

GÉOLOGIE. — *Un des plus anciens gisements de diatomées découvert dans l'Albien-Cénomanién inférieur des Alpes ligures (Italie). Remarques sur l'apparition de ces algues.*
Note de Alain Foucault, Simone Servant-Vildary, Nianqiao Fang et Lech Powichrowski, présentée par Georges Millot.

Les Diatomées, dont les premiers fossiles ont été trouvés au Barrémo-Aptien, sont très rares avant le Turonien. Le nouveau gisement découvert montre, avec ceux qui sont déjà connus, la diversité des formes les plus anciennes, amenant à penser que l'apparition réelle de ce groupe doit être bien antérieure à ces premiers témoignages. L'augmentation progressive de l'abondance de ces algues au cours du Crétacé est hypothétiquement rapportée à l'envahissement des plates-formes par la mer durant cette période.

GEOLOGY. — One of the oldest diatom flora found in the Albian-Early Cenomanian Ligurian Alps deposits (Italy). Remarks on the appearance of these algae.

Few diatoms have been described in the sediments earlier than the Turonian stage. The present discovery compared to the other diatom sites known in literature shows the diversity of these early forms. Therefore it is inferred that the appearance of this group was very anterior to the period of the first diatom record. The progressive rise of abundance of these algae in the Cretaceous is tentatively linked to the flood of the platforms by the epicontinental seas during this epoch.

I. POSITION DU PROBLÈME. — Les premières diatomées identifiées avec certitude sont d'âge barrémo-aptien [1]. Cependant, alors qu'elles sont nombreuses et variées dès le Sénonien (on y a dénombré environ 300 espèces réparties dans quelque 60 genres), on n'en connaît que très peu avant le Turonien.

Dans le flysch des Carpathes polonaises, Geroch [1] a décrit une dizaine d'espèces pyritisées datées par leur encadrement entre des couches à foraminifères de l'Hauterivien-Barrémien et de l'Albien.

Forti et Schulz [2] ont décrit 11 espèces non pyritisées provenant, d'après eux, de niveaux phosphatés de l'Albien du Hanovre. Depuis lors, malgré l'examen de plusieurs centaines d'échantillons provenant de ces niveaux, ces espèces n'ont pu être retrouvées (L. Benda, communication personnelle), ce qui conduit à s'interroger sur la réalité de la localisation de ces trouvailles. N'ont été reconnues depuis lors dans cette région que quelques formes pyritisées indéterminées, abondantes à partir de l'Aptien supérieur ([3] à [5]).

En U.R.S.S., Jousé [6] (*vide* Strelnikova [7]) signale des restes déformés de diatomées dans les argiles albiennes de la région de Penza, et Strelnikova [7] trois genres pyritisés dans l'Albien de Stavropol.

Enfin dans le Queensland (Australie), Dun [8] signale le genre *Coscinodiscus* et un autre genre indéterminé dans la Rolling Downs Formation, dans des niveaux qui, pour Ross [9], auraient un âge allant de l'Aptien au Turonien.

Le gisement rencontré dans les Alpes ligures, qui montre plusieurs formes encore non signalées à des niveaux aussi anciens, est donc un des plus intéressants connus à ce jour. Les compléments d'information qu'il apporte permettent de préciser le problème de l'apparition de ce groupe au cours du Crétacé.

II. CADRE GÉOLOGIQUE. — La partie occidentale des Alpes ligures est essentiellement formée d'un empilement de nappes dont le matériel sédimentaire, crétacé et paléocène, est désigné globalement sous le nom de Flysch à Helminthoïdes [10]. On considère généralement que ces formations ont été déposées dans l'espace en partie océanique qui séparait alors les continents européen et africain [11]. On distingue aujourd'hui, dans cet

ensemble, deux unités tectoniques : celle, inférieure, d'Alassio-Borghetto d'Arroschia et celle, supérieure, d'Imperia [12].

L'extraction de minéraux lourds dans les formations de l'unité supérieure nous a permis de trouver, en de rares points, des micro-organismes pyritisés et notamment les diatomées décrites dans cet article. Ces échantillons ont été prélevés principalement à 1 km à l'Ouest de Testico ([13], fig. 44, n° 1308).

