

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 24 (1931)
Heft: 2: §

Artikel: Sur la structure des Alvéonlines
Autor: Reichel, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-159035>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Sur la structure des Alvéolines.

Par M. REICHEL (Bâle).

Avec 6 planches (XIII—XVIII) et 2 figures dans le texte.

Introduction.

Dans ses grands traits, la structure des Alvéolines est depuis longtemps connue. On sait que ce sont des Foraminifères porcelanés, enroulés en spirale, presque toujours allongés selon l'axe et dont les loges sont finement divisées en une rangée¹⁾ de logettes tubulaires orientées dans le sens de l'accroissement. On a reconnu aussi que la paroi antérieure de chaque loge est formée par une inflexion de la lame spirale (septum, cloison méridienne) percée d'ouvertures rondes et qu'il existe, le long de ce septum, des canaux établissant une communication entre toutes les logettes d'une même loge.

Or, si l'on cherche à se faire une idée précise, en volume, de ces divers éléments structuraux et de leur agencement, on doit convenir que les descriptions qui en ont été données jusqu'ici sont insuffisantes et parfois même fautives; elles n'expliquent pas tous les aspects sous lesquels ils se présentent en coupes minces.

Les systématiciens ont cherché avant tout dans les proportions de la coquille, ses variations d'épaisseur et la fréquence de ses loges, les caractères justifiant la création de genres et d'espèces; c'est pourquoi l'aspect de la face orale, par exemple, ne se trouve jamais indiqué que très sommairement dans leurs diagnoses qui ne donnent en outre aucune indication précise sur les relations entre le septum et l'endosquelette. Ça et là, cette cloison est décrite et figurée telle qu'elle apparaît dans les coupes équatoriales, mais ces données fragmentaires ne renseignent pas sur son aspect à trois dimensions.

Ce point de la structure des Alvéolines a retenu cependant l'attention des paléontologues plus spécialement occupés des phénomènes de croissance du sarcode. En 1913, O. ALTPETER publie sous le titre de «Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Alveolina»²⁾ un

¹⁾ Les formes dont les loges portent toujours plusieurs étages de logettes ne seront pas décrites ici. Elles comprennent les genres *Alveolinella* et *Flosculinella* des auteurs modernes.

²⁾ OTTO ALTPETER. Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Alveolina. N. Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. Paläontologie. Beilage Band XXXVI, p. 82, 1913.

mémoire illustré de microphotographies, de schémas et de dessins destinés à expliquer de quelle façon l'animal bâtit sa coquille et comment s'opère le passage du sarcode d'une loge à l'autre. Ses recherches sont basées sur des coupes séries faites au microtome, mais il ne donne que comme hypothèses ses essais de reconstruction et ses conclusions restent peu claires. En fait, les stéréogrammes figurés dans ce mémoire ne sauraient expliquer d'une manière satisfaisante ce qu'on voit dans les coupes et l'on s'étonne de ce que la méthode suivie n'ait pu fournir de résultats plus positifs. Ce travail est cité dans les traités comme le plus détaillé sur la question et nous ne savons pas qu'il ait été révisé. Tout dernièrement, cependant, M. S. SORRENTINO publia sur ce sujet une note assez détaillée¹⁾. Il cherche la confirmation des vues d'ALTPETER et constate qu'elles doivent être en partie modifiées pour rendre compte des faits observés. Mais, à son tour, il nous paraît s'écarte de la solution en généralisant un peu prématurément certains aspects offerts par les coupes équatoriales. En tout cas, les reconstructions auxquelles il aboutit sont bien différentes des nôtres, aucune des coupes que nous avons consultées ne les confirment.

Les schémas structuraux qui figurent dans les travaux que nous venons de citer paraissent être basés uniquement sur certaines catégories de coupes: les transverses (sagittales de ALTPETER). Les auteurs ne semblent pas avoir vu tout le parti qu'on peut tirer des coupes tangentialles, de celles notamment qui passent par le plan du septum. Il est clair que l'on peut également opérer une restitution des trois dimensions à l'aide d'un nombre suffisant de sections transverses, mais à condition de tenir compte de tous les aspects qu'elles offrent de l'élément considéré. La meilleure méthode sera toujours celle qui consiste à combiner les observations faites dans plusieurs plans.

Or, pour cela, il est facile de se procurer le matériel nécessaire; les calcaires à Alvéolines sont parfois si riches en individus que, sur une plaque mince de format ordinaire, on peut en obtenir jusqu'à 100, sectionnés dans les plans les plus variés (pl. XIII et XIV).²⁾

Il est précieux de consulter aussi des coupes soigneusement orientées, pratiquées sur des individus isolés, mais il ne faut jamais oublier que l'animal est moins régulièrement bâti qu'il ne le paraît au premier abord: son axe d'enroulement peut varier au cours de

¹⁾ S. SORRENTINO, Alcune osservazioni sulla struttura delle Alveoline. *Bulletino della Soc. Geol. Italiana*, Roma 1930. Vol. XLIX, Fasc. 1, p. 170.

²⁾ A la forme de la spire comme à celle que prennent les cloisonnettes, il est aisément d'établir, à un degré d'approximation suffisant, l'orientation de la coupe par rapport à l'axe de l'animal. Les sections peuvent se ramener à 7 cas: 1. coupe équatoriale (perpendiculaire à l'axe et centrée sur la loge initiale), 2. transverse (perp. à l'axe, quelconque), 3. axiale (méridienne), 4. tangentielle (parallèle à l'axe, non centrée), 5. oblique centrée ou diagonale), 6. oblique transverse, 7. oblique tangentielle (qui ne rencontre l'axe qu'en dehors de la coquille).

la croissance, — le fait est très frappant dans les premiers tours de spire —, le septum n'est pas toujours exactement méridien et souvent onduleux, etc. Toutes ces déviations modifient l'image. Nous insistons un peu sur ces détails, car c'est en partie pour avoir négligé d'en tenir compte que les auteurs précités ont été induits en erreur.

Pour fixer dans les trois dimensions les observations faites sur les plaques minces, nous nous sommes servi d'une pâte à modeler (plastiline). Les maquettes établies de cette façon figurent ici à la pl. XVII. Sitôt que l'on dispose de données suffisantes, on ébauche le modèle, puis on le perfectionne de manière à ce qu'il satisfasse aux exigences des différentes coupes. (Il faut surtout rechercher celles qui peuvent le prendre en défaut.) Au besoin, on en vérifie l'exactitude en y pratiquant au couteau des sections dans diverses directions.

Il va de soi que, dans la mesure où le matériel s'y prête, on cherchera l'observation directe des structures à l'aide de la loupe binoculaire. Mais, le plus souvent, les détails qui nous occupent exigent, pour être nettement perçus, un grossissement supérieur à celui que l'on peut obtenir par ce moyen. Pourtant, dans les Alvéolines du bassin de Paris, nous avons pu, ça et là, distinguer nettement la configuration de la face orale. Enfin, alors que les modèles figurés ici étaient achevés, nous avons eu la bonne fortune de trouver un échantillon de grande taille, proprement dégagé et en partie érodé, permettant l'observation directe et la photographie de détails structuraux importants (pl. XV, fig. 2 et 3). Cet examen confirma entièrement les reconstructions effectuées d'après les coupes.

Le matériel étudié est de provenance très diverse. Il comprend essentiellement des calcaires lutéiens du Monte Postale (Vicentin) et de la région de Tourtouse (Pyrénées), en outre, de l'Eocène à Flosculines de Sicile, d'Alexandrette (Syrie) et de Java, enfin quelques échantillons isolés d'Alvéolines de divers points du bassin de Paris.

La plus grande partie de ce matériel se trouvait dans les collections de l'Institut de Géologie de Bâle, où ce travail fut exécuté. Je tiens à exprimer ici à M. le professeur A. Buxtorf mes sincères remerciements pour l'intérêt qu'il a bien voulu témoigner à mes recherches en veillant notamment à ce que son laboratoire fût pourvu à cet effet des instruments de travail les plus perfectionnés. M. le professeur M. Reinhard a obligeamment mis à ma disposition l'installation microphotographique de son institut, je lui en suis vivement reconnaissant ainsi qu'à M. N. Petruian, son élève, qui m'a aidé dans l'exécution des photos de coupes reproduites ici. Je remercie également M. le prof. C. Renz de l'excellent matériel qu'il m'a procuré. Enfin, je n'oublie pas les précieux services que m'a rendus M. K. Rüdiger, préparateur, en pratiquant de main experte les coupes minces qui ont servi à cette étude.

Remarques sur la constitution du test.

Le test des Alvéolines comprend deux éléments qu'il importe de distinguer. L'un constitue la couche externe ou lame spirale dont fait partie le septum, c'est celle qu'ALTPETER nomme «Dachblatt», nous la désignerons ici sous le terme général *d'exosquelette*; l'autre, *l'endosquelette*, forme tout l'appareil de soutien des loges: le dépôt basal, souvent d'une épaisseur extraordinaire (Flosculines), et les cloisonnettes (parois des logettes).

Dans les coupes, ces deux éléments se distinguent très souvent à une différence d'opacité. L'exosquelette apparaît plus clair que l'endosquelette. Il contenait probablement plus de substance organique. En outre, on peut remarquer parfois que les particules de calcite dont il se compose sont disposées en colonnettes perpendiculaires à la surface de la lame. Cet arrangement n'est pas sans analogies avec celui des poutrelles des Fusulinidés, en particulier de celles que l'on trouve dans le test des Fusulinelles, dans la couche appelée «hyaline» par les auteurs récents. En fait, dans certains cas, et surtout à certains endroits (partie basale du septum) l'exosquelette se montre véritablement hyalin. Il semble avoir subi, pendant la fossilisation, une dissolution partielle.

