

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES
DE BELGIQUE

MÉMOIRES

MÉMOIRE N° 145

KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT
VOOR NATUURWETENSCHAPPEN

VERHANDELINGEN

VERHANDELING N° 145



ESSAI

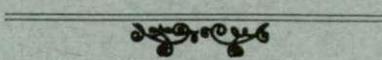
D'ÉTUDE STATISTIQUE DES CYRTOSPIRIFER
DU FRASNIEN DE LA BELGIQUE

PAR

ANTOINE VANDERCAMMEN

DOCTEUR EN SCIENCES GÉOLOGIQUES ET MINÉRALOGIQUES U.L.B.,
SOUS-DIRECTEUR DE LABORATOIRE À L'INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE.

(AVEC 5 PLANCHES HORS TEXTE.)



BRUXELLES

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE

RUE VAUTIER, 31

1959

Distribué le 31 mai 1959.

BRUSSEL

KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT VOOR NATUURWETENSCHAPPEN

VAUTIERSTRAAT, 31

1959

Uitgedeeld de 31^e mei 1959.

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES
DE BELGIQUE

MÉMOIRES

MÉMOIRE N° 145

KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT
VOOR NATUURWETENSCHAPPEN

VERHANDELINGEN

VERHANDELING N° 145



ESSAI

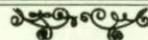
D'ÉTUDE STATISTIQUE DES CYRTOSPIRIFER
DU FRASNIEN DE LA BELGIQUE

PAR

ANTOINE VANDERCAMMEN

DOCTEUR EN SCIENCES GÉOLOGIQUES ET MINÉRALOGIQUES U.L.B.,
SOUS-DIRECTEUR DE LABORATOIRE À L'INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE.

(AVEC 5 PLANCHES HORS TEXTE.)



BRUXELLES

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE
RUE VAUTIER, 31

1959

Distribué le 31 mai 1959.

BRUSSEL

KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT VOOR NATUURWETENSCHAPPEN
VAUTIERSTRAAT, 31

1959

Uitgedeeld de 31^e mei 1959.

INTRODUCTION

On a attribué au genre *Cyrtospirifer* un nombre considérable d'espèces. Parmi celles-ci existe une série d'espèces voisines du génotype et qu'on désigne, sans aucune précision d'ailleurs, sous le nom de groupe du *Spirifer verneuili*. Signalons immédiatement que d'autres, de morphologie analogue, ont été réunies notamment sous le nom de groupe du *disjunctus*, du *semisbugensis*, du *whitneyi*, du *sulcifer*, du *sinensis* et comprennent les espèces types accompagnées de variétés et de mutations. Un nombre aussi considérable d'espèces, appartenant toutes (?) à un même genre, rend leur détermination pénible, pour ne pas dire impossible. En effet, la plupart des formes décrites rappellent les caractères du *verneuili* et les différences invoquées par les auteurs anciens se limitent, le plus souvent, à de faibles écarts de la taille ou de la courbure des valves.

D'autre part, l'attribution au genre *Cyrtospirifer*, basée sur la présence de la plaque delthyriale, n'est guère vérifiable que dans les coupes ou dans les sections polies du crochet ventral. Or les coupes publiées sont rares, rares aussi sont les spécimens dont le crochet est suffisamment dégagé pour laisser apparaître la plaque delthyriale dans le fond du delthyrium. On conçoit aisément qu'un tel état de choses n'est pas fait pour faciliter la détermination.

J'ai donc commencé par éliminer les espèces qui ne paraissaient pas appartenir à *Cyrtospirifer* et j'ai essayé d'établir des clefs dichotomiques pour les autres.

En me basant sur les descriptions, je me suis aperçu que certains caractères, considérés par les auteurs comme qualitatifs, apparaissaient à la fois dans plusieurs espèces, ce qui leur enlevait toute valeur spécifique. Il en est ainsi notamment pour le sinus dans le bourrelet, le bourrelet dans le sinus, le nombre de côtes radiaires ornant les flancs et la forme de la languette sinale. D'un autre côté, la concordance des descriptions et l'identité des caractères produits par la littérature forçaient à mettre en synonymie des espèces qui semblaient pourtant différentes. On se trouvait donc devant une foule de formes et on pouvait supposer qu'il s'agissait d'un polymorphisme reliant plusieurs espèces voisines et dont les formes extrêmes étaient à la base du nombre exagéré d'espèces décrites. En effet, beaucoup de ces « espèces » ne sont représentées que par quelques individus, parfois un seul, ce qui semble confirmer l'idée du polymorphisme. Il fallait donc déterminer quelle était l'étendue de ce dernier dans chacune des espèces, mais pour cela, il fallait essayer d'éliminer le facteur d'appréciation personnelle en ayant recours à des mensurations judicieusement choisies, grâce auxquelles on devait arriver à séparer les espèces et à dépister les formes intermédiaires. J'ai d'abord essayé de représenter la forme des spécimens au moyen de deux rapports. Le premier rapport divisait la largeur totale par la hauteur de la valve dorsale et donnait une idée de la forme dans le plan de séparation des valves. Le second rapport divisait l'épaisseur totale par la hauteur de la valve dorsale de manière

à donner une idée du profil du spirifère. En portant sur graphique les rapports d'environ 3.600 spécimens, j'ai constaté qu'il y avait passage graduel d'une forme extrême à l'autre, ce qui impliquait un polymorphisme extraordinairement étendu. J'ai constaté aussi que les spécimens types, mesurés d'après l'iconographie originale, sont presque toujours situés à la périphérie du nuage de points. Ceci signifie que la plupart d'entre eux ne sont pas des individus moyens, mais au contraire, des spécimens exceptionnels qui ont attiré l'attention des paléontologues précisément à cause de l'exagération de leurs caractères. Ainsi, le type du *verneuili* de R. I. MURCHISON se situe en dehors du nuage et constitue une forme particulière (même comparée avec celles que j'ai recueillies à Ferques, son lieu d'origine).

On pouvait donc conclure de ceci, en se basant d'une part sur la littérature et d'autre part sur le graphique, que les 3.600 points appartenaient à une seule espèce, car rien ne permettait de séparer les formes extrêmes si différentes, parce que reliées entre elles par de longues séries intermédiaires. J. GOSSELET (1894) et W. PAECKELMANN (1942) étaient déjà arrivés à des conclusions analogues. J. GOSSELET avait divisé le groupe du *verneuili* en *cylindrici*, *attenuati*, *elongati*, *hemicycli*, *proquadrati* et *obovati*; W. PAECKELMANN avait reconnu 13 variétés dans l'espèce.

Plusieurs arguments ne s'accordaient guère avec ces conceptions et notamment le nuage de points. Son contour, dessinant grossièrement la forme d'un croissant, était l'indice d'une hétérogénéité. Ensuite, un polymorphisme aussi étendu semblait difficilement acceptable. Enfin, certains individus paraissaient posséder tout de même des caractères mineurs indéfinissables qui, malgré le passage apparent d'une forme à l'autre, permettaient d'en constituer une série. La recherche et la définition de ces caractères devenaient ainsi un problème important qu'il était indispensable de résoudre pour arriver à séparer les espèces.

Un autre problème, aussi important, consistait à distinguer les spécimens jeunes des adultes et des gérontiques afin d'éviter un mélange de formes. J. GOSSELET (1894) avait déjà signalé que les spirifères changent de morphologie au cours de leur croissance et J. ROGER (1942) avait essayé de chiffrer ces transformations.

Il s'agissait donc de rechercher un élément capable de comparer les individus, de les classer par leur taille, en un mot d'évaluer si possible l'âge ontogénique de chacun d'eux. De multiples essais ne me donnèrent pas satisfaction.

Lorsqu'en examinant les spécimens au binoculaire, dans le but d'essayer de comprendre le mécanisme de leur croissance, je me suis aperçu que ce que l'on appelait ordinairement les stries de croissance n'étaient d'abord pas des stries mais des bourrelets et qu'ensuite ces bourrelets n'étaient qu'en relation secondaire avec l'ontogénie. En réalité, la coquille augmente de taille au moyen de très minces couches de test concentriques successives, dont les extrémités, qui aboutissent à la surface des valves, sont visibles à un fort grossissement. Ces microcostules sont en relation directe avec la croissance et m'ont suggéré une méthode d'évaluation de l'âge ontogénique que j'ai exposée dans une note (A. VANDERCAMMEN, 1954, Volume Jubilaire VICTOR VAN STRAELEN) et dont je reparlerai plus loin. Appliquée à des populations de spirifères, la méthode a donné des résultats satisfaisants. Elle a permis de déceler le mélange d'espèces et leur séparation. J'ai réuni ainsi des séries ontogéniques complètes avec des caractères spécifiques constants malgré les modifications subies au cours du développement. Des espèces non encore signalées en Belgique me sont apparues grâce à ce procédé.

Par l'examen des séries, j'ai découvert la présence de deux formes différentes dans chacune des espèces. Ce fait n'est pas nouveau, il a déjà été constaté par J. GOSSELET pour l'*orbelianus* et figuré sans explication pour d'autres groupes de brachiopodes par de nombreux auteurs. Ceci me porte à croire, qu'il s'agit peut-être là d'un dimorphisme sexuel ainsi que l'a signalé T. S. WESTOLL en 1950 (p. 492).

Le nombre des espèces va sensiblement diminuer à cause, d'une part, de la présence de ces deux formes, prises autrefois pour des espèces autonomes, et d'autre part, par suite de l'intercalation dans les séries existantes, d'individus intermédiaires, aberrants ou exceptionnels, dont on avait fait soit des variétés, soit des mutations ou même des espèces.

La constitution de séries ontogéniques m'a amené à les vérifier par la morphologie externe et à faire l'étude détaillée de leur morphologie interne. J'ai constaté ainsi que la sériation avait été bien faite par l'examen de la microsculpture et que la présence du deltidium et de la plaque delthyriale était constante.

Je me fais un devoir d'exprimer ma gratitude à M^{me} E. DEFRISE-GUSSENHOVEN qui a bien voulu me servir de guide en matière de statistique, à M^r M. LECOMPTE, Directeur de Laboratoire, à qui je dois de nombreux et judicieux conseils, enfin au préparateur M. DEKLEERMAEKER pour son aide précieuse dans l'élaboration de ce travail.

ESSAI

D'ÉTUDE STATISTIQUE DES CYRTOSPIRIFER
DU FRASNIEN DE LA BELGIQUE

CHAPITRE PREMIER.

1. DISCUSSION DU GENRE.

Les genres et sous-genres auxquels ont été rattachés les spirifères du groupe *verneuili* sont nombreux. Les plus anciens n'ont qu'une valeur historique, tels que *Terebratula* in J. B. LAMARCK, 1819 et *Trigonotreta* KOENIG, 1825.

Spirifer J. SOWERBY, 1814-1818. — Appelé aussi *Spiriferus* par H. M. D. DE BLAINVILLE (1827) et *Spirifera* par J. PHILLIPS (1841) et F. B. MEEK (1860), ce genre a été utilisé pour désigner toutes les formes rappelant le génotype *Anomites striatus* W. MARTIN, 1809.

Trigonotreta KOENIG, 1825. — Mal défini, ce genre a été l'objet d'interprétations multiples et confondu avec *Choristites* G. FISCHER DE WALDHEIM, 1825, *Delthyris* J. W. DALMAN, 1828, *Spiriferina* A. D'ORBIGNY, 1847 et *Brachythyris* MCCOY, 1844. Il a été discuté par W. PAECKELMANN (1931, p. 36) et serait synonyme de *Spirifer* s.s. *Trigonotreta* a été utilisé en sous-genre par H. YABE et M. NODA (1933, p. 521) pour *Sp. verneuili* sans expliquer le choix de cette détermination subgénérique. I. BROWN (1953, p. 57) après son intéressante discussion maintient le genre qui serait Permien.

Delthyris J. W. DALMAN, 1828. — T. A. CONRAD (1841) et J. HALL (1843) l'ont employé pour des espèces voisines de *Sp. verneuili*. Interprété diversement, il a été amendé par W. PAECKELMANN (1931, p. 29) et réservé à des spirifères primitifs à sinus et bourrelet lisses. *Delthyris* est donc très différent de *Cyrtospirifer*, aucune confusion n'est plus possible.

Cyrtia J. W. DALMAN, 1828. — Ce genre a été discuté par W. PAECKELMANN (1931, p. 27) qui le considère comme sous-genre d'*Eospirifer* C. SCHUCHERT, 1913. Il le réserve à des spirifères primitifs du Silurien supérieur et du Dévonien inférieur. *Cyrtia* diffère de *Cyrtospirifer* par sa macrosulpture (Riefenskulptur).

Cyrtospirifer D. NALIVKIN, 1930. — *Spirifer verneuili* est le génotype de ce sous-genre. Les caractères distinctifs sont, d'après la diagnose originale : sinus et bourrelet plissés, plaque delthyriale ou callosité apicale, delthyrium entièrement ou partiellement obturé par un pseudodeltidium. W. PAECKELMANN (1931, pp. 42 et 60) n'y a guère apporté de modifications; cependant, en 1942 (p. 49) il y ajoute un sinus triplissé et pas de deltidium. L'absence de cet organe constitue pour lui la distinction avec *Cyrtiopsis* d'A. GRABAU. Or de nombreux spirifères, dont la détermination ne laisse aucun doute, sont porteurs d'un deltidium bien conservé ou fragmentaire, mais qui n'apparaît le plus souvent qu'après un dégagement long et délicat. Le sous-genre *Theodossia* D. NALIVKIN, 1925, proche de *Cyrtospirifer* par la morphologie, en diffère par l'absence de plaque delthyriale.

Cyrtiopsis A. GRABAU, 1925. — *Cyrtiopsis* aurait dans le jeune âge une allure de spirifère aliforme et n'en différerait qu'à l'âge adulte par le contour et un pseudodeltidium foraminé. J'ai montré dans la discussion précédente que *Cyrtospirifer* et *Cyrtiopsis* semblent synonymes. B. V. MILORADOVITCH (1937, pp. 509-513) et E. MAILLIEUX (1941, p. 5) ont déjà exprimé la même opinion.

Platyrachella C. L. FENTON et M. A. FENTON, 1924. — Ce genre a des caractéristiques de *Cyrtospirifer* et W. PAECKELMANN (1931, p. 42) les fait tomber en synonymie. Le génotype *Spirifer macbridei* S. CALVIN, 1883, ne présente pas de costulation sinale. La description de S. CALVIN et la figure 10, planche XXV de J. HALL (1894) confirment cette absence de côtes dans le sinus et sur le bourrelet. Tout au plus y est-il signalé une petite élévation arrondie au milieu du sinus. *Platyrachella pulchra* C. L. FENTON et M. A. FENTON présente la même particularité. Il s'agirait donc de spirifères à bourrelet et sinus lisses, qu'il faudrait classer dans un autre groupe de spiriféridés auquel appartiennent également les sous-genres *Spinocyrtia* G. FREDERICKS, 1916, *Tylothyris* F. J. NORTH, 1920, *Australospirifer* K. F. CASTER, 1939, *Licharewia* O. L. EINOR, 1939. *Platyrachella cyrtinaformis* (J. HALL et R. P. WHITFIELD, 1872) et *Platyrachella alta* C. L. FENTON et M. FENTON, 1924 appartiendraient réellement à *Cyrtospirifer* par leur grosse costulation sinale. Ces espèces se rapporteraient au groupe du *Sp. verneuili*.

Sinospirifer A. GRABAU, 1931. — D'après A. GRABAU lui-même, le groupe du *Spirifer sinensis* est pratiquement inséparable de celui du *Spirifer verneuili*. Aussi W. PAECKELMANN (1942, p. 47) et E. MAILLIEUX (1941, p. 4) ont-ils considéré *Sinospirifer* comme synonyme de *Cyrtospirifer*. C. C. TIEN (1938, p. 110) y avait cependant apporté un amendement en voyant dans *Sinospirifer* un septum médian ventral (pl. XVI, fig. 2 et 3). Or, le « septum » n'est en réalité que la pointe du myoglyphe du pédonculaire médian. *Sinospirifer* aurait le sinus triplissé, c'est-à-dire divisé en trois parties par deux côtes primaires. Cette particularité n'est pas constante et insuffisante pour séparer les sous-genres.

Tenticospirifer C. C. TIEN, 1939. — *Spirifer tentaculum* M. V. K., 1845, est le génotype de ce sous-genre caractérisé par une grande aréa, l'absence de septum médian ventral, l'absence de callosité apicale et la présence d'un septum médian dorsal. L'aréa n'est pas toujours d'élévation suffisante pour constituer un caractère constant. La callosité apicale, n'est pas régulièrement absente, bien que peu développée. Quant au septum médian dorsal, des sections polies successives m'ont montré qu'il n'existait pas mais que le talon du processus cardinal, sensiblement plus épais que les bas-côtés, persistait encore, alors que les fossettes latérales étaient déjà largement ouvertes, simulant ainsi une colonne qui, en s'amincissant au fur et à mesure du polissage, donnait l'impression d'un important septum. L'expérience

répétée sur des *verneuili* et sur des *grabau* typiques m'a donné exactement les mêmes résultats. Je me rallie à l'avis d'E. MAILLIEUX (1941, p. 4) et de W. PAECKELMANN (1942, p. 48) qui font de ce sous-genre, un synonyme de *Cyrtospirifer*.

Hunanospirifer C. C. TIEN, 1939. — Dans ce sous-genre, basé sur deux espèces, *Spirifer wangi* et *Spirifer ninghsiangensis*, le plateau cardinal est épais, avec une aréa plate, crochue à son extrémité. Pas de septum médian ventral, mais une faible élévation existe dans la valve dorsale. C. C. TIEN ne parle pas de plaque delthyriale, ni de callosité apicale et la figure 39, page 138, ne montre pas cet organe. Son absence en ferait un *Spirifer* s.s. *Hunanospirifer* est un dérivé de *Cyrtospirifer* d'après C. C. TIEN. Le problème est donc insoluble jusqu'à plus ample information.

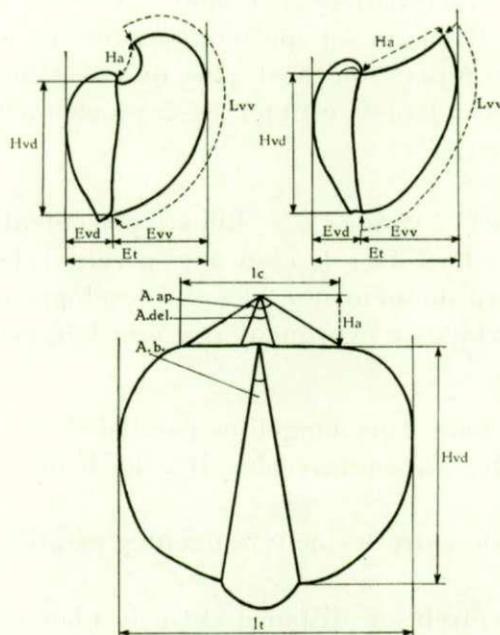


FIG. 1. — Schéma des mesures conchyliométriques.

Centrospirifer A. GRABAU, 1931. — Cité par A. GRABAU (1931, p. 93) sans description, pour *Spirifer chaoi* et *Spirifer heterosinosus*. Ces deux espèces appartiennent au groupe de *Sinospirifer* pour le même auteur (1931, pp. 263 et 340).

2. MENSURATIONS ET ANALYSE BIOMÉTRIQUE.

1° MENSURATIONS.

Le choix des mensurations dépend, d'une part, des grandeurs caractérisant la morphologie externe; d'autre part, des possibilités techniques. Il faut limiter le nombre des mesures et ne prendre que celles dont l'utilité est incontestable; mais il convient de mesurer tout ce qui pourrait avoir un intérêt quant à la similitude ou à la discrimination des individus. Cependant, telle grandeur importante dans une espèce n'a plus aucune valeur dans l'autre.

J'ai divisé ces grandeurs en mesures réelles, mesures volumétriques, mesures d'angles et coefficients.

A. Mesures réelles. — J'entends par ce terme des nombres représentant une distance réelle entre deux points situés aux extrémités d'une ligne droite ou courbe, mesurée le long de celle-ci.

L_{vv} = longueur du bord ventral mesuré depuis la pointe du crochet jusqu'à l'extrémité de la valve en suivant le bord du sinus, la languette non comprise.

H_a = hauteur de l'aréa, mesurée en courbe, depuis la pointe du crochet jusqu'à la ligne cardinale.

l_c = largeur cardinale ou longueur de la ligne cardinale, mucronations comprises si elles existent.

Remarque. — Il arrive souvent que les « éperons », comme les appelle J. Gosselet, sont brisés. Dans ce cas les mucronations aux âges antérieurs donnent une base pour une prudente extrapolation. Il va de soi que ces mesures ne sont plus que des ordres de grandeur et que toute comparaison n'est plus qu'une simple indication. Avec un peu d'habitude on arrive cependant à estimer assez exactement, les écarts excessifs étant révélés par les graphiques.

B. Mesures volumétriques. — Elles représentent les valeurs dimensionnelles de la morphologie externe, l_t et H_{vd} dans le plan de séparation des valves, E_t et H_{vd} dans un plan perpendiculaire. E_{vv} et E_{vd} donnent une idée du développement d'une valve par rapport à l'autre. Les mesures volumétriques n'expriment pas une longueur réelle de test et diffèrent ainsi des précédentes.

l_t = largeur ou distance qui sépare deux tangentes parallèles dans le plan de symétrie bilatérale. Dans les formes méga- ou équithyrides, l_t = l_c, l_t ne se justifie que dans les formes brachythyrides.

E_t = épaisseur totale ou distance entre les deux tangentes parallèles au plan de séparation des valves.

E_{vv} = épaisseur de la valve ventrale ou distance entre le plan de séparation des valves et la tangente parallèle.

E_{vd} = épaisseur de la valve dorsale ou distance entre le plan de séparation des valves et la tangente parallèle.

H_{vd} = hauteur de la valve dorsale ou distance entre la ligne cardinale et l'extrémité marginale de la valve, dans le plan de séparation des valves.

C. Mesure d'angles. — Les angles sont directement mesurables sur le spécimen sauf l'angle apical A._{ap.} qui ne l'est que rarement par suite de la courbure du crochet et qui doit être calculé, connaissant l_c et H_a.

A._{s.} = angle du sinus ou angle qui a la pointe du crochet ventral pour sommet et pour côtés les droites joignant le crochet aux extrémités des côtes bordières du sinus.

A._{b.} = angle du bourrelet qui a pour sommet la pointe du crochet dorsal et pour côtés les droites joignant le crochet et les extrémités des sillons bordiers du bourrelet.

A._{del.} = angle delthyrial ou de l'ouverture delthyriale qui a pour sommet l'extrémité du crochet ventral et pour côtés les rainures ou les bourrelets deltidiaux.

A._{ap.} = angle apical qui a pour sommet la pointe du crochet déroulé et pour côtés les droites joignant ce point aux extrémités cardinales. N'est pas directement mesurable dans les cas d'arées courbes et doit être calculé.

D. R a p p o r t s. — J'ai fait usage de quelques rapports des précédentes dimensions qui m'ont été utiles comme coefficients de comparaison.

lt/Hvd = coefficient volumétrique exprimant le contour dans le plan de séparation des valves, compte non tenu du crochet ventral. Caractérise les spécimens par leur largeur. Il va de 1,00 à 5,00.

Ha/lc = coefficient de l'aréa, donne la hauteur de l'aréa déroulée par rapport à lc . Il va de 0,05 à 0,70.

Ha/Lvv = coefficient de l'aréa, donne l'importance de l'aréa par rapport au bord ventral et par conséquent à l'âge ontogénique. Il représente assez bien la courbure du crochet.

\sqrt{Haxlc} = coefficient de l'aréa. Représente une surface de l'aréa comme si elle était déroulée sur un plan. L'aréa peut être comparée à un triangle, sa surface est de $\frac{Ha \times lc}{2}$, la constante 2 est inutile et le radical évite une trop grande dispersion des points.

E. N o m b r e d e c ô t e s r a d i a i r e s. — Les côtes sont dénombrées en 1 cm au bord marginal, à partir du sinus ou du bourrelet. Lorsque l'individu devient trop petit et que le nombre de côtes approche de 15 par cm, il convient de les dénombrer en 0,5 cm et de multiplier par deux. Il va de soi que les nombres obtenus impliquent une comparaison avec Lvv , car dans le cas de dichotomies ils peuvent atteindre brusquement une valeur double.

2° ANALYSE BIOMÉTRIQUE.

A. L e s t r a v a u x a n t é r i e u r s. — Les paléontologistes qui s'aident de méthodes statistiques pour l'étude des Brachiopodes deviennent de plus en plus nombreux. J. GOSSELET (1894) et C. C. MOOK (1915) ont commencé par faire des moyennes, l'un pour les spirifères du groupe *verneuili*, l'autre pour *Spirifer mucronatus*. Dès 1920, H. KLÄHN non seulement discuta la valeur de la méthode statistique en paléontologie, mais l'appliqua à des groupes très différents (Brachiopodes, Gastéropodes, Céphalopodes, Vertébrés). Il fit usage de moyennes, de déviation standard, de corrélations et de pourcentages pour séparer les espèces et les variétés. Un peu plus tard, W. E. ALKINS (1923, p. 109) étudia *Reticularia*, *Rhynchonella* et *Terebratula* en utilisant les moyennes, la déviation standard, le coefficient de variation, les droites de régression et les corrélations. D. NALIVKIN (1925) n'a employé que les moyennes et la déviation standard dans son étude sur le *Spirifer anossofi*. A. GRABAU (1931) et C. C. TIEN (1938) n'ont utilisé que les moyennes et des graphiques comparatifs. V. K. TING (1932, p. 465) est arrivé à séparer deux espèces voisines, *Spirifer tingi* A. GRABAU et *Spirifer hsiehi* A. GRABAU, du Dévonien de Chine, en comparant les moyennes du rapport largeur sur hauteur. M. J. ROGER (1942, p. 124) a recherché les variations des caractères avec l'âge dans *Spirifer verneuili* au moyen de la logistique.

B. M é t h o d e u t i l i s é e d a n s l e p r é s e n t t r a v a i l. — Les origines multiples des collections, l'état de conservation des spirifères et les erreurs de mesures qui risquent d'en découler, ne sont guère favorables à une étude statistique. La croissance continue des individus, l'hétérogénéité des populations donnent des courbes de fréquence qui ne sont pas toujours normales (la normalité est une condition essentielle de l'emploi des ellipses) et des corrélations parfois aberrantes. Malgré ces conditions imparfaites, qui sont celles que rencontrent généralement les paléontologistes, j'ai essayé d'appliquer la méthode statistique à un matériel qui dans son ensemble paraissait défectueux, mais qui convenablement trié par niveau et par localité pouvait se prêter à une expérience, le but poursuivi étant de mettre en œuvre tout ce qui

pourrait contribuer à mieux connaître les espèces et les modifications que subit leur morphologie au cours du développement ontogénique. Le présent travail est donc purement expérimental. Il n'a pas la prétention de constituer une recherche statistique classique et de répondre aux exigences du statisticien. J'insiste sur ce fait. Les résultats obtenus ont été interprétés avec la plus grande prudence. Les ellipses et les droites que j'ai cru devoir produire n'ont qu'une valeur indicative. Elles subiront des corrections au fur et à mesure que des populations, récoltées dans de meilleures conditions, seront étudiées statistiquement.

Les ellipses expriment une idée de la dispersion des points pour chacune des dimensions. L'axe longitudinal de l'ellipse donne une idée de la direction de cette dispersion, tandis que la droite de régression en donne l'idée de corrélation par rapport à la longueur de la valve ventrale, prise comme base générale de comparaison. Les spécimens étudiés proviennent tous des collections de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Une partie a été recueillie par mes soins dans les gisements riches et encore accessibles. Ces collections sont classées par étage, par assise, par zone et par localité. J'ai choisi parmi ces populations, celles qui conservaient un nombre suffisant d'individus après le premier triage écartant tous les spécimens incomplets ou trop mal conservés. J'ai donc disposé chaque fois d'un ensemble comprenant plusieurs espèces, chacune représentée par deux Formes, avec des individus jeunes, adultes et gérontiques. La mensuration de la longueur de la valve ventrale a permis un second triage, visant à séparer les espèces grâce aux caractères spécifiques constants et connus. Ceci m'a amené à la constitution de séries ontogéniques dans lesquelles j'ai pu intercaler normalement des individus qui paraissaient aberrants à première vue.

La séparation des Formes s'est faite à l'œil en classant les spécimens d'une même espèce par ordre de longueur de la valve ventrale, procédé que j'expose plus loin. Le triage s'est donc effectué par le processus suivant :

1. Population plurispécifique appartenant si possible à un seul gisement;
2. Séparation des individus non mesurables;
3. Mensuration des autres et classement par ordre de longueur de la valve ventrale;
4. Séparation des espèces par les caractères spécifiques connus;
5. Classement des individus dans chacune des séries ontogéniques;
6. Séparation des Formes dans chacune des espèces au moyen de caractères constants.

Les ellipses ont été calculées d'après les formules données par E. DEFRISE-GUSSENHOVEN (1952, p. 28). Les paramètres qui entrent dans les équations sont donnés par les formules suivantes (voir par exemple E. G. CHAMBERS (1948) et M. LAMOTTE (1948) :

x = dimension ou rapport,

y = longueur de la valve ventrale (L_{VV}),

$$\text{moyenne} = \bar{x} = \frac{\Sigma(x)}{n},$$

$$\text{déviat. standard} = \sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{n} - \bar{x}^2},$$

$$\text{variance} = \sigma^2,$$

$$\text{coefficient de variation} = V = \frac{100 \sigma_x}{\bar{x}},$$

$$\text{coefficient de corrélation} = r = \frac{\Sigma(xy) - n \bar{x} \bar{y}}{n \sigma_x \sigma_y},$$

$$\text{coefficient angulaire de la droite de régression} = r \frac{\sigma_x}{\sigma_{L_{VV}}},$$

n = nombre d'individus.

Les ellipses sont des courbes d'égal fréquence ou équiprobables, c'est-à-dire que si le nombre de spécimens se rapprochait de la population totale, on pourrait joindre les points d'égal fréquence et ceux-ci seraient situés sur des ellipses concentriques dont chacune correspondrait à un taux d'éloignement déterminé du point moyen. Afin de ne pas produire des ellipses trop grandes qui risqueraient de comporter trop de points relatifs à des individus exceptionnels, on m'a conseillé de limiter le taux d'éloignement à 70 %.

Remarques.

1° Toutes les dimensions ou rapports de dimensions ont été comparés à la longueur de la valve ventrale (L_{vv}), de sorte que dans chacune des formules, qui sont générales, y doit être remplacé par la valeur de L_{vv} .

2° Tous les calculs ont été effectués avec 6 décimales dont les 3 premières seules ont été retenues dans les tableaux des paramètres.

3° J'ai considéré le coefficient angulaire de la droite de régression de x sur y comme module de croissance. En effet, ce coefficient est l'expression de la rapidité avec laquelle une dimension croît ou décroît par rapport au développement régulier de la longueur de la valve ventrale (L_{vv}).

3. LA SÉRIATION ONTOGÉNIQUE.

J'ai exposé dans une note (1954, Volume Jubilaire VICTOR VAN STRAELEN, p. 539) une méthode nouvelle de sériation ontogénique que j'ai appliquée ici. J'en résume les points principaux. La microsculpture, visible seulement à la loupe ou au binoculaire, comporte, sur toute la surface des valves et de l'aréa, une fine costulation concentrique d'accroissement dont les éléments sont au nombre de 8 à 60 par mm. Leur nombre décroît de la pointe du crochet au bord marginal, mais il reste à peu près constant à une distance égale du crochet dans tous les individus. Chacune des microcostules correspond à une couche de croissance du fibrotest externe dont elle est l'extrémité. Le dénombrement des microcostules étant impossible par suite de la mauvaise conservation du test, on peut le remplacer par la mesure de la longueur en courbe de la valve ventrale, le long de l'arrête sinale, depuis le crochet jusqu'au bord de la valve, languette sinale non comprise (L_{vv}). On obtient ainsi une mesure correspondant en gros à un « âge ontogénique » susceptible de comparer les individus entre eux. Le triage d'une population plurispécifique s'avère souvent difficile, particulièrement lorsque les espèces sont voisines. Les caractères invoqués par la littérature présentent des termes de passage qui estompent leur valeur spécifique et amènent à d'inévitables confusions. Grâce à la méthode de classement par L_{vv} , ce triage s'effectue plus facilement et on arrive à constituer des séries ontogéniques dans lesquelles les caractères spécifiques acquièrent leur vraie valeur par les modifications qu'ils subissent et qu'on suit au cours du développement. Sans être rigoureuse, cette méthode de travail est un moyen de sériation dont tous les éléments sont contrôlables. Lorsque la population est divisée en espèces, deux vérifications s'imposent dans chacune des espèces. La première s'adresse à la morphologie des spécimens de chacune des séries. Le contour des individus jeunes doit se retrouver dans les individus gérontiques grâce à la grosse costulation de croissance. La seconde vérification se fait sur graphique. On prend pour ordonnée L_{vv} et pour abscisse successivement chacune des autres dimensions et rapports. Les nuages de points obtenus doivent être plus ou moins groupés (nous verrons plus loin que le nuage peut être scindé en deux parties à cause du dimorphisme) et tout point situé anormalement en dehors du nuage est suspect. Il implique soit une erreur de mesure, soit une erreur de pointage, soit enfin une confusion d'espèce ou une tératologie et doit être révisé.

4. LES STADES DU DÉVELOPPEMENT ONTOGÉNIQUE.

La terminologie des stades du développement ontogénique, déjà traitée par A. HYATT (1888, p. 396 et ss.), a été précisée par C. E. BEECHER (1892, p. 151) et augmentée par A. GRABAU (1931).

Après les périodes embryonnaires qui paraissent inobservables sur les fossiles, se succèdent quatre stades d'accroissement.

Le stade népionique est l'âge auquel la coquille ne montre pas encore de caractère spécifique. Les jeunes à ce stade peuvent donc appartenir à plusieurs espèces et leur distinction est difficile. La détermination chiffrée exacte du stade népionique est malaisée car la valeur-limite varie suivant les espèces. A. GRABAU en fixe la limite supérieure à 15 pour le groupe du *Spirifer sinensis*. Ce chiffre 15 est la mesure en mm de la longueur sinale, c'est-à-dire de la pointe du crochet à l'extrémité de la languette. La différence entre cette mesure et L_{vv} est faible et dépend de la courbure de la valve. L'âge 15 d'A. GRABAU est un peu plus jeune que $L_{vv} = 15$.

Le stade néalogique ou néanique est celui de l'adolescence où l'on voit apparaître et se développer les caractères spécifiques. Il dure assez longtemps parfois. Dans le groupe de *Sp. sinensis*, A. GRABAU lui accorde une durée équivalente à un accroissement de 10 mm environ.

Le stade éphébolique ou éphébique est celui de l'adulte en condition normale avec ses caractères spécifiques développés.

Le stade gérontique ou gératologique est atteint par certains individus qui sont d'abord remarquables par leur grande taille, l'épaisseur de leur test et aussi par l'accentuation voire l'exagération de certains caractères, ce qui tend à leur donner un aspect quelque peu différent des adultes et à les considérer comme des représentants de variétés ou d'espèces voisines.

A. GRABAU a introduit les divisions supplémentaires ana-méta- et para- sans toutefois les définir exactement. Il est difficile d'en fixer les limites, car le passage d'un stade à l'autre est graduel. J'ai observé que dans beaucoup de cas, les formes méta- et para-népioniques portent déjà des traces de caractères qui, en s'accroissant dans les stades ultérieurs, deviennent spécifiques. Les formes pré-népioniques, pour autant qu'elles soient observables, présentent toutes des caractères communs, à savoir, une aréa plate plus ou moins orthocline, une costulation rare, un sinus et bourrelet lisses et peu accentués.

L'« âge ontogénique » approximatif fixé par la longueur de la valve ventrale (L_{vv}) n'est pas l'âge réel pour chacune des espèces. Il n'est qu'un moyen de comparaison. En effet, il existe des espèces de petite taille et d'autres qui atteignent un volume nettement supérieur. Il n'y a donc pas de correspondance absolue d'âge entre individus d'espèces différentes possédant une longueur L_{vv} égale. Je crois cependant que la différence d'âge relatif entre les espèces étudiées n'est pas bien grande et que la durée nécessaire à former une coquille est à peu près fonction de sa taille. J'ai constaté d'ailleurs que des espèces qui paraissent ne pas dépasser une certaine grandeur, offrent quelquefois un ou deux spécimens beaucoup plus grands, et dont la taille est à peu près semblable aux stades gérontiques des autres espèces. Ceci tend à démontrer que dans des circonstances favorables, la vie et par conséquent la croissance peut se prolonger au-delà des limites habituelles de l'espèce. Une espèce vivant dans un milieu qui devient défavorable meurt jeune et ne sont fossilisées dans ce cas que des coquilles de petite taille, tandis que dans le cas contraire un pourcentage élevé des individus atteint une taille nettement supérieure.

5. LE DIMORPHISME (sexuel ?).

Les sexes sont séparés chez les Brachiopodes, sauf dans le genre actuel *Argyrotheca* (E. SENN, 1934, pp. 129-130; J. A. THOMSON, 1927, p. 13; J. G. HELMCKE, 1939, pp. 189 et ss.). La différenciation dans les espèces récentes se fait lorsque les produits de génération sont à maturité. A ce moment, les ovaires se colorent en jaune, brun, rouge, alors que les testicules restent pâles (J. A. THOMSON, 1927, p. 13). D. P. OEHLERT (1887, p. 1233) a signalé une différenciation dans l'appareil apophysaire de certaines formes actuelles porteuses d'un marsupium.

T. S. WESTOLL (1950, p. 491), en étudiant les problèmes de la croissance en général, s'aperçut que chez *Dielasma elongata* (SCHL.) du Permien de Durham (Angleterre) le rapport de l'épaisseur sur la longueur présente une courbe de fréquence à deux sommets. Celle-ci amène à la conclusion qu'il existe deux formes, représentées par un nombre à peu près égal d'individus statistiquement séparables. L'auteur en a déduit un dimorphisme probablement sexuel. Les autres rapports donnent des courbes de fréquence unimodales qui prouvent que les spécimens examinés appartiennent bien à une seule espèce. T. S. WESTOLL a recherché ce dimorphisme dans les travaux de W. E. ALKINS (1920-1923) sur *Terebratula punctata* et *Rhynchonella boueti*, de H. DAY (1915) sur *Reticularia lineata*, de W. G. AITKEN et W. S. MCKERROW (1948) sur des *Rhynchonellidae*. Il a constaté que si peu d'éléments sont concluants, parfois les courbes ont une tendance à la platycurtie, à l'asymétrie ou à une distribution anormale. D'autre part, les deux formes ont été décrites sous deux noms d'espèces différents : *Pugnax pugnax* MART. et *Pugnax cf. sulcatus* Sow.

En 1951, sans avoir connaissance du travail de T. S. WESTOLL, j'avais étudié la variabilité de *Sp. orbelianus* et j'avais constaté, comme J. GOSSELET (1894, p. 43), que cette espèce se présente sous deux aspects différents, l'un allongé, à grande aréa, l'autre globuleux, à aréa plus basse. J'ai essayé de séparer ces séries et après plusieurs essais infructueux (qui m'ont démontré qu'il s'agissait d'une seule espèce) je suis arrivé à déterminer les rapports qui conviennent le mieux à la discrimination. Déjà, à ce moment et en voyant que dans un même gisement les deux séries étaient représentées par un nombre à peu près égal de spécimens, j'ai pensé au dimorphisme sexuel mais sans oser exprimer cette opinion. Ce n'est qu'après avoir retrouvé les deux formes dans huit espèces que j'ai acquis la conviction que le dimorphisme pourrait être sexuel et qu'il semblait avoir échappé à la perspicacité des chercheurs (sauf T. S. WESTOLL). Pour obtenir la confirmation de cette assertion, il faudrait déceler le dimorphisme conchyliologique sexuel dans des espèces récentes et pouvoir en vérifier anatomiquement le sexe.

Chez les spirifères du groupe *verneuli*, les caractères principaux du dimorphisme semblent fixés sur la morphologie générale et sur l'aréa. Le polymorphisme des espèces, bien que large, ne s'avère pas aussi étendu qu'on pourrait le croire, puisque les espèces semblent se diviser en deux séries polymorphes, comprenant chacune de nombreuses variations individuelles et ontogéniques. Une population de spirifères, composée de plusieurs espèces, chacune d'elles représentée par deux formes, celles-ci comprenant des individus jeunes, adultes et gérontiques, constitue un tel mélange de formes qu'une discrimination directe, avec les moyens habituels, ne paraît guère possible, et que seul un classement ontogénique permet de dissocier.

Les dimensions qui semblent le mieux convenir à la discrimination entre les deux formes

sont lt , Hvd et Ha , parfois \sqrt{Haxlc} ; mais le choix des mensurations dépend surtout de la morphologie de l'espèce en cause et de nombreux essais sont souvent nécessaires. L'épaisseur totale Et utilisée par T. S. WESTOLL (Td/L) pour *Dielasma* ne semble pas répondre de la même manière dans *Spirifer*. Ce fait est dû à l'aréa qui par son élévation dans la forme allongée éloigne le sommet du crochet du plan de séparation des valves, compensant ainsi l'épaisseur plus grande de la valve ventrale de l'autre forme. En général, Et donne des droites de régression très voisines. Il arrive parfois que d'autres dimensions ou rapports s'avèrent bons pour la discrimination, tels Ha/Lvv , lt/Hvd , $A.ap$, Ha/lc . Malheureusement ces caractères échappent à l'observation visuelle et n'apparaissent qu'après la séparation des formes lorsque les graphiques sont déjà établis.

Si on compare les résultats obtenus par T. S. WESTOLL et les miens, on constate que dans la morphologie externe, d'une part l'aspect globuleux et trapu, et d'autre part, l'aspect aplati, plus large seraient à la base de la discrimination. Chez les Spiriféridés, il semble que l'aréa joue un rôle, mais il est prématuré d'affirmer que le degré de développement du plateau cardinal soit un caractère sexuel secondaire. Enfin, si on fait des rapprochements morphologiques avec d'autres classes d'animaux et si toutefois ces analogies sont valables, par exemple avec les céphalopodes, où les coquilles de femelles sont plus trapues et celles de mâles plus aplaties, on serait porté à croire que les formes globuleuses seraient femelles et les formes plus larges, mâles. Ceci n'est évidemment qu'une simple déduction et rien n'autorise à admettre cette assertion comme une vérité scientifique. Si un jour on arrive à démontrer qu'il ne s'agit pas d'un dimorphisme sexuel, il faudra en conclure que nous nous trouvons devant les stades limites de la variabilité intraspécifique.

J'ai observé également deux Formes dans les *Ambocoeliinae* et les *Reticulariinae* ainsi que dans *Gürichella* (A. VANDERCAMMEN, 1956-1957) et elles se présentent toujours avec les mêmes aspects, une Forme I large et l'autre Forme II plus étroite et plus trapue. Poussant mes investigations plus loin, j'ai rencontré beaucoup de Télétrémates tertiaires avec deux Formes et notamment parmi les Térébratules. Serait-ce là une particularité des Télétrémates ?

6. COSTULATION ET FORMULE SINALE.

L'utilité fonctionnelle des côtes radiaires ne semble pas encore établie avec certitude. Pour E. MORSE (1871, p. 33), la costulation externe correspondrait à des canaux dans lesquels se prolongent les soies du manteau. Ces soies serviraient de filtre pour empêcher l'introduction de corps étrangers à l'intérieur de la coquille. Pour T. DAVIDSON (1883, p. 196), la grosseur des côtes serait en relation avec la nature du sol. Lorsque la coquille repose sur un sédiment fin, boueux, les côtes seraient plus fines et plus nombreuses, ce serait le contraire sur un dépôt graveleux (*Strophoménacés* du Dévonien). Pour A. LAMONT (1934, p. 181), les brachiopodes les plus primitifs sont lisses et la costulation peut être considérée comme le produit d'un processus anagénétique d'évolution. Par contre, par catagenèse, une espèce costulée peut perdre son ornementation. La costulation, tout en étant un facteur de solidité, est aussi, d'après l'auteur, un facteur de stabilité.

Il me paraît prématuré d'émettre une opinion quant à l'application aux spirifères des idées exprimées. D'ores et déjà, je dois faire remarquer que la grosseur de la costulation est spécifique, malgré la variabilité de ce caractère. De plus, des individus de *Cyrtospirifer supradisjunctus*, à fine costulation, ont été découverts dans le même facies que les espèces à grosses côtes comme *Cyrtospirifer orbelianus*. Enfin, dans les schistes violets de Barvaux, où

le sédiment est fin, les spécimens ont des côtes normalement développées, parfois même grosses comme dans certains individus gérontiques de *Cyrtospirifer verneuli*.

L'idée de dénombrer la costulation des brachiopodes serait due à ULRICH (vers 1897). Cet auteur aurait communiqué ses suggestions à F. W. SARDESON qui aurait appliqué le principe à *Dalmanella* et *Plectambonites*. Malheureusement, son travail n'a pu être retrouvé et est resté ignoré de la majorité des chercheurs (B. B. BANCROFT, 1927-1928, p. 87).

En 1927-1928, B. B. BANCROFT (p. 53), bien que n'ayant pas connaissance de l'ouvrage de F. W. SARDESON, imagina un système permettant de désigner par un indice les côtes couvrant les valves d'*Orthacea*. Le procédé de notation est simple : la côte médiane centrale porte le n° 1, les secondes côtes entières portent le n° 2 et ainsi de suite; à chacune des bifurcations de ces côtes on ajoute les lettres *a*, *b*, *c*, etc., et à chacune des bifurcations secondaires, le chiffre 1 (ex. : 4a1); aux dichotomies ternaires on ajoute une lettre (ex. : 4a1a).

Une méthode analogue a été préconisée en 1931 par A. GRABAU (p. 93) pour les sinus des spirifères dévoniens et post-dévoniens. L'auteur distingue ainsi trois types de sinus :

1. Sinus uniplissé, caractérisé par l'apparition dans le stade jeune d'une seule médiane, ce groupe serait dominant dans le Dévonien moyen;
2. Sinus triplissé, différent du précédent par l'apparition de 2 côtes médianes, caractéristique du Dévonien supérieur;
3. Sinus dupliplissé, rappelle le triplissé par les deux côtes médianes mais s'en sépare par les dichotomies qui restent subparallèles et pariées et par l'apparition, dans les formes évoluées, d'une côte médiane.

Les côtes primaires sont désignées par I, les bifurcations primaires par *x*, les secondaires par *z* et les intercalations par *y*.

Dans les sinus uniplissés et triplissés la formule sinale reste élémentaire, elle se complique fortement dans les dupliplissés.

T. K. HUANG (1933, p. 42), M. S. CHANG (1934, pp. 11-13), B. V. MILORADOVITCH (1936, p. 46), C. C. TIEN (1938, pp. 115 et ss.) et S. V. SEMITCHATOW (1941) ont utilisé des méthodes semblables.

La multiplication des côtes dans le sinus et sur le bourrelet constitue certainement un caractère important. La valeur essentielle des costulations sinales est pour A. GRABAU leur ordre d'apparition dans le développement de la coquille. La première paire de plications sinales apparaît très tôt. Ce stade est précédé d'un autre dans lequel le sinus ne porte aucune costulation, d'où A. GRABAU conclut que les spirifères à sinus lisse sont phylogéniquement plus anciens que ceux à sinus plissé. La dichotomie suivrait un ordre d'apparition bien déterminé et qui serait toujours le même dans chacune des nombreuses mutations qu'A. GRABAU a créées.

La théorie est séduisante et ne manque pas d'intérêt, surtout si la dichotomie dans le sinus et sur le bourrelet constitue dans certains groupes un caractère constant. L'étude détaillée des variations de ce caractère pourrait peut-être résoudre des questions ontogéniques et phylogéniques. Aussi, ai-je essayé les formules sinales sur des échantillons bien conservés et bien nettoyés, de manière à offrir un champ d'observation aussi clair que possible. Je ne suis pas parvenu à établir une formule sinale à peu près certaine, sauf pour quelques spécimens seulement. J'ai constaté que cette opération est pleine de difficultés et ne se termine jamais sans incertitude. D'abord, il faut distinguer les côtes primaires. Elles ne sont pas toujours visiblement différentes des autres par leur largeur propre et la largeur des sillons qui les bordent. Si le sinus est, de plus, arrondi, le problème devient insoluble. Il est alors impossible

de décider si les bifurcations appartiennent à telle ou telle côte, principale ou non. D'autre part, l'extrémité usée du crochet ne permet pas de distinguer les côtes principales ou leurs prolongements. Enfin, près du bord frontal, certaines côtes sont si mal marquées que leur existence peut être mise en doute. Pour W. PAECKELMANN, qui a éprouvé des difficultés analogues dans l'établissement de diagrammes sinaux, peu d'exemplaires sont suffisamment bien conservés et la distinction entre les dichotomies et les intercalations est pour lui la difficulté principale. Il constate aussi une grande variation de formule sinale dans les formes semblables d'un même groupe. Il fait remarquer en outre que dans les formules compliquées, il n'est pas rare de rencontrer des côtes asymétriques, avec des côtes homologues dichotomisées à des hauteurs différentes. Une formule sinale ne pourrait servir de caractère distinctif si ce n'est par sa simplicité ou par sa complication. Le système de notation de W. PAECKELMANN (1942, p. 11) se résume à désigner par G les côtes bordières du sinus (Grenzrippe), par 1 les côtes primaires, par 2 les côtes secondaires et par 3 la côte médiane. Les dichotomies se marquent par un x soit à gauche soit à droite de la côte bifurquée suivant le cas. Dans la formule sinale une flèche indique le milieu du sinus.

G. GATINAUD (1949, p. 153) a innové un système de notation plus précis encore que celui de W. PAECKELMANN, en ce sens que chacune des côtes, à quelque secteur qu'elle appartienne, est cataloguée par un indice. Les côtes primaires sont désignées par la lettre I, celle de droite par Id, celle de gauche par Ig. La médiane est représentée par m, les autres primitives par A1d, A2g, etc., en allant des côtes primaires vers l'axe du sinus et ainsi de suite (voir G. GATINAUD, 1949, pp. 157-158). L'auteur a repris l'idée d'A. GRABAU, il accorde une grande importance à l'ordre d'apparition des côtes mais aussi des bifurcations. A l'aide de moyennes résultant de la comptabilisation des côtes sinales et des bifurcations, d'indices d'apparition, de modules de bifurcation, de quotients, de perquotients et de quotients logarithmiques, G. GATINAUD serait arrivé à des résultats applicables en systématique. Ce système serait intéressant s'il pouvait être appliqué avec une certaine garantie. Malheureusement, en pratique, peu d'échantillons se prêtent au dénombrement des côtes sinales et comme je l'ai dit plus haut, la distinction entre les côtes primaires, la médiane et les primitives est sujette à caution. Dans la plupart des cas, il est impossible, malgré les moyens dont je dispose, de déterminer les côtes et de leur donner un indice avec certitude. G. GATINAUD, dont les travaux sont basés en grande partie sur des diagrammes sinaux publiés par A. GRABAU, C. C. TIEN, T. K. HUANG et S. V. SEMITCHATOW, a établi des divisions systématiques très poussées qui reposent à mon avis sur des données discutables. Il suffit de parcourir les ouvrages d'A. GRABAU et de C. C. TIEN pour se rendre compte que beaucoup d'espèces, de variétés et de mutations ne sont représentées que par un nombre très restreint d'individus et j'estime qu'il est dangereux d'établir des groupes systématiques avec aussi peu de spécimens en ne se basant que sur la formule sinale.

Enfin, P. SARTENAER (1956, p. 6) représente les sillons par des traits, ainsi l'image répond directement à la réalité et son interprétation est plus facile.

7. TERMINOLOGIE.

Je n'ai repris que les termes nouveaux dont l'introduction m'a paru utile et ceux dont la signification était à préciser.

Arc basal : Arc terminal des lamelles dentaires, du deltidium, de la plaque delthyriale.

Aréa : La terminologie de la position du plateau cardinal par rapport au plan de séparation des valves proposée en 1932 par CH. SCHUCHERT pour les *Orthoidea* et les *Pentameroidea* ne convient pas aux spirifères. Dans le jeune âge, les aréas des spirifères sont plus ou

moins inclinées entre l'horizontale et la verticale, le sommet dirigé vers le bas. Elles ont tendance à se courber vers le haut et finissent, dans certaines espèces, par se replier en surplomb sur elles-mêmes. J'ai adopté pour les spirifères la terminologie illustrée à la figure 2 et basée sur le développement successif de l'aréa.

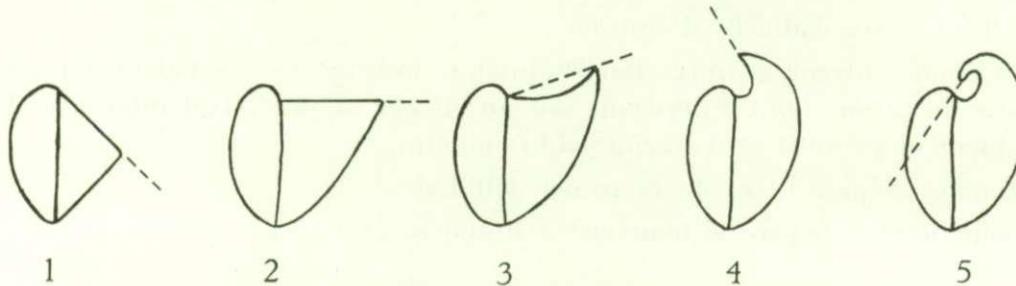


FIG. 2. — Terminologie des stades de courbure de l'aréa ventrale.
1 : anacline; 2 : orthocline; 3 : apsacline; 4 : catacline; 5 : procline.

Arête brachiophorienne : Arête dorsale séparant la cavité glénoïde du myoglyphe du pédonculaire dorsal.

Bourrelet deltidial : Commence au crochet et se termine par les apophyses articulaires dont il est l'origine. Lieu de sertissage du deltidium.

Brachidium : Complexe cruras-spiralium.

Brachiophores : Ensemble des organes dorsaux situés de part et d'autre du processus cardinal, à la base desquels s'attachent les cônes spiraux.

Callotest : Couche interne secondaire, à fibres longitudinales, imbriquées normalement, tapissant les cavités apicales.

Callosité apicale : Remplissage par le callotest de la cavité apicale centrale. Colmate généralement la cavité post-delthyriale.

Cavité post-delthyriale : Cavité apicale centrale comprise entre la paroi de la valve ventrale et la plaque delthyriale.

Cavité deltidiale : Cavité comprise entre la plaque delthyriale et le deltidium.

Callosité deltidiale : Remplissage de la cavité deltidiale par du callotest.

Cavité glénoïde : Remplace le terme impropre fossette dentaire ou socket dentaire.

Fibrotest : Couche sous-cuticulaire à fibres longitudinales inversement imbriquées, constituant le test externe de la coquille.

Lamelles dentaires : Terme impropre, qu'il faudrait remplacer par lamelles apicales, mais celui-ci est trop général et pourrait signifier lamelle delthyriale, septum, spondylium. Afin d'éviter les confusions, j'ai conservé le premier jusqu'à nouvel ordre. Les lamelles dentaires peuvent être :

Subsinales : c'est-à-dire suivre plus ou moins les côtes bordières du sinus;

Extrasinales : situées en dehors du sinus;

Intrasinales : situées dans le sinus.

Microcostules : Petites côtes visibles à la loupe ou au binoculaire seulement, se divisent en :

Microcostules concentriques de croissance : couvrent toute la surface de la coquille et correspondent chacune à une couche de test;

Microcostules pseudoradiaires : existent sur les valves seulement, sont pseudoradiaires parce qu'elles partent du fond intercostal pour remonter en oblique le long de la paroi de la côte, formant ainsi des chevrons;

Microcostules transversales : existent sur l'aréa seulement où elles se joignent par paires ou par faisceaux pour former des costules plus grosses.

Myoglyphe : Toute trace d'attache de muscle.

Prismotest : Couche interne à fibres longitudinales, imbriquées normalement, généralement jaunâtre ou brune, dont les cristaux ont un clivage oblique. Test interne de la coquille, probablement primitif et d'origine embryonnaire.

Rainure deltidiale : Sépare l'aréa du bourrelet deltidial.

Rainure hypodeltidiale : Sépare le bourrelet deltidial de la lamelle dentaire.

CHAPITRE II.

STRUCTURE DU TEST.

1. VALVES.

La structure du test s'étudie au moyen de sections polies ou de lames minces. C'est ainsi que, taillées dans la région du crochet, ces préparations montrent l'importance des lamelles dentaires et leurs rapports avec les autres formations telles que la plaque delthyriale et le deltidium. Les travaux relatifs à la structure de la coquille sont rares et ont porté principalement sur *Choristites* et les genres voisins.

Y. T. CHAO (1929, p. 14) eut l'attention attirée par la présence d'une ligne sombre divisant les lamelles dentaires en deux parties dans presque toute l'étendue de leur plan, figurée déjà par G. FREDERICKS (1919, p. 304, fig. 4) et visible en lame mince. On a tenté, à de multiples reprises, d'expliquer la présence de cette ligne sombre. Pour B. V. MILORADOVITCH (1936, pp. 16 et 53) les lamelles dentaires seraient le résultat de deux plis parallèles du manteau au milieu desquels resterait conservée la disposition primitive sous forme d'une ligne sombre. En 1937, A. P. IVANOV et E. A. IVANOVA (1937, p. 64) considèrent que celle-ci n'est pas simplement une ligne, ni un plan, mais une formation conchyliologique possédant une structure fibreuse qu'ils appelèrent le squelette de la lame, entouré postérieurement d'épaississement interne et externe. Ce squelette fut désigné plus tard sous le nom de vraies lamelles dentaires par E. A. IVANOVA (1943, p. 269), qui constate que l'explication de la bande obscure ne s'avère pas facile.

Les *Cyrtospirifer* que j'ai examinés en coupe mince ont conservé leur test fibreux, presque sans recristallisation secondaire.

L'épaississement interne et externe est beaucoup moins prononcé que dans *Choristites* et ne présente pas le même contour prismatique. La conservation de la fibrosité des massifs testaires est une condition essentielle à l'étude de leur croissance et de leur origine. Il arrive souvent que le test se recristallise totalement ou partiellement, modifiant ainsi l'aspect général interne et faisant disparaître la structure de la coquille. Certains auteurs (G. FREDERICKS, 1919, p. 304 et 1926, p. 422; S. V. SEMITCHATOV, 1932, pp. 517-543) ont pris des états de recristallisation secondaire du test pour la vraie structure (G. V. MILORADOVITCH, 1937, p. 529).

Parmi les rares travaux relatifs aux structures internes des spirifères (D. L. STEPANOV, 1937; B. K. LICHAREW et O. L. EINOR, 1939) il convient de citer celui de H. J. HARRINGTON (1939, pp. 125 et ss.). La comparaison d'une espèce nouvelle *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *leoncitensis* avec *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON) a montré à cet auteur que les lamelles dentaires sont composées de deux couches, une interne et une externe, séparées par un biseau en leur milieu dans l'espèce nouvelle, et dans toute leur longueur dans *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON). Les lamelles dentaires de *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *leoncitensis* H. J. HARRINGTON ne pourraient être, d'après l'origine, considérés comme homologues de celles de *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON). La plaque delthyriale, rattachée aux feuillettes internes dans *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON), est au contraire rattachée aux lamelles externes dans *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *leoncitensis* H. J. HARRINGTON, d'où des origines différentes.

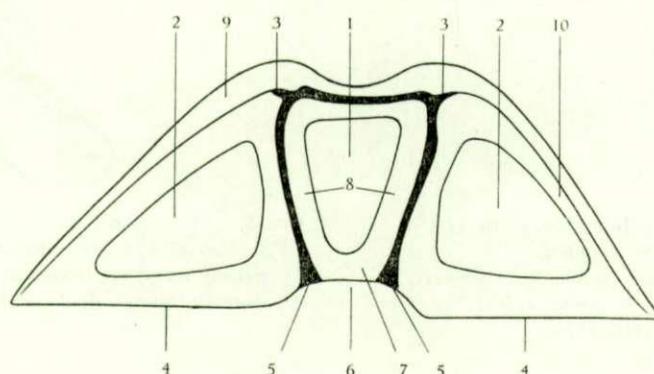


FIG. 3. — Coupe schématique perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale dans la région du crochet montrant les différentes couches du test et leur répartition. 1 : cavité apicale centrale, ici cavité post-delthyriale; 2 : cavité apicale latérale; 3 : extension latérale du prismotest; 4 : aréa ventrale; 5 : extension du prismotest vers les apophyses articulaires; 6 : cavité deltidiale; 7 : plaque delthyriale (callotest); 8 : extension latérale du callotest; 9 : fibrotest externe; 10 : callotest apical latéral.

Le problème est, comme on le voit, très compliqué puisque, dans un même genre, on semble constater des origines différentes à des organes du squelette aussi importants que les lamelles dentaires et la plaque delthyriale. Pour ma part, après examen de nombreuses coupes minces et de sections polies, j'ai constaté qu'il n'y a pas seulement les lamelles dentaires qui sont formées de trois couches (une ligne centrale sombre et deux épaisissements latéraux) mais que le test des valves et le spiridium lui-même présentent également cette structure.

La coquille des térébratules récentes se compose d'après J. G. HELMCKE (1939, p. 159) de trois couches : la cuticule externe à base de chitine et de calcaire; la couche fibreuse composée de fibres cristallines calcaires disposées parallèlement à la cuticule; enfin, la couche prismatique dont les éléments cristallins sont juxtaposés formant un angle avec la couche précédente. Le test est perforé dans toute son épaisseur de tubulures minces, ce qui n'existe évidemment pas dans les spirifères qui nous occupent.

Une comparaison des éléments du test observé en lame mince, exception faite pour les tubulures, nous montre la similitude entre les couches des térébratules récentes et des cyrtospirifères. La cuticule a évidemment disparu. En dessous on observe une couche grise et fibreuse suivie d'une couche plus foncée prismatique et d'une troisième blanche, également fibreuse, paraissant confinée aux régions apicales.

A. Fibrotest. — Une observation précise dans de bonnes conditions de lumière permet de constater que les fibres cristallines de la couche fibreuse ne sont pas rigoureusement parallèles au bord extérieur de la coquille. Elles pénètrent dans l'épaisseur de la coquille, c'est-à-dire qu'en partant du crochet elles s'enfoncent vers l'intérieur du test, ce qui paraît paradoxal à première vue et contraire aux modes d'accroissement connus. La couche inférieure

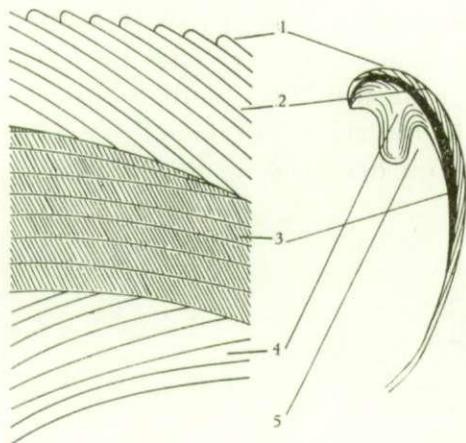


FIG. 4. — Représentation schématique du test dans la région du crochet.
1 : bord externe avec microcostules; 2 : fibrotest; 3 : prismotest; 4 : callotest; 5 : cavité apicale centrale, ici post-delthyriale.

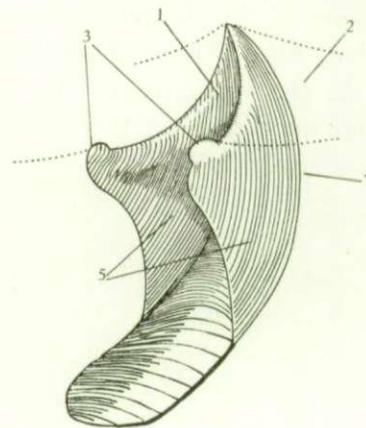


FIG. 5. — Extension du prismotest dans la valve ventrale.
1 : cavité apicale centrale; 2 : aréa; 3 : apophyses articulaires; 4 : extension latérale du prismotest dans la paroi de la valve; 5 : lamelles dentaires.

plus ancienne n'est pas couverte entièrement par la suivante qui la dépasse un peu. Les fibres sont très minces et leur dénombrement est délicat; une mesure m'a donné 40 fibres par mm dans l'épaisseur de la couche. Leur longueur s'accroît avec l'âge et leur nombre par mm en surface externe semble correspondre à celui des microcostules. En réalité, les microcostules sont les extrémités des lamelles de la couche fibreuse.

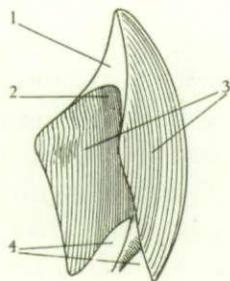


FIG. 6. — Extension du callotest central dans la valve ventrale.
1 : plaque delthyriale; 2 : cavité apicale centrale, ici cavité post-delthyriale; 3 : couche interne des lamelles dentaires; 4 : myoglyphes.

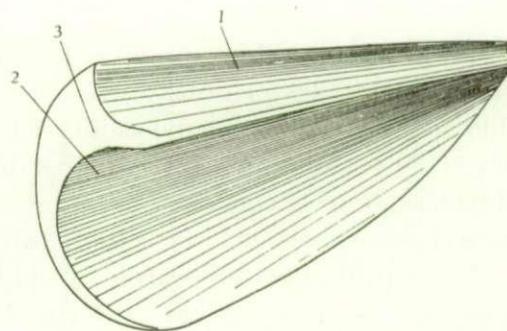


FIG. 7. — Extension du callotest dans la région apicale latérale droite.
1 : aréa; 2 : cavité apicale latérale droite; 3 : lamelle dentaire.

Dans les stades jeunes celles-ci sont minces et leurs extrémités rapprochées, d'où un nombre plus grand de microcostules. Dans les stades plus avancés les lamelles s'épaississent et par conséquent le nombre de microcostules diminue graduellement au fur et à mesure de

l'avancement en âge, diminution accentuée aussi par le parallélisme au bord externe. Il est curieux de constater que les lamelles de la couche fibreuse sont imbriquées en sens inverse, ceci ne semble guère explicable pour l'instant. Dans les âges avancés la superposition des lamelles ne se fait plus avec régularité et le bord marginal épais apparaît parfois découpé comme une crinière.

B. Prismotest. — La couche prismatique est située sous la précédente et elle en diffère par plusieurs points importants, notamment sa coloration plus foncée généralement jaunâtre ou brunâtre. Très mince près du crochet, elle s'élargit assez rapidement pour s'amincir

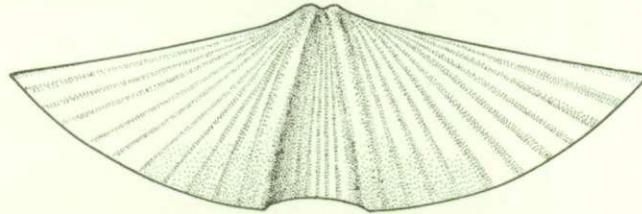


FIG. 8. — Extension du fibrotest.

à nouveau. Elle est constituée par des lamelles successives subparallèles au bord extérieur de la coquille qui se superposent en partant de l'extérieur et se dirigent vers l'intérieur du test, contrairement à celles de la couche fibreuse. Elles se cristallisent en prismes disposés suivant un angle d'environ 50° à la tangente. Les lamelles, dont le nombre et l'épaisseur croissent avec l'âge, s'arrêtent à la base du myoglyphe, de sorte que le test ne comprend plus au-delà de celui-ci que la couche fibreuse. La couche prismatique n'existe donc pas dans toute l'étendue de la coquille et m'a amené à essayer de déterminer son extension au moyen de coupes successives. Elle n'existe en effet que dans les lamelles dentaires, dans la paroi sinale inter-lamellaire où

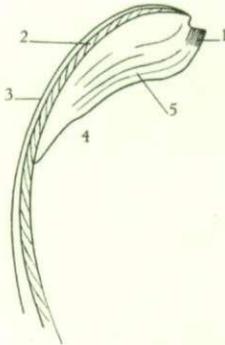


FIG. 9. — Coupe de la valve dorsale (schéma) passant par le plan de symétrie bilatérale.
1 : processus cardinal; 2 : prismotest; 3 : fibrotest;
4 : cavité apicale centrale; 5 : callotest.

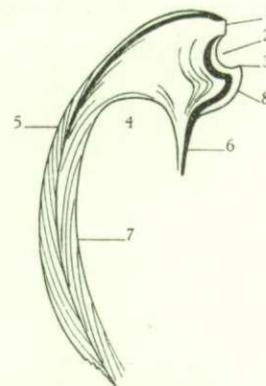


FIG. 10. — Coupe de la valve dorsale (schéma) parallèle au plan de symétrie bilatérale passant par la région de la cavité glénoïde.
1 : aréa; 2 : cavité glénoïde; 3 : arête brachiophorienne;
4 : cavité apicale latérale; 5 : fibrotest; 6 : prismotest dans les cruras; 7 : callotest apical latéral; 8 : callotest apical central.

elle descend d'ailleurs un peu plus bas; quelquefois de courts prolongements sont visibles dans la paroi des cavités apicales latérales. Nous verrons plus loin son extension dans la valve dorsale et dans le spiralium. Elle sert de support à tous les muscles ventraux sauf le pédonculaire médian.

C. Callotest. — Sous la couche prismatique croît une nouvelle couche fibreuse comparable à la première mais qui en diffère cependant par le processus du dépôt des lamelles. Celles-ci ont été déposées postérieurement par le manteau et sont superposées comme des lames

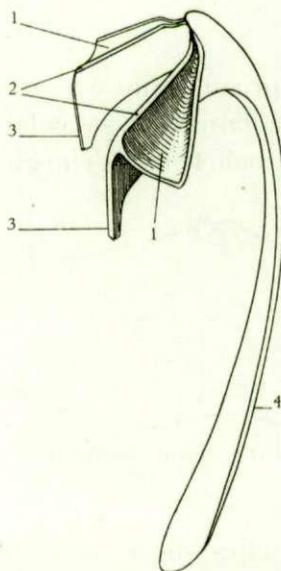


FIG. 11. — Extension schématique du prismotest dans la valve dorsale.
1 : cavité glénoïde; 2 : arête brachiophorienne; 3 : cruras; 4 : bourrelet dorsal.

internes. Elles constituent la paroi interne de la région apicale y comprises la plaque delthyriale et l'aire d'insertion du pédonculaire médian. En s'accumulant, elles tendent à combler la cavité post-delthyriale et forment ainsi la callosité apicale. Cette couche existe également dans les térébratules tertiaires (*Terebratula maxima* E. CHARLESWORTH emend. H. MUIR-WOOD, 1938 du Diestien en Belgique).

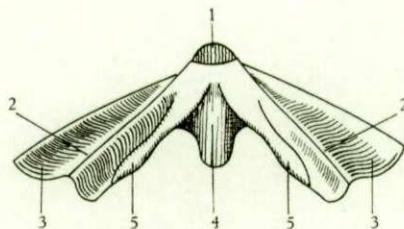


FIG. 12. — Extension du callotest apical central de la valve dorsale (schéma).
1 : processus cardinal; 2 : arête brachiophorienne;
3 : extension dans les cavités glénoïdes; 4 : extension dans le bourrelet dorsal;
5 : myoglyphe du pédonculaire dorsal.

On observe parfois en coupe une couche externe blanche translucide et opaline qui est due à une recristallisation partielle du test. Elle n'est pas fibreuse et son épaisseur est variable. Elle ne peut en aucun cas être considérée comme une formation originale.

En résumé, le fibrotest externe se développe sur toute la surface de la coquille.

Le prismotest s'étend au milieu et tout le long des lamelles dentaires et se prolonge dans le creux sinal par un arc largement convexe.

Dans la partie umbonale du crochet se dépose le callotest qui par couches concentriques finit par combler la cavité du sommet. Elle s'étend sur la face interne des lamelles dentaires, dans les cavités apicales et pourvoit à la croissance de l'aréa.

La distinction entre les différentes couches n'est pas toujours aisée : les couches sont intimement soudées, ce qui rend parfois la séparation peu nette; l'orientation des coupes peut faire varier de beaucoup l'importance relative des couches et amener des confusions. En général, le prismotest se distingue assez facilement par sa couleur et son allure cristalline. Sa présence dans les lamelles dentaires explique les fissures qu'on rencontre fréquemment près du sommet de la valve ventrale. Il constitue une zone de moindre résistance par l'obliquité du clivage et provoque la cassure de la coquille en trois parties, deux latérales et une centrale de callotest comprenant la plaque delthyriale et deux demi-épaisseurs de lamelles dentaires.

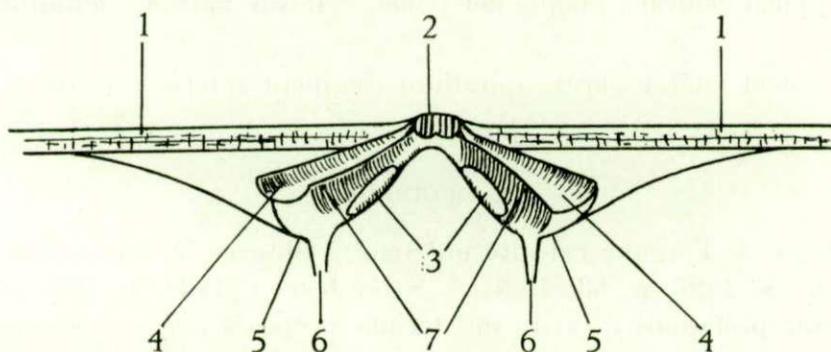


FIG. 13. — Appareil apical dorsal.

1 : aréa; 2 : processus cardinal; 3 : myoglyphes des pédonculaires dorsaux;
4 : cavité glénoïde; 5 : brachiophores; 6 : cruras; 7 : arêtes brachiophoriennes.

La séparation entre le fibrotest externe et le callotest interne dans les régions apicales latérales n'est pas nette. Néanmoins le fibrotest apparaît de couleur grise tandis que le callotest est plus clair.

La valve dorsale comporte également trois couches qui ont les mêmes caractères structuraux que celles de la valve ventrale. La couche externe de fibrotest, de teinte grise, s'étend sur toute la surface de la valve et présente la même inversion des fibres dirigées vers l'intérieur.

Le prismotest de couleur jaune ou brune occupe la partie centrale de la coquille, c'est-à-dire le bourrelet dorsal, les cavités glénoïdes et les arêtes brachiophoriennes. Ces dernières traversent les brachiophores et se poursuivent dans les cruras et le spiralium. L'extension est donc limitée aux organes principaux ainsi qu'aux myoglyphes comme dans l'autre valve.

Les cavités apicales sont tapissées de callotest blanchâtre. Le callotest latéral recouvre le fibrotest de la valve, les brachiophores et se prolonge dans les cruras et le spiralium. Le callotest central comprend le processus cardinal, s'étale sur la face notothyriale de l'arête brachiophorienne et dépose une mince couche dans les cavités glénoïdes. A la base des brachiophores le callotest s'épaissit et porte les myoglyphes des pédonculaires dorsaux.

Remarque. — La distinction entre les couches ne peut se faire en lame mince que si le spécimen a conservé son test sans recristallisation secondaire. Elle paraît moins aisée que dans la valve ventrale et nécessite quelquefois des observations répétées à grossissement plus

fort. La différence entre les couches est souvent masquée par la position des lamelles du test qui, coupées obliquement par la section mince, offrent un aspect embrouillé déroutant l'observateur. Ce n'est que par recoupements successifs de sections polies et de lames minces que je suis arrivé à suivre les couches dans l'épaisseur du test et à reconstituer leur forme.

D. R é c a p i t u l a t i o n . — En résumé les principaux organes conchyliologiques ont pour origine :

1. Fibrotest externe : paroi externe des valves;
2. Prismotest : lamelles dentaires, apophyses articulaires, myoglyphe ventral sauf pédonculaire médian, cavités glénoïdes, arêtes brachiophoriennes, cruras, spiraliun (segment externe), myoglyphe dorsal, sauf processus cardinal;
3. Callotest apical central : plaque deltyriale, callosité apicale, deltidium (symphytium), processus cardinal;
4. Callotest apical latéral : aréa, spiraliun (segment interne), cruras.

2. DELTIDIUM.

La terminologie de l'organe calcaire qui tend à obturer le delthyrium a fait l'objet de discussion (A. THOMSON, 1927, p. 63; J. K. S. SAINT-JOSEPH, 1938, p. 231, etc.) par suite des confusions et des interprétations diverses des termes proposés par les auteurs. Ainsi, lorsqu'il y a présence de deux plaques distinctes, on les nomme plaques deltidiales. Soudées, elles portent

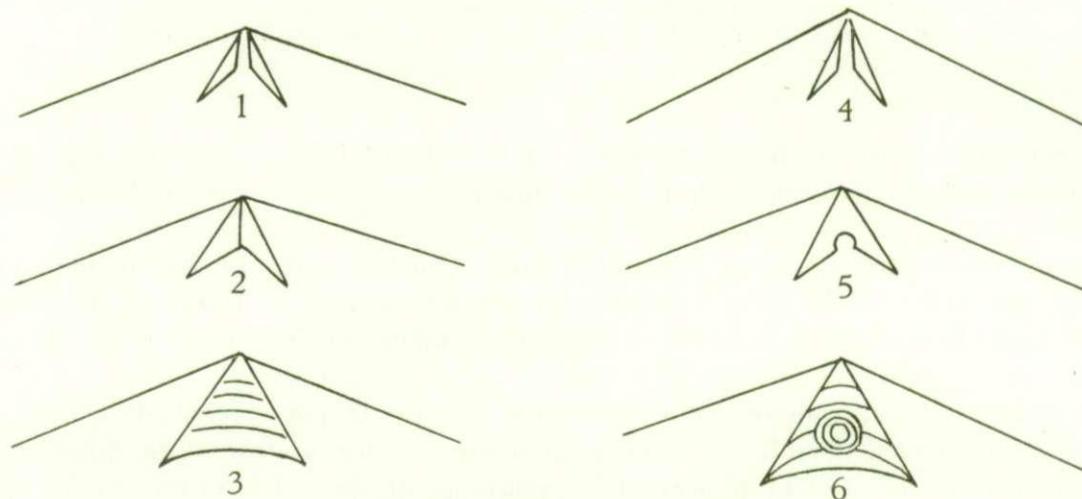


FIG. 14. — Schéma du développement du deltidium.

- 1 : stade plaques deltidiales; 2 : les plaques deltidiales sont soudées : pseudodeltidium;
 3 : la trace de la soudure a disparu : symphytium; 4 : stades plaques deltidiales;
 5 : les plaques deltidiales sont soudées, formation d'un foramen amphithyride;
 6 : foramen hypothyride complètement formé.

deux noms différents : pseudodeltidium (H. G. BRONN, 1862) si la soudure reste visible et symphytium si la trace de la soudure disparaît (S. S. BUCKMAN, 1918-1919). B. V. MILORADOVITCH (1937, p. 532) a signalé que certains auteurs pensaient que le pseudodeltidium existait exclusivement dans les Protrémates et était remplacé par un symphytium chez les Télotrémates. A. THOMSON (1927, p. 67) de son côté a écrit que dans beaucoup de Télotrémates et particu-

lièrement ceux qui ont un symphytium développé, le delthyrium s'obture dans le jeune âge par deux plaques deltidiales qui s'unissent, formant d'abord un pseudodeltidium et ensuite un symphytium. Pour ma part, et sur les espèces que j'ai étudiées, j'ai observé cette succession et nous pouvons conclure qu'il y a passage d'un stade à l'autre au cours de la croissance.

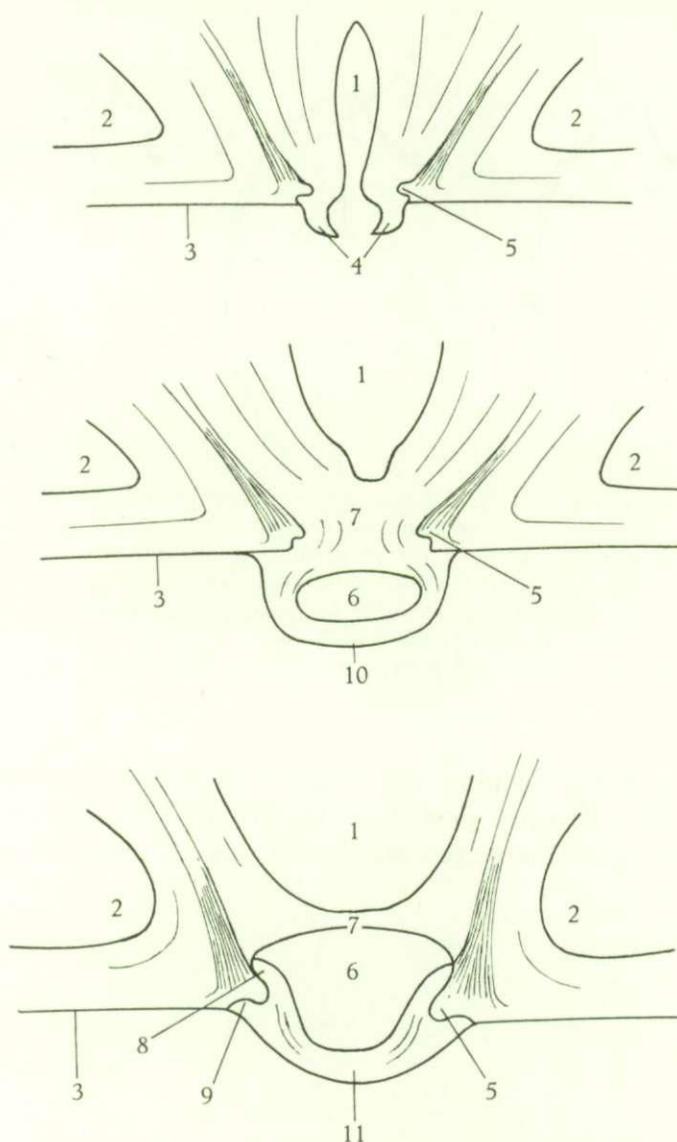


FIG. 15. — Schéma du développement du deltidium (coupes successives perpendiculaires au plan de l'aréa).
 1 : cavité apicale centrale devenant post-delthyriale; 2 : cavité apicale latérale;
 3 : aréa ventrale; 4 : plaques deltidiales; 5 : bourrelet deltidial; 6 : cavité deltidiale;
 7 : plaque delthyriale; 8 : rainure hypodeltidiale; 9 : rainure deltidiale; 10 : pseudo-deltidium; 11 : symphytium.

Pour autant que j'ai pu examiner le deltidium en lames minces et en sections polies dans le groupe *Cyrtospirifer*, cet organe se compose de deux expansions du callotest apical central qui envahissent l'ouverture deltoïde en longeant les bords du delthyrium. Elles se moulent dans la rainure hypodeltidiale, sur le bourrelet deltidial et dans la rainure deltidiale qu'elles dépassent en se recourbant vers l'intérieur pour se rejoindre, formant souvent ainsi

une sorte de tube ouvert. La paroi intérieure de ce dernier est constituée par la plaque delthyriale. Ces expansions ont extérieurement la forme de deux plaques triangulaires (plaques deltidiales) qui se soudent par leur petit côté et dont la trace de la soudure disparaît rapidement.

Le bord inférieur se courbe et croît par adjonction de lamelles successives qui limitent par un arc l'ouverture pédonculaire.

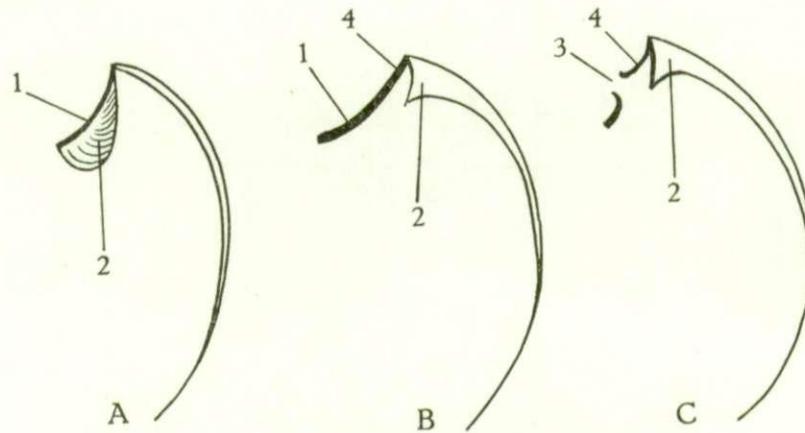


FIG. 16. — Coupes schématiques passant par le plan de symétrie bilatérale.