III. AGE DES FORMATIONS. — La formation de Testico [14], d'où ces organismes ont été extraits, est pauvre en fossiles. Elle a d'abord été rapportée au Crétacé supérieur-Éocène, d'une part à cause de la ressemblance de ses faciès avec d'autres séries datées grâce à des foraminifères pélagiques ([10], [14]), d'autre part du fait de l'attribution à l'Éocène de microfaunes observées dans ces formations [15]. Une révision de ces couches a conduit à admettre qu'il s'agissait en réalité de dépôts antésénoniens [12]. Leur âge a été fixé selon les points comme vraconien-cénomaniens inférieur ou cénomaniens plutôt inférieur-moyen, grâce à des associations de foraminifères des genres *Praeglobotruncana* et *Rotalipora*. Bien qu'aux sites mêmes où ont été prélevés les échantillons ayant livré des diatomées il n'ait pas été possible d'observer de telles microfaunes, les continuités reconnues avec les affleurements datés, dont les faciès sont très voisins, nous autorisent à admettre un âge albien-cénomaniens inférieur pour ces niveaux.

IV. DESCRIPTION DES DIATOMÉES. — Au microscope optique, les spécimens apparaissent opaques. Au microscope électronique à balayage, on observe l'ornementation externe du test respectée par la pyritisation, ce qui a permis une détermination spécifique dans trois cas sur quatre.

Sheshukovia uralense (Strelnikova) Glezer [16] = *Triceratium uralense* Strelnikova [17] (fig. 5-8). — Test de forme triangulaire, composé d'une partie centrale sub-arrondie, convexe, et d'une zone marginale présentant trois éminences constituant les angles du triangle. La disposition irrégulière des aréoles dans la partie centrale, et leur grande dimension, nous a conduit à la détermination spécifique proposée. Lors de sa création, cette espèce avait été rapportée au genre *Triceratium*. Glezer [16] a, depuis lors, fait la distinction dans ce genre entre les formes bipolaires et les formes tripolaires, créant pour ces dernières le genre *Sheshukovia* dans lequel l'espèce *T. uralense* vient se ranger.

Cette espèce a été définie par Strelnikova [17] dans des argiles à diatomées du Campanien affleurant sur le versant est de l'Oural pré-polaire. Le gisement des Alpes ligures montre que la date d'apparition de cette espèce est bien antérieure au Campanien. Les diatomées trilobées, dont cette espèce fait partie, sont très abondantes au Crétacé supérieur où elles présentent une grande diversité. Elles sont pratiquement inconnues avant le Campanien.

Lithodesmium nov. sp. (fig. 3 et 4). — Cette forme n'a pu être identifiée à aucune espèce ancienne ou actuelle du genre *Lithodesmium*. Le test est triangulaire avec une partie centrale arrondie concave, et une partie marginale formée de trois prolongements triangulaires dirigés vers le bas.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE

Fig. 1. — *Thalassiosiropsis wittiana*.