Dans les figures de la planche XVIII, nous avons, par convention, distingué ces deux couches par des hachures de sens différent: perpendiculaire à la lame spirale pour l'exosquelette, parallèle à celle-ci pour l'endosquelette.

La soudure de ces éléments est très intime. Ils ne sont pas dissociés lorsque la coquille étale. Dans ce cas, ce sont le plan de recouvrement des tours de spire et le plan d'accolement des loges qui jouent le rôle de surfaces de disjonction.

Jusqu'ici, dans le matériel étudié, nous n'avons jamais constaté la présence certaine d'une fine perforation du test en aucun de ses points. CUSHMAN¹⁾, dans son ouvrage systématique sur les Foraminifères, indique comme perforées la loge initiale et la première loge. D'après les coupes équatoriales, il est bien risqué de se prononcer à ce sujet, car le test de ces loges étant mince et peu compact, les cristaux de calcite ordonnés radiairement à l'intérieur de la sphère y projettent des stries qui peuvent la faire croire perforée. Les coupes tangentielles offrant un fragment de calotte devraient montrer ces pores, mais on n'y voit, à un fort grossissement, que la maille du réseau formé par les particules calcaires.

¹⁾ J. A. CUSHMAN, Foraminifera, their classification and economic use. Sharon U.S.A. 1928.

Le septum.

Nous avons vu que l'on désigne habituellement sous ce nom les cloisons méridiennes divisant la spire en un certain nombre de loges. Chaque septum est une ancienne face orale de l'animal. Les auteurs qui ont décrit cette formation le plus en détail semblent ne l'avoir pas toujours envisagée comme telle; ils l'ont présenté sous l'aspect qu'ils nomment «type constant» comme un étranglement du tour de spire, ou bien «type progressif» (de SORRENTINO, corrigé de celui d'ALTPETER), comme une lame suspendue obliquement à la manière d'un store, ce qui indiquerait que le sarcode sortait de la coquille par une longue fente et non par une série d'ouvertures. Cette dernière interprétation est une généralisation en profondeur de la coupe transverse légèrement oblique passant par le milieu d'un pore; quant au type constant, comme nous le verrons plus loin, l'erreur commise à son endroit est due au fait qu'ALTPETER a attribué au septum des formations appartenant au système de soutien des loges, soit l'élargissement de l'extrémité postérieure des cloisonnettes.

Il n'y a donc aucune différence de structure entre le front de la dernière loge et un septum pris à n'importe quel endroit de la spire. Nous définirons tout d'abord ses caractères propres et nous montrerons ensuite les rapports qu'il offre avec le squelette interne.

Le septum appartient à l'exosquelette, il repose toujours sur le tour de spire précédent. Dans son ensemble, il est convexe, sa partie supérieure fait avec le rayon de la spire un angle d'environ 30°. Sa partie inférieure se rapproche plus ou moins de la direction radiale. Dans les coupes minces, elle n'est pas toujours nettement visible, elle se confond souvent avec le squelette basal et il faut utiliser au microscope de forts grossissements pour discerner ses limites, mais d'habitude, comme l'exosquelette est moins opaque que l'endosquelette, on la voit sous forme d'une bande claire séparant le dépôt basal de deux loges qui se suivent (pl. XVI, fig. 2). Parfois même, elle paraît vidée de son contenu, comme nous l'avons dit plus haut. Le fait est frappant dans les échantillons du Monte Postale, cà et là aussi dans ceux des Pyrénées.

Ouvertures buccales.

A une hauteur qui dépend de l'épaisseur de la couche basale, la face orale est percée de deux rangées d'ouvertures (fig. 1). L'inférieure comprend les *pores principaux* (*pp*), gros pores circulaires ou elliptiques, dont la marge fait saillie au dehors à la manière d'un péristome et dont le diamètre égale en général la moitié de celui des logettes.

La rangée supérieure est occupée par des pores beaucoup plus petits regardant obliquement vers le haut et qui se placent au dessus de l'intervalle des pores principaux. En raison de cette position, nous les avons nommés *pores intercalaires* (*pi*). Ces pores dont le diamètre

ne dépasse guère 0,025 mm sont difficiles à voir sur les échantillons dégagés de la roche. Ce n'est qu'exceptionnellement que l'on trouve des exemplaires où ils sont apparents (pl. XV, fig. 2 et 3), tandis que l'on peut les retrouver dans n'importe quelle coupe.

Ce sont les coupes tangentielles qui permettent le mieux de se rendre compte de la disposition des pores intercalaires. En effet, comme le septum est oblique et non centripète — à l'endroit où il porte ces pores, — il faut s'adresser non à des sections axiales, mais à des sections

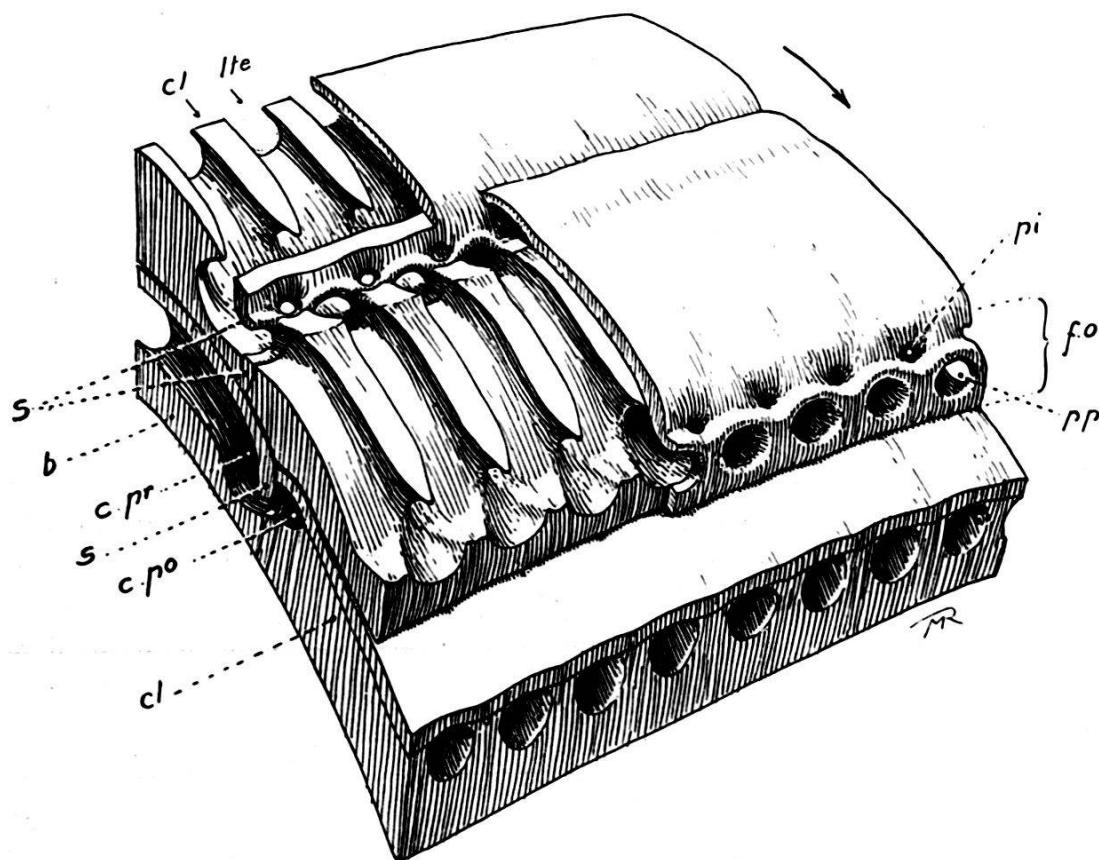


Fig. 1: Structure du test d'*Alveolina* (Type choisi : *A. sphaerica* (FORTIS) var. *Haueri* d'ORB (OSIMO). Fragment des deux dernières loges de la spire avec une partie du tour précédent. A gauche, le toit (lame spirale) est enlevé pour qu'on voie l'endo-squelette et ses relations avec le septum.

b = couche basale, *cl* = cloisonnette, *c. po* = canal postseptal, *c. pr* = canal préseptal, *f. o* = face orale, *lte* = logette, *pi* = pore intercalaire, *pp* = pore principal, *s* = septum.

tangentielles, lesquelles, très fréquemment, se trouvent passer par le plan ou du moins par une bonne partie du plan du septum (pl. XVIII, B). En outre, on trouve souvent dans ces coupes, de part et d'autre du plan axial, des images qui se complètent admirablement (pl. XVIII, fig. e^a et e^b). Enfin, l'animal étant généralement de forme plus ou moins ellipsoïdale, il est clair qu'aucune coupe ne peut se maintenir sur un long parcours dans le plan du septum. Mais cette circonstance nous est d'un grand

secours dans le déchiffrage des structures car, d'après les modifications que l'on observe d'une logette à l'autre, on peut être renseigné sur ce qui se passe dans la direction perpendiculaire au plan de la coupe et cela dans un même sujet. Ce dernier point est important, car certaines variations spécifiques pourraient induire en erreur. Ces coupes tangentielles peuvent donc très bien jouer le rôle de coupes en série.