1 : deltidium; 2 : plaque delthyriale; 3 : foramen;
4 : tube ou cavité deltidiale.

A : deltidium soudé à la plaque delthyriale.

B : deltidium séparé de la plaque delthyriale.

C : deltidium perforé avec col pédonculaire.

Le deltidium ne se compose plus que d'une seule pièce, solidement ancrée d'une part dans le bourrelet deltidial et d'autre part dans la rainure deltidiale. On comprend aisément qu'un deltidium épais et aussi bien fixé ait résisté aux agents destructeurs. Cependant, la

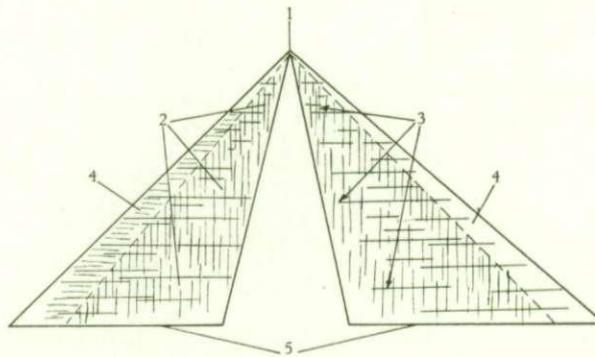


FIG. 17. — Schéma de la microsculpture de l'aréa.

1 : delthyrium; 2 : microcostulation transversale;

3 : microcostulation longitudinale ou de croissance;

4 : zone unicastulée; 5 : bord cardinal.

présence d'un deltidium a été mise en doute et parfois réfutée dans certaines espèces et notamment dans celles appartenant au genre *Cyrtospirifer*. En ce qui concerne *Sp. verneuili*, il m'a fallu un examen approfondi de la région apicale pour y découvrir d'abord des restes

généralement écrasés, au voisinage des bourrelets deltidiaux, et ensuite un deltidium à peu près complet, défoncé dans le delthyrium et parfois de ce fait collé à la plaque delthyriale. Le deltidium est ici plus mince, moins profondément serti dans les rainures deltidiales et porte un foramen hypothyré.

L'existence d'espèces dont le delthyrium ne serait d'aucune façon obturé par un deltidium me semble peu probable. Aussi, la distinction des genres *Cyrtospirifer* et *Cyrtiopsis* basée sur la présence dans ce dernier d'un deltidium (W. PAECKELMANN, 1942, p. 157) me paraît problématique. Un examen minutieux des rainures deltidiales révèle très souvent la présence de fragments de test qui appartiennent au deltidium disparu.

Les formes à grande aréa ont presque toujours perdu le deltidium, celui-ci était peut-être plus fragile et surtout plus exposé à la destruction.

Dans les *Cyrtospirifer* du Frasnien supérieur j'ai constaté la présence d'une ouverture arrondie, un foramen, située au centre du deltidium. Elle est large, proéminente et prend quelquefois l'aspect d'un tube pour le passage du pédoncule. Le mécanisme de sa formation est encore obscur. Des observations que j'ai pu faire il résulte que le foramen n'apparaît que vers un certain âge qu'il est difficile de déterminer par suite du petit nombre de deltidiums suffisamment bien conservés.

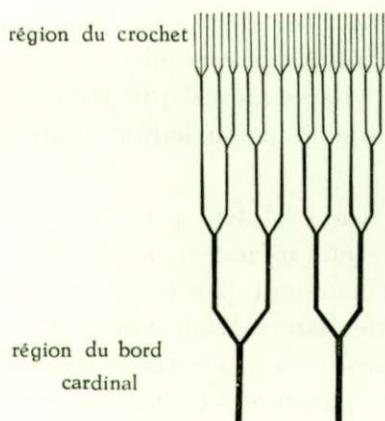


FIG. 18. — Schéma de la jonction des microcostules transversales de l'aréa.

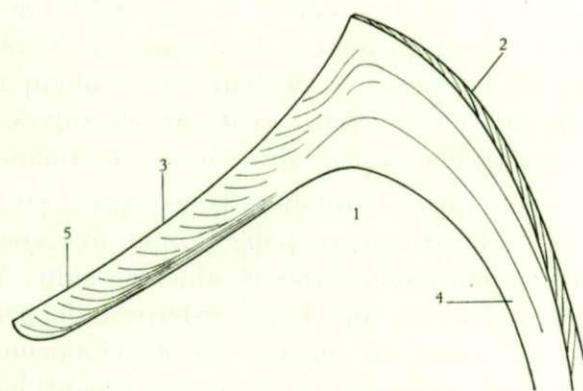


FIG. 19. — Coupe dans l'aréa. Schéma de la croissance. 1 : cavité apicale latérale; 2 : couche externe de fibrotest; 3 : aréa ventrale; 4 : callotest apical latéral; 5 : microcostule transversale.

Dans le jeune âge il semble qu'il n'existe pas de foramen et que le passage du pédoncule se fait par l'ouverture comprise entre l'arc basal du symphytium et le notothyrium. Ce n'est que dans un stade plus avancé que, le pédoncule restant à sa place, la sécrétion calcaire se fait autour de lui et l'arc basal se reconstitue derrière lui. Il semble, par l'examen de l'ouverture du foramen, qu'il y ait formation d'une sorte de col qui en s'évaginant prend l'aspect d'un tube et que d'autre part le foramen tende à se fermer par adjonction de couches concentriques successives.

Le développement de la plaque delthyriale est très variable suivant les espèces. Il en est de même pour son épaissement en callosité apicale. Au début de l'extension du callotest apical central au-delà du delthyrium, il y a formation d'un tube ouvert qui se ferme ensuite par la jonction des lamelles deltidiales. A ce moment, ce tube sépare naturellement le deltidium de la plaque delthyriale, mais il arrive parfois que le développement de la plaque delthyriale colmate le tube par callosité deltidiale. Dans ce cas, il devient difficile de faire la distinction

entre le deltidium et la plaque delthyriale, ces deux organes étant entièrement jointifs (voir *C. bisinus*). Dans *C. orbelianus* la plaque delthyriale est fort petite et ne se sépare que difficilement du deltidium. Elle est beaucoup moins étendue, s'éloigne peu du crochet et ne se distingue du deltidium que parce qu'elle est concave et interne tandis que le deltidium est externe et convexe.

Remarques. — Il ressort de ce qui précède que le deltidium est présent dans *Cyrtospirifer*, contrairement à ce que pensait W. PAECKELMANN.

Le deltidium (symphytium) est une production callotestaire de même que la plaque delthyriale à laquelle il s'associe parfois intimement. La fermeture graduelle du delthyrium ou du foramen pédonculaire semblerait établir que le pédoncule perd sa fonctionnalité avec l'âge. Dans certains *Spiriferidae*, le pédoncule devait fortement s'atrophier (B. V. MILORADOVITCH, 1937, p. 532).

3. ARÉA.

A. Microsculpture. — La microsculpture de l'aréa ventrale se compose d'une ornementation longitudinale et transversale.

La microcostulation longitudinale ou d'accroissement est parallèle à la ligne cardinale et couvre complètement la surface de l'aréa. Les microcostules correspondent à celles qui couvrent les valves et qui leur sont contemporaines, car les épaisissements qui divisent parfois l'aréa en zones se retrouvent sur les valves et démontrent que la perturbation dont ils sont la conséquence s'est produite au même moment et partout.

La microcostulation transversale est constituée par des costules qui s'accouplent au cours de la croissance pour former une costule plus grosse, elle-même se réunissant à une, deux ou plusieurs autres et ainsi de suite. De plus, elles n'occupent pas toute la surface de l'aréa et laissent aux bords externes, de part et d'autre, une bande triangulaire unicostulée dont la largeur est fonction du développement de l'aréa. Dans *Syringothyris* ces bandes sont apparentes par suite de la hauteur considérable du plateau cardinal et ont été considérées comme caractère générique. Une disposition semblable a été signalée dans d'autres groupes de Brachiopodes, dans les *Orthotetinae* par G. V. ARTHABER (1900, p. 247, pl. XIX, fig. 4a) et I. THOMAS (1910, p. 96), dans les *Clitambonacea* par A. ÖPIK (1934, p. 12). Pour G. V. ARTHABER (1900, p. 247) l'aréa interne serait recouverte d'un périostracum. Pour A. ÖPIK (1934, p. 12) la striation verticale pourrait être homologue des côtes radiaires de la valve. Pour G. A. COOPER (1937, *Paleoecology*, p. 35) les formes à grande aréa seraient fixées par leur aréa, ce serait le cas pour *Cyrtina*, *Platystrophia* et *Hesperorthis*. *Terebrirostra* aurait le crochet enfoncé dans la vase (N. YAKOVLEV, 1908, p. 25). Les formes à petite aréa devaient avoir un pédoncule assez long et reposer sur la vase par la valve dorsale (G. A. COOPER, 1935, *Paleoecology*, p. 42). Enfin pour N. YAKOVLEV (1908, pp. 198 et ss.) les formes à grande aréa seraient fixées et celles à petite aréa seraient libres (*Meekella*, *Aulosteges*, *Strophalosia*).

La formation des costules pose un problème auquel il est difficile de répondre. Elle ne peut être qu'une sécrétion du manteau. D'autre part, on pourrait admettre que le tissu qui couvrait le plateau cardinal soit l'auteur de cette formation. Je crois cependant que, puisque le plateau cardinal est d'origine callotestaire et que ce dernier doit son dépôt au manteau et que d'un autre côté les lames minces nous montrent que l'aréa s'accroît par l'intérieur, les microcostules verticales ont été formées par le bord extrême du manteau.

Le rôle physiologique joué par ces microcostules est inconnu.

F. A. QUENSTEDT (1849, p. 498, pl. 53, fig. 30a) a figuré la réunion des microcostules dans *Spirifer triangularis*. Cet auteur, qui les a également vues dans *Spirifer speciosus*, dit qu'elles lui apparaissent comme des tubes de parasites mais que leur régularité les rattache à l'organisation du brachiopode. Pour A. P. IVANOV (1925, p. 123) les costules seraient homologues des côtes de la valve. Pour M. YANISCHEWSKY (1935, p. 23) elles sont indépendantes des côtes

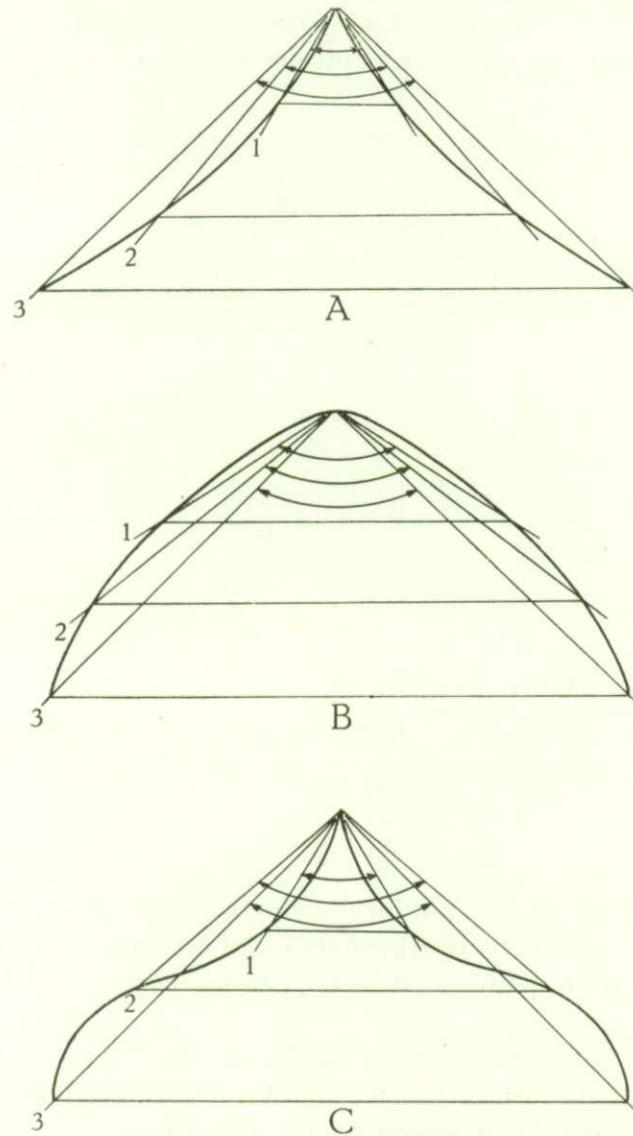


FIG. 20. — Schéma expliquant la variation de l'angle apical.
 A : l'angle apical croît, le bord marginal de l'aréa est concave.
 B : l'angle apical décroît, le bord marginal de l'aréa est convexe.
 C : l'angle apical croît d'abord, puis décroît, le bord marginal de l'aréa est sigmoïde.
 1, 2, 3 : angles successifs.

et s'arrêtent en dentelures au bord cardinal où elles seraient d'ailleurs en rapport avec celles de l'aréa dorsale [voir aussi J. HALL (1894, 8, II, pl. 31, fig. 1-3) pour *Spirifer increbescens*]. Elles présentent, d'après cet auteur, un canal près de la surface externe couvert d'un très mince film calcaire et l'aréa serait une aire ligamentaire. Malgré de multiples essais je ne suis pas parvenu à vérifier cette assertion sur mes spécimens. Je me rallie cependant à l'idée de

M. YANISCHEWSKY et je ne crois pas que les costules puissent être comparées aux côtes de la valve. Celles-ci s'en séparent par leur simplicité et leur individualité persistante; les costules sont irrégulières et ont, au contraire, une tendance à se joindre entre elles.

B. Structure et croissance. — L'aréa ventrale est entièrement constituée de callotest apical latéral. Une coupe transversale montre que son développement s'opère par adjonction de lames fibreuses internes successives qui ont pour effet d'allonger le plateau cardinal et de combler lentement les cavités apicales latérales.

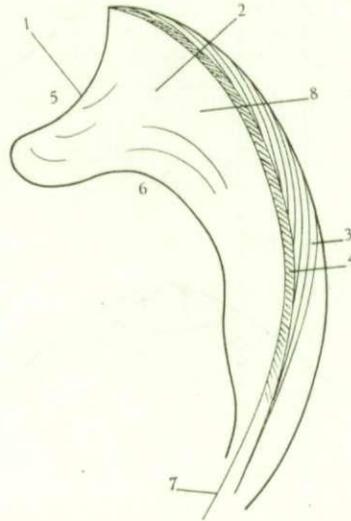


FIG. 21. — Coupe schématique dans le plan de symétrie bilatérale montrant la plaque delthyriale.

1 : plaque delthyriale; 2 : callosité apicale; 3 : fibrotest; 4 : prismotest;
5 : cavité deltidiale; 6 : cavité post-delthyriale; 7 : myoglyphe ventral;
8 : callotest.

R. C. MOORE (1952, p. 215) a publié des diagrammes sur la variation de courbure de l'aréa au cours du développement. La courbure de l'aréa est due, pour ma part, à une différence de vitesse de croissance entre le plateau cardinal et la paroi de la valve, c'est-à-dire le fibrotest et le callotest.

L'angle apical n'est pas constant et est sujet à des fluctuations qui sont dues au fait que les arêtes externes de l'aréa ne restent pas rectilignes. Elles présentent une courbure concave, convexe ou sigmoïde. La courbure sigmoïde est fréquente, mais n'apparaît que dans les graphiques, à moins que dans des cas exceptionnels où elle devient visible à l'œil. Les transformations de l'aréa sont schématisées dans la figure 20, A. B. et C.

Dans la figure A, les arêtes externes de l'aréa sont concaves, l'angle primitif est petit. Au fur et à mesure de la croissance, cet angle va grandir d'une manière continue. Dans la figure B c'est le contraire. Dans la figure C les bords externes sont sigmoïdes. L'angle apical primitif est petit, il croît d'abord par suite de l'allongement de la ligne cardinale; puis il se stabilise avec ralentissement de cet allongement; enfin, il décroît parce que la croissance de l'aréa est plus rapide que celle de la largeur cardinale.

L'aréa dorsale est beaucoup moins étendue que la ventrale et d'accès difficile. Sa microsculpture, sa structure, son origine et sa croissance paraissent semblables à celles de l'aréa ventrale. L'angle apical, très grand, n'est pratiquement pas mesurable et il est donc

impossible de suivre les variations de l'aréa dorsale au cours de son développement. Je n'ai pas observé, faute de spécimens suffisamment bien conservés, si l'aréa dorsale porte une zone unicostulée à sa périphérie.

4. PLAQUE DELTHYRIALE.

La plaque delthyriale est située dans la cavité apicale de la valve ventrale. Elle relie les lamelles dentaires depuis l'extrémité du crochet jusqu'à sa base qui décrit un arc dont l'ouverture est fonction de l'angle d'écartement des lamelles apicales. Elle divise la cavité apicale centrale en deux chambres dont l'une, la cavité deltoidale, est comprise entre la plaque delthyriale et le deltidium tandis que l'autre, que j'appelle post-delthyriale, est située entre la plaque delthyriale et la paroi de la valve.

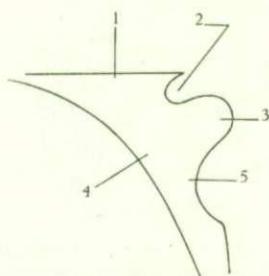


FIG. 22. — Coupe schématique dans le bourrelet deltoidal.
1 : aréa ventrale; 2 : rainure deltoidale; 3 : bourrelet deltoidal;
4 : épaissement; 5 : rainure hypodeltoidale.

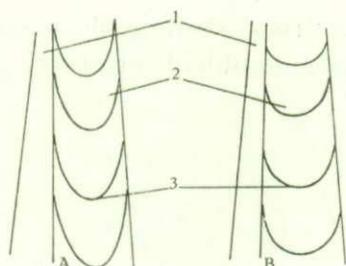


FIG. 23. — Schéma des microcostules sur le bourrelet deltoidal.
A : forme à grande aréa. — B : forme à aréa basse.
1 : rainure deltoidale; 2 : bourrelet deltoidal; 3 : microcostules d'accroissement.

La plaque delthyriale est d'origine callotestaire. Elle tend à s'épaissir en colmatant graduellement la cavité post-delthyriale avec formation de callosité apicale.

Sa croissance se fait par adjonction de lamelles successives. Elle est généralement indépendante, mais peut comme dans *Cyrtospirifer bisinus*, faire corps avec le deltidium à cause du colmatage de la cavité deltoidale. Il n'y a plus alors de callosité, la cavité post-delthyriale reste ouverte, mais il y a réellement callosité deltoidale (voir fig. 16, A). La plaque delthyriale et le deltidium sont si bien ajustés que leur distinction devient difficile. En coupe, le deltidium est représenté par une mince pellicule et la cavité deltoidale se retrouve soit dans les lignes de croissance soit au bord marginal du deltidium sous forme d'une petite échancrure. Celle-ci finit d'ailleurs par disparaître complètement.

5. APOPHYSES ARTICULAIRES.

A. Origine. — Les apophyses articulaires, appelées improprement dents, sont situées à l'extrémité cardinale des lamelles dentaires dont elles sont un prolongement. La réunion de la lamelle dentaire et du plateau cardinal amène à la formation, dans la cavité apicale centrale, d'un bourrelet deltidial. Celui-ci est individualisé par deux rainures, une supérieure, la rainure deltidiale, dans laquelle s'insère le deltidium, et une inférieure, la rainure hypodeltidiale large, évasée.

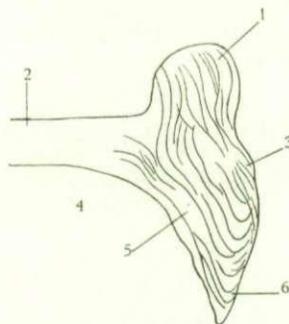


FIG. 24. — Coupe transversale perpendiculaire à l'aréa, parallèle au delthyrium à la hauteur des apophyses articulaires (côté gauche).
1 : apophyse articulaire; 2 : aréa ventrale; 3 : prismotest provenant de la lamelle dentaire; 4 : cavité apicale latérale; 5 : callotest latéral, épaissement; 6 : extrémité de la lamelle dentaire.

L'apophyse articulaire est le prolongement du bourrelet deltidial; ce dernier représente donc la somme des apophyses qui se sont succédées au cours de la croissance et est couvert de costules d'accroissement dont les courbes soulignent le contour des apophyses précédentes. Dans certaines espèces, les apophyses semblent présenter un dimorphisme mais le nombre

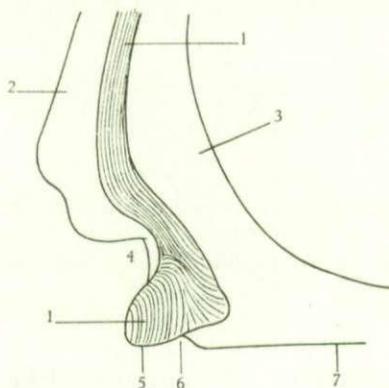


FIG. 25. — Coupe transversale perpendiculaire à l'aréa, parallèle à la ligne cardinale.
1 : prismotest de la lamelle dentaire; 2 : callotest apical central; 3 : callotest apical latéral; 4 : rainure hypodeltidiale; 5 : bourrelet deltidial; 6 : rainure deltidiale; 7 : aréa ventrale.

d'observations que j'ai pu faire est insuffisant pour trancher définitivement cette question. Quoiqu'il en soit, j'ai constaté que dans les formes à grande aréa les courbes sont allongées et elliptiques, tandis qu'elles sont subcirculaires dans les formes à petite aréa. S'il en était ainsi, ce caractère pourrait servir à la détermination de la forme dans les cas douteux. J'en ai fait

l'expérience plusieurs fois avec succès sur des spécimens non mesurables mais caractéristiques. J'estime cependant que le nombre de mes essais est insuffisant. Les costules de croissance subissent également des épaissements comme il en existe sur toute la surface de la valve; ils se prolongent sur le plateau cardinal et sur le bourrelet deltidial.

B. Structure et croissance. — Les apophyses articulaires ont une structure voisine des lamelles dentaires et se composent de deux couches.

Le prismotest en se dirigeant vers les apophyses articulaires s'élargit fortement, se courbe, se replie et constitue presque à lui seul toute la masse du bourrelet deltidial et par conséquent des apophyses. L'épaississement de callotest latéral tapisse la surface de l'apophyse dans la rainure deltidiale. Le callotest central monte jusque dans la rainure hypodeltidiale qu'il couvre presque entièrement.

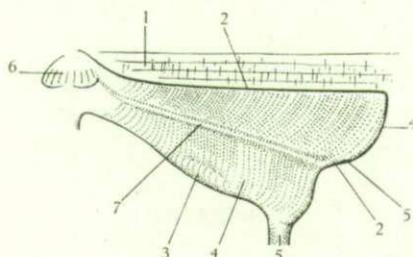


FIG. 26. — Cavité glénoïde, structure schématique.
1 : aréa, callotest apical latéral; 2 : prismotest; 3 : myoglyphe du pédonculaire dorsal;
4 : callotest apical central; 5 : callotest apical latéral; 6 : processus cardinal; 7 : arête
brachiophorienne.

L'apophyse croît donc par apport de couches successives de prismotest flanqué de part et d'autre de callotest. Son extrémité est piriforme, allongée dans les formes à grande aréa, plus courte dans les formes globuleuses. Sa croissance est continue et l'articulation reste toujours possible par suite de la faible variation de l'angle delthyrial et de l'angle que font entre elles les cavités glénoïdes.

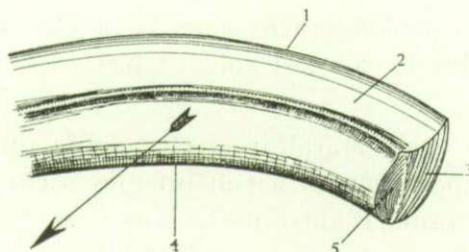


FIG. 27. — Coupe schématique dans le ruban spiral
(la flèche indique, en perspective, la direction du sommet du cône).
1 : bord extérieur; 2 : rainure longitudinale; 3 : segment externe du prismotest;
4 : bord intérieur; 5 : segment interne de callotest apical latéral.

C. Cavités glénoïdes. — Situées de part et d'autre du notothyrium, entre l'arête brachiophorienne et le plateau cardinal dorsal, elles sont constituées de trois couches dont une lamelle courbe de prismotest, ayant la forme d'un demi-cône évasé, est la charpente. La base de l'auge est renforcée extérieurement par le callotest apical latéral, tandis que le bord

notothyrial est couvert de callotest apical central, ce dernier pénètre dans la cuvette et y dépose une fine lamelle fibreuse. Ce dépôt n'est constant que dans la partie apicale de la cavité où il tend cependant à la colmater. Il finit par enrober complètement les stades jeunes de la cavité (voir Pl. I, fig. 6).

La croissance se fait par adjonction de lamelles successives dans les trois couches. La cavité s'élargit au fur et à mesure de son développement.

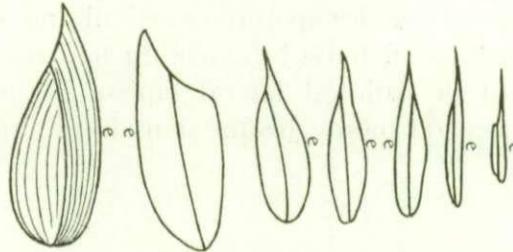


FIG. 28. — Coupe à différents endroits dans le spiralium.
e = côté externe, prismotest.

6. SPIRALIUM.

Les deux appendices spiraux, soudés aux cruras, ont la forme de cônes ouverts à la base et à sommet dirigé vers le haut. L'angle que font entre eux les axes des cônes est fonction de la largeur de la coquille, il augmente au fur et à mesure que croît cette largeur et atteint un maximum dans les formes cylindroïdes.

Les spires sont rubanées, à côté arrondi vers l'intérieur, pointu et effilé à la périphérie. Partant des cruras, elles se dirigent vers la paroi de la valve dorsale, leur enroulement est symétrique et par conséquent opposé. Le ruban reste subperpendiculaire à l'axe du cône et les spires s'écartent au fur et à mesure de la croissance.

Dans les stades jeunes, c'est-à-dire près du sommet du cône, le ruban est lamellaire. Il s'épaissit avec l'âge et tend à s'arrondir près des cruras.

Structure et croissance. — Le ruban est composé de deux segments accolés : l'un de prismotest provenant du prolongement dans le brachiophore de la couche prismatique dorsale, l'autre ayant pour origine le callotest apical latéral. Le prismotest porte vers l'extérieur une rainure longitudinale.

La croissance des cruras et du spiralium reste encore un problème. L'écartement entre les spires et la conicité sont respectivement à peu près les mêmes chez tous les individus et la croissance du spiralium est continue. D'autre part, dans le stade jeune, le spiralium commence par une seule spire d'un diamètre et d'une conicité établis, ce qui implique une scissure si on suppose que la croissance se fait par adjonction de couches successives. Or, il n'y a pas de scissure, ni dans les cruras, ni dans le spiralium. Il faut donc admettre que la croissance se fait par intercalation d'éléments calcaires soit dans l'une couche, soit dans l'autre.

Pour l'instant, il est impossible d'expliquer le mécanisme de cette intercalation et de savoir si elle est accompagnée d'une solubilisation préalable et dans quelle couche elle se produit. Pour ma part, le prismotest doit jouer un rôle important dans la croissance des organes calcaires et il se peut qu'il soit seul à subir des modifications internes.

D'un autre côté, le spiralium doté de deux lames, dont les cristaux ont des clivages différents, est assez rigide pour supporter le poids du lophophore et suffisamment souple pour

ne pas se briser au moindre choc. On pourrait voir dans une telle structure, une adaptation à une nécessité mécanique tendant à fournir au support l'élasticité indispensable pour soutenir l'organe sans risque de cassure.

POUR G. et H. TERMIER (1947, p. 183) « la texture du brachidium ou armature des bras a pour origine la coalescence de spicules calcitiques de formation syncytiale et de propriétés optiques analogues à celles des échinodermes ». Ceci donnerait au spiridium une origine toute différente et peu conforme à l'observation en lame mince sur les fossiles. La fonction des spicules n'est pas encore nettement établie et leur rôle semblerait plutôt se limiter au renforcement des tissus (A. THOMSON, 1927, p. 23).

7. MYOGRAPHIE.

Les impressions musculaires dans *Cyrtospirifer*, comme dans tous les Spiriféridés, se présentent sous la forme de deux dépressions dans la paroi des valves, l'une ventrale, située entre les lamelles dentaires, l'autre dorsale, entre les brachiophores. La dorsale est surmontée d'une apophyse médio-notothyriale striée, le processus cardinal.

Les paléontologistes y ont reconnu pour la partie ventrale, des muscles adducteurs et diducteurs (J. HALL, 1894, II, pl. XXX, fig. 14) et pour la partie dorsale, des muscles adducteurs (J. HALL, 1894, II, pl. XXX, fig. 19), enfin pour le processus cardinal, les diducteurs (T. DAVIDSON, 1886-1888, p. 45). T. DAVIDSON (1851-1854, p. 80) signale que dans la valve dorsale « the divisions of the hinge plate are hollowed, perhaps for the insertion of pedicle muscles ». Il a voulu désigner par là les fossettes brachiophoriennes et il est le seul auteur qui, à ma connaissance, ait supposé l'existence des pédonculaires dorsaux dans les Spiriféridés.

Les empreintes musculaires font l'objet de nombreuses appellations : champs musculaires, impressions musculaires, empreintes musculaires, muscle scars, muscle impressions, muscle fields, etc. Afin d'uniformiser et de préciser la nomenclature, j'ai utilisé le terme nouveau myoglyphe pour tout point d'attache de muscle ou de faisceau de muscles à la paroi valvaire ou à un appendice quelconque.

Dans les Térébratules récentes, J. G. HELMCKE (1939, pp. 178 et 182) a distingué :

a) dans la valve dorsale :

musculus transversus anterior :

- 1° pars interna (= adducteur antérieur),
- 2° pars externa (= adducteur postérieur),

musculus transversus posterior :

- 1° externus (= diducteur principal),
- 2° internus (= diducteur accessoire),

musculus longitudinalis dorsalis : (= pédonculaire dorsal);

b) dans la valve ventrale :

musculus transversus anterior : (= adducteurs),

musculus transversus posterior :

- 1° externus (= diducteur principal),
- 2° internus (= diducteur accessoire),

musculus longitudinalis ventralis :

- 1° internus (= pédonculaire médian),
- 2° externus (= pédonculaire ventral).

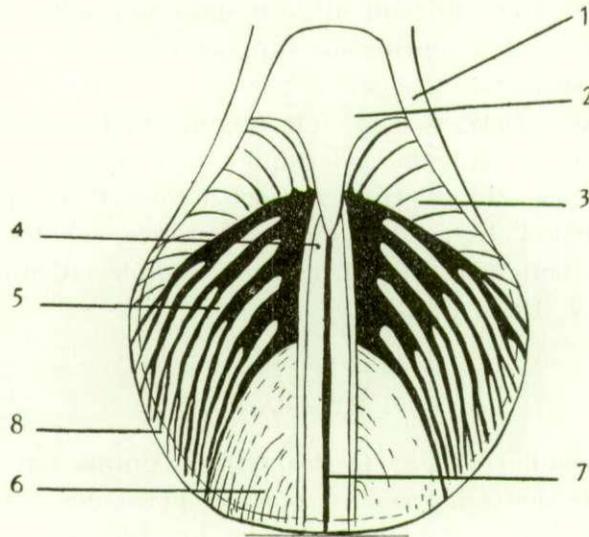


FIG. 29. — Myographie schématique du myoglyphe ventral, d'après une dizaine de spécimens.

1 : lamelles dentaires; 2 : pédonculaire médian; 2 : diducteur accessoire; 4 : adducteur; 5 : pédonculaire ventral; 6 : diducteur principal; 7 : myophragme.

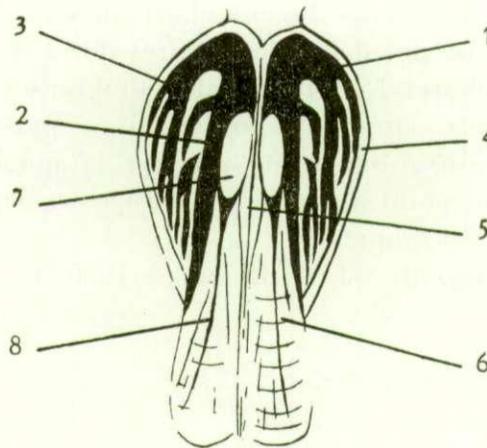


FIG. 30. — Myographie schématique du myoglyphe dorsal, d'après une dizaine de spécimens.

1 : adducteur postérieur; 2 : grosse côte de séparation; 3 : grosse côte médiane; 4 : bande plate marginale; 5 : myophragme; 6 : adducteur antérieur; 7 : espace lisse de l'adducteur antérieur; 8 : côte principale.

J'ai retrouvé ces muscles dans les myoglyphes d'espèces fossiles bien conservées (notamment *Terebratula maxima* CHARLESWORTH emend H. MUIR-WOOD.) et j'y ai découvert des caractères anatomiques permettant une comparaison avec les *Spiriferidae*.

Dans les fossiles primaires, les myoglyphes sont conservés de deux manières : sur la coquille elle-même, à l'intérieur des valves, ou sur le moule interne. Les bonnes empreintes

sont rares et leurs limites sont souvent indécises; grâce à l'ornementation particulière à chacun des muscles on arrive à les distinguer et à reconstituer la myographie de l'individu.

Une légère interpénétration qui s'observe quelquefois et des traces de costulation radiaire, provenant soit de la minceur de la valve, soit d'une décortication imparfaite, sont des causes de confusions. J'ai remarqué de nombreuses variations spécifiques et individuelles dans le contour et la sculpture des myoglyphes sans que les caractères anatomiques en soient modifiés au point de ne plus les reconnaître.

A. Myoglyphe ventral. — Situé entre les lamelles dentaires, il affecte un contour variable qui dépend de l'angle d'écartement de celles-ci. Si elles sont longues, minces, subparallèles ou faiblement écartées, ce qui se rencontre dans les espèces globuleuses, le myoglyphe est allongé, peu profond, superficiel; si elles sont courtes, épaisses et fortement divergentes, comme dans les espèces fusiformes, le myoglyphe est large, arrondi, un peu excavé et fréquemment serré dans leurs extrémités recourbées. Il comprend quatre paires de muscles et un simple : les diducteurs principaux, les diducteurs accessoires, les pédonculaires ventraux, le pédonculaire médian, les adducteurs.

Diducteurs principaux. Ils occupent la partie inférieure du myoglyphe, sont presque entièrement séparés par les adducteurs et s'étendent jusqu'à mi-hauteur de ces derniers. Leur limite supérieure décrit ainsi une courbe convexe, partant du milieu des adducteurs longeant les lamelles dentaires jusqu'à leur extrémité prolongée. Leur surface est couverte de côtes simples, peu élevées, concentriques à la courbe précédente, s'estompant en atteignant un bourrelet bas, étroit (pas toujours visible) qui borde le myoglyphe.

Diducteurs accessoires. Ils sont situés entre les pédonculaires et les lamelles dentaires. Leur surface est couverte de côtes simples, presque imperceptibles, concentriques à la courbe du pédonculaire médian d'un côté, subperpendiculaires à la lamelle dentaire de l'autre, s'arquant graduellement vers l'extérieur.

Adducteurs. Longs, étroits et linéaires, ils prennent naissance un peu au-dessus de la pointe du pédonculaire médian, à la hauteur de la rencontre des pédonculaires ventraux et des diducteurs accessoires, et s'étendent jusqu'au bourrelet marginal. Ils sont séparés par un myophragme longitudinal, mince, peu élevé, filiforme, bordé de part et d'autre par un sillon large, peu profond, lui-même limité par un bourrelet plat ou faiblement convexe. La surface des adducteurs est lisse.

Pédonculaires ventraux. Occupant la zone comprise entre les diducteurs accessoires, les adducteurs et les diducteurs principaux, ils sont séparés par le pédonculaire médian et les adducteurs. Leur ornementation se compose de 5-6 grosses côtes partant de l'intérieur, tournant vers l'extérieur, dichotomisées une première fois à leur extrémité. Chacune des demi-côtes se divise à son tour en deux côtes plus fines. Ce détail n'est visible que sur quelques spécimens exceptionnellement bien conservés.

Pédonculaire médian. Localisé à l'extrémité supérieure du myoglyphe, le pédonculaire médian s'attache à une éminence triangulaire dont la base s'appuie sur la plaque delthyriale et les lamelles dentaires. La pointe sépare les diducteurs accessoires, les pédonculaires ventraux et partiellement les adducteurs. Le contour varie avec l'individu et l'élévation peut atteindre une importance telle qu'en coupe ou en section polie on pourrait confondre la pointe avec un septum si elle était mince et foliacée. La surface est lisse comme dans les adducteurs. J'ai beaucoup hésité à attribuer cette éminence lisse à un myoglyphe; mais les comparaisons avec des Térébratules tertiaires montrent que le pédonculaire médian existe à la même place, en connexion anatomique, offrant des aspects plus compliqués mais ne portant aucune ornementation.

Remarques.

1. Le myoglyphe est parfois traversé dans toute sa largeur par des bourrelets plats, concentriques en relation avec des étapes de croissance.

2. Tous les muscles ventraux sont fixés au prismotest, sauf le pédonculaire médian qui s'attache au callotest apical central.

B. Myoglyphe dorsal. — Il est situé dans le creux du bourrelet dorsal sous le notothyrium. Son aspect général à peu près constant varie cependant suivant les individus mais beaucoup moins que le myoglyphe ventral. Le myoglyphe semble se détacher de la paroi valvaire massive et en faible relief, par deux rentrants arrondis et par une crête médiane basse, amorce du myophragme longitudinal. Il comprend deux paires de muscles : les adducteurs antérieurs, les adducteurs postérieurs.

Adducteurs antérieurs. Occupant la partie médiane du myoglyphe, leur forme générale est toujours étirée à bords latéraux subparallèles. Ils sont séparés chacun de l'adducteur postérieur par une grosse côte conique partant du myophragme et descendant en s'amincissant jusqu'au contact avec l'adducteur postérieur. Le bord inférieur est semi-circulaire et tend à s'estomper. Le myophragme est étroit, peu élevé et de section triangulaire, irrégulier, s'élargissant vers le milieu de la hauteur du myoglyphe, se rétrécissant rapidement et s'élevant quelque peu jusqu'à la limite du champ qu'il semble dépasser parfois. La grosse côte du sommet laisse dans son arc interne un espace ovale lisse duquel partent de 6 à 8 côtes fines, rayonnantes, dont une submédiane plus importante que les autres. Une ornementation concentrique visible sur près de la moitié des adducteurs antérieurs se rapporte certainement à la croissance; elle se compose de 6 à 11 côtes paraissant imbriquées et parallèles à l'allure générale du bord marginal de la valve.

Adducteurs postérieurs. Leur contour de la forme d'un croissant est limité par une bande plate externe et par la grosse côte de l'adducteur antérieur. Partant de cette dernière, une autre, de section arrondie, assez large, divise l'adducteur postérieur en deux parties. Elle est accompagnée de part et d'autre de côtes moins larges qui ont une tendance à la dichotomie.

C. Myoglyphes notothyriaux. — Le processus cardinal se présente sous de multiples aspects, subsphérique, ovoïde, cylindroïde, qui varient avec les individus. Il est formé par deux massifs de callotest apical central, qui se soudent et se divisent en lamelles verticales. Celles-ci s'amincissent et se dichotomisent souvent vers le haut. Il est le point d'attache de deux muscles : le diducteur principal et le diducteur accessoire.

Diducteur principal. Ce muscle se fixe sur la face inférieure du processus cardinal dans les lamelles épaisses, au nombre de 9 à 10 par mm.

Diducteur accessoire. S'insère dans la partie supérieure du processus cardinal où les lamelles plus fines sont au nombre de 18 à 20 par mm.

D. Myoglyphes brachiophoriens. — Les empreintes des pédonculaires dorsaux, situées dans une dépression de la face interne notothyriale des brachiophores, sont mal conservées, sans contour précis et sans ornementation visible. Ces muscles s'appuient sur du callotest apical central.

On peut tirer de ces observations les conclusions suivantes :

1. Tous les muscles des Térébratulidés sont représentés dans *Cyrtospirifer* et en même connexion anatomique;
2. Les aires myoglyphiques de chacun des muscles ont un développement proportionnellement semblable;
3. Les caractères anatomiques particuliers à chacun des myoglyphes se maintiennent dans *Cyrtospirifer*;
4. Les adducteurs, simples dans la valve ventrale, sont bifides dans la dorsale mais restent accolés;
5. Les muscles pédonculaires étaient fixés au callotest, les dorsaux rétracteurs devaient être minces à en juger par la petitesse de leurs myoglyphes; le pédonculaire médian, rétracteur, était puissant et avait vraisemblablement pour mission de maintenir le sac pédonculaire près de la paroi de la valve;
6. Les muscles principaux étaient fixés aux prismotest, sauf les diducteurs dont le support dorsal au processus cardinal est callotestaire.

CHAPITRE III.

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

Genre *Cyrtospirifer* D. NALIVKIN, 1918.

Diagnose. — *Spiriferidae* à test imperforé, à flancs, sinus et bourrelet costulés, microsculpture papilleuse et plaque delthyriale.

Cyrtospirifer orbelianus (H. ABICH, 1858).

(Pl. II, fig. 1 à 8.)

Liste des citations.

Remarque. — L'établissement des listes synonymiques est devenu, à l'heure actuelle, une tâche très délicate. Il faut, en effet, comparer les spécimens d'après les descriptions, dessins et photographies, sans les avoir eus en mains. Or, j'ai constaté que quelquefois les espèces ont été idéalisées et qu'une erreur d'interprétation est aisée. D'un autre côté, il est impossible d'examiner les spécimens d'une espèce partout où elle a été décrite ou signalée, d'autant plus que beaucoup de matériaux ont disparu ou ont été détruits. Enfin, une synonymie qui par prudence comporte trop de points d'interrogation n'a plus de signification. Aussi, je crois qu'il est plus sage et plus utile de signaler le plus de citations possible sans tenir compte de la synonymie, tout en réservant une place à la fin de la description à une discussion des citations. Les listes que je donne n'ont donc aucune valeur synonymique. Elles comprennent toutefois, outre les citations de la littérature, les espèces qui seraient susceptibles d'être synonymes.

1858. *Spirifer Orbelianus* H. ABICH, p. 524, pl. I, fig. 2 et 3; pl. II, fig. 4 et 5.
 1880. *Spirifer Orbelianus* J. GOSSELET, pl. IV, fig. 4.
 1894 A. *Spirifer Orbelianus* J. GOSSELET, p. 41, pl. VI, fig. 60-65.
 1894 A. *Spirifer aperturatus* J. GOSSELET, p. 46, pl. VII, fig. 67, a et b.
 1894 B. *Spirifer Orbelianus* J. GOSSELET, p. 123.
 1903. *Spirifer Archiaci* var. *Orbeliana* G. GÜRICH, p. 142, pl. XIV, fig. 3, a-c.
 1908. *Spirifer Orbelianus* E. RIGAUX, p. 15.
 1922. *Spirifer Orbelianus* C. REED, p. 61, pl. XI, fig. 12 et 12a.
 1941. *Cyrtospirifer orbelianus* E. MAILLIEUX, p. 5.
 1942. *Spirifer (Cyrtospirifer) verneuili* ? var. *orbeliana* W. PAECKELMANN, p. 129.
 1957. *Cyrtospirifer orbelianus* M. S. ABRAMIAN, p. 70, pl. 8, fig. 3.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe, faiblement mégathyride aliforme ou globuleux brachythyride, atteignant une grande taille. Aréa élevée, ortho- ou apsacline. Sinus avec bourrelet médian, large et aplati, éphébique. Bourrelet dorsal saillant. Symphytium non foraminé. Côtes radiaires arrondies, simples sur les flancs, dichotomiques dans le sinus et sur le bourrelet, tuberculées à leur sommet. Plaque delthyriale petite, lamelles dentaires courtes, minces et peu divergentes.

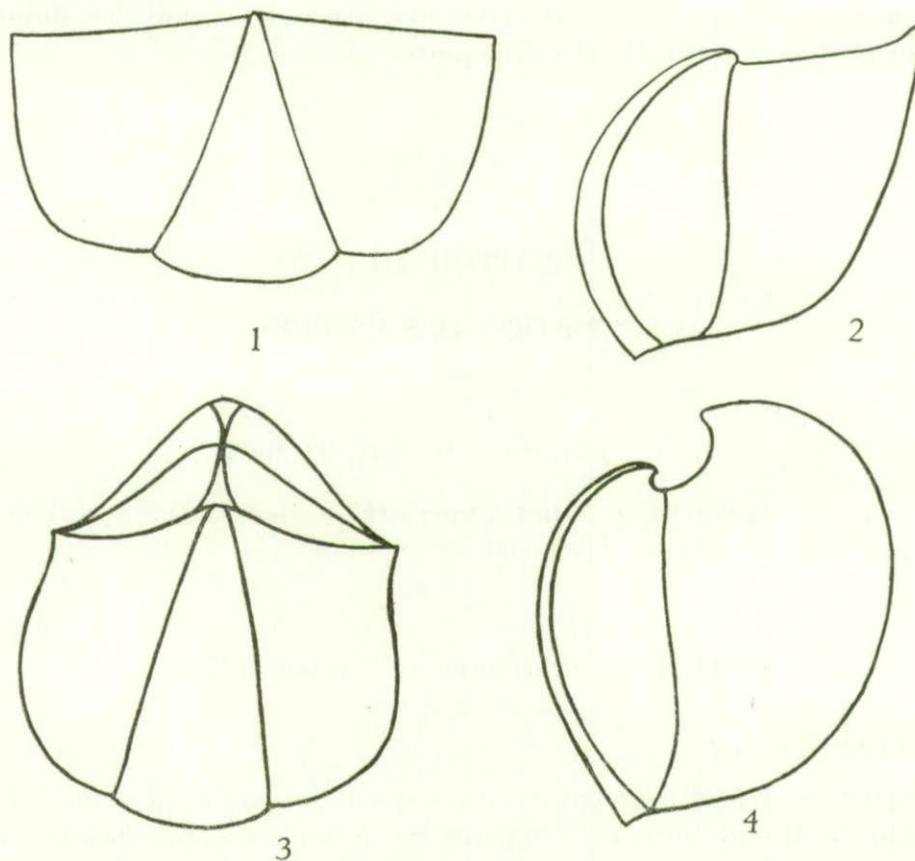


FIG. 31. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH).
 Spécimens typiques reconstitués, montrant le dimorphisme dans le stade gérontique.
 1 et 2 : Forme I; 3 et 4 : Forme II.

Description.

1. **Valves.** — Forme I. La valve ventrale est caractérisée par sa grande aréa plate ou peu courbée. Conséquemment, sa courbure est moins forte que celle de la valve ventrale de l'autre Forme. Elle est plus épaisse que la valve dorsale et l'écart entre V_{vv} et V_{vd} tend à croître avec la taille, les moyennes accusent une différence de 7,9 mm. L'épaisseur de la valve dorsale est plus variable ($V_{vv} = 40,521$, $V_{vd} = 52,944$) et son module de croissance est inférieur (0,264)

à celui de la valve ventrale (0,397). La mégathyridie est faible, les éperons cardinaux sont rares et courts, la largeur totale (lt) diffère peu de la largeur cardinale (lc); leurs modules sont voisins (lt=0,981; lc=0,930). La coquille s'élargit avec la taille, lt/Hvd tend à augmenter, contrairement à l'autre Forme. Il y a cependant 27 % des spécimens qui sont faiblement brachythyrides.

Forme II. La valve ventrale est bombée, globuleuse, avec une aréa proportionnellement moins élevée et plus courbée. La valve dorsale est également plus bombée que dans l'autre Forme. La coquille tend à s'allonger, lt/Hvd diminue avec la taille, contrairement à la Forme I, son module est très faible et négatif (-0,005). Elle est généralement brachythyride (54 %) ou équithyride (46 %). La valve dorsale est moins épaisse que la ventrale et la différence reste à peu près constante (différence entre les moyennes 5,1 mm). Elle tend à augmenter quelque peu avec l'âge. La variabilité de la valve dorsale est plus grande que celle de la ventrale comme dans la Forme I ($V_{Evv} = 29,456$; $V_{Evd} = 37,669$) et son module de croissance est inférieur (valve ventrale : 0,387, valve dorsale : 0,339). La différence entre lt et lc est plus forte que dans la Forme I, les modules sont sensiblement plus faibles (lt=0,692; lc=0,617).

Remarques. — Les droites de régression de Evv sont subparallèles tandis que celles de Evd se croisent au point $L_{vv} = 24,877$, $E_{vd} = 5,661$. Cela signifie que dans la Forme I, l'épaisseur de la valve dorsale tend à prédominer dans le jeune âge jusqu'à $L_{vv} = 24,877$, puis ce caractère s'inverse et devient discriminatoire lorsque les moyennes sont atteintes ($t = 3,439$, différence significative). Il en résulte qu'à L_{vv} égal, Evd d'abord plus grand dans la Forme I a une croissance plus lente par après. Il en est de même pour Et dont la différence ne s'annule qu'au point $L_{vv} = 58,807$, $E_t = 40,488$. Pour Hvd, les valeurs restent voisines et sont pratiquement parallèles, leur point de jonction $L_{vv} = 229,785$, $H_{vd} = 132,486$ est entièrement en dehors des mesures habituelles. Les trois dimensions Evd, Hvd et Et sont les seules, pour l'espèce, dont les valeurs s'inversent, c'est-à-dire sont plus petites dans la Forme I, alors que les autres sont plus élevées. La différence des moyennes est significative pour : Evd : $t = 3,439$, lc : $t = 3,501$ et probablement significative pour : lt : $t = 2,333$. Elle est non significative pour : Evv : $t = 0,372$, Hvd : $t = 1,139$.

Quant au rapport lt/Hvd, les droites de régression forment entre elles un angle si grand que la différence des moyennes est hautement significative ($t = 13,499$). En plus, les droites de régression sont : positive pour la Forme I et négative pour la Forme II. Ce rapport figure parmi les meilleurs pour la discrimination.

2. Aréa. — Forme I. L'aréa ventrale est fortement développée. Elle est plane ou faiblement courbée, son incurvation s'accroît quelquefois avec l'âge. Sa hauteur (H_a) est proportionnellement plus élevée que dans l'autre Forme et a pour moyenne 13,858 mm. Sa croissance est régulière et relativement rapide (module de croissance : 0,325). Sa variabilité est forte ($V_{H_a} = 40,539$). Son coefficient de corrélation avec L_{vv} est élevé ($r = 0,903$). L'angle apical est moindre que dans l'autre Forme et sa droite de régression montre qu'il tend à augmenter avec la taille. Les bords latéraux sont légèrement concaves. Sa variabilité est faible ($V_{A.ap.} = 12,005$) et son module positif a pour valeur 0,231 contrairement au module de la Forme II qui est négatif. La « surface » ($\sqrt{H_a \times lc}$) a une valeur moyenne plus élevée que dans l'autre Forme. Sa croissance est régulière et assez rapide, son module atteint 0,549. Sa variabilité est forte ($V_{\sqrt{H_a \times lc}} = 39,400$) et son coefficient de corrélation avec L_{vv} atteint 0,941. L'angle delthyrial varie du simple au double suivant les individus et la droite de régression dénote une augmentation très faible avec la taille. Le coefficient de corrélation est de 0,015 et le module de 0,005. La variation est individuelle et n'offre aucun caractère spécial. Le rapport H_a/L_{vv} a pour coefficient de corrélation un nombre négatif assez élevé (-0,489), mais un module très

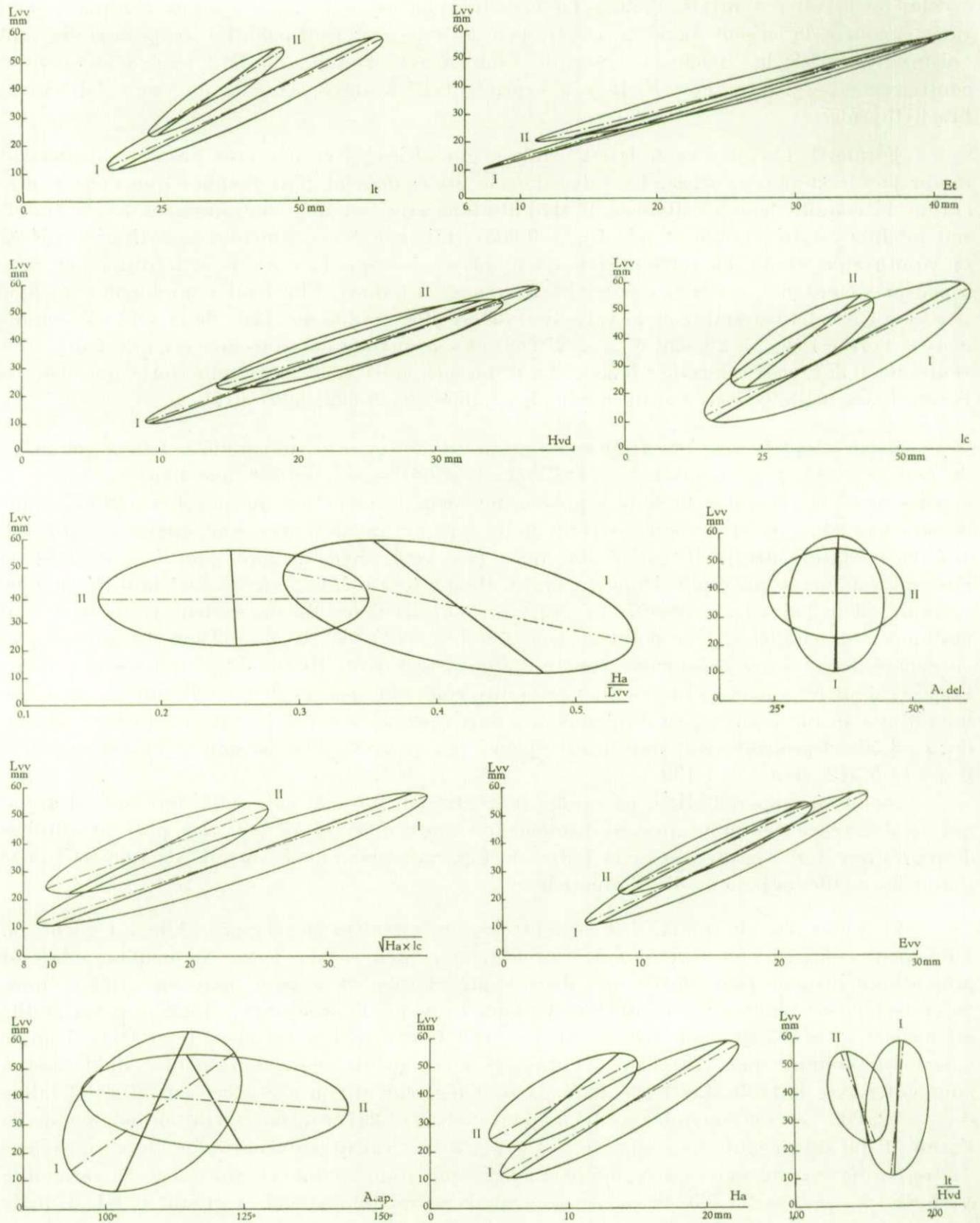


FIG. 32.

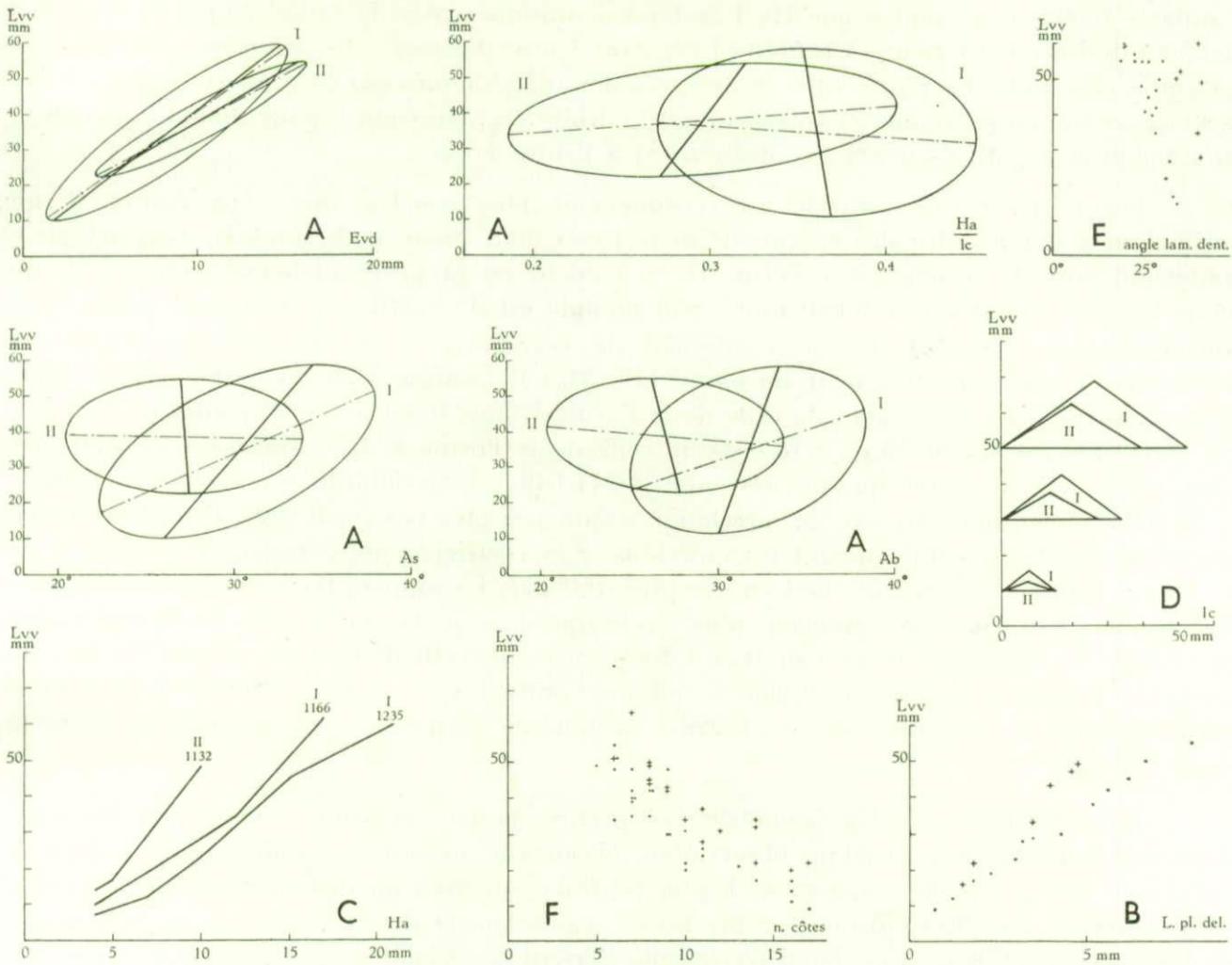


FIG. 33. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH).

A : Ellipses (70 % des spécimens) et droites de régression des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale. — B : Variation de la longueur de la plaque delthyriale par rapport à la longueur de la valve ventrale. — C : Développement de l'aréa par rapport à la longueur de la valve ventrale dans les individus n^{os} 1166, 1235, 1132. — D : Transformation théorique de l'aréa au cours de la croissance, d'après les moyennes de lc et de Ha à Lvv = 10 mm, = 30 mm, = 50 mm, suivant les droites de régression. — E : Variation de l'angle des lamelles dentaires par rapport à la longueur de la valve ventrale. — F : Variation du nombre de côtes radiales, en lcm au bord marginal à partir du sinus par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 • et I = Forme I; + et II = Forme II.

EXPLICATION DE LA FIGURE 32.

FIG. 32. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH).
 Ellipses (70 % des spécimens) et droites de régression des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 I = Forme I; II = Forme II.

faible ($-0,002$) qui montre que Ha/Lvv tend à diminuer avec la taille et que la croissance relative de Ha est inférieure à celle de Lvv ; dans l'autre Forme, cette croissance relative est à peu près constante. La représentation de l'aréa déroulée, donnée par le rapport Ha/lc , est faite à la figure 32. La moyenne est supérieure et la droite de régression a pour module un nombre très faible et négatif ($-0,003$), contrairement à l'autre Forme.

Forme II. L'aréa ventrale est sensiblement plus courbée que dans l'autre Forme, cependant j'ai rencontré des spécimens dont l'aréa était plane mais dont la morphologie se rattachait sans aucun doute à la Forme II. Sa hauteur est proportionnellement plus faible que dans la Forme I (moyenne 9,680 mm). Son module est de 0,246 soit nettement inférieur; sa variabilité ($V_{Ha} = 36,043$) et son coefficient de corrélation $r=0,750$ sont aussi nettement inférieurs. L'angle apical a pour moyenne $119^{\circ},515$; il diminue avec la taille, son module a une valeur absolue approchant de celle de la Forme I mais il est de signe contraire ($-0,289$). Sa variabilité est voisine ($V_{A.ap.} = 13,004$) de celle de la Forme I. La « surface » est nettement plus petite, elle n'atteint qu'une moyenne de 17,649. Sa variabilité est inférieure ($V_{\sqrt{Ha \times lc}} = 29,021$), mais son coefficient de corrélation est un peu plus bas ($r=0,822$). L'angle delthyrial varie du simple au triple suivant les individus. Son coefficient de corrélation positif est très faible ($r=0,001$). Son module l'est encore plus (0,0007). Le rapport Ha/Lvv a pour coefficient de corrélation un nombre beaucoup plus faible que dans la Forme I mais également négatif ($r=0,014$). La croissance relative de Ha est donc voisine de celle de Lvv . Le rapport Ha/lc a une moyenne nettement inférieure (0,295) à celle de l'autre Forme. Son coefficient de corrélation est positif et beaucoup plus élevé ($r=0,229$); son module est positif et également plus élevé que dans la Forme I.

Remarques. — L'aréa dorsale n'est presque jamais accessible, elle est peu développée dans les deux Formes. Aucune observation ni aucune mesure ne sont possibles dans les spécimens que j'ai à ma disposition. L'aréa ventrale constitue un des éléments principaux de discrimination du dimorphisme. Les droites de régression de Ha s'écartent au fur et à mesure de l'accroissement de la taille. La différence des moyennes est hautement significative ($t=6,365$). Les droites de régression de $A.ap.$ se croisent au point $Lvv=57,752$, $A.ap.=113,915$, ce qui tend à démontrer que dans la Forme I l'aréa a des bords concaves tandis que dans la Forme II les bords sont convexes puisque d'un côté $A.ap.$ augmente et de l'autre il diminue. La différence des moyennes est hautement significative ($t=5,599$). Les droites de régression de $A.del.$ sont trop voisines et la différence des moyennes n'est pas significative ($t=0,283$). Les droites de régression de $\sqrt{Ha \times lc}$ sont subparallèles et la différence des moyennes est significative ($t=4,963$). Cette expression de la surface constitue un des moyens de discrimination parmi les meilleurs. Bien que $A.ap.$ ait un t plus élevé, l'angle apical reste difficilement estimable à l'œil tandis que l'aréa se distingue plus aisément. Les rapports Ha/Lvv se croisent en dehors des dimensions habituelles, leurs coefficients de corrélation et leurs modules sont négatifs. La différence de leurs moyennes est hautement significative ($t=16,350$). Les rapports Ha/lc se croisent au point $Lvv : 72,834$, $Ha/lc=0,348$. Dans la Forme I, la croissance relative de Ha est un peu plus lente par rapport à lc que dans la Forme II. Les droites de régression de Ha/lc peuvent s'interpréter comme suit : dans la Forme II, l'aréa change au cours de la croissance et tend vers l'équilatéralité, dans la Forme I, au contraire, l'aréa s'abaisse et s'allonge. Ce phénomène est mis en relief par la transformation de l'angle apical. Toutes les mesures qui ont trait à l'aréa sauf $A.del.$ ont des différences de moyennes significatives.

3. *Deltidium*. — Forme I. N'est pas conservé probablement à cause de sa minceur. Des traces sur quelques spécimens me permettent cependant d'affirmer son existence.

Forme II. Il est composé de deux pièces qui se soudent rapidement au cours de la croissance. Le symphytium est arqué et fixé aux bourrelets deltidiaux qu'il enserre d'abord comme une mortaise pour s'appuyer ensuite uniquement dans les rainures deltidiales. Il ne semble pas y avoir de foramen.

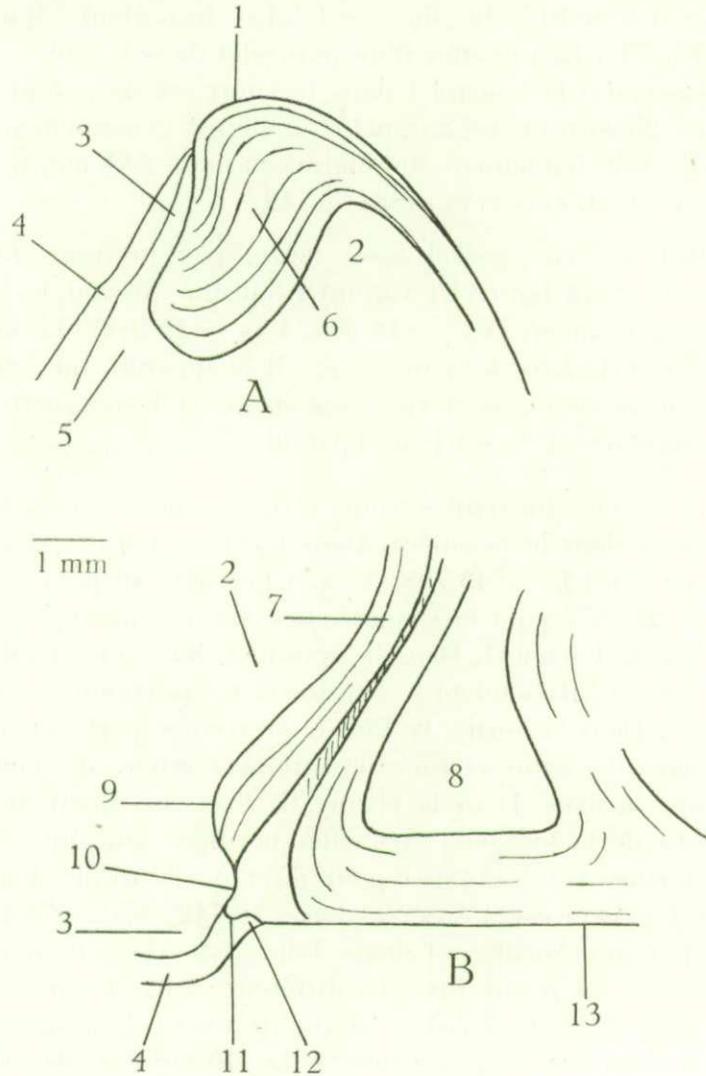


FIG. 34. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH).
Coupes schématiques dans le spécimen n° 1199 (Forme II).
A : Coupe du crochet dans le plan de symétrie bilatérale.
B : Coupe perpendiculaire à A.

1 : sommet du crochet; 2 : cavité post-delthyriale; 3 : cavité deltidiale; 4 : symphytium;
5 : delthyrium; 6 : plaque delthyriale ou callosité apicale; 7 : lamelle dentaire; 8 : cavité
apicale latérale; 9 : base de l'arc de la plaque delthyriale; 10 : rainure hypodeltidiale;
11 : bourrelet deltidial; 12 : rainure deltidiale; 13 : aréa ventrale.

Le symphytium apparaît souvent comme formé de plusieurs pièces imbriquées à la manière des tuiles d'un toit. En réalité cet organe croît comme les autres et s'allonge régulièrement au moyen d'apports équidistants identiques aux microcostules. Les bourrelets parfois suivis de sillons profonds sont comparables, à mon avis, à ceux que l'on observe sur les valves et sur l'aréa, ils sont dus à des épaisissements testaires qui traversent la coquille entière et dont l'origine est attribuable à des arrêts de croissance.

4. Sinus et bourrelet.

Forme I. Le sinus est en général large et peu profond, de section arrondie. L'angle du sinus et l'angle du bourrelet augmentent graduellement avec l'âge. Leurs modules sont respectivement de 0,173 et 0,074. Leurs droites de régression se croisent au point $L_{vv}=49,708$, A.b., A.s. = $32^{\circ},843$. La variabilité du sinus est plus importante que celle du bourrelet ($V_{A.s.} = 16,655$, $V_{A.b.} = 13,871$). La présence d'un bourrelet dans le sinus, qui est caractéristique de l'espèce, n'est pas constante; le bourrelet dans le sinus est inexistant dans le jeune âge et n'apparaît que vers $L_{vv}=25-30$ mm. La languette sinale est généralement bien marquée, avec un contour soit arrondi, soit faiblement angulaire, variant fortement suivant les individus ainsi que l'avait déjà constaté J. GOSSELET (1894, p. 42).

Forme II. Le sinus est en général assez large, peu profond, bien limité, de coupe arrondie. L'angle du sinus et du bourrelet varient beaucoup suivant les individus, mais leurs coefficients de variation sont voisins ($V_{A.s.} = 16,006$, $V_{A.b.} = 15,986$). Le bourrelet dans le sinus n'est pas constant; inexistant dans le jeune âge, il n'apparaît que vers $L_{vv}=25-30$ mm. Le bourrelet dorsal est en général peu élevé, assez étroit, et la languette sinale a un contour arrondi ou faiblement angulaire. Elle est peu apparente.

Remarques. — Les moyennes sont respectivement voisines dans chacune des Formes, un peu supérieures dans la première. Dans les deux Formes, les droites de régression A.s. et A.b. se croisent au point $L_{vv}=49,708$, A.s., A.b. = $32^{\circ},843$ pour la première et au point $L_{vv}=34,554$, A.s., A.b. = $27^{\circ},277$ pour la seconde. Les coefficients angulaires sont positifs dans la Forme I et négatifs dans la Forme II. Dans la première, les angles tendent à augmenter avec la croissance; dans la seconde, ils tendent à diminuer. Ce phénomène est comparable à celui qui modifie l'angle apical. Dans la Forme I, dont la croissance porte surtout dans le sens de la largeur, les côtes bordières du sinus comme les sillons bordiers du bourrelet ne restent pas rectilignes et deviennent concaves. Dans la Forme II, l'accroissement de la taille se poursuit, au contraire, dans le sens de la longueur, les côtes bordières du sinus et les sillons bordiers du bourrelet deviennent convexes, ce qui a pour effet de diminuer l'angle du sommet. Les droites de régression de A.s. se croisent au point $L_{vv}=18,742$, A.s. = $27^{\circ},484$ ce qui montre que là aussi il y a inversion d'une Forme à l'autre. Pour A.b., la jonction se produit au point $L_{vv} = -0,350$ soit en dehors des possibilités. La différence entre les moyennes est significative pour A.s. ($t=4,667$) et pour A.b. ($t=7,754$). Ces mesures sont donc discriminatoires mais non utilisées pour la même raison que A.ap. à cause de la difficulté d'estimation de l'angle..

5. Macrosculpture.

Forme I: Les valves sont ornées de côtes radiaires, de section arrondie, simples sur les flancs, bifurquées dans le sinus et sur le bourrelet. Je n'ai rencontré que deux cas (n^{os} 1165 et 1156) de bifurcation de côtes sur les flancs. Dans le n^o 1165, la bifurcation se fait par dichotomie, visible sur quatre côtes, à $L_{vv}=25$ mm, sur le flanc droit de la valve ventrale près de la côte bordière du sinus. Dans deux côtes la bifurcation se fait plutôt vers la droite et dans les deux autres, la division se fait plutôt vers la gauche. Dans le n^o 1156, sur le flanc gauche de la valve dorsale, trois côtes sont marquées d'un sillon peu profond dénotant une tendance à la dichotomie. Le sillon médian commence à 36 mm du crochet dorsal, se prolonge jusqu'au bord marginal sans toutefois amener une séparation des éléments, sans doubler la côte. Le spécimen figuré par J. GOSSELET (1894, pl. VI, fig. 64) possède également cette particularité, mais il s'agit d'un moule interne. Malgré la grande taille de ce spécimen, le dédoublement des côtes ne s'opère en aucun endroit. La dichotomie des côtes sur les flancs est donc rare et accidentelle.

L'ornementation du sinus et du bourrelet étant mal conservée, aucune observation systématique n'a pu être entreprise. La macrosculpture du sinus et du bourrelet est plus fine par suite de la multiplication des côtes. J'ai constaté que toutes les multiplications se font par dichotomie et non par intercalation, ceci pour autant que j'aie pu les observer. Leur nombre et leur position dépend uniquement de l'individu.

Forme II. La macrosculpture n'est guère différente de celle de l'autre Forme. Les côtes radiaires sont de section arrondie, simples sur les flancs, dichotomisées dans le sinus et sur le bourrelet. Ces dernières sont plus fines que sur les flancs.

Remarques. — Portés sur graphique, les dénombrements des côtes, en 1 cm au bord marginal, offrent deux séries de points qui bien qu'étant voisines, caractérisent dans une certaine mesure les deux Formes. On constate d'abord que le nombre de côtes en 1 cm diminue avec l'âge, ce qui est normal puisqu'elles s'élargissent; ensuite les points relatifs à la Forme II sont situés un peu plus haut. On peut en conclure qu'à L_{vv} égal le nombre de côtes serait plus grand dans la Forme II que dans la Forme I.

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. La plupart des spécimens sont décortiqués et la microsculpture n'est visible que sur quelques fragments de coquilles. Elle se compose de microcostules concentriques de croissance et de petits tubercules qui ornent le sommet des côtes radiaires seulement. Les espaces intercostaux ne semblent pas porter de microcostulation radiaire. Cependant, certains spécimens montrent des traces attribuables à des costules pseudoradiaires mais le nombre d'observations est insuffisant. Les tubercules sont allongés, irrégulièrement disposés, avec une densité d'environ 10 par mm² dans le spécimen n° 1142, vers L_{vv}=25 mm (évaluation). Dans la Forme I, les coquilles sont en général si fortement décortiquées que le test a presque complètement disparu et qu'il ne reste plus que le moule interne.

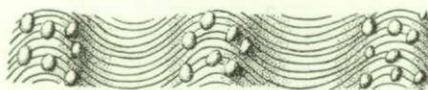


FIG. 35. — *Cyrtospirifer orbellianus* (H. ABICH).
Microsculpture d'après le spécimen n° 1142 (Forme II).

b) Sur l'aréa ventrale. La microsculpture de l'aréa est la même dans les deux Formes. Elle se compose d'une double costulation, l'une longitudinale ou d'accroissement, l'autre transversale. Les microcostules de croissance, visibles sur les lamelles imbriquées parallèles au bord cardinal, traversent toute la surface de l'aréa et la couvrent entièrement. Elles sont homologues des microcostules des valves. La costulation transversale est constituée par de fines côtes qui s'accouplent au cours de la croissance pour former une costule plus grosse, elle-même s'accouplant avec une semblable et ainsi de suite. Le nombre de microcostules transversales diminue avec l'accroissement de l'aréa. Les costules transversales n'occupent pas toute la surface de l'aréa, elles s'estompent vers le bord externe en laissant ainsi tout le long de ce bord une zone ne portant que la costulation longitudinale. Ce caractère est très visible dans le genre *Syringothyris* où il a été considéré comme une particularité générique.

Remarques. — Par suite de son inaccessibilité, l'aréa dorsale n'a pas été étudiée au point de vue de la microsculpture. Quelques fragments examinés portent une double costulation comparable à celle de l'aréa ventrale.

Morphologie interne.

1. Plaque delthyriale. — Forme I et Forme II. La plaque delthyriale est courte, concave, profondément engagée entre les lamelles dentaires, peu épaisse et ne tendant guère à passer à une callosité apicale. La cavité post-delthyriale reste largement ouverte. Dans la Forme II, un certain épaissement comparable à une callosité apicale peut se présenter dans la région du crochet. Le cas semble assez rare et dû à la grosseur des lamelles dentaires et du test de la valve. La plaque delthyriale naît à la pointe du crochet, se prolonge par l'arc delthyrial le long des lamelles dentaires. Son épaisseur, mesurée sur un individu spécialement préparé à cet effet ($L_{vv} = 45-50$ mm), est de 1,4 mm. Sa longueur a été mesurée sur une série de spécimens. L'examen du graphique révèle, pour la plaque delthyriale, une croissance régulière et continue. J'ai observé que certaines plaques portent des épaissements concentriques analogues à ceux qui affectent la macrosculpture des valves et de l'aréa.

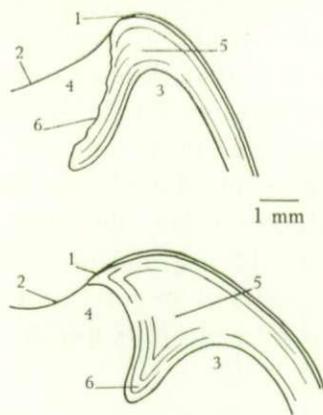


FIG. 36. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH).
Coupe médiane dans le plan de symétrie bilatérale, montrant la plaque delthyriale, d'après les spécimens n° 3449 (Forme I) et n° 3458 (Forme II).
1 : sommet du crochet; 2 : aréa; 3 : cavité post-delthyriale; 4 : delthyrium ou cavité deltidiale; 5 : place de la callosité apicale; 6 : plaque delthyriale.

Remarques. — La pointe du crochet étant souvent altérée et la plaque delthyriale courte, il arrive que l'existence de celle-ci peut être mise en doute. Dans ce cas, il suffit de retrouver sur les faces internes des lamelles dentaires un bombement qui les rapproche et qui n'est autre que la base de l'arc de la plaque delthyriale. La croissance de la plaque delthyriale semble un peu plus rapide dans la Forme I que dans la Forme II. Le nombre d'observations est insuffisant pour pouvoir l'affirmer.

2. Lamelles dentaires. — L'étude de la variation des lamelles dentaires dans un grand nombre d'individus est difficile parce que le dessin du profil exige la destruction du test ou l'ablation d'une cavité apicale latérale. Mes observations se limitent à peu d'individus.

Forme I. Les lamelles dentaires sont bien développées, larges, longues, minces et faiblement divergentes. L'arc basal est peu échancré et se termine à environ $1/3$ à $1/2$ de L_{vv} . L'épaisseur maximum est atteinte près du crochet.

Forme II. Les lamelles dentaires sont plus étroites, un rien plus courtes, plus épaisses et leur arc basal est plus échancré que dans la Forme I. Bien développées, elles sont un peu plus divergentes et s'étendent sur une longueur de $1/5$ à $1/2$ de Lv. v.

Remarques. — D'après le graphique, la croissance des lamelles dentaires est continue et un peu plus lente que Lv. v. L'angle de divergence diminue avec l'âge, ce qui provient d'un phénomène semblable à celui qui se passe pour l'angle apical, pour l'angle du sinus et du bourrelet. Dans les stades jeunes, les lamelles dentaires font entre elles un angle qui semble constant mais qui en réalité diminue par suite de la tendance au parallélisme. Les lamelles dentaires portent, à leur partie supérieure près de l'aréa, une concavité parallèle au plateau cardinal : la rainure hypodeltidiale. Sous cette rainure existe un bourrelet large et mal défini, peu développé dans la Forme I mais qui atteint des dimensions telles qu'il rétrécit le delthyrium dans la Forme II.

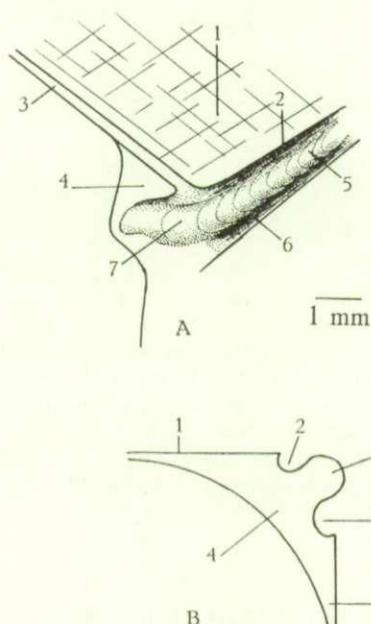


FIG. 37. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH).

Apophyse articulaire (d'après le spécimen n° 3445) Forme I.

- A : Vue de trois quarts (schéma). — B : Profil perpendiculaire au plateau cardinal.
 1 : plateau cardinal; 2 : rainure deltidiale; 3 : bord cardinal; 4 : épaissement;
 5 : bourrelet deltidial; 6 : rainure hypodeltidiale; 7 : apophyse articulaire (probablement fragmentaire); 8 : lamelle dentaire.

3. Apophyses articulaires. — Les apophyses articulaires, situées à l'extrémité des bourrelets deltidiaux, sont rarement observables. Leur dégagement, quand il est possible, est toujours délicat et on n'est jamais certain de ne pas les avoir entamées au cours de cette opération. Par contre, les bourrelets deltidiaux sont plus accessibles, surtout lorsque l'aréa est élevée. Ils sont le reflet des apophyses précédentes et couverts de stries d'accroissement qui en rappellent le contour. Celles-ci n'apparaissent guère que sous immersion d'huile de paraffine et au grossissement $\times 25$.

Forme I. Le bourrelet deltidial gît entre une rainure deltidiale étroite et peu profonde, de section arrondie, et une rainure hypodeltidiale plus étroite et plus profonde que dans la Forme II. Le bourrelet deltidial est arrondi et mince. Les stries d'accroissement décrivent une

courbe elliptique allongée que j'ai retrouvée dans plusieurs spécimens. Elle constitue peut-être une caractéristique de la Forme, mais le nombre des observations est insuffisant pour l'affirmer. Le plateau cardinal est relié à la lamelle dentaire par un épaissement tangent qui arrondit l'angle renforçant ainsi la base du bourrelet deltidial.

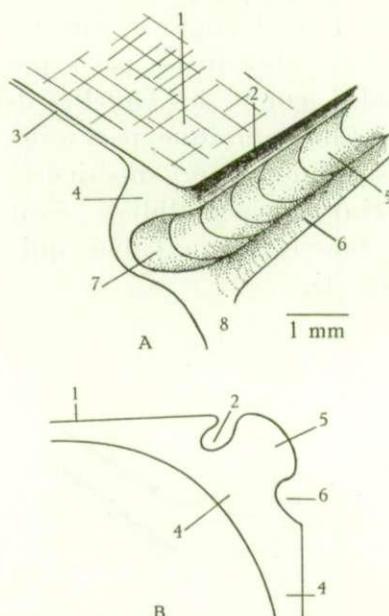


FIG. 38. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH).
Apophyse articulaire (d'après le spécimen n° 1410) Forme II.
A : Vue de trois quarts (schéma). — B : Profil perpendiculaire au plateau cardinal.
1 : plateau cardinal; 2 : rainure deltidiale; 3 : bord cardinal; 4 : épaissement;
5 : bourrelet deltidial; 6 : rainure hypodeltidiale; 7 : apophyse articulaire (probablement fragmentaire); 8 : lamelle dentaire.

Forme II. D'après le spécimen n° 1410 et les stries d'accroissement d'autres individus, les apophyses articulaires sont plus fortes, arrondies. La rainure deltidiale est étroite et profonde, de section allongée. La rainure hypodeltidiale est profonde mais de section largement arrondie. Le bourrelet deltidial semble plus épais que dans la Forme I. Les stries d'accroissement sont subcirculaires et se distingueraient par ce caractère de celles de l'autre Forme.

Cavités glénoïdes. La charnière est constituée par une gaine s'étendant depuis le processus cardinal jusqu'au bas de l'aréa dorsale en longeant l'arête brachiophorienne. A la hauteur des cruras cette gaine s'élargit pour y loger l'apophyse articulaire. Au-delà des cruras le repli inférieur de la gaine diminue, finit par se résorber pour ne laisser qu'une rainure largement ouverte dans laquelle se place le bord cardinal ventral. Malgré la variabilité de l'aspect des coupes, la disposition des organes reste la même pour les deux Formes.