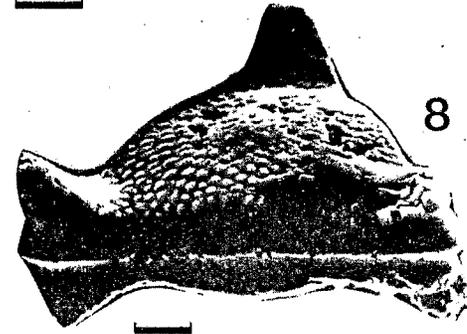
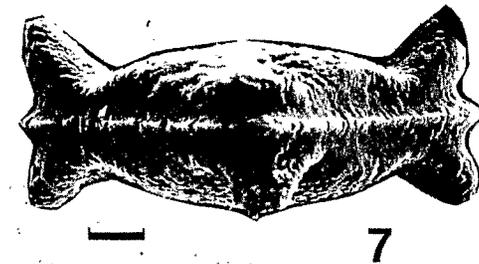
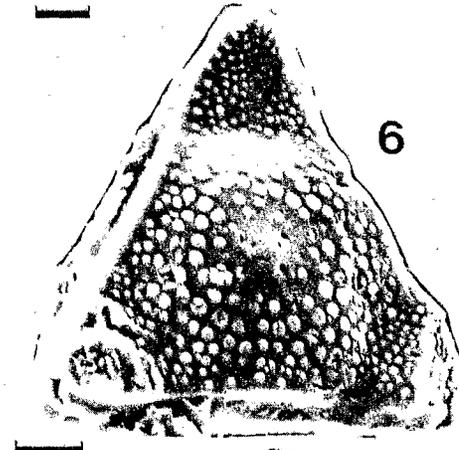
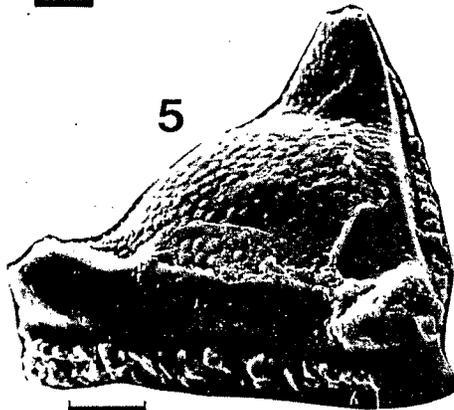
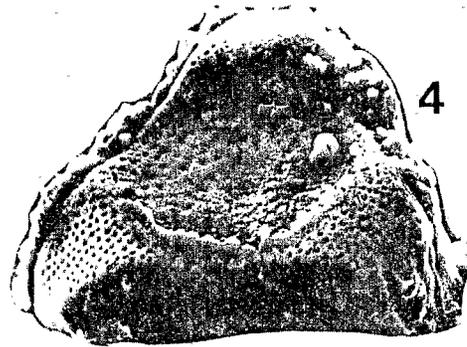
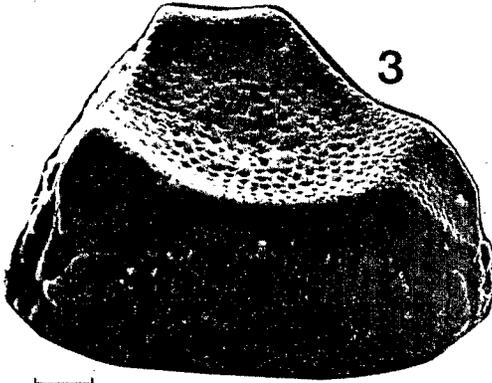
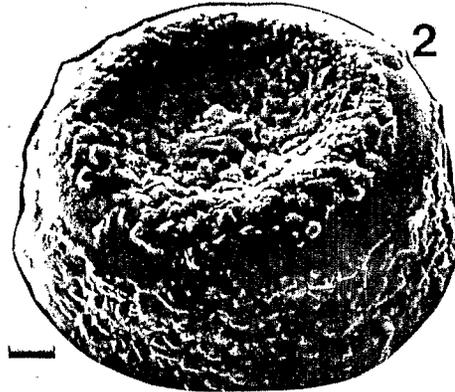
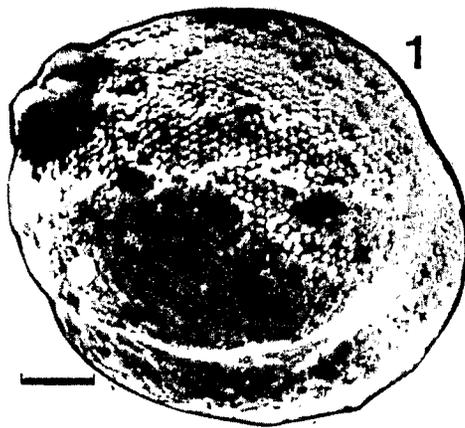
Fig. 2. — ? *Coscinodiscus*.