Parfois, dans les coupes axiales, on rencontre aussi des fragments intéressants de la face orale. Nous en avons repérés plusieurs, aussi bien dans nos plaques minces que dans les figures des mémoires de SILVESTRI¹⁾, CHECCHIA-RISPOLI²⁾, OSIMO³⁾, ALTPETER et autres.

La disposition de ces pores telle qu'elle est décrite et figurée ici s'observe avec certitude dès le deuxième septum (voir pl. XVII, fig. 1 et 3). Le premier porte des pores apparemment assez irrégulièrement placés mais, ici ou là, dans les nombreuses coupes consultées montrant la loge initiale, nous avons pu constater aussi la présence du pore intercalaire (Pl. XVI, fig. 7).

Toutes les Alvéolines que nous avons examinées portent une face orale à double perforation. Les dimensions respectives, ainsi que l'espacement des pores varient quelque peu suivant l'espèce, ou mieux, le groupe d'espèces, mais l'ordonnance reste la même. Les Alvéolines appartenant au genre ou sous-genre *Flosculina* ont sur ce point une face orale identique à celle des Alvéolines (*Borelis*) du groupe de *A. sphaerica* Fortis. On remarque cà et là, mais rarement, l'absence d'un pore intercalaire (pl. XVI, fig. 4), aussi bien chez *Flosculina* que chez *Borelis*.

Il serait intéressant de rechercher s'il existe des formes chez lesquelles le pore intercalaire fait complètement défaut.

CARPENTER, dans son bel ouvrage intitulé «Introduction to the Study of the Foraminifera» (1862), étudie avant tout le type *Alveolinella*, qu'il nomme «complexe type of Alveolina» où chaque loge est formée de plusieurs rangs superposés de logettes. Mais il donne aussi une brève description et quelques croquis de ce qu'il appelle le «simple type» (*Alveolina* s. str.) possédant, selon lui, une seule rangée de pores mais qui occasionnellement en montrerait deux. Le petit dessin présentant de face cette dernière variété, répond à ce que nous avons observé. Les autres figures sont incomplètes sur divers points, mais elles montrent pourtant que cet excellent observateur tenait de très près la solution du problème. S'il a admis comme habituel le type

¹⁾ A. SILVESTRI, Miliolidi trematoforate della Terra d'Otranto. *Revista Ital. di Pal.* Anno XIV, 1908.

²⁾ G. CHECCHIA-RISPOLI, Nuova contribuzione alla conoscenza delle Alveoline eoceniche della Sicilia. *Palaeontographia Italica* Vol. XV, 1909, p. 59.

³⁾ G. OSIMO, Studio critico sul genere Alveolina d'Orb. *Palaeontographia Italica*, Vol. XV, 1909, p. 71.

à une seule rangée de pores, c'est sans doute que dans la plupart des cas le pore intercalaire lui aura échappé. L'existence d'un type à une seule rangée d'ouvertures est possible, mais jusqu'à présent, nous ne l'avons pas constaté dans notre matériel.

Entre l'équateur et les pôles de la coquille, surtout chez les formes allongées, on observe dans la face orale d'assez grandes modifications qui vont de pair avec l'accroissement souvent considérable de la couche basale aux deux extrémités du fuseau. A l'équateur, les grands pores manquent parfois de bord inférieur, ils s'ouvrent en tunnel, forment porte et non fenêtre. Dans ce cas, à leur seuil, la couche basale fait défaut. A mesure que l'on se rapproche des pôles, la partie inférieure du septum gagne en hauteur, les pores s'écartent de plus en plus de la surface du tour précédent.

Lorsque l'animal s'accroît rapidement dans le sens axial, on remarque la présence de *pores supplémentaires* dans la région des pôles. Ces pores sont le débouché de galeries ménagées dans la couche basale, très épaisse à cet endroit; elles représentent une multiplication des logettes en sens radial analogue mais non identique à celle qui est de règle chez les Alvéolinelles.

Relations du septum avec l'endosquelette.

Dans sa partie inférieure, le septum est complètement encastré dans l'endosquelette basal, plus haut, il entre en contact avec les cloisonnettes de la loge qui lui fait suite.

Nous avons vu que les *cloisonnettes* (*cl.*) sont les parois divisant les loges perpendiculairement au septum en un grand nombre de logettes tubulaires, de section variable, généralement ovale. Ces cloisonnettes manquent à la première loge où l'on n'observe pas non plus de couche basale (parfois un petit dépôt se voit pourtant en arrière de l'insertion du premier septum). Elles apparaissent dans la deuxième loge, autrement dit, dès l'instant où il s'est constitué une face orale à plusieurs ouvertures (voir modèle fig. 1, pl. XVII). Elles s'insèrent exactement dans l'interstice des pores principaux de la loge qui précède et s'interrompent un peu avant le septum de celle dont elles font partie (fig. 1). Ainsi, à l'arrière comme à l'avant de chaque loge, les logettes sont en communication les unes avec les autres; il se crée, d'un pôle à l'autre et le long du septum, des *canaux* toujours nettement visibles dans les coupes transversales. Le plus grand est celui qui précède le septum. Nous l'appellerons *canal préseptal* (*c. pr*) et nous désignerons par *postseptal* (*c. po*) celui qui se forme après le septum, à l'extrémité postérieure des loges. Ce dernier n'occupe que leur partie supérieure (pl. XVII, fig. 6); il a généralement une section en V. C'est le seul dont parle CARPENTER et c'est lui qu'ALTPETER nomme «*Hauptkanal*».

Ces canaux se forment dès les 2e et 3e loges (pl. XVII, fig. 2). Il est facile de les distinguer l'un de l'autre dans toutes les coupes. Dans les sections tangentielles, grâce au fait que les cloisonnettes sont en avant taillées en proue tandis qu'en arrière elles sont tronquées ou même en forme d'Y (pl. XV, fig. 1), on peut toujours reconnaître le sens de l'enroulement — constatation indispensable à l'analyse.

De part et d'autre du septum, les cloisonnettes de deux loges qui se suivent ne sont pas placées dans la prolongation les unes des autres mais alternent assez régulièrement (pl. XV, fig. 1; pl. XVI, fig. 5 et 6). Ça et là, naturellement, aux points où ils se produit une augmentation des logettes, on constate des exceptions à cette règle (pl. XVI, fig. 6). ALTPETER reconnaît cette alternance mais suppose qu'elle ne se produit que dans les zones d'accroissement (type «progressif» du septum), ailleurs (type «constant»), les cloisonnettes se feraient suite d'une loge à l'autre. SORRENTINO admet sans autre que cette continuité est la règle. Or, dans notre matériel, nous avons au contraire constaté partout l'alternance des cloisonnettes: aussi bien dans les nombreuses formes du groupe de l'*Alveolina sphaerica* FORTIS et de celui de l'*Alveolina granum festucae* Bosc. que chez celles qui appartiennent au sous-genre *Flosculina*. Nous n'hésitons pas à considérer cette disposition comme un caractère important et typique des Alvéolines (*Borelis* et *Flosculina*). Chez *Alveolinella* au contraire, les cloisons interlogettaires perpendiculaires à la lame se trouvent dans la prolongation les unes des autres.

Pour voir cette alternance, il faut consulter de bonnes coupes tangentielles. On peut aussi l'observer à la loupe sur des individus décortiqués, mais à condition d'utiliser de très forts grossissements permettant d'examiner avec soin le modelé de la couche basale, sous le canal préseptal. On ne manquera pas de remarquer que cette couche y est onduleuse (fig. 1 et pl. XV, fig. 2); chaque dépression fait suite à une cloisonnette, et aboutit à un pore principal, chaque élévation se trouve dans l'axe d'une logette et forme une rampe qui conduit au pore intercalaire (fig. 1). C'est donc dans ce canal que le sarcode réalise cette alternance qui ne pourrait se produire s'il faisait défaut.

Cas du septum «en boucle» (fig. c^y et d^y, pl. XVIII).

Dans les coupes transverses, le septum paraît très souvent former une sorte de ganse entourant le canal postseptal. Les auteurs précités ont pensé que la lame spirale, après s'être infléchie, remontait obliquement pour aller constituer le toit de la nouvelle loge. Cet aspect peut s'expliquer tout autrement. En effet, comme nous le montrons à la fig. 1, la branche remontante ne doit pas être attribuée au septum mais à l'extrémité postérieure des cloisonnettes de la loge qui suit; pour que l'image se produise, il suffit que la coupe ne soit pas exactement perpendiculaire à la surface du test. C'est pourquoi la boucle est si fréquente dans les

coupes transverses non centrées (pl. XIV, fig. 2) — surtout chez les formes ovoïdes ou globuleuses — et dans les coupes obliques. Si on la trouve aussi dans les sections équatoriales, c'est que les éléments structuraux peuvent être localement obliques par rapport à l'axe.

Remarquons enfin que, dans toutes les coupes que nous avons examinées, le canal postseptal présentait un toit. Nous n'avons jamais vu ce canal sous la forme d'une gouttière ouverte qui se trouverait enjambée par la couche basale à chaque nouveau tour de spire et on ne peut donc l'assimiler au sillon axial qui marque, à l'extérieur, la suture de deux loges.