4. Myoglyphes. — Les bonnes empreintes musculaires relevées sur des individus décortiqués sont très rares et nécessitent une longue et délicate préparation. Le détail de la structure est presque toujours détruit. Ici encore, le nombre d'observations est limité.

a) Ventral. Forme I. Le myoglyphe ventral est très allongé et presque entièrement compris entre les lamelles dentaires. Le pédonculaire médian, fortement développé, occupe à peu près la moitié supérieure de tout l'ensemble et est divisé en deux parties par une petite

crête médiane qui se prolonge le long des adducteurs jusqu'à l'extrémité du champ. Les diducteurs accessoires sont peu développés par rapport aux autres muscles. Ils sont limités à leur base par un arc qui s'arrête près de la pointe du pédonculaire médian. Les pédonculaires ventraux sont largement développés, ils s'étendent du côté intérieur jusqu'à mi-hauteur des

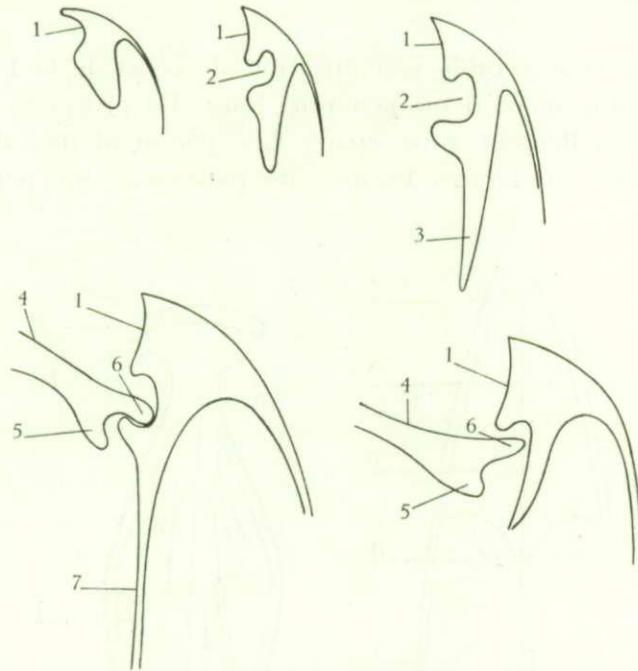


FIG. 39. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH).
Coupes successives dans la valve dorsale (schéma d'après plusieurs individus) dans un plan parallèle au plan de symétrie bilatérale. Valables pour les deux Formes.
1 : aréa dorsale; 2 : cavité glénoïde; 3 : fragment de crura; 4 : bourrelet deltidial; 5 : épaissement; 6 : apophyse articulaire; 7 : crura.

adducteurs antérieurs et du côté extérieur jusqu'à l'extrémité du champ. Ils sont limités à leur base par un arc très ouvert. Les diducteurs principaux ont à peu près la même étendue que les diducteurs accessoires.

Forme II. La disposition des muscles est la même que dans l'autre Forme et leurs grandeurs relatives sont semblables. Le myoglyphe ventral dépendant essentiellement de la longueur et de la divergence des lamelles dentaires, les variations individuelles sont nombreuses. Cependant, en général, le myoglyphe ventral de la Forme II est plus court, plus large et à extrémité plus arrondie par suite de la légère courbure des lamelles dentaires.

Remarque. — La microsculpture ne subsiste qu'à l'état de traces, elle paraît suivre le schéma général pour chacun des muscles, avec quelques variations individuelles.

b) Dorsal. Forme I. Le myoglyphe dorsal est presque aussi étendu que le ventral. Il est également allongé et divisé en deux par un petit sillon médian. Les adducteurs postérieurs sont bien développés et occupent environ la moitié de la surface du champ. Ils limitent les adducteurs antérieurs sur les trois quarts de leur longueur. Ils sont bordés extérieurement par un sillon étroit, plat, et divisés par la grosse côte médiane arquée, aux limites indécises.

Les adducteurs antérieurs sont très allongés et comportent une partie supérieure lisse de forme ovale d'une longueur d'un peu plus du tiers de la longueur totale et une partie inférieure de contour arrondi portant la double ornementation radiaire et transversale. Le processus cardinal est large et épais, fortement développé, faiblement arqué. Les pédonculaires dorsaux ont leurs points d'attache sous l'arête brachiophorienne dans deux fossettes à limites confuses paraissant striées longitudinalement.

Forme II. Le myoglyphe semble peu différent de celui de la Forme I. Les dimensions sont les mêmes, tout au plus serait-il un peu plus long. Le processus cardinal est plus petit, moins allongé, proportionnellement plus épais. Les pédonculaires dorsaux ont des points d'attache semblables à ceux de l'autre Forme, ils paraissent un peu plus petits et moins profonds.

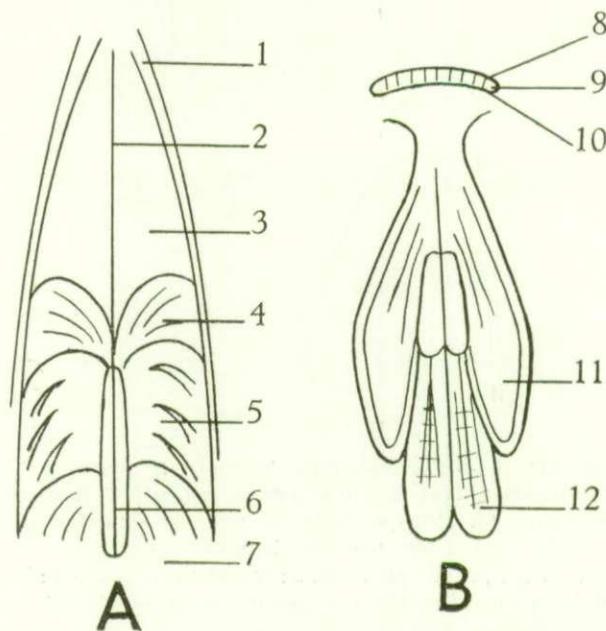


FIG. 40. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH).

Myographie d'après plusieurs individus.

A : Myoglyphe ventral; 1 : lamelle dentaire; 2 : crête médiane du pédonculaire; 3 : pédonculaire médian; 4 : diducteur accessoire; 5 : pédonculaire ventral; 6 : adducteurs; 7 : diducteur principal.

B : Myoglyphe dorsal; 8 : diducteur accessoire; 9 : processus cardinal; 10 : diducteur principal; 11 : adducteur postérieur; 12 : adducteur antérieur.

5. Empreintes ovariennes. — Un seul spécimen décortiqué montre des empreintes ovariennes (n° 1176, Forme II). Elles consistent en une multitude de fossettes (petits tubercules coniques sur le moule interne) situées de part et d'autre des lamelles dentaires, disposées sans ordre avec une densité de 5 à 7 par mm². Leur diamètre diminue du crochet à la périphérie.

6. Empreintes vasculaires. — Aucune empreinte de ce genre n'a été observée ni dans la Forme I ni dans la Forme II.

7. Appareil brachial. — a) Cruras. Forme I. Les cruras sont constitués par des lamelles triangulaires, longues, situées sous les empreintes des pédonculaires dorsaux, légèrement concourantes, se recourbant un peu vers l'intérieur avant leur rattachement au spiraliium.

Forme II. Ces organes que je n'ai pu voir qu'en coupes paraissent proportionnellement plus épais. Ils doivent accuser une assez forte courbure, car malgré des polissages répétés, je ne suis pas parvenu à les avoir en entier dans le plan de la section.

b) Spiraliium. Forme I. Le spiraliium se compose de deux cônes ouverts à la base et à sommet dirigé vers l'extérieur. Leurs axes font entre eux un angle d'environ 80° . Le diamètre à la base est de 11 mm dans le spécimen n° 3451 et de 5-6 mm à la pointe. La longueur du cône est de 22 mm et le nombre de spires atteint 24-25 par cône ($L_{vv}=40-50$ mm). Les spires sont rubanées, à côté arrondi vers l'intérieur, pointu, effilé vers l'extérieur. Leur section augmente avec le diamètre de la spire et près des cruras le ruban est plus arrondi et montre qu'il est composé de deux couches.

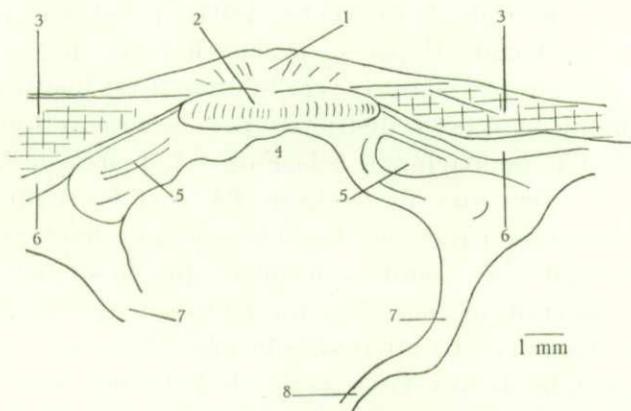


FIG. 41. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH).

Conchyliographie de la valve dorsale du spécimen n° 3454 (Forme I).

- 1 : crochet dorsal; 2 : processus cardinal; 3 : aréa dorsale; 4 : notothyrium;
5 : myoglyphes des muscles pédonculaires dorsaux; 6 : cavité glénoïde;
7 : cruras; 8 : début de spire.

Forme II. Les axes des cônes font entre eux un angle de 60° environ. Leur diamètre à la base pour un spécimen dont L_{vv} peut être évalué à 50-60 mm est de 12 mm et au sommet de 3,5 mm. Les cônes ont une longueur de 20 mm environ et se composent de 20 spires rubanées de structure semblable à celle de la Forme I.

Remarque. — Le nombre des spires semble, à L_{vv} égal, plus élevé dans la Forme I que dans la Forme II. Ceci n'est qu'une simple constatation qui mériterait vérification dans l'avenir.

Discrimination des Formes I et II. — Dans *Cyrtospirifer orbelianus* la discrimination des Formes se fait aisément à vue dans la plupart des cas. Je résume ci-après les caractères qui établissent la séparation.

Forme I : Contour allongé — aréa élevée peu courbée — lamelles dentaires courtes fortement divergentes — bourrelet deltidial avec lignes de croissance en ellipse — It/Hvd plus élevé.

Forme II : Contour arrondi, aspect globuleux — aréa moins élevée et généralement plus courbée — lamelles dentaires longues et moins divergentes — bourrelet deltidial avec lignes de croissance subcirculaires — It/Hvd plus bas.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer orbelianus* se distingue des Formes II des espèces *grabau*, *verneuili* et *monticolaformis* par son aréa plus élevée et moins courbée, par son sinus avec bourrelet. Il se sépare de *canaliferus* par ses côtes plus minces, simples sur les flancs, de *supradisjunctus* et de *malaisei* par ses côtes simples et plus grosses.

Discussion des citations. — Les types figurés par H. ABICH comprennent trois spécimens appartenant typiquement à la Forme II (pl. I, fig. 2 et 3; pl. II, fig. 4) et un spécimen qui se rapproche de la Forme I. Ils sont faiblement brachythyrides et à crochet recourbé. Le spécimen de la planche II, figure 5 est nettement plus large, mégathyride avec une aréa proportionnellement plus grande.

J. GOSSELET a figuré (1880, pl. 4, fig. 4) un individu dont l'aspect rappelle la Forme I par son allongement faible et son aréa probablement peu courbée. A remarquer la présence d'un deltidium. La figure 61, planche 6 de J. GOSSELET (1894, A) est un spécimen particulier qu'il faut cependant classer dans la Forme II par sa brachythyridie. Il s'en éloigne par sa grande aréa plate. Le spécimen de la figure 60, dont la représentation est insuffisante, se rapproche de la Forme I par son allongement mais s'en distingue par sa brachythyridie, son aréa basse et courbée. Les figures 63, 64, 65 appartiennent à la Forme I. L'aréa de la figure 63a est typique de la Forme I en Belgique. Le spécimen de la figure 64, a et b est un représentant gérontique typique de la Forme I. Il est à remarquer que les côtes ont une tendance à la bifurcation, mais il faut tenir compte qu'il s'agit d'un moule interne et que la dichotomie n'est qu'apparente. La figure 67, planche 7 pourrait ne pas être un *Cyrtospirifer aperturatus* mais plutôt un *Cyrtospirifer orbelianus*. J. GOSSELET l'a attribué à la première espèce à cause de la dichotomie costale visible sur le flanc gauche de la valve dorsale, de l'absence de languette sinale trapézoïde et de bourrelet dans le sinus. Pour ma part, cette bifurcation serait accidentelle. Dans *Cyrtospirifer aperturatus*, la multiplication affecte presque toutes les côtes, ce qui n'est pas le cas ici. D'autre part, la languette sinale n'offre pas toujours la forme trapézoïde et le bourrelet dans le sinus n'est pas toujours nettement visible.

G. GÜRICH a considéré *Cyrtospirifer orbelianus* comme une variété de *Spirifer Archiaci*. La figure 3, a, b et c rappelle, en effet, les caractères de la Forme II de *Cyrtospirifer orbelianus*, mais la figuration est insuffisante. Le spécimen présente une mégathyridie assez accusée.

L'individu de la planche XI, figure 12, attribué par F. R. C. REED à *Cyrtospirifer orbelianus* à cause du bourrelet dans le sinus, est le seul spécimen complet. Il est difficile de juger sur une figuration insuffisante s'il s'agit bien d'un *orbelianus*, ce qui est possible, et à quelle Forme il appartient.

W. PAECKELMANN a repris l'idée de G. GÜRICH que *Spirifer orbelianus* serait une variété de *Spirifer verneuili*, mais il exclut les types de l'espèce figurés par H. ABICH parce que ceux-ci ont un deltidium et appartiennent pour lui au sous-genre *Cyrtiopsis*.

Répartition stratigraphique. — En Belgique, *Cyrtospirifer orbelianus* semble apparaître à la base du Frasnien. Il devient fréquent et dominant à la base du Frasnien moyen (F2a) où il constitue avec d'autres espèces de même taille un ensemble que J. GOSSELET (1894, p. 43) a appelé la « zone des monstres ». Il traverse tout le Frasnien, mais se fait de plus en plus rare et semble disparaître au Frasnien supérieur. Il a été signalé en France par J. GOSSELET (1894, p. 43) à Beaulieu, près de Ferques et à Cambresèque par E. RIGAUX (1908, p. 15) dans la base du Frasnien.

Le fossile publié par G. GÜRICH (1903, pl. XIV, fig. 3, a-e) et dont il fait une variété de *Spirifer Archiaci* provient du Dévonien supérieur (Frasnien moyen) de Debnik près de Cracovie.

F. R. C. REED (1922, pl. XI, fig. 12 et 12a) signale *Cyrtospirifer orbelianus* dans le Dévonien supérieur de Chitral (Inde).

PARAMÈTRES STATISTIQUES.

| x | \bar{x} | σ | σ^2 | V | r | $r \frac{\sigma_x}{\sigma_{Lee}}$ |
|------------------------------------------|-----------|----------|------------|--------|--------|-----------------------------------|
| Forme I. — Nombre d'individus : n = 120. | | | | | | |
| Hvd | 23,275 | 9,046 | 81,832 | 38,865 | 0,965 | 0,560 |
| Et | 24,441 | 10,824 | 117,163 | 44,285 | 0,969 | 0,673 |
| Evv | 16,233 | 6,578 | 43,270 | 40,521 | 0,941 | 0,397 |
| Evd | 8,291 | 4,397 | 19,339 | 52,944 | 0,938 | 0,264 |
| lt | 40,333 | 16,038 | 257,239 | 39,763 | 0,954 | 0,981 |
| lc | 38,783 | 15,501 | 240,303 | 39,968 | 0,935 | 0,930 |
| lt/Hvd | 1,735 | 0,157 | 0,038 | 11,236 | 0,075 | 0,0007 |
| Ha | 13,858 | 5,618 | 31,554 | 40,539 | 0,903 | 0,325 |
| A.ap. | 108,600 | 13,038 | 170,006 | 12,005 | 0,277 | 0,231 |
| $\sqrt{Ha \times lc}$ | 23,102 | 9,102 | 83,855 | 39,400 | 0,941 | 0,549 |
| A.del. | 36,118 | 5,783 | 33,443 | 16,011 | 0,015 | 0,005 |
| Ha/Lvv | 0,415 | 0,081 | 0,006 | 19,518 | -0,489 | -0,002 |
| Ha/lc | 0,361 | 0,059 | 0,003 | 16,341 | -0,088 | -0,0003 |
| A.s. | 30,266 | 5,041 | 25,412 | 16,655 | 0,535 | 0,173 |
| A.b. | 31,733 | 4,402 | 19,378 | 13,871 | 0,264 | 0,074 |
| Forme II. — Nombre d'individus : n = 97. | | | | | | |
| Hvd | 24,536 | 6,668 | 44,475 | 27,175 | 0,899 | 0,564 |
| Et | 25,680 | 8,083 | 65,330 | 31,475 | 0,961 | 0,730 |
| Evv | 15,422 | 4,543 | 20,635 | 29,456 | 0,906 | 0,387 |
| Evd | 10,257 | 3,864 | 14,933 | 37,669 | 0,934 | 0,339 |
| lt | 35,268 | 8,113 | 65,825 | 23,003 | 0,907 | 0,692 |
| lc | 32,639 | 8,292 | 68,766 | 25,405 | 0,791 | 0,617 |
| lt/Hvd | 1,457 | 0,141 | 0,020 | 9,676 | -0,386 | -0,005 |
| Ha | 9,680 | 3,489 | 93,710 | 36,043 | 0,750 | 0,246 |
| A.ap. | 119,515 | 15,542 | 241,569 | 13,004 | -0,198 | -0,289 |
| $\sqrt{Ha \times lc}$ | 17,649 | 5,122 | 26,235 | 29,021 | 0,822 | 0,396 |
| A.del. | 35,852 | 7,807 | 60,946 | 21,775 | 0,001 | 0,0007 |
| Ha/Lvv | 0,252 | 0,061 | 0,003 | 24,206 | -0,014 | -0,00008 |
| Ha/lc | 0,295 | 0,071 | 0,005 | 24,007 | 0,229 | 0,001 |
| A.s. | 27,226 | 4,358 | 19,000 | 16,006 | -0,032 | -0,013 |
| A.b. | 27,072 | 4,328 | 18,734 | 15,986 | -0,129 | -0,052 |

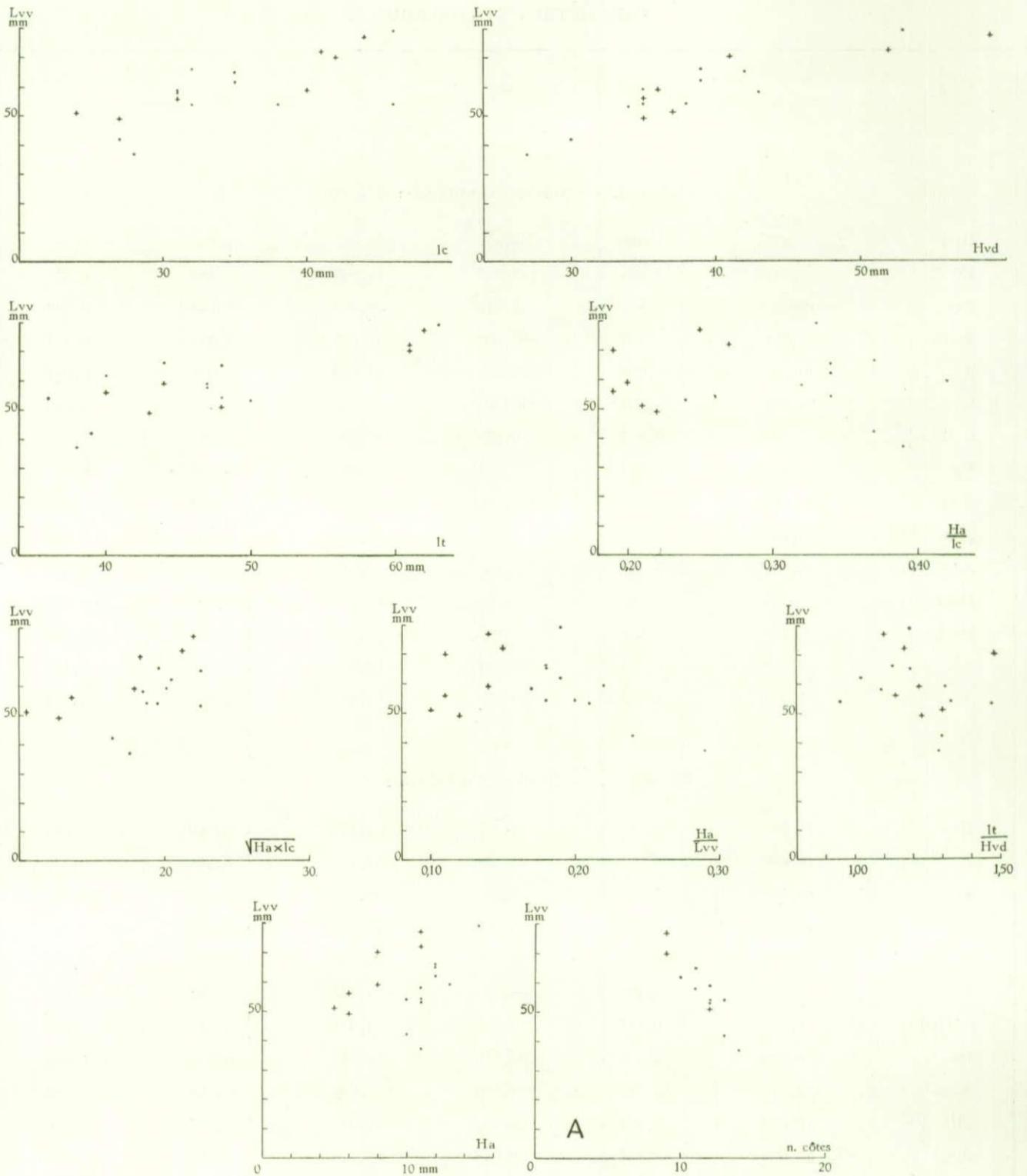


FIG. 42. — *Cyrtospirifer malaisei* (J. GOSSELET).
 Variation des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 A : Variation du nombre de côtes radiales en lcm au bord marginal à partir du sinus,
 par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 • et I = Forme I; + et II = Forme II.

Cyrtospirifer malaisei (J. GOSSELET, 1894).

(Pl. II, fig. 9 à 16.)

Liste des citations.

- 1894 A. *Spirifer Malaisi* J. GOSSELET, p. 47, pl. VII, fig. 70-72.
 1908. *Spirifer Malaisi* E. RIGAUX, p. 15.
 1914. *Spirifer Malaisi* H. KLÄHN, p. 18.
 1941. *Spirifer malaisei* E. MAILLIEUX, p. 5.
 1942. *Spirifer (Cyrtiopsis) malaisi* W. PAECKELMANN, p. 157, pl. 8, fig. 1, fig. 71, p. 158.
 1942. *Spirifer (Cyrtiopsis)* n. sp. aff. *malaisi* W. PAECKELMANN, p. 158, fig. 72, p. 159.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe à contour arrondi, généralement brachythyride, atteignant une grande taille; aplati à grande aréa ou globuleux à aréa plus petite. Bourrelet dorsal à peine marqué, sinus peu profond. Côtes radiaires arrondies très fines et très nombreuses, se multipliant par dichotomie et par intercalation sur toute la surface. Plaque delthyriale courte, mince, sans callosité apicale. Lamelles dentaires longues et épaisses. Microcostulation concentrique festonnée.

Description.

1. **Valves.** — Le contour de la coquille est très variable et passe de la forme carrée à la forme polygonale. Il tend à s'arrondir ainsi que le montre le rapport H/Hvd . La brachythyridie est générale. La valve ventrale est toujours plus profonde que la dorsale (sauf un seul cas où $Evv = Evd$, spécimen n° 4056). La hauteur de la valve dorsale croît régulièrement et à la même vitesse dans les deux Formes.

Remarques. — L'espèce est rare. Les observations n'ont porté que sur un nombre restreint d'individus, rendant toute statistique impossible. Le type de l'espèce me paraît anormalement mucroné, si je le compare avec ceux que j'ai étudiés et qui sont tous brachythyrides. Ce spécimen est certainement exceptionnel par sa mucronation comme aussi par la forte courbure de son aréa. Les spécimens que j'ai eus sous la main sont assez mal conservés et paraissent parfois déformés, leurs mesures ne sont pas rigoureuses.

2. **Aréa.** — Forme I. L'aréa ventrale est peu développée, presque plate. Le crochet est droit, pointu, parfois légèrement courbé à son extrémité. La croissance de l'aréa ventrale est lente, son aire varie fortement avec les individus. Le rapport Ha/lc tend à diminuer avec l'âge. L'angle apical très variable est nettement inférieur à celui de l'autre Forme. Le rapport Ha/Lvv diminue avec l'accroissement de la taille et est supérieur à celui de la Forme II.

Forme II. L'aréa ventrale est moins élevée que dans l'autre Forme. Le rapport Ha/lc , bien que très variable suivant les individus, tend à augmenter avec l'âge contrairement à l'autre Forme. L'angle apical semble augmenter d'abord pour diminuer ensuite, il est en tout cas supérieur à celui de la Forme I. Le rapport Ha/Lvv est inférieur à celui de la Forme I et tend à augmenter avec l'accroissement de la taille. La « surface » $\sqrt{Ha \times lc}$ est inférieure à celle de l'autre Forme.

L'aréa dorsale n'est guère observable. Elle paraît assez élevée et en surplomb sur la ventrale.

3. **Deltidium.** — Le deltidium n'est pas conservé. Cependant H. KLÄHN (1914, p. 18) signale qu'il existe et qu'il est perforé à son sommet par un petit foramen. Dans la figure 72 de W. PAECKELMANN (1942, p. 159) on voit également un deltidium perforé

d'une petite ouverture ronde à l'extrémité du crochet. La présence de ce foramen pourrait être due, pour ma part, au bris et au polissage naturel de l'extrémité du crochet, formant un petit trou rond ou ovale à bords lisses simulant parfaitement un foramen. Les trois spécimens récoltés dans *F2e* portent un deltidium bien conservé qui ne paraît pas présenter de foramen. Faute de matériel, je n'ai pas pu pousser l'étude de cet organe. W. PAECKELMANN (1942, p. 157) a placé l'espèce dans le sous-genre *Cyrtiopsis* à cause de la présence d'un deltidium.

4. Sinus et bourrelet. — Le sinus se présente sous forme d'une large dépression peu profonde sans limites précises. Le bourrelet dorsal est inexistant, principalement dans le jeune âge, il n'apparaît que dans le stade gérontique et ses limites sont confuses. L'angle du bourrelet n'est guère mesurable, celui du sinus paraît varier entre 25° et 38°.

Remarque. — Dans les spécimens de grande taille, le bord marginal forme une courte mais large languette sinale.

5. Macrosculpture. — Les côtes radiaires qui ornent les valves sont étroites, nombreuses, de section arrondie. Elles se multiplient par dichotomie et par intercalation sur les flancs, dans le sinus et sur le bourrelet. La dichotomie semble s'opérer vers $L_{vv}=20$ mm.

Remarque. — Il ne semble pas y avoir de différence dans la densité des côtes d'une forme à l'autre. La diminution du nombre de côtes au bord marginal est ralentie à cause des dichotomies.

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. L'ornementation pour autant que j'ai pu l'observer est simple et constituée uniquement par les lamelles concentriques de croissance dont les bords sont déchiquetés.

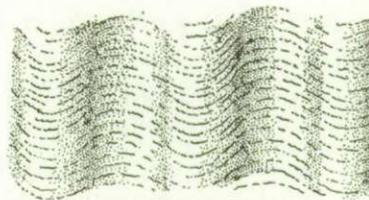


FIG. 43. — *Cyrtospirifer malaisei* (J. GOSSELET).
Microsculpture d'après le spécimen n° 4048 (Forme I).

b) Sur l'aréa. La microsculpture de l'aréa est classique et se compose des microcostules longitudinales de croissance et des costules transversales. Ces dernières ne couvrent pas toute la surface de l'aréa et laissent une zone unicostulée le long des bords extérieurs. Leur conservation est trop mauvaise pour les dénombrer. L'aréa dorsale n'a pas été observée.

Morphologie interne.

1. Plaque delthyriale. — La plaque delthyriale est courte, mince, concave et ne présente aucune tendance à la callosité apicale. Elle est profondément située dans le delthyrium.

2. Lamelles dentaires. — Elles sont longues, épaisses, convergentes en coupe, faisant entre elles un angle d'environ 80°, et sur L_{vv} un angle de 20° à 42°.

L'arc basal interne est largement ouvert, donnant aux lamelles dentaires un aspect particulier.

Remarque. — Il semble qu'il n'y ait pas de différence entre les Formes I et II, tant pour la longueur des lamelles dentaires que pour leur angle sur Lv. Le nombre d'observations est insuffisant pour en tirer conclusion.

3. Apophyses articulaires. — En coupe parallèle au plan de symétrie bilatérale, elles apparaissent arrondies et fortes. Les bourrelets deltidiaux n'ont pas été conservés. Il ne semble pas exister d'épaississement de raccord au plateau cardinal sous les apophyses articulaires. Les cavités glénoïdes sont larges et non recourbées. Leur base est mince et sans épaississement.

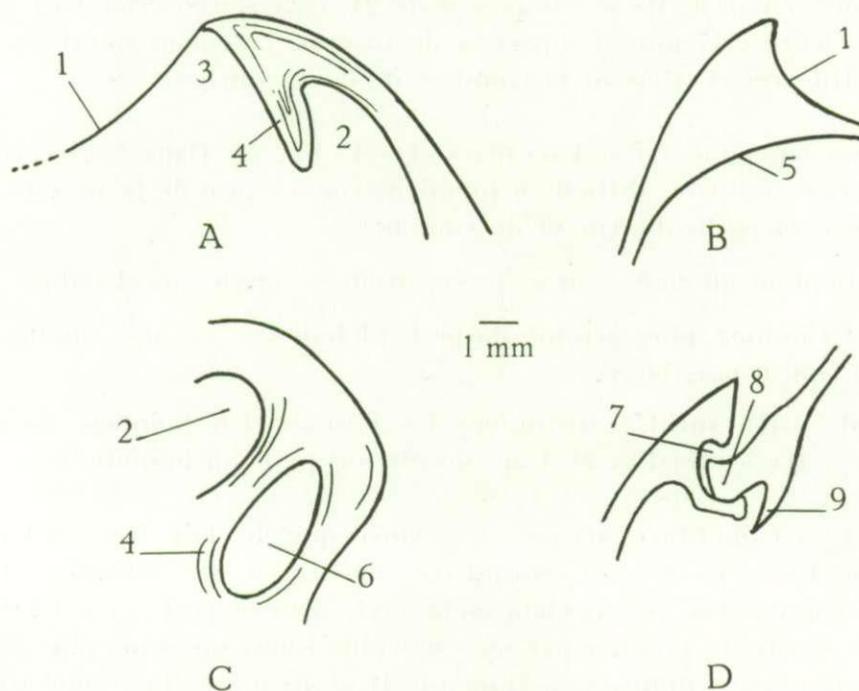


FIG. 44. — *Cyrtospirifer malaisei* (J. GOSSELET).

Détails de la morphologie interne du spécimen n° 4052 (Forme I).

A : Coupe dans le plan de symétrie bilatérale, montrant la plaque delthyriale. — B : Profil d'une lamelle dentaire. — C : Coupe transversale dans la région du crochet. — D : Coupe parallèle au plan de symétrie bilatérale, montrant l'articulation. 1 : aréa; 2 : cavité post-delthyriale; 3 : delthyrium; 4 : plaque delthyriale; 5 : arc basal; 6 : cavité apicale latérale; 7 : cavité glénoïde; 8 : apophyse articulaire; 9 : épaississement de raccord au plateau cardinal.

4. Myoglyphes.

a) Ventral. Mal conservé, il est serré entre les lamelles dentaires et allongé. Un petit myophragme médian se prolonge jusqu'à l'extrémité du myoglyphe. Les détails de structure ne sont pas visibles.

b) Dorsal. Le myoglyphe est étroit et allongé. Peu de détails restent visibles. Les adducteurs postérieurs sont longs et ont un développement presque égal à celui des adducteurs antérieurs. Le processus cardinal et les muscles pédonculaires dorsaux n'ont pas été observés.

5. Empreintes ovariennes. — Non observées.

6. Empreintes vasculaires. — Non observées.

7. Appareil brachial.

a) Cruras. Imparfaitement observés en section polie (spécimen n° 4049, Forme I), les cruras paraissent assez forts, larges et très longs. Ils devaient être fortement courbés, d'abord divergents jusqu'à la moitié environ de leur longueur, puis convergents pour se rattacher au spiralium.

b) Spiralium. Dans le spécimen n° 4094 ($L_{vv} = 60-70$ mm), les cônes spiraux font entre eux un angle de 98° environ. Ils se composent de 21 à 23 spires s'étendant sur 19 mm, avec des diamètres inférieur de 17 mm et supérieur de 13 mm. Le ruban spiral est normal, arrondi vers l'intérieur, effilé vers l'extérieur et composé de deux couches.

Discrimination des Formes I et II. — Dans *Cyrtospirifer malaisei*, la séparation des Formes est assez difficile à première vue à cause de la grande variabilité de la morphologie externe et particulièrement du contour.

Forme I : Contour allongé — aréa élevée, droite — angle apical faible.

Forme II : Contour plus arrondi (aspect globuleux) — aréa moins élevée, crochet recourbé — angle apical plus large.

En général, l'aréa suffit à distinguer les Formes. Un pointage de contrôle sur les graphiques $\sqrt{\frac{H_a}{L_c \times l_c}}$, H_a/l_c , H_a/L_{vv} et $A.ap.$ décide lorsqu'il y a hésitation.

Rapports et différences. — Ainsi que le fait très justement remarquer W. PAECKELMANN (1942, p. 158), *Cyrtospirifer malaisei* a des affinités, d'une part, avec *Cyrtospirifer supradisjunctus* W. A. OBRUTSCHEW et, d'autre part, avec *Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON). Il se sépare du premier par ses côtes plus fines, un sinus plus profond, une aréa moins élevée et une microsculpture non épineuse. Il se distingue du second par l'absence d'un sinus dans le bourrelet dorsal et par la microsculpture.

Répartition stratigraphique. — D'après les Collections de l'Institut, *Cyrtospirifer malaisei* n'a été recueilli que dans le Frasnien moyen. Le type de l'espèce provient de Boussu-en-Fagne.

L'espèce a été signalée en France par E. RIGAUX (1908, p. 16) dans le Boulonnais où elle accompagne *Cyrtospirifer orbelianus*.

H. KLÄHN (1914, p. 18) et W. PAECKELMANN (1942, p. 158) l'ont trouvée dans les schistes de passage entre le Dévonien moyen et supérieur près de Walheim (Allemagne) en même temps que *Cyrtospirifer supradisjunctus* et *Cyrtospirifer bisinus*.

Cyrtospirifer supradisjunctus (W. A. OBRUTSCHEW, 1913).

(Pl. II, fig. 17 à 24.)

Liste des citations.

1913. *Spirifer supradisjunctus* W. A. OBRUTSCHEW, p. 46, pl. II, fig. 3 et 4.
 1914. *Spirifer Seminoi* H. KLÄHN, p. 15, pl. 1, fig. 3, a-c.
 1930. *Spirifer (Cyrtospirifer) supradisjunctus* D. NALIVKIN, p. 75, pl. 7, fig. 6, a-e.
 1942. *Spirifer (Cyrtospirifer) supradisjunctus*; var. *latisellata* W. PAECKELMANN, p. 73, fig. 33; var. *angustisellata* W. PAECKELMANN, p. 73, fig. 32.

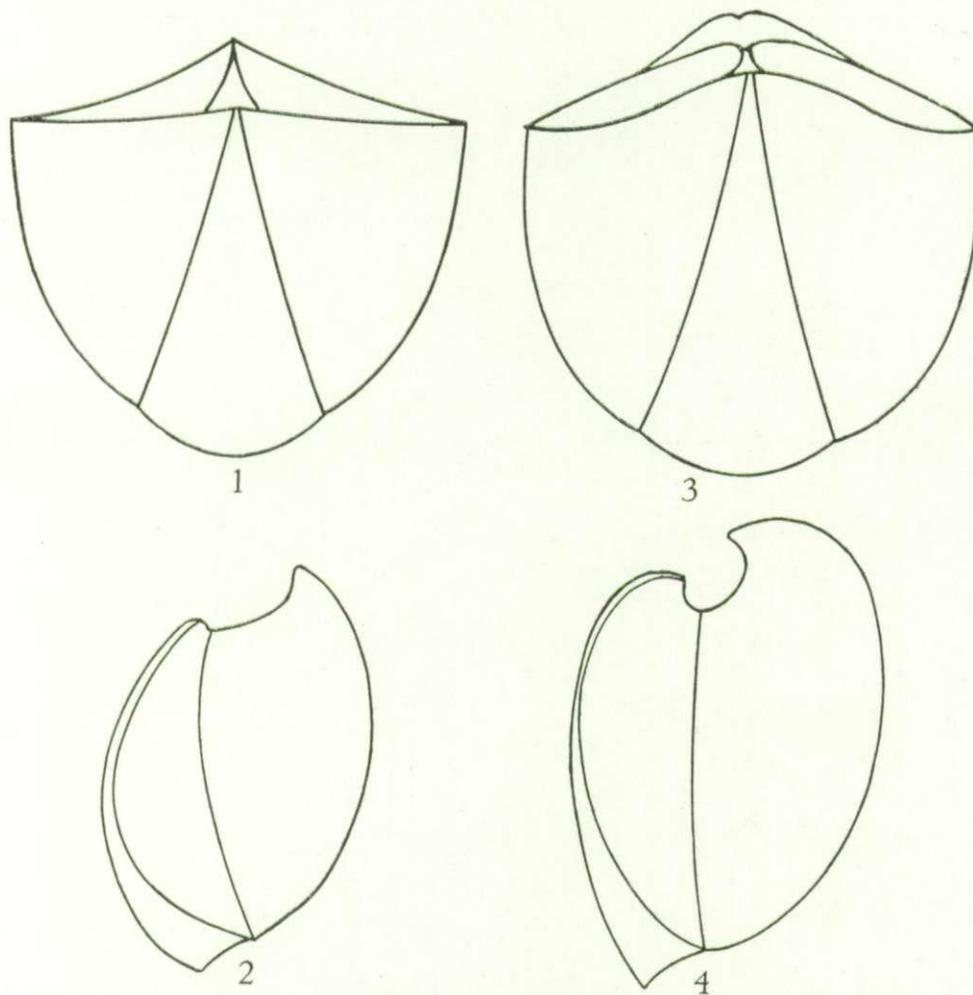


FIG. 45. — *Cyrtospirifer supradisjunctus* (W. A. OBRUTSCHEW).
 Spécimens typiques reconstitués montrant le dimorphisme dans le stade gérontique.
 Forme I : 1, de face; 2, de profil. — Forme II : 3, de face; 4, de profil.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe à contour arrondi, équithyride ou brachythyride, aplati à grande aréa peu courbée ou globuleux à aréa moins élevée et plus courbée. Sinus peu profond, mal limité; bourrelet dorsal obsolète. Côtes radiaires fines nombreuses, arrondies, dichotomiques dans le sinus et sur le bourrelet, parfois sur les flancs. Plaque delthyriale longue et forte, lamelles dentaires épaisses, peu divergentes. Microsculpture concentrique festonnée, microépineuse.

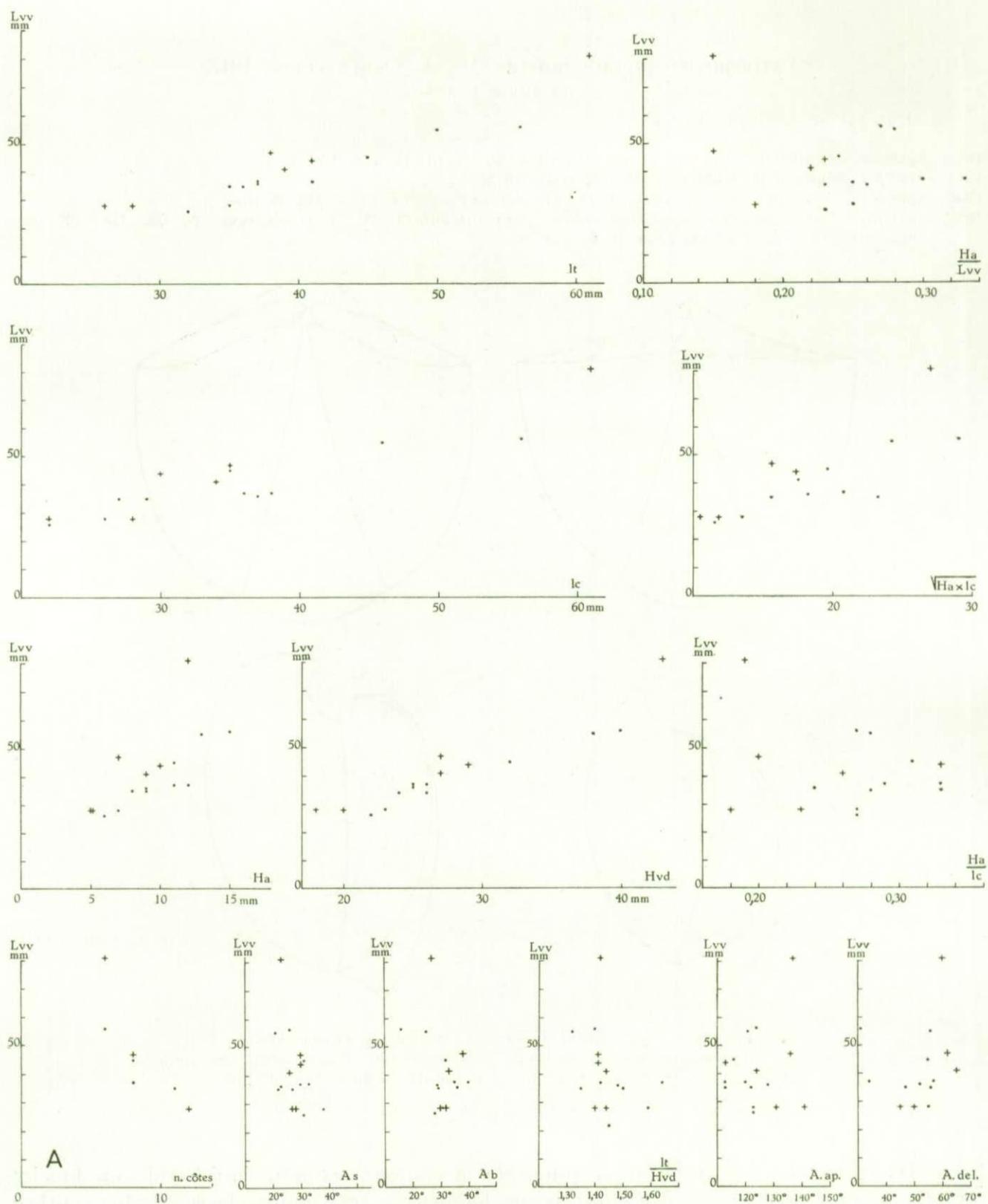


FIG. 46. — *Cyrtospirifer supradisjunctus* (W. A. OBRUTSCHEW).
 Variation des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 A : Variation du nombre de côtes radiales en lcm au bord marginal à partir
 du sinus, par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 ● et I = Forme I; + et II = Forme II.

Description.

1. *Valves*. — Forme I. Le contour allongé dans le jeune âge tend à s'arrondir. La valve ventrale reste plus profonde que la dorsale. La largeur cardinale augmente plus rapidement que la largeur totale de sorte que l'ensemble de la coquille tend vers l'équithyridie et un contour circulaire (le rapport lt/Hvd diminue nettement avec l'accroissement). La valve dorsale accuse généralement une courbure plus forte que la valve ventrale. Le crochet est toujours pointu et droit, non recourbé sur lui-même.

Forme II. Le contour est arrondi, l'aspect plus globuleux que dans l'autre Forme. La valve ventrale est toujours plus profonde que la dorsale et la différence tend à s'accroître avec l'accroissement de la taille. La largeur cardinale augmente plus rapidement que la largeur totale comme dans la Forme I. Le rapport lt/Hvd reste constant au cours de la croissance, au moins dans les limites étroites (1,44-1,40). La valve ventrale est plus courbée que la dorsale à cause du crochet pointu qui retombe sur l'aréa, principalement dans le stade gérontique.

Remarques. — L'espèce étant rare, les observations n'ont porté que sur un nombre très limité d'individus rendant ainsi les calculs statistiques inutilisables, je me suis donc contenté de porter les mensurations sur graphique. La différenciation entre les deux Formes se fait aisément à vue. Elle est encore plus facile lorsqu'on peut placer les spécimens dans une série. La hauteur et la courbure de l'aréa, le contour et l'épaisseur totale constituent les éléments principaux de la discrimination.

2. *Aréa*. — Forme I. L'aréa ventrale est assez élevée et sa croissance est rapide. L'angle apical est variable mais reste cependant limité entre 113° et 128° dans les spécimens mesurés. L'angle delthyrial, au contraire, varie avec l'individu (31° à 57°). L'aréa dorsale est peu élevée, à bords subparallèles.

Forme II. L'aréa ventrale est proportionnellement moins élevée que dans l'autre Forme. Sa croissance est moins rapide. L'angle apical est très variable mais reste limité entre 113° et 141° dans les spécimens mesurés. L'angle delthyrial est généralement plus élevé que dans l'autre Forme (45° et 65°). L'aréa dorsale est peu élevée, pratiquement inobservable.

Remarques. — Malgré la différence dans le développement de l'aréa, l'angle apical est grand et conserve des valeurs semblables dans les deux Formes. Il en est de même pour l'angle delthyrial qui varie suivant les individus mais qui reste dans une marge de variabilité normale. La « surface » $\sqrt{Ha \times lc}$ a une croissance régulière dans les deux Formes. Ses valeurs sont nettement inférieures dans la Forme II. Le rapport Ha/Lvv bien que très variable est également inférieur dans la Forme II. Quant au rapport Ha/lc , son extrême variabilité lui enlève toute signification.

3. *Deltidium*. — N'est pas conservé. Il n'a laissé que des traces trop fragmentaires que pour en faire l'étude.

4. *Sinus et bourrelet*. — Forme I. Le sinus est en général peu profond et mal limité. Son angle tend à diminuer avec l'âge. Il est le plus souvent inférieur à l'angle du bourrelet. Le bourrelet est peu élevé et parfois inexistant dans les individus jeunes. L'angle du bourrelet est variable mais tend cependant à diminuer avec l'accroissement de la taille. Le bord marginal affecte souvent une simple courbe à l'emplacement du sinus mais dans certains spécimens âgés le bourrelet s'élève suffisamment pour former une languette sinale large et à bord arrondi.

Forme II. Le sinus est large, peu profond et à limites confuses. Son angle tend à diminuer un peu avec l'âge, il est presque constant. Dans tous les spécimens mesurés l'angle du bourrelet est plus élevé que celui du sinus. Le bourrelet dorsal est large, peu élevé et presque inexistant dans les individus jeunes. Son angle marque également une tendance à la diminution avec l'âge. La languette sinale est courte et constituée par une simple inflexion arrondie du bord marginal.

Remarques. — Dans le stade gérontique, il y a formation d'une courte languette sinale. L'angle du sinus est généralement inférieur à celui du bourrelet. Les angles du sinus et du bourrelet sont moins grands dans les spécimens mesurés de la Forme II que dans ceux de la Forme I. Ils marquent une tendance à la diminution dans la Forme I et semblent plus constants dans la Forme II.

5. Macrosculpture. — Les côtes radiaires sont minces, nombreuses, de section arrondie et présentent souvent une longue dépression médiane longitudinale due peut-être à une décortication partielle simulant une dichotomie. Les côtes sont généralement simples sur les flancs et se multiplient par dichotomie dans le sinus et sur le bourrelet. Lorsqu'il y a multiplication sur les flancs elle se fait par dichotomie, parfois par trifurcation et, pour autant qu'il m'a été donné de l'observer, jamais par intercalation.

Il semblerait que la costulation soit un peu plus fine dans la Forme II mais le nombre de mesures est nettement insuffisant pour l'affirmer.

Ornementation concentrique. Elle est fine et montre que le contour des valves change peu au cours de la croissance.

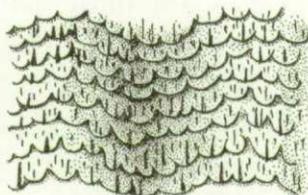


FIG. 47. — *Cyrtospirifer supradisjunctus* (W. A. OBRUTSCHEW).
Microsculpture festonnée microépineuse d'après le spécimen n° 1242 (Forme II).

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. La microcostulation concentrique de croissance est trop mal conservée pour être dénombrée. La microsculpture paraît constituée par des lamelles de croissance étroites et régulières déchiquetées à leur bord marginal et couvertes de microépines disposées radiairement mais sans ordre. L'aspect festonné est rarement conservé tandis que les microépines apparaissent après nettoyage du spécimen.

b) Sur l'aréa. La costulation transversale est forte, les costules sont élevées. Elles se réunissent deux à deux. Elles ne couvrent pas la surface entière de l'aréa et laissent une aire triangulaire unicostulée de part et d'autre près du bord extérieur. L'aréa dorsale n'a pas été observée par suite de sa mauvaise conservation.

Morphologie interne.

1. Plaque delthyriale. — Elle est longue et épaisse, concave et profondément située dans le delthyrium. Elle manifeste une tendance à la callosité apicale à l'âge gérontique. Elle paraît moins profondément située dans la Forme II.

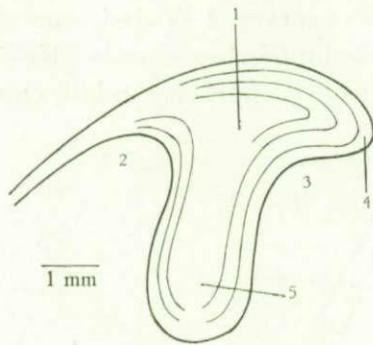


FIG. 48. — *Cyrtospirifer supradisjunctus* (W. A. OBRUTSCHEW).
Coupe dans le plan de symétrie bilatérale du spécimen n° 4010 (Forme I).
1 : callosité apicale; 2 : cavité post-delthyriale; 3 : cavité deltidiale; 4 : crochet;
5 : plaque delthyriale.

2. Lamelles dentaires. — Elles sont bien développées, très épaisses dans la région du crochet, s'amincissant rapidement et devenant foliacées. Elles s'étendent loin dans la valve ventrale. Leur longueur proportionnelle reste à peu près constante au cours de la croissance. L'angle qu'elles font entre elles sur L_{vv} varie avec les individus.

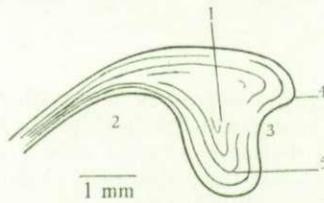


FIG. 49. — *Cyrtospirifer supradisjunctus* (W. A. OBRUTSCHEW).
Coupe dans le plan de symétrie bilatérale du spécimen n° 1408 (Forme II).
1 : callosité apicale; 2 : cavité post-delthyriale; 3 : cavité deltidiale; 4 : crochet;
5 : plaque delthyriale.

Remarque. — Les lamelles dentaires paraissent proportionnellement plus courtes dans la Forme I mais le nombre d'observations est insuffisant pour vérifier cette assertion. L'angle que les lamelles dentaires font entre elles sur L_{vv} paraît moins grand dans la Forme II que dans la Forme I. W. PAECKELMANN (1942, p. 73, fig. 30) s'est basé sur ces caractères pour distinguer deux variétés *angustisellata* et *latisellata*.

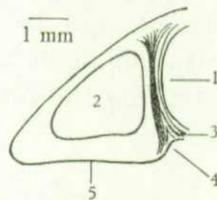


FIG. 50. — *Cyrtospirifer supradisjunctus* (W. A. OBRUTSCHEW).
Section polie perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale dans la région apicale
du spécimen n° 1408 (Forme II).

1 : cavité post-delthyriale; 2 : cavité apicale latérale;
3 : plaque delthyriale; 4 : cavité deltidiale; 5 : aréa.

3. Apophyses articulaires. — Les apophyses articulaires sont petites à extrémité allongée dans la Forme I, arrondie dans la Forme II ainsi que le montrent les lignes de croissance sur le bourrelet deltidial. La rainure deltidiale est large mais peu profonde,

la rainure hypodeltidiale n'a pas été observée. L'épaississement du plateau cardinal au voisinage de l'apophyse articulaire est fort développé. Les cavités glénoïdes paraissent étroites, allongées, à base mince dans la Forme I, larges avec une base relativement mince dans la Forme II.

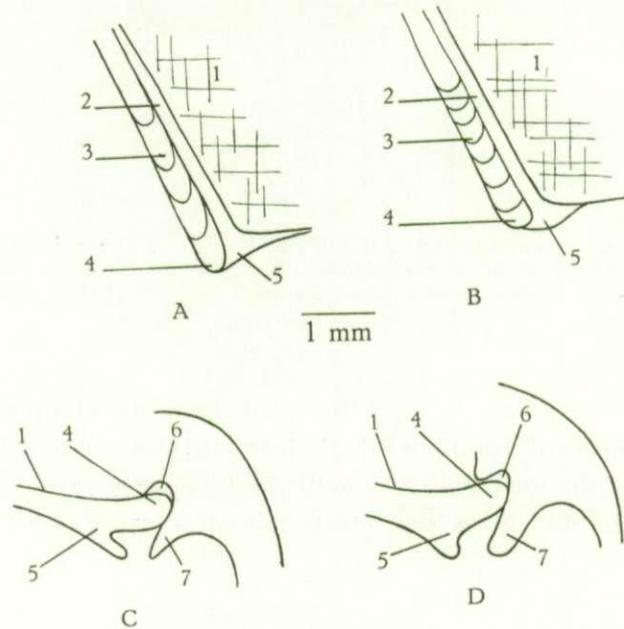


FIG. 51. — *Cyrtospirifer supradisjunctus* (W. A. OBRUTSCHEW).
 A et B : Schéma du bourrelet deltidial et des apophyses articulaires.
 A : d'après le spécimen n° 1249 (Forme I). — B : d'après le spécimen n° 1408 (Forme II).
 C et D : Schéma de coupes parallèles au plan de symétrie bilatérale
 au niveau des apophyses articulaires.
 C : d'après le spécimen n° 1249 (Forme I). — D : d'après le spécimen n° 1391 (Forme II).
 1 : aréa; 2 : rainure deltidiale; 3 : bourrelet deltidial; 4 : apophyse
 articulaire; 5 : épaississement; 6 : cavité glénoïde; 7 : brachiophores.

4. Myoglyphes.

a) Ventral. Aucune empreinte analysable.

b) Dorsal. L'empreinte est plutôt petite, peu apparente. Les adducteurs antérieurs sont très allongés et affectent la forme d'un cœur renversé dont la pointe se devine lisse. Les adducteurs postérieurs sont très développés par rapport aux autres muscles. Ils sont largement courbés et portent en leur milieu une crête puissante qui les caractérise. Les myoglyphes sont trop mauvais et ne permettent pas une description de la structure de leur surface. Le processus cardinal du spécimen n° 1249 (Forme I) est long, étroit et porte la striation caractéristique des diducteurs.

5. Empreintes ovariennes. — Dans un seul exemplaire (n° 4010, Forme I) elles sont visibles sur une partie du moule interne et se composent de petites cupules distribuées irrégulièrement avec une densité plus grande vers le bord cardinal. Il y en a environ 4-5 par mm² au maximum de densité.

6. Empreintes vasculaires. — Aucune n'a été relevée.

7. Appareil brachial. — Aucune observation n'a pu être faite, le nombre de spécimens étant insuffisant.

Discrimination des Formes I et II. — La séparation des Formes se fait à vue. Je résume ici les principaux caractères sur lesquels je me suis basé pour établir la discrimination.

Forme I : Contour allongé — aréa élevée, peu courbée — épaisseur totale plus faible (aspect aplati) — lamelles dentaires courtes et fortement divergentes — bourrelet deltidial avec lignes de croissance en ellipse.

Forme II : Contour arrondi, subquadratique — aréa moins élevée et plus courbée — épaisseur totale plus forte (aspect globuleux) — lamelles dentaires longues et peu divergentes — bourrelet deltidial avec lignes de croissance subcirculaires.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer supradisjunctus* se sépare de *bisinus* par l'absence de sinus dans le bourrelet et de *malaisei* par une aréa plus grande et pointue, par des côtes plus fortes et un sinus moins profond. La microsculpture épineuse quand elle est conservée constitue également un bon moyen de discrimination.

Discussion des citations. — Le spécimen figuré par H. KLÄHN (1912, pl. 1, fig. 3) appartient vraisemblablement à la Forme I par son contour et sa grande aréa. Il est exceptionnellement mucroné.

Le spécimen figuré par D. NALIVKIN (1930, pl. VII, fig. 6, *a-e*) fait probablement partie de la Forme I par son contour, son aréa élevée et son profil aplati. Il est mucroné comme celui figuré par H. KLÄHN (1912, pl. 1, fig. 3).

W. PAECKELMANN a divisé l'espèce en deux variétés : la variété *angustisellata* caractérisée par un sinus étroit et des lamelles dentaires longues et faiblement divergentes et la variété *latisellata* caractérisée par un sinus large et des lamelles dentaires courtes et fortement divergentes. Elles sont, dit l'auteur, reliées par des termes intermédiaires de passage. Il s'agit, à mon avis, non pas de variétés, mais du dimorphisme car les caractéristiques invoquées correspondent à celles des deux Formes. Elles sont d'ailleurs fort bien illustrées (fig. 32 et 33, p. 74). On remarque que la morphologie externe et notamment le contour confirment cette manière de voir. Le spécimen de la figure 32 appartient, pour ma part, à la Forme II et l'autre, figure 33, à la Forme I. Celui figuré à la page 72, figure 30 présente tous les caractères de la Forme I. Il en est de même pour la figure 31 représentant un individu jeune.

Répartition stratigraphique. — En Belgique, *Cyrtospirifer supradisjunctus* semble être confiné au Frasnien moyen. Il n'y est guère abondant. Il a été signalé par W. A. OBRUTSCHEW et D. NALIVKIN dans les couches de Semiluki (correspondant au Frasnien moyen-Voroneje, URSS). H. KLÄHN et W. PAECKELMANN l'ont également signalé dans le Frasnien des environs d'Aix-la-Chapelle.

***Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN, 1941.**

(Pl. II, fig. 25 à 32.)

Liste des citations.

1935. *Spirifer schelonius* var. *stolbovi* D. NALIVKIN (sans description).

1941. *Spirifer (Cyrtospirifer) stolbovi* D. NALIVKIN, p. 177, 212, pl. VI, fig. 6 et 7.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe, à contour pentagonal, de petite taille, allongé à grande aréa ou court à petite aréa. Aréa palintropique, extrémité du crochet recourbée. Symphytium non foraminé. Côtes radiaires arrondies, assez élevées, simples sur les flancs,

bifurquées dans le sinus et sur le bourrelet, à sommet tuberculé. Sinus peu profond, bourrelet peu élevé, nettement limités. Plaque delthyriale courte, avec callosité apicale. Lamelles dentaires étroites, épaisses, peu divergentes.

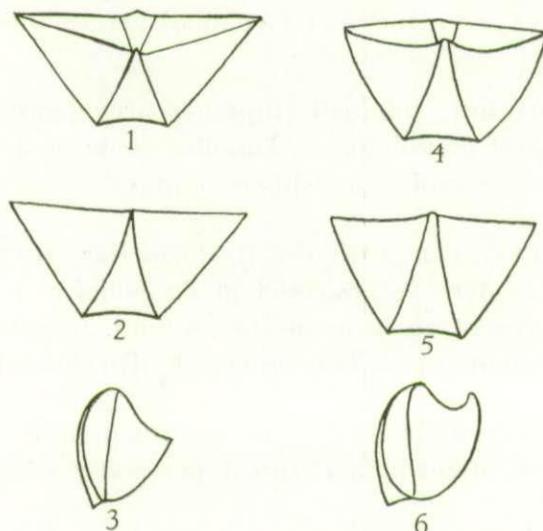


FIG. 52. — *Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN.
Spécimens typiques reconstitués, montrant le dimorphisme dans le stade éphébique.
Forme I : 1, de face; 2, valve ventrale; 3, de profil.
Forme II : 4, de face; 5, valve ventrale; 6, de profil.

Description.

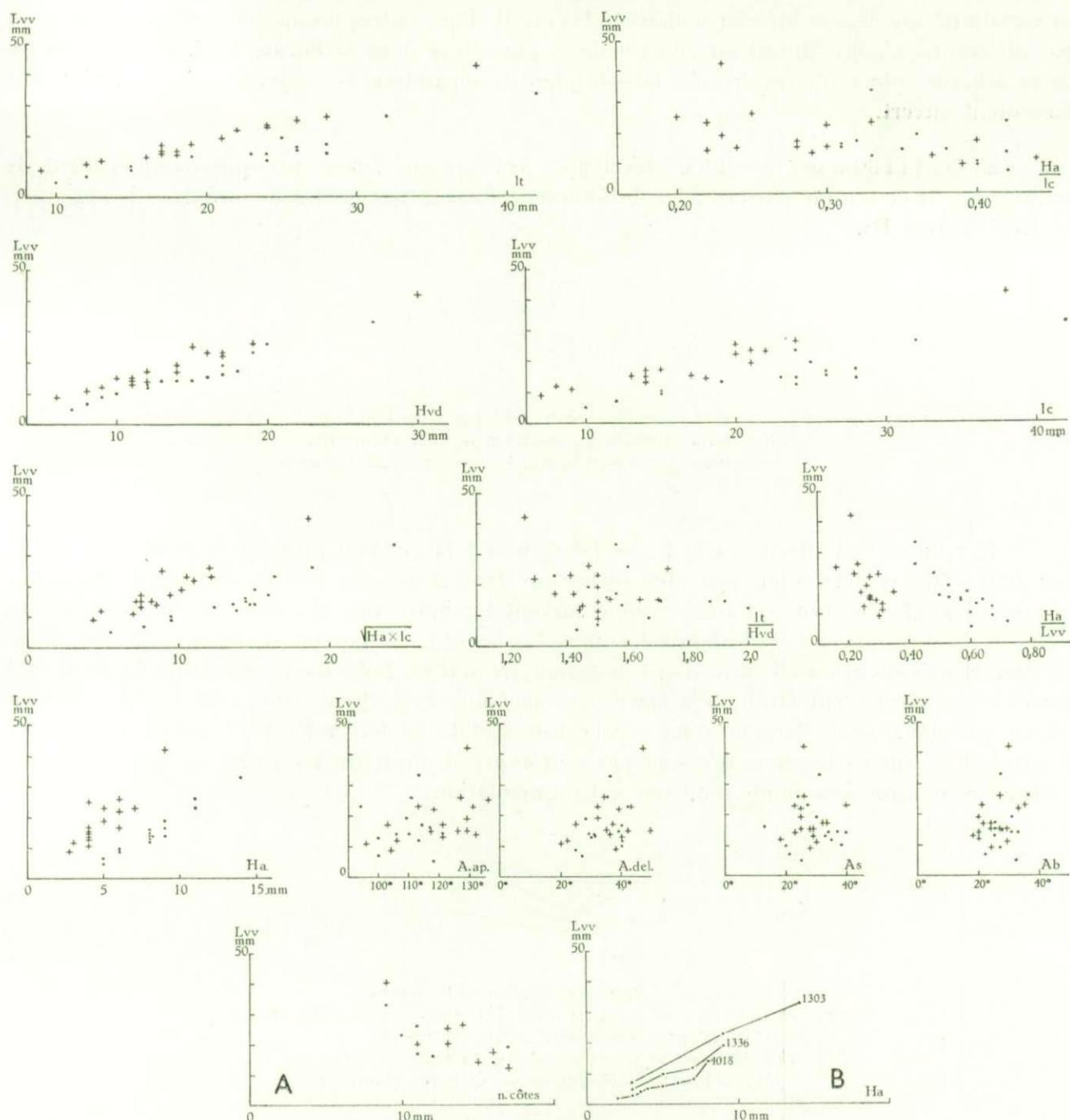
1. Valves. — Forme I. La valve ventrale généralement pyramidale est caractérisée par une aréa palintropique plate ou légèrement incurvée près du crochet. Le contour typique est trapézoïdal, mégathyride dans la majorité des cas, parfois arrondi et brachythyride. La valve dorsale est peu bombée, moins profonde que la ventrale.

Forme II. La valve ventrale, parfois brachythyride, est moins pyramidale et plus globuleuse, à crochet toujours recourbé à son extrémité. L'aréa palintropique est comparative-ment moins développée que dans l'autre Forme.

Remarques. — La largeur totale et la largeur cardinale sont plus élevées dans la Forme I que dans la Forme II. Il en est de même pour la hauteur de la valve dorsale. Par contre, les épaisseurs des valves ne semblent pas accuser de différences d'une Forme à l'autre. Le contour se modifie lentement dans les deux Formes au cours du développement, lt/Hvd tend à diminuer. La Forme II est généralement un peu moins large que la Forme I.

2. Aréa. — Forme I. L'aréa ventrale, plane ou légèrement incurvée à son extrémité, est largement développée et fortement palintropique, surtout entre les âges $L_{vv}=10$ mm et $L_{vv}=17$ mm où elle atteint un angle de 60° avec le plan de séparation des valves. La palintropie diminue avec l'âge. Le crochet est pointu et redressé par rapport au plan de l'aréa.

Forme II. Beaucoup moins développée que dans l'autre Forme, elle est plate dans le jeune âge avec une extrémité courbée et tend à s'arquer dans toute sa hauteur au cours de sa croissance.

FIG. 53. — *Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN.

Variation des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.

A : Variation du nombre de côtes en 1 cm au bord marginal à partir du sinus, par rapport à la longueur de la valve ventrale. — B : Variation de Ha au cours de la croissance dans les spécimens nos 4018, 1336 et 1303 d'après l'ornementation concentrique.

● = Forme I; + = Forme II.

Remarques. — Les Formes I et II diffèrent nettement par la hauteur et la courbure de l'aréa ainsi que par la « surface ». Le rapport Ha/Lvv diminue avec l'accroissement de la taille. Cela signifie que la courbure de l'aréa s'accroît et plus rapidement dans la Forme I que dans la Forme II. Le rapport Ha/lc, exprimant l'aspect de l'aréa déroulée, accuse malgré

sa variabilité une légère infériorité dans la Forme II. Par contre, les angles delthyriaux ne sont pas différents. L'angle apical est généralement plus élevé dans la Forme II. L'aréa dorsale est basse à bords subparallèles, dressée dans le plan de séparation des valves. Le notothyrium est largement ouvert.

3. *Deltidium*. — Bien développé, cet organe ferme presque complètement le delthyrium. Il ne semble pas posséder de foramen. Son arc basal est échancré dans le spécimen n° 1358 (Forme II).

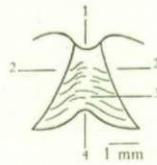


FIG. 54. — *Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN.
Deltidium échancré du spécimen n° 1358 (Forme II).
1 : crochet; 2 : aréa; 3 : deltidium; 4 : échancrure du deltidium.

4. *Sinus et bourrelet*. — Le sinus est large, peu profond et nettement limité par deux côtes pariétales un peu plus fortes que les autres, son profil est arrondi tendant à s'évaser. L'angle du sinus est très variable suivant les individus. Il semble rester constant au cours de la croissance. Pas de bourrelet dans le sinus. La languette sinale n'existe que dans les grands spécimens où elle a un bord marginal arrondi ou faiblement angulaire. Le bourrelet dorsal est généralement étroit, peu élevé dans le jeune âge. Il est nettement limité par deux sillons pariétaux de la largeur d'un espace intercostal. Le bourrelet tend à s'évaser comme le sinus et les sillons bordiers finissent par s'estomper. L'angle du bourrelet est également très variable et marque une faible tendance à l'augmentation.

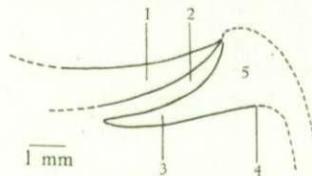


FIG. 55. — *Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN.
Coupe dans le plan de symétrie bilatérale, dans la région du crochet.
D'après le spécimen n° 1315 (Forme I).
1 : deltidium; 2 : cavité deltidiale; 3 : plaque delthyriale;
4 : cavité post-delthyriale; 5 : callosité apicale.

Remarques. — Dans la Forme I l'angle du sinus est plus grand que celui du bourrelet dans 8 cas sur 16, soit 50 %, il est égal dans 6,25 % des cas et inférieur dans 43,75 % des cas. Dans la Forme II l'angle du sinus est plus grand que celui du bourrelet dans 11 cas sur 16 soit 68,8 % des cas. Il lui est égal dans 6,2 % et inférieur dans 25 % des cas.

5. *Macrosculpture*. — Les valves sont ornées de côtes radiales de section arrondie, assez élevées, simples sur les flancs, avec intercalations dans le sinus et sur le bourrelet, cette multiplication commence très tôt.

Ornementation concentrique. Les costules de croissance sont nettes sur les valves et montrent le développement de l'aréa au cours de la croissance dans un même individu.

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. La surface des valves est couverte de fines costulations concentriques d'accroissement, imbriquées, à bord sinueux. Elles ne sont pas croisées de costules radiaires dans les espaces intercostaux qui sont larges et de profil arrondi.

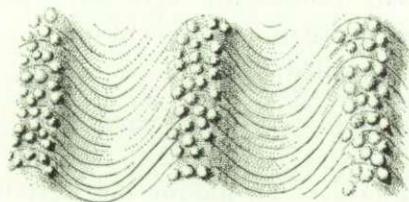


FIG. 56. — *Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN.
Microsculpture d'après le spécimen n° 1303 (Forme I).

Le sommet des côtes est garni de bourrelets allongés transversalement, rapprochés au point de se toucher, qui se séparent rapidement en tubercules arrondis, irrégulièrement disposés, au nombre de 6 à 9 par mm (spécimen n° 1303, Forme I). Dans le sinus, les tubercules atteignent une hauteur de 0,2 mm, ils sont traversés par les microcostules de croissance. Les tubercules ne sont pas le résultat de la décortication et sont vraisemblablement des bases d'épines.

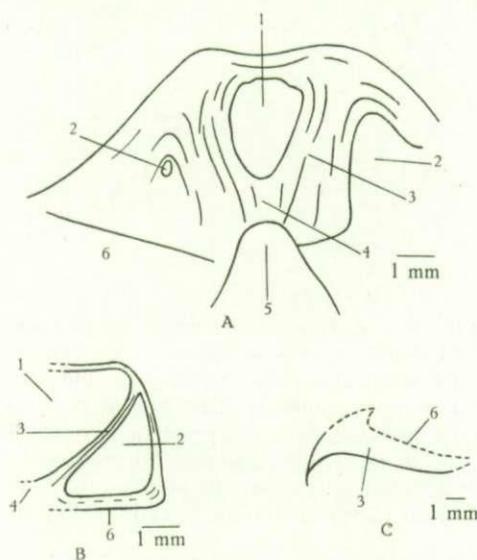


FIG. 57. — *Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN.
A : Coupe transversale perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale dans le spécimen n° 3464 (Forme I). Région du crochet. — B : Coupe transversale perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale dans le spécimen n° 1119 (Forme I). Région plus éloignée du crochet. — C : Profil d'une lamelle dentaire du spécimen n° 1366 (Forme II).
1 : cavité apicale centrale; 2 : cavité apicale latérale; 3 : lamelle dentaire; 4 : plaque delthyriale; 5 : delthyrium; 6 : palintrope.

b) Sur l'aréa. Elle est garnie d'une double microcostulation longitudinale d'accroissement et transversale. La première, parallèle au bord cardinal, couvre entièrement l'aréa. Les costules transversales perpendiculaires au bord cardinal, en relief sensible, s'accouplent par deux ou plus pour former une costule plus grosse suivant le processus habituel. Ces costules

ne couvrent qu'une partie de l'aréa et laissent une zone unicostulée de part et d'autre du bord marginal. La zone atteint une largeur de 3 mm au bord cardinal dans le spécimen n° 1303 (Forme I).

Remarques. — L'aréa dorsale n'est guère accessible et souvent détruite en partie. Le spécimen n° 1303 (Forme I) seul montre une aréa basse à bords subparallèles garnie d'une costulation longitudinale d'accroissement normale et d'une costulation transversale comparable en taille à celle de l'aréa ventrale au bord cardinal.

Morphologie interne.

1. *Plaque delthyriale.* — La plaque delthyriale est courte, faiblement concave, profondément située entre les lamelles dentaires et souvent très oblique par rapport au plateau cardinal (principalement lorsque l'aréa est fortement palintropique). Dans la Forme II la plaque delthyriale est plus longue, moins profondément située entre les lamelles dentaires. Elle est très épaisse et forme une callosité apicale dès le jeune âge.

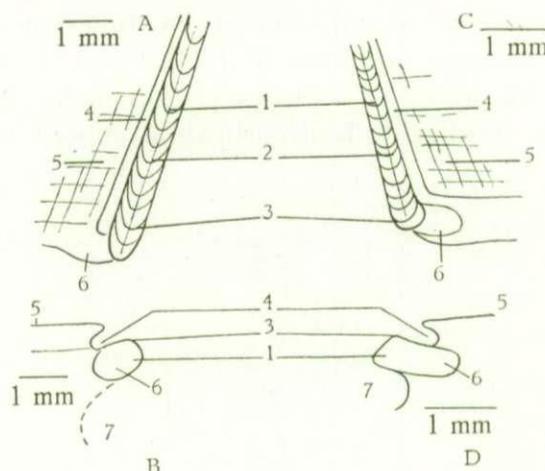


FIG. 58. — *Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN.

A : Schéma du bourrelet deltidial dans le spécimen n° 4020 (Forme I). — B : Profil schématique du bourrelet deltidial dans le spécimen n° 4020 (Forme I). — C : Schéma du bourrelet deltidial dans le spécimen n° 1244 (Forme II). — D : Profil schématique du bourrelet deltidial dans le spécimen n° 1244 (Forme II).

1 : bourrelet deltidial; 2 : pli médian longitudinal du bourrelet deltidial; 3 : lignes de croissance du bourrelet deltidial; 4 : rainure deltidiale; 5 : palintrope; 6 : épaissement de raccord au plateau cardinal; 7 : rainure hypodeltidiale.

2. *Lamelles dentaires.* — Les lamelles dentaires sont courtes, larges et épaisses, principalement près du crochet. Elles s'amincissent et deviennent foliacées à leur extrémité. Elles affectent la forme d'une bande à bords subparallèles longeant le palintrope, se courbant vers le crochet en descendant vers l'intérieur de la coquille. Elles sont convergentes et font entre elles, en coupe, un angle de 30° à 80°.

3. *Apophyses articulaires.* — Les apophyses articulaires sont de petite taille, terminées par une courbe elliptique dans la Forme I et circulaire dans la Forme II (d'après les lignes de croissance du bourrelet deltidial). Celui-ci présente dans les deux Formes un pli médian longitudinal séparant deux surfaces plus ou moins planes. Le raccord au plateau cardinal se fait

par un épaississement de la même importance que l'apophyse elle-même, de sorte que la « dent » paraît avoir le double de sa grandeur réelle. La rainure deltidiale est profonde et étroite. La rainure hypodeltidiale est profonde et large, ce qui met le bourrelet deltidial en surplomb dans le delthyrium.

Cavités glénoïdes. Les cavités glénoïdes apparaissent, en coupe, assez fermées et relativement profondes. La charnière est épaisse, à base arrondie, massive, d'aspect trapu.

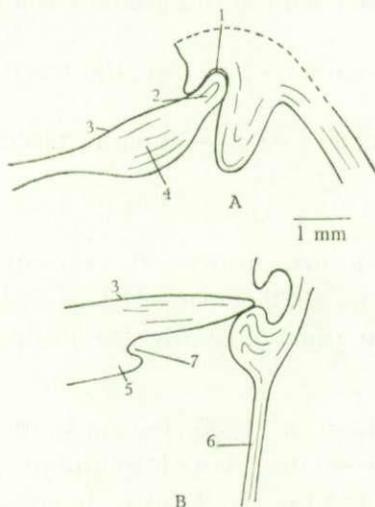


FIG. 59. — *Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN.

Coupes dans un plan parallèle au plan de symétrie bilatérale.

A : à la hauteur de l'articulation dans le spécimen n° 1372 (Forme I).

B : un peu au-delà de l'articulation dans le spécimen n° 4022 (Forme I).

1 : cavité glénoïde; 2 : apophyse articulaire; 3 : palintrope; 4 : épaississement de raccord;
5 : épaississement; 6 : crura; 7 : rainure hypodeltidiale.

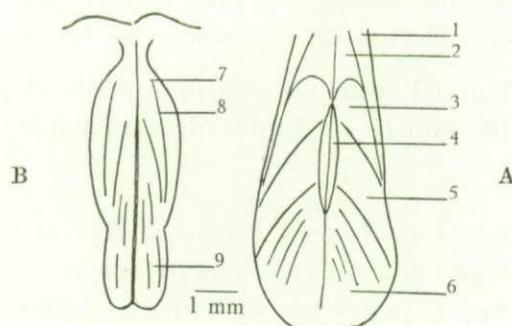


FIG. 60. — *Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN.

Myoglyphes. A : ventral; B : dorsal d'après le spécimen n° 1394 (Forme II).

1 : lamelle dentaire; 2 : pédonculaire médian; 3 : diducteur accessoire; 4 : adducteurs;
5 : pédonculaire ventral; 6 : diducteur principal; 7 : adducteur postérieur; 8 : côte
médiane de l'adducteur postérieur; 9 : adducteur antérieur.

4. Myoglyphes.

a) Ventral. Le myoglyphe ventral est allongé, de contour piriforme. Les diducteurs principaux sont très développés, beaucoup plus que les diducteurs accessoires. Les adducteurs sont également développés, principalement en largeur. Le pédonculaire médian et les pédonculaires ventraux occupent une surface normale. Le myoglyphe ventral est divisé dans toute sa longueur par une crête qui traverse même le pédonculaire médian.

b) Dorsal. Le myoglyphe dorsal est également allongé et très développé par rapport au ventral. Les adducteurs postérieurs ont une taille équivalente aux adducteurs antérieurs et possèdent un bourrelet longitudinal qui représente la côte médiane caractéristique. Près du notothyrium, leur limite est confuse et se perd dans une éminence dont la crête, séparant les adducteurs postérieurs jusqu'à la moitié de leur longueur, s'aplatit en s'élargissant et fait place à un sillon étroit et peu profond qui se prolonge jusque dans la partie extrême des adducteurs antérieurs. Les pédonculaires dorsaux sont restés inaccessibles. Le processus cardinal est petit.

5. Empreintes ovariennes. — Aucune trace.

6. Empreintes vasculaires. — Aucune trace.

7. Appareil brachial.

a) Cruras. Les cruras sont longs, minces et vraisemblablement peu courbés. D'après une section polie dans le spécimen n° 4022 (Forme I) leur épaisseur à l'origine près du brachio-phore est de 0,2 mm et reste à peu près constante sur toute la portion visible dans la coupe, soit un peu plus de 2mm.

b) Spiraliium. Le spécimen brisé n° 1366 (Forme I) montre un tour de spire dans lequel on aperçoit les fibres radiaires de prismotest dans le segment externe et les fibres longitudinales de callotest du segment interne. Pour $L_{vv}=15-20$ mm, le spiraliium comporte 13 tours de spires d'un diamètre inférieur de 6 mm et d'un diamètre supérieur de 1,5 mm. La longueur du cône est de 6 mm. Les spires sont rubanées, de section arrondie vers l'intérieur (segment interne) et effilée vers l'extérieur (segment externe).

Discrimination des Formes I et II. — La discrimination des Formes se fait aisément à vue. Je rappelle ci-après les caractères principaux qui ont servi à leur séparation.

Forme I. Contour pentagonal allongé — aréa élevée, peu courbée — H_a/L_{vv} élevé — plaque delthyriale plus longue — lignes de croissance du bourrelet deltidial semi-elliptiques.

Forme II. Contour pentagonal court — aréa plus petite et plus courbée — H_a/L_{vv} plus petit — plaque delthyriale plus courte — lignes de croissance du bourrelet deltidial semi-circulaires.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer stolbovi* se sépare de *tenticulum* par son contour pentagonal et par son aréa fortement anacline. Il se distingue de *conoideus* et de *striatulus* par ses sinus et bourrelet nettement limités et son aréa palintropique. Sa microsculpture constitue également un excellent élément discriminatoire.

Répartition stratigraphique. — L'espèce n'est pas fréquente, elle apparaît au Frasnien moyen où elle semble le mieux représentée. En URSS, D. NALIVKIN l'a trouvée dans les Couches de Svinord à Stolbovo, soit dans le Frasnien moyen. Elle est rare et considérée par l'auteur comme une espèce locale.

Cyrtospirifer monticolaformis nov. sp.

(Pl. III. fig. 1 à 7.)

Holotype :

Spécimen n° 3840.

Paratype :

Spécimen n° 3855.

Localité : Pl. Durbuy 25095 A., Biron, tranchée chemin de fer.

Position stratigraphique : Frasnien supérieur, F3.

I. G. 18711.

Conservé à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles.

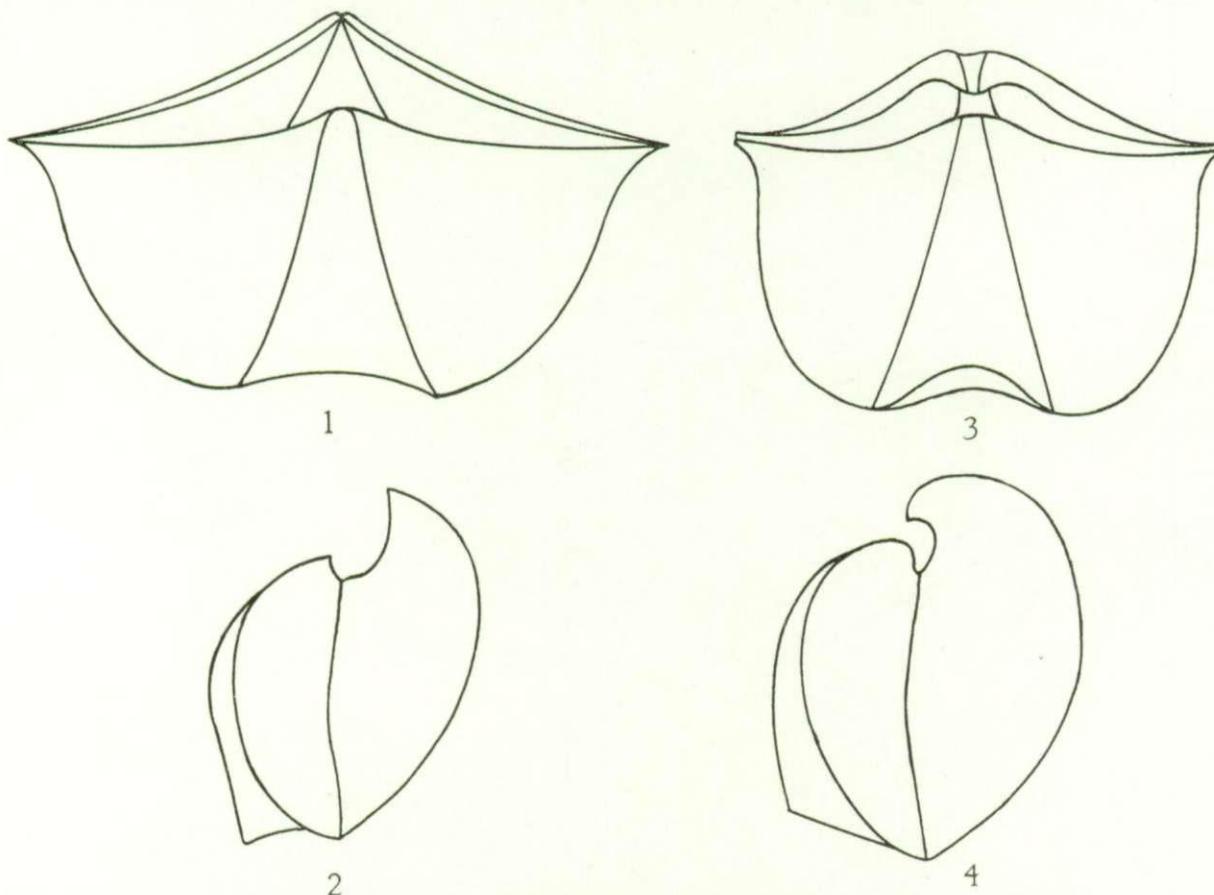


FIG. 61. — *Cyrtospirifer monticolaformis* nov. sp.
Spécimens typiques reconstitués, montrant le dimorphisme dans les stades gérontiques.
Forme I : 1, de face; 2, de profil. — Forme II : 3, de face; 4, de profil.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe, d'aspect trapu, mégathyride, atteignant une grande taille. A l'état adulte, large, mucroné, avec grande aréa, ou globuleux faiblement mucroné avec aréa moins élevée. Valves fortement bombées. Sinus large et profond, de section arrondie, nettement limité. Bourrelet dorsal peu élevé, étroit, de section arrondie, terminé par une languette sinale de forme très variable. Symphytium foraminé hypothyride. Côtes larges à profil subanguleux, adichotomiques sur les flancs, se multipliant par dichotomie et par intercalation dans le sinus et sur le bourrelet. Plaque delthyriale longue et épaisse, avec callosité apicale. Lamelles dentaires longues, minces, subparallèles. Microcostulation radiaire.