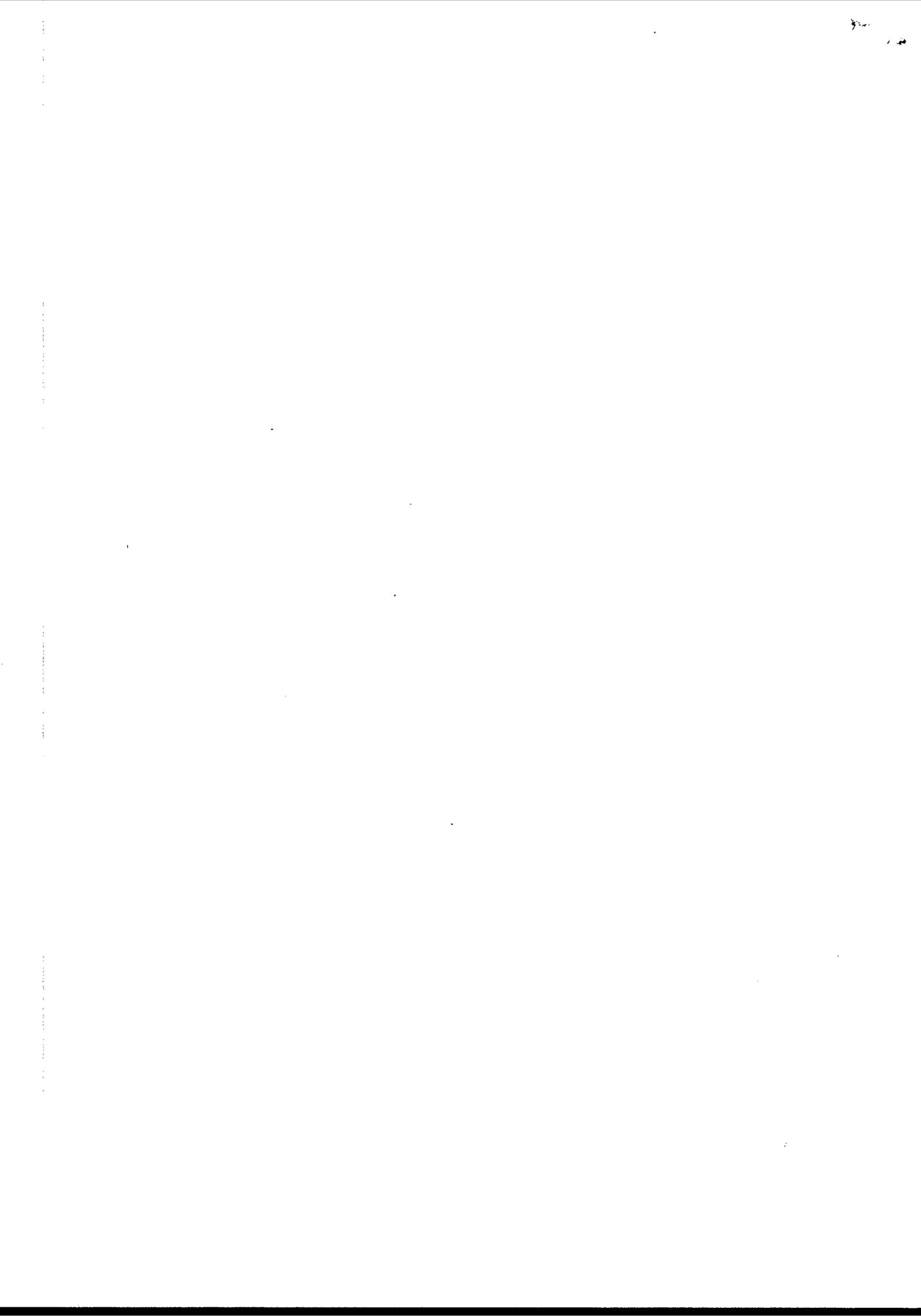
Fig. 3 et 4. — *Lithodesmium* nov. sp.

Fig. 5 à 8. — *Sheshukovia uralense*.

Les barres correspondent à 10 µm.

Scale bars = 10 µm.





Deux espèces ont été signalées par Long [18] dans la formation du Moreno Shale (Maastrichtien de Californie). Dans le flysch à Helminthoïdes des Préalpes vaudoises, la forme R 26 figurée par Weidmann [19] pourrait correspondre aussi à un *Lithodesmium*. La présence de ce genre dans les Alpes ligures recule le moment de son apparition du Maastrichtien à l'Albien-Cénomaniens.