Il peut arriver aussi que la boucle témoigne d'une obturation complète du passage par lequel le sarcode du canal postseptal se joint en avant à celui des logettes. Nous avons constaté ce cas en particulier chez *Alveolina elongata* auct. et *A. gigantea* CHECCHIA-RISPOLI. Cette obturation locale se produit par la réunion des extrémités postérieures des cloisonnettes (voir modèle fig. 7 et 8, pl. XVII). Elle est en relation avec la formation de nouvelles logettes à partir du canal postseptal qui, à ces endroits, commence par s'évaser. Il est très possible que cette disposition se soit trouvée dans les échantillons étudiés par ALTPETER et qu'elle représente ce qu'il a appelé le «type constant».

Croissance du sarcode.

Le septum étant l'équivalent de la face orale, il est clair qu'il représente un temps de pause dans la croissance de l'animal. Au moment de la formation d'une nouvelle loge, le sarcode sortant des deux rangées de pores se répand sur une partie du tour de spire précédent et recouvre la face orale jusqu'à sa limite supérieure. Il est probable que le toit se forme assez rapidement et en tous cas avant que les cloisonnettes aient atteint leur hauteur définitive. On peut observer parfois dans la deuxième loge des crêtes représentant des cloisonnettes incomplètes.

ALTPETER supposait que dans son «type progressif» la formation d'une loge s'opérait en deux temps, le canal postseptal (qui est pour lui le *Hauptkanal*) se constituant le premier. SORRENTINO, de son côté, pensait que ce canal était un simple approfondissement du sillon axial (*sulco assiale*), qui marque la limite de deux loges et estimait que le sarcode n'y devait pas pénétrer. D'après ce que nous avons dit au paragraphe précédent, on voit que ces deux hypothèses peuvent être abandonnées, puisqu'elles résultent d'une confusion dans l'attribution des éléments structuraux.

La multiplication des logettes (pl. XVI, fig. 6) s'effectue tout à fait irrégulièrement. ALTPETER avait déjà reconnu qu'elle ne se localise pas en une région déterminée de l'animal (équateur ou pôles). Nous pouvons ajouter à cela que les nouvelles logettes n'apparaissent

pas nécessairement au niveau du septum, mais aussi bien dans l'espace compris entre deux septa.

L'augmentation du nombre des logettes par tour de spire est relativement faible et très irrégulière. Elle n'est pas même en rapport direct avec l'allongement de la coquille car, dans le même individu, le diamètre des logettes peut varier passablement.

Enfin, nous avons vu (p. 296) que chez les formes allongées un dédoublement des logettes en sens radial se produit dans la région des pôles. Les filets protoplasmiques surnuméraires débutent en général dans la partie postérieure des loges; ils se maintiennent dans la masse basale sans rejoindre le canal préseptal ni s'anastomoser avant de traverser le septum. Il sera intéressant de rechercher s'il existe des espèces possédant les canaux préseptaux supplémentaires qu'on trouve chez les Alvéolinelles.

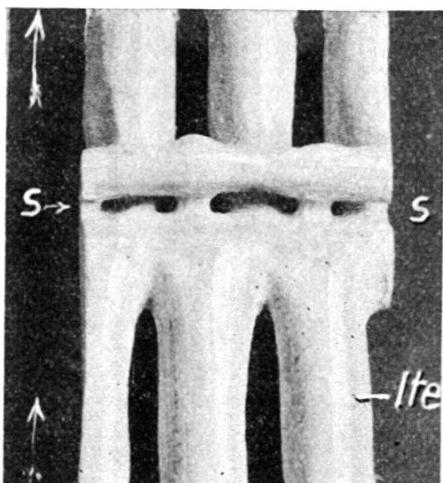
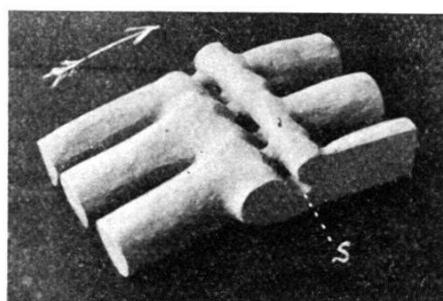


Fig. 2. Photographies d'un modèle en plastiline représentant le sarcode d'*Alveolina* vu de dessus à l'endroit d'un septum (passage d'une loge à l'autre). La flèche indique le sens de l'accroissement. Noter la fusion du sarcode avant et après le septum (s) et la position alternante des logettes (lte) qui se présentent ici sous forme de boudins.

Résumé.

Les Alvéolines étudiées ici sont des formes éocènes appartenant essentiellement au groupes de *A. (Borelis) sphaerica* FORTIS (rév.

Osimo), *A. ovoidea* D'ORB, *A. granum festucae* Bosc ainsi qu'à celui de *A. (Flosculina) decipiens* SCHWAGER. Elles proviennent du bassin de Paris, des Petites Pyrénées, du Vicentin, de Sicile, d'Alexandrette (Syrie) et de Java.

Leur test se compose des éléments suivants:

l'exosquelette, représenté par la lame spirale et son inflexion périodique: le *septum* (cloison méridienne des loges);
l'endosquelette qui comprend le dépôt basal et les cloisonnettes (parois des logettes).

Le septum représente toujours une ancienne face orale de l'animal. Il s'appuie sur la lame spirale du tour qui précède. Sa partie inférieure — située au-dessous de la zone des pores — est encastrée dans la couche basale des loges.

Ouvertures. Le septum est percé de deux rangées d'ouvertures: la première, l'inférieure, comprend les *pores principaux*, pores de grand diamètre, munis d'habitude d'une sorte de péristome qui rend assez saillant leur bord supérieur; leur bord inférieur se trouve toujours au niveau de la couche basale des loges. Ils se placent dans l'axe des cloisonnettes et non dans celui des logettes de la loge à laquelle ils appartiennent.

Les pores de la deuxième rangée se trouvent entre les précédents et au niveau ou un peu au-dessus de leur bord supérieur. Nous les avons appelés *pores intercalaires*. Ils regardent obliquement vers le haut, se placent dans l'axe des logettes de la loge dont ils débouchent et établissent une communication directe entre les deux canaux méridiens.

Des *pores supplémentaires* apparaissent, chez les formes allongées, dans la partie basale du septum, au voisinage des pôles. Ils correspondent à des galeries ou logettes supplémentaires irrégulièrement placées et qui ne communiquent pas entre elles.

Cloisonnettes. La disposition de ces lames interlogettaires est alternante de part et d'autre du septum. (Chez les Alveolinelles, elle est continue).

Les cloisonnettes touchent entre les pores principaux la face externe du septum qui précède et s'interrompent à quelque distance du septum qui suit. Il se crée deux canaux méridiens, l'un avant, l'autre après le septum. Nous les avons appelés: *canal préseptal* et *canal postseptal*. Le premier est toujours plus grand que le second, son diamètre est d'habitude égal ou un peu supérieur à celui des logettes.

Le canal postseptal a généralement une section triangulaire. Il peut devenir le point de départ de nouvelles logettes, en particulier dans le voisinage des pôles. Vers l'avant, il communique avec les logettes dans l'espace situé exactement au-dessus des pores principaux. Ça et là, il arrive que cette communication soit obturée et cela dans les régions où apparaissent de nouvelles logettes débutant dans un

plan un peu supérieur à celui des autres. Cette obturation peut être regardée comme l'amorce d'une division des loges parallélement à la spire (caractère des Alveolinelles).

L'augmentation du nombre des logettes se produit aussi bien au niveau du septum que dans l'espace compris entre 2 septa.

Au point de vue structural, il n'y a aucune différence entre les genres *Borelis* (groupe de *B. sphaerica*) et *Flosculina*. L'apparition dans ce dernier d'un épaississement local de la couche basale ne peut être pris tout au plus que comme caractère sub-générique. La systématique de ces Foraminifères nécessite une révision. A ce propos, l'alternance ou la continuité des cloisonnettes nous paraissent utiles à considérer pour distinguer le phylum de *Alveolinella* de celui des Alvéolines s. str. (*Borelis* et *Flosculina*).

Explication des planches.

Liste des abréviations.

b	= dépôt basal
cl	= cloisonnette
c. po	= canal postseptal
c. pr	= canal préseptal
f. o	= face orale
lte	= logette
pi	= pore intercalaire
pp	= pore principal
s	= septum
t	= toit (lame spirale)

Remarque: Les coupes figurant aux planches XIII, XIV et XV ont été photographiées en lumière réfléchie, sur fond noir, celles de la pl. XVI, par transparence.

Planche XIII.

Fig. 1. Calcaire éocène d'Alexandrette (Syrie) avec Alvéolines du type *Flosculina*, Gross. 6 \times . Collection C. RENZ.

Fig. 2. Même plaque, *Flosculina* sp. Gross. 20 \times . A gauche, coupe équatoriale montrant la zone d'épaississement basal dans les 4e, 5e et 6e tours de spire et les différents aspects du septum; à droite, coupe tangentielle, pour le détail, voir pl. XVI, fig. 3.

Planche XIV.

Fig. 1. Lutétien du Monte Postale (Vicentin). Alvéolines appartenant principalement au groupe de *A. sphaerica* var. *Haueri* (OSIMO). Exemplaires micro- et mégasphériques; à gauche en haut, un individu à loge initiale double. Gross. 6 \times .