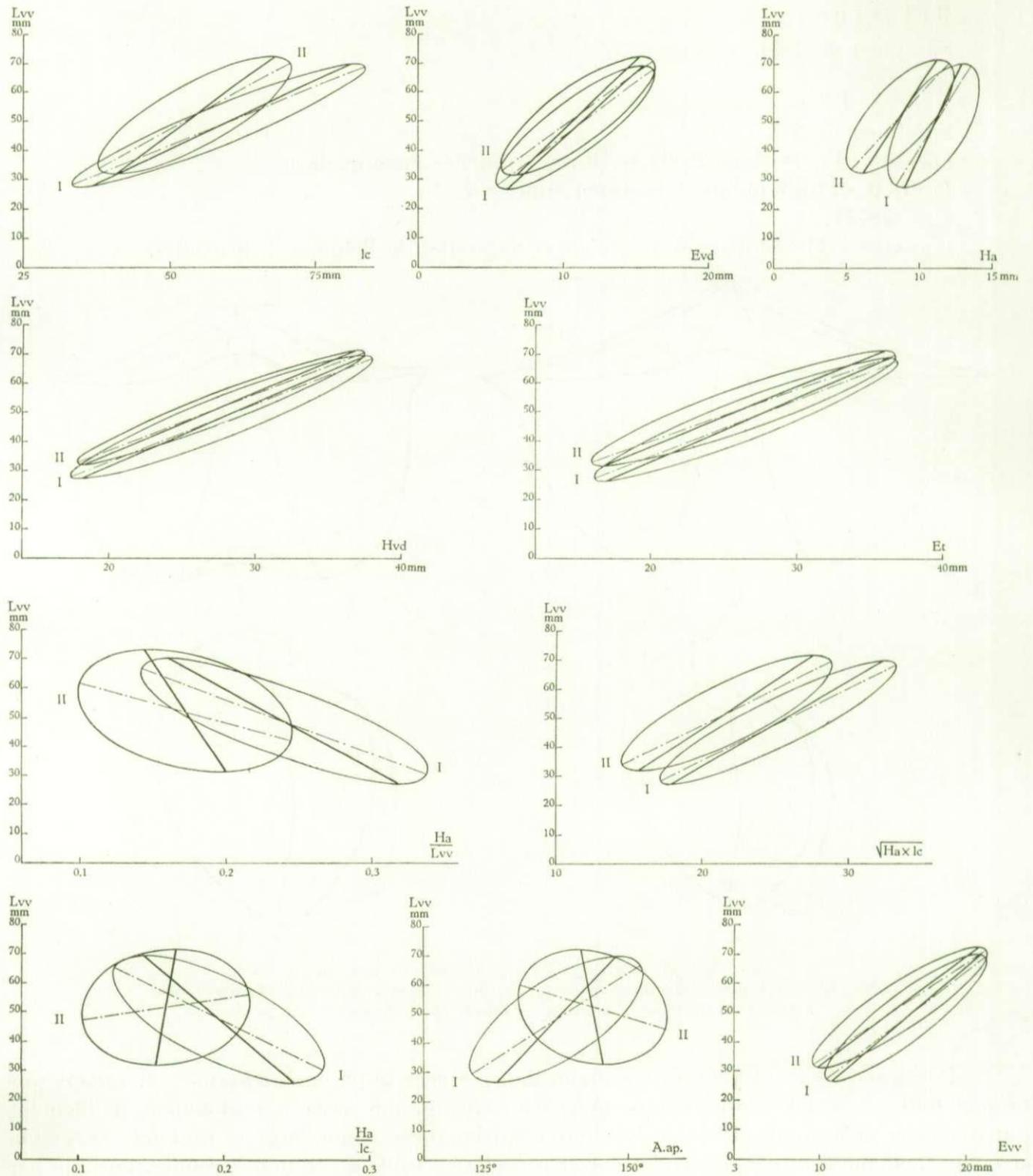


FIG. 62. — *Cyrtospirifer monticolaformis* nov. sp.
 Ellipses (70 % des spécimens) et droites de régression des mensurations
 par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 I = Forme I; II = Forme II.

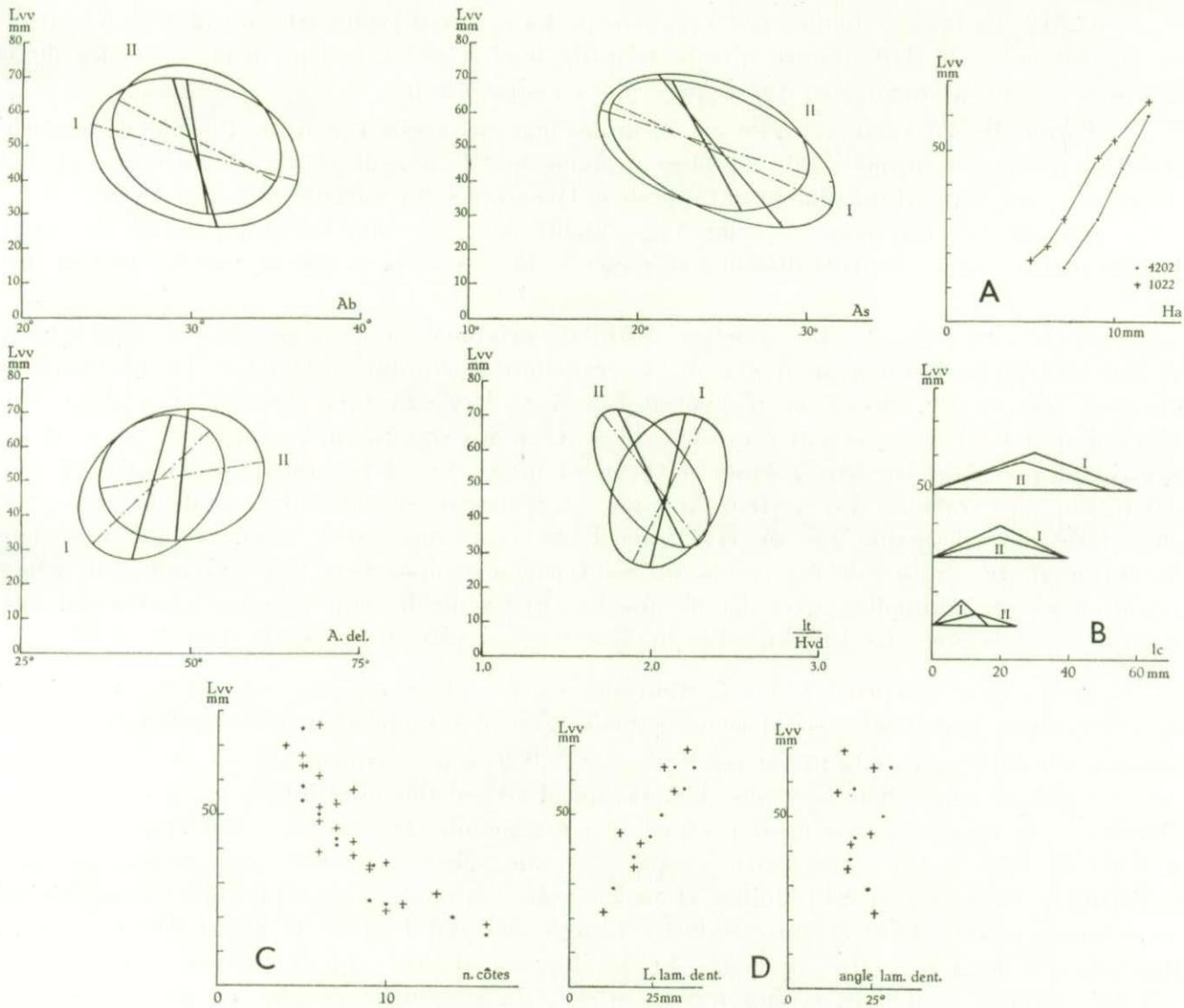


FIG. 63. — *Cyrtospirifer monticolaformis* nov. sp.
 Ellipses (70 % des spécimens), droites de régression et variations des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 A : Développement de Ha par rapport à la longueur de la valve ventrale dans les spécimens n° 4202 (Forme I) et n° 1022 (Forme II). — B : Transformation théorique de l'aréa au cours de la croissance, d'après les moyennes de l_c et Ha à $L_{vv} = 10, 30, 50$ mm, données d'après les droites de régression. — C : Variation du nombre de côtes radiaires en 1 cm au bord marginal, à partir du sinus, par rapport à la longueur de la valve ventrale. — D : Variation des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale (L. lam. dent. = longueur des lamelles dentaires; angle lam. dent. = angle des lamelles dentaires sur L_{vv}).
 • et I = Forme I; + et II = Forme II.

Description.

1. Valve. — Forme I. La valve ventrale profonde est terminée par un crochet droit et pointu. Elle est plus épaisse que la dorsale et l'écart entre E_{vv} et E_{vd} tend à augmenter avec l'âge. La variabilité $V_{E_{vv}} = 22,724$ de la valve ventrale est moins forte que celle de la dorsale $V_{E_{vd}} = 32,612$. La largeur totale croît rapidement. La brachythyridie est rare (2,3%). La droite de régression de lt/H_{vd} montre que la coquille tend à s'élargir lentement au cours de la croissance, contrairement à ce qui se passe dans l'autre Forme.

Forme II. La valve ventrale est terminée par un crochet pointu, fortement recourbé dans les stades gérontiques. Elle est plus profonde que la dorsale et l'écart entre E_{vv} et E_{vd} augmente avec l'âge, il est plus grand que dans la Forme I. La variabilité $V_{E_{vv}} = 24,588$ de la valve ventrale est inférieure à celle $V_{E_{vd}} = 30,361$ de la dorsale. La droite de régression de lt/H_{vd} montre que ce rapport diminue au cours de la croissance et que le contour devient plus étroit.

Remarques. — Le caractère distinctif principal de l'espèce est son aspect trapu et son aréa proportionnellement grande. Ce caractère s'accroît avec l'âge. La mucronation cardinale est courte, mince et n'apparaît que vers $L_{vv} = 20$ mm environ. Les droites de régression de lt/H_{vd} se coupent vers $L_{vv} = 43$ mm, ce qui signifie qu'à ce moment les contours sont identiques dans les deux Formes. L'épaisseur totale (Et) et la hauteur de la valve dorsale (H_{vd}) ont des valeurs qui restent voisines. L'épaisseur de la valve ventrale (E_{vv}) est plus forte dans le jeune âge de la Forme I. Sa croissance étant moins rapide que dans la Forme II, les droites de régression finissent par se couper vers $L_{vv} = 80$ mm, en dehors des dimensions habituelles. Ceci dénote que la valve ventrale tend vers un bombement égal dans les deux Formes. La différence des moyennes est significative pour lt/H_{vd} ($t = 3,344$).

2. Aréa. — Forme I. L'aréa ventrale, élevée, plane ou peu courbée dans le jeune âge, s'incurve lentement avec l'accroissement. Son développement est régulier mais lent (module = 0,091); sa variabilité est faible $V_{Ha} = 19,002$; son coefficient de corrélation avec L_{vv} est de 0,606 soit une valeur moyenne. L'angle apical est sensiblement inférieur à celui de l'autre Forme, sa droite de régression est positive et a un module de croissance très élevé (= 0,475). Il varie de 106° à 157° . La « surface » $\sqrt{H_a \times l_c}$ a une valeur moyenne plus élevée que dans la Forme II. Sa croissance est régulière et assez rapide (son module atteint 0,341). Son coefficient de corrélation avec L_{vv} est élevé (0,904). L'angle delthyrial varie de 28° à 64° suivant les individus. Il tend à croître au cours du développement. Le rapport H_a/L_{vv} a un module négatif et faible (-0,003), ce qui montre que l'aréa se courbe de plus en plus avec l'âge. Le rapport H_a/l_c a également un module négatif et faible (-0,002), ce qui implique que l'aréa change d'aspect par un aplatissement graduel de la forme triangulaire.

Forme II. L'aréa ventrale est un peu plus petite que dans la Forme I et plus courbée. Son développement est lent, régulier (module = 0,130); sa variabilité est assez forte ($V_{Ha} = 27,530$); son coefficient de corrélation avec L_{vv} est de 0,704 soit une bonne moyenne. L'angle apical est sensiblement supérieur à celui de la Forme I; sa droite de régression est négative et a un module de croissance de -0,099 soit très inférieur à l'autre Forme. Il varie de 112° à 161° . La « surface » $\sqrt{H_a \times l_c}$ a une valeur moyenne moins élevée que dans la Forme I. Sa croissance est régulière mais moins rapide (module = 0,301). Son coefficient de corrélation avec L_{vv} est 0,831 soit plus faible. L'angle delthyrial varie de 36° à 67° suivant les individus. Il tend à augmenter très faiblement avec l'âge. Le rapport H_a/L_{vv} a un module négatif très bas (-0,001), ce qui montre l'accentuation de la courbure de l'aréa. Le rapport H_a/l_c a un module positif également très bas (0,0003), ce qui implique une certaine constance dans la forme générale de l'aréa déroulée.

Remarques. — L'aréa dorsale n'est guère accessible malgré sa grandeur exceptionnelle. Des droites de régression on peut tirer les conclusions suivantes. La hauteur de l'aréa ventrale, d'un développement presque parallèle est discriminatoire par rapport à Lvv; la différence des moyennes est hautement significative ($t=7,539$). L'angle apical suit un développement

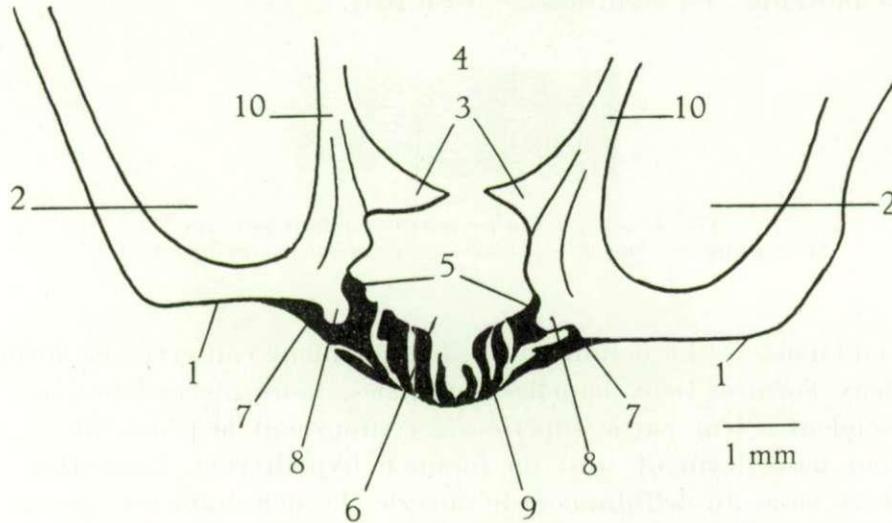


FIG. 64. — *Cyrtospirifer monticolaformis* nov. sp.
Coupe perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale,
dans la région du crochet du spécimen n° 4213.
1: aréa; 2: cavité apicale latérale; 3: bases de l'arc delthyrial; 4: cavité post-delthyriale; 5: rainures hypodeltidiales; 6: cavité deltidiale; 7: rainures deltidiales; 8: bourrelet deltidial; 9: deltidium (en voie de recristallisation); 10: lamelles dentaires.

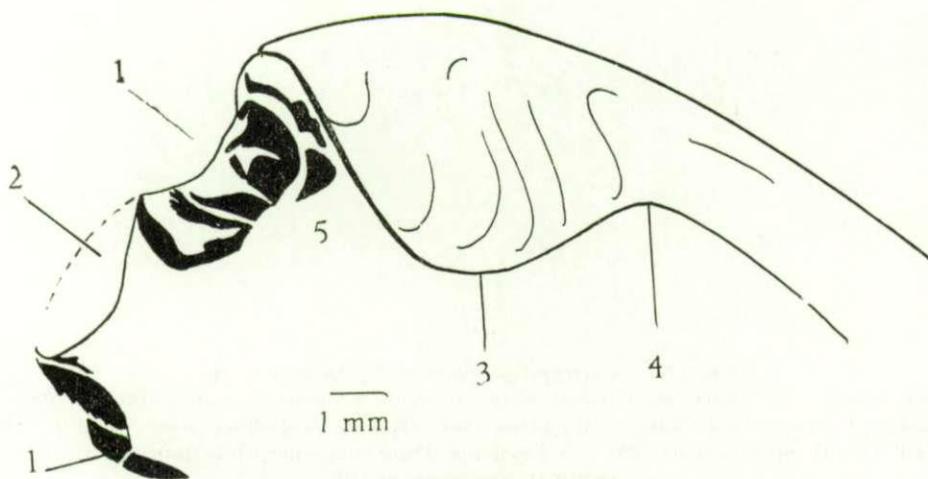


FIG. 65. — *Cyrtospirifer monticolaformis* nov. sp.
Coupe dans le plan de symétrie bilatérale dans la région du crochet du spécimen n° 4214.
1: deltidium (en voie de recristallisation); 2: foramen hypothyrice;
3: plaque delthyriale; 4: cavité post-delthyriale; 5: cavité deltidiale.

opposé dans les deux Formes. Presque constant dans la Forme II, où il tend plutôt à diminuer, il grandit assez rapidement dans la Forme I, la différence des moyennes est significative ($t=5,205$). Les écarts de l'angle delthyrial, importants dans le jeune âge, tendent à diminuer, les droites de régression se coupent vers Lvv=102 mm soit en dehors des mesures habituelles;

la différence des moyennes est significative ($t=4,626$). Les rapports Ha/Lvv ont des droites de régression très distantes dans le jeune âge mais qui se coupent vers $Lvv=75$ mm soit à la limite de la taille; la différence des moyennes est hautement significative ($t=8,901$). Les rapports Ha/lc ont des droites fortement divergentes qui se coupent vers $Lvv=61$ mm. La différence des moyennes est significative ($t=6,264$).

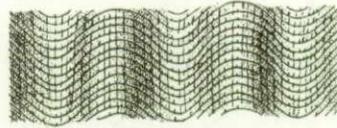


FIG. 66. — *Cyrtospirifer monticolaformis* nov. sp.
Microsculpture schématisée d'après les spécimens n^{os} 3909 et 1031.

3. *Deltidium*. — Le *deltidium* est fréquemment conservé. Sa formation est identique dans les deux Formes. Deux lamelles deltidiiales, d'origine callotestaire, s'évaginent du *delthyrium*, se soudent à leur partie supérieure, contournent le pédoncule et se soudent une seconde fois à leur base, formant ainsi un foramen hypothyrice. L'ouverture située entre le *notothyrium* et l'arc basal du *deltidium* reste ouverte. Le *deltidium* est serti dans le complexe rainure hypodeltidiale — rainure deltidiiale — bourrelet deltidiial. Le *deltidium*, qui est un *symphytium* foraminé, est souvent écrasé et ses fragments déplacés vers la ligne cardinale ou enfoncés dans le *delthyrium*. Une coupe dans le plan de symétrie bilatérale fait apparaître les différentes phases de son développement par couches minces, correspondant aux costules de croissance. Les épaisissements observés sur le *deltidium* semblent homologues de ceux qui existent sur l'aréa et sur les valves. Ce phénomène, attribuable à des « arrêts » de croissance, paraît donc avoir affecté la coquille entière au moins dans sa morphologie externe.

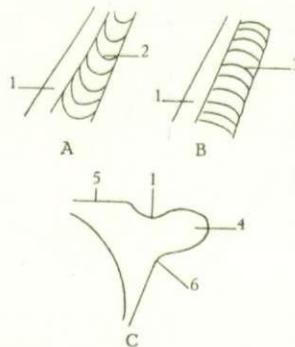


FIG. 67. — *Cyrtospirifer monticolaformis* nov. sp.
A : Schéma du bourrelet deltidiial avec stries de croissance semi-elliptiques de la Forme I. Spécimen n^o 1102. — B : Idem avec stries de croissance semi-circulaires de la Forme II. Spécimen n^o 3720. — C : Schéma d'une coupe perpendiculaire au bourrelet deltidiial. Spécimen n^o 1102.
1 : rainure deltidiiale; 2 : stries de croissance semi-elliptiques; 3 : stries semi-circulaires;
4 : bourrelet deltidiial; 5 : aréa; 6 : rainure hypodeltidiiale.

4. *Sinus et bourrelet*. — Le *sinus* est profond et large, de section arrondie, nettement limité dans les stades gérontiques. Le bourrelet dorsal est peu élevé, étroit, de section généralement semi-elliptique, parfois subanguleuse. La languette sinale présente un développement un peu plus grand que la moyenne des autres espèces. Sa forme varie suivant les individus, subanguleuse ou largement arrondie. Les angles du *sinus* et du bourrelet

diminuent avec l'âge. Leurs modules sont négatifs et bas. L'angle du sinus est plus élevé que celui du bourrelet dans 4,3 % des cas. La variabilité de l'angle du bourrelet est plus faible que celle de l'angle du sinus et la différence entre ces angles tend à augmenter avec l'âge.

Remarques. — Les moyennes sont respectivement voisines dans chacune des Formes. Les droites de régression de l'angle du sinus se croisent vers $L_{vv}=59$ mm, d'où une tendance vers l'égalité des angles du sinus dans les deux Formes. La différence des moyennes n'est pas significative ($t=1,843$). Les droites de régression de l'angle du bourrelet se croisent également vers $L_{vv}=40$ mm soit un peu plus bas. La différence des moyennes n'est pas significative ($t=0,192$).

5. *Macrosculpture.* — Les côtes radiaires sont étroites et élevées dans le jeune âge, puis s'aplatissent et s'élargissent avec le temps, mais conservent leur profil subanguleux dans les stades gérontiques. Elles sont adichotomiques sur les flancs et se multiplient par bifurcation et par intercalation dans le sinus et sur le bourrelet.

Remarque. — La costulation de la Forme I serait un peu moins fournie et par conséquent plus forte que celle de la Forme II. L'ornementation concentrique est souvent assez accentuée pour reconstituer les morphologies antérieures.

6. *Microsculpture.*

a) Sur les valves. La microsculpture est identique dans les deux Formes. Elle est constituée par un fin treillisage, couvrant les côtes radiaires et les espaces intercostaux, garni d'une très fine tuberculation aux points d'intersection des lamelles concentriques de croissance avec les micro-costules radiaires.

b) Sur l'aréa. Identique dans les deux Formes, elle se compose des microcostules longitudinales de croissance couvrant l'entièreté de l'aréa, et des microcostules transversales, se joignant par paires pour former une costule plus grosse, laissant de part et d'autre, le long des arêtes marginales, une zone unicastulée assez étendue. La mauvaise conservation n'a permis aucun dénombrement. L'aréa dorsale porte une costulation constituée des mêmes éléments.

Morphologie interne.

1. *Plaque delthyriale.* — La plaque delthyriale, située profondément dans le delthyrium, est concave, parfois convexe près du crochet, terminée par un arc basal largement ouvert. Elle présente une forte tendance à la callosité apicale qui se montre dès le jeune âge.

2. *Lamelles dentaires.* — Les lamelles dentaires sont longues, minces (sauf dans la région du crochet), foliacées, subparallèles, à extrémités droites, n'enserrant pas le myoglyphe ventral. Elles semblent un peu plus courtes dans la Forme II, mais le nombre de mesures est insuffisant pour le démontrer. Par contre, leur divergence sur L_{vv} varie suivant les individus. Leur longueur donne aux lamelles dentaires un aspect particulier.

3. *Apophyses articulaires.* — Les apophyses articulaires sont petites, allongées, insérées dans de larges cavités glénoïdes. L'épaississement de raccord au plateau cardinal est très important. Les bourrelets deltidiaux portent des stries de croissance semi-elliptiques dans

la Forme I (n° 1102), semi-circulaires et perpendiculaires au bourrelet, dans la Forme II (n° 3720-1036). Le bourrelet deltoidal est en surplomb dans le delthyrium (n° 1102). La rainure deltoidale est relativement large et peu profonde, la rainure hypodeltoidale est largement ouverte.

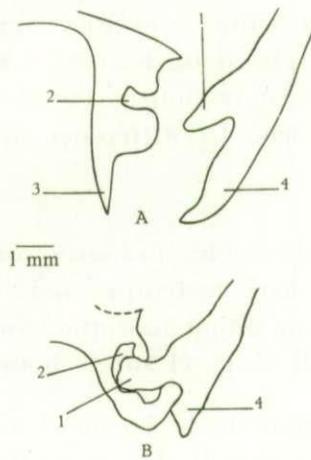


FIG. 68. — *Cyrtospirifer monticolaformis* nov. sp.
Sections polies parallèles au plan de symétrie bilatérale,
dans la région des apophyses articulaires.

A : Spécimen n° 4217. Coupe près des cruras.

B : Spécimen n° 4218. Coupe dans les apophyses articulaires.
1 : bourrelet deltoidal (dans A), apophyse articulaire (dans B);
2 : cavité glénoïde; 3 : cruras; 4 : épaissement de raccord au
plateau cardinal.

4. Myoglyphes.

a) Ventral. Le myoglyphe ventral est étroit et très allongé, divisé dans toute sa longueur par les adducteurs dont les empreintes fusiformes sont limitées par deux grosses côtes qui se rejoignent à la pointe du pédonculaire médian. Le centre de la dépression est occupé par une fine côte médiane longitudinale, jusqu'à la hauteur des diducteurs principaux. Le pédonculaire médian est lisse, petit, peu proéminent, terminé par une pointe médiane courte. Les diducteurs accessoires sont longs et également peu développés. Les pédonculaires ventraux sont longs et minces. L'ensemble est fortement étiré avec un développement extraordinaire des adducteurs. Le contour varie suivant les individus.

b) Dorsal. Dans l'empreinte insuffisamment conservée du spécimen n° 3984, on reconnaît les grosses côtes médianes des adducteurs postérieurs.

5. Empreintes ovariennes. — Le spécimen n° 4219 porte de petits tubercules allongés sur la paroi interne de la valve ventrale. Ils ont une densité de 4 à 5 par mm². Leur taille diminue du crochet à la périphérie.

6. Empreintes vasculaires. — Aucune observée.

7. Appareil brachial.

a) Cruras. Non observés, si ce n'est près de leur point d'attache sur les brachiophores.

b) *Spiralium*. Dans le spécimen n° 3692, $L_{vv} = 45-50$ mm; les deux cônes spiraux évasés à sommet arrondi font entre eux un angle de 124° environ. Chacun des cônes a une longueur de 13 mm et est composé de 14 tours d'un diamètre de 14 mm à la base et de 2 mm au sommet. En coupe, les spires ont un profil arrondi vers l'intérieur et effilé vers l'extérieur. Elles sont composées de deux couches.

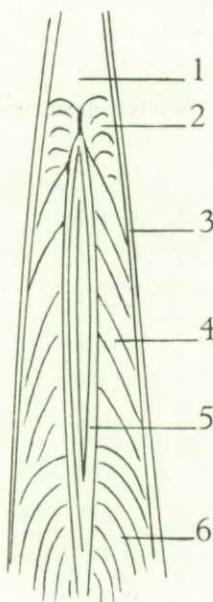


FIG. 69. — *Cyrtospirifer monticolaformis* nov. sp.
Myoglyphe ventral d'après plusieurs spécimens.
1 : pédonculaire médian; 2 : diducteur accessoire; 3 : lamelle dentaire;
4 : pédonculaire ventral; 5 : adducteur; 6 : diducteur principal.

Discrimination des Formes I et II. — La différenciation se voit le mieux par la hauteur et la courbure de l'aréa ainsi que par le rapport lt/H_{vd} , bien que Ha/L_{vv} , Ha/lc , $A.ap.$, $\sqrt{H_a \times l_c}$, $A.del.$ aient des différences de moyennes significatives. On peut établir la séparation sur les critères suivants.

Forme I : Contour étroit s'élargissant de plus en plus — aréa élevée et peu courbée — Ha/L_{vv} et Ha/lc , élevés — $A.ap.$ et $A.del.$ petits.

Forme II : Contour large s'allongeant de plus en plus — aréa moins élevée et courbée — Ha/L_{vv} et Ha/lc plus petits — $A.ap.$ nettement plus élevé — $A.del.$ plus élevé.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer monticolaformis* est très voisin par la morphologie de *Cyrtospirifer monticola* (W. P. HAYNES, 1916). Il en diffère par une taille moyenne plus élevée, un sinus et un bourrelet plus prononcés, ainsi que par la microsculpture. Il a des affinités avec *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON, 1840) mais s'en sépare par une aréa plus petite et par la microsculpture. Sa morphologie et sa microsculpture l'écartent de *Cyrtospirifer grabaui* W. PAECKELMANN, 1942.

Répartition stratigraphique. — En Belgique l'espèce apparaît dès la base du Frasnien moyen, traverse tout le Frasnien pour devenir abondante dans le Frasnien supérieur.

PARAMÈTRES STATISTIQUES.

| x | \bar{x} | σ | σ^2 | V | r | $r \frac{\sigma_x}{\sigma_{Lvv}}$ |
|-------------------------------------------|-----------|----------|------------|--------|--------|-----------------------------------|
| Forme I. — Nombre d'individus n = 132. | | | | | | |
| Hvd | 27,765 | 6,659 | 44,346 | 23,983 | 0,951 | 0,458 |
| Et | 26,545 | 6,624 | 43,884 | 24,953 | 0,933 | 0,446 |
| Evv | 15,696 | 3,567 | 12,726 | 22,724 | 0,887 | 0,228 |
| Evd | 10,848 | 3,538 | 12,522 | 32,612 | 0,851 | 0,217 |
| lt | 58,696 | 16,010 | 256,347 | 27,275 | 0,926 | 1,071 |
| lc | 58,643 | 16,099 | 259,199 | 27,452 | 0,931 | 1,083 |
| lt/Hvd | 2,102 | 0,221 | 0,049 | 10,509 | 0,295 | 0,004 |
| Ha | 10,962 | 2,083 | 4,339 | 19,002 | 0,606 | 0,091 |
| A.ap. | 137,856 | 9,422 | 88,790 | 6,834 | 0,698 | 0,475 |
| $\sqrt{Ha \times lc}$ | 25,213 | 5,225 | 27,301 | 20,722 | 0,904 | 0,341 |
| A.del. | 44,307 | 6,854 | 46,984 | 15,469 | 0,263 | 0,133 |
| Ha/Lvv | 0,240 | 0,064 | 0,004 | 26,557 | -0,799 | -0,003 |
| Ha/lc | 0,196 | 0,047 | 0,002 | 23,944 | -0,709 | -0,002 |
| A.s. | 24,969 | 4,348 | 18,908 | 17,413 | -0,534 | -0,167 |
| A.b. | 30,181 | 3,997 | 15,982 | 13,243 | -0,214 | -0,061 |
| Forme II. — Nombre d'individus : n = 101. | | | | | | |
| Hvd | 27,663 | 6,372 | 40,608 | 23,059 | 0,946 | 0,465 |
| Et | 26,346 | 6,650 | 44,226 | 25,240 | 0,916 | 0,470 |
| Evv | 15,336 | 3,771 | 14,223 | 24,588 | 0,910 | 0,265 |
| Evd | 11,009 | 3,349 | 11,178 | 30,361 | 0,796 | 0,205 |
| lt = lc | 54,554 | 10,686 | 114,207 | 19,587 | 0,835 | 0,689 |
| lt/Hvd | 2,004 | 0,223 | 0,049 | 11,127 | -0,568 | -0,009 |
| Ha | 8,732 | 2,404 | 5,780 | 27,530 | 0,704 | 0,130 |
| A.ap. | 144,000 | 8,141 | 66,277 | 5,653 | -0,158 | -0,097 |
| $\sqrt{Ha \times lc}$ | 21,698 | 4,697 | 22,065 | 21,647 | 0,831 | 0,301 |
| A.del. | 49,123 | 7,915 | 62,651 | 16,112 | 0,076 | 0,048 |
| Ha/Lvv | 0,172 | 0,048 | 0,002 | 27,878 | -0,361 | -0,001 |
| Ha/lc | 0,160 | 0,037 | 0,001 | 23,082 | 0,116 | 0,0003 |
| A.s. | 23,940 | 4,009 | 16,075 | 16,745 | -0,354 | -0,109 |
| A.b. | 30,277 | 3,368 | 11,348 | 11,123 | -0,134 | -0,034 |

Cyrtospirifer brodi (P. N. WENJUKOFF, 1886).

(Pl. III, fig. 8 à 15.)

Liste des citations.

1884. *Spirifer Archiaci* T. TSCHERNYSCHEW, p. 13, pl. 2, fig. 6, *a-d*.
 1886. *Spirifer Brodi* P. N. WENJUKOFF, p. 64, pl. III, fig. 7; pl. IV, fig. 2.
 1900. *Spirifer Brodi* H. SCUPIN, p. 81.
 1922. *Spirifer marchisonianus* F. R. C. REED, pl. XI, fig. 11 et 11a.
 1930. *Spirifer (Cyrtospirifer) brodi* D. NALIVKIN, p. 127, pl. X, fig. 9.
 1934. *Spirifer (Cyrtospirifer) brodi* B. MARKOVSKI et D. NALIVKIN, p. 25, pl. VI, fig. 1-11.
 1939. *Spirifer brodi* H. J. HARRINGTON, p. 135.
 1942. *Spirifer brodi* W. PAECKELMANN, p. 136.
 1952. *Cyrtospirifer brodi* T. G. SARYTCHEVA et A. N. SOKOLSKAIA, p. 178, pl. 49, fig. 276.
 1955. *Cyrtospirifer brodi* T. I. FEDOROVA, p. 36.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* probablement dimorphe, à contour allongé, non mucroné, brachythyride, atteignant une taille moyenne. Aréa ventrale très élevée, faiblement courbée ou moins élevée et fortement courbée. Bourrelet dorsal peu saillant, mal limité; sinus assez profond, de profil anguleux dans les stades jeunes, s'aplatissant dans les stades gérontiques. Côtes radiaires fines assez nombreuses, simples sur les flancs, se multipliant dans le sinus et sur le bourrelet. Plaque delthyriale avec callosité apicale. Lamelles dentaires courtes et divergentes. Microcostulation radiaire.

Description.

1. **Valves.** — La coquille présente, au moins à partir des stades adultes, une forme particulière facilement reconnaissable par la hauteur relativement grande de l'aréa, par le crochet pointu qui tend à se courber sur lui-même et enfin par une brachythyridie, parfois accentuée en dépit d'un élargissement inusité de la valve dorsale. La valve ventrale est très profonde mais non pyramidale. La valve dorsale est légèrement plus bombée que dans les autres espèces. Le rapport lt/Hvd paraît plus élevé dans la Forme I.

2. **Aréa.** — L'aréa ventrale est haute, parfois largement courbée, parfois en surplomb sur elle-même (Forme II). L'angle apical semble montrer une différence dans les deux Formes. Voisin de 90° dans la Forme I, il atteindrait plus de 110° dans la Forme II. Ce caractère pourrait peut-être servir à la distinction des stades jeunes.

3. **Deltidium.** — Le deltidium n'a pas été conservé. Cependant, une section polie dans le crochet du spécimen n° 1252 en montre des traces. Le deltidium devait être assez épais près de l'extrémité apicale.

4. **Sinus et bourrelet.** — Le sinus est anguleux et assez profond dans le jeune âge. Il s'aplatit en s'élargissant dans les stades gérontiques. L'angle du sinus paraît plus grand que celui du bourrelet. Le bourrelet est peu apparent dans les stades jeunes, il s'élève avec l'âge. La languette sinale est courte et à contour semi-elliptique. Le sinus et le bourrelet sont mal limités.

5. **Macrosculpture.** — Les côtes radiaires sont fines, au nombre de : 8 en 1 cm au bord marginal à partir du sinus, spécimen n° 1252, $L_{vv}=47$ mm, 7 en 1 cm au bord marginal à partir du sinus, spécimen n° 1253, $L_{vv}=46$ mm. Elles sont peu saillantes, de profil

arrondi, simples sur les flancs, se multipliant par dichotomie et par intercalation dans le sinus et sur le bourrelet. L'ornementation concentrique est faible et montre que les spécimens jeunes, bien que d'aspect tenticuloïde, se séparent du *Cyrtospirifer tenticulum* par la courbure plus forte de l'aréa et aussi par l'angle apical plus élevé (dans la Forme II).

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. La microsculpture paraît constituée de microcostules concentriques de croissance croisées avec des microcostules radiaires, sans tuberculations, bien qu'une décortication puisse quelquefois en faire apparaître.

b) Sur l'aréa. Les microcostules transversales se réunissent par deux ou par trois pour former une costule plus grosse. L'aréa dorsale inaccessible n'a pas été observée.

Morphologie interne.

1. Plaque delthyriale. — La plaque delthyriale est courte, peu profondément située dans le delthyrium. Il y a callosité apicale et la cavité post-delthyriale est petite.

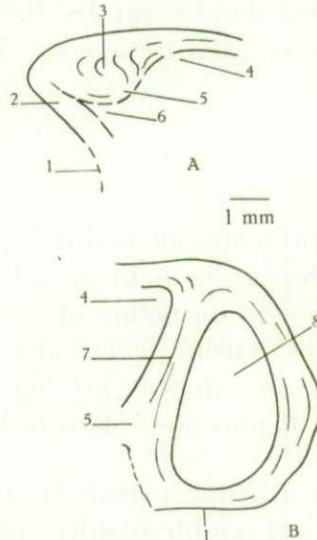


FIG. 70. — *Cyrtospirifer brodi* (P. N. WENJUKOFF).

Sections polies dans le spécimen n° 1252.

A : Coupe médiane dans le plan de symétrie bilatérale.

B : Coupe perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale.

1 : aréa ventrale; 2 : fragment de deltidium; 3 : callosité

apicale; 4 : cavité post-delthyriale; 5 : plaque delthyriale;

6 : cavité deltidiale; 7 : lamelle dentaire; 8 : cavité apicale

latérale.

2. Lamelles dentaires. — Les lamelles sont courtes, minces et divergentes

3. Apophyses articulaires. — Ne possédant que peu d'exemplaires de l'espèce, je n'ai pu observer ni les apophyses articulaires ni les bourrelets deltidiaux, ni les rainures deltidiales et hypodeltidiales qui n'ont pas été conservés.

4. Myoglyphes. — Le myoglyphe ventral, inaccessible, n'a pas été observé. Le myoglyphe dorsal est grand, large et long. Il est divisé dans presque toute sa longueur par un

sillon étroit, assez profond, qui monte jusqu'à la racine des adducteurs postérieurs où il fait place à une faible crête qui semble se prolonger jusqu'au processus cardinal (il ne s'agit pas d'un septum). Les détails sont peu visibles, la grosse côte de séparation et la grosse côte médiane de l'adducteur postérieur sont seules discernables.

5. Empreintes ovariennes. — Non observées.

6. Empreintes vasculaires. — Non observées.

7. Appareil brachial. — Non observé.

Discrimination des Formes I et II. — Faute d'un nombre de spécimens suffisant, je n'ai pas pu distinguer avec certitude les Formes I et II. Cependant, en examinant les spécimens figurés par les auteurs, il est à remarquer que, d'une part, on trouve des individus à aréa élevée, peu courbée, dont la coquille présente un aspect plus ou moins aplati, et, d'autre part, des individus dont l'aréa est moins élevée et sensiblement plus courbée, à crochet pointu en surplomb sur l'aréa et dont l'aspect de la coquille est plus globuleux. Si le dimorphisme s'exprime par les mêmes caractères dans toutes les espèces ou par des caractères voisins, ce que l'expérience semble confirmer, nous serions en présence des deux Formes. Dès lors l'espèce *brodi* serait dimorphe. Une vérification sur un plus grand nombre de spécimens serait nécessaire.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer brodi* se caractérise par sa forme particulière, il se sépare des espèces tenticuloïdes voisines par la forte mais large courbure de son aréa, sa brachythyridie et sa microsculpture.

Discussion des citations. — P. N. WENJUKOFF (1886, p. 74) a fait remarquer que toutes les variétés du *verneuili* se relient entre elles par des formes intermédiaires et que seuls les types extrêmes sont nettement séparables. En créant *Spirifer brodi*, l'auteur a voulu désigner une forme intermédiaire entre *Spirifer archiaci* et *Spirifer tenticulum*. Le spécimen de la figure 6, planche III appartiendrait à la Forme II tandis que celui de la figure 2, planche IV serait de la Forme I.

L'espèce *Spirifer archiaci*, représentée par la figure 6, *a-d* de T. TSCHERNYSCHEW (1884, pl. II), ferait partie de la Forme I par son aréa haute et l'aspect moins trapu de la coquille.

Le spécimen figuré par D. NALIVKIN (1930, pl. X, fig. 9) serait également une Forme I pour les mêmes raisons.

H. J. HARRINGTON (1939, p. 135) n'a fait que citer l'espèce dans sa discussion de *Cyrtospirifer*.

W. PAECKELMANN rattache, mais avec doute, *Cyrtospirifer brodi* à la variété *archiaci* du *Spirifer verneuili* (1942, p. 136).

Les spécimens des figures 1, *a-d* et 3, *a-d* de B. MARKOWSKI et D. NALIVKIN (1934, pl. VI) appartiennent à la Forme I par leur aréa élevée et peu courbée; le spécimen de la figure 2, *a-d* appartient à la Forme II par son aréa plus courbée et moins élevée; les autres sont insuffisamment figurés pour pouvoir décider à quelle Forme ils se rattachent.

Répartition stratigraphique. — En Belgique, l'espèce semble apparaître à la base du Frasnien moyen. Elle traverse vraisemblablement tout le Frasnien. Elle est rare partout. En Russie centrale, elle accompagne *Spirifer verneuili* à la base du Dévonien supérieur.

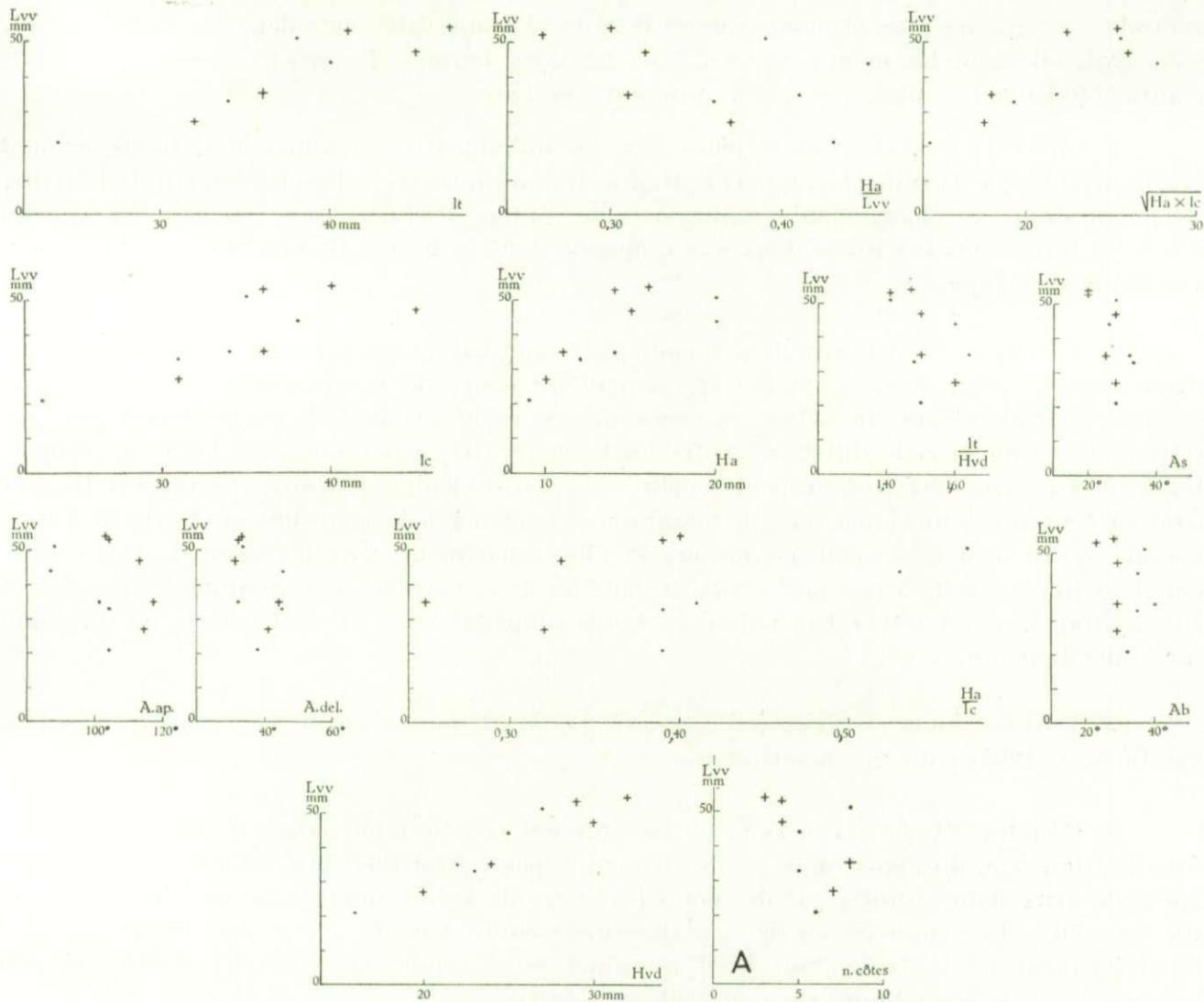
Cyrtospirifer canaliferus (J. B. LAMARCK, 1789).

(Pl. III, fig. 16 à 23.)

Liste des citations.

1789. *Terebratula canalifera* J. B. LAMARCK, pl. 244, fig. 5, *a* et *b*.
 1819. *Terebratula canalifera* J. B. LAMARCK, p. 254.
 1820. *Anomites Terebratulithes aperturatus* E. SCHLOTHEIM, p. 258.
 1822. *Terebratulites aperturatus* E. SCHLOTHEIM, p. 67, pl. 17, fig. 1, *a* et *b*.
 1828. *Terebratula canalifera* DEFRANCE, 53, p. 165.
 1830. *Terebratula canalifera* H. M. D. BLAINVILLE, p. 511, pl. 52, fig. 8.
 1835-1837. *Trigonotreta aperturata* H. G. BRONN, p. 79, pl. II, fig. 13, *a* et *b*.
 1837. *Spirifer aperturatus* L. BUCH, p. 42.
 1840. *Spirifer aperturatus* L. BUCH, p. 188, pl. 9, fig. 14.
 1841. *Spirifer aperturatus* J. PHILLIPS, p. 77, pl. 30, fig. 133.
 1842. *Spirifer aperturatus* E. ARCHIAC et E. VERNEUIL, p. 369, pl. 35, fig. 7 et 8; var. *a. cuspidata*; var. *b. echinulata*.
 1844. *Spirifer aperturatus* C. F. ROEMER, p. 69.
 1850. *Terebratula canalifera* T. DAVIDSON, p. 442, pl. 14, fig. 40.
 1850-1856. *Spirifer aperturatus* H. G. BRONN, p. 324, pl. 2, fig. 13, *a* et *b*.
 1853. *Spirifer canaliferus* J. SCHNUR, p. 206, pl. 35, fig. 5, *a-e*.
 1853. *Spirifera aperturata* J. STEININGER, p. 74.
 1864. *Spirifera canalifera* T. DAVIDSON, p. 26, pl. VI, fig. 9.
 1871. *Spirifer canaliferus* E. KAYSER, p. 585.
 1871. *Spirifer aperturatus* F. A. QUENSTEDT, p. 501, pl. 53, fig. 44.
 1871. *Spirifer aperturatus* F. A. QUENSTEDT, p. 502, pl. 53, fig. 46 et 47.
 1876. *Spirifer aperturatus* C. F. ROEMER, pl. 28, fig. 1.
 1880. *Spirifer aperturatus* J. GOSSELET, p. 127.
 1884. *Spirifer aperturatus* var. *cuspidata* T. TSCHERNYSCHEW, p. 64, pl. II, fig. 8, *a-c*.
 1885. *Spirifer canaliferus* F. MAURER, p. 161, pl. 7, fig. 1 et 1*a*.
 1885. *Spirifer aperturatus* F. A. QUENSTEDT, p. 730, pl. 56, fig. 31.
 1887. *Spirifer canaliferus* T. TSCHERNYSCHEW, p. 61, pl. IX, fig. 2, *a-d*.
 1894. *Spirifer aperturatus* F. FRECH, p. 444, fig. 7*a*.
 1894. *Spirifer aperturatus* var. *latistriata* F. FRECH, p. 444, fig. 7, *b-e*.
 1894. *Spirifer aperturatus* J. GOSSELET, p. 45, pl. VII, fig. 66, *a-d*, 68, *a* et *b*, 69, *a* et *b*.
 1895. *Spirifer aperturatus* E. HOLZAPFEL, p. 249, pl. 16, fig. 14, 14, *a* et *b*.
 1895. *Spirifer canaliferus* F. BÉCLARD, p. 219.
 1896. *Spirifer aperturatus* E. BEYER, p. 84.
 1896. *Spirifer canaliferus* var. *cuspidata* G. GÜRICH, p. 249, pl. 9, fig. 1, *a* et *b*; var. *alata*, p. 249, pl. 9, fig. 11; var. *lagoviensis*, p. 249, pl. 9, fig. 4, *a* et *b*.
 1896. *Spirifer (Terebratulites) aperturatus* F. BÉCLARD, p. 263.
 1900. *Spirifer aperturatus* H. SCUPIN, p. 78.
 1909. *Spirifer aperturatus* G. GÜRICH, p. 135, pl. 44, fig. 4.
 1909. *Spirifer aperturatus* D. SOBLEW, p. 469.
 1911. *Spirifer aperturatus* F. FRECH, p. 53, pl. 7, fig. 1, *a-c*.
 1911. *Spirifer aperturatus* var. *latistriata* F. FRECH, p. 53, pl. 7, fig. 2, *a-c*.
 1913. *Spirifer aperturatus* W. PAECKELMANN, p. 305.
 1915. *Spirifer* cf. *aperturatus* var. *latistriata* H. QUIRING, p. 334, pl. 13, fig. 10.
 1928. *Spirifer aperturatus* C. LEIDHOLD., p. 75.
 1930. *Spirifer (Cyrtospirifer) aperturatus* D. NALIVKIN, p. 128, pl. X, fig. 4, *a-d*.
 1931. *Spirifer aperturatus* var. *latistriata* H. RITZ, p. 587.
 1934. *Spirifer aperturatus* K. TORLEY, p. 114, pl. 8, fig. 37.
 1941. *Spirifer canaliferus* E. MAILLIEUX, p. 4.
 1941. *Cyrtospirifer aperturatus* E. MAILLIEUX, p. 4.
 1942. *Spirifer canaliferus* ? A. RENAUD, p. 157.
 1942. *Spirifer (Cyrtospirifer) aperturatus* W. PAECKELMANN, p. 49, fig. 18-21; pl. 2, fig. 1 et 2; var. *cuspidata* p. 64, pl. 2, fig. 5-8, fig. 26-29; var. *echinulata* p. 62, fig. 25; pl. 2, fig. 4; var. *verneuiliiformis*, p. 57, fig. 22-24; pl. 2, fig. 3.
 1947. *Spirifer canaliferus* G. GATINAUD, p. 418.
 1948. *Tenticospirifer canaliferus* var. *pseudolatistriata* G. GATINAUD, p. 205, fig. 4 et 5.
 1950. *Spirifer* cf. *aperturatus* G. et H. TERMIER, pl. 115, fig. 18.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe à contour arrondi, atteignant une grande taille, équithyride dans le jeune âge, brachythyride dans les stades gérontiques. Aréa ventrale élevée, peu courbée, ou moins élevée et plus courbée. Bourrelet dorsal peu saillant, nettement

FIG. 71. — *Cyrtospirifer canaliferus* (J. B. LAMARCK).

Variation des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.

A : Variation du nombre de côtes radiales en 1 cm au bord marginal à partir du sinus par rapport à la longueur de la valve ventrale.

● = Forme I; + = Forme II.

limité, sinus large à fond plat, assez profond. Côtes radiales larges peu nombreuses, de profil subtriangulaire, se multipliant par dichotomie et par intercalation sur toute la surface de la coquille. Plaque delthyriale courte avec callosité apicale. Lamelles dentaires longues et minces. Microcostulation radiaire.

Description.

1. Valves. — La coquille est allongée dans les deux Formes, le rapport lt/Hvd ne semble guère accuser de différence d'une Forme à l'autre. Il en est de même pour la largeur totale et la largeur cardinale. La coquille n'est jamais ailée bien que dans certains cas figurés par les auteurs, il pourrait exister de courts éperons aux extrémités cardinales. La hauteur de

la valve dorsale paraît un peu plus élevée dans la Forme II que dans la Forme I. La valve ventrale est toujours plus profonde que la dorsale. Aucune différence dans les épaisseurs Et , Ev , Evd ; elles ont les mêmes valeurs dans les deux Formes. Le crochet ventral est droit, pointu, faiblement courbé, jamais en surplomb sur l'aréa.

Remarques. — Dans le jeune âge, les individus sont équithyrides, ils deviennent brachythyrides par la suite. Le rapport It/Hvd tend à diminuer avec l'accroissement de la taille, ce qui implique un changement graduel dans le contour. Celui-ci passe du rectangulaire au carré. La transformation du contour s'accompagne dans la Forme II d'un aspect gibbeux qui s'accentue avec l'âge.

2. *Aréa.* — L'aréa ventrale perpendiculaire au plan de séparation des valves et presque plane dans le jeune âge, se courbe légèrement au cours de la croissance sans amener le crochet en surplomb sur elle-même. Sa croissance est rapide, celle de la Forme I l'est plus que celle de la Forme II et la différence entre les hauteurs (Ha) s'accentue avec l'âge. Le rapport Ha/lc tend à augmenter d'où on peut conclure que l'aréa change de forme. Le rapport Ha/Lv tend au contraire à diminuer, ce qui marque une tendance à la courbure graduelle de l'aréa. L'angle apical tend également à diminuer et plus rapidement dans la Forme I. Par contre, l'angle delthyrial reste à peu près constant dans les deux Formes, il se maintient entre 20° et 40° environ. L'aréa dorsale est peu élevée, à bords subparallèles, à crochet pointu, en surplomb sur le notothyrium.

3. *Deltidium.* — N'est pas conservé si ce n'est sous forme de fragments inutilisables (spécimen n° 1295) pour une description.

4. *Sinus et bourrelet.* — Le sinus est peu profond, large, de section arrondie dans le jeune âge, il s'approfondit graduellement et passe à un fond plat ou légèrement bombé bordé de deux flancs limités par des côtes pariétales de même importance que leurs voisins sur les côtés. La languette sinale, presque inexistante dans le jeune âge, s'allonge avec l'accroissement de la taille. Son bord marginal est arrondi. Le bourrelet dorsal est peu proéminent, nettement limité par deux sillons bordiers.

Remarques. — L'angle du sinus est toujours plus petit que celui du bourrelet dans les spécimens que j'ai mesurés. L'angle du bourrelet paraît un peu plus élevé dans la Forme I que dans la Forme II.

5. *Macrosculpture.* — Les côtes radiaires larges et hautes avec un profil subanguleux se multiplient sur les flancs dans le sinus et sur le bourrelet par dichotomie et par intercalation. La costulation radiaire est forte et sépare à première vue l'espèce des autres.

L'ornementation concentrique est faiblement marquée et ne se prête à aucune mesure. Il ne semble pas y avoir de différence dans le nombre de côtes d'une Forme à l'autre. Il varie d'ailleurs fortement à cause de l'apparition soudaine de bifurcations ou d'intercalations.

6. *Microsculpture.*

a) Sur les valves. Les côtes et les espaces intercostaux sont couverts de fines costules radiaires au nombre de 7 à 9 environ dans les espaces intercostaux et de 7 à 12 environ sur les côtes. La rencontre de ces costules avec les microcostules de croissance forme un treillisage de fines lignes qui couvrent la surface entière des valves.

Remarque. — E. ARCHIAC et E. VERNEUIL (1842, pl. 35, fig. 8a) ont figuré une microsculpture qui se compose de fines microcostules concentriques dans les espaces intercostaux et de petits tubercules irrégulièrement disposés sur les côtes seulement. Cette ornementation n'a pas été retrouvée sur les échantillons que j'ai examinés. Il semble que de temps en temps on rencontre une côte plus ou moins décortiquée qui présente quelques pointements minuscules mais qui n'ont aucun rapport, à mon avis, avec la microsculpture tuberculée figurée par les auteurs. F. A. QUENSTEDT (1871, pl. 53, fig. 43) en donne une autre figuration en constatant toutefois que l'ornementation pustuleuse n'est pas générale. Je doute qu'elle se rapporte au spécimen de la figure 44. Pour W. PAECKELMANN (1942, p. 52) elle est très rare sur la variété type qui porte une microsculpture identique à celle que j'ai observée sur mes spécimens. De son côté, G. GATINAUD (1947, p. 419) parle de treillissage qui orne une partie du sinus du spécimen type de J. B. LAMARCK. Il le compare et le déclare identique au treillissage figuré par E. SCHLOTHEIM (1822, pl. 17, fig. 1a). J. GOSSELET (1894, pl. VII, fig. 68b) l'a également figuré ainsi. Enfin, de l'avis des auteurs de la variété *echinulata*, de l'avis de W. PAECKELMANN, la costulation radiaire serait sensiblement plus fine que dans la variété type et les bifurcations absentes. On peut se demander si cette variété appartient réellement à l'espèce puisque la grosseur des côtes et leur multiplication en constituent le caractère spécifique. D'autre part, plusieurs espèces d'aspect morphologique voisin sont porteuses de microsculptures tuberculées, notamment *Cyrtospirifer orbelianus*, *stolbovi*. En tout cas, à ma connaissance, aucun spécimen « *echinulata* » n'a été signalé en Belgique jusqu'à présent.

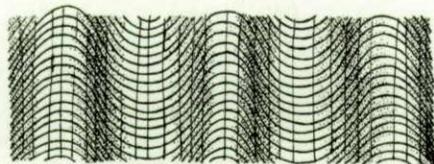


FIG. 72. — *Cyrtospirifer canaliferus* (J. B. LAMARCK).
Microsculpture d'après le spécimen n° 4030.

b) Sur l'aréa. La microcostulation longitudinale couvre entièrement l'aréa, les « stries » sont au nombre de 20 par mm dans le spécimen n° 4028 (L_{VV}=54 mm, Forme I). La microcostulation transversale, très fournie, ne couvre pas entièrement l'aréa en laissant de part et d'autre près des arêtes marginales une zone unicostulée. Les costules se réunissent par deux, trois, quatre ou même par tout un faisceau pour former une costule plus grosse. L'aréa dorsale, inaccessible, n'a pas été observée.

Morphologie interne.

1. Plaque delthyriale. — La plaque delthyriale est longue, concave et profondément située dans le delthyrium. Dès le jeune âge, elle a une tendance marquée à la callosité apicale.

2. Lamelles dentaires. — Épaisses près du crochet, elles s'amincissent rapidement pour devenir foliacées. À l'intérieur de la valve ventrale, leur extrémité se courbe, elles deviennent convergentes et enserrant le myoglyphe ventral.

3. *Apophyses articulaires.* — D'après les rares stries de croissance du bourrelet deltidial, elles seraient petites, de contour semi-elliptique dans la Forme I (spécimen n° 4028) et semi-circulaire dans la Forme II (spécimen n° 4032). Les rainures deltidiales et hypodeltidiales sont étroites et peu profondes. L'épaississement de raccord au plateau cardinal est très développé.

Cavités glénoïdes. Non observées.

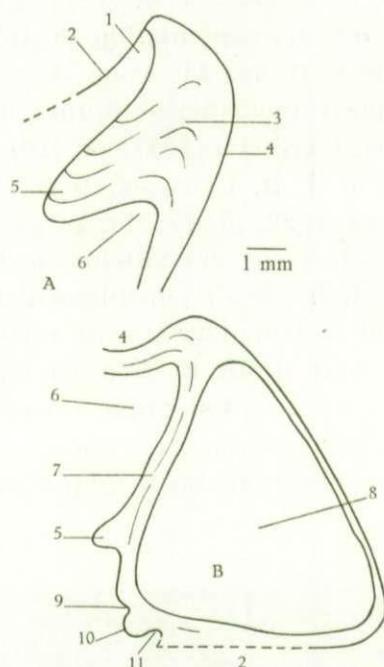


FIG. 73. — *Cyrtospirifer canaliferus* (J. B. LAMARCK).

A : Coupe médiane dans le plan de symétrie bilatérale (spécimen n° 4031, Forme I).
B : Coupe transversale, perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale (spécimen n° 4031, Forme I).

1 : delthyrium; 2 : aréa; 3 : callosité apicale; 4 : sinus; 5 : plaque delthyriale; 6 : cavité post-delthyriale; 7 : lamelle dentaire; 8 : cavité apicale latérale; 9 : rainure hypodeltidiale; 10 : bourrelet deltidial; 11 : rainure deltidiale.

4. Myoglyphes.

a) Ventral. Dans un seul exemplaire de la Forme I (n° 4024) et un autre de la Forme II (n° 4033) mal conservés, dans lesquels il n'est pas possible de limiter distinctement les muscles, le myoglyphe est étroit, serré entre les lamelles dentaires et divisé dans toute sa longueur par un myophragme mince et peu élevé mais qui ne se prolonge pas dans le pédonculaire médian.

b) Dorsal. Non observé.

5. *Empreintes ovariennes.* — Le spécimen n° 4029 (Lv_v=35 mm, Forme I) porte de part et d'autre du myoglyphe ventral des lignes en faible relief, d'une densité de 4 à 6 par mm, radiaires, ne correspondant pas aux côtes. Ces lignes paraissent être dues à la réunion des points allongés constituant généralement les empreintes ovariennes.

6. *Empreintes vasculaires.* — Je ne crois pas que les empreintes décrites plus haut soient attribuables à des empreintes vasculaires (?).

7. Appareil brachial. — N'a pas été observé.

Discrimination des Formes I et II. — La séparation des Formes I et II n'est pas toujours aisée, principalement dans les stades jeunes où les spécimens sont tous allongés avec des valeurs de lt/Hvd voisines. La distinction est plus facile lorsqu'on dispose d'une série de chacune des Formes, la différence apparaît alors immédiatement. Elle se fait le mieux avec Ha , $\sqrt{Ha \times lc}$, A.ap., A.b.

Forme I. Aréa haute et peu courbée — angle apical moins élevé — angle du bourrelet plus grand — dans les stades gérontiques : forme plus aplatie.

Forme II. Aréa moins haute et plus courbée — angle apical plus élevé — angle du bourrelet moins grand — dans les stades gérontiques : forme plus gibbeuse.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer canaliferus* se sépare aisément des autres espèces par ses grosses côtes radiaires dichotomes et son aréa élevée.

Discussion des citations.

1. Remarques générales. — *Cyrtospirifer canaliferus* a fait l'objet de nombreuses discussions issues des confusions inévitables qui se sont produites par suite de l'inexactitude de la figuration originale. J'ai essayé de réunir tous les éléments qui ont contribué à une mise au point de l'espèce.

Tout d'abord, l'espèce n'est pas de VALENCIENNES ainsi que l'ont écrit certains auteurs, mais uniquement de J. B. LAMARCK.

J. GOSSELET (1894, p. 59) a fait remarquer que si VALENCIENNES a aidé LAMARCK alors que celui-ci était atteint de cécité, l'espèce avait déjà été publiée en 1789 et que « le nom de *Terebratula canalifera* est écrit de la main même de J. B. LAMARCK sur un spirifère de la Collection du Museum, qui est bien le *Spirifer aperturatus* d'E. SCHLOTHEIM. J. B. LAMARCK est donc le véritable auteur du nom ».

Dans son travail de 1819, J. B. LAMARCK n'a fait aucune mention de VALENCIENNES et C. D. SHERBORN (1924, p. 1028) donne J. B. LAMARCK et non VALENCIENNES pour auteur de *Terebratula canalifera*.

Ensuite vient la question de la synonymie avec *Anomites Terebratulithes aperturatus*, espèce citée par E. SCHLOTHEIM en 1820 et décrite en 1822 sous le nom de *Terebratulites aperturatus*.

Il faut savoir que parmi les figures publiées par J. B. LAMARCK, la figure 5, a et b est seule à retenir et que sa ressemblance avec *Spirifer verneuili* est frappante, d'où les multiples confusions auxquelles elle a donné lieu.

T. DAVIDSON en 1850 (p. 442) avait déjà constaté que la figure ne correspondait pas à la réalité et que les caractères du spécimen l'identifiaient avec *Spirifer aperturatus* d'E. SCHLOTHEIM. Il refigura le spécimen type de J. B. LAMARCK (pl. XIV, fig. 40) en y apportant des corrections.

Un nouvel examen montra récemment à G. GATINAUD (1947, p. 418) que le dessin de T. DAVIDSON, tout en étant plus exact, n'est pas encore une image fidèle du spécimen. G. GATINAUD a constaté que le dessin de T. DAVIDSON est inversé, que des bifurcations ne sont pas toujours à leur place et parfois manquent encore.

Il faut savoir aussi que le « Type » figuré par E. SCHLOTHEIM en 1822 (pl. 7, fig. I, a et b) comme *Spirifer aperturatus* est le résultat de la synthèse des caractères observés par l'auteur sur 6 spécimens (W. PAECKELMANN, 1942, p. 50) et que ce type tel qu'il est figuré n'existe donc pas.

Or, la plupart des auteurs ont mis les deux espèces en synonymie en prenant comme espèce type soit *Spirifer canaliferus* soit *Spirifer aperturatus*.

T. DAVIDSON, le premier (1850, p. 442) après avoir examiné le type de J. B. LAMARCK, déclara que l'espèce de J. B. LAMARCK devait avoir la priorité malgré l'imperfection des figures publiées. J. GOSSELET (1894, p. 59) conserva *Spirifer aperturatus* en posant la question de savoir laquelle des espèces est à rejeter.

W. PAECKELMANN (1942, p. 55) se rallie à l'opinion de J. GOSSELET pour conserver plutôt le nom donné par E. SCHLOTHEIM, la figuration de *Spirifer aperturatus* correspondant au type de l'espèce alors que celle de J. B. LAMARCK se rapporterait davantage à la variété *verneuiformis* W. PAECKELMANN.

Enfin, G. GATINAUD (1947, p. 418) constate que le type de J. B. LAMARCK ne présente pas les caractères du *verneuili* mais ceux de l'*aperturatus*. L'auteur pense que ce dernier nom doit être supprimé et remplacé par *Spirifer canaliferus* parce que plus ancien. Je crois pour ma part qu'en vertu des règles internationales, *Spirifer canaliferus* doit être maintenu parce que plus ancien et *Spirifer aperturatus* éliminé en tant que synonyme du premier.

2. Les variétés.

a) Variété type. Correspond aux spécimens figurés par E. SCHLOTHEIM (1822, pl. 17, fig. 1, a et b), H. G. BRONN (1851-1856, pl. II, fig. 13 et 13a), J. GOSSELET (1894, pl. VII, fig. 66, 68, 69), etc.

b) Variété *cuspidata* E. ARCHIAC et E. VERNEUIL, 1842. Cette variété tenticuloïde avait été pressentie par L. BUCH (1840, p. 88); elle accompagne les types d'après les auteurs et différerait du *Spirifer tenticulum*, auquel elle ressemble beaucoup, uniquement par la multiplication des côtes sur les flancs. Pour ma part, et sans avoir vu les spécimens, il se pourrait que cette variété soit une espèce autonome et n'aurait rien de commun avec *Spirifer canaliferus*. L'angle apical est petit, la valve ventrale est pyramidale par suite de la hauteur de l'aréa. Je ne puis admettre que difficilement que l'on soit en présence de spécimens néalogiques de la variété type dont les caractères sont tellement différents. D'autre part, le fait qu'une côte se bifurque sur le flanc, ce qui se produit très rarement d'après W. PAECKELMANN (1942, p. 65) et qui pourrait être accidentel, ne constitue pas un motif suffisant pour en faire une variété.

D'après E. ARCHIAC et E. VERNEUIL, la variété *cuspidata* serait reliée à la variété type par une série ininterrompue de formes. Pour W. PAECKELMANN (1942, p. 64) certaines de ces formes de passage seraient à peine séparables de la variété *gosseleti* du *Spirifer verneuili*, d'autres seraient identiques au *Spirifer tenticulum* (W. PAECKELMANN, 1942, p. 58).

Pour F. FRECH (1896, p. 250) la distinction de la variété *cuspidata* avec *Spirifer tenticulum* ne paraît pas bien établie.

A mon avis, la variété *cuspidata* n'a pas les caractères de l'espèce, c'est-à-dire les grosses côtes de section triangulaire, se multipliant sur les flancs. Il y aurait lieu, je crois, d'y voir une espèce autonome, celle-ci serait d'ailleurs très voisine du *Spirifer tenticulum*.

c) Variété *echinulata* E. ARCHIAC et E. VERNEUIL, 1842. La forme générale est la même que celle de la variété type. Elle s'en sépare par une microsculpture particulière, identique, pour autant que le dessin soit exact, à celle de *Cyrtospirifer stolbovi* D. NALIVKIN. Le sommet

des côtes est tuberculé alors que les espaces intercostaux restent unicostulés par les micro-costules de croissance. L'aréa est très élevée. Les côtes radiaires sont sensiblement plus nombreuses et plus fines que dans la variété type; de plus, elles ne se multiplient pas sur les flancs. Ces caractères ne sont plus ceux de l'espèce.

d) Variété *latistriata* F. FRECH, 1894. Caractérisée par des côtes plus fortes dans le sinus que sur les flancs et une forme plus allongée.

Pour W. PAECKELMANN, cette variété est une espèce autonome de la partie inférieure et moyenne du Dévonien moyen et qui appartient au groupe du *Spirifer daleidensis*.

e) Variété *lagovienis* G. GÜRICH, 1896. La variété *lagovienis* est nettement tenticuloïde, à grande aréa un peu courbée, à valve ventrale pyramidale, à sinus nettement limité et bourrelet plat, peu élevé. Les côtes sont bifurquées dans le sinus et sur le bourrelet, elles ne paraissent pas l'être sur les flancs. Par leur largeur et leur petit nombre, les côtes constituent le seul caractère qui puisse rapprocher cette variété de l'espèce. Pour le reste, les caractères me paraissent trop différents, malgré les termes de passage que G. GÜRICH y aurait trouvés.

f) Variété *alata* G. GÜRICH, 1896. Cette variété est basée sur un seul exemplaire de petite taille qui se distingue des autres par son allongement et son aréa plate. Les caractères invoqués par l'auteur me semblent peu discriminatoires, d'autant plus qu'il s'agit d'un spécimen jeune, dans lequel les caractères spécifiques commencent à peine à se manifester et qu'on pourrait attribuer à beaucoup d'espèces.

g) Variété *verneuiformis* W. PAECKELMANN, 1942. Elle a été créée par W. PAECKELMANN pour désigner les formes de passage au *Spirifer verneuili*. Elle s'en distingue par la multiplication des côtes sur les flancs bien que d'après l'auteur ce caractère ne soit pas constant. Elle se distingue de la variété type par une forme plus allongée équithyride, par une aréa plus élevée et moins courbée. Le sinus et le bourrelet sont moins prononcés. Le profil est généralement plus aplati comme dans le *verneuili*. La microsculpture est la même que dans la variété type. Il semble ressortir de la description de l'auteur que la variété *verneuiformis* comprend plusieurs formes dont celle à grosses côtes et celle à fines côtes. Je crois, pour ma part, que les spécimens à grosses côtes sont à rapporter à la Forme I de l'espèce (fig. 22, 23, 24, pp. 58 et 59), la variété type représentant la Forme II. Les spécimens à fines côtes appartiendraient à une autre espèce, peut-être le *Spirifer verneuili*.

h) Variété *pseudolatistriata* G. GATINAUD, 1947. Récemment G. GATINAUD a découvert, dans la collection d'ORBIGNY au Muséum de Paris, un spécimen qu'il croit pouvoir distinguer de l'espèce type sous forme de variété. Elle diffère de la variété type par une ligne cardinale plus courte, par une aréa plus élevée et par un nombre plus grand de côtes, un bourrelet plus élevé et un sinus plus profond. Il se pourrait à mon avis que cette variété, basée sur un seul spécimen, soit simplement un représentant de la Forme II. Une comparaison avec d'autres spécimens de LvV égal serait indispensable pour vérifier si l'aréa est réellement plus élevée que dans la variété type.

3. Discussion du genre. — Les genres *Terebratula*, *Terebratulithes*, *Spirifera* ne sont pas à discuter parce que trop anciens.

Trigonotreta utilisé par H. G. BRONN (1835) et plus tard par C. SCHUCHERT (1913) ne peut convenir parce que synonyme de *Spirifer* sensu stricto (?). *Schizospirifer* (A. GRABAU, 1931) s'adresse à *Spirifer aperturatus* var. *latistriatus* qui appartient au groupe de *Spirifer daleidensis* et n'a donc aucun rapport avec l'espèce.

Tenticospirifer a été employé par G. GATINAUD (1948). Pour ma part, ce sous-genre est mal défini parce que ce que C. C. TIEN a pris pour un septum dorsal est en réalité une éminence qu'on rencontre fréquemment dans beaucoup d'espèces et qui est un épaississement prolongeant la base du processus cardinal dans la paroi de la valve. Suivant l'inclinaison du plan de coupe apparaissent deux fossettes séparées par une colonne qui donne l'illusion de l'existence d'un septum médian.

Cyrtospirifer a été utilisé pour la première fois en 1930 par D. NALIVKIN.

4. Discussion des spécimens figurés. — Le spécimen figuré par H. M. D. BLAINVILLE en 1830 (pl. 52, fig. 8) est une copie de la figure 4 de J. B. LAMARCK (1789, pl. 244) et ne se rapporte pas à l'espèce.

La *Trigonotreta aperturata* de H. G. BRONN (1835-1837, pl. II, fig. 13) serait, pour ma part, un représentant de la Forme II.

En 1841, J. PHILLIPS publia (pl. 30, fig. 133) une figure très mauvaise d'un spécimen incomplet qui laisse le plus grand doute quant à son attribution à l'espèce. Pour E. KAYSER (1871) il s'agirait de *Spirifer daleidensis* J. STEININGER.

Le spécimen de la planche 14, figure 40 publié par T. DAVIDSON en 1850 est le même que celui de J. B. LAMARCK (1789, pl. 244, fig. 5) mais dont le dessin est partiellement corrigé (G. GATINAUD, 1947).

H. G. BRONN a refiguré en 1850-1856 le même spécimen qu'il avait déjà figuré en 1835-1837 et qui appartiendrait à la Forme II.

Les spécimens figurés par J. SCHNUR en 1853 (pl. 35, fig. 5, a-e) ne sont pas des *aperturatus*. Pour E. KAYSER, la figure 5e se rapporterait à *Spirifer daleidensis*.

T. DAVIDSON a refiguré le spécimen de J. PHILLIPS (1841) qui serait un *Spirifer daleidensis* pour E. KAYSER (T. DAVIDSON, 1864).

La figure 44 de F. A. QUENSTEDT (1871) paraît être un représentant de la Forme II. La figure 43 se rapporte à la variété *echinulata* ou à une espèce autonome. Quand à la figure 45, je ne puis l'attribuer à l'espèce qu'avec doute, ne voyant pas les caractères spécifiques.

F. MAURER (1885, pl. 7, fig. 1) a figuré un spécimen qui me paraît fort différent de l'espèce par le contour. Je doute qu'il s'agisse de *Spirifer canaliferus*. Le *Spirifer canaliferus* de T. TSCHERNYSCHEW (1887) est une forme tenticuloïde sans rapport avec l'espèce. Elle rappelle la variété *cuspidata*.

La figure 7a de F. FRECH (1894, p. 44) est une vue du bord marginal d'un des spécimens originaux d'E. SCHLOTHEIM. Il est difficile de déterminer à quelle Forme il appartient.

Les spécimens figurés par J. GOSSELET (1894, pl. VII) paraissent tous appartenir à la Forme II bien que la figuration de l'aréa soit insuffisante. La figure 67, a et b n'est pas un *canaliferus* mais un *Cyrtospirifer orbelianus*; une bifurcation est visible sur le flanc gauche de la figure 67a, elle est accidentelle à mon avis car le reste des caractères rattache indubitablement l'individu à l'*orbelianus*.

La figure 14 d'E. HOLZAPFEL (1895, pl. 16) représente un spécimen qui est probablement à rattacher à la Forme II. L'aréa est peu élevée et déjà assez fortement courbée.

G. GÜRICH (1909, pl. 44, fig. 4) semble reproduire le dessin de F. A. QUENSTEDT (1871, pl. 53, fig. 44). Le spécimen appartient vraisemblablement à la Forme II.

F. FRECH a reproduit en 1911 les dessins déjà publiés par lui en 1894.

Le spécimen figuré par D. NALIVKIN (1930, pl. X, fig. 4) est à classer avec les Formes II, l'aréa étant peu élevée et assez courbée. En plus, la forme devient gibbeuse.

La figure 37, *a* et *b* de K. TORLEY (1934, pl. 8) représente un individu qui me paraît un peu différent par son contour. Il rappelle celui figuré par F. MAURER (1885, pl. 7, fig. I et Ia). Il semble appartenir à la Forme II.

W. PAECKELMANN a figuré en 1942 une belle série d'individus dont quelques-uns de la Forme I : fig. 21, p. 54; fig. 22, p. 58; fig. 23 et 24, p. 59, les trois derniers de sa variété *verneuiformis*. Il est difficile de déterminer à quelle Forme il faut rattacher les individus figurés à la planche 2, car les aréas ne sont pas représentées.

Le spécimen A de la figure 4 de G. GATINAUD (1948, p. 205) est celui de J. B. LAMARCK et appartient à la Forme I, tandis que la figure 4*b* que G. GATINAUD attribue à sa variété *pseudolatistriata* est un représentant de la Forme II. Toutefois, une comparaison avec d'autres spécimens d'âge égal serait nécessaire pour confirmer ce rattachement.

Le dessin de la planche 115, figure 18 publié par G. et H. TERMIER (1950) est insuffisant pour être discuté.

Répartition stratigraphique. — *Cyrtospirifer canaliferus* est une espèce qui apparaît dans la partie supérieure du Dévonien moyen (Couvinien, *Co2* et Givetien d'après E. MAILLIEUX, 1941, p. 4 et A. RENAUD, 1942, p. 157). Elle se perpétue jusque dans la base du Dévonien supérieur (Frasnien, *F2a*) après quoi elle semble disparaître bien que G. H. TERMIER l'aurait découverte dans le Strunien de Mechra ben Abbou au Maroc.

En Allemagne elle est très répandue dans la partie supérieure du Dévonien moyen des environs de Cologne.

A. RENAUD (1942, p. 157) l'aurait rencontrée dans le Couvinien supérieur du Finistère (France).

D. NALIVKIN (1930, p. 129) l'a signalée dans le Néodévonien de Kara-Tau (Turkestan).

Cyrtospirifer tenticulum (R. I. MURCHISON, E. VERNEUIL, A. KEYSERLING, 1845).

Liste des citations.

1845. *Spirifer tenticulum* R. I. MURCHISON, E. VERNEUIL, A. KEYSERLING, p. 159, pl. V, fig. 7, *a-e*.
 1850-1856. *Spirifer tenticulum* G. et F. SANDBERGER, p. 323, pl. 31, fig. 12 et 12*a*.
 1886. *Spirifer tenticulum* P. N. WENJUKOFF, p. 64, pl. 3, fig. 1, *a-c*, fig. 3.
 1887. *Spirifer tenticulum* T. TSCHERNYSCHEW, p. 69, pl. 10, fig. 13, *a-d*.
 1894. *Spirifer Verneuili* J. GOSSELET, pl. IV, fig. 26, *a-d*, pl. V, fig. 46 et 47.
 1896. *Spirifer obtusus* G. GÜRICH, p. 250, pl. VIII, fig. 5 et 5, *a, b*.
 1900. *Spirifer tenticulum* F. FRECH, p. 195, pl. XV, fig. 6, *a-c*.
 1900. *Spirifer Verneuili* var. *tenticulum* H. SCUPIN, p. 82.
 1908. *Spirifer tenticulum* E. RIGAUD, p. 16.
 1909. *Spirifer* ? *tenticulum* M. VASILIEWSKI, p. 469.
 1912. *Spirifer tenticulum* H. MANSUY, p. 72, pl. 13, fig. 5, *a-g*.
 1913. *Spirifer verneuili* var. *tenticulum* W. PAECKELMANN, p. 306.
 1917. *Spirifer tenticulum* var. *recta* W. A. OBRUTSCHEW.
 1917. *Spirifer* var. *curvae* W. A. OBRUTSCHEW.
 1918. *Spirifer verneuili* var. *tenticulum* J. JAROSZ, p. 100, pl. 8, fig. 3, *a* et *b* et 4-7.
 1930. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *tenticulum* D. NALIVKIN, p. 76, pl. VII, fig. 8 et 9.
 1930. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) cf. *tenticulum* D. NALIVKIN, p. 77.
 1931. *Spirifer* cf. *tenticulum* var. *quadrangularis* A. GRABAU, p. 377.
 1932. *Spirifer tenticulum* L. KHALFIN, p. 9, pl. 15 et 16.
 1935. *Spirifer buregi* D. NALIVKIN in R. HEKKER, p. 210, pl. XI, fig. 4 et 5; pl. XII.
 1936. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) cf. *tenticulum* D. NALIVKIN, p. 20, pl. II, fig. 8.
 1936. *Cyrtospirifer tenticulum* L. N. KRAYESVSKAYA, p. 69, pl. I, fig. 9; pl. II, fig. 6.
 1937. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) aff. *tenticulum* D. NALIVKIN, p. 87.
 1938. *Spirifer tenticulum* H. BIELENSTEIN, p. 47.
 1938. *Spirifer* (*Tenticospirifer*) *tenticulum* C. C. TIEN, p. 117, pl. 17, fig. 4-7; pl. 18, fig. 1, *a-d*.

1941. *Cyrtospirifer tenticulum* E. MAILLIEUX, p. 5.
 1941. *Cyrtospirifer tenticulum* D. NALIVKIN, p. 180, pl. 7, fig. 3 et 5.
 1941. *Cyrtospirifer* aff. *tenticulum* D. NALIVKIN, p. 181.
 1942. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* var. *tenticulum* W. PAECKELMANN, p. 131.
 1947. *Tenticospirifer tenticulum* G. A. COOPER, p. 321.
 1952. *Cyrtospirifer tenticulum* T. G. SARYTCHEVA et A. N. SOKOLSKAIA, p. 177, pl. 49, fig. 273.
 1955. *Cyrtospirifer tenticulum* T. I. FEDOROVA, p. 37.
 1955. *Cyrtospirifer* cf. *tenticulum* A. K. KRILOVA, p. 312.
 1955. *Cyrtospirifer tenticulum* M. F. MIKRYUKOV, p. 244.
 1955. *Cyrtospirifer tenticulum* G. P. BATANOVA, p. 186.

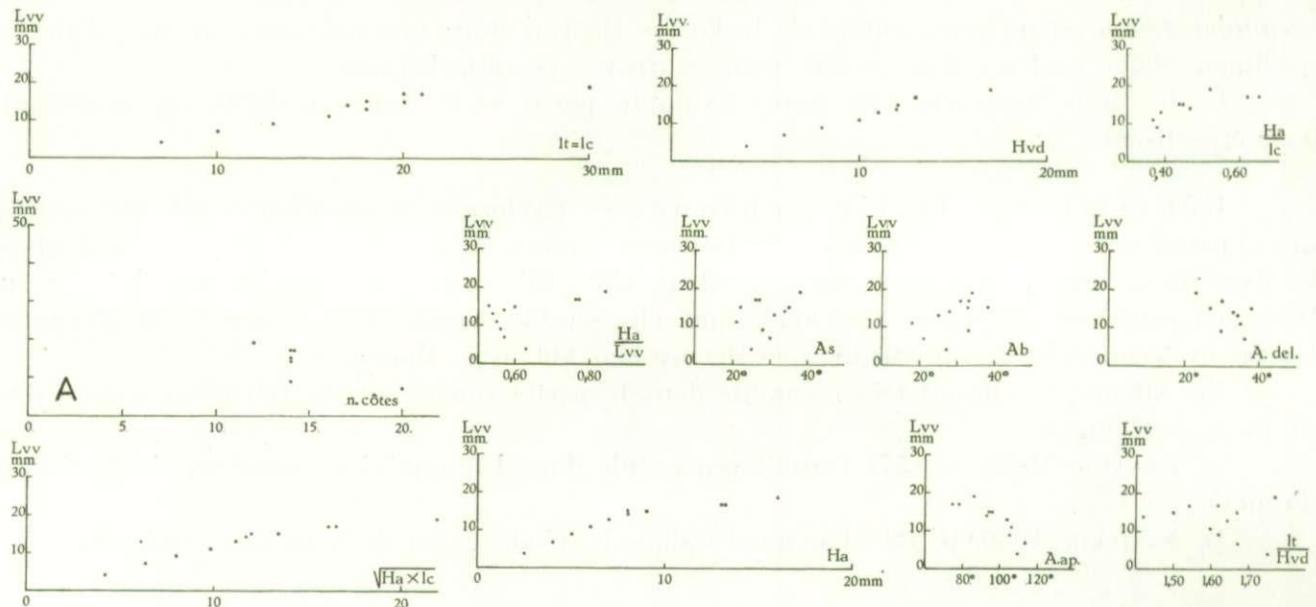


FIG. 74. — *Cyrtospirifer tenticulum* (M. V. K.).

