENBERG. — 1854. — Mikrogeologie. Das Erden und Felsen schaffende Wirken der unsichtbarkleinen selbständigen Lebens auf der Erde. Leipzig.
8. C.-W. GÜMBEL. — 1873. — Coccolithen in Eocänmergel. *N. J. für Min.*, p. 350.
9. O. HAUPT. — 1906. — Ein Kreide-ähnlicher, warscheinlich Jung-Tertiärer Mergel aus Kaiser Wilhelms-Land (Deutsch Neu-Guinea). *Zeitschrift Deutschen Geol. Ges.* 57, p. 565.
10. R. HOVASSE. — 1932. — Contribution à l'étude des Silicoflagellés. Multiplication, variabilité, hérédité, affinités. *Bull. Biol.*, Vol. 66.
11. E. JOUKOWSKI. — 1935. — Sur la présence, dans le glacio-lacustre genevois, d'organismes considérés jusqu'ici comme marins. *C. R. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, vol. 52, n° 3, p. 261-264.
12. A.-J. JUKES-BROWNE et J.-B. HARRISON. — 1892. — The Geology of Barbados. Part II. The Oceanic Deposits. *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, 48, p. 170.
13. E. KAMPTNER. — 1927. — Beitrag zur Kenntniss adriatischer Coccolithophoriden. *Archiv f. Protistenkunde*, vol. 58, p. 173-184.
14. H. LOHMANN. — 1902. — Die Coccolithophoridae. *Archiv f. Protistenkunde*. Bd. 1, p. 89-165, Taf. 4-6.
15. J. MURRAY et A.-F. RENARD. — 1891. — Report on Deep-Sea Deposits. Challenger Expedition, London.
16. G. MURRAY et V.-H. BLACKMANN. — 1898. — On the nature of the Coccospheres and Rabdospheres. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, Ser. B, vol. 190, p. 427-441, Pl. 15-16.
17. E. PARÉJAS. — 1934. — Sur quelques *Actiniscus* du Crétacé sup. des Brasses (Préalpes médianes) et de l'île d'Elbe. *C. R. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, vol. 51.
18. A. PASCHER. — 1931. — Systematische Uebersicht ueber die mit

- Flagellaten in Zusammenhang stehenden Algenreihen und Versuch einer Einreihung dieser Algenstämme in die Stämme des Pflanzenreiches. *Beil. Botan. Centralblatt*, Bd. 48, Abt. II.
19. J. SCHILLER. — 1913. — Vorläufiger Ergebnisse der Phytoplankton Untersuchungen auf den Fahrten S. M. S. « Najade » in der Adria 1911-12. I. Die Coccolithophoriden. *Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math. naturw. Kl.*, Bd. 122, Abt. I, p. 597-617, Taf. 1-3.
20. J. SCHILLER. — 1925. — Die planktonischen Vegetationen des adriatischen Meeres. A. Die Coccolithophoriden-Vegetation in den Jahren 1911-14. *Archiv f. Protistenkunde*. Bd. 51, p. 1-130, Taf. 1-9.
21. J. SCHILLER. — 1930. — Coccolithineae Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, X. Band, 2 Abt.
22. O.-C. SCHMIDT. — 1870. — Ueber Coccolithen und Rhabdolithen *Sitz. Akad. Wiss. Berlin*, Bd. 62, p. 672-682, Pl. 1-2.
23. F. SCHÜTT. — 1895. — Peridineen der Plankton-Expedition. 1. Teil.
24. TAN SIN HOK. — 1931. — Onze Paleontologische Kennis van nederlandsch Oost-Indië in 1930. 3. Discoasteridae, Coccolithinae and Radiolaria. *Leidsche geol. Mededeelingen*, vol. V, p. 91-114.
25. TAN SIN HOK. — 1927. — Discoasteridae Incertae Sedis. *Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Proceedings of the Section of Sciences*. Vol. XXX, n° 3, p. 411-419, 14 fig.
26. G.-C. WALLICH. — 1877. — Observations of the Cocosphere. *Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. IV, Vol. 19*, p. 342-349, Pl. 17.
27. O. WETZEL. — 1932. — Die Typen der baltischen Geschiebefeuerssteine beurteilt nach ihrem Gehalt in Mikrofossilien. *Zeitschr. für Geschiebeforsch.*, VIII.
28. O. WETZEL. — 1933. — Die in organischer Substanz erhaltenen Mikrofossilien des baltischen Kreide Feuersteins. *Palaeontographica*, Bd. 77-78.
29. O. WETZEL. — 1935. — Die Mikropalaeontologie des Heiligenhafener Kieseltones (Ober-Eozän). *Niedersachs. geol. Ver. Hannover*, Bd. 27.
30. K.-A. ZITTEL. — 1876-80. — Handbuch der Palaeontologie.

Table des matières.

Introduction	229
Méthode de recherche	230
A. DISCOASTÉRIDÉES	232
Discoaster quinarius, Ehr.	234
Discoaster stella, Ehr.	236
D. Colleti, Par.	237
D. Hilli, Tan.	238

D. Barbadiensis, Tan.	238
B. COCCOLITHOPHORIDÉES	239
I. <i>Syracosphaerinéés</i>	240
Pontosphaera sp.	240
Syracosphaera Schilleri, Kampt.	240
Calyptrósphaera sp.	241
II. <i>Coccolithophorinéés</i>	242
Coccolithophora leptopora, Murr. et Blackm.	242
C. Wallichi, Lohmann	242
C. pelagica, Wall.	242
Conclusions	242
Liste des localités	245
Bibliographie	246