Fig. 2. *Alveolina* sp., groupe de *A. sphaerica* FORTIS, Monte Postale. Gross. 24 \times . Coupe transversale non centrée. En plusieurs points, le septum paraît remonter jusqu'au toit de la loge qui suit (septum en boucle); en réalité la branche ascendante de cette ganse est formée par un des angles de l'extrémité postérieure d'une cloisonnette. Cet aspect est très fréquent dans les coupes transverses voisines des pôles, à cause de l'inclinaison du plan spiral sur l'axe.

Planche XV.

- Fig. 1. *Alveolina* sp., groupe de *A. sphaerica* FORTIS, Monte Postale. Gross. 24 \times . Coupe tangentielle un peu oblique. Alternance des cloisonnettes et pores intercalaires nettement visibles. La flèche indique le sens de l'accroissement des loges.
- Fig. 2. *Alveolina* cf. *granum festucae* Bosc var. *elongata* d'ORB. Lutétien, Bassin de Paris. Gross. 11 \times . Exosquelette en partie enlevé, cloisonnettes visibles.
- Fig. 3. Même exemplaire, Gross. 25 \times . On distingue les pores intercalaires dans le septum qui passe un peu au dessous de l'axe de la figure; à cet endroit, le toit du canal postseptal est enlevé. Les pores principaux, s'ouvrant entre les cloisonnettes, dans un plan perpendiculaire à l'image, ne sont pas visibles ici. A droite (c. pr.), on voit les ondulations du fond du canal préseptal, où se réalise l'alternance des cloisonnettes.

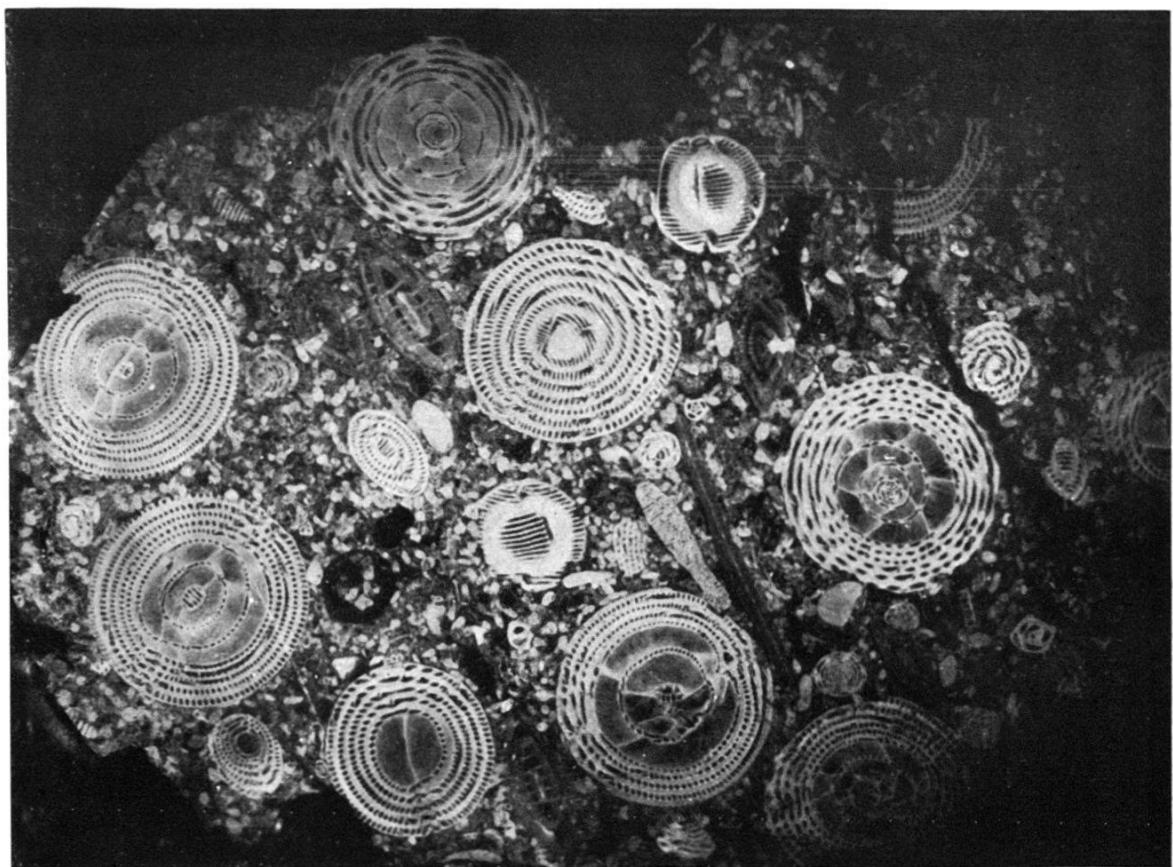
Planche XVI.

- Fig. 1. *Alveolina granum festucae* Bosc var. *elongata* d'ORB. Nalo (Vicentin). Coupe équatoriale Gross. 40 \times . L'épaisseur de la coupe est un peu supérieure au diamètre des logettes, d'où l'apparition des cloisonnettes dans toutes les loges. A noter les grandes dimensions du canal postseptal, en V très ouvert, qui s'évase par places vers l'avant.
- Fig. 2. *Alveolina sphaerica* FORTIS (= *subpyrenaica* LEM.) Yprésien Tourtouse, (Pyrénées) Gross. 50 \times . Coupe oblique centrée, presque équatoriale. Les différents aspects du septum sont nettement visibles, exosquelette moins opaque que l'endosquelette, suture des tours très apparente à cause d'un léger éclatement de la coquille.
- Fig. 3. *Alveolina* (*Flosculina*) sp., Alexandrette. Coll. RENZ. Gross. 53 \times . Coupe tangentielle; à trois reprises, trace du septum coupé perpendiculairement à son plan.
- Fig. 4. *A. (Flosculina)* cf. *decipiens* SCHWAGER. Lutétien, Sicile. Gross. 90 \times . Coupe tangentielle passant par le plan du septum à l'endroit des pores intercalaires. Le péristome des pores principaux est en dehors de la coupe, mais cette figure donne cependant une idée très approchée de la face orale de l'animal. A deux places, le pore intercalaire fait défaut.
- Fig. 5. *Alveolina* cf. *gigantea* CHECCH.-RISPOLI, Sicile. Coupe tangentielle du septum de deux loges successives. Double perforation nettement visible, de même que les sinuosités du septum au niveau des pores. Gross. 80 \times . Les traits interrompus indiquent la limite de deux tours de spire.
- Fig. 6. *Alveolina* sp. Monte Postale. Tangentielle. Au centre, apparition d'une nouvelle cloisonnette. Gross. 54 \times .
- Fig. 7. *Alveolina* cf. *sphaerica* FORTIS, Monte Postale. Gross. 65 \times . Loge initiale, coupe oblique centrée. On voit que le pore intercalaire peut exister déjà dans le premier septum et que le canal postseptal est présent dans la deuxième loge. Comme les cloisonnettes des premiers tours sont minces et divergeantes, elles apparaissent très irrégulièrement. Le pore de la loge initiale est en dehors de la coupe.

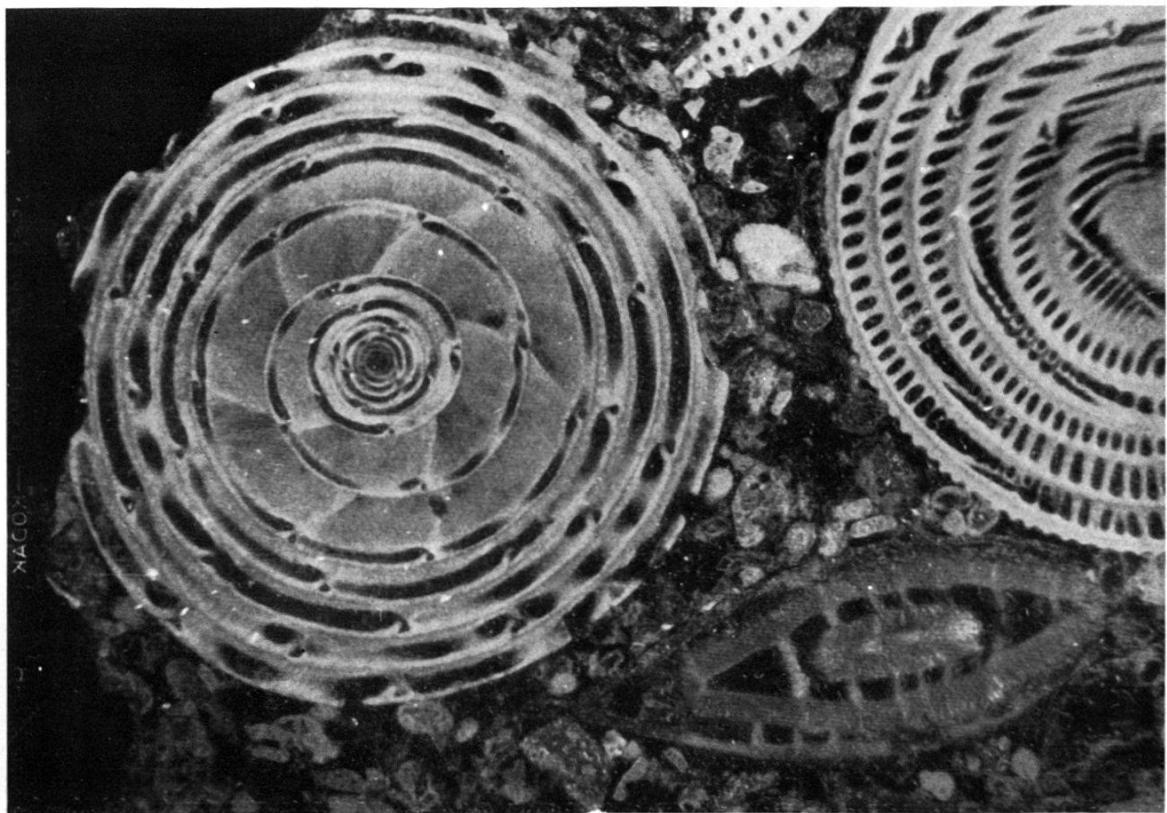
Planche XVII.