Variation des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 A : Variation du nombre des côtes radiales en 1 cm au bord marginal à partir du sinus,
 par rapport à la longueur de la valve ventrale.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* atteignant une taille moyenne. Valve ventrale pyramidale, valve dorsale presque plate. Aréa très élevée et peu courbée. Généralement équithyride, rarement brachythyride. Sinus étroit et profond, nettement limité, bourrelet dorsal peu proéminent. Côtes radiales fines, arrondies, simples sur les flancs, se multipliant par dichotomie et intercalation dans le sinus et sur le bourrelet. Plaque delthyriale petite, mince et concave, pas de callosité apicale. Lamelles dentaires minces courtes, convergentes. Microcostulation concentrique de croissance seule.

Description.

1. **Valves.** — Valve ventrale pyramidale, équithyride, beaucoup plus profonde que la dorsale. Sa croissance est très rapide. Le rapport It/Hvd est anormal, sa variabilité vers $Lvv=15$ mm attesterait la présence des deux Formes. Crochet droit, pointu. Valve dorsale operculaire, peu bombée.

2. **Aréa.** — L'aréa ventrale est de grande taille, à développement très rapide; elle est plate ou légèrement courbée, faisant un angle d'environ 90° avec le plan de séparation des valves. L'angle apical faible varie de 75° à 113° et diminue rapidement avec l'âge, ce qui

dénote une tendance à la courbure des arêtes marginales. L'angle delthyrial qui est également faible diminue avec l'âge et varie de 23° à 38° . Le rapport Ha/lc augmente d'abord lentement, puis atteint des valeurs nettement supérieures. Le rapport Ha/Lvv diminue jusque vers $Lvv=15$ mm pour augmenter très rapidement. Ces particularités, sans être anormales, semblent indiquer la présence des deux Formes. Par contre, la « surface » de l'aréa augmente régulièrement, cette dimension perd son caractère généralement discriminatoire à cause de la compensation qui existe dans le produit $Ha \times lc$. L'aréa dorsale est très basse, presque inexistante.

3. *Deltidium*. — Les fragments conservés ne sont pas utilisables pour une description.

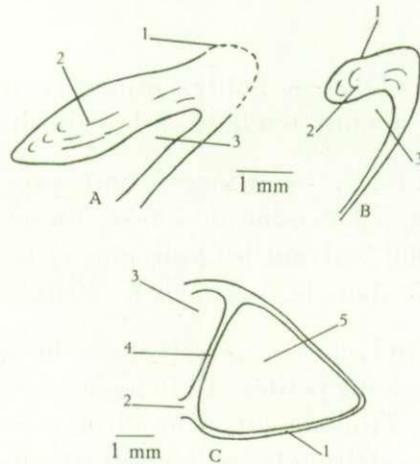


FIG. 75. — *Cyrtospirifer tenticulum* (M. V. K.).

A : Coupe dans le plan de symétrie bilatérale du spécimen n° 4035. — B : Idem dans le spécimen n° 4036. — C : Coupe perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale dans la région du crochet du spécimen n° 4035.

1 : aréa; 2 : plaque delthyriale; 3 : cavité post-delthyriale; 4 : lamelle dentaire; 5 : cavité apicale latérale.

4. *Sinus et bourrelet*. — Le sinus est étroit, de section anguleuse, bien limité et parfois assez profond. Le bourrelet est largement arrondi, peu élevé mais bien limité par deux sillons qui tendent à s'atténuer avec l'âge. La languette sinale est petite, à bord arrondi. Les angles du sinus et du bourrelet augmentent avec l'âge, conséquence de la courbure des côtes et des sillons bordiers.

5. *Macrosculpture*. — Les côtes radiaires sont étroites et de section semi-circulaire; les espaces intercostaux ont la même largeur que les côtes. Celles-ci sont simples sur les flancs et ne se multiplient que dans le sinus et sur le bourrelet, par dichotomie et par intercalation.

Ornementation concentrique. Les lamelles sont fréquentes, fines et souvent en mauvais état de conservation, la plupart des spécimens sont partiellement décortiqués.

Remarque. — D'après le spécimen n° 4043 ($Lvv=4$ mm) très petit et exceptionnellement bien conservé, la multiplication des côtes dans le sinus et sur le bourrelet ne commence que vers $Lvv=3$ mm; avant ce stade le sinus et le bourrelet sont complètement lisses. A $Lvv=2$ mm environ les côtes des flancs n'apparaissent qu'après un stade embryonnaire où la coquille est entièrement lisse et on voit apparaître le sinus et le bourrelet vers $Lvv=0,5$ mm.

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. Elle est simple et ne se compose que des microcostules de croissance qui dénombrées sur deux spécimens ont donné les chiffres suivants : 60 par mm (n° 4043, Lvv=4 mm), 30 par mm (n° 4039, Lvv=10 mm). A un fort grossissement, elles apparaissent irrégulièrement festonnées.

b) Sur l'aréa. Des traces de costulation transversale apparaissent dès Lvv=1 mm environ. Elles se réunissent pour former une costule plus grosse. Elles ne couvrent pas l'entièreté de la surface de l'aréa et laissent une zone unicostulée près des arêtes marginales. La mauvaise conservation des spécimens n'a pas permis de délimiter cette zone.

Morphologie interne.

1. Plaque delthyriale. — Petite, mince, concave, peu profondément située dans le delthyrium, ne marquant aucune tendance à la callosité apicale.

2. Lamelles dentaires. — Minces, sauf près du crochet, peu développées, courtes, de forme particulière due à l'étendue de l'aréa. En section, elles sont convergentes et font entre elles un angle de 30° à 60° suivant les individus et la distance de la coupe au crochet. Leur divergence sur Lvv est de 27° dans le spécimen n° 4040.

3. Apophyses articulaires. — D'après le spécimen n° 4040, spécialement préparé, les apophyses articulaires sont petites et allongées. Le bourrelet deltidial est de section arrondie et montre des stries d'accroissement semi-elliptiques. La rainure deltidiale est assez large et profonde. La rainure hypodeltidiale est largement ouverte. Les cavités glénoïdes sont étroites, un peu allongées, à base forte et épaisse.

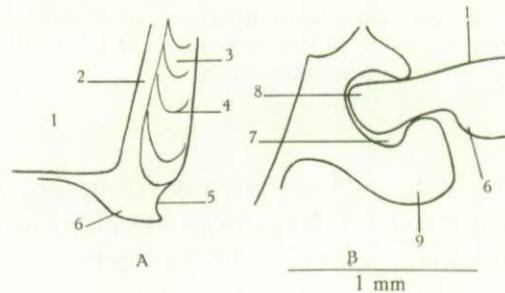


FIG. 76. — *Cyrtospirifer tenticulum* (M. V. K.).

A : Schéma du bourrelet deltidial d'après le spécimen n° 4040. — B : Coupe parallèle au plan de symétrie bilatérale dans la région des apophyses articulaires. 1 : aréa; 2 : rainure deltidiale; 3 : bourrelet deltidial; 4 : stries d'accroissement semi-elliptiques; 5 : rainure hypodeltidiale; 6 : épaissement de raccord au plateau cardinal; 7 : cavité glénoïde; 8 : apophyse articulaire; 9 : épaissement.

4. Myoglyphes. — Aucune empreinte n'est suffisamment conservée.

5. Empreintes ovariennes. — Aucune observée.

6. Empreintes vasculaires. — Aucune observée.

7. Appareil brachial. — L'insuffisance de spécimens n'a pas permis son examen.

Discrimination des Formes. — Le nombre d'individus est insuffisant et ne révèle pas la présence des deux Formes. L'espèce est peut-être dimorphe malgré l'homogénéité des concentrations de points, car les graphiques Ha/Lvv, Ha/lc, A.ap., It/Hvd semblent accuser une double tendance. En plus, j'ai observé des stries de croissance semi-elliptiques sur le bourrelet deltidial du spécimen n° 4040.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer tenticulum* se sépare des espèces *striatulus* et *conoideus* par ses côtes plus grosses et par ses sinus et bourrelet nettement limités. Il se distingue de *stolbovi* par son aréa moins anacline et surtout par le contour subrectangulaire de sa valve dorsale. Il s'écarte d'*utahensis* par la simplicité de ses côtes sur les flancs.

Discussion des citations. — Les spécimens figurés par P. N. WENJUKOFF (1886) se rapportent, pour ma part, avec doute à l'espèce *tenticulum* par leur grande taille, l'angle apical élevé, le sinus à profil arrondi et la courbure du crochet.

Les figures 6, a, b et c de F. FRECH (1900, pl. XV) ne s'y rapportent en aucune manière par la largeur de la coquille et la courbure de l'aréa.

J. JAROSZ (1919, p. 100, pl. 8, fig. 3 et 4) signale le *tenticulum* dans le Famennien. Les spécimens figurés s'écartent fortement de l'espèce par un angle apical élevé, une costulation plus large et la forme générale de la coquille.

La figure 4 de D. NALIVKIN (1930, pl. 7) appartiendrait pour W. PAECKELMANN (1942) à l'espèce *conoideus*. A celle-ci il faudrait rattacher, pour le même auteur, les spécimens figurés par H. MANSUY (1912). Le sinus est, en effet, peu profond et l'ornementation plus fine.

En 1917, W. OBRUTSCHEW a divisé l'espèce en deux variétés *recta* et *curvae*. Son travail est introuvable.

L. KHALFIN a publié (1932, p. 9, pl. 1, fig. 15 et 16) deux spécimens qui ne sont pas, à mon avis, des *tenticulum* par leur largeur excessive. La figuration défectueuse ne facilite pas la comparaison avec d'autres caractères.

Répartition stratigraphique. — *Cyrtospirifer tenticulum* semble cosmopolite mais est rare partout. Il apparaît au Givetien. Il a été découvert par G. et F. SANDBERGER (1850-1856, p. 323) dans les calcaires à Stringocéphales de Wilmar en Allemagne et dans les couches du même âge sur les rives du Lac Ilmen et près de Zadonsk, sur les bords du Don, par R. I. MURCHISON, E. VERNEUIL et A. KEYSERLING (1845, p. 160). G. GÜRICH (1896) l'a signalé dans le Dévonien supérieur de Kielce (Pologne) et D. NALIVKIN (1930) dans le Dévonien supérieur de Semiluki (URSS). C. C. TIEN (1938, p. 117) l'a découvert en Chine dans le Hunan. En Belgique il monte jusque dans le Frasnien supérieur qu'il ne semble pas dépasser.

Cyrtospirifer utahensis (F. B. MEEK, 1876).

(Pl. III, fig. 24 à 28.)

Liste des citations.

1876. *Spirifer utahensis* F. B. MEEK, p. 345, pl. I, fig. 4a-c.
 1877. *Spirifer utahensis* F. B. MEEK, p. 39, pl. 3, fig. 1, a-c.
 1884. *Spirifer disjuncta* C. D. WALCOTT, p. 134.
 1940. *Spirifer utahensis* C. W. MERRIAM, p. 89, pl. 10, fig. 5-7.
 1947. *Tenticospirifer utahensis* G. A. COOPER, p. 321, pl. 121, fig. 45 et 46.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe, atteignant une taille moyenne, à contour allongé ou moins allongé, mégathyride, un peu ailé. Aréa élevée, plate ou faiblement courbée. Valve ventrale pyramidale. Sinus large et assez profond, de profil subanguleux. Bourrelet

arrondi, peu proéminent, avec languette sinale courte. Côtes radiales larges se multipliant par intercalation et par dichotomie sur toute la surface des valves. Plaque delthyriale assez longue, mince, sans callosité apicale. Lamelles dentaires minces, courtes et convergentes. Microcostulation concentrique de croissance seule.

Description.

1. Valves. — La valve ventrale est pyramidale dans le jeune âge, mégathyride, beaucoup plus profonde que la dorsale. Sa croissance est rapide et égale dans les deux Formes. Le rapport lt/Hvd est nettement discriminatoire et varie fort peu avec l'âge dans chacune des

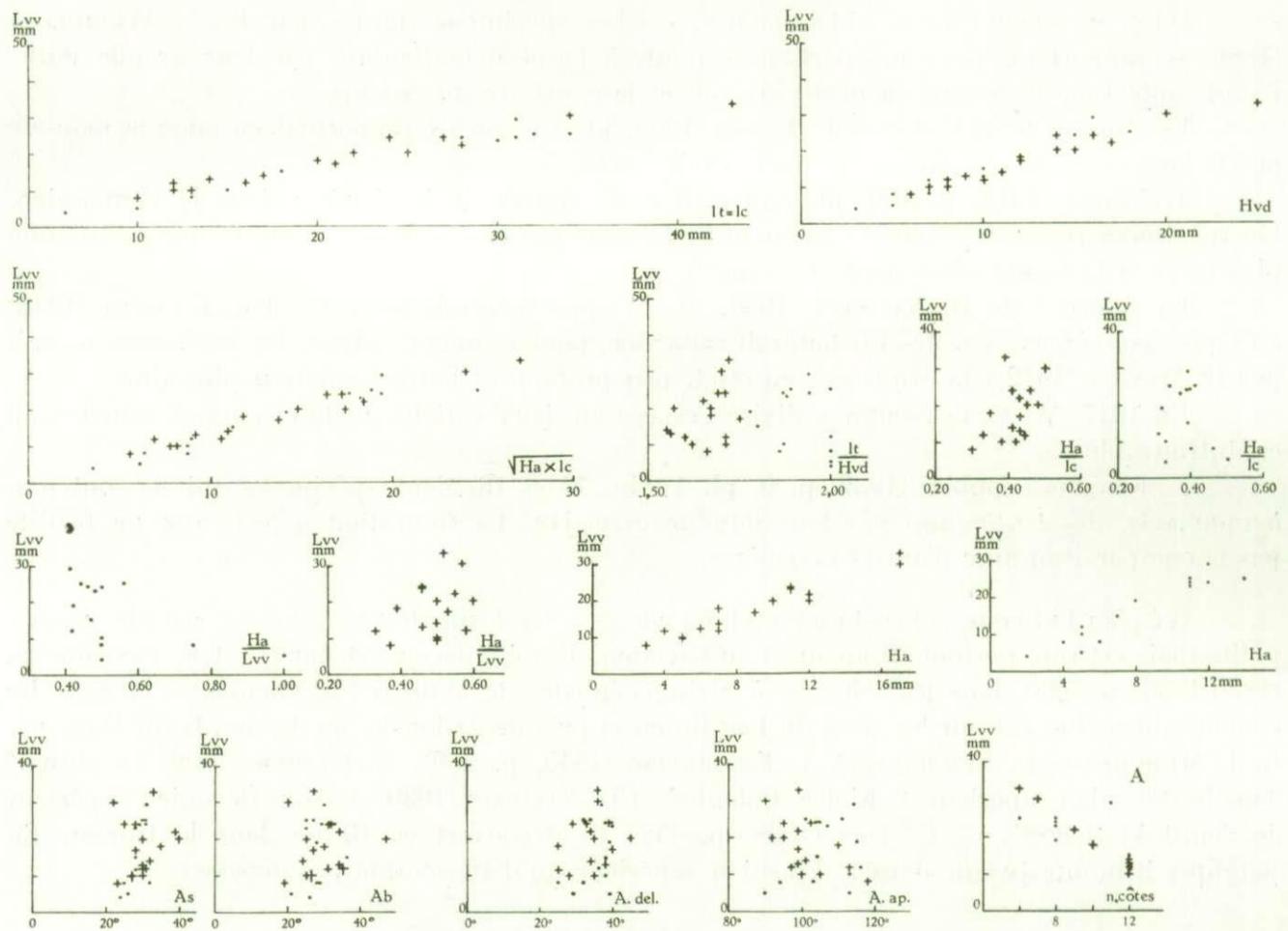


FIG. 77. — *Cyrtospirifer utahensis* (F. B. MEEK).

Variation des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.

A : Variation du nombre de côtes radiales en 1 cm au bord marginal à partir du sinus.

● = Forme I; + = Forme II.

Formes, de 1,55 à 1,75 pour la Forme II et de 1,78 à 2,00 pour la Forme I. Le crochet, généralement droit et pointu, tend à se coucher avec l'âge, le rapport Ha/Lvv semble marquer une tendance à la diminution dans la Forme I et à l'augmentation dans la Forme II. L'insuffisance de spécimens ne permet pas le contrôle de cette assertion. La valve dorsale est presque plate. Sa vitesse de croissance a la même valeur dans les deux Formes.

2. Aréa. — L'aréa ventrale est de grande taille, à développement rapide, plate dans le jeune âge, avec une tendance à la courbure à l'âge adulte. Il ne semble guère y avoir de différence d'une Forme à l'autre. L'angle apical serait un peu plus grand dans la Forme I; sa variabilité est étendue, de 90° à 118° , et semble diminuer avec l'âge dans la Forme II. L'angle delthyrial varie de 25° à 45° dans les deux Formes. La « surface » de l'aréa perd sa valeur discriminatoire habituelle, à cause de la compensation qui existe dans le produit $Ha \times lc$. Le rapport Ha/lc , qui tend à augmenter dans la Forme II, semble se stabiliser dans la Forme I. Cela signifie que le triangle de l'aréa s'élève au cours de la croissance dans la Forme II tandis qu'il conserve des contours homologues dans la Forme I. L'aréa dorsale est basse et inobservable.

3. Deltidium. — Les fragments conservés ne sont pas utilisables pour une description.

4. Sinus et bourrelet. — Le sinus est large, de section arrondie, souvent subanguleux, bien limité surtout dans le jeune âge, tendant à s'évaser dans les stades gérontiques. Le bourrelet, peu proéminent, arrondi, parfois subanguleux, est limité par deux sillons intercostaux un peu plus larges que les autres. La languette sinale est petite. Les angles du sinus et du bourrelet ont une faible tendance à augmenter au cours de la croissance.

Remarque. — L'angle du sinus est supérieur à celui du bourrelet dans 65 % des cas, il lui est inférieur dans les autres.

5. Macrosculpture. — Les côtes radiaires, de section semi-circulaire, sont élevées et étroites dans le jeune âge. Au cours de la croissance elles s'élargissent en s'aplatissant. Les espaces intercostaux, d'abord plus étroits que les côtes, atteignent leur largeur dans les stades gérontiques. Les côtes se multiplient sur les flancs, déjà dans le jeune âge, par intercalation et par dichotomie. Elles se multiplient de la même manière dans le sinus et sur le bourrelet. L'ornementation concentrique est rare mais accentuée, produisant quelquefois une dénivellation qui atteint 0,5 mm.

Remarque. — D'après le spécimen n° 1862, très petit ($L_{vv}=4$ mm), les côtes radiaires apparaissent vers $L_{vv}=1$ mm. A ce stade, le sinus est lisse et les côtes sinales n'apparaissent que vers $L_{vv}=1,5$ mm.

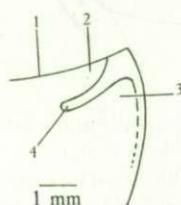


FIG. 78. — *Cyrtospirifer utahensis* (F. B. MEEK).

Section polie dans le plan de symétrie bilatérale du spécimen n° 4212.

1 : aréa; 2 : cavité deltidiale; 3 : cavité post-delthyriale; 4 : plaque delthyriale.

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. La décortication n'a pas suffisamment conservé la microsculpture et l'ornementation qui reste est trop vague. La microsculpture devait se composer uniquement des microcostules de croissance.

b) Sur l'aréa. La costulation longitudinale de croissance est rare et subit des dénivellations dans le plateau cardinal identiques à celles observées sur les valves. La microcostulation transversale n'occupe pas toute la surface de l'aréa et laisse, près des arêtes marginales, une zone à peine costulée. Les microcostules ne se réunissent que rarement.

Morphologie interne.

1. **Plaque delthyriale.** — Assez longue, mince, peu profondément située dans le delthyrium, sans callosité apicale.

2. **Lamelles dentaires.** — Courtes, foliacées, même dans la région du crochet. Convergentes, en coupe elles font entre elles un angle de 40° à 46° environ.

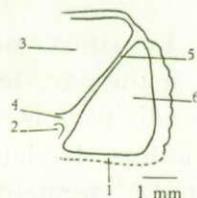


FIG. 79. — *Cyrtospirifer utahensis* (F. B. MEEK).
Section polie perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale dans la région du crochet du spécimen n° 4212.

1 : aréa; 2 : cavité deltidiale; 3 : cavité post-delthyriale; 4 : plaque delthyriale;
5 : lamelle dentaire; 6 : cavité apicale latérale.

3. **Apophyses articulaires.** — D'après le spécimen n° 1869, spécialement préparé, les apophyses articulaires sont relativement grosses, occupant entièrement la cavité glénoïde. Celles-ci ont une base mince, tandis que le plateau cardinal est très épais, mais sans épaissement de raccord.

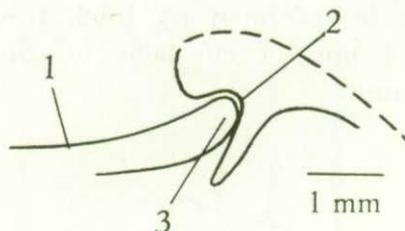


FIG. 80. — *Cyrtospirifer utahensis* (F. B. MEEK).
Section polie parallèle au plan de symétrie bilatérale dans la région de l'apophyse articulaire du spécimen n° 1869.
1 : aréa; 2 : cavité glénoïde; 3 : apophyse articulaire.

4. **Myoglyphes.** — Aucune empreinte utilisable.

5. **Empreintes ovariennes.** — Aucune observée.

6. **Empreintes vasculaires.** — Aucune observée.

7. **Appareil brachial.** — Le moule interne étant le plus souvent recristallisé, l'appareil brachial n'a pas été observé. Le spécimen brisé, n° 4210, montre un fragment de spiraliun, trop incomplet pour une description.

Discrimination des Formes I et II. — La distinction des Formes est basée uniquement sur le rapport lt/Hvd . Les autres dimensions ne paraissent pas discriminatoires. La Forme I est allongée, la Forme II étant plus étroite. La séparation n'est guère possible à vue et exige deux mensurations lt et Hvd . Ni l'aréa, ni l'angle apical ne semblent jusqu'à présent donner une indication suffisamment séparatrice. Les stries de croissance du bourrelet deltidial sont détruites par décortication.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer utahensis* est une espèce tenticuloïde très voisine de *tenticulum*. Elle se sépare des autres espèces par la multiplication des côtes sur les flancs.

Discussion des citations. — Le spécimen figuré par F. B. MEEK (1876, pl. I, fig. 4, *a-c*) appartiendrait à la Forme II par son étroitesse. Parmi ceux figurés par le même auteur en 1877, celui de la figure 1, *1a* serait de la Forme II pour des raisons identiques, les autres sont insuffisamment figurés.

C. D. WALCOTT (1884, p. 134) a considéré l'espèce comme synonyme de *Spirifer disjuncta*.

Répartition stratigraphique. — Les spécimens américains proviennent du Dévonien supérieur du Nevada, Iowa, Utah, Wyoming, Montana. En Belgique, l'espèce n'a été trouvée jusqu'à présent que dans le Frasnien moyen (*F2d*) où elle est abondamment représentée.

***Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON, 1870).**

(Pl. IV, fig. 7 à 18.)

Liste des citations.

1870. *Spirifer bisinus* H. LE HON, p. 497, pl. XI, fig. 9.
 1914. *Spirifer bisinus* H. KLÄHN, p. 18, pl. I, fig. 1, *a-c* et 2, *a-d*.
 1941. *Cyrtospirifer bisinus* E. MAILLIEUX, p. 5.
 1942. *Spirifer (Cyrtiopsis) bisinus* W. PAECKELMANN, p. 160, fig. 73 et 74; pl. 8, fig. 2.

Holotype :

Spirifer bisinus H. LE HON, 1870, spécimen n° 5386.

Bull. Soc. géol. France, 2^e sér., 27, 1870, pl. XI, fig. 9.

Localité : Givet (Charlemont, France).

Position stratigraphique : Frasnien moyen (*F2b*), schistes à *Receptaculites neptuni* et à *Spirifer bisinus*.

Conservé à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe, large ou étroit, mégathyride, mucroné, atteignant une taille moyenne. Aréa ventrale basse développée et peu courbée ou moins haute et plus courbée. Bourrelet dorsal peu élevé, nettement limité et creusé d'un sillon médian plus ou moins large et profond; sinus étroit et profond à profil arrondi. Symphytium non foraminé, soudé à la plaque delthyriale. Côtes radiaires fines et nombreuses, se multipliant par dichotomie sur les flancs, par dichotomie et par intercalation dans le sinus et sur le bourrelet. Tuberculations au sommet des côtes. Plaque delthyriale soudée au deltidium, callosité deltidiale. Lamelles dentaires courtes et épaisses, peu divergentes.

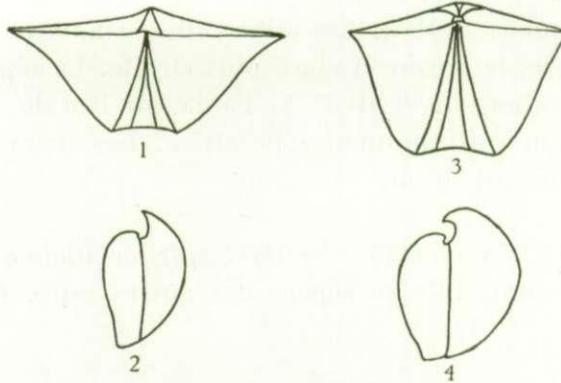


FIG. 81. — *Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON).
Spécimens typiques reconstitués, montrant le dimorphisme dans le stade éphébie.
Forme I : 1, de face; 2, de profil. — Forme II : 3, de face; 4 : de profil.

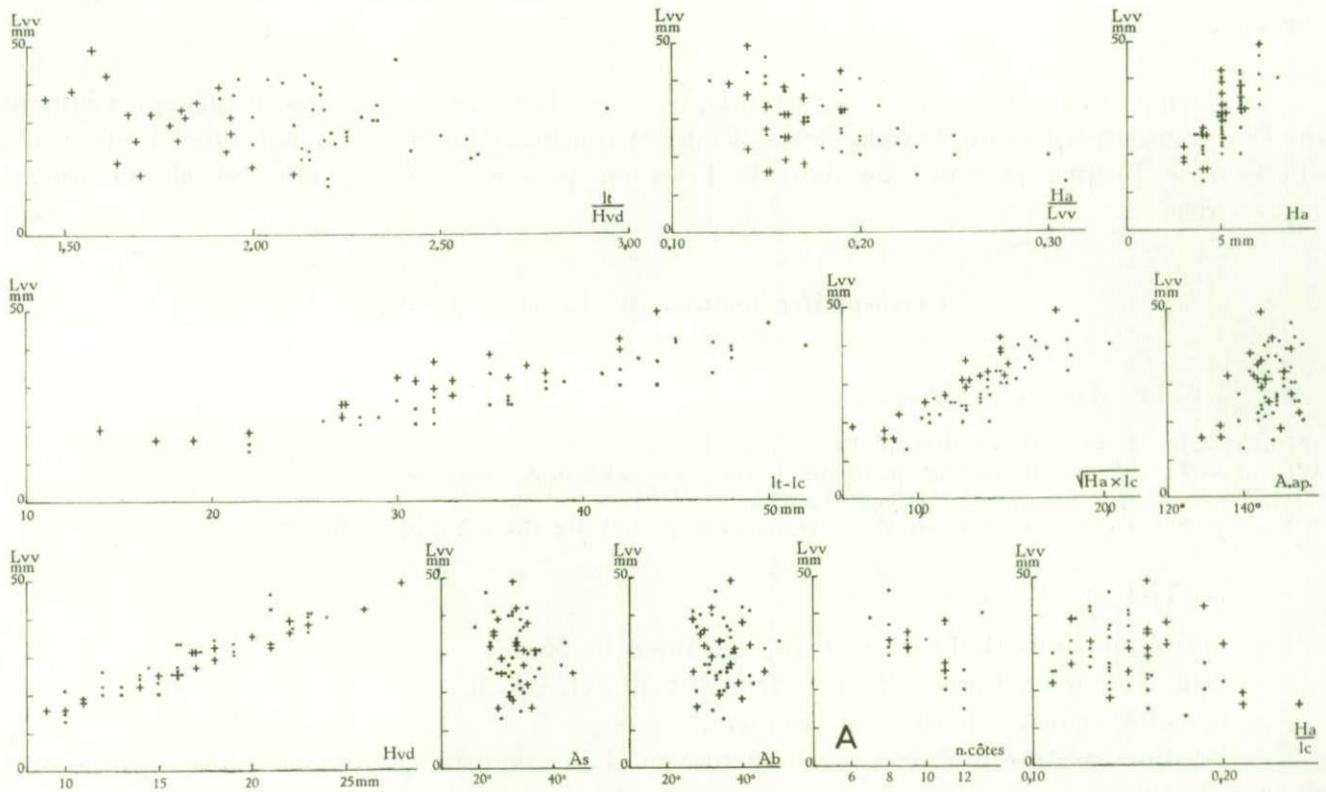


FIG. 82. — *Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON).
Variation des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.
A : Variation du nombre de côtes en 1 cm au bord marginal à partir du sinus,
par rapport à la longueur de la valve ventrale.
● = Forme I; + = Forme II.

Description.

1. Valves. — Forme I. La valve ventrale est ailée, mucronée, un peu plus profonde que la dorsale dont le contour tend vers la forme carrée car le rapport lt/Hvd diminue avec l'âge. La mégathyridie est générale.

Forme II. La forme est moins allongée, mucronée mais plus carrée. Le rapport It/Hvd diminue avec l'âge et est moins élevé que dans l'autre Forme. La mégathyridie est presque générale, un seul spécimen est brachythyride (n° 4084). La valve ventrale est toujours plus épaisse que la dorsale.

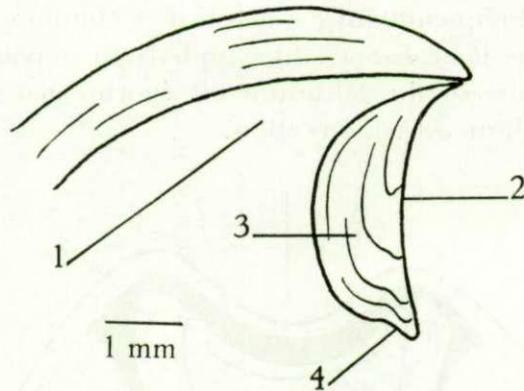


FIG. 83. — *Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON).
Section polie dans le plan de symétrie bilatérale du spécimen n° 4101.
1 : cavité apicale (post-delthyriale); 2 : deltidium (symphytium); 3 : plaque delthyriale; 4 : cavité deltidiale colmatée par la callosité deltidiale.

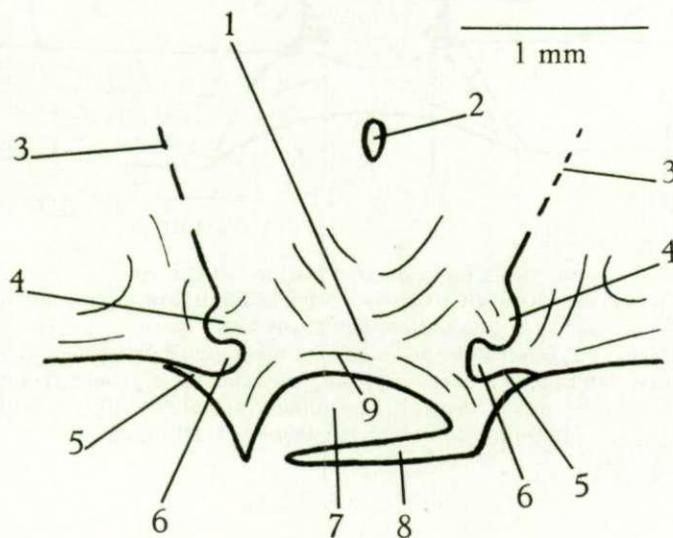


FIG. 84. — *Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON).
Section polie perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale au niveau du deltidium, dans le spécimen n° 4097.
1 : plaque delthyriale; 2 : cavité apicale (post-delthyriale); 3 : lamelle dentaire; 4 : rainure hypodeltidiale; 5 : rainure deltidiale; 6 : bourrelet deltidial; 7 : cavité deltidiale; 8 : bord extérieur convexe du deltidium; 9 : partie du deltidium soudée à la plaque delthyriale.

Remarques. — La largeur totale est plus courte dans la Forme II. Les épaisseurs Et, Evv et Evd sont de même valeur dans les deux Formes. La hauteur de la valve dorsale paraît un peu moins élevée dans la Forme I.

2. Aréa. — L'aréa ventrale est basse, à bords parfois subparallèles. Sa croissance est lente et sa hauteur est souvent plus grande dans la Forme I que dans la Forme II. Le crochet

est recourbé et plus en surplomb dans la Forme II. L'angle apical tend à augmenter légèrement au cours de la croissance. Le rapport H_a/L_{vv} , à peu près constant dans la Forme II, diminue nettement avec l'âge dans la Forme I. Le rapport H_a/l_c tend également à diminuer avec l'accroissement de la taille.

3. *Deltidium*. — Fréquemment conservé, il se compose de deux pièces triangulaires qui se soudent à un stade jeune, la croissance du symphytium se poursuit par l'arc basal. Il n'y a pas de foramen visible. L'épaisseur du *deltidium* est énorme par suite de sa soudure avec la plaque delthyriale, ce qui explique sa conservation.

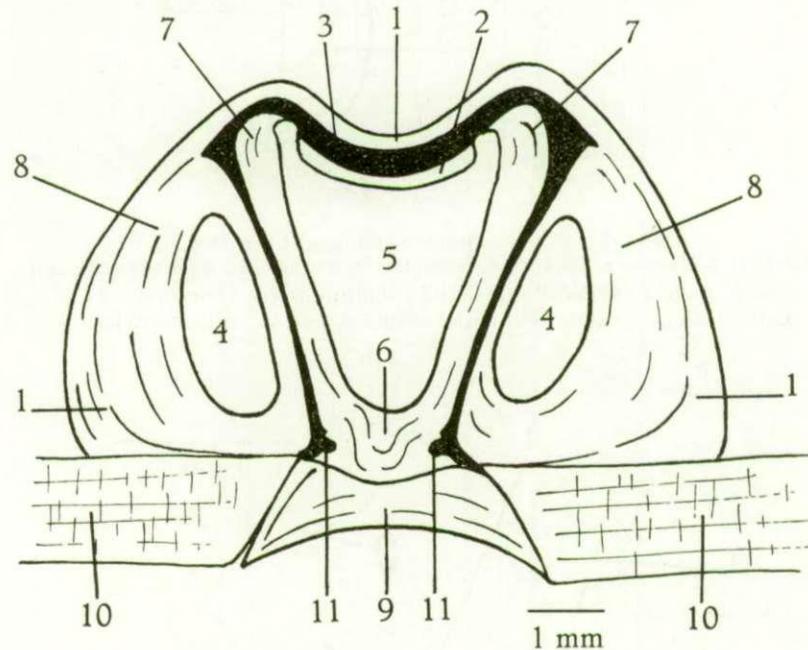


FIG. 85. — *Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON).
Section polie perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale au niveau du *deltidium* dans le spécimen n° 4098.

1 : fibrotest externe; 2 : callotest du pédonculaire médian; 3 : prismotest ventral interne; 4 : cavité apicale latérale; 5 : cavité apicale centrale ou post-delthyriale; 6 : plaque delthyriale; 7 : callotest apical central; 8 : callotest apical latéral; 9 : *deltidium* (symphytium); 10 : aréa; 11 : bourrelet deltidial.

4. *Sinus* et *bourrelet*. — Le sinus est étroit et profond, de profil arrondi. L'angle du sinus varie de 19° à 43° suivant les individus et il reste dans cette marge au cours de la croissance. L'angle du bourrelet présente également des variations individuelles assez fortes, de 27° à 50° . Il est creusé d'un sinus large et peu profond occupant presque toute sa largeur, le réduisant parfois à deux crêtes bordières. Ce sinus dans le bourrelet est la caractéristique de l'espèce par sa constance et par son importance. L'angle du bourrelet est plus grand que celui du sinus. La languette sinale se termine par un bord marginal anguleux.

5. *Macrosculpture*. — Les côtes radiaires, de section anguleuse, sont fines et nombreuses. Elles se multiplient sur les flancs par dichotomie et par dichotomie et intercalation dans le sinus et sur le bourrelet.

Ornementation concentrique. Fines et peu nettes, les lignes de croissance n'ont permis aucune mesure.

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. Les côtes sont couvertes de tubercules arrondis au nombre de 10 à 15 par mm, irrégulièrement disposés. Les espaces intercostaux ne portent pas de tubercules. Ces tubercules sont traversés par des microcostules de croissance. Ces dernières sont mal conservées mais une mesure sur le spécimen n° 1439 a révélé une densité de 32 par mm à $L_{vv}=18$ mm.

b) Sur l'aréa. La microcostulation longitudinale de croissance est fine, presque invisible. La costulation transversale est mal conservée. On peut cependant y reconnaître que les costules se joignent deux à deux mais aussi par véritables faisceaux de 10-15 pour former une costule large et plate. Elles ne couvrent pas l'entièreté de l'aréa et laissent une zone unicostulée, près des arêtes marginales, qui paraît assez large (spécimen n° 1438).

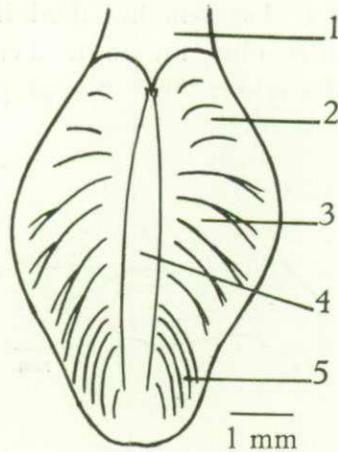


FIG. 86. — *Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON).
Myoglyphe ventral d'après le spécimen n° 4066.
1 : pédonculaire médian; 2 : diducteur accessoire; 3 : pédonculaire ventral; 4 : adducteur;
5 : diducteur principal.

Morphologie interne.

1. Plaque delthyriale. — La plaque delthyriale de *Cyrtospirifer bisinus* présente un mode de formation particulier. L'examen d'une série de sections polies m'a révélé que dans la région du crochet, le callotest apical central s'évagine du delthyrium pour former d'abord les deux plaquettes triangulaires du deltidium. Celles-ci se soudent très rapidement et prennent en coupe l'aspect d'une couronne circulaire ouverte vers l'intérieur de la coquille. L'étranglement qui commence un peu au-dessus du niveau des bourrelets deltidiaux se ferme de plus en plus pour finir par une soudure. Le tube deltidial se colmate à son tour, la plaque delthyriale fait corps avec le deltidium mais ne se colle pas à la paroi de la valve, de sorte que la cavité post-delthyriale reste ouverte. Il n'y a donc pas de callosité apicale. En observant une coupe dans le plan de symétrie bilatérale, on serait tenté de croire soit qu'il n'existe pas de plaque delthyriale, soit qu'il n'existe pas de deltidium tellement la fusion de ces deux organes est complète. Cependant, en poussant l'observation plus loin, on aperçoit des indices qui attestent leur présence simultanée. Au moment de la soudure des plaquettes deltidiales, la jonction des lèvres de l'étranglement n'est pas encore réalisée. Il en résulte une avance du deltidium sur la plaque delthyriale qui se manifeste par un profil sigmoïde du bord et qui reste observable dans toute la hauteur de l'ensemble. D'un autre côté, une coupe transversale au niveau précis de la

sigmoïde montre la cavité deltidiale comprise entre le bord convexe externe du deltidium et la partie soudée, encastrée dans les rainures et les bourrelets deltidiaux. La cavité deltidiale se colmate au lieu de la cavité post-delthyriale, il faut considérer cette particularité comme une callosité deltidiale. En tout cas, une confusion avec *Spirifer* sensu stricto serait aisée principalement en coupe dans le plan de symétrie bilatérale où la cavité apicale reste ouverte et où la plaque delthyriale paraît inexistante. La solidité du deltidium par suite de sa soudure avec la plaque delthyriale explique sa conservation.

Remarque. — La paroi de la valve ventrale peut dans certains spécimens accuser un épaissement callotestaire dans la région du crochet (W. PAECKELMANN, 1942, p. 160, fig. 73). Les lignes de croissance montrent clairement qu'il n'y a aucun rapport entre cet épaissement et la plaque delthyriale.

2. Lamelles dentaires. Les lamelles dentaires sont courtes, épaisses et larges. En coupe transversale elles font entre elles un angle d'environ 40° . Elles semblent devenir convergentes à leur extrémité où elles enserrant le myoglyphe.

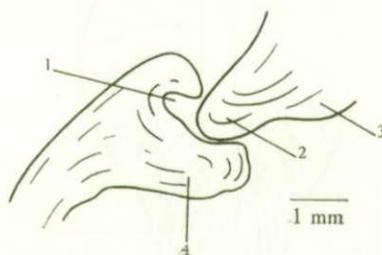


FIG. 87. — *Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON).
Section polie parallèle au plan de symétrie bilatérale
au niveau des apophyses articulaires dans le spécimen n° 4079.
1: cavité glénoïde; 2: apophyse articulaire; 3: épaissement de raccord au plateau
cardinal; 4: épaissement de la cavité glénoïde.

3. Apophyses articulaires. — En section polie elles paraissent assez épaisses. Quelques coquilles dégagées les montrent avec un gros épaissement de raccord au plateau cardinal. Les bourrelets deltidiaux, vus en coupe, sont de section arrondie avec une arête émoussée vers l'intérieur. La rainure deltidiale est large et peu profonde, la rainure hypodeltidiale est relativement étroite et profonde. La cavité glénoïde est large et sa base est épaisse.

4. Myoglyphes.

a) Ventral. Le myoglyphe ventral est enserré entre les lamelles dentaires qui par leur extrémité courbée lui donnent un contour losangique. Les détails structuraux sont trop mal conservés pour être décrits. On peut cependant y remarquer le pédonculaire médian lisse, les pédonculaires ventraux fortement développés, reconnaissables aux grosses côtes bifurquées, les diducteurs principaux finement striés et enfin les adducteurs qui sont larges.

b) Dorsal. Le myoglyphe dorsal est long et large, malheureusement mal conservé. Ses limites sont confuses sur le moule interne du spécimen n° 4066. On y distingue la grosse côte de séparation des adducteurs antérieurs et postérieurs et la grosse côte médiane de ces derniers. En outre quelques stries sont visibles à la base des adducteurs antérieurs.

5. Empreintes ovariennes. — Le spécimen n° 4066 (Forme II) possède de part et d'autre des myoglyphes de minuscules côtes longues qui ne suivent pas les côtes radiaires externes et avec lesquelles elles ne semblent avoir aucun rapport. Elles ont une densité de 2 par mm et sont probablement homologues des petits tubercules qu'on rencontre aux mêmes endroits dans d'autres espèces.

6. Empreintes vasculaires. — Non observées.

7. Appareil brachial.

a) Cruralium. Non observé.

b) Spiraliium. Le spécimen n° 4206 (L_{vv} = 20-25 mm) taillé spécialement pour l'étude de l'appareil brachial montre deux cônes spiraux dont le sommet est arrondi, faisant entre eux un angle de 110° environ et comprenant 14 tours de spires. La longueur d'un cône est de 11 mm et son diamètre inférieur est de 7 mm. Les spires sont constituées par le ruban plat, classique, arrondi vers l'intérieur, effilé vers l'extérieur et composé de deux couches.

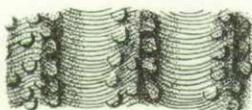


FIG. 88. — *Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON).
Microsculpture d'après les spécimens n° 1439 (Forme I) et n° 4078 (Forme II).

Discrimination des Formes I et II. — Par suite de leur variabilité, qui est assez forte, la discrimination des Formes n'est pas toujours aisée à première vue. La distinction est plus nette entre des spécimens de L_{vv} égal ainsi que l'accusent les graphiques $\sqrt{Ha \times lc}$, lt/Hvd, Ha/lc. Elle se fait moins bien par Ha malgré que dans la plupart des cas, à L_{vv} égal, l'aréa soit plus élevée et moins courbée dans la Forme I. On peut résumer ci-après les critères de séparation.

Forme I. Contour allongé — aspect aplati — aréa plus élevée et moins courbée.

Forme II. Contour moins allongé, plus carré — aspect gibbeux — aréa moins élevée et plus courbée.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer bisinus* se sépare facilement des autres espèces par son sinus dans le bourrelet. Ce sinus est parfois peu profond et d'autres espèces peuvent présenter occasionnellement ce caractère (*verneuili*, *grabau*, *stolbovi*, *monticolaformis*) de sorte qu'il peut en résulter des confusions. On les évite en comparant le spécimen à déterminer avec une série ontogénique bien établie. Le sinus dans le bourrelet n'est peut-être pas un caractère spécifique, mais pourrait avoir une origine d'ordre pathologique, puisqu'il affecte plusieurs espèces et plusieurs genres (*Cyrtospirifer-Spinocyrtia-Hysterolites*). La microsculpture commune aux espèces *orbelianus* et *stolbovi* l'écarte des autres *Cyrtospirifer* et sa morphologie le sépare de ces deux dernières.

Discussion des citations. — Le type figuré par H. LE HON appartient à la Forme I par son contour allongé et son aspect aplati. La valve ventrale a été utilisée en deux endroits par des observateurs précédents de sorte qu'il n'est plus mesurable.

H. KLÄHN (1914, pl. 1, fig. 1 et 2) a figuré deux spécimens qui se rapportent l'un (fig. 1, *a-c*) à la Forme I par sa largeur et son aplatissement, et l'autre (fig. 2, *a-d*) à la Forme II par la hauteur de la valve dorsale et son aspect plus gibbeux. Ces deux spécimens sont de grande taille.

L'individu figuré par W. PAECKELMANN (1942, pl. 8, fig. 2, *a* et *b*) appartient probablement à la Forme I par sa largeur (il est incomplet). W. PAECKELMANN a placé l'espèce dans le sous-genre *Cyrtiopsis* A. GRABAU qu'il a d'ailleurs amendé, parce qu'elle possède un deltidium. Je l'ai remise dans *Cyrtospirifer* parce que cet organe est réellement présent dans des espèces qui appartiennent sans aucun doute à *Cyrtospirifer*.

Répartition stratigraphique. — *Cyrtospirifer bisinus* ne semble exister en Belgique que dans le Frasnien moyen.

En Allemagne, H. KLÄHN (1914, p. 20) et W. PAECKELMANN (1942, p. 161) l'ont trouvé dans la base du Dévonien supérieur des environs d'Aix-la-Chapelle, accompagnant *Cyrtospirifer malaisei* et *Cyrtospirifer supradisjunctus*.

Cyrtospirifer verneuili (R. I. MURCHISON, 1840).

(Pl. IV, fig. 1 à 6.)

Liste des citations.

1840. *Spirifer Verneuili* R. I. MURCHISON, p. 252, pl. II, fig. 3, *a-c*.
 1840. *Spirifer lonsdalii* R. I. MURCHISON, p. 251, pl. II, fig. 2, *a-c*.
 1840. *Spirifera disjuncta* J. SOWERBY, pl. 53, fig. 8; pl. 54, fig. 12 et 13.
 1841. *Spirifera disjuncta* J. PHILLIPS, p. 74, pl. 29, fig. 129.
 1841. *Spirifera gigantea* J. PHILLIPS, p. 75, pl. 30, fig. 130.
 1841. *Spirifera distans* J. PHILLIPS, p. 73, pl. 29, fig. 127.
 1841. *Spirifera protensa* J. PHILLIPS, p. 69, pl. 28, fig. 118.
 1841. *Spirifera grandaeva* J. PHILLIPS, p. 76, pl. 30, fig. 131.
 1843. *Spirifer verneuili* O. D'HALLOY, pl. 4.
 1844. *Spirifer Verneuili* C. F. ROEMER, p. 73.
 1845. *Spirifer disjunctus* R. I. MURCHISON, E. VERNEUIL, A. KEYSERLING, p. 157, pl. 4, fig. 4, *a-d*.
 1846. *Spirifer Verneuili* E. VERNEUIL, p. 701.
 1846. *Spirifer Verneuili* E. VERNEUIL et M. ROUAULT, p. 322.
 1851. *Spirifera Verneuili* F. MCCOY, p. 376.
 1851-1856. *Spirifer disjunctus* H. G. BRONN, p. 318, pl. 2, fig. 8.
 1851. *Spirifer grandaeva* F. MCCOY, p. 375.
 1852. *Spirifer calcaratus* H. B. GEINITZ, p. 60, pl. 15, fig. 5-9.
 1853. *Spirifer Verneuili* J. SCHNUR, p. 205, pl. 35, fig. 4, *a-c*.
 1853. *Spirifer disjunctus* T. DAVIDSON, p. 354, pl. XV, fig. 2, *2a, 2b* et 3.
 1854. *Spirifer Verneuili* P. TCHIHATCHEF, p. 406.
 1854. *Spirifer Verneuili* R. I. MURCHISON, p. 263.
 1855. *Spirifer Verneuili* F. MCCOY, p. 376.
 1855. *Spirifer Verneuili* E. VERNEUIL et J. BARRANDE, p. 1016.
 1850-1856. *Spirifer calcaratus* G. et F. SANDBERGER, p. 320, pl. 31, fig. 10, *a-e*, fig. 11, *a-d*.
 1858. *Spirifer Archiaci* H. ABICH, p. 254, pl. 2, fig. 1, *a-d*.
 1858. *Spirifer Verneuili* H. ABICH, p. 525, pl. 2, fig. 3, *a* et *b*.
 1858. *Spirifer calcaratus* H. ABICH, p. 524, pl. 2, fig. 2, *a-c*.
 1860. *Spirifer disjunctus* F. A. ROEMER, p. 4, pl. 2, fig. 4.
 1864-1865. *Spirifera disjuncta* T. DAVIDSON, p. 23, pl. 5, fig. 1-12; pl. 6, fig. 1-8.
 1866-1869. *Spirifer Verneuili* E. VERNEUIL, p. 471.
 1867. *Spirifera disjuncta* J. HALL, p. 243, pl. 41, fig. 1-19; pl. 42, fig. 1-20.
 1868. *Spirifer disjunctus* W. DAMES, p. 494.
 1868. *Spirifer Verneuili* O. D'HALLOY, p. 311, fig. 125.
 1869. *Spirifer Verneuili* T. DAVIDSON, p. 78, pl. 4, fig. 19 et 20.
 1871. *Spirifer Verneuili* F. A. QUENSTEDT, p. 503, pl. 53, fig. 48-57.
 1871. *Spirifer Verneuili* E. KAYSER, p. 587.
 1871. *Spirifer Verneuili* var. *echinulata* E. KAYSER, p. 587.
 1876-1877. *Spirifer Verneuili* J. GOSSELET, p. 311.

- 1876-1877. *Spirifer disjunctus* L. DE KONINCK, p. 100.
 1876. *Spirifer disjunctus* C. F. ROEMER, pl. 35, fig. 2 et 3.
 1878. *Spirifer Verneüli* E. RIGAUX, p. 2.
 1878. *Spirifer disjunctus* E. BAYLE, pl. 14, fig. 1-5.
 1879-1880. *Spirifer Verneüli* J. GOSSELET, p. 122.
 1880. *Spirifer Archiaci* G. ROMANOWSKI, p. 101, pl. 13, fig. 5, *a-f* et fig. 6.
 1880. *Spirifer disjunctus* G. ROMANOWSKI, p. 102, pl. 14, fig. 1, *a*.
 1880. *Spirifer calcaratus* G. ROMANOWSKI, p. 103, pl. 14, fig. 3, *a-c*; pl. 15.
 1880. *Spirifer Verneüli* J. GOSSELET, pl. 4, fig. 3.
 1880. *Spirifer Verneüli* J. GOSSELET, p. 125.
 1881. *Spirifer Verneüli* T. DAVIDSON, p. 339, pl. 38, fig. 9-14.
 1882. *Spirifer Verneüli* E. HOLZAPFEL, p. 34.
 1882. *Spirifer Verneüli* C. BARROIS, p. 257, pl. X, fig. 7.
 1882. *Spirifer Verneüli* E. KAYSER, p. 60, pl. II, fig. 12-14.
 1882-1884. *Spirifer Verneüli* T. DAVIDSON, p. 35, pl. II, fig. 1.
 1884. *Spirifer disjunctus* T. TSCHERNYSCHEW, pl. II, fig. 7.
 1884. *Spirifer Verneüli* E. KAYSER, p. 88, pl. 10, fig. 3.
 1885. *Spirifer Verneüli* J. M. CLARKE, p. 396.
 1886. *Spirifer Verneüli* P. N. WENJUKOFF, p. 64, pl. 3, fig. 4; pl. 4, fig. 4.
 1886. *Spirifer Archiaci* P. N. WENJUKOFF, pl. 3, fig. 2, 5 et 7; pl. 4, fig. 1 et 3.
 1887. *Spirifer disjunctus* T. TSCHERNYSCHEW, p. 59.
 1891. *Spirifera disjuncta* J. F. WHITEAVES, p. 221, pl. 29, fig. 24.
 1891. *Spirifera disjuncta* var. *occidentalis* J. F. WHITEAVES, p. 22, pl. 29, fig. 5 et 5, *a*.
 1893. *Spirifer Verneüli* G. F. WHIDBORNE, p. 104.
 1894 A. *Spirifer Verneüli* J. GOSSELET, p. 119.
 1894 B. *Spirifer Verneüli* J. GOSSELET, pl. I, fig. 3, *b* et *c*; pl. II, fig. 8, fig. 10; pl. III, fig. 12, *a-c*, fig. 14, *a-d*; pl. IV, fig. 20, *a-c*, fig. 23, *a* et *b*, fig. 30, fig. 40, *a* et *b*; pl. V, fig. 43, *a-c*, 51, *a* et *a'*, 52, *a* et *a'*.
 1894. *Spirifer disjunctus* J. HALL et J. M. CLARKE, pl. XXX, fig. 14 et 15.
 1894. *Spirifer disjunctus* var. *sulcifer* J. HALL et J. M. CLARKE, pl. XXX, fig. 16.
 1896. *Spirifer Verneüli* G. GÜRICH, p. 248.
 1896. *Spirifer Archiaci* G. GÜRICH, p. 248.
 1896. *Spirifer Verneüli* G. F. WHIDBORNE, 3, p. 152, pl. 18.
 1900. *Spirifer Verneüli* F. FRECH, p. 195, pl. 15, fig. 7, *a-c*.
 1900. *Spirifer Archiaci* F. FRECH, p. 195, pl. 15, fig. 8, *a-c*.
 1900. *Spirifer disjunctus* var. *animasensis* G. H. GIRTY, p. 48, pl. IV, fig. 10.
 1900. *Spirifer Verneüli* H. SCUPIN, p. 79.
 1900. *Spirifer Verneüli* var. *Archiaci* H. SCUPIN, p. 81.
 1902. *Spirifer Verneüli* F. DREVEMANN, p. 510.
 1902. *Spirifer disjunctus* W. H. HUDLESTON, p. 54, pl. 2.
 1902. *Spirifer Verneüli* A. MARTELLI, p. 353, pl. 14, fig. 1-3; var. *disjunctus*, p. 359, pl. 14, fig. 13 et 14; var. *Lonsdalii*, p. 360, pl. 14, fig. 8-10; var. *subarchiaci*, p. 357, pl. 14, fig. 4-7; var. *subextensa*, p. 362, pl. 14, fig. 15-17.
 1903. *Spirifer Archiaci* var. *Orbeliana* G. GÜRICH, p. 142, pl. 14, fig. 3; var. *bisellata*, p. 141, pl. 14, fig. 1 et 2; var. *minor*, p. 142, pl. 14, fig. 4, *a-c*; var. *typus*, p. 143.
 1908. *Spirifer Verneüli* N. YAKOWLEW, p. 26, pl. I, fig. 1-4.
 1909. *Spirifer Verneüli* G. GÜRICH, p. 135, pl. 44, fig. 5, *a* et *b*.
 1912. *Spirifer Verneüli* H. MANSUY, p. 83, pl. 15, fig. 8, *a-c*.
 1912. *Spirifer Verneüli* var. *yunnannensis* H. MANSUY, p. 80, pl. 15, fig. 4.
 1912. *Spirifer disjunctus* CH. PROSSER, p. 534, pl. 29, fig. 3-6.
 1912. *Spirifer Verneüli* H. KLÄHN, p. 20.
 1912. *Spirifer Verneüli* var. *conoideus* H. KLÄHN, p. 21.
 1912. *Spirifer Archiaci* H. KLÄHN, p. 22, pl. 2, fig. 8.
 1913. *Spirifer disjunctus* G. PELLIZARI, p. 34; var. *Archiaci*, p. 36; var. *subextensus*, p. 37; var. *subarchiaci*, p. 38, pl. I, fig. 6, *a-e*; var. *Vicarii*, p. 39, pl. I, fig. 7, *a-e*; var. *Gortanii*, p. 40, pl. I, fig. 4, *a-c*; var. *Lonsdalei*, p. 41.
 1913. *Spirifer Verneüli* W. PAECKELMANN, p. 305.
 1913. *Spirifer Verneüli* var. *tenticulum*, W. PAECKELMANN, p. 306.
 1918. *Spirifer Verneüli* J. JAROSZ, p. 98, pl. 8, fig. 1, *a-e*.
 1918. *Spirifer Verneüli* var. *tenticulum* J. JAROSZ, p. 100, pl. 8, fig. 2-7.
 1918. *Spirifer Archiaci* var. *minor* J. JAROSZ, pl. 8, fig. 23, *a-c*.
 1922. *Spirifer Verneüli* F. R. C. REED, p. 63, pl. XI, fig. 15; pl. XII, fig. 1-5; var. *mastujensis*, p. 63, pl. XII, fig. 6-10 et 10, *a*; var. *Archiaci*, p. 63, pl. XI, fig. 14.
 1922. *Spirifer disjunctus* var. *subarchiaci* I. HAYASAKA, p. 36, pl. II, fig. 23 et 24; var. *verneüli*, p. 37, pl. III, fig. 1, *a-c*; var. *vicarii*, p. 38, pl. III, fig. 3, *a-c*; var. *gortanii*, p. 39, pl. III, fig. 5, *a* et *b*; var. *lonsdalei*, p. 40, pl. III, fig. 4, *a-c*.

1923. *Spirifer Verneuili* R. WULFF, p. 48.
 1924. *Spirifer disjunctus* H. BEKKER, pl. III, fig. 28-31.
 1928. *Spirifer* cf. *Verneuili* H. GALLWITZ, p. 520.
 1929. *Spirifer Verneuili* R. DEHÉE, p. 18, pl. III.
 1929. *Spirifer Verneuili* W. MÜLLER, p. 260, pl. 2.
 1930. *Spirifer verneuili* E. MAILLIEUX, p. 106, pl. III, fig. 1, *a* et *b*; var. *ambosulcata*, p. 106, pl. III, fig. 2, *a* et *b*.
 1930. *Spirifer Verneuili* N. MENCHIKOFF, p. 182.
 1930. *Spirifer Verneuili* E. ROCH, p. 142.
 1930. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *disjunctus* D. NALIVKIN, p. 75; var. *supradisjunctoidea*, p. 75, pl. VII, fig. 7.
 1930. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *Verneuili* D. NALIVKIN, p. 124, pl. X, fig. 15.
 1931. *Spirifer verneuili* A. GRABAU, p. 227, pl. 28, fig. 1, *a-c*; var. *gosseleti*, p. 228, pl. 28, fig. 2, *a-e*, 3, *a-d*; var. *lonsdalii*, p. 226, pl. 27, fig. 6, *a-e*.
 1931. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* W. PAECKELMANN, p. 142.
 1932. *Spirifer disjunctus* var. *subarchiaci* S. LÖWENECK, p. 83, pl. 3, fig. 15, *a-c*; var. *gortani*, p. 84, pl. 4, fig. 4, *a* et *b*.
 1933 A. *Spirifer verneuili* G. DELÉPINE, p. 156, pl. VII, fig. 6 et 7.
 1933 B. *Spirifer verneuili* G. DELÉPINE, p. 69.
 1933. *Spirifer verneuili* E. MAILLIEUX, p. 75.
 1933. *Spirifer verneuili* var. *julii* G. LECOINTRE et G. DELÉPINE, p. 69, pl. 14.
 1933. *Spirifer verneuili* H. YABE et M. NODA, p. 521.
 1933. *Spirifer verneuili* H. SCHMIDT, p. 128, pl. 4, fig. 12, *a* et *b*.
 1934. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *Archiaci* B. MARKOWSKY et D. NALIVKIN, p. 25, pl. V, fig. 1-7; pl. VI, fig. 12.
 1934. *Spirifer Verneuili* E. RIVIÈRE, p. 84, pl. I, fig. 6.
 1936. *Cyrtospirifer* cf. *archiaci* L. N. KRAYEVSKAYA, p. 69, pl. I, fig. 7; cf. *disjunctus* var. *supradisjunctoidea*, p. 70, pl. I, fig. 10.
 1936. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* var. *subarchiaci* E. MAILLIEUX, p. 25.
 1936. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) aff. *archiaci* D. NALIVKIN, p. 19.
 1936. *Spirifer verneuili* H. TERMIER, p. 1195.
 1937. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *calcaratus* D. NALIVKIN, p. 90, pl. 17, fig. 90; pl. 17, fig. 1-6, 9-11.
 1937. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *archiaci* D. NALIVKIN, p. 91, pl. 17, fig. 7 et 8.
 1937. *Spirifer verneuili* C. E. LEESE et J. SETCHELL.
 1937. *Spirifer disjunctus* B. V. MILORADOVITCH, p. 509, fig. 4; p. 516, fig. 16.
 1938. *Spirifer Verneuili* H. BIELENSTEIN, p. 47.
 1938. *Spirifer Archiaci* H. BIELENSTEIN, p. 47.
 1938. *Spirifer verneuili* P. COMTE, p. 74.
 1938. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) cf. *verneuili* D. NALIVKIN, p. 87.
 1938. *Spirifer verneuili* H. PAUL, p. 40.
 1939. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* H. J. HARRINGTON, p. 124.
 1939. *Spirifer lonsdalii* mut. *phi* K. OZAKI, p. 256, pl. 40, fig. 9, *a* et *b*.
 1940. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* E. MAILLIEUX, p. 6.
 1940. *Spirifer Verneuili* J. COTTREAU, p. 197, pl. VII, fig. 12.
 1942. *Spirifer verneuili* J. ROGER, p. 124.
 1942. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* A. RENAUD, p. 156, pl. VII, fig. 4.
 1942. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* var. *subarchiaci* A. RENAUD, p. 156.
 1942. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) cf. *disjunctus* M. A. STAINBROOK, p. 884, fig. 11-13.
 1942. *Spirifer disjunctus* J. G. WOODRUFF, p. 21, fig. 5, B, F et H; p. 28, fig. 8, H; p. 35, fig. 9, H, J et L.
 1942. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* typus W. PAECKELMANN, p. 76, fig. 35-41; pl. 3, fig. 2-4, *a*; var. *acutosinu*, p. 95; var. *lonsdalii*, p. 96, fig. 43-45; pl. 3, fig. 5-8; var. *grabaui*, p. 111, fig. 51-55; pl. 4, fig. 1-3; var. *gosseleti*, p. 117, fig. 56 et 57; pl. 4, fig. 4 et 5; var. *ambosulcata*, p. 121, fig. 58; pl. 4, fig. 6; var. *syringothyriiformis*, p. 123, fig. 59 et 60; pl. 4, fig. 7 et 8; var. *archiaciformis*, p. 125, fig. 61; pl. 5, fig. 1 et 2; var. *orbiana*, p. 129; var. *vicarii*, p. 129, fig. 62; pl. 5, fig. 3; var. *tenticulum*, p. 131; var. *archiaci*, p. 132, fig. 63 et 64; pl. 5, fig. 4 et 5; var. *cuboides*, p. 137, fig. 65; pl. 5, fig. 6, *a* et *b*.
 1942. *Spirifer* (*Cyrtiopsis*) *pseudolonsdalii* W. PAECKELMANN, p. 161, fig. 17b et 75; pl. 8, fig. 3.
 1943. *Spirifer* (*Cyrtia*) *disjunctus* F. R. C. REED, p. 104.
 1943. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* var. *guttata* F. R. C. REED, p. 103.
 1943. *Cyrtospirifer archiaci* E. A. IVANOVA, p. 275, fig. 8.
 1944-1945. *Spirifer verneuili* E. WESENBERG-LUND, p. 97, fig. 22.
 1947. *Cyrtospirifer disjunctus* G. A. COOPER, p. 321, pl. 122, fig. 1-3.
 1948. *Spirifer verneuili* T. R. MELLADO, pl. 33, 34 et 36; var. *obovati*, pl. 29.
 1950. *Cyrtospirifer verneuili* W. G. H. MAXWELL, p. 5, pl. I, fig. 8-11.
 1950. *Cyrtospirifer verneuili* G. et H. TERMIER, pl. 108, fig. 5-8; pl. 113, fig. 26-31.
 1950. *Spirifer archiaci* J. SAMSONOVICZ, pl. II, fig. 2, *a-c*.
 1950. *Cyrtospirifer disjunctus* T. W. E. DAVID et W. R. BROWN, p. 259, pl. 26 (*b*).
 1951. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* M. GIGOUT, p. 334.
 1951. *Cyrtospirifer disjunctus* T. W. AMSDEN, p. 292.

1952. *Spirifer (Cyrtospirifer) verneuili* D. LE MAÎTRE, p. 337, pl. 4, fig. 1-20; pl. 6, fig. 14.
 1952. *Spirifer (Trigonotreta) verneuili* T. SHIKAMA, pl. 6.
 1952. *Spirifer disjunctus* T. G. SARYTCHEVA et A. N. SOKOLSKAIA, p. 182, pl. 50, fig. 279.
 1953. *Cyrtospirifer verneuili vicarii* G. DAHMER et H. QUIRING, p. 477.
 1953. *Spirifer verneuili* K. TACHIBANA, p. 214.
 1954. *Cyrtospirifer disjunctus* C. F. KILFOYLE, p. 261.
 1955. *Cyrtospirifer disjunctus* T. I. FEDOROVA, p. 33.
 1955. *Cyrtospirifer verneuili* S. I. NOVOJLOVA, p. 84.
 1956. *Spirifer disjunctus* P. S. WARREN et G. R. STELCK, pl. 25.

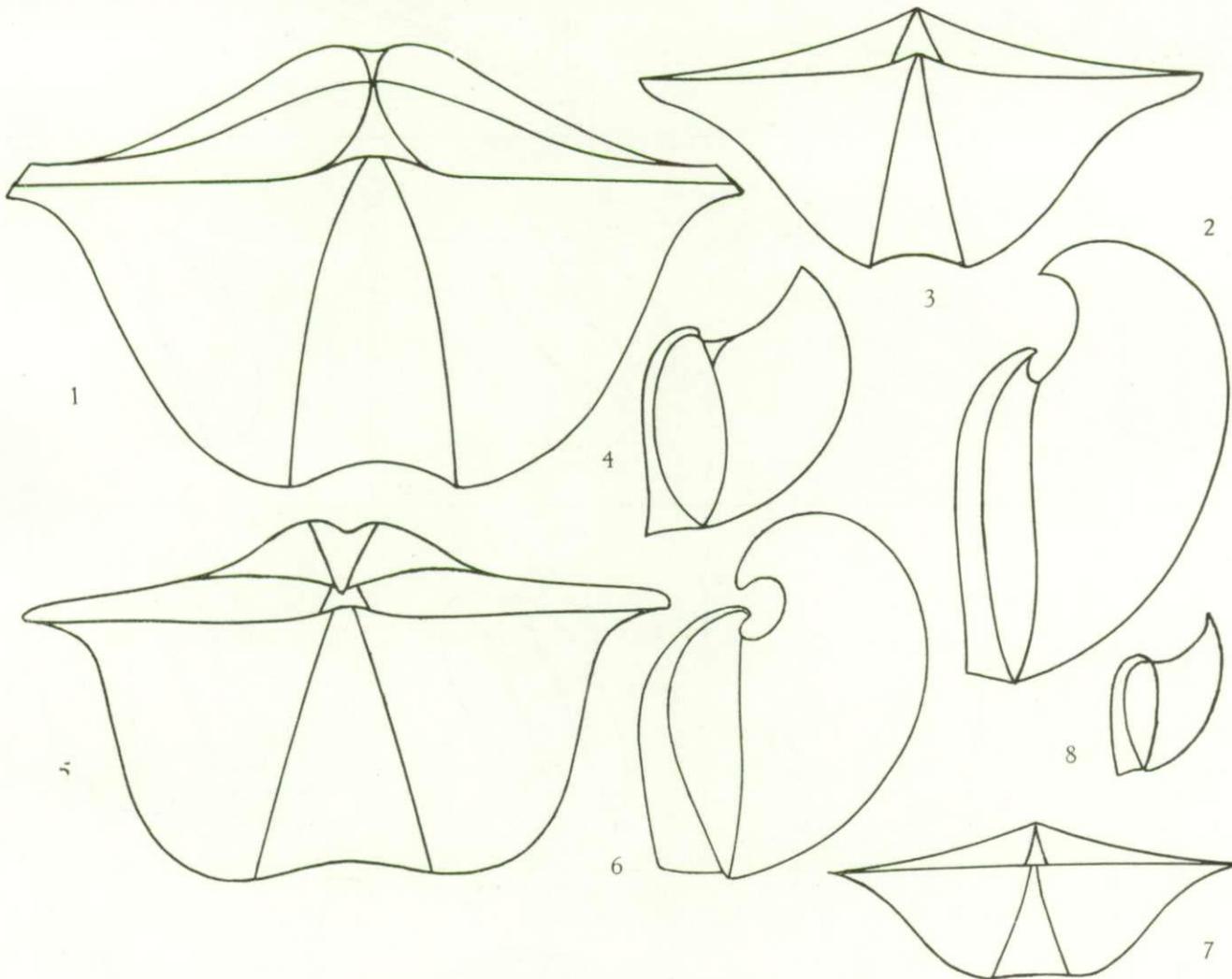


FIG. 89. — *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON).
 Spécimens typiques, stade jeune et stade gérontique.
 Fig. 1 à 4, Forme I; fig. 5 à 8, Forme II.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe, ailé mégathyride, mucroné, atteignant une grande taille. Aréa élevée, apsacline, peu courbée, ou aréa moins élevée, apsacline, parfois procline. Sinus et bourrelet de dimensions très variables, de section anguleuse ou semi-circulaire. Symphytium foraminé hypothyrde. Côtes radiaires étroites, anguleuses ou arrondies s'aplatissant en s'élargissant vers le bord marginal, adichotomiques sur les flancs, se multipliant par dichotomie et intercalation dans le sinus et sur le bourrelet. Plaque delthyriale longue et épaisse, faible tendance à la callosité apicale. Lamelles dentaires épaisses, de longueur moyenne, peu divergentes. Microcostulation pseudoradiaire.

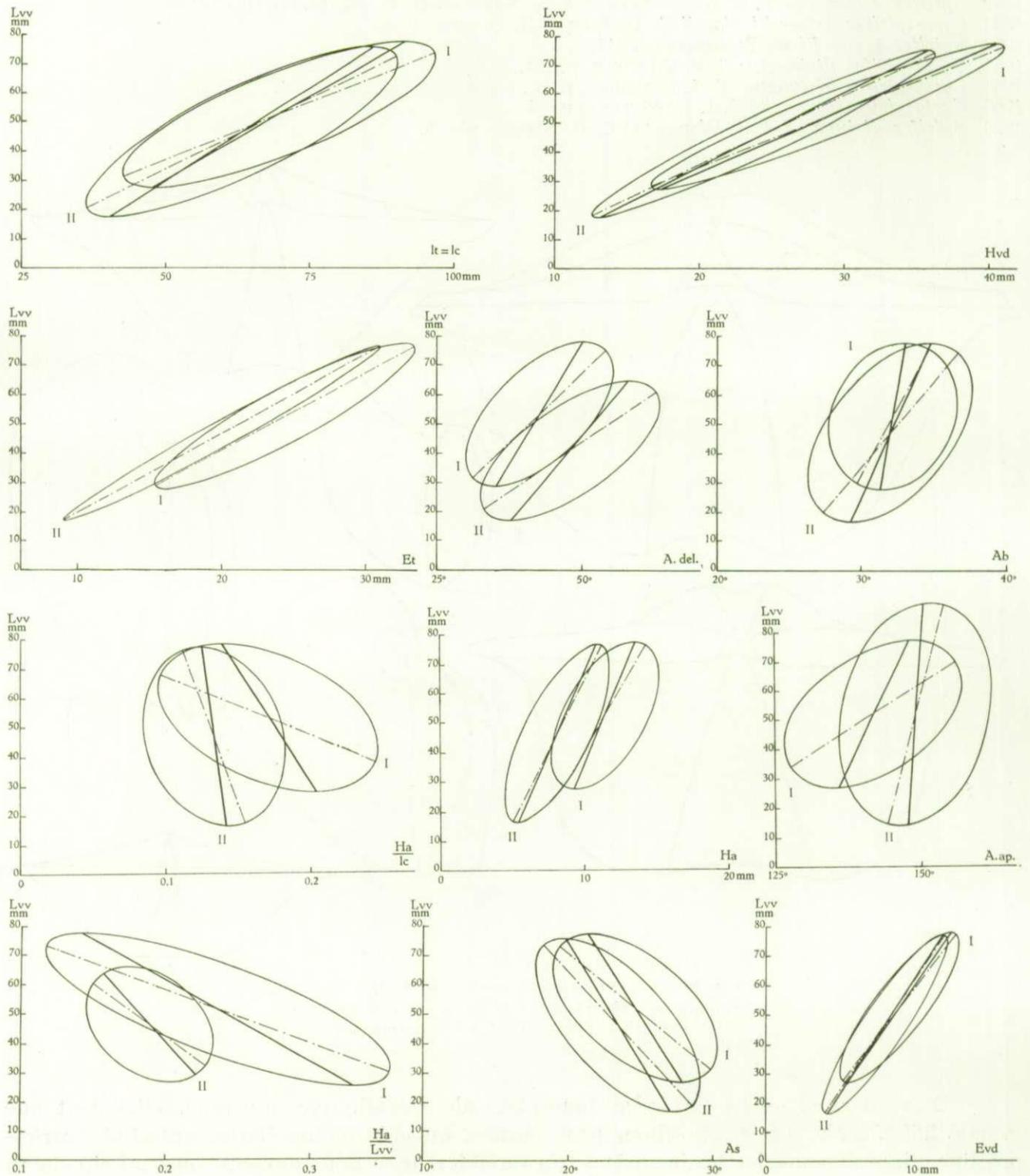
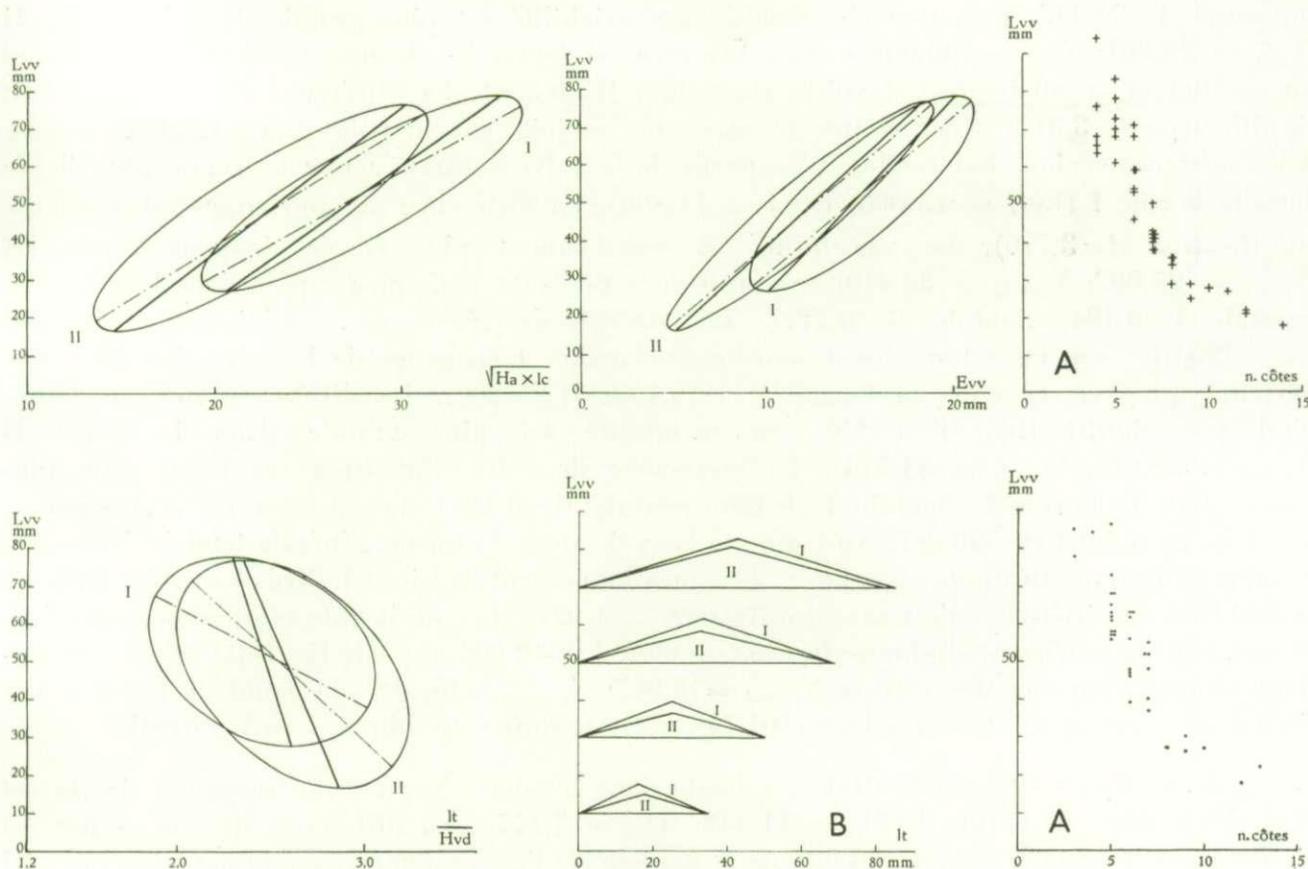


FIG. 90. — *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON).
 Ellipses (70 % des spécimens) et droites de régression des mensurations par rapport
 à la longueur de la valve ventrale.
 I = Forme I; II = Forme II.

FIG. 91. — *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON).

Ellipses (70 % des spécimens) et droites de régression des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.

A : Variation du nombre de côtes radiales en 1 cm au bord marginal à partir du sinus par rapport à la longueur de la valve ventrale. — B : Transformation théorique de l'aréa au cours de la croissance, d'après les moyennes de lc et Ha à $L_{vv} = 10, 30, 50, 70$ mm, suivant les droites de régression.

• et I = Forme I; + et II = Forme II.

Description.

1. **Valves.** — Le contour est ailé, mégathyride dans les stades jeunes des deux Formes. Il tend à s'arrondir, le rapport lt/Hvd diminue avec l'âge. La largeur totale de la coquille a une moyenne un peu plus élevée dans la Forme I ($I=69,615$; $II=63,000$), et un coefficient de variation un peu plus grand dans la Forme II ($V_{lt I} = 25,307$; $V_{lt II} = 27,874$). La croissance paraît un peu plus lente dans la Forme II (module I=0,873; module II=0,744). Les droites de régression se croisent au point $L_{vv}=31,420$, la différence n'est donc pas sensible, la différence des moyennes n'est d'ailleurs pas significative ($t=1,827$). La hauteur de la valve dorsale a des moyennes voisines ($Hvd_I = 28,884$; $Hvd_{II} = 24,644$), leur différence n'est pas significative ($t=2,624$). Son coefficient de variation est un peu plus élevé dans la Forme II $V_{Hvd I} = 27,147$; $V_{Hvd II} = 31,917$. Par contre, la croissance est plus rapide dans la Forme I (module I=0,453, module II=0,389). Les droites de régression se croisent au point $L_{vv}=21,950$, ce qui montre que dans le jeune âge il n'existe pas de différence sensible. A cause du développement de l'aréa, l'épaisseur totale est plus élevée dans la Forme I

(moyenne I=24,442; moyenne II=20,066); sa variabilité est plus grande dans la Forme II ($V_{Et\ I} = 23,901$; $V_{Et\ II} = 35,068$). Sa croissance est lente, les droites de régression accusent un coefficient angulaire bas et voisin (I=0,327; II=0,358). La différence des moyennes est significative ($t=3,310$) et les droites de régression se joignent au point $L_{vv}=126,670$, soit en dehors des dimensions habituelles. L'épaisseur de la valve ventrale a une moyenne plus élevée dans la Forme I ($E_{vv\ I} = 15,096$; $E_{vv\ II} = 11,866$). La différence des moyennes est d'ailleurs significative ($t=3,770$). La variabilité est sensiblement plus élevée dans la Forme II ($V_{Evv\ I} = 25,092$; $V_{Evv\ II} = 38,410$). Sa croissance est lente mais plus rapide dans la Forme II (module I=0,194; module II=0,221). Les droites de régression se joignent au point $L_{vv}=125,011$, soit en dehors des dimensions normales. L'épaisseur de la valve dorsale a une moyenne plus élevée dans la Forme I (I=9,153; II=8,200). La différence des moyennes n'est pas significative ($t=1,725$). Sa variabilité est plus grande dans la Forme II ($V_{Evd\ I} = 28,610$; $V_{Evd\ II} = 33,573$). La croissance de cette dimension est lente mais plus rapide dans la Forme I (module I=0,136; module II=0,129). Les droites de régression se joignent au point $L_{vv}=23,087$. Au cours de la croissance, la forme générale tend à s'arrondir, le rapport lt/Hvd diminue avec l'âge. Les moyennes sont voisines $lt/Hvd\ I = 2,454$; $lt/Hvd\ II = 2,611$, leur différence n'est pas significative ($t=1,927$). Les droites de régression sont négatives et ont un coefficient angulaire très bas (module I=-0,006; module II=-0,008). Les coefficients de variation sont très voisins ($V_{lt/Hvd\ I}=15,967$; $V_{lt/Hvd\ II}=15,418$). Le point de jonction des droites de régression est situé à $L_{vv}=101,718$ soit à la limite des dimensions habituelles.

2. A r é a . — L'arée ventrale est haute dans les deux Formes. La moyenne de H_a est plus élevée dans la Forme I ($H_{a\ I} = 11,442$; $H_{a\ II} = 8,177$). La différence des moyennes est significative ($t=6,609$) et la variabilité de la hauteur de l'arée est plus grande dans la Forme II ($V_{Ha\ I} = 21,359$; $V_{Ha\ II} = 28,739$). Les droites de régression sont presque parallèles et la croissance est un peu plus rapide dans la Forme II (module I=0,084; module II=0,090). L'angle apical a pour moyenne $142^{\circ},115$ dans la Forme I et $149^{\circ},222$ dans la Forme II. Leur différence est significative ($t=3,80$). Le coefficient de variation est plus élevé dans la Forme I ($V_{A.ap\ I} = 6,952$; $V_{A.ap\ II} = 5,401$). Dans la Forme I la droite de régression a un coefficient angulaire de loin supérieur à celui de la Forme II (module I=0,243; module II=0,043). Dans la Forme I, l'angle apical augmente assez rapidement avec l'âge, tandis que dans la Forme II, cet angle croît beaucoup plus lentement. Le point de jonction des droites de régression se trouve à $L_{vv}=89,456$. La « surface » de l'arée ($\sqrt{H_a \times lc}$) est plus étendue dans la Forme I. La différence des moyennes est significative ($t=4,646$). Les droites de régression tendent à s'écarter avec l'âge (module I=0,285; module II=0,260). La variabilité est sensiblement plus élevée dans la Forme II ($V_I = 19,620$; $V_{II} = 25,875$). Le rapport H_a/L_{vv} a des moyennes nettement différentes (I=0,235; II=0,189). La différence est significative ($t=3,472$). La variabilité de ce rapport est plus grande dans la Forme I ($V_I = 32,919$; $V_{II} = 26,449$). Les droites de régression ont un coefficient angulaire négatif (module I=-0,003; module II=-0,001). Elles se joignent à $L_{vv}=85,206$ soit à la limite des dimensions habituelles. Dans les stades jeunes, l'arée de la Forme I est plate tandis qu'elle est déjà courbée dans la Forme II. L'arée déroulée exprimée par H_a/lc s'abaisse au cours du développement. Les moyennes ont une différence significative $H_a/lc\ I = 0,172$; $H_a/lc\ II = 6,134$; $t = 4,344$). Le coefficient de variabilité est plus élevé dans la Forme I ($V_I = 29,011$; $V_{II} = 23,899$). Les droites de régression ont un module négatif (module I=-0,001; module II=-0,0002), elles se joignent à $L_{vv}=91,899$. L'angle apical et le rapport H_a/lc montrent que l'arête marginale de l'arée est concave. L'angle delthyrial n'a été mesurable que sur 42 spécimens de la Forme I et 37 de la Forme II. D'après ces mesures, il augmente avec l'accroissement de la taille et plus rapidement dans

la Forme II. La moyenne est moins élevée dans la Forme I ($A.del. I = 42^{\circ},880$; $A.del. II = 48^{\circ},189$). La différence des moyennes n'est cependant pas significative ($t=2,508$) et la variabilité est plus grande dans la Forme II ($V_I = 19,250$; $V_{II} = 21,237$). Le coefficient de corrélation est faible ($r_I = 0,593$; $r_{II} = 0,659$) et les modules de croissance sont $I=0,309$ et $II=0,433$.