Thalassiosiroopsis wittiana (Pantocsek) Hasle [20] (fig. 1) (= *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg sensu Strelnikova [21] pl. 9, fig. 3-9). — L'exemplaire figuré ici se différencie de l'holotype par le nombre d'aréoles en 10 µm (7 au lieu de 4). Des formes présentant cette même particularité ont été observées par P. A. Sims dans la formation du Moreno Shale et rapportées par cet auteur à la même espèce (information inédite).

La forme des Alpes ligures montre que cette espèce, dont les fossiles les plus anciens provenaient du Campanien de l'Oural [21], est apparue bien antérieurement à cet âge.

? *Coscinodiscus* (fig. 2). — Valve circulaire concave de 100 µm de diamètre. Une étroite bande circulaire non recristallisée laisse apparaître une ornementation fine, avec des aréoles hexagonales disposées en lignes radiales. La pyritisation de ce spécimen est cependant trop grossière pour permettre une détermination spécifique.

Le genre *Coscinodiscus* est représenté au Crétacé supérieur par une quarantaine d'espèces.

Ainsi, le nouveau gisement des Alpes ligures permet de reculer dans le temps l'âge des apparitions de deux espèces et d'un genre de diatomées. Avec les autres gisements connus, il montre l'importante diversité des Diatomées dès leur apparition au Crétacé inférieur, ce qui pose le problème de celle-ci.

V. LE PROBLÈME DE L'APPARITION DES DIATOMÉES. — En fonction des connaissances actuelles, trois étapes peuvent être distinguées dans l'apparition des Diatomées :

- avant le Barrémien, où on n'en connaît aucun reste;
- à l'Aptien, l'Albien et peut-être le Cénomaniens, où les restes sont rares et majoritairement, peut-être uniquement, pyriteux;
- à partir du Turonien, et plus encore du Sénonien, où des restes siliceux existent en abondance, ainsi que de beaucoup plus rares restes pyriteux.

On a montré plus haut que les premières diatomées connues présentaient déjà une importante diversité. Il est difficile d'admettre que ces premiers fossiles correspondent aux premières diatomées apparues. On est donc amené à penser que les diatomées antérieures à cette époque ne se sont pas conservées et à chercher des explications à cette situation.

Une interprétation pourrait être que, au cours de l'évolution et pour une raison génétique, les frustules, d'abord trop fragiles pour être fossilisés, se soient progressivement renforcés jusqu'à permettre leur conservation, d'abord par épigénie, ensuite sous forme de silice. Cette hypothèse est cependant peu vraisemblable, car elle exige que cette évolution se soit produite de manière synchrone au sein de genres et même de familles divers.

Une autre interprétation peut être trouvée dans l'évolution du milieu marin, soit en tant que milieu de conservation, soit en tant que milieu de vie.

Dans le premier cas, on devrait admettre que la composition du milieu marin aurait rendu la conservation des frustules siliceux difficile avant le Turonien, et impossible avant le Barrémien. Cependant, si ces changements s'étaient produits, ils auraient dû affecter aussi les conditions de fossilisation des autres organismes siliceux marins que sont les Radiolaires, ce qui ne semble pas le cas puisqu'on les connaît, bien conservés, durant tout le Crétacé inférieur [22].

Dans le second cas, l'évolution de certaines caractéristiques du milieu marin (composition chimique, courants, surface occupée par les plates-formes continentales, ...) aurait entraîné progressivement une prolifération des Diatomées. Avant l'Aptien, leur rareté n'aurait pas permis leur conservation, ou dans des cas si rares que les exemples n'en ont pas encore été trouvés. Entre l'Aptien et le Turonien, leur abondance encore faible expliquerait qu'il n'en existe que peu de restes, conservés uniquement dans les cas exceptionnels d'une épigénie en pyrite. Au Crétacé supérieur, leur nombre augmentant encore, des accumulations auraient pu s'effectuer de telle sorte qu'elles auraient pu être conservées en abondance avec leur squelette siliceux.

IV. CONCLUSIONS. — 1. Le gisement des Alpes ligures livre plusieurs espèces de Diatomées non encore connues en des temps aussi anciens. La diversité des formes ainsi recensées laisse supposer une apparition bien antérieure.