Modèles en plastiline.

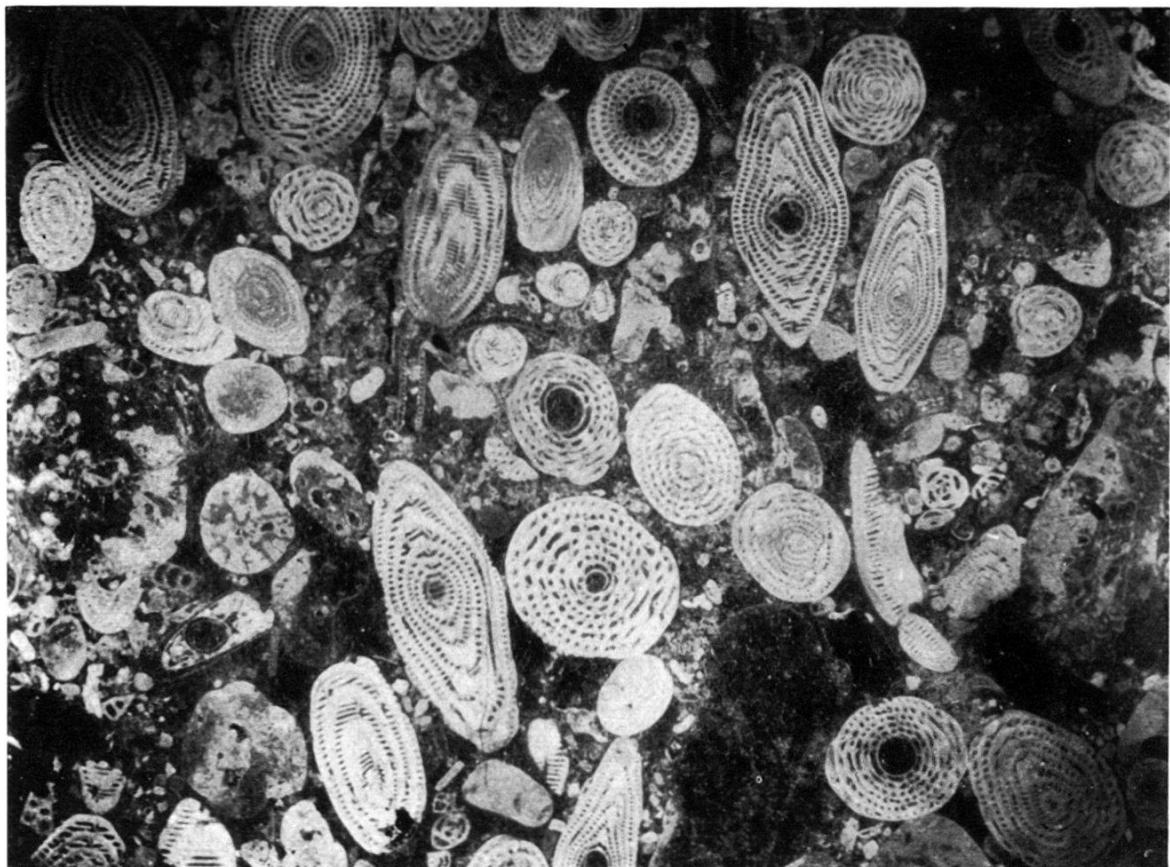
- Fig. 1, 2 et 3. Loge initiale et deux premières loges, d'après *Alveolina sphaerica* var. *Haueri* (OSIMO), Monte Postale. Le pore intercalaire apparaît régulièrement au 2^e septum; au premier, on le trouve plus rarement, nous ne l'avons indiqué qu'à un seul endroit (au centre, voir fig. 1).