3. *Deltidium*. — Le *deltidium* est un symphytium foraminé. Le foramen hypotyride, tubulaire, est constitué par la soudure de deux plaques deltidiales devant et derrière le pédoncule. On rencontre fréquemment des fragments de *deltidium* dans les rainures deltidiales ou dans le sédiment colmatant le delthyrium. Dans les stades jeunes, le *deltidium* a presque toujours disparu, écrasé dans le delthyrium lors de la fossilisation. Le fait que les plaques deltidiales sont soudées en arrière du foramen semble démontrer que celui-ci n'a apparu que vers le stade éphébique.



FIG. 92. — *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON).
Microsculpture d'après les spécimens n^{os} 1060, 277, 1025, 4189.

4. Sinus et bourrelet. — Le sinus, profond, étroit, de section subanguleuse dans les stades néalogiques, s'arrondit en s'élargissant dans les stades éphébiques et finit par devenir obsolète dans les stades gérontiques. Ses caractères varient beaucoup suivant les individus. L'angle du sinus diminue avec l'âge, ce qui implique que ses bords sont arqués. Il est moins grand que celui du bourrelet dans 2 % des cas environ. La différence des moyennes des deux Formes est faible ($I=24^{\circ},634$; $II=23^{\circ},466$) et n'est pas significative ($t=1,533$). La variabilité est à peu près la même dans les deux Formes ($V_{A.S. I} = 15,125$; $V_{A.S. II} = 15,651$). Les droites de régression sont presque parallèles et ont des modules voisins ($I=-0,129$; $II=-0,123$). Le bourrelet est généralement arrondi, peu proéminent. Il varie suivant les individus. La languette sinale est courte et à bord marginal arrondi. Les angles du bourrelet ont des valeurs moyennes presque identiques ($I=32^{\circ},230$; $II=32^{\circ},044$), leur différence n'est donc pas significative ($t=0,280$). La variabilité de l'angle du bourrelet est un peu plus faible dans la Forme I ($V_{A.B. I} = 8,954$; $V_{A.B. II} = 11,221$). L'angle du bourrelet augmente avec l'âge, ce qui implique que ses bords s'arquent vers l'extérieur. Sa croissance est plus lente dans la Forme I (module $I=0,034$; module $II=0,093$). Les droites de régression se croisent au point $Lvv=46,432$.

5. Macrosculpture. — Les côtes radiales sont étroites, de section semi-circulaire et élevées dans le jeune âge; elles s'aplatissent graduellement au cours de la croissance. Elles s'élargissent dans les stades gérontiques tout en restant adichotomiques sur les flancs. Elles ne se multiplient que dans le sinus et sur le bourrelet par intercalation et dichotomie. Les espaces intercostaux diminuent de largeur au fur et à mesure de la croissance. La densité des côtes radiales est la même dans les deux Formes.

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. La microsculpture est identique dans les deux Formes. Elle se compose : 1° de microcostules concentriques de croissance au nombre de 26 par mm à $Lvv=31$ mm dans le spécimen n° 1060 et de 28 par mm à $Lvv=30$ mm dans le spécimen n° 277; 2° de microcostules pseudoradiaires qui ne sont visibles que dans les endroits les mieux

conservés, où elles sont d'ailleurs peu élevées et peu nombreuses. On ne les aperçoit guère qu'au binoculaire et dans des conditions exceptionnelles de conservation. Elles suivent une direction qui part du centre des espaces intercostaux et qui remonte lentement le long de la paroi de la côte pour en atteindre le sommet. Elles se terminent par un renflement conique

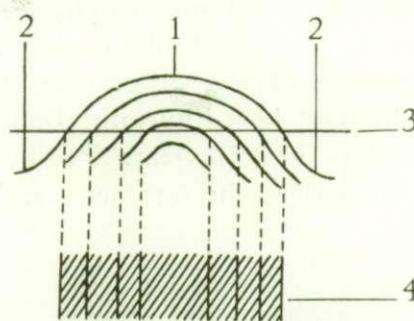


FIG. 93. — *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON).
Coupe schématique dans une côte radiaire, expliquant l'aspect de la tripartition apparente, due à un phénomène de décortication partielle.
1 : sommet de la côte radiaire; 2 : espace intercostal; 3 : plan de décortication;
4 : aspect de la côte après décortication.

allongé. Leur longueur et leur disposition semblent irrégulières. La microsculpture est très voisine de celle de *Cyrtospirifer grabaui* W. PAECKELMANN. Elle en diffère par un nombre sensiblement moins élevé de microcostules pseudoradiaires qui sont également plus minces, moins marquées, moins visibles que dans le *grabaui*. La décortication graduelle du test déforme cette ornementation et lui fait prendre des aspects si dissemblants qu'il est parfois malaisé d'y reconnaître les éléments fondamentaux.

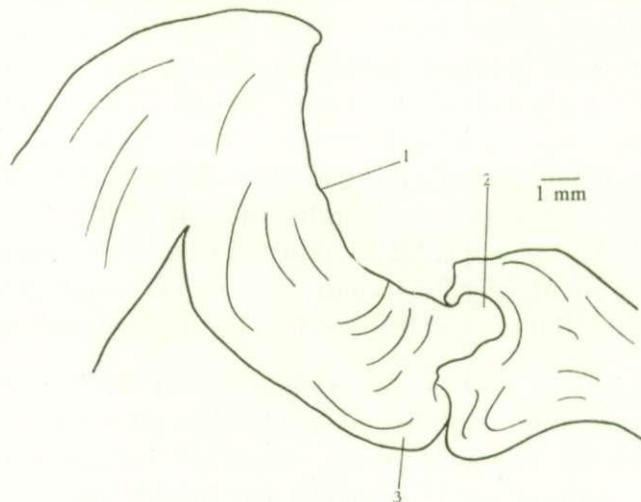


FIG. 94. — *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON).
Section polie, parallèle au plan de symétrie bilatérale au niveau de l'articulation, dans le spécimen n° 4559.
1 : aréa; 2 : apophyse articulaire; 3 : épaissement de raccord au plateau cardinal.

b) Sur l'aréa. Les microcostules longitudinales ou d'accroissement sont rares et peu marquées. Les autres, transversales, sont longues et ne se joignent, par paires ou par trois, que rarement. Leur densité est de 7 par mm dans les spécimens n° 3820 (Lv_v=68 mm) et

n° 606 (Lv_v=59 mm). La zone marginale unicostulée est étendue et occupe une surface équivalente à presque la moitié de celle de l'aréa. L'aréa dorsale est également costulée, aucun dénombrement n'a pu être effectué.

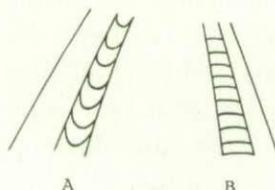


FIG. 95. — *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON).
Courbure des lignes de croissance du bourrelet deltidial (schéma).
A : D'après le spécimen n° 3827 (Forme I), stries semi-elliptiques.
B : D'après le spécimen n° 916 (Forme II), stries semi-circulaires.

Morphologie interne.

1. **Plaque delthyriale.** — Longue, épaisse, profondément située, elle n'offre que peu de tendance à la callosité apicale, principalement dans la Forme I. Dans les spécimens gérontiques de la Forme II, la callosité est un peu plus développée.

2. **Lamelles dentaires.** — Les lamelles sont minces, courtes, peu divergentes, surtout dans les spécimens à grande aréa. Elles sont plus épaisses dans la région du crochet.

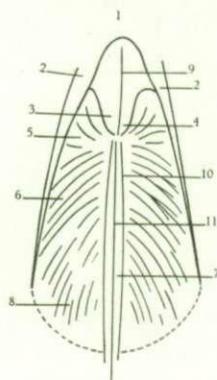


FIG. 96. — *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON).
Myoglyphe ventral d'après les spécimens n°s 4552 et 4553.
1 : plaque delthyriale; 2 : lamelle dentaire; 3 : pédonculaire médian; 4 : pointe du pédonculaire médian; 5 : diducteur accessoire; 6 : pédonculaire ventral; 7 : adducteur; 8 : diducteur principal; 9 : arête médiane; 10 : bourrelet bordier de l'adducteur; 11 : myophragme.

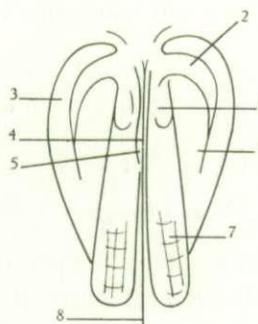


FIG. 97. — *Cyrtospirifer verneuili* (R. I. MURCHISON).
Myoglyphe dorsal
d'après les spécimens n°s 4555, 4599, 4600.
1 : adducteur postérieur; 2 : côte médiane de l'adducteur postérieur; 3 : bande marginale lisse; 4 : myophragme; 5 : espace médian lisse; 6 : espace ovale lisse; 7 : adducteur antérieur; 8 : extrémité du myophragme.

3. **Apophyses articulaires.** — La forme et la taille des apophyses articulaires semble varier beaucoup suivant les individus. Dans le spécimen n° 4550, une apophyse dégagée apparaît globuleuse, exceptionnellement forte; dans l'individu n° 4551, au contraire, l'apophyse est plutôt petite, allongée, mince. Ces deux spécimens appartiennent à la Forme I. Les bourrelets deltidiaux ont des stries d'accroissement semi-elliptiques notamment dans les spécimens n°s 3827 et 4550 de la Forme I et semi-circulaires dans le spécimen n° 916 de la Forme II. Dans le spécimen n° 4559 (Forme I) l'épaississement de raccord est énorme, la cavité glénoïde est petite et entièrement remplie par l'apophyse articulaire.

4. Myoglyphes.

a) Ventral. Son contour, allongé dans la Forme I, semble plus polygonal dans la Forme II. Le pédonculaire médian est bien développé, parfois divisé dans toute sa longueur par une petite arête. Sa pointe varie beaucoup en forme et en longueur suivant les individus et est suivie directement par les bourrelets bordiers des adducteurs. L'arête médiane de ces derniers, au milieu du sillon, est bien visible et effilée. Les diducteurs accessoires sont peu marqués, dans le spécimen n° 4554, ils portent leur ornementation caractéristique. Les pédonculaires ventraux ne semblent pas avoir un développement très grand. Les diducteurs principaux, au contraire, semblent plus étendus.

b) Dorsal. Dans le spécimen n° 4555 (Forme I) le myoglyphe dorsal est court, arrondi, développé. Les adducteurs postérieurs sont puissants, avec une large côte médiane; la côte séparatrice est mal marquée. La bande plate marginale est large et enveloppe presque la totalité des adducteurs antérieurs. Le myophragme est remplacé par un sillon étroit, peu profond, prolongé un peu au-delà des adducteurs antérieurs. Ce sillon est limité par deux bourrelets arrondis, étroits, montant jusqu'aux espaces lisses. L'ornementation des adducteurs antérieurs est mal conservée, on y retrouve cependant quelques traces de striation caractéristique. Le processus cardinal, pour autant qu'il soit observable, est aplati, large, courbe, caréné à sa partie supérieure divisée en lamelles (spécimen n° 4550).

5. Empreintes ovariennes. — Le spécimen n° 4554 (Forme I) est un moule interne qui porte, sur la valve dorsale, des pustules allongées — qui seraient en relief dans l'original — mesurant de 0,4 à 0,8 mm de long et de 0,1 à 0,2 mm de large, avec une densité de 4 à 5 par mm². Elles sont présentes sur toute la surface interne de la valve dorsale. La valve ventrale porte également quelques traces de pustules, dans la région du crochet. Ces empreintes paraissent rares.

6. Empreintes vasculaires. — Aucune observée.

7. Appareil brachial.

a) Cruras. Non observés.

b) Spiralium. Dans le spécimen n° 4553 (Lv_v = 40 mm), les cônes spiraux font entre eux un angle voisin de 90°. Chacun des cônes, d'une longueur de 22 mm avec un sommet arrondi d'un diamètre de 5 mm et d'une base de 14 mm de diamètre se compose de 21 tours équidistants. L'ensemble est complètement recristallisé et le test lui-même a disparu.

Discrimination des Formes I et II. — La statistique a montré que les moyennes de Et, Ev_v, Ha, $\sqrt{Ha \times lc}$, Ha/Lv_v, A.ap., Ha/lc accusent des différences significatives. On voit aussi que la discrimination se marque particulièrement autour des proportions de l'aréa. La distinction des Formes n'est cependant pas toujours aisée si on ne possède aucune série ontogénique de comparaison. Elle peut néanmoins s'établir au moyen des critères suivants.

Forme I. Contour arrondi, aplati, aspect discoïde au stade gérontique — aréa plus élevée et moins courbée — lignes de croissance du bourrelet deltidial semi-elliptiques.

Forme II. Contour plus allongé, aspect plutôt cylindroïde au stade gérontique — aréa moins élevée et plus courbée — lignes de croissance du bourrelet deltidial semi-circulaires.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer verneuili* se distingue facilement des autres espèces par son contour, la hauteur de l'aréa, la microsculpture de ses valves. Elle est

voisine de l'espèce *grabau* dont elle se sépare par la hauteur et la faible courbure de l'aréa. Son aspect est aplati et non « extensoïde » comme le *grabau*. Ses côtes radiales sont plus larges dans le stade gérontique. Sa microsculpture, bien que voisine par ses éléments, se différencie de *grabau* par la rareté des microcostules pseudoradiaires et leur moindre importance que dans *grabau*. *Cyrtospirifer verneuili* diffère de l'espèce *syringothyriiformis* par une aréa apsacline moins haute et un aspect symétrique, plus régulier et non tordu.

Discussion des citations. — Le génotype figuré par R. I. MURCHISON (1840, pl. II, fig. 3, a, b et d) est exceptionnel par ses dimensions et la hauteur de son aréa. C'est un spécimen gérontique de la Forme I. La figure 3e ne semble pas appartenir à l'espèce *verneuili* par la forme de son sinus et son épaisseur anormale par rapport à sa largeur. Le spécimen de la figure 2, a et b (*Spirifer Lonsdalii*) est pour moi la Forme II de l'espèce. L'ornementation (fig. 2c) est le résultat d'une décortication partielle du test du sommet des côtes. Celles-ci sont constituées de couches concentriques qui, attaquées par les agents destructeurs, se desquament, laissant apparaître les couches inférieures sous forme de bandes parallèles. Ce phénomène est fréquent et observable sur d'autres espèces. Il ne peut être considéré comme caractère spécifique.

Les trois individus figurés par J. SOWERBY en 1840 paraissent également se rattacher à la Forme II par leur contour et la hauteur de leur aréa.

Celui figuré par J. PHILLIPS (1841, pl. 29, fig. 129) serait de la Forme I. Les espèces *gigantea*, *distans*, *protensa*, *grandaeva* de J. PHILLIPS, bien que rapportées au *verneuili* par de nombreux auteurs, sont représentées par des spécimens mal conservés et leur détermination reste douteuse.

Les spécimens (pl. 4, fig. 4, a-d) de R. I. MURCHISON, E. VERNEUIL, A. KEYSERLING (1845) sont des Formes II du *verneuili*.

Le spécimen figuré par H. G. BRONN (1851-1856, pl. 2, fig. 8) paraît être un *grabau*, par la courbure de son aréa.

Celui figuré par J. SCHNUR (1853, pl. 35, fig. 4, a-c) n'appartiendrait pas à *Cyrtospirifer*, il serait attribuable à *Spirifer togatus* pour E. KAYSER (1878, p. 160).

Les figures 2, 2a et 3 de T. DAVIDSON (1853, pl. 15) seraient des Formes II du *verneuili*.

Les figures 6 et 7 de H. B. GEINITZ (1853, pl. 1) sont des Formes I tandis que la figure 5, a et b seraient des Formes II. Quant à la figure 8, il est impossible de déterminer à quelle Forme appartiennent les deux spécimens.

H. ABICH a figuré (1858, pl. 2, fig. 1, a-d) un individu qui ne me semble pas attribuable ni à l'espèce *archiaci* ni au *verneuili*. Son aréa est élevée et son sinus est étroit, profond et terminé par une languette assez développée. Le spécimen (pl. 2, fig. 3, a et b), figuré par le même auteur présente un aspect semblable et appartient vraisemblablement à la même espèce, peut-être est-ce un aspect particulier de l'*orbelianus* ?

La figure 2, a et c, pl. 2 de H. ABICH (1858) montre un spécimen abîmé qui pourrait être un *verneuili* ou un *grabau*. L'aréa incomplètement conservée ne permet pas la différenciation. Toutefois, la costulation et le contour, pour autant que le dessin soit fidèle, me font penser à en faire plutôt un *verneuili*.

Le contour particulier du spécimen figuré par F. A. ROEMER (1860, pl. 2, fig. 4, a et b) s'éloigne tellement de celui du *verneuili* que je ne puis guère les mettre en synonymie. Pour F. A. ROEMER lui-même, la forme est remarquable et subit de nombreuses variations.

La variété *Barumensis* figurée par T. DAVIDSON (1864, pl. VI) serait assimilable au *verneuili*. L'individu (fig. 4), un moulage, est réellement exceptionnel par la hauteur extraordinaire de son aréa. A moins qu'il n'appartienne aux *Syringothyridés*, ce spécimen est probablement un cas de tératologie. La figure 1 est une Forme I, les figures 2 et 3 sont des

Formes II. Les figures 5 à 8 sont celles de J. PHILLIPS (1841), discutées plus haut. L'espèce *mesomala* n'a rien à voir semble-t-il avec le *verneuili*. Les planches V et VI reproduisent les dessins publiés par les autres auteurs et ont déjà été discutés plus haut.

J. HALL a figuré (1867) une série d'individus qui paraissent devoir être rapportés au *verneuili*, sauf ceux de la planche 41, figure 19 et planche 42, figure 20, qui paraissent être des *grabau* par leur grande largeur.

Le *verneuili* figuré par O. D'HALLOY (1868, fig. 125) est un *grabau* par son contour et par la hauteur de son aréa.

La petite taille et l'aspect particulier des individus des figures 19 et 20, pl. 4, de T. DAVIDSON (1869) ne permettent pas de les déterminer avec certitude.

F. A. QUENSTEDT (1871) a publié plusieurs spécimens dont deux seulement sont rapportables au *verneuili* (pl. 53, fig. 50-53). Les figures 54 et 57 appartiennent à la faune carbonifère de Tournai. La figure 52 peut appartenir à une autre espèce, la figure 49 serait un individu de *Cyrtospirifer supradisjunctus* W. A. OBRUTSCHEW.

C. F. ROEMER a figuré en 1876 (pl. 35, fig. 2) un *grabau* typique.

Les spécimens figurés par E. BAYLE (1878, pl. 14) sont des *verneuili* typiques, les figures 1 à 3 étant une Forme I et la figure 4, une Forme II; la figure 5 appartient au *grabau*.

Les *Archiaci* publiés par G. ROMANOWSKY (1880, pl. 13, fig. 5 et 6) me paraissent quelque peu différents du *verneuili*, par l'aspect général, l'allure des côtes, la profondeur du sinus. Les *disjunctus* figurés par le même auteur sont des Formes II du *verneuili* et les *calcaratus* (pl. 14, fig. 3, a-c et pl. 15, fig. 1) sont des Formes I.

En 1881, T. DAVIDSON a refiguré les spécimens qu'il avait déjà décrits en 1880, en y ajoutant d'autres individus (pl. 38, fig. 9 à 14). Leur attribution à l'espèce est douteuse.

L'individu figuré par C. BARROIS (1882, pl. 10, fig. 7) rappelle l'espèce *monticolaformis* par sa brachythyridie et la finesse de ses côtes, mais son aréa est très élevée.

Les fragments publiés par E. KAYSER (1882, pl. 2, fig. 12-14) sont insuffisants pour une détermination précise.

Le spécimen de la planche 2, figure I de T. DAVIDSON (1882) présente des caractères qui le rapprochent de plusieurs espèces, sa figuration est insuffisante.

La série figurée par E. KAYSER en 1882 (pl. 10, fig. 3, d, e, i, k, l, m, n et o) est composée de variations individuelles du *verneuili*. Le spécimen de la figure 3, 3, a-c est une Forme II du *grabau*.

T. TSCHERNYSCHEW a publié (1884, pl. II, fig. 7) une Forme II attribuable au *verneuili*.

P. N. WENJUKOFF (1886) a figuré un individu (pl. 3, fig. 4) qui serait une Forme II. L'*Archiaci* (pl. 3, fig. 2, a et b et fig. 5, a et b) serait plutôt rattachable à l'espèce *monticolaformis* ainsi que peut-être la figure 7, a-e et planche 4, figure 3 et 4.

Spirifera disjuncta de J. F. WHITEAVES (1891, pl. 29, fig. 4) rappelle *monticolaformis*. La variété *occidentalis* est à rapprocher du *verneuili* (pl. 29, fig. 5 et 5a).

J. GOSSELET (1894) a figuré une série d'individus qu'on peut attribuer aux Formes comme ceci : Forme I : pl. I, fig. 3, a-c; pl. II, fig. 8; pl. III, fig. 12, a-c, fig. 14, a-d; pl. IV, fig. 20, a-e, fig. 23, a et b, fig. 30, fig. 40, a et b; pl. V, fig. 43, a-c; Forme II : pl. II, fig. 10, a et b. Les autres sont douteux.

Le spécimen figuré par J. HALL et J. M. CLARKE (1894, pl. XXX, fig. 15) serait un *verneuili* de la Forme I. La variété *sulcifer* (pl. XXX, fig. 16) est basée sur un moule interne et me paraît très différente de l'espèce pour en être une variété.

Les individus publiés par G. F. WHIDBORNE (1896, pl. 18, fig. 9-13) sont mal conservés et indéterminables.

Les *verneuili* de F. FRECH (1900, pl. 15, fig. 7, a-c) appartiennent vraisemblablement à plusieurs espèces, ils sont insuffisamment figurés. Il en est de même des *Archiaci*.

Les quatre *disjunctus* de W. H. HUDLESTON (1902, pl. II, fig. 9-18) me paraissent appartenir plutôt à l'espèce *monticolaformis* par leur forme générale et le développement de leur aréa.

En 1902, A. MARTELLI divisa l'espèce *verneuili* en quatre variétés : *type*, *disjunctus*, *lonsdalei*, *subarchiaci*. Les figures sont insuffisantes car les spécimens pourraient appartenir à plusieurs espèces et aucune détermination précise n'est possible.

En 1903, G. GÜRICH divisa l'espèce *Archiaci* en quatre variétés : *type*, *minor*, *bisellata* et *orbeliana*. L'*orbeliana* est l'espèce *orbelianus* H. ABICH. La *bisellata* peut appartenir soit à *verneuili*, *grabau* ou *monticolaformis*. La figuration est insuffisante. La *minor*, par son contour et son ornementation, me semble appartenir à un tout autre groupe de spirifères (au moins en ce qui concerne la fig. 4). Enfin, la variété *type*, qui n'est pas figurée, ressemble d'après l'auteur aux spécimens de R. I. MURCHISON, E. VERNEUIL, A. KEYSERLING en 1845, planche IV, figure 5 (types abondants au Famennien et du groupe « *Cyrtiopsis* »).

Les spécimens publiés par N. YAKOVLEW (1908, pl. I) appartiendraient à plusieurs espèces : figures 1 et 2 à *verneuili*; figure 3, a et b, figure 5 à *monticolaformis*; figures 4 et 6 pourraient être *syringothyriiformis*; figure 7 est un spécimen du groupe « *Cyrtiopsis* ». Les figurations sont insuffisantes pour confirmer ces attributions.

G. GÜRICH (1909) a figuré (pl. 44, fig. 5, a et b) une Forme II du *verneuili*. L'individu figuré par H. MANSUY (1912, pl. 15, fig. 8, a-c) est également une Forme II du *verneuili*. La variété *yunnannensis* rappelle les Formes « *Cyrtiopsis* » communes au Famennien.

C. PROSSER (1912) a publié (pl. 29, fig. 3-6) des spécimens qui sont, à mon avis, des *grabau* de la Forme II.

L'*archiaci* de H. KLÄHN (1912, pl. 2, fig. 8, a-c) ne serait autre qu'une Forme I de *monticolaformis*. La variété *subarchiaci* de l'espèce *Archiaci*, figurée par G. PELLIZZARI (1913, pl. I, fig. 6, a-c) est une Forme « *Cyrtiopsis* ». Le spécimen (fig. 7, a-e), dont l'auteur a fait une nouvelle variété *vicarii*, me paraît être exceptionnel par son aréa basse et sa forme aplatie. La variété *Gortanii* (fig. 4, a-c) est encore une forme « *Cyrtiopsis* ».

L'ornementation de la variété *mastujensis* du *verneuili* de F. R. C. REED (1922) est due à une décortication partielle du test. Les autres caractères sont ceux du *verneuili*. Les figures 10 et 10a représentent un spécimen particulier, insuffisamment figuré. L'*Archiaci* (pl. XI, fig. 14) est dans le même cas.

I. HAYASAKA (1922) a divisé l'espèce en cinq variétés. La variété *subarchiaci* (pl. II, fig. 23 et 24) est voisine du *verneuili*. Malgré la courbure de l'aréa, ce sont des Formes I. La variété *verneuili* (pl. III, fig. 1, a-c) est aussi une Forme I. La variété *vicarii* (pl. III, fig. 3, a-c) serait une Forme I de *grabau*. La variété *gortani* (pl. III, fig. 5, a et b) est insuffisamment figurée, son aréa n'est pas visible. La variété *lonsdalei* (pl. III, fig. 4, a-c) serait une Forme II du *verneuili*.

Le *verneuili* et sa variété *ambosulcata* d'E. MAILLIEUX (1929, pl. III, fig. 1, a et b, 2, a et b) sont des spécimens typiques du *grabau*, la figure 1, a et b est une Forme I, la figure 2, a et b est probablement une Forme II, l'aréa n'est pas dégagée.

Les spécimens déterminés comme *verneuili* par W. MÜLLER en 1929 (pl. 2, fig. 9, a-i) sont des moules internes qui semblent appartenir à plusieurs espèces et notamment à des formes « *Cyrtiopsis* ».

En 1930, D. NALIVKIN ajouta (p. 75) une variété *supradisjunctoidea* qui se distingue par un sinus et un bourrelet plats, mal limités et une costulation fine.

Les nombreuses espèces, variétés et mutations créées par A. GRABAU (1931) dans le groupe du *verneuili-sinensis* ne sont pas à discuter, leur provenance et leur niveau stratigraphique n'étant pas fixés avec exactitude. Je n'ai discuté que les formes caractéristiques. La variété *gosseleti* d'A. GRABAU (1931, p. 228, pl. 28, fig. 2 et 3) rappelle les formes existant au Famennien. La figure 6, *a-e* (pl. 27) est une Forme II du *verneuili*. Il en est de même pour *Sinospirifer chaoi* dont A. GRABAU a d'ailleurs fait le génotype de *Centrospirifer*. La figure 5, *a-e* est quelque peu différente.

Les spécimens publiés par G. DELÉPINE (1933 A, pl. 7, fig. 6 et 7) sont d'âge carbonifère et insuffisamment figurés.

B. MARKOWSKY et D. NALIVKIN (1934, p. 325, pl. 5, fig. 1-7 et pl. VI, fig. 12) ont figuré une série de spécimens qui me paraissent avoir quelques affinités avec l'espèce *monticolaformis*.

K. OZAKI a figuré en 1939 un *lonsdalii* mut. *phi* du carbonifère inférieur de la Chine Centrale (fig. 9, *a* et *b*). Ils sont mal conservés et l'attribution à l'espèce est douteuse.

Le *verneuili* figuré par A. RENAUD en 1942 est un moule interne dont l'aréa n'est pas visible. La variété *subarchiaci* n'est pas figurée.

En 1942, W. PAECKELMANN a révisé l'espèce *verneuili* qu'il a divisée en treize variétés, comprenant notamment les espèces *tenticulum* et *orbelianus*. Je ne crois pas qu'il soit encore opportun de nos jours de créer tant de variétés, basées presque uniquement sur des caractères morphologiques et sans signification géographique ou stratigraphique. J'ai constaté que ces variétés traversent tout le Frasnien et se retrouvent ensemble dans beaucoup de gisements. D'un autre côté, la constance des caractères décelables dans une série ontogénique amène à la conception que ces caractères peuvent être considérés comme spécifiques, malgré une marge de variabilité, et que les variétés telles que *syringothyriiformis*, *grabau* et *verneuili (typus)* doivent être considérées comme des espèces autonomes. Les variétés *archiaci* et *archiaciformis* sont en réalité un mélange de Forme II des espèces *verneuili* et *grabau*. La variété *cuboides* est vraisemblablement une Forme II du *monticolaformis* et la variété *gosseleti* est le terme limite de développement de l'aréa dans le *verneuili*. La variété *ambosulcata*, basée sur la présence d'un sinus dans le bourrelet, est pour moi un cas accidentel, peut-être pathologique. Cette anomalie, qui se retrouve dans d'autres espèces du groupe ainsi que dans d'autres genres, n'a pas reçu d'explication jusqu'à présent.

Quant à la variété *acutosinu*, mal définie, elle pourrait n'être que le stade jeune des *verneuili* types (d'après W. PAECKELMANN, 1942, p. 95). La variété *lonsdalii* doit disparaître, R. I. MURCHISON l'ayant basée sur le contour et surtout sur une tripartition des côtes, due à une décortication partielle du test. Ce qui a été pris pour *lonsdalii* est un mélange de *verneuili* types et de *grabau*. La variété *vicarii* s'adresse à une forme aplatée et rare. W. PAECKELMANN en a trouvé deux à Breiniger-Berg et moi-même un seul sur une population de plusieurs milliers d'individus. Il s'agit probablement d'une forme exceptionnelle. Le *verneuili typus* (fig. 38, p. 33) appartient à *Cyrtospirifer lobatus* A. VANDERCAMMEN, les autres sont des Formes I. Les *lonsdalii* de W. PAECKELMANN sont insuffisamment figurés pour pouvoir les attribuer avec certitude au *verneuili*. L'*ambosulcata* (fig. 58, p. 122) est probablement une Forme II du *verneuili* ainsi que planche 4, figure 6. Les *archiaciformis* (pl. 5, fig. 1 et 2) sont insuffisamment figurés pour décider à quelle espèce il faut les rattacher. Les *archiaci* (pl. 5, fig. 4 et 5) le sont également. Je crois que la figure 5, *a* et *b* est une Forme II du *verneuili*; la figure 4 porte un sinus dans le bourrelet. L'espèce *pseudolonsdalii* a été versée par W. PAECKELMANN dans le sous-genre *Cyrtiopsis* à cause de la présence d'un deltidium. En réalité, il s'agit d'une Forme II du *verneuili*.

PARAMÈTRES STATISTIQUES.

| x | \bar{x} | σ | σ^2 | V | r | $r \frac{\sigma_x}{\sigma_{Lrv}}$ |
|------------------------------------------|-----------|----------|------------|--------|--------|-----------------------------------|
| Forme I. — Nombre d'individus : n = 52. | | | | | | |
| Hvd | 28,884 | 7,841 | 61,486 | 27,147 | 0,941 | 0,453 |
| Et | 24,442 | 5,842 | 34,131 | 23,901 | 0,914 | 0,327 |
| Evv | 15,096 | 3,788 | 14,356 | 25,092 | 0,838 | 0,194 |
| Evd | 9,153 | 2,619 | 6,860 | 28,610 | 0,848 | 0,136 |
| lt = lc | 69,615 | 17,618 | 310,429 | 25,307 | 0,807 | 0,873 |
| lt/Hvd | 2,454 | 0,391 | 0,153 | 15,967 | -0,267 | -0,006 |
| Ha | 11,442 | 2,444 | 5,977 | 21,359 | 0,562 | 0,084 |
| A.ap. | 142,115 | 9,881 | 97,640 | 6,952 | 0,401 | 0,243 |
| $\sqrt{Ha \times lc}$ | 27,695 | 5,487 | 30,111 | 19,620 | 0,847 | 0,285 |
| Ha/Lvv | 0,235 | 0,077 | 0,006 | 32,919 | -0,776 | -0,003 |
| Ha/lc | 0,172 | 0,049 | 0,002 | 29,011 | -0,421 | -0,001 |
| A.s. | 24,634 | 3,726 | 13,885 | 15,125 | -0,567 | -0,129 |
| A.b. | 32,230 | 2,886 | 8,331 | 8,954 | 0,197 | 0,034 |
| Forme II. — Nombre d'individus : n = 45. | | | | | | |
| Hvd | 24,644 | 7,865 | 61,873 | 31,917 | 0,960 | 0,389 |
| Et | 20,066 | 7,037 | 49,528 | 35,068 | 0,986 | 0,358 |
| Evv | 11,866 | 4,558 | 20,782 | 38,410 | 0,942 | 0,221 |
| Evd | 8,200 | 2,753 | 7,582 | 33,573 | 0,913 | 0,129 |
| lt = lc | 63,000 | 17,561 | 308,000 | 27,874 | 0,821 | 0,744 |
| lt/Hvd | 2,611 | 0,402 | 0,162 | 15,418 | -0,414 | -0,008 |
| Ha | 8,177 | 2,350 | 5,523 | 28,739 | 0,749 | 0,090 |
| A.ap. | 149,222 | 8,060 | 64,972 | 5,401 | 0,105 | 0,043 |
| $\sqrt{Ha \times lc}$ | 22,562 | 5,838 | 34,085 | 25,875 | 0,864 | 0,260 |
| Ha/Lvv | 0,189 | 0,050 | 0,002 | 26,449 | -0,736 | -0,001 |
| Ha/lc | 0,134 | 0,032 | 0,001 | 23,899 | -0,157 | -0,0002 |
| A.s. | 23,466 | 3,673 | 13,493 | 15,651 | -0,651 | -0,123 |
| A.b. | 32,044 | 3,596 | 12,931 | 11,221 | 0,505 | 0,093 |

F. R. C. REED, en 1943, a cru voir une différence essentielle entre le *disjunctus* J. SOWERBY et le *verneuili* R. I. MURCHISON d'après le contour et l'ornementation. Quant à l'attribution à *Cyrtia*, elle ne se justifie pas. W. PAECKELMANN (1931, p. 27), a discuté et placé ce sous-genre dans *Eospirifer*, c'est-à-dire des spirifères primitifs du Silurien supérieur, possédant une macrosculpture très fine et nettement différente de celle de *Cyrtospirifer*. Les spécimens figurés par J. SOWERBY (1840) sont décortiqués, ce qui leur donne leur aspect lisse. La variété *guttata* du même auteur est basée sur la forme de la microsculpture qui serait composée de pustules plus ou moins piriformes disposées irrégulièrement. Je crois pour ma part qu'il s'agit là d'un degré de décortication analogue à ceux observés dans plusieurs espèces.

W. G. H. MAXWELL a figuré en 1950 (pl. I, fig. 8-11), quelques spécimens du *verneuili* de Ferques qui me paraissent incomplets et décortiqués.

Les spécimens (pl. 108 et 113) de G. et H. TERMIER (1950) sont insuffisamment figurés.

Répartition stratigraphique. — L'espèce semble apparaître à la base du Frasnien, traverse probablement le Famennien pour s'éteindre au Carbonifère inférieur. Elle est universellement connue. En Belgique, elle semble atteindre l'apogée de son développement au Frasnien supérieur.

Cyrtospirifer grabau W. PAECKELMANN, 1942.

(Pl. V, fig. 1 à 9.)

Liste des citations.

1840. *Spirifera inornata* J. SOWERBY, pl. 53, fig. 9.
 1840. *Spirifera extensa* J. SOWERBY, pl. 54, fig. 11.
 1840. *Spirifer Archiaci* R. I. MURCHISON, p. 252, pl. II, fig. 4, a-c.
 1841. *Spirifera disjuncta* J. PHILLIPS, p. 74, pl. 29, fig. 129, c.
 1841. *Spirifera calcarata* J. PHILLIPS, p. 73, pl. 29, fig. 128, d et e.
 1843. *Spirifer Archiaci* L. DE KONINCK, p. 254, pl. XIV, fig. 5.
 1844. *Spirifera calcarata* C. F. ROEMER, p. 73.
 1845. *Spirifer Archiaci* R. I. MURCHISON, E. VERNEUIL, A. KEYSERLING, p. 155, pl. 4, fig. 5, a-i.
 1846. *Spirifer Archiaci* A. KEYSERLING, p. 229.
 1851-1856. *Spirifer disjunctus* H. G. BRONN, p. 318, pl. 2, fig. 8.
 1853. *Spirifer Archiaci* J. SCHNUR, p. 205, pl. 35, fig. 3.
 1853. *Spirifer Archiaci* J. STEININGER, p. 76.
 1853. *Spirifer disjunctus* T. DAVIDSON, p. 354, pl. XV, fig. 1-5.
 1864-1865. *Spirifera disjuncta* T. DAVIDSON, p. 23, pl. V, fig. 10 et 11.
 1867. *Spirifera disjuncta* J. HALL, p. 243, pl. 41, fig. 49.
 1868. *Spirifer Verneuili* O. D'HALLOY, p. 311, fig. 125.
 1866-1869. *Spirifer Archiaci* E. VERNEUIL, p. 24.
 1876. *Spirifer disjunctus* C. F. ROEMER, pl. 35, fig. 2.
 1876. *Spirifer disjunctus* var. *Archiaci* C. F. ROEMER, pl. 35, fig. 3.
 1878. *Spirifer disjunctus* E. BAYLE, pl. 14, fig. 5.
 1880. *Spirifer Verneuili* J. GOSSELET, pl. 4, fig. 3.
 1882. *Spirifer Verneuili* E. KAYSER, p. 88, pl. 10, fig. 3, 3, a-c.
 1884. *Spirifer Archiaci* T. TSCHERNYSCHEW, p. 13, pl. II, fig. 5 et 6.
 1887. *Spirifer Archiaci* T. TSCHERNYSCHEW, p. 60.
 1894. *Spirifer Verneuili* J. GOSSELET, pl. I, fig. 1, a-c, 2, a-c; pl. II, fig. 4-10; pl. III, fig. 11, 13, 15, 17 et 18; pl. IV, fig. 19, 21, 22, 27 et 28; pl. VI, fig. 58 et 59.
 1895. *Spirifer Archiaci* P. N. WENJUKOFF, p. 129.
 1911. *Spirifer Verneuili* var. *persica* F. R. C. REED, p. 101, pl. 8, fig. 3, 4 et 5.
 1912. *Spirifer disjunctus* C. PROSSER, p. 534, pl. 29, fig. 3-6.
 1922. *Spirifer disjunctus* var. *vicari* I. HAYASAKA, p. 38, pl. III, fig. 3.
 1930. *Spirifer lonsdali* A. GRABAU, p. 215, pl. 27, fig. 1-5.
 1930. *Spirifer verneuili* E. MAILLIEUX, p. 106, pl. III, fig. 1, a et b.
 1930. *Spirifer verneuili* var. *ambosulcata* E. MAILLIEUX, p. 106, pl. III, fig. 2, a et b.

1932. *Spirifer disjunctus* L. KHALFIN, p. 9, pl. I, fig. 14.

1934. *Spirifer verneuli* var. *elongatus* E. RIVIÈRE, p. 84, pl. II, fig. 2.

1942. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *grabau* W. PAECKELMANN, p. 111, fig. 51-55; pl. 4, fig. 1-3.

1947. *Cyrtospirifer disjunctus* G. A. COOPER, p. 321, pl. 122, fig. 1-3.

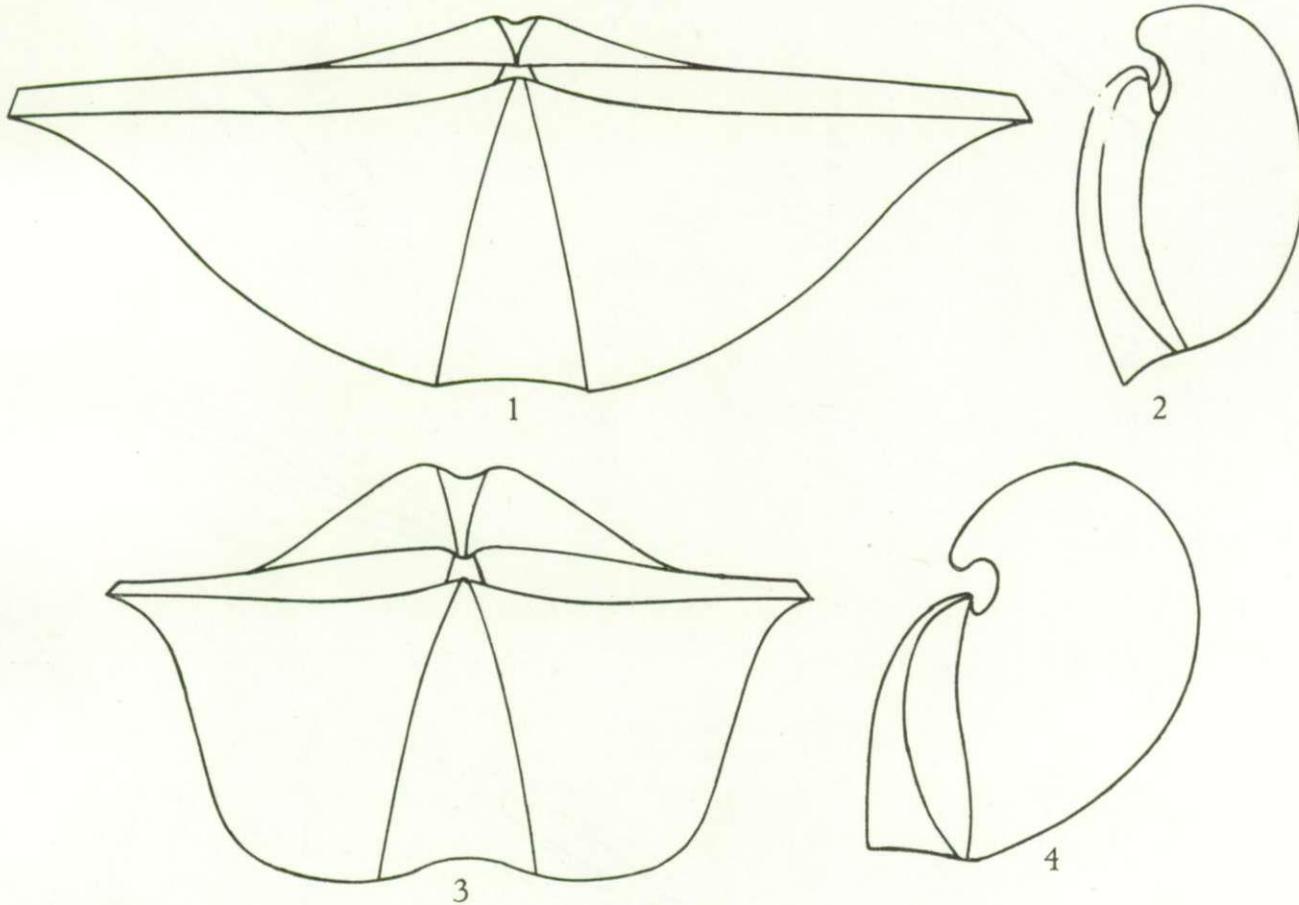


FIG. 98. — *Cyrtospirifer grabau* W. PAECKELMANN.
Spécimens typiques reconstitués, montrant le dimorphisme dans le stade gérontique.
Forme I : 1, de face; 2, de profil. — Forme II : 3, de face; 4, de profil.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe, fortement mucroné, mégathyride, aliforme ou étroit et gibbeux, atteignant une grande taille. Aréa basse, courbée, à bords subparallèles. Sinus de largeur et de profondeur variables, subanguleux dans les stades jeunes, s'arrondissant avec l'âge. Bourrelet dorsal de section généralement arrondie, parfois subanguleuse. Symphytium foraminé hypothyrde. Côtes radiaires étroites, simples sur les flancs, se multipliant par intercalation et dichotomie dans le sinus et sur le bourrelet. Plaque delthyriale épaisse, avec forte callosité apicale. Lamelles dentaires courtes et divergentes dans la Forme I, plus longues et devenant subparallèles dans les stades gérontiques de la Forme II. Microcostulation pseudo-radiale.

Description.

1. Valves. — Le contour est fusiforme dans le jeune âge, plus aplati dans la Forme I, plus cylindrique dans la Forme II. Le rapport lt/Hvd diminue avec l'augmentation de la taille, ce qui signifie que dans les deux Formes, la coquille a une tendance à l'allongement. Les moyennes $lt=lc$ ($lt_I = 81,726$; $lt_{II} = 65,418$) sont sensiblement différentes, leur différence

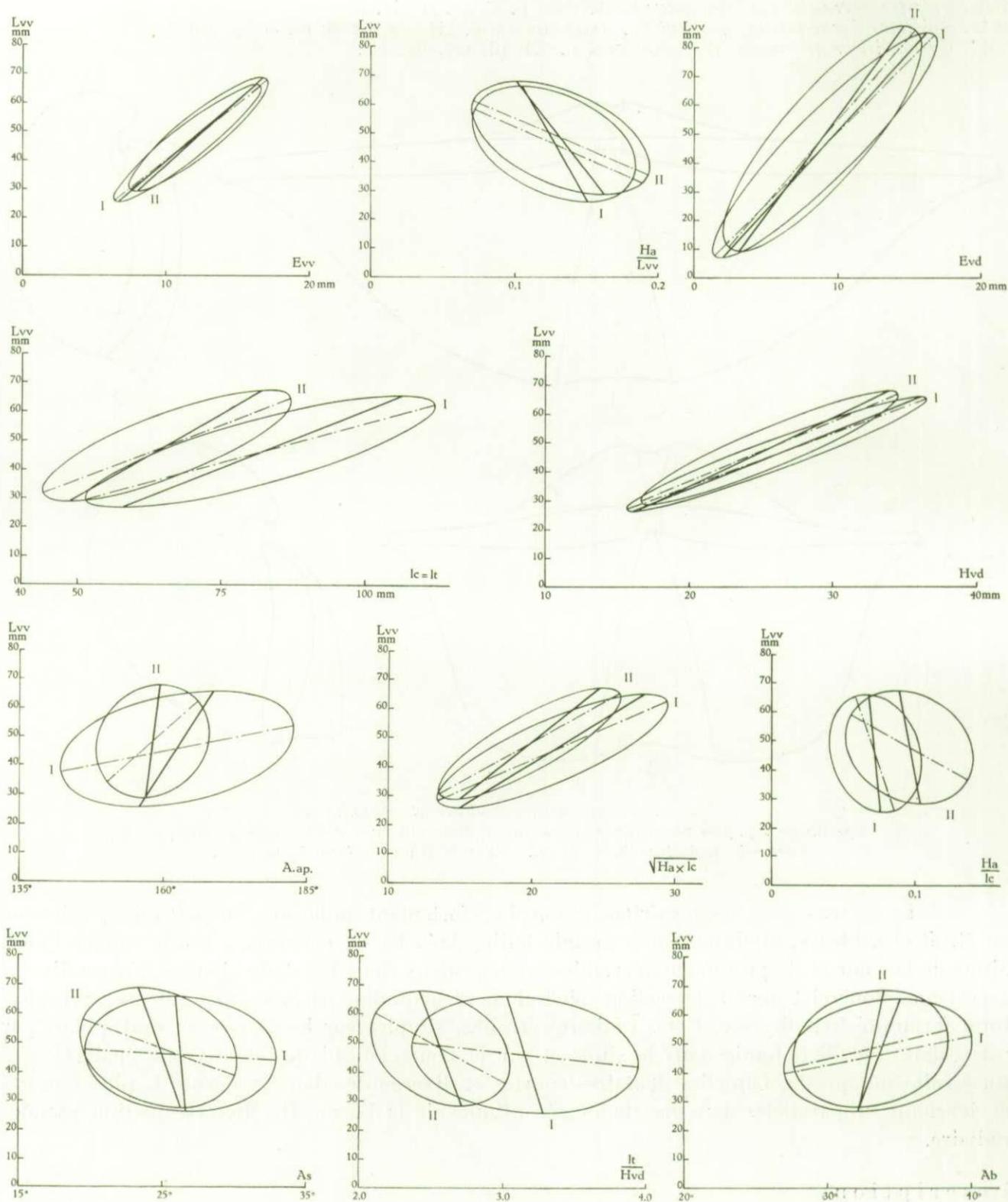


FIG. 99. — *Cyrtospirifer grabaui* W. PAECKELMANN.
 Ellipses (70 % des spécimens) et droites de régression des mensurations par rapport
 à la longueur de la valve ventrale.
 I = Forme I; II = Forme II.

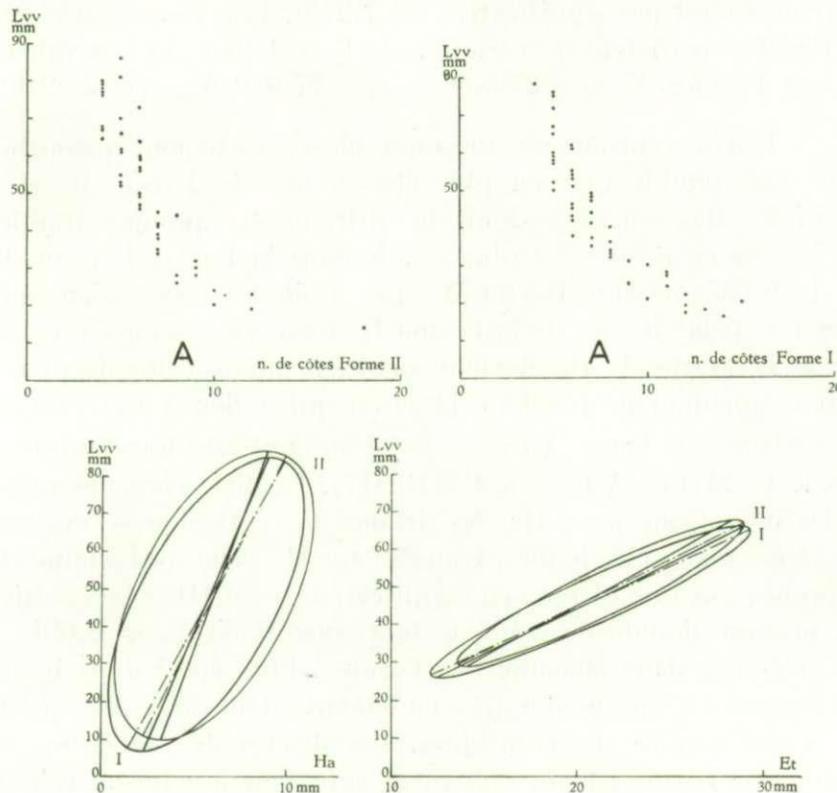


FIG. 100. — *Cyrtospirifer grabaui* W. PAECKELMANN.
 Ellipses (70 % des spécimens) et droites de régression des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 A : Variation du nombre de côtes radiales en 1 cm au bord marginal à partir du sinus par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 I = Forme I; II = Forme II.

est hautement significative ($t=14,875$). La vitesse de croissance de lt est supérieure dans la Forme I (module I=1,244; module II=0,865) de sorte que dans une série ontogénique, il est assez facile de distinguer les formes I des Formes II par les valeurs respectives de lt . Les coefficients de variation sont voisins ($Vlt_I = 24,099$; $Vlt_{II} = 21,329$). La hauteur de la valve dorsale (Hvd) se développe d'une manière à peu près égale dans les deux Formes. Elle a une croissance un peu moins rapide dans la Forme II (module I=0,506; module II=0,421) et les droites de régression se croisent au point $Lvv=29,994$. La différence des moyennes n'est pas significative ($t=0,890$) et les coefficients de variation sont voisins ($V_{Hvd I} = 26,030$; $V_{Hvd II} = 22,592$). Le rapport lt/Hvd a des droites de régression presque parallèles et fortement distantes, les moyennes (I=3,161; II=2,571) accusent une différence hautement significative ($t=21,389$). Les coefficients de variation sont faibles et voisins ($Vlt/Hvd_I = 16,156$; $Vlt/Hvd_{II} = 12,134$). L'épaisseur totale (Et) a des moyennes très voisines ($Et_I = 20,722$; $Et_{II} = 21,248$) et dont la différence n'est pas significative ($t=1,604$), elle croît un peu plus vite dans la Forme I (module I=0,404; module II=0,365) et les droites de régression se croisent au point $Lvv=37,163$. Les coefficients de variation sont également voisins ($V_{Et I} = 26,579$; $V_{Et II} = 23,350$). La profondeur de la valve ventrale (Evv) est un peu supérieure dans la Forme II ($Evv_I = 11,572$; $Evv_{II} = 12,289$). Malgré leur faible écart, les moyennes ont une différence significative ($t=3,678$). Les droites de régression se croisent au point $Lvv=60,121$. La profondeur de la valve dorsale (Evd) a une moyenne un peu plus élevée dans la Forme I. La

différence des moyennes n'est pas significative ($t=1,275$). Les droites de régression se croisent au point $L_{vv}=30,198$. Le coefficient de variation de E_{vv} et E_{vd} ont des valeurs respectivement voisines dans les deux Formes ($V_{F_{vv}I} = 27,559$; $V_{E_{vd}I} = 27,970$; $V_{F_{vv}II} = 25,246$; $V_{E_{vd}II} = 25,397$).

2. **A r é a .** — L'aréa ventrale est toujours basse, fortement recourbée dès les stades jeunes. Sa hauteur (H_a) semble un peu plus élevée dans la Forme II, si on juge par les moyennes ($H_{aI} = 5,723$; $H_{aII} = 6,124$) dont la différence, quoique faible, est cependant significative ($t=3,75$). Sa croissance est plus rapide dans la Forme I, le module étant un peu supérieur (module I=0,085; module II=0,073). Les droites de régression montrent que l'aréa est plus élevée dans les stades jeunes de la Forme II, mais qu'au cours du développement, qui est plus rapide dans la Forme I, H_a devient supérieur dans cette dernière. Les droites de régression accusent ce phénomène par leur jonction qui a lieu à $L_{vv}=65,35$ donc à un âge assez avancé. La « surface » de l'aréa ($\sqrt{H_a \times l_c}$) a au contraire une moyenne supérieure dans la Forme I ($\sqrt{H_a \times l_c} I = 21,453$; $\sqrt{H_a \times l_c} II = 19,817$). La différence des moyennes est significative ($t=5,503$). De même que pour H_a , les droites de régression se croisent mais au point $L_{vv}=17,026$, soit dans un stade jeune. L'angle apical varie peu d'une Forme à l'autre. Cependant les moyennes ont une différence significative ($t=6,416$). Le coefficient de variation de la Forme I est presque double de celui de la Forme II ($V_{A.ap.I} = 8,091$; $V_{A.ap.II} = 4,101$), il est, en tout cas, très bas dans chacune des Formes. Plus élevé dans le jeune âge dans la Forme II, où il a tendance à augmenter très lentement, il devient plus petit que celui de la Forme I dans les stades adultes et gérontiques. Les droites de régression se croisent à $L_{vv} = 28,438$, le module de la Forme I étant nettement supérieur à celui de la Forme II (module I = 0,328; module II = 0,068). Les moyennes de la courbure de l'aréa (H_a/L_{vv}) sont faibles et voisines. Leur différence n'est pas significative ($t=1,327$). La courbure de l'aréa tend à s'accroître avec l'âge; elle est un peu plus forte dans les stades jeunes de la Forme I, mais son module étant plus élevé (module I = -0,001132; module II = -0,001550) les droites de régression se croisent au point $L_{vv}=62,421$. Les coefficients de variation sont voisins ($V_{H_a/L_{vv}I} = 29,855$; $V_{H_a/L_{vv}II} = 30,866$). La forme de l'aréa, donnée par le rapport H_a/l_c , a des moyennes assez éloignées pour que leur différence soit significative ($H_a/l_{cI} = 0,071$; $H_a/l_{cII} = 0,095$), ($t=16,032$). Les modules sont négatifs, les droites de régression sont presque parallèles. Elles tendent cependant à se joindre au point $L_{vv}=173,311$ soit en dehors des dimensions connues (module I = -0,000218; module II = -0,000420). L'aréa marque une tendance à un abaissement progressif et relatif dans les deux Formes.

3. **D e l t i d i u m .** — Le deltidium est un symphytium foraminé, constitué de deux plaques deltidiales de callotest qui se soudent graduellement autour du pédoncule. Celui-ci devait être mince par rapport à la grandeur de la coquille, à en juger par l'étroitesse du foramen. Le deltidium est mince, souvent écrasé en menus fragments qu'on aperçoit dans les sections polies ou dans les rainures deltidiales. La cavité deltidiale est relativement grande et l'ouverture comprise entre l'arc basal du deltidium et le notothyrium est largement ouverte.

4. **S i n u s e t b o u r r e l e t .** — Le sinus et le bourrelet sont très variables en dimensions; il en est de même pour le développement et la forme de la languette sinale. En général, le sinus est large et profond, de section arrondie, nettement limité par deux côtes bordières plus fortes. Le bourrelet peu élevé et arrondi, est limité par deux sillons latéraux de même largeur que les espaces intercostaux voisins. La languette sinale offre une multitude d'aspects suivant les individus. Son contour est soit largement arrondi, soit subanguleux. L'angle du sinus est un peu plus grand dans la Forme I ($A_{sI} = 26^{\circ},300$; $A_{sII} = 24^{\circ},830$); malgré le faible écart, la différence des moyennes est significative ($t=5,945$). L'angle du sinus tend à

diminuer avec l'âge et plus rapidement dans la Forme II (module I = -0,019; module II = -0,070). Les droites de régression se croisent à $L_{vv} = 20,542$. Le coefficient de variation est faible et a une valeur moindre dans la Forme II, ($V_{AsI} = 16,299$; $V_{AsII} = 13,996$). L'angle du bourrelet a des moyennes très voisines ($Ab_I = 33^{\circ},558$; $Ab_{II} = 33^{\circ},047$), leur différence n'est pas significative ($t = 2,074$). Le coefficient de variation est faible et un peu moindre dans la Forme II ($V_{AbI} = 12,710$; $V_{AbII} = 10,451$). L'angle du bourrelet tend à augmenter avec la taille et plus rapidement dans la Forme I (module I = 0,073; module II = 0,042); les droites de régression se croisent au point $L_{vv} = 26,111$. L'angle du sinus est presque toujours plus petit que celui du bourrelet. Il lui est égal dans 1,274 % (Forme I), 1,435 % (Forme II) et plus grand dans 1,133 % (Forme I), 0,717 % (Forme II) des spécimens.

5. Macrosculpture. — Les côtes radiaires sont étroites dans le jeune âge, de section semi-circulaire, puis en s'aplatissant, de section plus ou moins triangulaire. Les espaces intercostaux, d'abord plus larges que les côtes, diminuent au fur et à mesure de la croissance.

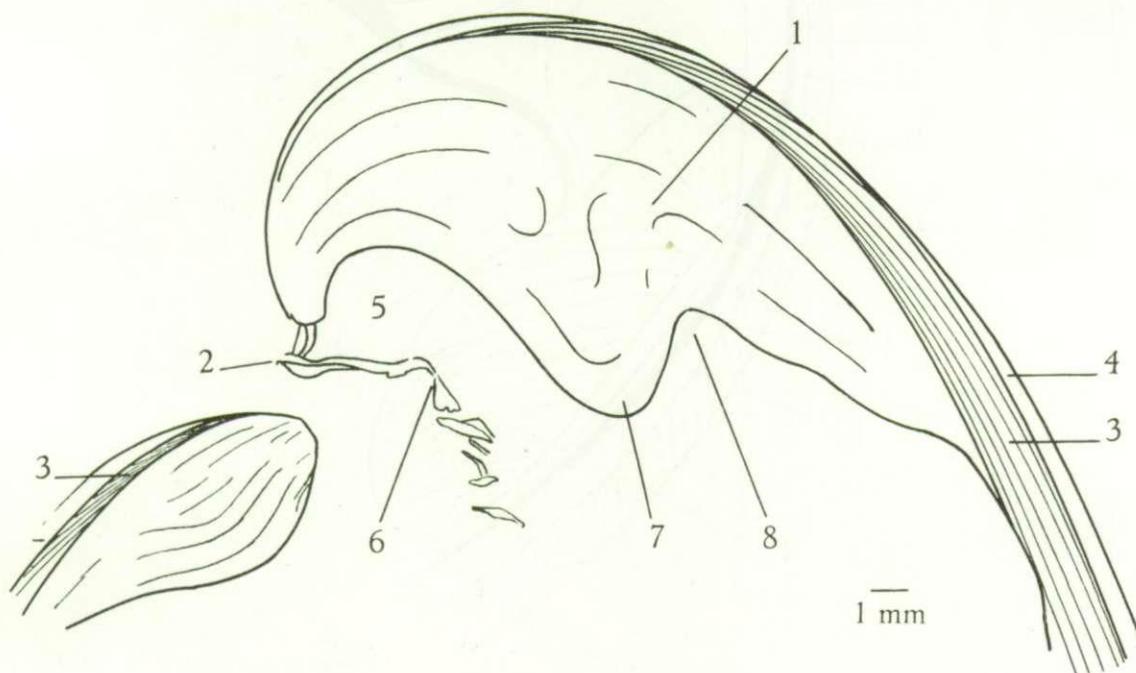


FIG. 101. — *Cyrtospirifer grabau* W. PAECKELMANN.
Section polie dans le plan de symétrie bilatérale du spécimen n° 4222 (Forme II).
1 : callosité apicale; 2 : emplacement (?) du foramen fermé par écrasement;
3 : prismotest; 4 : fibrotest externe; 5 : cavité deltidiale; 6 : fragments de deltidium;
7 : plaque delthyriale; 8 : cavité post-delthyriale.

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. La microsculpture est très voisine de celle du *verneuli*. Elle se compose, d'une part, des microcostulations concentriques de croissance et d'autre part, des microcostulations pseudoradiaires en chevrons très allongés, terminées par un renflement conique. Ces dernières sont notablement plus élevées, plus nombreuses et peuvent éventuellement servir de complément de détermination lorsque la conservation est suffisante. Dans le spécimen n° 756, les microcostules concentriques de croissance sont au nombre de 36, 28, 24, 22 par mm à respectivement $L_{vv} = 8, 12, 16, 23$ mm. Les microcostules pseudoradiaires

sont au nombre de 7 à 8 par flanc de côte dans un espace intercostal. Dans les stades jeunes, le sommet des côtes est garni d'une monotuberculation due au relèvement de l'ornementation concentrique. Ce caractère s'atténue et disparaît avec l'âge.

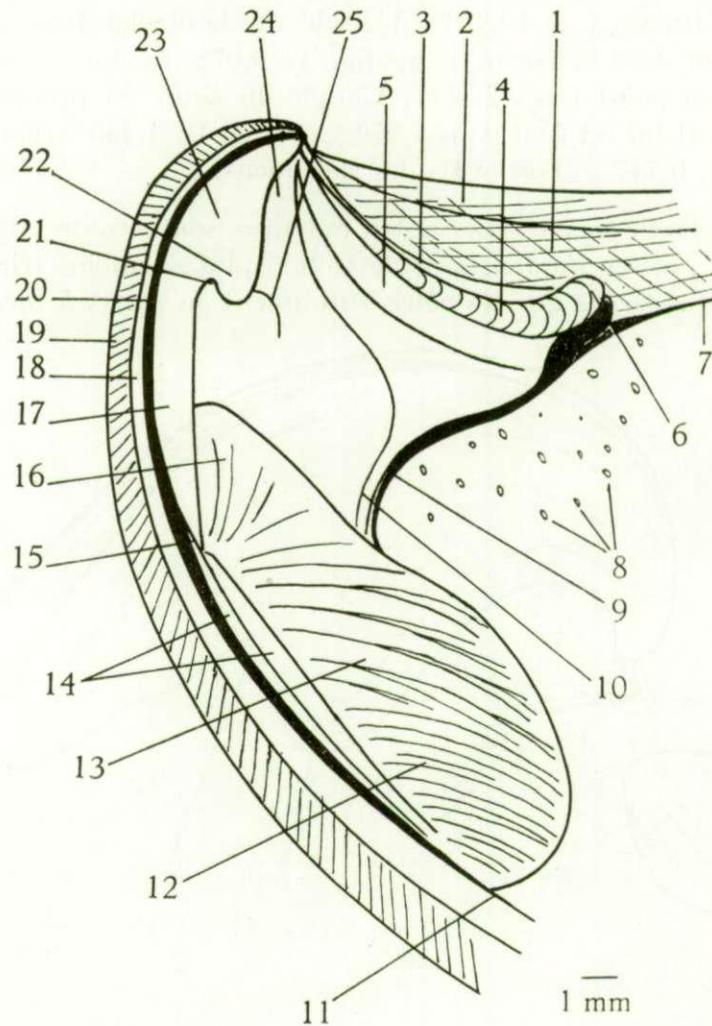


FIG. 102. — *Cyrtospirifer grabau* W. PAECKELMANN.

Moitié droite de la valve ventrale séparée du spécimen n° 4585.

1 : aréa, zone bicostulée; 2 : aréa, zone monocostulée; 3 : rainure deltidiale; 4 : bourrelet deltidial; 5 : rainure hypodeltidiale; 6 : apophyse articulaire; 7 : bord cardinal; 8 : empreintes ovariennes; 9 : arc basal de la lamelle dentaire; 10 : limite du callotest apical central; 11 : limite du prismotest; 12 : diducteur principal; 13 : pédonculaire ventral; 14 : bourrelet de l'adducteur; 15 : pointe du pédonculaire médian; 16 : diducteur accessoire; 17 : callotest apical central, pédonculaire médian; 18 : fibrotest externe; 19 : paroi du sinus; 20 : prismotest; 21 : cavité post-delthyriale; 22 : plaque delthyriale; 23 : callosité apicale; 24 : cavité deltidiale; 25 : arc basal de la plaque delthyriale.

b) Sur l'aréa. L'ornementation de l'aréa est composée de la double microcostulation. Les microcostules transversales ne se joignent par paires ou par trois que rarement comme dans *Cyrtospirifer verneuili*.

Morphologie interne.

1. **Plaque delthyriale.** — La plaque delthyriale est longue, épaisse, située peu profondément dans le delthyrium. Il y a forte tendance à la callosité apicale. La cavité post-delthyriale se colmate rapidement par le callotest, qui envahit les lamelles dentaires et le myoglyphe du pédonculaire médian.

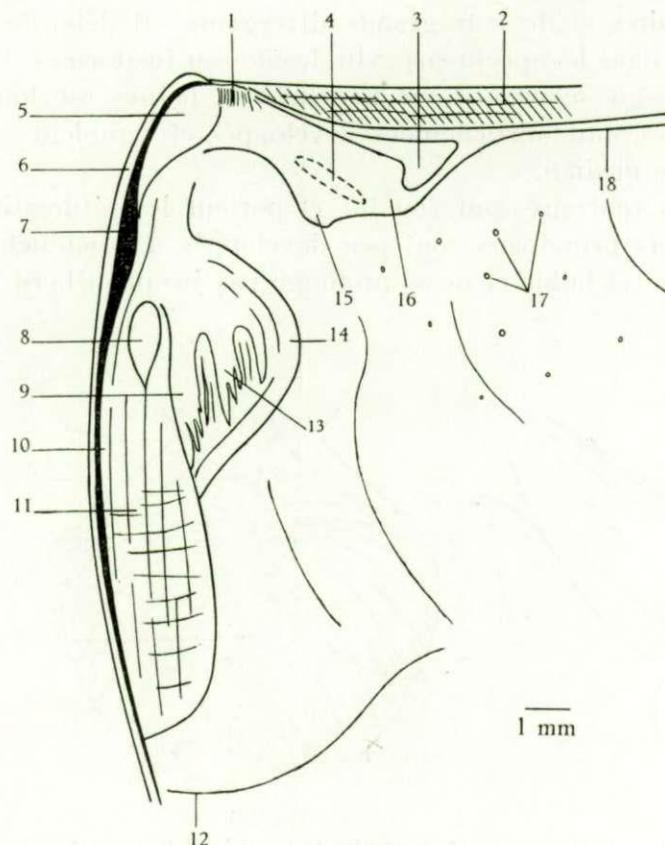


FIG. 103. — *Cyrtospirifer grabaui* W. PAECKELMANN.

Moitié droite de la valve dorsale du spécimen n° 4598.

- 1 : processus cardinal; 2 : aréa dorsale; 3 : cavité glénoïde; 4 : pédonculaire dorsal;
 5 : callotest apical central; 6 : fibrotest externe; 7 : prismotest; 8 : espace ovale lisse de l'adducteur antérieur; 9 : grosse côte séparatrice de l'adducteur postérieur;
 10 : myophragme; 11 : adducteur antérieur; 12 : courbe du bourrelet dorsal; 13 : grosse côte médiane de l'adducteur postérieur; 14 : bande marginale lisse; 15 : attache de crura;
 16 : brachiophore; 17 : empreintes ovariennes; 18 : bord cardinal.

2. **Lamelles dentaires.** — Les lamelles dentaires sont courtes, épaisses, fortement divergentes. Leurs extrémités enserrant le myoglyphe, se courbent légèrement et se prolongent jusqu'au diducteur principal. Dans la Forme II, les lamelles dentaires sont un peu plus longues et un peu moins divergentes. Elles deviennent subparallèles dans les stades gérontiques.

3. **Apophyses articulaires.** — Les apophyses articulaires sont rarement conservées dans les valves séparées. Fortes, elles ont la forme d'un disque rattaché par sa tranche, d'une part au bourrelet deltidial, d'autre part à l'épaississement de raccord au plateau

cardinal (spécimens n^{os} 4602, 4603, 4604). Le bourrelet deltidial, dont le diamètre croît très rapidement, est conique et souvent brisé par suite de la profondeur des rainures deltidiales et hypodeltidiales. Je n'ai pas pu observer les stries d'accroissement des bourrelets deltidiaux, ceux-ci sont difficilement accessibles à cause de la petitesse et de la courbure de l'aréa.

4. Myoglyphes.

a) Ventral. Le myoglyphe ventral est généralement cordiforme par suite de l'écourtement des lamelles dentaires et de leur grande divergence. Il débordé souvent en dehors de celles-ci, principalement dans les spécimens cylindroïdes ou fusiformes. Le pédonculaire médian est fortement développé en surface et en hauteur, sa pointe est longue et souvent forte. Les diducteurs accessoires sont normalement développés et semblent atteindre l'extrémité de la pointe du pédonculaire médian.

Les pédonculaires ventraux sont étendus et portent les bifurcations caractéristiques de leurs côtes. Les diducteurs principaux sont peu développés. Les adducteurs ont une extension normale, le myophragme est faible et ne se prolonge pas jusqu'au bord du myoglyphe.

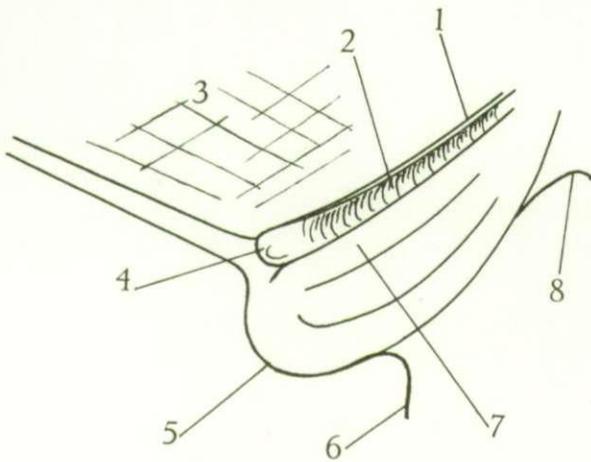


FIG. 104.

Cyrtospirifer grabau W. PAECKELMANN.

Schéma du bourrelet deltidial et des régions avoisinantes d'après plusieurs spécimens.

1 : rainure deltidiale; 2 : bourrelet deltidial; 3 : aréa; 4 : apophyse articulaire; 5 : épaissement de raccord au plateau cardinal; 6 : lamelle dentaire; 7 : rainure hypodeltidiale; 8 : arc basal de la plaque delthyriale.

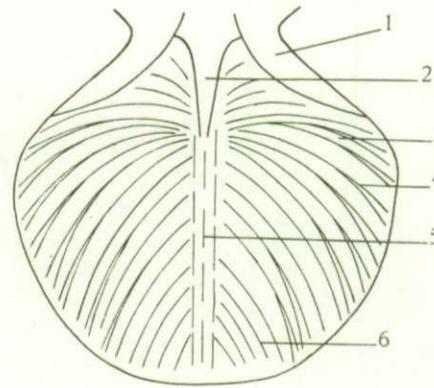


FIG. 105.

Cyrtospirifer grabau W. PAECKELMANN.

Myoglyphe ventral du spécimen n^o 4589.

1 : lamelle dentaire; 2 : pédonculaire médian; 3 : diducteur accessoire; 4 : pédonculaire ventral; 5 : adducteur; 6 : diducteur principal.

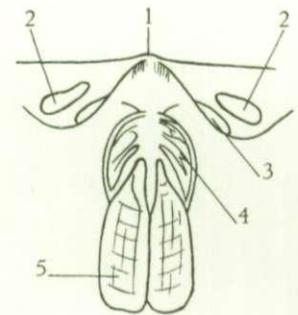


FIG. 106.

Cyrtospirifer grabau W. PAECKELMANN.

Myoglyphe dorsal du spécimen n^o 4593.

1 : processus cardinal; 2 : cavité glénoïde; 3 : pédonculaire dorsal; 4 : adducteur postérieur; 5 : adducteur antérieur.

b) Dorsal. Le myoglyphe dorsal est traversé jusqu'à la moitié de sa hauteur par une crête qui prend naissance sous le processus cardinal, en partageant la petite éminence en deux facettes. Les côtes des adducteurs postérieurs sont élevées et nettement marquées. L'ornementation des adducteurs est faible et composée de stries croisées, longitudinales et transversales. Les pédonculaires dorsaux sont à peine visibles sur les brachiophores, où on voit deux petites dépressions ou deux petites faces plates, ovales. Le processus cardinal est presque toujours conservé et visible en section polie ou en lame mince. Il est composé de deux couches : une inférieure à grosses lamelles, attache du diducteur principal et une supérieure, à fines lamelles, attache du diducteur accessoire (spécimen n^o 4595). Sa forme générale est allongée et aplatie.

5. Empreintes ovariennes. — Les empreintes de ce genre ne sont pas rares, elles ne semblent cependant pas exister dans tous les spécimens. Elles varient d'aspect suivant les individus. Dans le spécimen n° 4585, elles sont constituées par des cupules allongées et peu profondes à limites diffuses, de dimensions variables oscillant aux environs de 0,5 mm de longueur et de 0,2 à 0,3 mm de largeur, avec une densité de 2 par mm². Elles sont réparties sur la moitié de la paroi supérieure de la face interne de la valve près du bord cardinal. Dans le spécimen n° 4588, les cupules sont plus arrondies et limitées à la cavité latérale où elles ont une densité de 2 à 3 par mm². Il arrive qu'elles soient remplacées par des tubercules allongés, de dimensions semblables, situés aux mêmes endroits et avec une même densité. Les empreintes dites ovariennes sont présentes dans les deux valves sous les deux modalités. Aucun moule interne ne m'a permis de voir si dans un individu se présente une seule modalité ou les deux à la fois, affectant soit la valve ventrale, soit la dorsale.

6. Empreintes vasculaires. — Aucune observée.

7. Appareil brachial.

a) Cruras. Dans le spécimen n° 4587 (Forme II) les cruras sont minces et droits, fort peu convergents; leur longueur en section polie atteint 13 mm.

b) Spiralium. Dans le spécimen n° 4586 (Forme II), les cônes spiraux font entre eux un angle d'environ 115°. Ils ont un profil de cloche évasée à la base. Leur longueur atteint 14 mm avec un diamètre inférieur de 16 mm et un diamètre supérieur de 3 mm. Chacun des cônes comprend 18 tours de spires. Les rubans, composés de deux couches, s'aplatissent de la base vers le sommet du cône, ils sont arrondis vers l'intérieur et effilés vers l'extérieur.

Discrimination des Formes I et II. — Beaucoup de moyennes ont, dans l'espèce présente, des différences significatives : lt, Evv, lt/Hvd, Ha, $\sqrt{Ha \times lc}$, A.ap., Ha/lc, A.s. Certaines valeurs telles que $\sqrt{Ha \times lc}$, A.ap., Ha/lc et A.s. ne sont guère évaluables d'emblée et ne peuvent servir d'élément de séparation. Par contre, lt, Evv, lt/Hvd et Ha sont des critères, qui appliqués ensemble, facilitent la discrimination des Formes.

Forme I. Contour aliforme, aplati — largeur (lt) plus grande — aréa basse un peu plus étendue.

Forme II. Contour gibbeux dans les stades gérontiques, cylindroïde dans les stades jeunes — largeur (lt) moins grande — aréa basse un peu moins étendue.

La séparation d'individus isolés n'est pas toujours aisée et nécessite quelquefois des comparaisons avec les spécimens d'une série ontogénique.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer grabau* se distingue facilement des autres espèces surtout par son aréa basse, à bords subparallèles. Sa largeur, son contour aliforme ou cylindroïde, « extensoïde » dans le jeune âge, constituent les caractères principaux de discrimination. Quelquefois, les spécimens jeunes de la Forme II du *verneuili* se rapprochent des Formes I jeunes du *grabau*. Dans ce cas, la microsculpture aide à la séparation. Les microcostules pseudoradiaires sont plus nombreuses dans *grabau*, plus élevées et mieux marquées.

Discussion des citations. — Le type de l'*Archiaci*, figuré par R. I. MURCHISON, est un spécimen exceptionnel, tant par ses dimensions anormales que par sa rareté. Il est l'image en plus petit de la Forme II gérontique du *grabau*, auquel on pourrait le rattacher.

Spirifera inornata J. SOWERBY (1840) est probablement un *grabau*, sa mauvaise conservation ne permet pas de l'affirmer. *Spirifera extensa* J. SOWERBY (1840) est au contraire un spécimen typique de *grabau*. Il est impossible de déterminer à quelle Forme il appartient.

Seule la figure 129c de J. PHILLIPS (1841, pl. 29) est assimilable à l'espèce *grabau*, par sa largeur et ses lamelles dentaires. *Spirifera calcarata* du même auteur (fig. 128, d et e) sont des *grabau*, bien que la figure d ait un sinus qui semble particulièrement profond.

Spirifer Archiaci L. DE KONINCK (1843, pl. XIV, fig. 5) est Carbonifère et n'est pas une Forme II du *grabau*.

Spirifer Archiaci E. VERNEUIL (1845, pl. 4, fig. 5, a-i) sont des formes famenniennes n'ayant aucun rapport avec le *grabau*.

L'*Archiaci* de J. SCHNUR (1853, pl. 35, fig. 3) est voisin de *Cyrtospirifer monticolaformis*,

Les spécimens (pl. XV, fig. 2 et 3) de T. DAVIDSON (1853) sont des *verneuili*, la figure 5 montre un spécimen douteux par sa forme particulière.

Dans les deux planches publiées par J. HALL (1867), deux spécimens seulement sont attribuables au *grabau* (pl. 41, fig. 19 et pl. 42, fig. 20).

C. F. ROEMER a figuré (1876, pl. 35) deux spécimens dont l'un (fig. 2) est un *grabau* et l'autre un individu particulièrement abondant au Famennien appartenant au groupe « *Cyrtiopsis* ».

L'individu (pl. 10, fig. 3 et 3, a-e) d'E. KAYSER (1882) est une Forme II du *grabau*.

T. TSCHERNYSCHEW (1884, pl. II) a figuré un spécimen (fig. 5, a-c) qui, à mon avis, n'est pas à rapporter au groupe du *verneuili* par son aspect extérieur. La figure 6, a-d serait un *Cyrtospirifer brodi* P. N. WENJUKOFF. L'autre (fig. 8) est un individu jeune attribuable à plusieurs espèces.

Les nombreux spécimens figurés par J. GOSSELET en 1894 se répartissent dans les Formes comme suit :

Forme I : pl. I, fig. 1, a-e; pl. II, fig. 6, a, 9, a et b; pl. III, fig. 15, a-c; pl. IV, fig. 21, a-e 22; pl. VI, fig. 58;

Forme II : pl. I, fig. 2, a-c; pl. II, fig. 7; pl. III, fig. 11 et 13; pl. VI, fig. 59, a et b.

Les autres sont douteux.

La variété *persica* du *verneuili* de F. R. C. REED (1911) me paraît être rattachable au *grabau* bien que la figuration soit insuffisante.

La variété *vicari* de I. HAYASAKA (1922, pl. III, fig. 3) serait une Forme I du *grabau*.

Le spécimen figuré par L. KHALFIN (1932, pl. I, fig. 14) est insuffisamment figuré. On peut l'attribuer pour sa largeur au *grabau* mais avec doute.

Répartition stratigraphique. — L'espèce semble confinée au Frasnien en Belgique, peut-être monte-t-elle jusque dans le Famennien. Elle devient très abondante dans les schistes violets de Barvaux (F3) où elle domine nettement toutes les autres espèces. Elle semble presque aussi répandue dans le monde que *Cyrtospirifer verneuili*.