2. L'augmentation progressive du nombre des témoignages de l'existence des Diatomées au cours du Crétacé traduit probablement une augmentation de leur productivité qui peut être mise en relation avec l'envahissement par la mer des plates-formes continentales, notable dès l'Aptien et généralisé au Crétacé supérieur [23]. C'est d'ailleurs à la même époque que se développent largement les autres microorganismes marins que sont les Foraminifères et les Nannofossiles calcaires [24].

3. Ces événements paléogéographiques semblent donc commander largement le développement de l'évolution biologique marine au Crétacé.

R. Ross et J. Tourenq nous ont apporté leur concours à différentes étapes de ce travail.

Reçue le 2 juin 1986.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] S. GEROCH, *Rocznik polsk. towar. geol.*, XLVIII, 1978, p. 283-295.
- [2] A. FORTI et P. SCHULZ, *Beih. Bot. Cbl.*, 50, Abt. 2, 1932, p. 241-246.
- [3] E. KEMPER, H. BERTRAM et H. DEITERS, *Ber. Naturhist. Ges.*, 119, 1975, p. 49-85.
- [4] K. H. GEORGI, *Mittell. Geol. Inst. Techn. Univ.*, 13, 1976, p. 5-112.
- [5] L. BENDA, *Geol. Jb.*, A 65, 1982, p. 405-411.
- [6] A. P. JOUSÉ, in *Diatom analysis*, 1, Gosgeolizdat, Leningrad, 1949, p. 109-114.
- [7] N. I. STRELNIKOVA, in A. I. PROSHKINA-LAVRENKO et coll., *Diatomovye vodorosli S.S.S.R.*, 1, Moscow, 1974, p. 101-108.
- [8] V. S. DUN, W. H. RANDBS et T. W. E. DAVID, *Proc. Linn. Soc. New South Wales*, 26, 1901, p. 209-309.
- [9] R. ROSS, in W. B. HARLAND et coll., *The fossil record*, *Geol. Soc. London*, London, 1967, p. 193-195.
- [10] M. LANTEAUME, *Mém. serv. carte géol. France*, Paris, 1968, 405 p.
- [11] C. KERCKHOVE, C. CARON, J. CHAROLLAIS et J. L. PAIRIS, *Mém. B.R.G.M.*, 107, 1980, p. 234-255.
- [12] A. FOUCAULT et L. POWICHROWSKI, *Comptes rendus*, 299, série II, 1984, p. 657-660.
- [13] L. POWICHROWSKI, *Thèse 3^e cycle*, Univ. Paris-VI, 1984, 291 p.
- [14] D. HACCARD, *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 3609-3611.
- [15] A. BONI et M. VANOSSI, *Atti Ist. Univ. Pavia*, XVII, 1967, p. 168-176.
- [16] Z. I. GLESEK, *Bot. Zhurnal*, 60, 1975, p. 1304-1310.
- [17] N. I. STRELNIKOVA, in *Novosti Sist. Nizshikh Rast.*, Komarova, 1965, p. 29-37.
- [18] J. A. LONG, D. P. FUGE et J. SMITH, *Journ. Paleont.*, 20, 1946, p. 89-118.
- [19] M. WEIDMANN, *Bull. Labo. géol. min. géoph. et Musée géol. Univ. Lausanne*, 145, 1964, p. 1-5.
- [20] G. R. HASLE et G. A. SYVERTSEN, *Micropaleontology*, 31, 1985, p. 82-91.
- [21] N. I. STRELNIKOVA, *Nauchnyy Sovet po Probleme*, *Akad. Nauk. S.S.S.R.*, Moscow, 1974, 201 p.
- [22] A. SCHAAF, *Init. Rep. DSDP*, 62, 1980, p. 419-470.
- [23] T. MATSUMOTO, *Cret. Research*, 1, 1980, p. 375-387.
- [24] T. H. VAN HANDEL, in J. GRAY et A. J. BOUCOT, *Historical biogeography, plate tectonics and the changing environment*, Oregon State Univ. Press, Corvallis, 1976, p. 9-25.

Laboratoire de Géologie, M.N.H.N., 43, rue Buffon, 75005 Paris;

A. F., N. F. et L. P. : Unité associée au C.N.R.S., n° 319;

S. S.-V. : O.R.S.T.O.M.