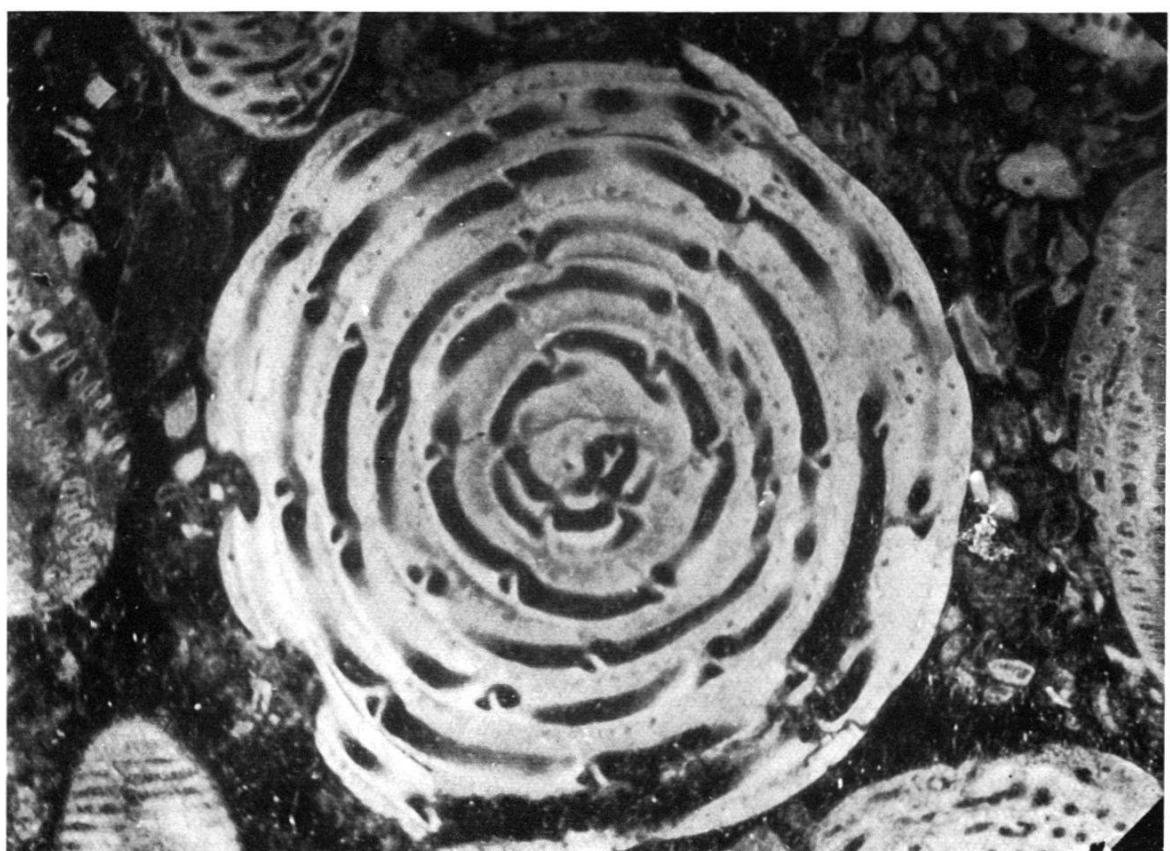
1



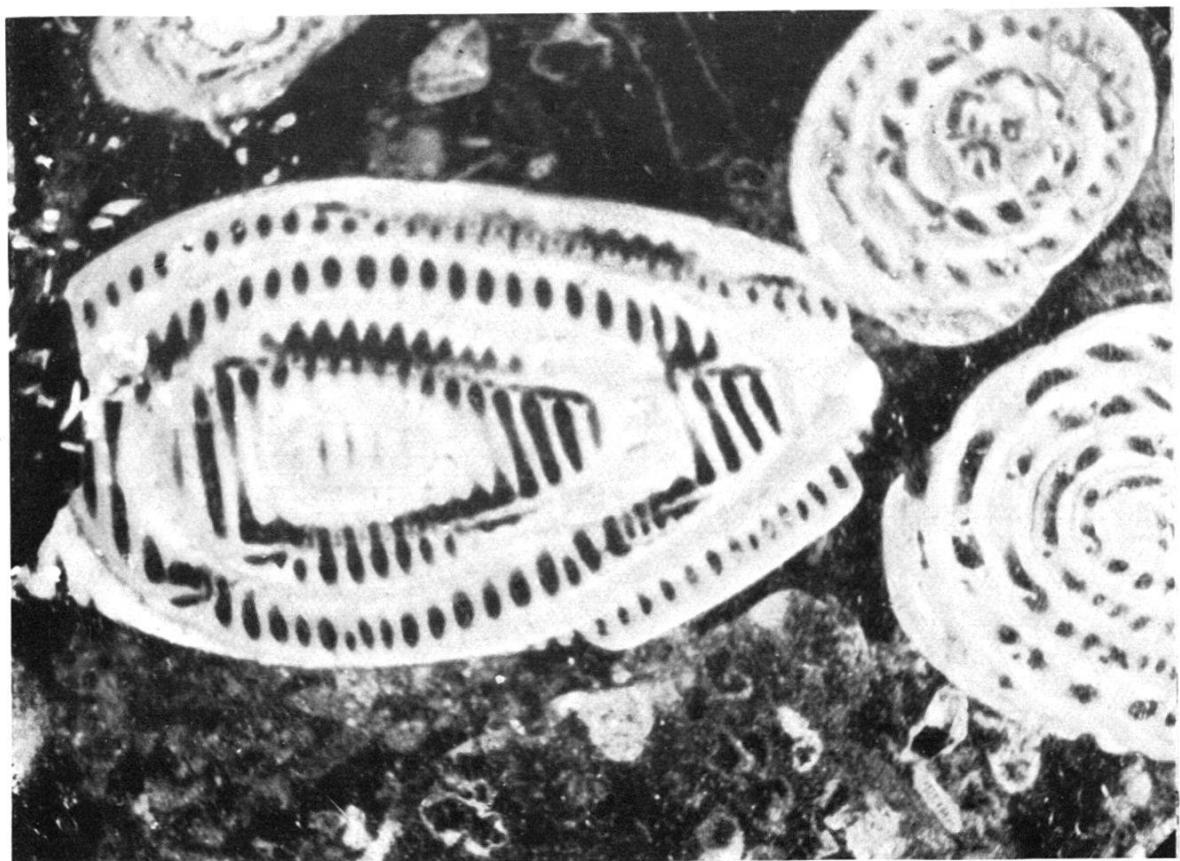
2



1



2



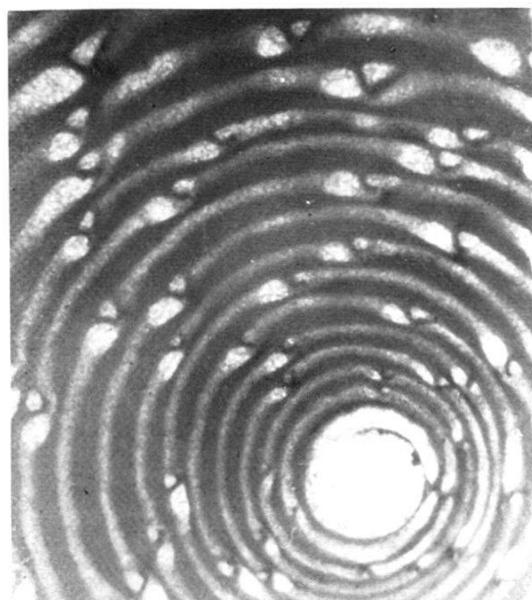
1



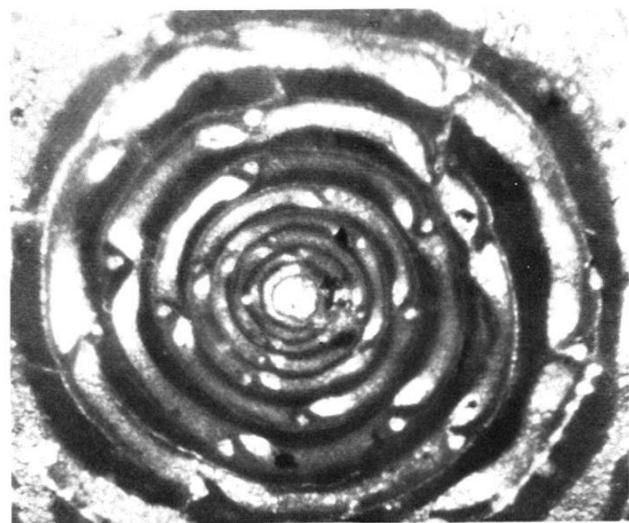
2



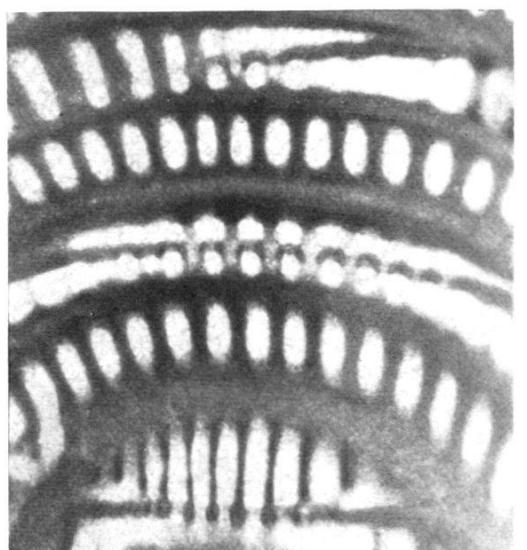
3



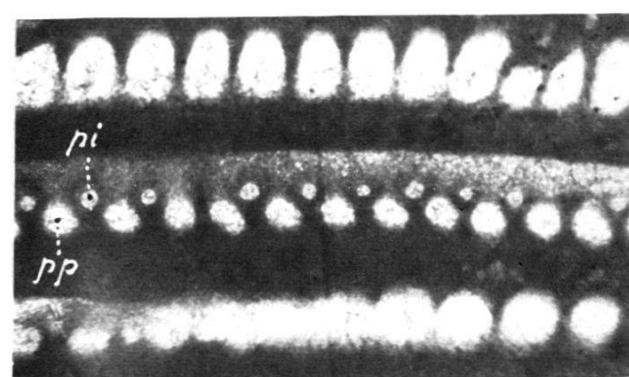
1



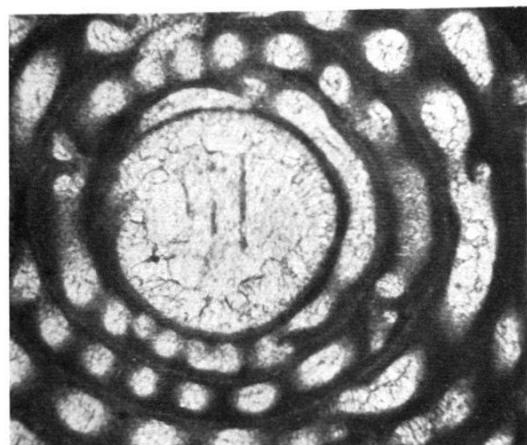
2



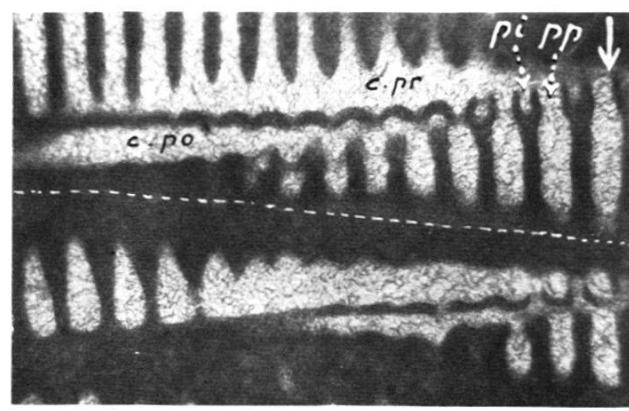
3



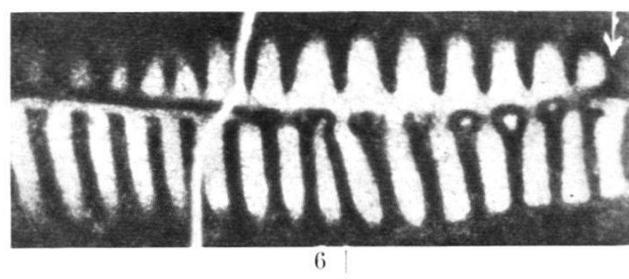
4



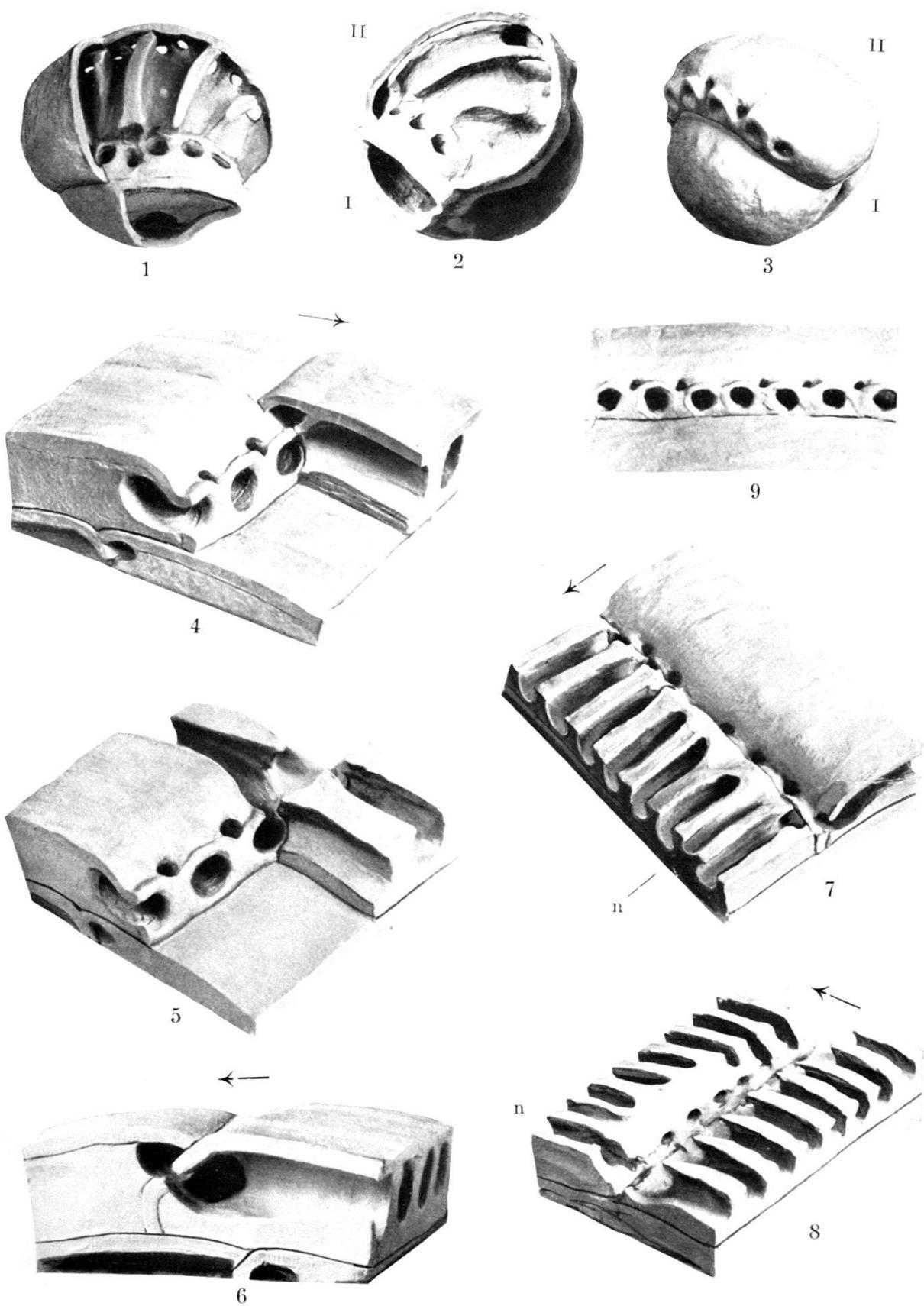
7



5



6



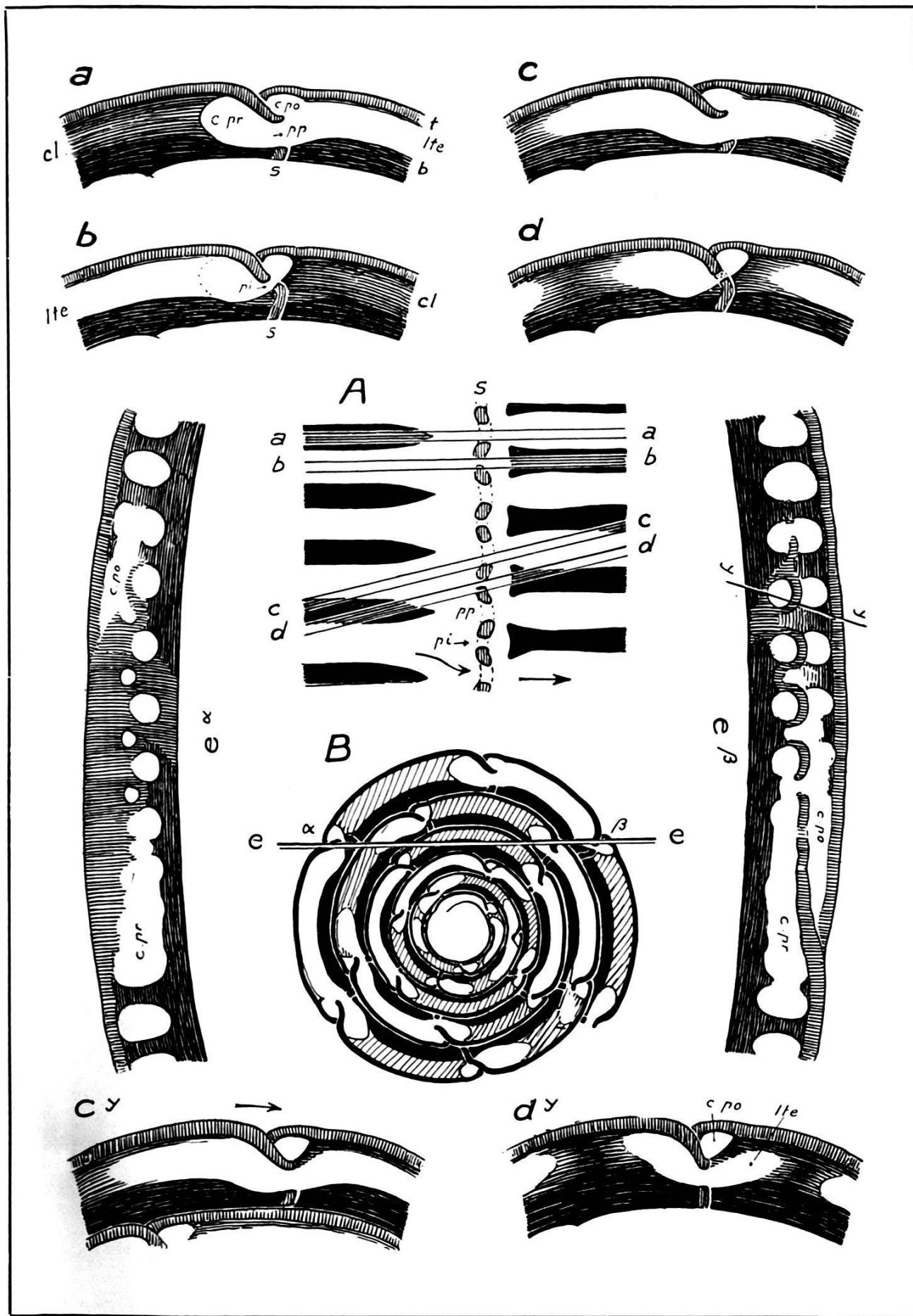


Fig. 4 et 5. Fragment d'un tour de spire à l'endroit du septum. L'extrémité postérieure de la loge de droite est en partie enlevée pour montrer que le septum repose sur le tour de spire précédent et représente une ancienne face orale de l'animal. A la fig. 5, la lame spirale est partiellement supprimée, on voit l'alternance des cloisonnettes de même que l'élargissement de leur extrémité postérieure qui motive, en coupe, l'apparition fréquente du «septum en boucle».

Fig. 6. Même modèle, face représentant une coupe équatoriale passant par le pore intercalaire. Canaux nettement visibles.

Fig. 7 et 8. *Alveolina granum festucae* Bosc. var. *elongata* d'ORB. Modèle montrant un cas d'obturation partielle de la communication entre le canal postseptal et les logettes de la loge qui suit. Au point *n*, apparition d'une nouvelle logette à partir du canal postseptal et dans un plan un peu supérieur à celui des autres. L'exosquelette de la loge II est enlevé (fig. 7), la fig. 8 ne montre que l'endosquelette.

Fig. 9. Même modèle après suppression de la loge II; aspect de la face orale.

Planche XVIII.

Aspects les plus typiques du septum de *Alveolina* dans les coupes équatoriales, transverses-obliques et tangentielles dont l'épaisseur est supposée ici inférieure au diamètre des logettes. L'exosquelette est figuré en hachures perpendiculaires, l'endosquelette en hachures parallèles à la surface de la coquille.