PARAMÈTRES STATISTIQUES.

| x | \bar{x} | σ | σ^2 | V | r | $r \frac{\sigma_x}{\sigma_{Lvv}}$ |
|-------------------------------------------|-----------|----------|------------|--------|--------|-----------------------------------|
| Forme I. — Nombre d'individus : n = 706. | | | | | | |
| Hvd | 26,011 | 6,770 | 45,844 | 26,030 | 0,963 | 0,506 |
| Et | 20,722 | 5,507 | 30,336 | 26,579 | 0,946 | 0,404 |
| Evv | 11,572 | 3,189 | 10,171 | 27,559 | 0,942 | 0,233 |
| Evd | 9,152 | 2,560 | 6,554 | 27,970 | 0,911 | 0,181 |
| lt = lc | 81,726 | 19,695 | 387,923 | 24,099 | 0,914 | 1,244 |
| lt/Hvd | 3,161 | 0,510 | 0,260 | 16,156 | -0,158 | -0,006 |
| Ha | 5,723 | 1,713 | 2,936 | 29,938 | 0,643 | 0,085 |
| A.ap. | 162,643 | 13,159 | 173,180 | 8,091 | 0,322 | 0,328 |
| $\sqrt{Ha \times lc}$ | 21,453 | 5,187 | 26,915 | 24,182 | 0,813 | 0,327 |
| Ha/Lvv | 0,127 | 0,038 | 0,001 | 29,855 | -0,384 | -0,001 |
| Ha/lc | 0,071 | 0,0022 | 0,0005 | 32,170 | -0,128 | -0,0002 |
| A.s. | 26,300 | 4,286 | 18,377 | 16,299 | -0,058 | -0,019 |
| A.b. | 33,558 | 4,264 | 18,192 | 12,710 | 0,221 | 0,073 |
| Forme II. — Nombre d'individus : n = 418. | | | | | | |
| Hvd | 25,657 | 5,796 | 33,603 | 22,592 | 0,929 | 0,421 |
| Et | 21,248 | 4,961 | 24,617 | 23,350 | 0,942 | 0,365 |
| Evv | 12,289 | 3,102 | 9,626 | 25,246 | 0,902 | 0,219 |
| Evd | 8,959 | 2,275 | 5,177 | 25,397 | 0,824 | 0,146 |
| lt = lc | 65,418 | 13,953 | 194,707 | 21,329 | 0,792 | 0,865 |
| lt/Hvd | 2,571 | 0,312 | 0,097 | 12,134 | -0,308 | -0,007 |
| Ha | 6,124 | 1,755 | 3,082 | 28,667 | 0,537 | 0,073 |
| A.ap. | 158,222 | 6,489 | 42,110 | 4,101 | 0,134 | 0,068 |
| $\sqrt{Ha \times lc}$ | 19,817 | 4,100 | 16,814 | 20,691 | 0,786 | 0,252 |
| Ha/Lvv | 0,130 | 0,040 | 0,001 | 30,866 | -0,495 | -0,001 |
| Ha/lc | 0,095 | 0,029 | 0,0008 | 30,771 | -0,185 | -0,0004 |
| A.s. | 24,830 | 3,475 | 12,078 | 13,996 | -0,259 | -0,070 |
| A.b. | 33,047 | 3,454 | 11,930 | 10,451 | 0,157 | 0,042 |

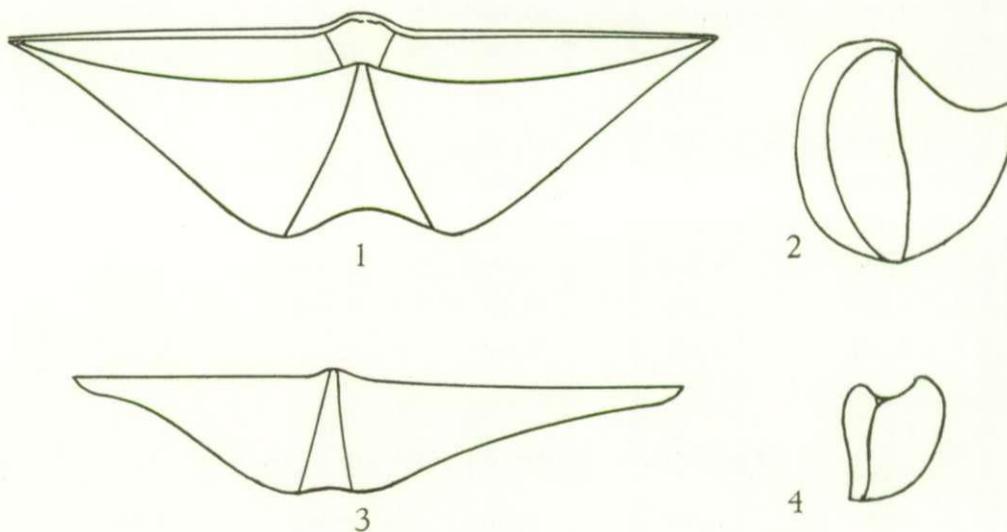
Cyrtospirifer syringothyriiformis W. PAECKELMANN, 1942.

(Pl. IV, fig. 19 à 26.)

Liste des citations.

1894. *Spirifer verneuili* J. GOSSELET, pl. III, fig. 16.1942. *Spirifer (Cyrtospirifer) verneuili* var. *syringothyriiformis* W. PAECKELMANN, p. 123, fig. 59 et 60; pl. 4, fig. 7 et 8.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe, fortement aliforme, mégathyride, à contour irrégulier, souvent asymétrique. Aréa élevée, peu courbée, ana- ou orthocline, ou aréa moins élevée, à base anacline et à crochet recourbé. Sinus large assez profond, à bords arrondis, bourrelet dorsal étroit et nettement limité. Côtes radiaires fines, de section arrondie, séparées par des espaces étroits, simples sur les flancs, se multipliant par dichotomie et intercalation dans le sinus et sur le bourrelet. Plaque delthyriale longue et forte, tendance à la callosité apicale. Lamelles dentaires épaisses, courtes et divergentes. Microcostulation pseudoradiaire et microcostulation concentrique de croissance se relevant en chevrons sur le sommet des côtes.

FIG. 107. — *Cyrtospirifer syringothyriiformis* W. PAECKELMANN.

Spécimens typiques reconstitués, montrant le dimorphisme.

1 : Forme I, stade gérontique, valve ventrale. — 2 : Forme I, stade gérontique de profil.
3 : Forme II, stade éphébic, valve ventrale. — 4 : Forme II, stade éphébic, de profil.**Description.**

1. Valves. — Le contour est souvent asymétrique, un côté étant plus étiré que l'autre, amenant parfois une certaine difformité dans l'aspect général. Dans la Forme I, la valve ventrale est pyramidale à cause de la hauteur de l'aréa et sa position ana- ou orthocline. La valve dorsale est assez plate. Les extrémités cardinales ne peuvent pas porter le nom de mucronations, ce sont plutôt des expansions latérales du plateau cardinal et des flancs de la coquille. Le rapport lt/Hvd qui varie de 2,4 à 3 accuse la largeur de la coquille. Il ne semble pas y avoir de différence entre les deux Formes, ni pour lt , ni pour Et , Evv , Evd , Hvd .

2. Aréa. — Très élevée dans la Forme I, plate ou peu courbée, ana- ou orthocline, elle est sensiblement moins élevée dans la Forme II où sa base, près de la ligne cardinale, est anacline et le crochet recourbé. Ha et les rapports Ha/lc et Ha/Lvv montrent bien cette différence. L'angle apical semble plus élevé dans la Forme II.

3. *Deltidium*. — Quelques fragments dans les spécimens n^{os} 1019 et 978 attestent son existence. Il est impossible de dire s'il est foraminé ou non.

4. *Sinus et bourrelet*. — Le sinus est large et assez profond, à bords arrondis dans la Forme II, plus nettement limité dans la Forme I. Il est de section courbe. Son angle semble plus grand que celui du bourrelet dans la Forme I, tandis que ce serait le contraire dans la Forme II, l'insuffisance de spécimens ne permet pas de l'affirmer. Le bourrelet est étroit, peu élevé et nettement limité par deux sillons un peu plus larges qu'un espace intercostal. L'angle du sinus ainsi que celui du bourrelet ne paraissent guère se modifier au cours de la croissance.

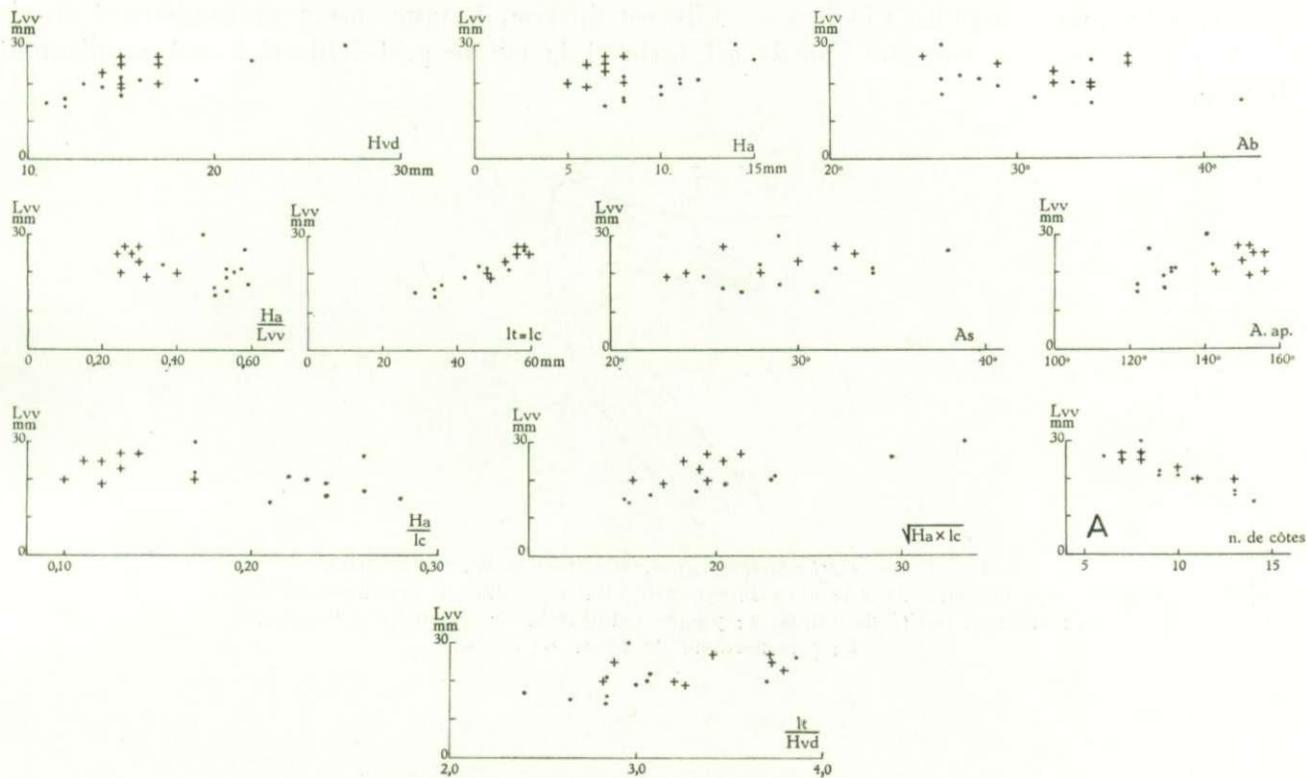


FIG. 108. — *Cyrtospirifer syringothyrisformis* W. PAECKELMANN.

Variation des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.

A : Variation du nombre de côtes radiales en lcm au bord marginal à partir du sinus par rapport à la longueur de la valve ventrale.

● = Forme I; + = Forme II.

5. *Macrosculpture*. — Les côtes radiales sont étroites, de section semi-circulaire. Simples sur les flancs, elles se multiplient par dichotomie et intercalation dans le sinus et sur le bourrelet. Elles sont élevées dans le jeune âge et séparées par des espaces intercostaux de même largeur que la côte voisine.

6. *Microsculpture*.

a) Sur les valves. La plupart des spécimens sont décortiqués. Cependant, on voit que la microsculpture se composait de microcostules concentriques de croissance et de microcostules pseudoradiaires en longs chevrons comme dans le *verneuili* et le *grabaui*. La microsculpture diffère de celle du *verneuili* par un nombre sensiblement plus grand de microcostules pseudoradiaires.

Elle se rapproche de celle des stades néalogiques du *grabau* par l'aspect monotuberculé des côtes, aspect dû au relèvement de l'ornementation concentrique sur le sommet des côtes. Elle en diffère par sa persistance dans les stades ultérieurs.

b) Sur l'aréa. L'ornementation est double, les microcostules de croissance sont rares et peu apparentes. Les microcostules transversales se joignent généralement par paires, parfois aussi par faisceaux pour former une costule plus grosse. La zone unicostulée près des arêtes marginales est très développée. Aucun dénombrement n'a été possible.

Morphologie interne.

1. Plaque delthyriale. — Elle est épaisse, longue, assez profondément située dans le delthyrium. La callosité apicale est forte et la cavité post-delthyriale est rapidement colmatée.

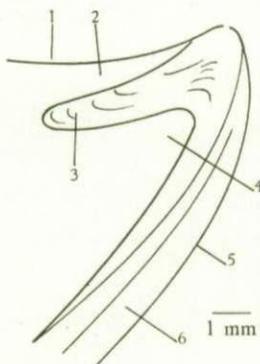


FIG. 109. — *Cyrtospirifer syringothyriiformis* W. PAECKELMANN.
Coupe médiane dans le plan de symétrie bilatérale, dans le spécimen n° 4534.
1 : aréa; 2 : cavité deltidiale; 3 : plaque delthyriale; 4 : cavité post-delthyriale;
5 : côte bordière du sinus; 6 : sinus.

2. Lamelles dentaires. — Les lamelles dentaires sont épaisses, surtout dans la région du crochet. Plus loin, elles deviennent foliacées. D'après W. PAECKELMANN (1942, p. 124), elles sont subsinales, je n'ai pas pu le vérifier. D'après deux spécimens, elles pourraient être également extrasinales, et d'après le spécimen n° 4534, elles font entre elles un angle sur Lvv de 60° environ, en convergeant vers le delthyrium.

3. Apophyses articulaires. — D'après le spécimen n° 4534, les apophyses articulaires sont petites ainsi que les cavités glénoïdes, par rapport aux dimensions de l'aréa. L'épaississement de raccord au plateau cardinal est faible.

4. Myoglyphes. — Non observés.

5. Empreintes ovariennes. — Non observées.

6. Empreintes vasculaires. — Non observées.

7. Appareil brachial. — Non observé.

Discrimination des Formes I et II. — La séparation des Formes se fait aisément par comparaison de la hauteur de l'aréa qui est beaucoup plus élevée dans la Forme I à Lvv égal. L'aréa de la Forme II est plus courbée (mais toutefois moins que dans le *grabau*).

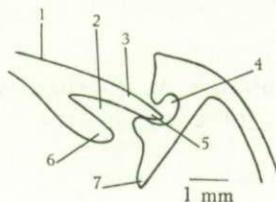


FIG. 110. — *Cyrtospirifer syringothyriiformis* W. PAECKELMANN.
Coupe parallèle au plan de symétrie bilatérale, au niveau de l'articulation, dans le spécimen n° 4534.

1 : aréa; 2 : rainure hypodeltidiale; 3 : bourrelet deltidial; 4 : cavité glénoïde;
5 : apophyse articulaire; 6 : épaissement de raccord au plateau cardinal;
7 : base de crura.

Rapports et différences. — L'espèce dans les stades adultes se différencie nettement des autres par son aréa articulièrement élevée et anacline, par la largeur de sa coquille et son irrégularité. Elle diffère de *Cyrtospirifer stolbovi* par sa largeur sensiblement plus grande. Elle se sépare de *Cyrtospirifer grabau* dont elle a la microsculpture, par la hauteur sensiblement plus grande de son aréa et par l'irrégularité de son contour. Elle se distingue de *Cyrtospirifer verneuili* par son aréa plus élevée (à Lvv égal) et par son contour irrégulier. Les stades jeunes sont plus difficilement séparables si la microsculpture n'est pas conservée. Une comparaison avec une série ontogénique est parfois nécessaire.

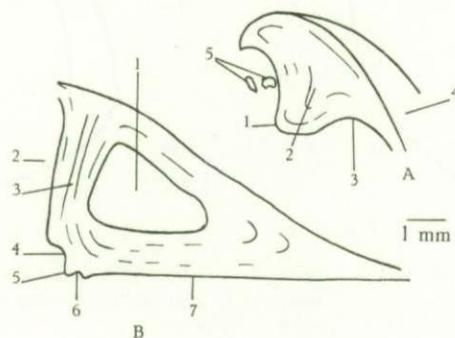


FIG. 111. — *Cyrtospirifer syringothyriiformis* W. PAECKELMANN.
A : Coupe médiane dans le plan de symétrie bilatérale. Spécimen n° 978.
1 : plaque delthyriale; 2 : callosité apicale; 3 : cavité post-delthyriale; 4 : sinus.
B : Coupe perpendiculaire à la précédente.
1 : cavité apicale latérale; 2 : cavité apicale centrale; 3 : lamelle dentaire;
4 : rainure hypodeltidiale; 5 : bourrelet deltidial; 6 : rainure deltidiale; 7 : aréa.

Discussion des citations. — Le spécimen (fig. 16, pl. II) de J. GOSSELET (1894) est incontestablement une Forme I. Ceux figurés par W. PAECKELMANN (1942, p. 123) appartiennent respectivement, figure 59 à la Forme II et figure 60, planche 4, figures 7 et 8, à la Forme I.

Répartition stratigraphique. — L'espèce semble exclusivement frasnienne. Elle est rare partout, atteint son plus grand développement dans le *F2i*, bien qu'elle soit encore fréquente dans le *F3*. W. PAECKELMANN (1942, p. 124) la signale dans le Frasnien de Ferques et de Breiniger Berg où elle constitue une rareté.

Cyrtospirifer lobatus A. VANDERCAMMEN, 1955.

(Pl. V, fig. 10 à 17.)

Liste des citations.

1894. *Spirifer Verneuli obovati* J. GOSSELET, pl. V, fig. 33, *a-c*, 34 et 35.

1942. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuli* W. PAECKELMANN, p. 82, fig. 37; p. 83, fig. 38.

1955. *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *lobatus* A. VANDERCAMMEN, p. 1.

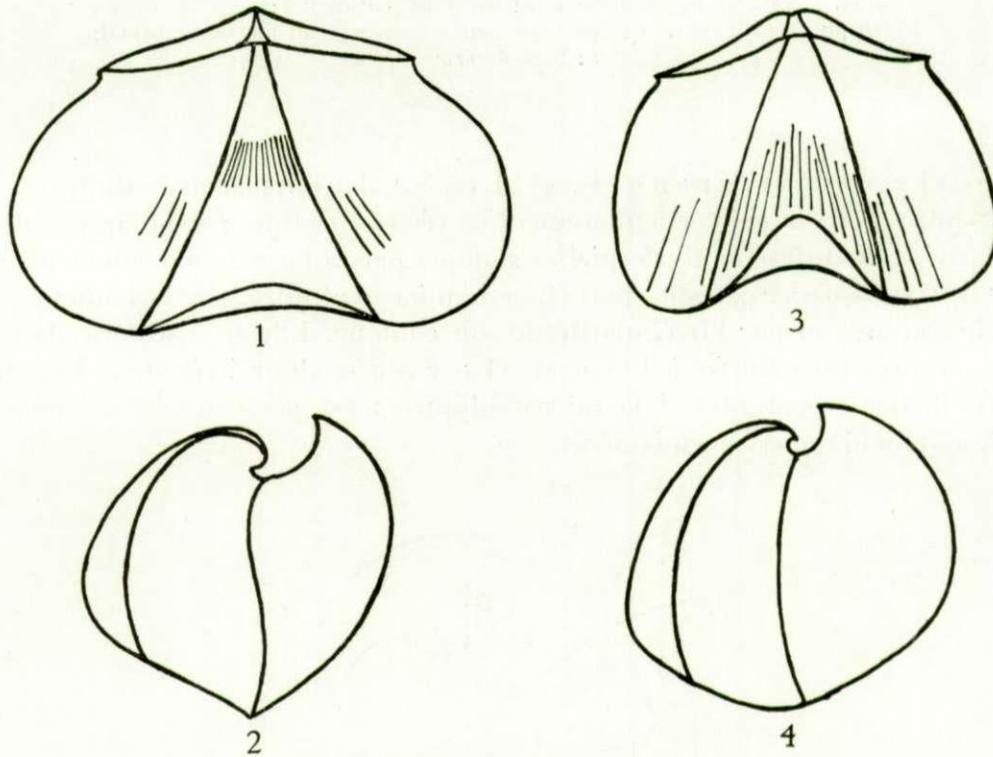


FIG. 112. — *Cyrtospirifer lobatus* A. VANDERCAMMEN.
Spécimens typiques reconstitués, montrant le dimorphisme dans le stade gérontique.
Forme I : 1, de face; 2, de profil. — Forme II : 3, de face; 4, de profil.

Holotype :

Spécimen n° 1375.

Localité : entre Givet et Fromelennes.

Position stratigraphique : Frasnien moyen, *F2a*.

I. G. 9340.

Conservé à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* dimorphe pouvant atteindre un grande taille, plus ou moins aplati à grande aréa peu courbée ou globuleux à petite aréa plus courbée. Généralement brachythyride. Sinus large et profond. Bourrelet dorsal avec languette sinale élevée, semblant

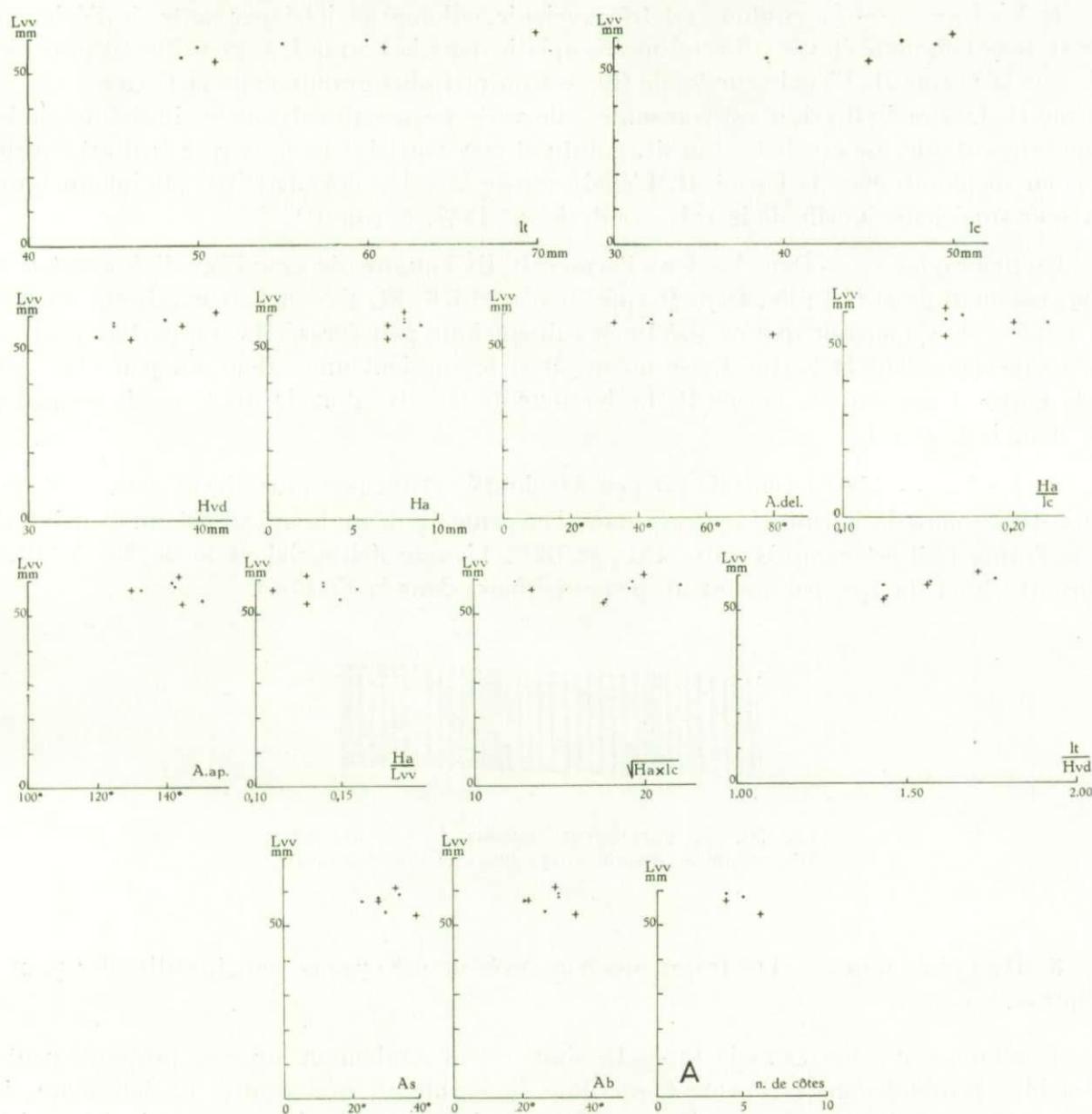


FIG. 113. — *Cyrtospirifer lobatus* A. VANDERCAMMEN.
 Variation des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 A : Variation du nombre de côtes radiaires en lcm au bord marginal
 à partir du sinus par rapport à la longueur de la valve ventrale.
 • = Forme I; + = Forme II.

diviser la coquille en deux lobes. Côtes radiaires larges et généralement simples sur les flancs, fines et nombreuses dans le sinus et sur le bourrelet, se multipliant par dichotomie et par intercalation. Plaque delthyriale longue et épaisse avec callosité apicale. Lamelles dentaires longues et épaisses. Microcostulation radiaire.

Description.

Remarque. — Le nombre d'individus étant trop faible pour pouvoir généraliser les résultats des observations, celles-ci ne sont valables que pour les spécimens examinés.

1. *Valves*. — Le contour est très variable, allongé et lobé par suite de l'échancrure sinale et de la languette élevée. Plus ou moins aplatie dans la Forme I, la coquille est plus globuleuse dans la Forme II. L'épaisseur totale (Et) est un peu plus grande dans la Forme I que dans la Forme II. La brachythyridie est constante, elle varie beaucoup suivant les individus mais est toujours importante. Le crochet est droit, pointu et peu courbé dans la Forme I; il est courbé et parfois en surplomb dans la Forme II. L'épaisseur de la valve dorsale (Evd) atteint quelquefois une valeur supérieure à celle de la valve ventrale (n° 1247, Forme II).

Remarques. — Dans les deux Formes, It/Hvd augmente avec l'âge d'où une tendance à l'élargissement de la coquille. Dans le spécimen n° 1376, Et, Evv et Evd paraissent anormalement faibles, il se pourrait que ce spécimen soit quelque peu écrasé. Le rapport It/Hvd serait un peu supérieur dans la Forme I. De même, It et lc auraient une valeur un peu plus grande dans la Forme I que dans la Forme II. La hauteur de la valve dorsale (Hvd) serait un peu plus élevée dans la Forme I.

2. *Aréa*. — L'aréa ventrale est peu développée et un peu plus élevée dans la Forme I. Elle est droite dans la Forme I, courbée dans la Forme II. L'angle apical est un peu inférieur dans la Forme I, il est compris entre 151° et 130°. L'angle delthyrial varie de 33° à 80°. Les rapports Ha/lc et Ha/Lvv paraissent un peu supérieurs dans la Forme I.

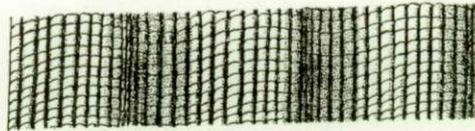


FIG. 114. — *Cyrtospirifer lobatus* A. VANDERCAMMEN.
Microsculpture d'après le spécimen n° 1256 (Forme I).

3. *Deltidium*. — Les fragments conservés de cet organe sont inutilisables pour une description.

4. *Sinus et bourrelet*. — Le sinus est généralement large et profond, peut-être un peu plus profond dans la Forme I que dans la Forme II, mal limité. La languette sinale est longue, à extrémité anguleuse, elle se relève vers la valve dorsale formant ainsi une échancrure qui donne à la coquille un aspect lobé caractéristique. Le bourrelet est généralement peu élevé, assez large et mal limité.

Remarques. — Les angles du sinus et du bourrelet ont des valeurs respectives à peu près égales dans les deux Formes. Ils paraissent conserver leur valeur initiale au cours du développement.

5. *Macrosculpture*. — Les côtes radiaires sont larges et épaisses (ces caractères s'exagèrent par décortication et les moules internes présentent une costulation qui paraît encore plus forte. Elles sont généralement simples, de section arrondie et présentent parfois une multiplication par dichotomie. Dans le sinus et sur le bourrelet, elles sont sensiblement plus nombreuses et plus fines. Les côtes radiaires ont un profil plus aigu dans les stades jeunes ainsi qu'on peut le remarquer dans la région du crochet, elles s'aplatissent en s'élargissant avec l'âge. Le développement de l'aréa a été suivi grâce à la bonne conservation des costules concentriques du spécimen n° 1375 (Forme I).

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. Les côtes radiales et les espaces intercostaux sont couverts de côtes radiales plus fines, au nombre d'environ 9 par côte et de 5 par espace intercostal. La rencontre de ces côtes avec les microcostules concentriques de croissance donne à l'ornementation un aspect réticulé dans lequel domine la costulation radiaire.

b) Sur l'aréa. La costulation transversale très fournie couvre presque entièrement l'aréa, la zone unicostulée est peu développée et n'existe que vers les extrémités cardinales. Les costules sont fort rapprochées et s'unissent par trois, quatre et plus pour former une costule plus grosse. L'aréa dorsale porte également des microcostules transversales.

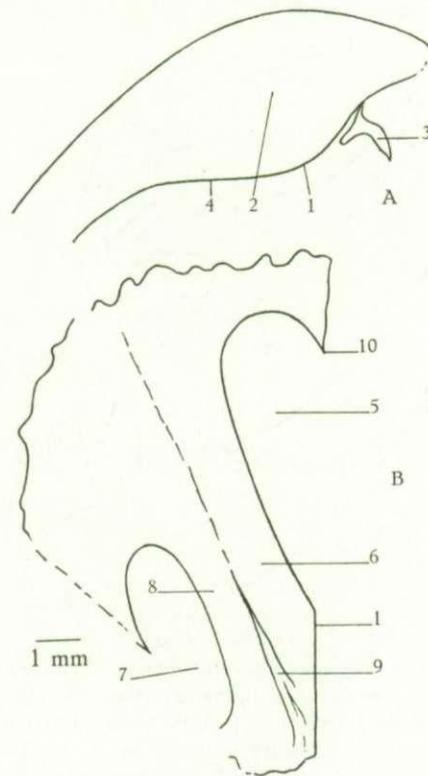


FIG. 115. — *Cyrtospirifer lobatus* A. VANDERCAMMEN.

A : Coupe médiane dans le plan de symétrie bilatérale du spécimen n° 1262.
 B : Coupe perpendiculaire à la précédente au niveau de la plaque delthyriale.
 1 : plaque delthyriale; 2 : callosité apicale; 3 : fragments de deltidium; 4 : cavité post-delthyriale; 5 : cavité apicale centrale; 6 : callotest apical central; 7 : cavité apicale latérale; 8 : callotest apical latéral; 9 : prismotest; 10 : éminence du pédonculaire médian.

Morphologie interne.

1. **Plaque delthyriale.** — Elle est longue, épaisse, concave et profondément située dans le delthyrium. Il y a forte tendance à la callosité apicale. La cavité post-delthyriale semble devoir se colmater très rapidement et entièrement, d'après le spécimen n° 1262.

2. **Lamelles dentaires.** — Elles sont développées, larges et épaisses dans la région du crochet. Je n'ai pas pu observer leur aspect à l'intérieur de la coquille, le nombre de spécimens étant trop restreint.

3. *Apophyses articulaires*. — Les apophyses articulaires, d'après le spécimen n° 1262, sont petites et allongées. La rainure deltidiale est étroite et paraît assez profonde. La rainure hypodeltidiale est assez étroite. L'épaississement de raccord au plateau cardinal est très développé. Les stries de croissance du bourrelet n'ont pas été observées.

Cavités glénoïdes. Elles sont larges, profondes et allongées à base faiblement épaissie.

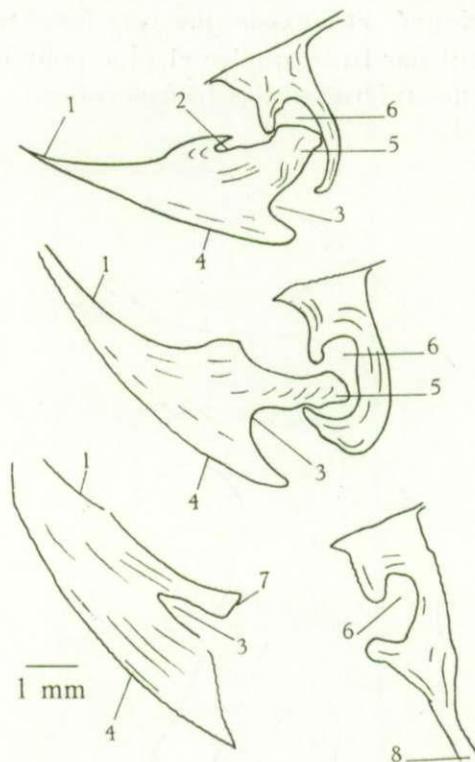


FIG. 116. — *Cyrtospirifer lobatus* A. VANDERCAMMEN.

Sections polies successives parallèles au plan de symétrie bilatérale, au niveau de l'articulation dans le spécimen n° 1262.

1 : aréa; 2 : rainure deltidiale; 3 : rainure hypodeltidiale; 4 : épaississement de raccord au plateau cardinal; 5 : apophyse articulaire; 6 : cavité glénoïde; 7 : bourrelet deltidial; 8 : crura.

4. *Myoglyphes*. — Aucune empreinte visible.

5. *Empreintes ovariennes*. — Non observées.

6. *Empreintes vasculaires*. — Aucune observée.

7. *Appareil brachial*. — Non observé.

Discussion des citations. — Les seules figurations se rapportant à *Cyrtospirifer lobatus* que j'ai trouvées dans la littérature sont celles de J. Gosselet (1894, pl. V, fig. 33) et de W. Paeckelmann (1942, p. 83, fig. 38). Déterminés comme *verneuili* à cause de leurs caractères macroscopiques externes : une costulation simple sur les flancs et une aréa plus ou moins haute, ces spécimens appartiennent, pour ma part, celui de W. Paeckelmann à la

Forme I par la hauteur de l'aréa et sa faible courbure, et celui de J. GOSSELET à la Forme II. Les côtes radiaires du *lobatus* sont plus larges et par conséquent moins nombreuses sur les flancs alors que dans le sinus et sur le bourrelet elles sont sensiblement plus fines et plus nombreuses.

Rapports et différences. — *Cyrtospirifer lobatus* se distingue des autres espèces globuleuses par sa forme lobée particulière, par sa brachythyridie accentuée, par la finesse des côtes radiaires dans le sinus et sur le bourrelet, par la multiplication fréquente de grosses côtes radiaires sur les flancs et enfin par sa microsculpture qui le sépare des formes voisines du *grabaui*.

Répartition stratigraphique. — En Belgique, l'espèce semble apparaître à la base du Frasnien moyen. Elle est rare partout et ne semble pas dépasser le Frasnien supérieur. En Allemagne, W. PAECKELMANN (1942, p. 83) l'aurait trouvée dans les couches frasnienne de Breiniger Berg près d'Aix-la-Chapelle.

Cyrtospirifer conoideus (F. A. ROEMER, 1843).

Liste des citations.

1843. *Spirifer conoideus* F. A. ROEMER, p. 12, pl. 56, fig. 13, *a* et *b*.
 1887. *Spirifer conoideus* T. TSCHERNYSCHEW, p. 68, pl. 8, fig. 16, *a-d*.
 1912. *Spirifer tenticulum* H. MANSUY, p. 72, pl. 13, fig. 5, *a-g*.
 1914. *Spirifer Verneuli* var. *conoideus* H. KLÄHN, p. 21.
 1930 A. *Spirifer conoideus* D. NALIVKIN, p. 126, pl. 10, fig. 18, *a* et *b*.
 1930 B. *Spirifer tenticulum* D. NALIVKIN, p. 76, pl. VII, fig. 4, *a-e*.
 1942. *Spirifer (Cyrtospirifer) conoideus* W. PAECKELMANN, p. 143, fig. 67 et 68; pl. 5, fig. 11 et 12.
 1955. *Cyrtospirifer conoideus* T. I. FEDOROVA, p. 38.
 1955. *Cyrtospirifer conoideus* K. I. ADRUANOVA, p. 372.

Diagnose. — *Cyrtospirifer* tenticuloïde, de petite taille, à contour arrondi semi-elliptique, généralement brachythyride. Aréa élevée, plate ou peu courbée, ana- ou orthocline. Sinus peu profond, mal limité. Bourrelet obsolète, presque inexistant. Côtes radiaires étroites, peu élevées, fines, de section arrondie, simples sur les flancs, se multipliant par dichotomie et intercalation dans le sinus et sur le bourrelet. Plaque delthyriale longue, mince, sans callosité apicale. Lamelles dentaires courtes, minces, divergentes. Microcostulation concentrique de croissance seule.

Remarque. — Ne disposant que de quelques spécimens, je n'ai pas pu établir les caractères accusant un dimorphisme. J'ai donc traité les spécimens dans leur ensemble, sans distinguer les Formes.

Description.

1. Valves. — La valve ventrale est pyramidale à cause de la hauteur de l'aréa. La valve dorsale est presque operculaire. La brachythyridie semble se maintenir au cours du développement, seuls les stades népioniques paraissent équithyrides. Cependant, le contour reste toujours arrondi.

2. Aréa. — L'aréa est élevée, plate ou peu courbée, ana- ou orthocline, marquant une tendance à devenir plus étroite.

3. *Deltidium*. — Je n'ai pas relevé de traces de *deltidium*. Les bourrelets *deltidiaux* sont bien développés et laissent supposer son existence. Il a disparu dans la plupart des espèces à grande aréa, probablement à cause de son étendue et sa minceur.

4. Sinus et bourrelet. — Le sinus est peu profond, étroit, à bords arrondis, mal limité, ses côtes bordières ne différant pas de celles des flancs. Le bourrelet est presque inexistant dans le jeune âge, il est mal limité et n'est révélé que par une légère incurvation du bord marginal.

5. Macrosculpture. — Les côtes radiales sont étroites, de section arrondie élevée dans les stades jeunes, séparées par des sillons de même largeur. Les lamelles concentriques de croissance sont rares et peu visibles.

6. Microsculpture.

a) Sur les valves. Les spécimens que j'ai eus à ma disposition sont partiellement décortiqués, leur microsculpture a disparu sauf quelques fragments altérés sur le spécimen n° 2774. Il semble que l'ornementation devait se composer uniquement des microcostules de croissance sans microcostulation radiale.

b) Sur l'aréa. Des restes de microcostules transversales existent encore sur le spécimen n° 4532. Elles sont longues et se rejoignent rarement et par paires. La microcostulation de croissance est très faible et presque invisible. La zone unicostulée marginale paraît assez développée.

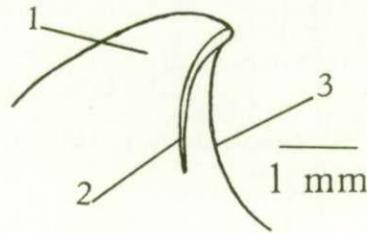


FIG. 117. — *Cyrtospirifer conoideus* (F. A. ROEMER).
Section polie dans le plan de symétrie bilatérale dans le crochet du spécimen n° 2774.
1 : cavité post-delthyriale; 2 : plaque delthyriale; 3 : aréa.

Morphologie interne.

1. Plaque delthyriale. — Longue, mince, peu profondément située dans le delthyrium, la plaque delthyriale ne passe pas à une callosité apicale.

2. Lamelles dentaires. — Minces, courtes et divergentes. L'état de conservation n'a permis aucune mesure.

3. Apophyses articulaires. — Non observées.

4. Myoglyphes. — Non observés.

5. Empreintes ovariennes. — Non observées.

6. Empreintes vasculaires. — Non observées.

7. Appareil brachial. — Non observé.

Rapports et différences. — L'espèce est très voisine de *Cyrtospirifer tenticulum* dont elle diffère par l'absence de sinus et de bourrelet (mal limités), par des côtes un peu plus fines et par des costules de croissance rares et peu apparentes. Elle se sépare de *Cyrtospirifer utahensis* par l'absence de dichotomie des côtes radiaires sur les flancs, et de *Cyrtospirifer stolbovi* par son contour arrondi et ses sinus et bourrelet mal limités.

Répartition stratigraphique. — Je n'ai trouvé cette espèce que dans le Frasnien moyen F2i où elle est rare. En Allemagne, elle a été signalée dans le Frasnien du Harz et de Breiniger Berg. En Russie T. TSCHERNYSCHEW l'a signalée dans le Dévonien de l'Oural et D. NALIVKIN dans le Frasnien du Turkestan et de Semiluki. H. MANSUY l'aurait trouvée en Indo-Chine.

TABLEAU DICHOTOMIQUE DES ESPÈCES.

Les caractères invoqués sont ceux qui apparaissent à première vue sur les spécimens typiques.

I. — Formes ailées.

1. Aréa basse :

- a) pas de sinus dans le bourrelet, microsculpture du type V *grabau*.
 b) sinus dans le bourrelet, microsculpture du type IV *bisinus*.

2. Aréa élevée :

- a) orthocline ou apsacline, plate, microsculpture du type V *verneuili*.
 b) plate ou peu courbée, microsculpture du type IV *orbelianus*.
 c) plate à extrémité courbée, microsculpture du type III *brodi*.

3. Aréa très élevée et anacline :

- microsculpture du type VI *syringothyriiformis*.

4. Aréa très élevée, forme tenticuloïde, angle apical de 90° environ :

- a) aréa orthocline, microsculpture du type I :
 1° côtes simples sur les flancs *tenticulum*.
 2° côtes dichotomiques *utahensis*.
 b) aréa anacline, microsculpture du type IV *stolbovi*.
 c) aréa courbée à l'extrémité, microsculpture du type III *brodi*.
 d) aréa orthocline ou anacline, côtes fines, ni sinus ni bourrelet, microsculpture du type I ...
conoïdeus.

II. — Formes gibbeuses.

1. Aréa basse, côtes fines dichotomes, microsculpture du type II :

- a) aréa élevée, microépines *supradisjunctus*.
 b) aréa plus basse, côtes plus fines, pas de microépines *malaisei*.

2. Aréa élevée :

- a) grosses côtes, microsculpture du type III :
 1° côtes dichotomiques *canaliferus*.
 2° côtes du sinus et du bourrelet nettement plus fines *lobatus*.
 b) côtes de largeur moyenne, simples :
 1° forme gibbeuse, microsculpture du type IV *orbelianus*.
 2° forme globuleuse, microsculpture du type III *monticolaformis*.

2. CONCLUSIONS.

COMPARAISONS DES ESPÈCES ÉTUDIÉES.

Les conclusions que je crois pouvoir tirer des comparaisons qui suivent ne sont *que* de simples observations. Elles portent sur les maxima et minima atteints par les dimensions et rapports des spécimens mesurés. Il est évident que ces éléments n'ont aucune valeur absolue et qu'ils peuvent varier dans une certaine mesure au cours d'investigations ultérieures. Il est également évident que cette variation est en raison inverse du nombre d'individus mesurés et que tel rapport restera finalement compris entre deux limites, lorsque le nombre d'individus mesurés aura été suffisant, ce qui est vraisemblablement le cas pour les quatre espèces soumises à la statistique.

J'ai essayé surtout d'étudier les espèces pour elles-mêmes, sans tenir compte de l'influence du facies, ni de l'âge géologique, et de rechercher, au moyen de graphiques comparatifs, quelles étaient les relations des espèces entre elles. L'expérience statistique a porté, en effet, sur trop peu de populations pour en tirer des conclusions relatives au facies et aux transformations morphologiques au cours du temps.

Les graphiques portent donc sur les maxima et minima des dimensions et rapports des deux Formes de chacune des espèces. Les valeurs sont classées par ordre de grandeur, la ligne de gauche représente la Forme I, la droite, la Forme II. Les maxima et minima sont réunis dans les rapports par une ligne destinée à faire apparaître la Forme qui a atteint le chiffre le plus élevé. Un chiffre romain entre les lignes indique à quel type microsculptural appartient l'espèce.

Certaines espèces, telles que *brodi* et *conoideus* sont représentées par un nombre insuffisant d'individus, elles figurent dans les tableaux à titre indicatif. Dans les espèces *tenticulum* et *conoideus*, dont les Formes n'ont pu être séparées, j'ai donné à celles-ci des valeurs égales.

La distance qui sépare les points extrêmes représente l'extension actuellement constatée des dimensions ou des rapports. Les moyennes des espèces *verneuili*, *grabau*, *orbelianus* et *monticolaformis*, soumises à la statistique, sont indiquées par un pointillé. Les paramètres σ , V sont marqués de leur lettre correspondante et les droites de régression citées sont toujours celles par rapport à L_{vv} .

1. L_{vv} . — La longueur de la valve ventrale a été considérée comme dimension de base, représentant le mieux la taille et un âge ontogénique approximatif correspondant. Les maxima atteints semblent diviser les espèces en trois groupes :

a) Les grandes tailles, comprenant dans l'ordre décroissant, *verneuili*, *grabau*, *supradisjunctus*, *malaisei*, *orbelianus* et *monticolaformis* séparées des suivantes par un écart de 16 mm;

b) Les tailles moyennes, avec *lobatus*, *canaliferus*, *bisinus*, *brodi* et *stolbovi* (cette dernière espèce est plutôt de petite taille sauf quelques rares individus) séparées des suivantes par un écart de 9 mm;

c) Les petites tailles, avec *utahensis*, *syringothyriiformis*, *tenticulum* et *conoideus*.

Remarques. — L'espèce *syringothyriiformis*, malgré son extension cardinale, devrait être considérée comme de petite taille, par contre, *stolbovi* serait de taille moyenne.

Les types microsculpturaux sont groupés.

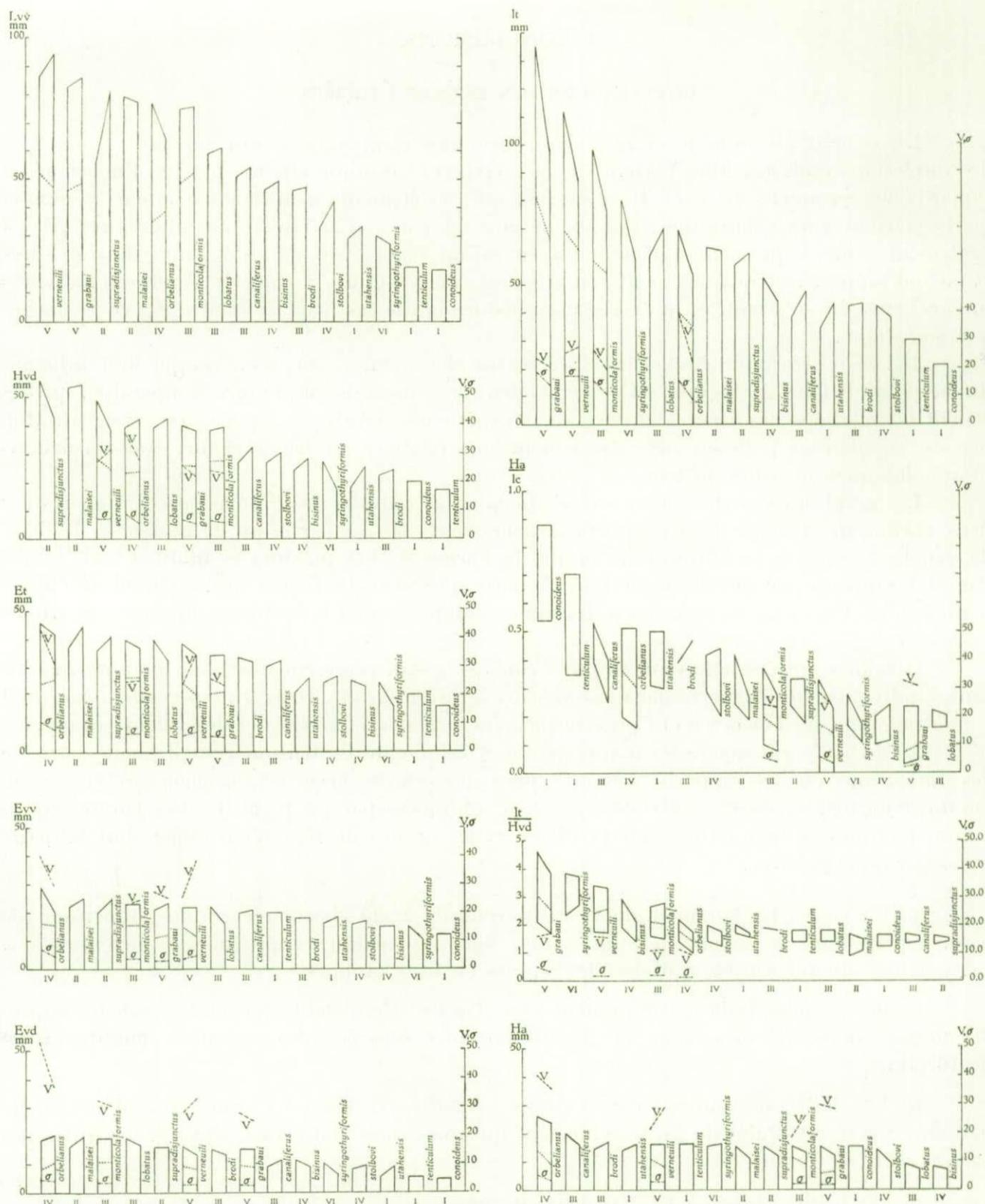


FIG. 118. — Graphique comparatif des maxima et minima des mensurations par rapport à la longueur de la valve ventrale.

Ligne de gauche = Forme I; ligne de droite = Forme II.

I à V = type microsculptural; ... = moyenne; σ = déviation standard;

V = coefficient de variation.

Dix espèces sur quinze ont des Formes II qui atteignent des dimensions supérieures aux Formes I. L'écart est en général faible et de l'ordre de quelques millimètres, sauf dans *supradisjunctus* où il atteint 25 mm.

2. Lt. — La largeur totale est régulièrement décroissante, du *grabau* au *conoideus*. Huit espèces sur quinze ont des Formes I plus larges que les Formes II, l'écart atteint 31 mm dans le *grabau*. En dehors des types microsculpturaux I et V qui occupent les extrémités du graphique et du type II, qui est au centre, les autres sont mélangés. Dans les espèces *grabau*, *verneuili*, *monticolaformis* et *orbelianus*, la déviation standard ne dépasse pas 19, soit une valeur moyenne. Le coefficient de variation oscille entre 20 et 30, sauf pour la Forme I de l'*orbelianus* où il atteint 39,763. L'écart est donc encore relativement faible. Le coefficient de corrélation varie de près de 0,800 à 0,954, ce qui est élevé et indique une bonne corrélation par rapport à Lvv. Les coefficients angulaires des droites de régression varient du simple au double et montrent ainsi que la vitesse de croissance de la largeur totale varie sensiblement dans des espèces qui appartiennent toutes aux grandes tailles.

3. Hvd. — La hauteur de la valve dorsale est régulièrement décroissante. Elle atteint de grandes dimensions qui dépassent les 50 mm dans *supradisjunctus* et *malaisei*. Dans 9 espèces sur 15, Hvd est plus élevé dans la Forme II. En dehors des espèces *utahensis*, *conoideus* et *tenticulum*, les types microsculpturaux sont dispersés, sauf I et II qui sont aux extrémités du graphique. Dans les espèces *verneuili*, *orbelianus*, *grabau* et *monticolaformis*, les moyennes sont très voisines et sont de 23,275 à 28,884.

La déviation standard oscille entre 5,796 et 7,865 ce qui indique peu de variation, bien que le coefficient atteigne 22,592 et monte jusqu'à 38,865 dans la Forme I de l'*orbelianus*. Les coefficients angulaires des droites de régression sont voisins, les vitesses de croissance en hauteur de la valve dorsale sont presque semblables et, d'après les graphiques à points des autres espèces, Hvd paraît augmenter avec une rapidité comprise entre d'étroites limites mais qu'il est prématuré de fixer.

4. Et. — L'épaisseur totale maxima est atteinte dans *orbelianus*, Forme I, à cause du développement de l'aréa. Près de la moitié des espèces ont des Formes I dont le maximum dépasse celui de la Forme II. Il ne semble pas y avoir de groupement microsculptural. Dans les quatre espèces étudiées statistiquement, les moyennes sont voisines, les sigma sont faibles, oscillant entre 4,961 et 10,824 (pour *orbelianus*, Forme I). Les coefficients de variation sont assez élevés, entre 23,350 et 44,285, avec des écarts d'une Forme à l'autre qui sont élevés et de l'ordre de 10 points dans *orbelianus* et *verneuili*. Les coefficients de corrélation sont élevés et dépassent 0,900, signe d'une très bonne corrélation avec Lvv. Les coefficients angulaires des droites de régression sont compris entre 0,327 et 0,730. Dans trois espèces sur quatre, la croissance de Et est plus rapide dans la Forme II, d'où une épaisseur relativement plus forte et une forme plus globuleuse.

5. Evv. — L'épaisseur de la valve ventrale atteint la valeur énorme de 29 mm dans *orbelianus*. Les types microsculpturaux sont dispersés. Les moyennes sont voisines deux à deux pour *orbelianus* et *monticolaformis* et pour *grabau* et *verneuili*. Les sigma sont faibles et voisins. Les coefficients de variation sont élevés et très différents d'une Forme à l'autre dans les espèces *orbelianus* et *verneuili*, les écarts atteignent 13,318 dans *verneuili* et 11,065 dans *orbelianus*. Par contre, ils sont voisins dans *monticolaformis* et *grabau*. Les coefficients de

6. E v d. — La profondeur de la valve dorsale atteint un maximum dans la Forme II de l'*Orbelianus*, avec 20 mm. Les espèces tenticuloïdes avec valve dorsale plus ou moins operculaire sont groupées dans les minima. Les autres types microsculpturaux sont dispersés. La différence entre les Formes est trop faible et n'a aucune signification.

Les moyennes sont voisines dans les quatre espèces de grande taille. Les sigma sont faibles et diffèrent peu d'une Forme à l'autre (maximum : 0,533 dans *orbelianus*). Les coefficients de variation sont très élevés et fortement différents dans *orbelianus* (52,944 pour la Forme I et 37,669 pour la Forme II, soit une différence de 15, 275). La variabilité de Evd semble diminuer avec l'aplatissement de la valve dorsale. Les coefficients de corrélation sont élevés et dépassent 0,800 (sauf pour la Forme II de *monticolaformis* où il est de 0,796). Les coefficients angulaires des droites de régression sont bas et diffèrent peu d'une Forme à l'autre (écart maximum : 0,075 dans *orbelianus*). La vitesse de croissance maximum est atteinte dans la Forme II d'*orbelianus*.

7. It / H v d. — Ce rapport atteint des valeurs exceptionnelles dans *grabau* (maximum 4,55, Forme I). Dans *malaisei*, où les spécimens s'inscrivent parfois dans un carré ou même dans un rectangle vertical, il descend à 0,95 (Forme I). La variabilité de It/Hvd semble diminuer avec l'abaissement du rapport, d'où un contour qui se maintient dans des limites de plus en plus étroites. Dans 11 espèces sur 15, les Formes I sont plus larges que les Formes II. Dans *monticolaformis* ce semblerait être le contraire, bien que la moyenne soit plus élevée dans la Forme I. Par contre, la moyenne de *verneuili* est plus élevée dans la Forme II. Dans les espèces *tenticulum* et *conoideus* où les Formes n'ont pas été séparées, il est cependant probable que les Formes I sont plus larges que les Formes II. L'écart n'est élevé que dans *grabau* et *bisinus* où il atteint respectivement 0,75 et 0,83.

Les sigma sont bas et voisins, un peu plus élevés dans *grabau*. Les coefficients de corrélation sont bas et souvent négatifs, ce qui montre qu'il y a une relation faible entre It/Hvd et Lvv et que le contour change peu et lentement avec la croissance. Les droites de régression sont presque parallèles à Lvv, leur coefficient angulaire est de quelques millièmes (de 0,0007 dans la Forme I de l'*Orbelianus*) souvent négatif.

8. H a. — La hauteur maxima de l'aréa est atteinte dans la Forme I de l'espèce *orbelianus* avec 26 mm. Dans 9 espèces sur 15, les Formes I ont un maximum supérieur à celui de la Forme II. Les groupes microsculpturaux sont dispersés. Les moyennes de *verneuili* et *monticolaformis* sont voisines, celle d'*orbelianus* est un peu supérieure, tandis que celle de *grabau* est nettement inférieure. Les sigma sont voisins, un peu plus élevés dans *orbelianus*. Les coefficients de variation sont très élevés dans *orbelianus* où V atteint 40,539 dans la Forme I. Aucun ne descend en dessous de 19,002 et l'écart maximum entre les Formes est de 8,528 dans *monticolaformis* et le minimum dans *grabau* avec 1,271. Les coefficients de corrélation sont très variables et vont de 0,537 (*grabau*, Forme II) à 0,903 (*orbelianus*, Forme I). Les coefficients angulaires des droites de régression sont également très variables suivant le développement de l'aréa, avec un maximum dans la Forme I de l'*Orbelianus* (0,325) et un minimum dans la Forme II du *grabau* (0,073). Dans toutes les espèces étudiées, l'aréa porte le long des arêtes marginales la zone uncostulée dont l'étendue est en fonction de son développement. Sensiblement plus large dans les espèces à grande aréa, elle devient proportionnellement plus étroite dans les espèces à aréa basse.

9. A . a p . — L'angle apical varie fortement suivant les espèces. Partant d'un minimum de 75° dans *tenticulum*, il atteint plus du double (178°) dans *grabau*. Les types microsculpturaux semblent dispersés, bien que les espèces du type I soient réunies à une extrémité du

tableau et celles du type V à l'autre extrémité. Les autres types sont mélangés. Dans 9 espèces sur 15, les Formes II ont un maximum plus élevé que dans les Formes I. La variabilité intraspécifique est assez élevée dans *grabau*, *monticolaformis*, *verneuili* et *orbelianus*, elle paraît plus limitée dans les autres espèces. Dans *grabau*, où l'aréa est particulièrement basse et à bords subparallèles, l'angle apical va de 129° à 178° . Dans les quatre espèces étudiées statistiquement, les sigma de *monticolaformis* et *verneuili* sont voisins et peu différents d'une Forme à l'autre. Dans *grabau*, l'écart des sigma entre les Formes atteint 7,670. Dans *orbelianus*, les sigma sont le plus élevés (15,542 pour la Forme II et 13,038 pour la Forme I). Les coefficients de variation sont voisins dans *monticolaformis* et *verneuili*, plus écartés dans *grabau* et sensiblement plus élevés dans *orbelianus*. Les coefficients de corrélation sont toujours faibles, plus élevés dans la Forme I (maximum 0,700), parfois négatifs dans la Forme II. Les coefficients angulaires des droites de régression indiquent que l'angle apical croît plus rapidement dans les Formes I et que dans *monticolaformis* Forme II l'angle apical décroît lentement, tandis que dans *orbelianus* il diminue plus rapidement dans la Forme II qu'il ne s'agrandit dans la Forme I.

10. $H a / L v v$. — Ce rapport varie beaucoup suivant les espèces, atteint l'unité dans les espèces tenticuloïdes (*utahensis*, *conoideus* et *tenticulum*), et descend jusqu'à 0,06 dans *grabau*. Dans 10 espèces sur 15, le maximum de la Forme I est sensiblement plus élevé que celui de la Forme II, avec un écart maximum de 0,40 dans *utahensis*. En dehors des espèces appartenant au type I, les autres types microsculpturaux sont dispersés, bien que 2 types IV et 3 types III sont ensemble. Les sigma sont voisins et décroissants. Les coefficients de variation sont moyennement élevés, allant de 19,518 (*orbelianus*, Forme I) à 32,919 (*verneuili*, Forme I). Les coefficients de corrélation sont tous négatifs, très élevés dans *verneuili* ($-0,776$ et $-0,736$), *monticolaformis* ($-0,779$ et $-0,361$), exceptionnellement bas dans *orbelianus*, Forme II ($-0,014$). Les coefficients angulaires des droites de régression sont tous très bas, de l'ordre du millième (sauf *orbelianus*, Forme II, qui est de $-0,00008$), ce qui montre une tendance, pour ces quatre espèces *orbelianus*, *verneuili*, *monticolaformis* et *grabau*, à un ralentissement dans la vitesse de croissance de l'aréa par rapport à la longueur de la valve ventrale, d'où une accentuation de la courbure du crochet.

11. $H a / l c$. — La forme de l'aréa déroulée, donnée par ce rapport, varie suivant l'espèce. Il atteint des valeurs exceptionnelles dans *conoideus*, *tenticulum* avec un maximum de 0,88 dans *conoideus* et un minimum dans *grabau* avec 0,03. L'écart d'une Forme à l'autre est assez grand dans *conoideus* (0,34), *tenticulum* (0,35) et *orbelianus* (0,35). Les sigma sont décroissants et faibles. Les coefficients de variation sont croissants et élevés dans *grabau* (32,170, Forme I; 30,771, Forme II). Les coefficients de corrélation sont tous négatifs dans les Formes I, élevés dans *monticolaformis* ($-0,709$) et très bas dans *orbelianus* ($-0,088$). Ils sont positifs dans la Forme II (sauf dans *verneuili*, $-0,157$ et *grabau*, $-0,185$); ils sont toujours bas (maximum 0,229 dans *orbelianus*). Les coefficients angulaires des droites de régression sont négatifs et très bas dans les Formes I (maximum $-0,0002$), ils sont positifs et également très bas dans *monticolaformis* et *orbelianus* (maximum 0,001). Il y a donc tendance à l'aplatissement lent et graduel du triangle formé par l'aréa déroulée, d'où un ralentissement de la croissance de l'aréa tel que l'a déjà indiqué le rapport $H a / L v v$. En dehors des espèces *conoideus* et *tenticulum*, du type I, les types microsculpturaux sont dispersés.

12. $\sqrt{H a \times l c}$. — La « surface » de l'aréa présente des maxima régulièrement croissants avec des écarts normaux d'une espèce à l'autre. Dans 11 espèces sur 15, la Forme I a des maxima supérieurs à ceux de la Forme II. Les écarts sont en général de l'ordre de quelques

unités, sauf dans *syringothyriiformis* et *orbelianus* où il atteint respectivement 17 et 14 unités. Les coefficients de variation sont voisins et relativement bas sauf dans *orbelianus* où il atteint 39,400 dans la Forme I et où l'écart d'une Forme à l'autre est élevé (10,379). Les sigma sont voisins et peu élevés. Les coefficients de corrélation sont compris entre 0,786 (*grabau*, Forme II) et 0,941 (*orbelianus*, Forme I), soit l'indice d'une bonne corrélation avec Lvv. Les coefficients angulaires des droites de régression sont relativement bas (maximum 0,549 pour *orbelianus*, Forme I), ce qui montre que la « surface » de l'aréa croît lentement et régulièrement. Il ne semble guère y avoir de groupement de types microsculpturaux, à part *verneuili* et *grabau* qui sont ensemble.

13. A. d. l. — L'angle de l'ouverture delthyriale n'a pas pu être mesuré dans toutes les espèces. La variation, faible dans quelques espèces, est en général élevée, pouvant aller jusqu'à 78° dans *grabau*. Dans 7 espèces sur 11, les maxima sont plus élevés dans la Forme II. Dans trois espèces qui ont été étudiées statistiquement (*verneuili*, *monticolaformis* et *orbelianus*), les sigma sont bas, un peu plus élevés dans *verneuili*. Les coefficients de variation sont voisins, sauf dans *verneuili* où ils sont nettement supérieurs. Les coefficients de corrélation sont très variables, tous positifs, allant de 0,001 (*orbelianus*, Forme II) jusqu'à 0,659 (*verneuili*, Forme II). Les coefficients angulaires des droites de régression sont également très différents. L'angle delthyrial semble augmenter avec l'âge et plus rapidement dans la Forme II (sauf dans *monticolaformis*). Dans *verneuili*, la croissance est relativement rapide, les coefficients sont de 0,309 et 0,433. Par contre, dans *orbelianus*, la croissance est presque nulle, les coefficients sont particulièrement bas (Forme I : 0,005; Forme II : 0,0007). Il semblerait y avoir un certain groupement parmi les types microsculpturaux I, IV et V.

14. A. s. — L'angle du sinus est compris entre de larges limites (13° dans *stolbovi* et 45° dans *bisinus*). En général, dans l'espèce, l'écart est d'environ 20°; il monte à 27° dans *stolbovi*. Dans 7 espèces sur 14, les maxima de la Forme I sont supérieurs à ceux de la Forme II. Les écarts sont faibles sauf dans *supradisjunctus* (où il atteint 8°). Les moyennes sont voisines, celle d'*orbelianus* est un peu supérieure. Les sigma sont presque identiques. Les coefficients de variation sont aussi peu différents. Les coefficients de corrélation sont négatifs (sauf dans *orbelianus*, Forme I) et compris entre -0,032 (*orbelianus*, Forme II) et -0,567 (*verneuili*, Forme II). Dans *verneuili* et *grabau* r est plus élevé dans la Forme II. Par contre, il est plus élevé dans la Forme I de *monticolaformis*. Dans *orbelianus*, r est positif et relativement élevé dans la Forme I, négatif et très bas dans la Forme II. Les coefficients angulaires des droites de régression sont négatifs et bas. Dans *orbelianus* il est positif et bas dans la Forme I, négatif et très bas dans la Forme II. En dehors des types IV qui sont réunis à gauche dans le tableau, les autres groupes sont mélangés.

15. A. b. — L'espèce *malaisei* n'ayant presque pas de bourrelet, son angle n'a pas été mesuré. L'angle du bourrelet est compris entre les limites 13° (*orbelianus*, Forme II) et 50° (*bisinus*, Forme I). L'écart dans l'espèce est d'environ 20° comme dans l'angle du sinus, avec un maximum de 30° pour *orbelianus*. Dans 7 espèces sur 14, l'angle du bourrelet atteint un maximum plus élevé dans la Forme I et l'écart d'une Forme à l'autre est de l'ordre de quelques degrés, sauf dans *canaliferus* où il atteint 11 degrés. Les types microsculpturaux sont dispersés. Les moyennes sont voisines et décroissantes; dans *orbelianus* celle de la Forme II est un peu supérieure. Les sigma sont voisins et bas. Les coefficients de variation sont également peu différents, ceux d'*orbelianus*, un peu plus élevés. Les coefficients de corrélation sont positifs et compris entre 0,157 et 0,505 dans *grabau* et *verneuili*. Ils sont négatifs et relativement bas

dans *monticolaformis*. Dans *orbelianus*, r est positif et bas dans la Forme I, il est négatif et plus bas encore dans la Forme II. Les coefficients angulaires des droites de régression sont tous très bas, positifs dans *grabau*, *verneuili* et *orbelianus*, Forme I; négatifs dans *monticolaformis* et *orbelianus*, Forme II.

16. *Macrosculpture*. — Les côtes radiales dans le sinus et sur le bourrelet se multiplient toujours par dichotomie et par intercalation. Sur les flancs, les intercalations sont rares. Une dichotomie est souvent bilatérale, c'est-à-dire que s'amorçant sur un flanc de la valve, elle apparaît à peu près au même endroit sur le flanc correspondant de l'autre valve.

17. *Microsculpture*. — Les espèces étudiées portent des ornements séparables en six types microsculpturaux qu'on peut classer logiquement suivant leur complication.

Type I. Le plus simple, la microsculpture se compose uniquement des microcostules concentriques de croissance. Appartiennent à ce groupe les espèces : *tenticulum*, *utahensis* et *conoideus*, soit précisément les trois espèces tenticuloïdes.

Type II. La microsculpture se compose, comme la précédente, des microcostulations de croissance, mais elles sont irrégulièrement festonnées. Deux espèces appartiennent à ce type : *supradisjunctus* et *malaisei*.

Type III. La microcostulation concentrique de croissance s'accompagne d'une fine microcostulation radiale, couvrant toute la surface de la valve. Les espèces qui possèdent cette ornementation sont nombreuses : *brodi*, *canaliferus*, *lobatus* et *monticolaformis*. Quelquefois une décortication fait apparaître une microtuberculation.

Type IV. Ici la microcostulation radiale n'existe pas, mais les côtes radiales portent sur leur sommet, des tubercules arrondis bien visibles si la conservation est bonne. Les espèces *stolbovi*, *orbelianus* et *bisinus* sont de ce type.

Type V. La microcostulation concentrique de croissance est accompagnée d'une microcostulation pseudoradiaire en chevrons très allongés. L'extrémité des costules porte une tuberculation conique, qui donne un aspect ponctué visible sur toute la surface de la valve. Le *grabau* et la *verneuili* appartiennent à ce type.

Type VI. La microcostulation concentrique de croissance se relève en écaille sur le sommet des côtes, formant une sorte de gros chevrons. Les espaces intercostaux sont couverts de fines microcostulations radiales. L'espèce *syringothyriiformis* seule, semble posséder cette ornementation.

Remarque. — L'altération du test peut donner lieu à des modifications de l'aspect de la microsculpture. D'un autre côté l'ornementation dans le sinus et sur le bourrelet présente parfois quelques particularités non constantes, telle la monotuberculation du sommet des côtes dichotomes ou intercalaires.

18. *Morphologie interne*. — Les espèces tenticuloïdes n'ont pas de callosité apicale, mais une plaque delthyriale longue et mince.

Les formes larges (*grabau*) ont des lamelles dentaires courtes, épaisses et fortement divergentes. Les formes étroites ou globuleuses ont des lamelles dentaires longues et minces, subparallèles.

Les lignes de croissance des bourrelets deltidiaux semblent semi-elliptiques dans les Formes I et semi-circulaires dans les Formes II.

19. Le dimorphisme. — Le dimorphisme, terme à utiliser jusqu'à nouvel ordre, se marque incontestablement par un ensemble de caractères dont la plupart sont mesurables, mais dont un certain nombre sont d'ordre mineur et quelquefois difficilement définissables. Il est certain que la valeur discriminatoire de chacun de ces caractères varie suivant les espèces et aussi suivant l'âge ontogénique. On constate généralement une première caractérisation au stade néalogique mais ce n'est qu'au début du stade éphébique que la discrimination devient plus ou moins nette et s'accroît (pas toujours) dans les stades ultérieurs.

Dans les quatre espèces soumises à la statistique, on constate que certaines moyennes accusent des différences significatives, ce qui montre que pour ces mensurations, le dimorphisme est décelable, mais cela ne signifie nullement qu'une séparation à vue pourrait se faire au moyen d'une seule de ces mensurations. A.ap., l'angle apical, par exemple, donne des moyennes dont les différences sont significatives ($t=5,599$ pour *orbelianus*, $t=5,205$ pour *monticolaformis*, $t=3,80$ pour *verneuili*, $t=6,416$ pour *grabaui*) et cependant à vue ce caractère ne paraît pas discriminatoire. D'un autre côté, la valeur de t varie d'une espèce à l'autre pour un même caractère. Ainsi, Ha dont les moyennes accusent une différence hautement significative dans *orbelianus* ($t=6,365$), dans *grabaui* t n'atteint que 3,75, c'est-à-dire une valeur à peine significative.

Aussi, est-il nécessaire pour obtenir une discrimination de combiner les mensurations les plus favorables. Les ellipses montrent ainsi que dans *orbelianus*, par exemple, le rapport Ha/Lvv convient le mieux, t atteint 16,350. La séparation n'est jamais totale et on remarque une zone, plus ou moins étendue suivant le pouvoir discriminatoire de la mensuration ou du rapport de deux mensurations, dans laquelle se placent les spécimens intermédiaires. Cette zone n'est évidemment neutre que pour la mensuration envisagée et les spécimens qui s'y trouvent se divisent à leur tour, bien souvent à l'œil, en deux séries par rapport à d'autres caractères et enfin, après ce triage, il ne reste que quelques individus dont les caractères ont des affinités avec les deux Formes à la fois et qu'il devient difficile de placer soit dans l'une, soit dans l'autre. L'idéal serait de combiner les rapports des mensurations les plus favorables. Dans *orbelianus*, par exemple, il faudrait faire un graphique avec Ha/Lvv et Ha/lc ou lt/Hvd, de manière à accentuer la séparation. J'ai essayé cette méthode, mais le résultat est insuffisant. Ceci provient de ce que la morphologie change au cours de la croissance et que ces transformations touchent aux mensurations choisies et masquent ainsi les différences. Pour que ce graphique acquiert toute sa valeur, il faut tenir compte de l'âge ontogénique, c'est-à-dire de Lvv, et le diviser en une série de graphiques partiels pour des valeurs Lvv de 5 en 5 mm par exemple. Si on commence par les stades gérontiques, on voit immédiatement que la séparation est nette, qu'on peut tracer facilement une droite discriminatoire. Dans les stades précédents on constate que la séparation est toujours nette, mais que la droite discriminatoire n'est plus à la même place et si on poursuit l'opération, on s'aperçoit que cette droite se déplace suivant un mouvement giratoire. Dans les stades néalogiques, les points sont plus voisins et la droite se marque plus difficilement, mais la séparation est encore possible, malgré l'augmentation sensible de formes intermédiaires.

Quant aux autres espèces qui n'ont pas été soumises à la statistique faute de matériel, les graphiques de points nous montrent que dans certaines dimensions, une séparation entre les points et les croix est également possible (par exemple dans *stolbovi*, *malaisei*, *lobatus*, Ha, Ha/Lvv; lt/Hvd dans *bisinus* et *utahensis*).

De ceci on peut tirer la conclusion suivante : l'espèce est divisible en deux séries ontogéniques à caractères particuliers qu'il n'est pas toujours aisé de définir. Ces séries existent dans le même gîte géologique, possèdent les caractères internes et microsculpturaux de l'espèce, elles appartiennent donc à une seule espèce dont elles sont les Formes.

Que représentent ces Formes, nous n'en savons rien jusqu'à présent. Il est possible qu'elles soient sexuelles, mais tant qu'on ne l'aura pas démontré sur des Télotrémates récents, je crois prudent de s'en tenir à l'expression de Forme I et Forme II. On pourrait aussi bien se trouver devant un polymorphisme se marquant par deux tendances, l'une vers des formes larges et l'autre vers des formes étroites et gibbeuses.

RÉSUMÉ

Les *Cyrtospirifer* sont nombreux et relativement bien conservés en Belgique. L'auteur a essayé de leur appliquer, à titre purement expérimental, la méthode statistique afin d'examiner graphiquement l'ontogénie conchyliologique des espèces et les transformations morphologiques qu'elles subissent. En plus des résultats biométriques, l'auteur a étudié la structure de la coquille elle-même et a précisé la diagnose des espèces par une analyse approfondie des caractères internes et de la microsculpture.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ABICH, H., 1858, *Vergleichende geologische Grundzüge der kaukasischen, armenischen und nord-persischen Gebirge, Prodromus einer Geologie der kaukasischen Länder*. (Mém. Acad. Sci. St. Petersbourg, 6^e sér., VII, p. 359.)
- ABRAMIAN, M. S., 1957, *Brachiopodes du Famennien supérieur et des couches d'Étroeuingt du Sud-Ouest de l'Arménie*. (Inst. Sci. Géol. Acad. Sci. d'Arménie-Erevan.)
- AITKEN, W. G. et MCKERROW, W. S., 1948, *Rhynchonellids of the Boueti Bed of the Great Oolite series of Langton Herring, Dorset: A study in variation*. (Géol. Mag. London, 75, 1, pp. 19-32.)
- ALKINS, W. E., 1921, *Morphogenesis of Brachiopoda. II: Reticularia lineata (MARTIN), Carboniferous Limestone*. (Mem. Lit. Phil. Soc. Manchester, 64, pp. 1-11.)
- 1923, *Morphogenesis of Brachiopoda. III: Rhynchonella cf. boueti DAVIDSON. IV: Terebratula punctata Sow.* (Mem. Lit. Phil. Soc. Manchester, 67, pp. 109-136.)
- AMSDEN, T. W., 1951, *Paleontology in the Physical Features of Washington County*. (Dept. Geology Water Resour. St. of Maryland Baltimore, pp. 98-123, 289-292.)
- ARCHIAC (E. D') et VERNEUIL (E. DE), 1841, *Fossils of Older Deposits Rhenish Provinces*. (Trans. Geol. Soc. London, ser. 2, VI, pp. 303-410.)
- ARTHABER, G. V. in FRECH et ARTHABER, 1900, *Das jüngere Paläozoicum aus der Araxes-Enge bei Djulfa*. (Beiträge Pal. Geol. Öster.-Ung. Orients, XII.)
- BALDWIN, E. M., 1943, *Three Forks Fauna in the Lost River Range*. (Bull. Amer. Paleont., 28, pp. 3-18.)
- BANCROFT, B. B., 1927-1928, *On the Notational Representation of the Rib-System in Orthacea*. (Mem. Lit. Phil. Soc., Manchester; 72, pp. 53-90.)
- BARROIS, CH., 1882, *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice*. (Mém. Soc. géol. Nord, II.)
- 1886, *Calcaire dévonien de Chaudefonds*. (Ann. Soc. Géol. Nord. 13, pp. 170-205.)
- BAYLE, E., 1878, *Explication de la Carte géologique de la France*. (IV, Atlas.)
- BÉCLARD, F., 1895, *Les spirifères du Coblenzien belge*. (Bull. Soc. belge de Géol., IX, Mém. pp. 129-240.)
- 1896, *Catalogue synonymique et critique des Spirifères du Dévonien inférieur*. (Bull. Soc. belge de Géol., IX, Mém., pp. 261-288.)
- BEECHER, C. E., 1891, *Development of Brachiopoda I*. (Amer. Journ. Sci., 41, pp. 343-357.)
- 1892, *Development of Brachiopoda II*. (Amer. Journ. Sci., 44, pp. 133-155.)
- BEKKER, H., 1934, *The Devonian Rocks of the Irboska Distrikt*. (Arch. Naturk. Estlands, 1, ser., 10, Tartu, Esthonie.)
- BEYER, E., 1896, *Beitr. z. Kennt. Fauna Haina bei Waldgirmes*. (Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl. Westf., 53.)
- BIELLENSTEIN, H., 1938, *Stratigraphie des Devonien in Nord-Ost-Latgale*. (Arb. Naturf. Ver. Riga, N. F. XXII.)
- BLAINVILLE (DE), H. M. D., 1827, *Dictionnaire des Sciences naturelles*, LIII, Paris.
- 1830, *Conchyliologie et Malacologie*, Éd. II, Paris.
- BRONN, H. G., 1835-1838, 1851-1856, *Lethaea geognostica*.
- 1862, *Die Klassen und Ordnungen der Weichtiere*, III, 1.
- BROWN, I. A. 1953, *Permian Spirifers from Tasmania*. (Jour. Proc. N. S. W. 86, 2, pp. 55-63.)
- BUCH, (V.) L., 1837, *Ueber Delthyris oder Spirifer, und Orthis*. (Abh. k. Akad. Wiss. Berlin, f. 1836, pp. 1-80.)
- 1840, *Essai d'une classification*. (Mém. Soc. Géol. France, 1, III, pp. 153-228.)
- BUCKMAN, S. S., 1917, *The Brachiopoda of the Namyan beds, Northern Shan States. Upper Burma*. (Pal. Ind. Calcutta 3, 2, pp. 1-254.)

- CALVIN, S., 1883, *On the Fauna found at Lime Creek, Iowa, and its relation to other geological Faunas.* (Amer. Journ. Sci., ser. 3, 25, p. 433. New Haven.)
- CASTER, K. E., 1939, *A devonian fauna from Colombia.* (Bull. Amer. Paleont. Ithaca, 24, 83, pp. 1-218.)
- CHAMBERS, E. G., 1948, *Calcul statistique pour débutants.* Paris.
- CHANG, M. S., 1934, *Brachiopoda from the Orthos Bed of the Neichia Formation of Central China.* (Pal. Sinica, B, 1, 3.)
- CHAO, Y. T., 1929, *Carboniferous and Permian Spiriferids of China.* (Pal. Sinica, B, 11, 1, pp. 1-101.)
- CLARKE, J. M., 1885, *Die Fauna des Iberger Kalkes.* (Neues Jhb. Min. III, B. B.)
- COMTE, P., 1938, *Brachiopodes dévoniens des gisements de Ferroñes (Asturies) et de Sabero (Léon).* (Ann. Paléont. Paris, 27, pp. 39-88.)
- CONRAD, T. A., 1841, *Reports on the Palaeontological Department.* (Ann. Rep. Geol. Surv., New-York.)
- COOPER, G. A., 1937, *Report of the Committee on Paleoecology 1936-1937,* p. 26. Washington.
- 1947, *in Shimer and Shrock, Index Fossils of North America,* pp. 277-365.
- COTTREAU, J., 1940, *Coralliaires, Brachiopodes et Crinoïdes mésodévoniens du Sahara mauritanien et occid.* (Bull. Soc. Géol. France, 5^e sér., X, pp. 187-200.)
- CUMMINGS, E. R. & MAUK, A. V., 1902, *A Quantitative Study of Variation in the Fossil Brachiopod Platystrophia lynx.* (Amer. Journ. Sci. 4th ser., pp. 9-16.)
- DAHMER, G. et QUIRING, H., 1953, *Oberdevon in der Antiklinale zwischen den Steinkohlenbecken des Rubagon und des Carrion in Ostasturien.* (N. Jb. Min. Geol. Paläont. 11, pp. 473-479.)
- DALMAN, J. W., 1828, *Uppställning och Beskrifning of de i Sverige funne Terebratuliter.* (K. Svenska Vet.-Akad. Handl. for 1827, pp. 85-155.)
- DAMES, W., 1868, *Ueber die in der Umgebung Nieder Schlesien auftretenden Devonischen Ablagerungen.* (Zeit. deutsch. Geol. Ges. XX.)
- DAVID, T. W. E. & BROWNE, W. R., 1950, *Geology of the Commonwealth of Australia.* London.
- DAVIDSON, T., 1851-1886, *Monograph British Fossil Brachiopoda.*
- 1869, *Notes on the Brachiopoda.* (Quart. Journ. Geol. Soc. London, 26, pp. 70-89.)
- 1883, *Supplement to British Silurian Brachiopoda.* (Mon. Brit. Foss. Brach., V, pp. 64-242.)
- DAY, H., 1915, *Variation in a Carboniferous Brachiopod Reticularia lineata (MARTIN).* Mem. Lit. Phil. Soc. Manchester, 59, 4, pp. 1-18.)
- DEFRANCE, 1828, *Dict. Sci. Nat.,* 53, pp. 147-434.
- DEFRISE-GUSSENHOVEN, E., 1948, *Erreurs de mesure et d'échantillonnage dans les graphiques de la croissance relative.* (Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg., XXIV, 11, pp. 1-20.)
- 1951, *Des méthodes statistiques en systématique humaine.* (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., XXVII, 57, pp. 1-12.)
- 1952, *Discrimination des populations voisines. Etude biométrique.* (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., XXVIII, 46, pp. 1-34.)
- DEHÉE, R., 1929, *Description de la faune d'Étroeuingt. Faune de Passage du Dévonien au Carbonifère.* (Mém. Soc. Géol. Fr. Paléont., 5, 2, n° 11, pp. 1-62.)
- DELÉPINE, G., 1933, *Études géologiques dans la Région comprise entre Rabat et Tiflet II.* (Notes et Mém. Serv. Mines et Carte Géol. Maroc, 28, pp. 56-73.)
- 1933, *Étude de quelques fossiles particulièrement abondants dans le Paléozoïque des environs de Bartine = Zongouldak.* (Mém. Soc. Géol. Belg., 7, pp. 153-161.)
- DREVERMANN, F., 1902, *Ueber eine Vertretung des Étroeuingt-Stufe auf des rechten Rheinseite.* (Zeit. deutsch. Geol. Ges., 54, pp. 480-524.)
- EINOR, O. L., 1939, *Some Brachiopods from the Lower Permian of Taimur (bassin of the Piassina river).* (Trans. arctic Inst. Leningrad, 135, pp. 1-150.)
- FENTON, C. L., 1918, *Some New Brachiopods and Gastropods from the Devonian of Iowa.* (Amer. Midland Nat., 5, pp. 213-224.)
- FENTON, C. L. & FENTON, M. A., 1924, *The Stratigraphy and Fauna of the Hackberry Stage of the Upper Devonian.* (Contr. Mus. Geol. Univ. Michigan, New-York, 1, pp. 80-171.)
- FISCHER DE WALDHEIM, G., 1825, *Notice sur la Choristite.* (Prog. invit. Soc. Imp. Nat. Moscou.)