A. Coupe tangentielle schématique indiquant la position des coupes équatoriales *a* et *b* et des coupes obliques *c* et *d*. Pour montrer la double perforation du septum, les deux rangées de pores ont été figurées dans le même plan.

Coupes *a* et *b*: transverses (diamétrales), parallèles à la direction des logettes et perpendiculaires à la surface du test; *a* passe par le pore principal, *b* par le pore intercalaire.

Coupes *c* et *d*: transverses obliques par rapport à la direction des logettes et perpendiculaires à la surface du test (comme les logettes ne sont pas toujours orientées exactement dans un plan perpendiculaire à l'axe, ces aspects *c* et *d* s'observent aussi dans les coupes rigoureusement équatoriales).

Coupes *c y* et *d y* ont la même orientation que *c* et *d*, mais sont inclinées sur la surface du tour de spire selon *y* (voir fig. *e β*). Ce cas est fréquent dans les sections transverses voisines des pôles et, à 90° du cas précédent, dans les coupes obliques.

B. Coupe équatoriale montrant en *e* la position de la section tangentielle la plus favorable à l'examen du septum. Comme la coquille est ellipsoïdale (*Alv. sphaerica*) et non cylindrique, la coupe ne se maintient pas longtemps dans l'épaisseur du septum, elle entame les canaux méridiens et les cloisonnettes de deux loges. D'une logette à l'autre, l'image se modifie. Dans la coupe *e α* on *a*, de gauche à droite: les cloisonnettes, le canal préseptal, le septum (aspect de la face orale) puis on entre dans le canal postseptal et les cloisonnettes de la loge suivante.

Du côté *β* de la coupe *e* (voir *e β*) on a la même succession, mais de droite à gauche, et le septum est coupé perpendiculairement à son plan. On voit nettement que le péristome des pores principaux est encaissé dans l'endosquelette de la loge qui suit; le pore intercalaire, pris en long, a l'aspect d'une petite cheminée.