- FRECH, F., 1894, *Beiträge zur Stratigraphie Centralasiens*. (Denkschr. Math.-naturw. Classe Kais. Akad. Wissen., Wien, 61, pp. 13-23.)
- 1911, *Richthofen's China*, 5, Berlin.
- FRECH, F. & ARTHABER (v.) G., 1900, *Ueber das Paläozoicum in Hocharmenien und Persien mit einem Anhang über die Kreide von Sirab in Persien*. (Beitr. Pal. Öster.-Ung., XII, 4, pp. 161-308.)
- FREDERICKS, G., 1916, *On some Upper Palaeozoic Brachiopoda from Eurasia*. (Mém. Com. Géol. Petrograd, n. s., 156.)
- 1924, *Études paléontologiques 2. Sur les Spiriféridés du Carbonifère supérieur de l'Oural*. (Bull. Com. Géol. Petrograd, 1919, XXXVIII, 3, pp. 295-324.)
- 1926, *Sinopsis of genera of the family Spiriferidae KING*. (Bull. Acad. Sci. U.R.S.S., Leningrad, 20, 5-6, pp. 393-423.)
- GALLWITZ, H., 1928, *Stratigraphische und tektonische Untersuchungen an der Devon-Carbonifère Grenze des Sauerlandes*. (Jahrb. preuss. geol. Landes., 48, pp. 514-524.)
- GATINAUD, G., 1947, *Au sujet de Spirifer canaliferus LAMARCK, 1819*. (Bull. Mus. Hist. nat. Paris, 2, XIX, 5, p. 418.)
- 1948, *Position générique de Spirifer canaliferus LAMARCK (Brachiopode) et description d'une nouvelle variété*. (Bull. Mus. Hist. nat. Paris, 2, XX, 2, p. 201.)
- 1949, *Contribution à l'étude des Brachiopodes Spiriferidae. I. Exposé d'une nouvelle méthode d'étude de la morphologie externe des Spiriferidae à sinus plissé*. (Bull. Mus. Hist. nat. Paris, 2, XXI, n° 1, p. 153; n° 2, p. 300; n° 3, p. 408; n° 4, p. 487.)
- GEINITZ, H. B., 1852, *Die Versteinerungen der Grauwackenformation in Sachsen*. Leipzig.
- GIGOUT, M., 1951, *Études géologiques sur la Meseta marocaine*. (Notes et Mém. Serv. Géol. Mines Maroc, 86, pp. 1-507.)
- GIRTY, G. H., 1900, *Devonian Fossils from South-western Colorado. The Fauna of the Ouray Limestone*. (20th Annual Report U.S. Geol. Surv., II, pp. 25-81.)
- GOSSELET, J., 1876-1877, *Remarques paléontologiques sur la faune des schistes de Famenne*. (Ann. Soc. géol. Nord, Lille, IV, pp. 311-320.)
- 1879-1880, *De l'usage du droit de priorité et de son application aux noms de quelques Spirifères*. (Ann. Soc. géol. Nord, Lille, VII, p. 122.)
- 1880, *Esquisse géologique du nord de la France et des contrées voisines*. Lille.
- 1894A, *Étude sur les variations du Spirifer verneuili*. (Mém. Soc. géol. Nord, Lille, IV, I.)
- 1894B, *Note additionnelle à propos du Spirifer orbelianus*. (Ann. Soc. géol. Nord, Lille, XXII, p. 119.)
- 1894C, *Sur les variations du Spirifer verneuili*. (C. R. Ac. Sci. CXIX, pp. 357-358.)
- 1895, *Étude sur les variations du Spirifer verneuili et sur quelques espèces voisines*. (Ann. Soc. géol. Nord, Lille, XXII, pp. 119-122.)
- GRABAU, A. W., 1925, *Stratigraphy of China. Part. I. Peking*.
- 1931, *The significance of the sinal formula in Devonian and Post-devonian Spirifers*. (Bull. Geol. Soc. China, XI, 1, pp. 93-96.)
- 1931, *Devonian Brachiopoda of China*. (Palaeont. sinica, B., III, 3, pp. 1-545.)
- GÜRICH, G., 1896, *Das Palaeozoicum im Polnischen Mittelgebirge*. (Verhandl. Russ.-Kaiserl. Miner. Gesellsch. St. Petersburg, 2° ser. Bd. 32.)
- 1903, *Das Devon von Debnik bei Krakau*. (Beitr. Pal. Geol. Öster.-Ung., Bd. XV, pp. 127-164, Leipzig.)
- 1909, *Leitfossilien*, 2, pp. 97-199. Berlin.
- HALL, J., 1843, *Geology of the State of New-York*. (Report on the Fourth District, p. 683.)
- 1858, *Palaeontology of Iowa* (Rep. Geol. Surv. Iowa, I, 2, pp. 473-724.)
- 1867, *Palaeontology of New-York*, IV, p. 428.
- HALL, J. & CLARKE, J. M., 1894, *An Introduction to the Study of the Genera of Palaeozoic Brachiopoda*. (Pal. of New-York, VIII, 2, 2.)
- HALL, J. & WHITFIELD, R. P., 1873, *Description of new species of fossils from the Devonian Rocks of Iowa*. (23d. Ann. Rep. New-York State Cabinet, pp. 223-243.)
- HALLOY (D'), O., 1843-1868, *Précis élémentaire de géologie*. Paris.

- HARRINGTON, H. J., 1939, *El aparato apical de Spirifer verneuili, Sp. leoncitensis y Sp. regulatus*. (Notas Mus. La Plata. Palaeont. 4, 17, pp. 123-142.)
- HAYASAKA, I., 1922, *Palaeozoic Brachiopoda from Japan, Korea and China*. (Sci. Rep. Tohoku. Imp. Univ. Sendai, ser. 2 Geology, 6, 1, pp. 1-137.)
- HAYASAKA, I. et MINATO, M., 1954, *A Sinospirifer faunule from the Abukuma Plateau, north-east Japan, in comparison with the so-called Upper Devonian Brachiopod faunule of the Kitakami Mountains*. (Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S. 16, pp. 201-211.)
- HAYNES, W. P., 1916, *The fauna of the upper Devonian in Montana, Part. 2. The Stratigraphy and the Brachiopoda*. (Ann. Carnegie Mus. Pittsburg Pa, 10, pp. 13-54.)
- HEKKER, R., 1935, *Anwachs- und Anheftungserscheinungen bei der Flora und Fauna des Hauptdevonfeldes*. (Trav. Inst. Paléozool. Acad. Sci. U.R.S.S., 4, pp. 159-280.)
- HELMCKE, J. G., 1939, *Brachiopoda*, in KUKENTHAL & KRUMBACH, *Handbuch der Zoologie*, Bd, 3, H. 2, Lf. 13, pp. 139-262.
- HOLZAPFEL, E., 1882, *Die Goniatiten-Kalke von Adorf in Waldeck*. (Palaeontographica, 28, 6, p. 38.)
— 1895, *Das Obere Mitteldevon im rheinischen Gebirge*. (Abh. preuss. geol. Landes, N. F., 16, p. 460.)
- HUANG, T. K., 1932, *The Permian formations of Southern China*. (Mem. geol. Surv. China, A. 10, pp. 1-140.)
- HUDLESTON, W. H., 1902, *Fossils of the Hindu-Khoosh*. (Geol. Mag. IX, pp. 49-58.)
- HYATT, A., 1888, *Values in Classification of the stages of growth and decline, with propositions for a new nomenclature*. (Proc. Boston Soc. Nat. Hist., 23, pp. 396-407.)
- IVANOV, A. P., 1925, *Sur la systématique et la biologie du genre Spirifer et de quelques brachiopodes de CII et CIII du gouvernement de Moscou*. (Bull. Soc. nat. Moscou. Sect. Geol. 33, 1-2, pp. 105-123.)
- IVANOV, A. P. & IVANOVA, E. A., 1937, *Brachiopoda of the Middle and Upper Carboniferous of the Moscow basin (Neospirifer, Choristites)*. (Trav. Inst. paléozool. Acad. Sci. U.R.S.S., 6, 2, pp. 1-215.)
- IVANOVA, E. A., 1943, *On the functional significance of the apical apparatus of Spiriferids*. (Bull. Acad. Sci. U.R.S.S. Ser. Biol., 5, pp. 265-278.)
- JAROSZ, J., 1918, *Studien über das Krakauer Devon. 1 Teil. Das obere Famennien in der Umgebung von Debnik*. (Bull. Intern. Acad. Krakow, B, pp. 85-130.)
- KAYSER, E., 1871, *Die Brachiopoden des Mittel- und Ober Devon von der Eifel*. (Zeit. deutsch. geol. Ges., 23, pp. 491-647.)
— 1884, *Richthofen's China IV*, pp. 75-102.
- KHALFIN, L. L., 1932, *Brachiopoda from the Lower Frasnian deposits of Kuznetsk coal basin and Gorleovka coal region*. (Bull. Geol. prosp. Trust. West-Siberia, 12, 3, pp. 1-48.)
- KILFOYLE, C. F., 1954, *Catalog of type specimens in the New-York State Museum*. Supp. 4. (Bull. N.Y. St. Mus. n° 348.)
- KINDLE, E. M., 1909, *The Devonian Fauna of the Ouray limestone*. (U.S. Geol. Surv. Bull., 391, pp. 1-60.)
- KING, R. H., 1938, *New Chonetidae and Productidae from Pennsylvanian and Permian strata of north-central Texas*. (J. Paleont. Menasha Wis., 12, pp. 257-279.)
- KIRCHNER, H., 1931, *Modell zur Veranschaulichung variation-statistischer Untersuchungsergebnisse*. (Pal. Zeitschr. Berlin, 13, 1-2, pp. 50-55.)
— 1934, *Die Fossilien der Würzburger Trias*. (Neues Jhb. Miner., 71, BB, pp. 88-138.)
- KLÄHN, H., 1912, *Die Brachiopoden der Frasn-Stufe bei Aachen*. (Jahrb. kon. preuss. geol. Landes. XXXIII, I, pp. 1-39.)
— 1920, *Der Wert der Variationstatistik für die Paläontologie*. (Ber. Natf. Ges. Freiburg, 22, (2), pp. 1-218.)
— 1929, *Was nützt die Variationstatistik der Paläontologie*. (Zeit. deutsch. geol. Ges., 81, 1-2, pp. 23-35.)
- KOENIG, 1825, *Icones Fossilium Sectiles*, London.
- KONINCK (DE), L. G., 1842-1851, *Description des Animaux Fossiles qui se trouvent dans le terrain carbonifère de la Belgique*.
— 1876-1877, *Recherches sur les Fossiles Paléozoïques de la nouvelle Galle du Sud*. (Mém. Soc. Roy. Sci. Liège, 2, VI, p. 140; VII, p. 235.)
- KRAIEVSKAIA, L. N., 1936, *Materials to the study of Devonian sediments of the Chienguiss district*. (Rec. geol. W. Siberian Region, 35, pp. 55-88.)

- KRILOVA, A. K. et al., 1955, *Devonian Brachiopoda of the Volga-Ural region*. (Trud. vsesoyuz. neft. nauch-
issled Gheol. Inst., N. S. 88; non vidi.)
- LAMARCK, 1789, *Encyclopédie Méthodique*. (Pl. 244, fig. 4, 5, 6.)
— 1819, *Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres*. IV, 1^{re} partie.
- LAMONT, A., 1934, *Lower Palaeozoic Brachiopoda of the Girvan District: Suggestions on Morphology in
relation to Environment*. (Ann. Mag. Nat. Hist. 14, 80, pp. 161-184.)
- LAMOTTE, M., 1948, *Introduction à la biologie quantitative*. Paris.
- LECOINTRE, G. et DELÉPINE, G., 1933, *Notes et Mém. Serv. Mines et Carte géol. Maroc*. 28 (voir DELÉPINE, G.).
- LEESE, C. E. & SETCHELL, J., 1937, *Notes on Delabole Slate Quarry*. (Trans. geol. Soc. Cornwall, 17, 1, pp. 41-47.)
- LE HON, H., 1870, *Sur quelques espèces nouvelles du Dévonien de Belgique*. (Bull. Soc. Géol. France, 27,
2^e ser., pp. 492-499.)
- LEIDHOLD, C., in WIETZE B. CELLE, 1928, *Beitrag zur Kenntnis der Fauna des rheinischen Stringocephalen-
kalkes, ins besondere seiner Brachiopodenfauna*. I. (Abh. preuss. geol. Landes., 109, pp. 1-99.)
- LE MAÎTRE, D., 1952, *Contribution à l'étude des faunes paléozoïques de l'Adrar Mauritanien (Sahara occi-
dental)*. (Bull. Dir. Mines Gouv. Gén. Afrique Occ. fr., 15, pp. 301-352.)
- LICHAREW, B. K. & EINOR, O. L., 1939, *Contributions to the knowledge of the Upper Palaeozoic fauna of
Novaya Zemlya, Brachiopoda*. (Trans. Arctic. Inst. Leningrad, 127, pp. 1-245.)
- LÖWENECK, S., 1932, *Beiträge des Paläozoicums im Tianschan*. (Abh. bayer. Akad. Wiss. N. F. 11, pp. 3-141.)
- MACCOY, F., 1844, *Carboniferous Fossils of Ireland*.
— 1855, in SEDGWICK, A. et MCCOY, F. *A systematic classification of the British Pal. fossils*. London.
- MAILLIEUX, E., 1929-1930, *Trois variétés nouvelles de Brachiopodes du Frasnien supérieur*. (Bull. Soc.
belge Géol., 39, pp. 106-109.)
— 1933, *Terrains, Roches et Fossiles de la Belgique*, 2^e édit. Bruxelles.
— 1940, *Note sur des Fossiles dévoniens de l'Afghanistan*. (Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg. 16, 41, pp. 1-8.)
— 1941, *Répartition des Spiriferidae et des Spiriferinidae dans le Dévonien de l'Ardenne*. (Bull. Mus. roy.
Hist. nat. Belg. 17, 13, pp. 1-6.)
- MALZAHN, E., 1937, *Die deutschen Zechsteinbrachiopoden*. (Abh. preuss. geol. Landes., 185, pp. 1-77.)
- MANSUY, H., 1912, *Etude géologique du Yunnan Oriental II. Paléontologie*. (Hanoi-Haiphong Mém. Serv.
géol., 1, 2, 2, pp. 1-146.)
- MARKOVSKI, B. & NALIVKIN, D., 1934, *The Zadonsk and the Eletz beds*. (Trans. Geol. Prosp. Serv. U.R.S.S.,
313, pp. 1-38.)
- MARTELLI, A., 1902, *Il devoniano superiore dello Schensi (Cina)*. (Boll. Soc. geol. Ital., XXI, pp. 349-370.)
- MARTIN, W., 1809, *Petrificata Derbiensia; or Figures and Descriptions of Petrifications collected in Derby-
shire*. Wigan.
- MAURER, F., 1885, *Die Fauna der Kalke von Waldgirmes bei Giessen*. (Abh. Grossherz Hess. Geol. Landes.
Darmstadt.)
- MAXWELL, W. G. H., 1950, *Upper Devonian Brachiopod (Cyrtospirifer reidi sp. nov.) from the Mount
Morgan District*. (Papers Dept. Geol. Univ. Queensland, 3, 12, pp. 3-8.)
- MEEK, F. B., 1861, *Descriptions of new Fossil Remains collected in Nebraska and Utah, by the Exploring
Expeditions*. (Proc. Acad. Nat. Sci. of Philadelphia, 2, IV, pp. 308-315.)
— 1867, *Remarks on the Geology of the Valley of Mackenzie River*. (Trans. Chicago Acad. Sci. I, 1, III,
pp. 61-114.)
— 1876, *Report on the Palaeontological Collections on the Expedition*. (Explorations across the great
Basin of Utah in 1859. Appendix J., pp. 337-373. Washington.)
— 1877, *Report Geol. Expl. 40th. Parallel, IV, 1*, pp. 3-197.)
- MELLADO, T. R., 1948, *El Devonico en el Sahara español*. (Bol. Soc. esp. Hist. nat. 46, 5-6, pp. 425-442.)
- MENCHIKOFF, N., 1930, *Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental*. (Rev.
Géogr. phys. et Géol. dynam. 3, 2. Paris.)
- MERCIER, J., 1937, *Le Polymorphisme de Rhynchonella boueti DAV.* (Bull. Soc. linn. Normandie, Caen,
(8), 9, pp. 33-35.)

- MERRIAM, C. W., 1940, *Devonian stratigraphy and paleontology of the Roberts Mountains region, Nevada*. (Spec. Pap. Geol. Soc. Amer., 25, pp. 1-114.)
- MILORADOVITCH, B. V., 1936, *Some Spiriferidae from middle and upper Carboniferous of Timan*. (Trans. arctic Inst. Leningrad, 30, pp. 5-65.)
- 1937, *Morphogenesis of the ventral valve in Spiriferidae*. (Problems Paleont., 2-3, pp. 501-535.)
- MOOK, C. C., 1915, *Statistical study of Variation in Spirifer mucronatus*. (New-York Ann. Acad. Sci., 26, pp. 175-214.)
- MOORE, R. C., 1952, in MOORE et LALICKER, C. G. *Invertebrate Fossils*, New-York.
- MORSE, E., 1871, *On the early stages of Terebratulina septentrionalis* (COUTHOUY). (Mem. Boston Soc. Nat. Hist., II, pp. 29-40.)
- MÜLLER, W., 1929, *Die Fauna des Frasn-Stufe bei Almadén (Sierra Morena, Spanien)*. (Abh. Senckenb. naturf. Ges., 41, 5, pp. 252-265.)
- MURCHISON, R. I., 1840, *Description de quelques-unes des coquilles fossiles les plus abondantes dans les couches dévoniennes du Bas-Boulonnais*. (Bull. Soc. géol. France, XI, p. 250.)
- 1854, *Siluria*, London. 3^e ed., 1859.
- MURCHISON, R. I., VERNEUIL (DE), E., KEYSERLING, A., 1845, *Géologie de la Russie d'Europe et des Montagnes de l'Oural. II : Paléontologie*. Londres-Paris.
- NALIVKIN, D. V., 1925, *The group of Spirifer Anossofi and Devonian of the European Russia*. (Mém. Soc. Russe de minéralogie, 2^e sér., LIV, pp. 267-358.)
- 1930A, *Brachiopods from the Upper and Middle Devonian of the Turkestan*. (Mém. Com. Géol., N.S. 180, pp. 123-196.)
- 1930B, *The Semiluki and the Voroneje beds of the Upper Devonian of Voroneje region*. (Bull. geol. prospect. Service Leningrad, XLIX, 1, pp. 53-93.)
- 1936, *Silurian and Devonian fauna of the Northern island of Novaya Zemlya*. (Trans. arctic. Inst. Leningrad., 58, pp. 7-32.)
- 1937, *Brachiopoda of the upper and middle Devonian and Lower Carboniferous of North-eastern Kazakhstan*. (Trans. central geol. prospect. Inst. U.S.S.R., 99, pp. 1-200.)
- 1938, *Upper Devonian of the Gornyi Altai*. [Mat. Centr. geol. prosp. Inst. (Gen. ser.) 2, pp. 80-92.]
- 1941, *Brachiopods of the main Devonian field, in Fauna of the Main Devonian Field*. (Pal. Inst. U.S.S.R. Acad. Sci. Moscow, pp. 139-226.)
- NORTH, F. J., 1920, *On Syringothyris WINCHELL, and certain Carboniferous Brachiopoda referred to Spiriferina d'ORBIGNY*. (Quart. Journ. Geol. Soc., 76, pp. 162-227.)
- OBRUTSCHEW, W. A., 1916, *Dévonien de Voroneje et le groupe du Spirifer verneuili MURCH.* (Mém. sect. Géol. Soc. Amis Sci. nat. Moscou, 5.)
- OEHLERT, D. P., 1887, *Brachiopodes* (in FISCHER, Manuel de Conchyliologie, pp. 1189-1334.)
- ÕPIK A., 1934, *Über Klitamboniten*. (Acta Comm. Univ. Tartu, A, 26, 3, pp. 1-239.)
- ORBIGNY (D'), A., 1847, *Considérations zoologiques et géologiques sur les Brachiopodes ou Palliobranches*. (Compte rendu Acad. Sci., Paris, 25, p. 268.)
- OWEN, D. D., 1852, *Report of a Geological Survey of Wisconsin, Iowa and Minnesota*. Philadelphie.
- OZAKI, K., 1939, *On some Lower Carboniferous Brachiopods from central Hunan, China*. (J. Shanghai Sci. Inst. (2), 2, 7, pp. 225-282.)
- PAECKELMANN, W., 1913, *Das Oberdevon des Bergischen Landes*. (Abh. preuss. geol. Landes, N. F., 70.)
- 1931, *Versuch einer zusammenfassenden Systematik der Spiriferidae KING*. (Neues Jhb. Miner. Stuttgart, 67, B, pp. 1-64.)
- 1942, *Beiträge zur Kenntnis devonischen Spiriferen*. (Abh. Reichs. Bodenf. Berlin, N. F., 197.)
- PAUL, H., 1938, *Das Unterkarbon der Gegend von Lintorf*. (Decheniana, Bonn, 97 A, pp. 25-42.)
- PEETZ, (VON), H., 1901, *Beiträge zur Kenntnis der Fauna aus den devonischen Schichten am Rande des Steinkohlen bassins von Kusnetzsk*. (Trav. geol. St.Petersb. IV, pp. 1-394.)
- PELLIZZARI, G., 1913, *Fossili paleozoici antichi dello Schensi (Cina)*. (Ric. Ital. Paleont. Parma, XIX, 1, p. 33.)
- PHILLIPS, J., 1841, *Figures and descriptions of the Palaeozoic Fossils of Cornwall, Devon and West Somerset* (Mem. Geol. Surv. Great Britain, I.)

- PROSSER, CH. S., 1912, *Devonian and Mississippian Formations of North Eastern Ohio*. (Ohio Geol. Serv. Bull., 15, pp. 1-574.)
- QUENSTEDT, F. A., 1868-1871, *Die Brachiopoden*. (Petrefaktenkunde Deutschlands, II. Leipzig).
- 1885, *Handbuch der Petrefaktenkunde*.
- QUIRING, H., 1915, *Beiträge zur Kenntnis der Spiriferen-fauna des Mitteldevons der Eifel*. (Jahrb. preuss. geol. Landes., 35, pp. 327-335.)
- REED, F. R. C., 1911, *Devonian Fossils from Chitral, Persia, Afghanistan and the Himalayas*. (Rec. geol. Survey India, Calcutta, XLI, II, p. 86.)
- 1922, *Devonian Fossils from Chitral and the Pamirs*. (Paleont. Ind. Calcutta, 6, 2, pp. 1-134.)
- 1943, *Notes on certain Upper Devonian Brachiopods figured by Whidborne, I*. (Geol. Mag. London, 80, pp. 69-78, 95-106, 132-138.)
- RENAUD, A., 1942, *Le Dévonien du Synclinorium Médian de Brest-Laval*. (Thèses Fac. Sci. Univ. Rennes, C, 5, pp. 1-439.)
- RIGAUX, E., 1878, *Fossil Brachiopoda of the Lower Boulonnais*. (Geol. Mag. II, V, pp. 436-443.)
- 1908, *Le Dévonien de Ferques*. Boulogne, pp. 1-31.
- RITZ, H., 1931, *Die Südwesthälfte des Sötenicher Mitteldevon-Mulde*. (Jahrb. preuss. geol. Landes, 51, pp. 565-594.)
- RIVIÈRE, A., 1934, *Contribution à l'étude géologique de l'Elbourz (Perse)*. (Rev. Géogr. phys. Paris, 7, pp. 1-190.)
- ROCH, E., 1930, *Notes et Mém. Serv. Mines Carte géol. Maroc 9*.
- ROEMER, C. F., 1844, *Rheinische Uebergangsgebirge*. Hannover.
- 1876-1880, *Lethaea geognostica*, 1, pp. 1-324.
- ROEMER, F. A., 1843, *Die Versteinerungen des Harzgebirges*. Hannover.
- 1866, *Beiträge zur geologische Kenntnis der Nordwestlichen Harzgebirges*. (Palaeontographica, 9, pp. 1-46.)
- ROGER, M. J., 1942, *Etude des variations des caractères avec l'âge chez les fossiles*. (Bull. Soc. linn. Lyon, 11, 8, pp. 124-128.)
- ROMANOWSKI, G., 1880, *Materialien zur Geologie von Turkestan. I: Geologische und Paläontologische Übersicht des Nordwestlichen Thian-Schan und des östlichen Teiles der Niederungen von Turan*. St. Petersburg.
- SAINT-JOSEPH, J. K. S., 1938, *The Pentameracea of the Oslo region*. (Norsk. geol. Tidsskr. Oslo, 17, pp. 225-336.)
- SALMON, E. S., 1942, *Mohawkian Rafinesquinae*. (J. Paleont. Menasha, Wis., 16, pp. 564-603.)
- SALTER, J. W., 1863, *On the Upper Old Red Sandstone and Upper Devonian Rocks*. (Quart. Journ. geol. Soc. London, 19, pp. 474-496.)
- SAMSONOVICZ, J., 1950, *Devonian in Volhynia*. (Acta geol. polon, Warszawa, 1, pp. 401-480.)
- SANDBERGER, G. et F., 1850-1856, *Versteinerungen Rheinischen Schichtensystems in Nassau*. Wiesbaden.
- SARDESON, F. W., 1897, *The Galena and Maquoketa series*. (American Geologist, 19, pp. 91-111.)
- SARTENAER, P., 1956, *Signification et importance du Genre Cyrtopsis dans les dépôts famenniens inférieurs. Deuxième note: Cyrtopsis senceliae, nov. sp.* (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 32, 40, pp. 1-12.)
- SARYTCHEVA, T. G. et SOKOLSKAIA, A. N., 1952, *A description of the Palaeozoic Brachiopoda of the Moscow Basin*. (Trans. Palaeont. Inst. Acad. Sci. U.R.S.S., 38, pp. 111-133.)
- SCHLOTHEIM, E., 1820-1823, *Petrefaktenkunde*.
- SCHMIDT, H., 1933, *Der Kellerwaldtquarzit, mit eine Beschreibung seiner Fauna und der aus der Tanner Grauwacke*. (Paläont. Abh. Jena, 19, 5, pp. 26-31.)
- SCHNUR, S., 1853, *Uebergangsgebirge Eifel*. (Palaeontographica III, pp. 169-247.)
- SCHUCHERT, CH., 1913, in ZITTEL-EASTMANN; (*Text-book of Paleontology*, 1, 2d. éd).
- SCHUCHERT, CH. & COOPER, A., 1932, *Brachiopod Genera of the Suborders Orthoidea and Pentameroidea*. (Mem. Peabody Mus. Nat. Hist., IV, 1, pp. 1-270.)
- SCUPIN, H., 1900, *Die Spiriferen Deutschlands*. (Paläontol. Abh. Jena, N. F., 4, 3.)

- SEMICHATOW, S. V., 1932, *Beiträge zur Systematik der Familie Spiriferidae* KING. (Neues Jhb. Miner., 68, BB, B, 1, pp. 517-543.)
- 1941, *Trans. Inst. Paleont. Acad. Sci. U. R. S. S.*, 12, 3-4.
- SENN, E., 1934, *Die Geschlechtsverhältnisse der Brachiopoden*. (Acta Zoologica, 15, pp. 1-153, Stockholm.)
- SHERBORN, C. D., 1924, *Index Animalium, 1801-1850*.
- SHIKAMA, T., 1952, *A handbook of illustrated fossils from Japanese and their adjacent Territories*. Kyoto (non vidi).
- SOBOLEW, D., 1909, *Mitteldevon des Kielcie Sandomir Gebirges*. (Mat. geol. Ross. St. Petersburg, 24, pp. 41-536.)
- SOWERBY, J., 1812-1829, *The Mineral Conchology of Great Britain, I à VI*. London.
- 1840, in SEDGWICK and MURCHISON, *On the Physical structure of Devonshire*. (Trans. geol. Soc. London, II, V.)
- STAINBROOK, M. A., 1942, *The Brachiopoda of the High Point Sandstone of New-York*. (Amer. J. Sci. New Haven, 240, pp. 879-890.)
- 1945, *Brachiopoda of the Independence Shale of Iowa*. (Mem. geol. Soc. Amer. Washington, 14, pp. 1-74.)
- STEININGER, J., 1853, *Geognostische Beschreibung der Eifel*. Trèves.
- STEPANOV, D. L., 1937, *On some upper Carboniferous Brachiopoda of the Ural*. (Ann. Leningrad State Univ. Ser. Geol. 3, pp. 144-150.)
- TACHIBANA, K., 1953, *On the occurrence of Productus nummularis (Winchell) from the late Upper Devonian of Japan*. (Sci. Rep. Tokyo Sect. C. 2, 13, pp. 123-127.)
- TCHIHATCHEFF, P., 1854, *Dépôts paléozoïques de la Cappadoce et du Bosphore*. (Bull. Soc. Geol. France, ser. 2, XI, p. 402.)
- TERMIER, G. et H., 1947, *Paléontologie marocaine. I : Généralités sur les Invertébrés fossiles*. (Notes et Mém. Serv. Mines et Carte Géol. Maroc., 69, pp. 1-391.)
- 1950, *Invertébrés de l'Ère primaire*. (Paléontologie marocaine, 2, pp. 21-102.)
- TERMIER, H., 1936, *Études géologiques sur le Maroc central et le Moyen-Atlas septentrional, III*. (Notes Mém. Serv. Mines et Carte Géol. Maroc. 33, pp. 1087-1421.)
- THOMAS, I., 1910, *The British Carboniferous Orthotetinae*. (Mém. geol. Surv. Great Britain, 1, II, pp. 83-134.)
- THOMSON, J. A., 1927, *Brachiopod Morphology and Genera*. (Manual New Zeal. Board Sci. and Art. Wellington, 7, pp. 1-338.)
- TIEN, C. C., 1938, *Devonian Brachiopoda of Hunan*. (Paleont. sinica, n. s., B, 4, pp. 1-192.)
- TING, V. K., 1932, *A statistical study of the difference between the width-height ratio of Spirifer tingi and that of Spirifer hsiehi*. (Bull. geol. Soc. China, 11, 4, pp. 466-470.)
- TORLEY, K., 1934, *Die Brachiopoden des Massenkalks der Oberen Givet Stufe von Bilveringsen bei Iserlohn*. (Abh. Senck. Naturf. Ges., 43, 3, pp. 67-148.)
- TSCHERNYSCHEV, T., 1884, *Materialien zur Kenntnis der Devonischen Ablagerungen in Russland*. (Mém. Com. Géol., 1, 3.)
- 1887, *Die Fauna des Mittleren und Oberen Devon am West Abhange des Urals*. (Mém. Com. géol., III, 3.)
- VANDERCAMMEN, A., 1954, *Observations sur la croissance des Brachiopodes Spiriferidae*. (Volume Jubilaire Victor Van Straelen. Bruxelles, 1.)
- 1955, *A propos des perforations du test de Syringothyris et genres voisins*. (Au chanoine Félix Demanet, en hommage. Publ. Ass. Étud. Paléont. Bruxelles, 21, hors sér., 387-393.)
- 1955, *Quelques Spiriferidae nouveaux du Dévonien de la Belgique*. (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 31, 90, pp. 1-4.)
- 1955, *Septosyringothyris demaneti nov. gen., nov. sp., un Syringothyride nouveau du Dinantien de la Belgique*. (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 31, 30, pp. 1-6.)
- 1956, *Revision des Ambocoeliinae du Dévonien de la Belgique*. (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 32, 43, pp. 1-51.)
- 1956, *Revision de Spinocyrtia struniana (J. GOSSELET, 1879)*. (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 32, 59, pp. 1-10.)
- 1957, *Revision de Spirifer euryglossus J. SCHUR, 1851 = Minatothyris nov. gen. euryglossa (J. SCHUR, 1851)*. (Senckenbergiana Lethaea, 38, 3-4, pp. 177-193.)

- VANDERCAMMEN, A., 1957, *Revision des Reticulariinae du Dévonien de la Belgique. I : Genre Minatothyris.* (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 33, 14, pp. 1-19.)
- 1957, *Revision des Reticulariinae du Dévonien de la Belgique. II : Genre Plectospirifer.* (Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 33, 24, pp. 1-23.)
- 1957, *Revision du genre Gürichella* W. PAECKELMANN, 1913. (Mém. Inst. roy. Sci. nat. Belg. 138, pp. 1-50.)
- VASILIEWSKY, 1909, *Beitr. zur Geologie des Halbinsel Mangyschlak.* (Mat. Geol. Russl. XXIV, pp. 1-39.)
- 1926, *On a new Spirifer from the Upper Devonian of Tarbagatai.* (Ann. Soc. Paléont. Russie, 5, 2, pp. 95-101.)
- VERNEUIL (DE), P. E. P., 1846, *Parallélisme des dépôts paléozoïques de l'Amérique septentrionale et Europe.* (Bull. Soc. géol. France, 2^e sér., IV, pp. 646-709.)
- 1866-1869, *Asie Mineure.*
- 1869, *Appendix à la Faune dévonienne du Bosphore.*
- VERNEUIL (DE), P. E. P. & BARRANDE, J., 1855, *Description des Fossiles d'Almaden.* (Bull. Soc. Géol. France, 2^e sér., XII, pp. 964-1024.)
- VERNEUIL (DE), P. E. P. et ROUAULT, M., 1846, *Terrains paléozoïques des environs de Rennes.* (Bull. Soc. géol. France, 2^e sér., 4.)
- VISQUENEL, A., 1850, *Notice sur la collection de roches recueillies en Asie par feu HOMMAIRE DE HELL, et sur les divers travaux exécutés pendant le cours de son voyage.* (Bull. Soc. géol. France, 2^e sér., 7, p. 491.)
- WALCOTT, C. D., 1884, *Paleontology of the Eureka district, Nevada.* (Rep. U. S. Geol. Sur.)
- WARREN, P. S. & STELCK, C. R., 1956, *Reference Fossils of Canada, 1, Devonian Faunas of Western Canada.* (Geol. Assoc. Canada, Sp. Paper, 1.)
- WEBSTER, 1906, *Contribution to the Paleontology of the Hackberry Group.*
- WENJUKOFF, P. N., 1886, *Die Fauna des devonischen Systems im nordwestlichen und centralen Russland.* St. Petersburg.
- 1895, *Dépôts du système dévonien dans les monts Mougodjarsk.* (Trans. Soc. Naturalistes St. Petersburg, XXIII, pp. 103-159.)
- WESENBERG-LUND, E., 1944-1945, *Et levende Minde om Jordens Aaldste Tider.* (Dyr. i Natur Mus. Kobenhavn, pp. 79-98.)
- WESTOLL, T. S., 1950, *Some aspects of growth studies in fossils.* (Proc. Roy. Soc. London, 137 B, 889, pp. 490-509.)
- WHIDBORNE, G. F., 1893, *Devonian Fauna South England, II,* pp. 91-160.
- 1896, *Devonian Fauna South England, III, 2,* pp. 113-178.)
- WHITEAVES, J. F., 1891, *The Fossils of the Devonian Rocks of the Mackenzie River Basin.* (Contrib. Canad. Pal. Geol. and Nat. Hist. Surv. Canada, I, 3, pp. 197-253.)
- WOODRUFF, J. G., 1942, *Geology of the Wellsville quadrangle, New-York.* (Bull. New York St. Mus. Albany, 326, pp. 1-135.)
- WULFF, R., 1923, *Das Famennien der Aachener Gegend.* (Jahrb. preuss. geol. Landes., 43, pp. 1-70.)
- YABE, H. & NODA, M., 1933, *Discovery of Spirifer verneuili MURCH. in Japan.* (Proc. imp. Acad. Japan, IX, 9, pp. 521-523.)
- YABE, H. & SUGIYAMA, T., 1942, *A lower Devonian Faunule from North Manchuria.* (Proc. Imp. Acad. Tokyo, 18, 8, pp. 499-504.)
- YAKOVLEV, N., 1907, *Sur la fixation des coquilles de quelques Strophomenacea.* (Bull. Comité Géol., 24, 4, pp. 191-201.)
- 1908, *Die Anheftung der Brachiopoden als Grundlage der Gattungen und Arten.* (Mém. Com. géol., N. S., 48, pp. 1-32.)
- YANISHEVSKY, M., 1935, *On some peculiarities of the shells of Spiriferidae.* (Annuaire Soc. Pal. Russ., 10, pp. 11-29.)

TABLE DES MATIÈRES

| | Pages |
|------------------------------------------------------|-------|
| INTRODUCTION | 3 |
| CHAPITRE I | 7 |
| 1. Discussion du genre <i>Cyrtospirifer</i> | 7 |
| 2. Mensurations et analyse biométrique | 9 |
| 1° Mensurations | 9 |
| A. — Mesures réelles | 10 |
| B. — Mesures volumétriques | 10 |
| C. — Mesures d'angles | 10 |
| D. — Rapports | 11 |
| E. — Nombre de côtes radiaires | 11 |
| 2° Analyse biométrique | 11 |
| A. — Les travaux antérieurs | 11 |
| B. — Méthode utilisée dans le présent travail | 11 |
| 3. La sériation ontogénique | 13 |
| 4. Les stades de développement ontogénique | 14 |
| 5. Le dimorphisme (sexuel ?) | 15 |
| 6. Costulation et formule sinale | 16 |
| 7. Terminologie | 18 |
| CHAPITRE II. — Structure du test | 20 |
| 1. Valves | 20 |
| A. — Fibrotest | 22 |
| B. — Prismotest | 23 |
| C. — Callotest | 24 |
| D. — Récapitulation | 26 |
| 2. Deltidium | 26 |
| 3. Aréa | 30 |
| A. — Microsculpture | 30 |
| B. — Structure et croissance | 32 |
| 4. Plaque delthyriale | 33 |
| 5. Apophyses articulaires | 34 |
| A. — Origine | 34 |
| B. — Structure et croissance | 35 |
| C. — Cavités glénoïdes | 35 |

| | Pages |
|-------------------------------------------------------------------|-------|
| 6. Spiralium | 36 |
| 7. Myographie | 37 |
| A. — Myoglyphe ventral | 39 |
| B. — Myoglyphe dorsal | 40 |
| C. — Myoglyphes notothyriaux | 40 |
| D. — Myoglyphes brachiophoriens | 40 |
| CHAPITRE III. — Description des espèces | 41 |
| <i>Cyrtospirifer orbelianus</i> (H. ABICH) | 41 |
| <i>Cyrtospirifer malaisei</i> (J. GOSSELET) | 59 |
| <i>Cyrtospirifer supradisjunctus</i> (W. A. OBRUTSCHEW) | 63 |
| <i>Cyrtospirifer stolbovi</i> D. NALIVKIN | 69 |
| <i>Cyrtospirifer monticolaformis</i> nov. sp. | 77 |
| <i>Cyrtospirifer brodi</i> (P. N. WENJUKOFF) | 87 |
| <i>Cyrtospirifer canaliferus</i> (J. B. LAMARCK) | 90 |
| <i>Cyrtospirifer tenticulum</i> (M. V. K.) | 99 |
| <i>Cyrtospirifer utahensis</i> (F. B. MEEK) | 103 |
| <i>Cyrtospirifer bisinus</i> (H. LE HON) | 107 |
| <i>Cyrtospirifer verneuli</i> (R. I. MURCHISON) | 114 |
| <i>Cyrtospirifer grabau</i> W. PAECKELMANN | 130 |
| <i>Cyrtospirifer syringothyriiformis</i> W. PAECKELMANN | 142 |
| <i>Cyrtospirifer lobatus</i> A. VANDERCAMMEN | 146 |
| <i>Cyrtospirifer conoideus</i> (F. A. ROEMER) | 151 |
| Tableau dichotomique des espèces | 153 |
| CHAPITRE IV | 154 |
| 1. Répartition stratigraphique des espèces | 154 |
| 2. Conclusions | 155 |
| INDEX BIBLIOGRAPHIQUE | 165 |
| EXPLICATION DES PLANCHES. | |

PLANCHE I

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

FIG. 1 à 12. — *Cyrtospirifer grabaui* W. PAECKELMANN, 1942.

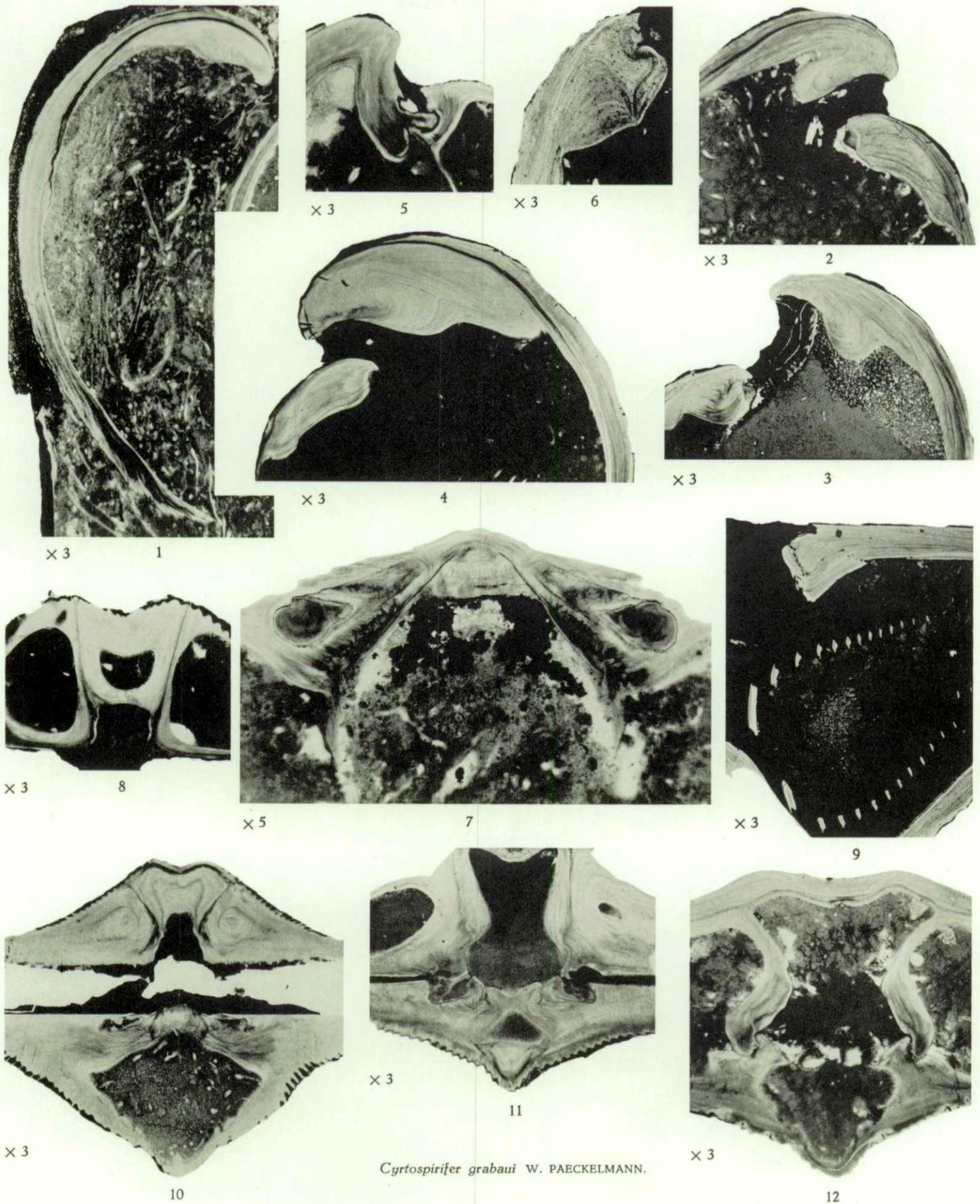
Pl. Durbuy 25095 A.

Localité : Biron, tranchée du chemin de fer.

Position stratigraphique : Frasnien, F3.

I. G. 18711.

1. Section mince médiane dans le plan de symétrie bilatérale d'une valve ventrale. En haut, la callosité apicale comprenant la plaque delthyriale et la cavité post-delthyriale colmatée. Le callotest blanc se termine par la pointe du pédonculaire médian. Au-dessus, le prismotest en noir, partant de la pointe du crochet et s'étendant un peu au-delà du myoglyphe. La couche externe grise de fibrotest se termine dans le stade gérontique par un accroissement irrégulier en crinière. A gauche, on voit la surface externe du fibrotest en voie de recristallisation. Un liséré blanc identique entoure la coupe d'une valve dorsale à droite. Spécimen n° 5374. $\times 3$.
2. Section mince médiane dans le plan de symétrie bilatérale dans la moitié supérieure d'un individu bivalve (Forme II). Les trois couches sont visibles, la cavité post-delthyriale est encore ouverte. La valve dorsale montre un callotest épais s'arrêtant au myoglyphe et portant à l'extrémité du crochet, le processus cardinal. Le crochet ventral est fortement en surplomb sur le dorsal. Spécimen n° 5385. $\times 3$.
3. Section mince médiane dans le plan de symétrie bilatérale dans un individu bivalve (Forme I). Le crochet ventral n'est pas en surplomb sur le dorsal. La séparation des trois couches est moins aisée. La cavité post-delthyriale est presque colmatée. Les lamelles du processus cardinal sont visibles près du crochet dorsal. Entre les crochets apparaît le symphytium sous forme d'une chaîne de petites dents reliées entre elles par une lamelle de base. La place du foramen se situe dans l'interruption de la chaîne près du processus cardinal. Spécimen n° 5382. $\times 3$.
4. Section mince médiane dans le plan de symétrie bilatérale dans un individu bivalve (Forme II). Le crochet ventral est fortement en surplomb sur la valve dorsale. Les trois couches sont nettement séparables dans la valve ventrale; le fibrotest de la dorsale a disparu au-delà de la région du crochet. Le processus cardinal est petit. La cavité post-delthyriale est colmatée et les lignes de croissance sont nettes; mais la coupe est encore trop voisine de la lamelle dentaire dont on voit apparaître les traces sous forme de lignes anormales entre le callotest et le prismotest. Spécimen n° 5381. $\times 3$.
5. Section mince parallèle au plan de symétrie bilatérale dans la région de l'articulation. Le prismotest est noir ou gris foncé et visible dans la valve, ainsi que dans l'épaississement de raccord au plateau cardinal, l'apophyse articulaire et la cavité glénoïde. Au-dessus de l'apophyse articulaire, une échancre : la rainure deltidiale. Spécimen n° 5384. $\times 3$.
Remarque. — Les contours du prismotest ne sont pas nets à cause de ses surfaces courbes, coupées dans un plan et vues sous des épaisseurs variables.
6. Section mince parallèle au plan de symétrie bilatérale dans la région située entre le processus cardinal et l'articulation. Les stades antérieurs de la cavité glénoïde sont enrobés graduellement par le callotest. Spécimen n° 5375. $\times 3$.
7. Section mince parallèle au plan de séparation des valves dans la région comprise entre le processus cardinal et le fibrotest externe. En haut, les lamelles du processus commencent à apparaître; à gauche et à droite, les cavités glénoïdes aux bords internes desquelles on voit le prismotest s'incurver, d'une part, vers la partie concave des cavités et, d'autre part, vers les cruras. Spécimen n° 5376. $\times 5$.
8. Section mince perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale dans la région de l'aréa. Les trois couches sont nettement séparables. Au centre, le callotest apical central, entourant la cavité post-delthyriale en voie de colmatage, et la plaque delthyriale. De part et d'autre, les lamelles dentaires composées de callotest apical central et latéral avec au milieu la lame de prismotest se dirigeant vers les apophyses articulaires. Spécimen n° 5380. $\times 3$.
9. Section mince perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale dans la région du spiraliium. En bas, le sinus avec un reste du test. En haut, le plateau cardinal. Au centre, le spiraliium, sous forme d'une série de profils de plus en plus larges dont les derniers montrent que le spiraliium est composé de deux couches, le prismotest en gris foncé et le callotest en blanc. Spécimen n° 5383. $\times 3$.
10. Section mince perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale à la hauteur du processus cardinal. En haut, valve ventrale avec cavités apicales colmatées par le callotest. Le prismotest en noir occupe le milieu des lamelles dentaires et se dirige vers les apophyses articulaires (non encore atteintes) et l'épaississement de raccord au plateau cardinal. En bas, valve dorsale avec, au centre, le processus cardinal. De part et d'autre, les cavités glénoïdes avec prismotest dont on voit les traces diffuses noires. La cavité centrale dorsale largement ouverte indique que la valve était particulièrement bombée. Spécimen n° 5377. $\times 3$.
11. Section mince perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale dans la région de l'articulation. La plaque delthyriale a disparu, il n'en reste que les bords latéraux de l'arc basal. Les apophyses articulaires commencent à apparaître. Le prismotest peut être suivi depuis les lamelles dentaires jusque dans les apophyses. Il est plus diffus dans la valve dorsale. Au centre de cette dernière on voit la réunion de deux massifs du processus cardinal dans lequel disparaissent les dernières lamelles, les trois couches sont visibles dans le test du bourrelet. La cavité apicale dorsale est faiblement ouverte. Spécimen n° 5379. $\times 3$.
12. Section mince perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale dans la région de l'articulation. Le processus cardinal a disparu et la cavité apicale dorsale est largement ouverte. Les trois couches sont nettement visibles dans la valve ventrale. En haut, à gauche et à droite, la séparation entre le fibrotest externe et le callotest apical latéral est souligné par une bande plus obscure. Le prismotest s'étend depuis la courbe sinale jusque dans les apophyses articulaires. Les cavités glénoïdes sont étroites, constituées de prismotest dans presque toute leur étendue et celui-ci tapisse la face interne du bourrelet. En cet endroit, la séparation prismotest-fibrotest est soulignée par une ligne blanche. Spécimen n° 5378. $\times 3$.



A. VANDERCAMMEN. — Essai d'étude statistique des *Cyrtospirifer* du Frasnien de la Belgique.

PLANCHE II

PLANCHE II

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

FIG. 1 à 8. — *Cyrtospirifer orbelianus* (H. ABICH, 1858).

FIG. 1 à 4. — Spécimen n° 1164, typique de la Forme I. × 1.

1 : valve dorsale; 2 : valve ventrale avec bourrelet dans le sinus; 3 : profil avec grande aréa peu courbée presque orthocline; 4 : vue de l'aréa montrant la mégathyridie.

Localité : Pl. Olloy 8092. Dourbes.
Position stratigraphique : Frasnien, F2a.
I.G. 6887.

FIG. 5 à 8. — Spécimen n° 3457, typique de la Forme II. × 1.

5 : valve dorsale; 6 : valve ventrale avec bourrelet dans le sinus; 7 : profil avec aréa peu élevée et fortement courbée; 8 : vue de l'aréa avec arêtes marginales arquées, traces de deltidium et brachythyridie.

Localité : Pl. Olloy 462a. Nismes. Flanc Nord des Abannets.
Position stratigraphique : Frasnien, F2a.
I.G. 3031.

FIG. 9 à 16. — *Cyrtospirifer malaisei* (J. GOSSELET, 1894).

FIG. 9 à 12. — Spécimen n° 4045, typique de la Forme I. × 1.

9 : valve dorsale, presque sans bourrelet; 10 : valve ventrale à sinus obsolète; 11 : profil avec aréa apsacline, élevée, peu courbée; 12 : vue sur l'aréa montrant la brachythyridie.

Localité : Pl. Durbuy 8154. Entre Barvaux et Durbuy, boucle septentrionale de l'Ourthe.
Position stratigraphique : Frasnien, F2a.
I.G. 5039.

FIG. 13 à 16. — Spécimen n° 4062, typique de la Forme II. × 1.

13 : valve dorsale avec bourrelet peu élevé, fine costulation radiaire dichotomique; 14 : valve ventrale avec sinus étroit et peu profond; 15 : profil avec aréa basse, fortement courbée; 16 : vue sur l'aréa montrant la brachythyridie.

Localité : Pl. Durbuy 8154. Entre Barvaux et Durbuy, boucle septentrionale de l'Ourthe.
Position stratigraphique : Frasnien, F2a.
I.G. 5039.

FIG. 17 à 24. — *Cyrtospirifer supradisjunctus* (W. A. OBRUTSCHEW, 1913).

FIG. 17 à 20. — Spécimen n° 4012, typique de la Forme I. × 1.

17 : valve dorsale avec bourrelet obsolète et fine costulation radiaire dichotomique; 18 : valve ventrale avec sinus large à peine sensible; 19 : profil avec aréa peu élevée, apsacline et courbée; 20 : vue sur l'aréa montrant la brachythyridie.

Localité : Pl. Hamoir. Bomal.
Position stratigraphique : Frasnien, F2a.
I.G. 9340.

FIG. 21 à 24. — Spécimen n° 1179, typique de la Forme II. × 1.

21 : valve dorsale avec bourrelet peu saillant; 22 : valve ventrale avec sinus peu profond et mal limité; 23 : profil avec aréa peu élevée et courbée, apsacline; 24 : vue sur l'aréa montrant la brachythyridie.

Localité : Pl. Olloy 462a. Nismes. Flanc Nord des Abannets.
Position stratigraphique : Frasnien, F2a.
I.G. 13031.

FIG. 25 à 32. — *Cyrtospirifer stolbovi* (D. NALIVKIN, 1941).

FIG. 25 à 28. — Spécimen n° 1336, typique de la Forme I. × 1.

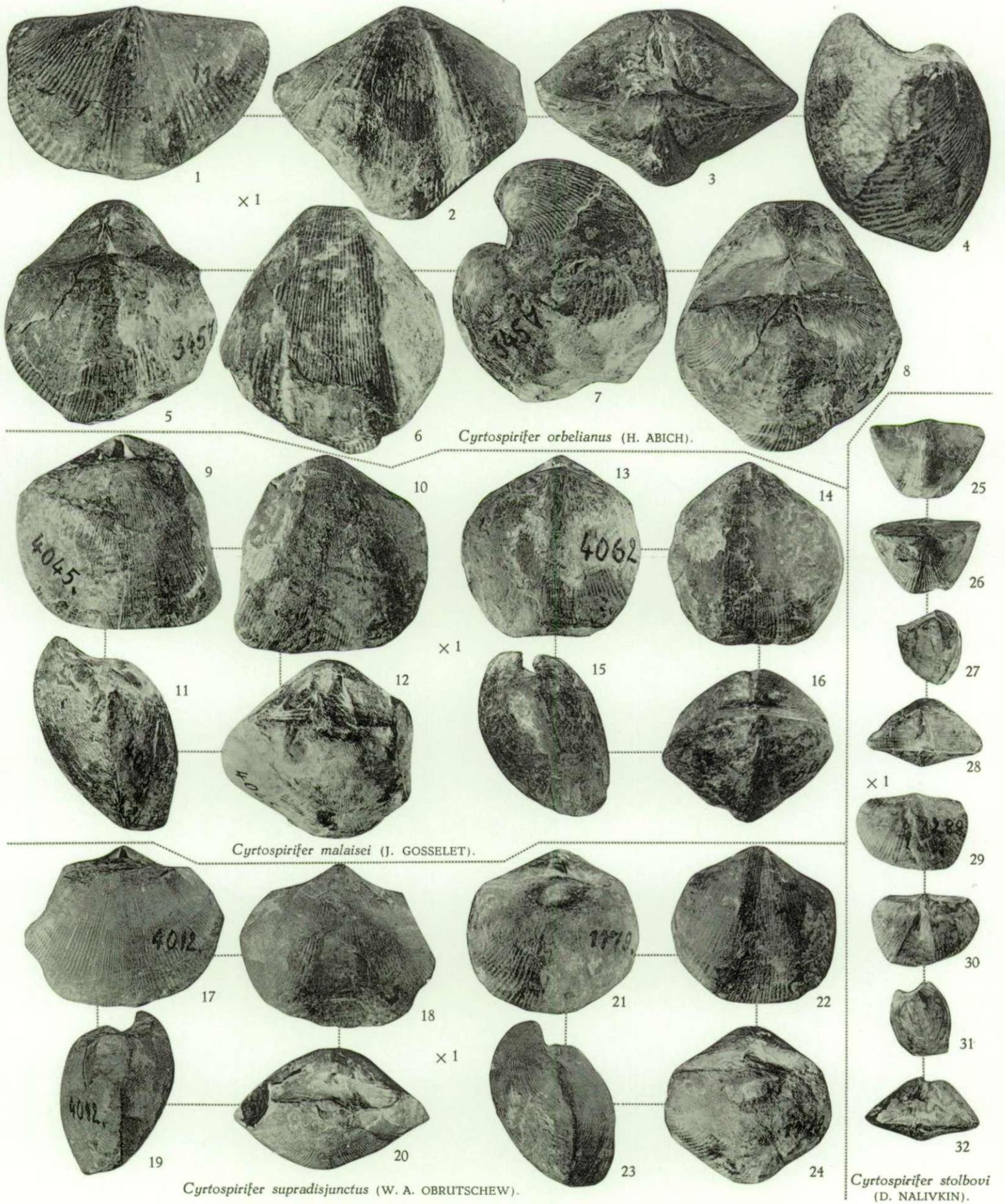
25 : valve dorsale, avec bourrelet étroit et arrondi, montrant le contour trapézoïdal caractéristique; 26 : valve ventrale pyramidale avec aréa anacline, sinus nettement limité; 27 : profil montrant l'aréa anacline élevée, légèrement courbée à son sommet; 28 : vue sur l'aréa, avec symphytium.

Localité : Pl. Couvin 46a. Pétigny (Augeoir).
Position stratigraphique : Frasnien, F2a.
I.G. 8254.

FIG. 29 à 32. — Spécimen n° 1288, typique de la Forme II. × 1.

29 : valve dorsale avec bourrelet peu élevé; 30 : valve ventrale avec aréa anacline, sinus nettement limité; 31 : profil montrant l'aréa anacline moins élevée et plus courbée; 32 : vue sur l'aréa, avec traces de symphytium.

Localité : Pl. Chimay 7985b. Tranchée du chemin de fer Virelles-Lompret.
Position stratigraphique : Frasnien, F2a.
I.G. 3031.



A. VANDERCAMMEN. — Essai d'étude statistique des *Cyrtospirifer* du Frasnien de la Belgique.

PLANCHE III

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

FIG. 1 à 7. — *Cyrtospirifer monticolaformis* nov. sp.

FIG. 1 à 4. — Spécimen n° 3840, typique de la Forme I. × 1.

1 : valve dorsale avec restes de mucronations (brisées); l'aréa ventrale est pointue avec arêtes marginales concaves; 2 : valve ventrale avec sinus largement arrondi; 3 : profil avec aréa apsacline peu courbée; 4 : vue de l'aréa montrant le symphytium foraminé hypothyrde.

Localité : Pl. Durbuy 25095 A. Biron, tranchée du chemin de fer.

Position stratigraphique : Frasnien, F3.

I.G. 18711.

FIG. 5 à 7. — Spécimen n° 3855, typique de la Forme II. × 1.

5 : valve dorsale; 6 : valve ventrale à contour plus arrondi; 7 : profil montrant l'aréa moins élevée et catacline.

Localité : Pl. Durbuy 25095 A. Biron, tranchée du chemin de fer.

Position stratigraphique : Frasnien, F3.

I.G. 18711.

FIG. 8 à 15. — *Cyrtospirifer brodi* (P. N. WENJUKOFF, 1886).

FIG. 8 à 11. — Spécimen n° 1253, typique de la Forme I. × 1.

8 : valve dorsale avec bourrelet peu saillant; 9 : valve ventrale avec sinus large et peu profond; 10 : profil caractéristique, avec aréa très élevée, apsacline, peu courbée; 11 : vue sur l'aréa montrant la brachythyridie et symphytium non foraminé.

Localité : Pl. Durbuy 8158. 500 m au Nord-Est de Ny.

Position stratigraphique : Frasnien, F2a.

I.G. 5039.

FIG. 12 à 15. — Spécimen n° 1252, typique de la Forme II. × 1.

12 : valve dorsale, contour caractéristique; 13 : valve ventrale décortiquée; le sommet du crochet a été coupé du côté gauche pour l'étude des organes internes; près du sommet, traces des lamelles dentaires; 14 : profil caractéristique montrant le développement de l'aréa et de sa courbure; 15 : vue de l'aréa, montrant la forte brachythyridie; dans la partie coupée apparaît une lamelle dentaire.

Localité : Pl. Durbuy 8158. 500 m au Nord-Est de Ny.

Position stratigraphique : Frasnien, F2a.

I.G. 5039.

FIG. 16 à 23. — *Cyrtospirifer canaliferus* (J. B. LAMARCK, 1789).

FIG. 16 à 19. — Spécimen n° 4028, typique de la Forme I. × 1.

16 : valve dorsale avec côtes radiaires dichotomiques; 17 : valve ventrale avec sinus large et profond; 18 : profil avec aréa élevée, apsacline, peu courbée; 19 : vue sur l'aréa, montrant la brachythyridie et des restes de deltidium.

Localité : Pl. Chimay 7985b. Tranchée du chemin de fer entre Virelles et Lompret.

Position stratigraphique : Frasnien, F2a.

I.G. 3349.

FIG. 20 à 23. — Spécimen n° 4033, typique de la Forme II. × 1.

20 : valve dorsale avec côtes radiaires dichotomiques; 21 : valve ventrale décortiquée montrant les lamelles dentaires enserrant le myoglyphe dans lequel on distingue nettement la trace des adducteurs antérieurs, le chevelu des diducteurs principaux et les grosses côtes du pédonculaire ventral; 22 : profil montrant l'aréa moins élevée et un peu plus courbée; 23 : vue sur l'aréa, côtes dichotomiques sur le flanc gauche de la valve dorsale.

Localité : Pl. Olloy 87. Au Nord de la résurgence de l'Eau Noire.

Position stratigraphique : Frasnien, F2a.

I.G. 8254.

FIG. 24 à 28. — *Cyrtospirifer utahensis* (F. B. MEEK, 1876).

FIG. 24 à 27. — Spécimen n° 1879, moyen. × 1.

24 : valve dorsale avec bourrelet peu élevé; 25 : valve ventrale avec côtes radiaires dichotomiques; 26 : profil avec grande aréa faiblement apsacline, peu courbée; 27 : vue sur l'aréa.

Localité : Pl. Couvin 6149. Frasnien. Carrière de l'Arche.

Position stratigraphique : Frasnien, F2d.

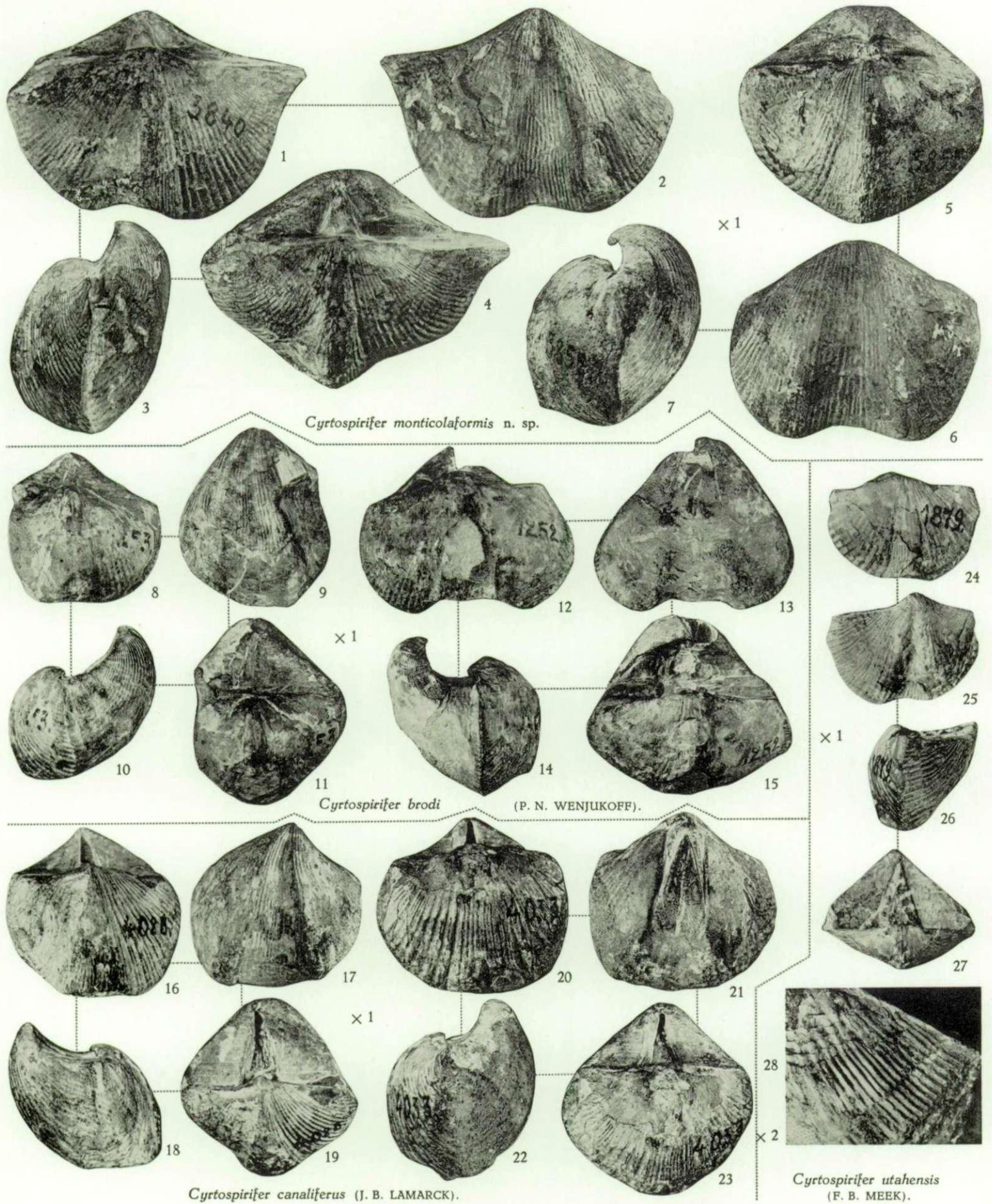
I.G. 5911.

FIG. 28. — Fragment de la valve ventrale du spécimen n° 4209 montrant la dichotomie des côtes. × 2.

Localité : Pl. Couvin 6149. Frasnien. Carrière de l'Arche.

Position stratigraphique : Frasnien, F2d.

I.G. 9179.



A. VANDERCAMMEN. — Essai d'étude statistique des *Cyrtospirifer* du Frasnien de la Belgique.

PLANCHE IV

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

FIG. 1 à 6. — *Cyrtospirifer verneuli* (R. I. MURCHISON, 1840).

FIG. 1 à 3. — Spécimen n° 1060, gérontique, typique de la Forme I. × 1.

1 : valve dorsale avec bourrelet large et élevé; l'aréa ventrale porte un symphytium foraminé; 2 : valve ventrale avec sinus large et peu profond; costulation radiaire forte; la costulation concentrique marque la variation du contour dans les stades ontogéniques antérieurs; 3 : profil montrant l'aréa élevée et peu courbée; costulation concentrique bien marquée.

Localité : Pl. Durbuy 25095 A. Biron. Tranchée du chemin de fer.
Position stratigraphique : Frasnien, F3.
I.G. 16798.

FIG. 4 à 6. — Spécimen n° 1025, gérontique, typique de la Forme II. × 1.

4 : valve dorsale avec bourrelet large et élevé; l'aréa ventrale est fortement courbée et plus basse; 5 : valve ventrale avec sinus large et peu profond; la costulation concentrique marque les variations du contour subies au cours du développement ontogénique; 6 : profil montrant l'aréa fortement courbée procline et la costulation concentrique.

Localité : Pl. Durbuy 25095 A. Biron. Tranchée du chemin de fer.
Position stratigraphique : Frasnien, F3.
I.G. 16798.

FIG. 7 à 18. — *Cyrtospirifer bisinus* (H. LE HON, 1870).

FIG. 7 à 10. — *Holotype*. Spécimen n° 5386. × 1.

7 : valve dorsale avec sinus caractéristique dans le bourrelet; 8 : valve ventrale avec sinus large et très profond; le sommet de la valve ventrale a été usé par des chercheurs antérieurs pour y retrouver les organes internes; 9 : profil; 10 : vue sur une des faces usées montrant les lamelles dentaires et le complexe plaque delthyriale-deltidium.

Localité : Pl. Agimont. Givet, mi-côte pente Nord de Charlemont.
Position stratigraphique : Frasnien, F2b.
I.G. 3031.

FIG. 11 à 14. — Spécimen n° 1466, typique de la Forme I. × 1.

11 : valve dorsale, avec sinus dans le bourrelet; 12 : valve ventrale avec contour caractéristique, mucronations (brisées); 13 : profil; 14 : vue sur l'aréa basse et courbée.

Localité : Pl. Couvin 40a. Boussu-en-Fagne (Ermitage). 9 m au-dessus du contact F2a-F2b.
Position stratigraphique : Frasnien, F2b.
I.G. 11581.

FIG. 15 à 18. — Spécimen n° 1455, typique de la Forme II. × 1.

15 : valve avec faible sinus dans le bourrelet; 16 : valve ventrale avec sinus large et profond; contour moins large; 17 : profil plus gibbeux; 18 : vue sur l'aréa basse et courbée.

Localité : Pl. Chimay 7985c. Tranchée du chemin de fer entre Virelles et Lompriet.
Position stratigraphique : Frasnien, F2b.
I.G. 8573.

FIG. 19 à 26. — *Cyrtospirifer syringothyriiformis* W. PAECKELMANN, 1942.

FIG. 19 à 22. — Spécimen n° 1019, typique de la Forme I. × 1.

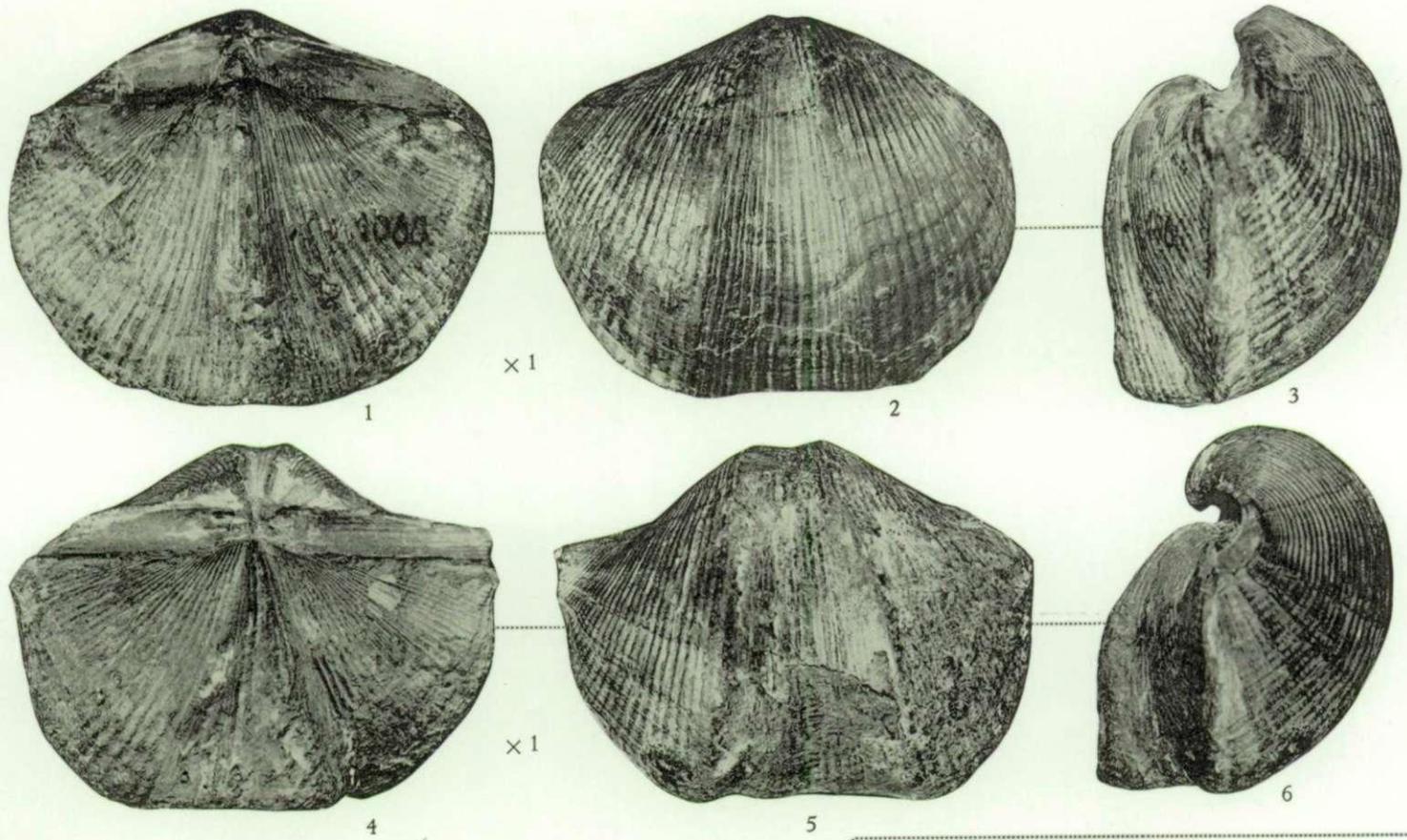
19 : valve dorsale avec expansions cardinales brisées; 20 : valve ventrale, pyramidale, avec aréa élevée, anacline; sinus large et profond; 21 : profil avec aréa anacline, courbée au sommet; 22 : vue sur l'aréa montrant des restes de deltidium.

Localité : Pl. Durbuy 8319a. 2.900 m au Sud de la Station de Barvaux, Station des Mignéés.
Position stratigraphique : Frasnien, F3.
I.G. 5127.

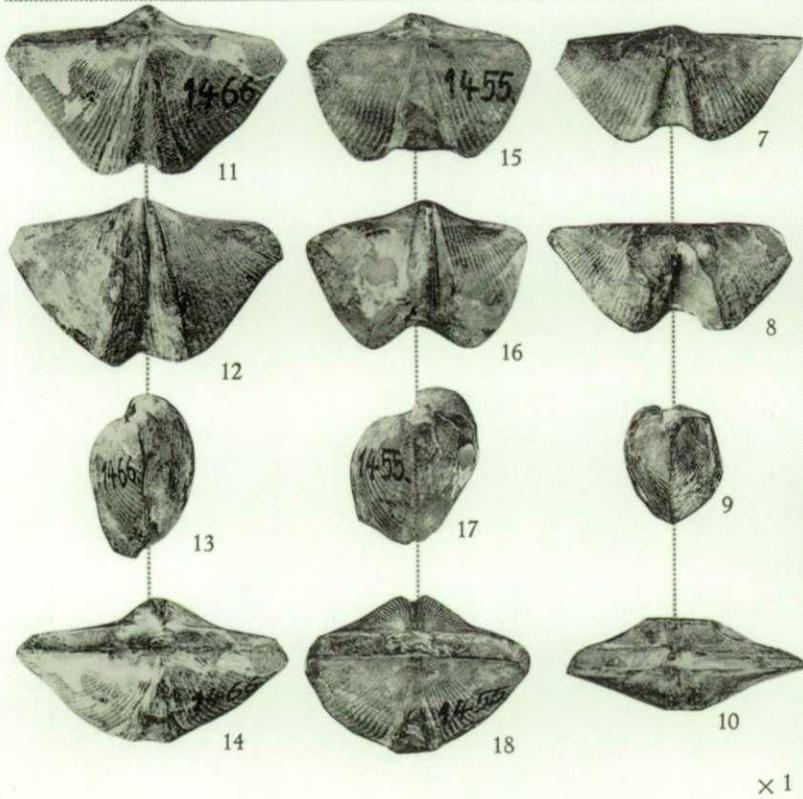
FIG. 23 à 26. — Spécimen n° 946, typique de la Forme II. × 1.

23 : valve dorsale avec expansions asymétriques brisées; 24 : valve ventrale; 25 : profil, avec aréa moins élevée, moins anacline et plus courbée; 26 : vue sur l'aréa.

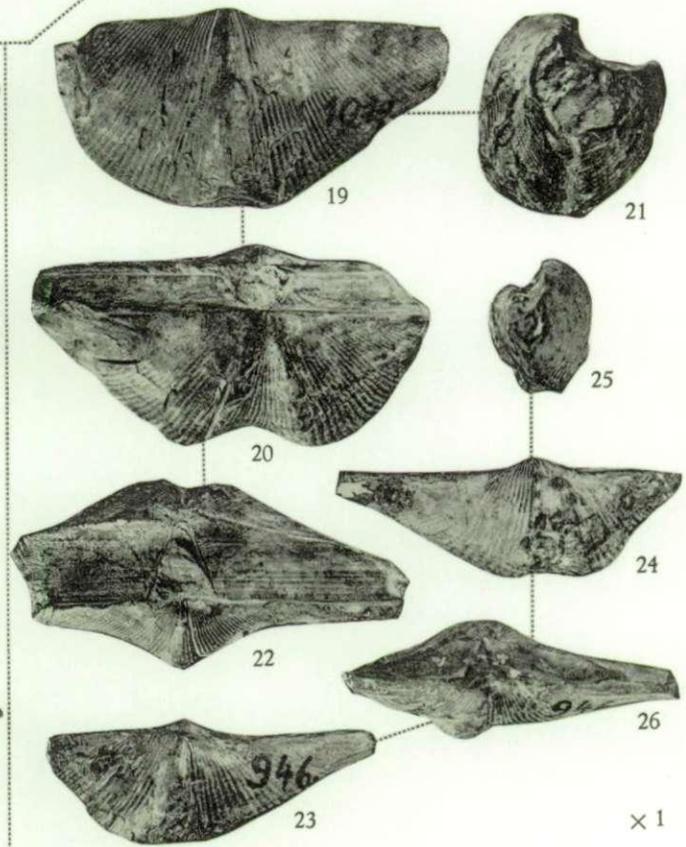
Localité : Pl. Durbuy 8319a. 2.900 m au Sud de la Station de Barvaux, Station des Mignéés.
Position stratigraphique : Frasnien, F3.
I.G. 3031.



Cyrtospirifer verneuili (R. I. MURCHISON).



Cyrtospirifer bisinus (H. LEHON).



Cyrtospirifer syringothyriiformis W. PAECKELMANN.

A. VANDERCAMMEN. — Essai d'étude statistique des *Cyrtospirifer* du Frasnien de la Belgique.

PLANCHE V

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

FIG. 1 à 9. — *Cyrtospirifer grabau* W. PAECKELMANN, 1942.

FIG. 1 à 3. — Spécimen n° 243, typique de la Forme I. × 1.

1 : valve dorsale avec bourrelet large et peu élevé; aréa ventrale basse à bords subparallèles, crochet recourbé; 2 : valve ventrale avec sinus large et peu profond, longues mucronations brisées; 3 : profil montrant l'aréa courbée.

Localité : Pl. Durbuy 8319a. 2.900 m au Sud de la Station de Barvaux, Station des Mignéés.
Position stratigraphique : Frasnien, F3.
I.G. 5127.

FIG. 4 à 6. — Spécimen n° 3651, typique de la Forme II. × 1.

4 : valve dorsale avec bourrelet peu élevé; contour plus étroit; aréa ventrale plus basse fortement courbée. Les côtes concentriques marquent les contours aux stades de croissance précédents; 5 : valve ventrale avec sinus large et profond; mucronations brisées; les côtes concentriques accusent de profondes modifications dans le contour au cours de la croissance; 6 : profil montrant l'aréa très basse, catacline.

Localité : Pl. Durbuy 5337. Tranchée de Barvaux.
Position stratigraphique : Frasnien, F3.
I.G. 9694.

FIG. 7. — Myoglyphe ventral du spécimen n° 4589, fortement ailé. × 2.

Au centre, la pointe du pédonculaire médian et l'origine des adducteurs; à droite, les dichotomies du pédonculaire ventral; bandes concentriques de croissance; Sous le plateau cardinal, de chaque côté du delthyrium, les épaissements de raccord des lamelles dentaires. A droite, le reste d'une apophyse articulaire. Les lamelles dentaires sont fortes mais très courtes, très divergentes, elles disparaissent sous le plateau cardinal.

Localité : Pl. Durbuy 25095 A. Biron. Tranchée du chemin de fer.
Position stratigraphique : Frasnien, F3.
I.G. 18711.

FIG. 8. — Myoglyphes dorsaux du spécimen n° 4592. × 2.

En haut, le myoglyphe notothyrial, le processus cardinal; sur le brachiophore, trace du pédonculaire dorsal. Au centre, entouré de la bande plate marginale, les adducteurs postérieurs, avec leurs grosses côtes dichotomiques caractéristiques. Plus bas, les traces allongées et réticulées des adducteurs antérieurs.

Localité : Pl. Durbuy 25095 A. Biron. Tranchée du chemin de fer.
Position stratigraphique : Frasnien, F3.
I.G. 16798.

FIG. 9. — Appareil apical ventral du spécimen gibbeux n° 4590. × 2.

A gauche et à droite, enserrant le myoglyphe, les lamelles dentaires; dans le fond, en haut, l'arc basal de la plaque delthyriale. Au centre, la pointe du pédonculaire médian prolongée par les empreintes des adducteurs et le myophragme. De part et d'autre, les côtes bifurquées des pédonculaires ventraux et le chevelu des diducteurs principaux.

Localité : Pl. Durbuy 25095 A. Biron. Tranchée du chemin de fer.
Position stratigraphique : Frasnien, F3.
I.G. 16798.

FIG. 10 à 17. — *Cyrtospirifer lobatus* A. VANDERCAMMEN, 1955.

FIG. 10 à 13. — *Holotype*. — Spécimen n° 1375, typique de la Forme I. × 1.

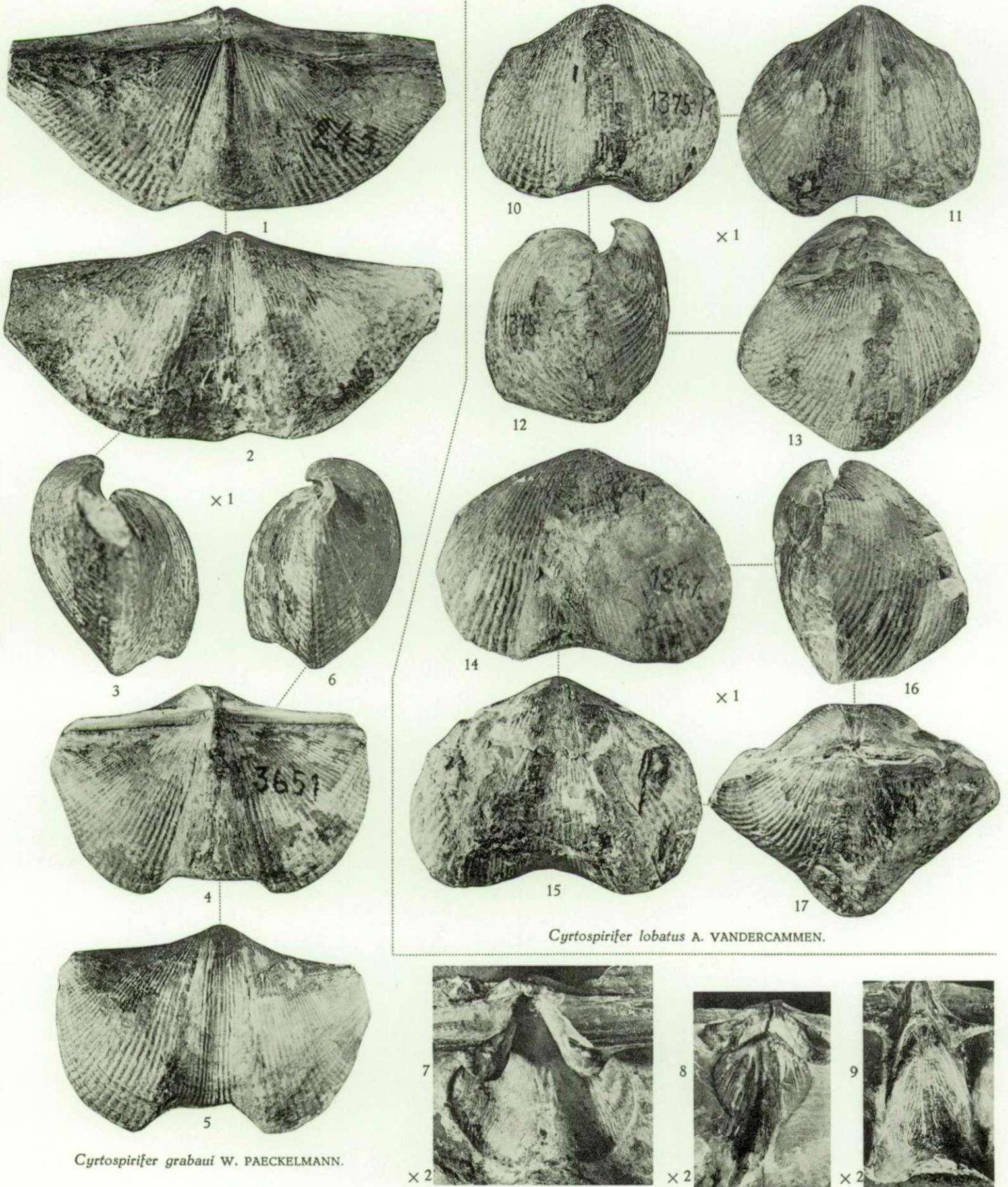
10 : valve dorsale avec bourrelet largement arrondi, couvert de costulations sensiblement plus fines que sur les flancs; 11 : valve ventrale avec sinus largement ouvert, formant échancrure dans le contour, couvert de costulations plus fines que sur les flancs; 12 : profil avec aréa basse, peu courbée; 13 : vue sur l'aréa, montrant la forte brachythyridie et des restes de deltidium.

Localité : Entre Givet et Fromelennes.
Position stratigraphique : Frasnien, F2a.
I.G. 9340.

FIG. 14 à 17. — Spécimen n° 1247, typique de la Forme II. × 1.

14 : valve dorsale avec bourrelet large, couvert d'une fine costulation radiaire; 15 : valve ventrale avec échancrure formée par le sinus largement ouvert; 16 : profil avec aréa très basse peu courbée; 17 : vue sur l'aréa, montrant la forte brachythyridie.

Localité : Pl. Chimay 7985b. Tranchée du chemin de fer entre Virelles et Lompret.
Position stratigraphique : Frasnien, F2a.
I.G. 3349.



A. VANDERCAMMEN. — Essai d'étude statistique des *Cyrtospirifer* du Frasnien de la Belgique.



IMPRIMERIE HAYEZ, s.p.r.l.
112, rue de Louvain, 112, Bruxelles 1
Gérant: M. Hayez, av. de l'Horizon, 39
Bruxelles 15