

Révision et validation de la nouvelle combinaison *Echinochara pecki* (Mädler) Grambast 1965 (Clavatoracées, Charophytes) d'après les matériaux inédits du Kimméridgien basal du Jura suisse septentrional

Autor(en): **Mojon, Pierre-Olivier / Mouchet, Philippe**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **115 (1992)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89348>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

RÉVISION ET VALIDATION
DE LA NOUVELLE COMBINAISON
ECHINOCHARA PECKI (MÄDLER) GRAMBAST 1965
(CLAVATORACÉES, CHAROPHYTES)
D'APRÈS LES MATÉRIAUX INÉDITS
DU KIMMÉRIDIEN BASAL
DU JURA SUISSE SEPTENTRIONAL

par

PIERRE-OLIVIER MOJON¹ et PHILIPPE MOUCHET²

AVEC 3 FIGURES ET 5 PLANCHES

INTRODUCTION:

LES DISCONTINUITÉS ÉMERSIVES DU MALM DANS LE JURA FRANCO-SUISSE

Le Jurassique supérieur du Jura franco-suisse présente plusieurs discontinuités émerives localement bien développées et apparentes (MOJON 1989), qui ont été précisément datées par encadrement grâce à des Ammonites (BERNIER 1984; GYGI et PERSOZ 1986; ENAY et *al.* 1988; CHEVALLIER 1989). Ces discontinuités correspondent à des horizons laguno-lacustres peu épais (décimétriques) de calcaires blancs et de marnes vertes à cailloux noirs et Charophytes. Ces niveaux-repères isochrones marquent les limites entre les principales formations sédimentaires du Malm jurassien et permettent aussi d'y établir des subdivisions précises. Dans le Jura suisse septentrional (coupe des Hautes-Roches, canton de Berne; fig. 1), la partie basale de la Formation de Reuchenette (THALMANN 1966) attribuée au Kimméridgien basal (Zone à *Platynota*; GYGI et PERSOZ 1986) a livré les thalles (parties végétatives) et les fructifications (utricules) remarquablement bien conservés d'*Echinochara pecki* (MÄDLER) GRAMBAST 1965, une des premières Clavatoracées (Charophytes fossiles du Mésozoïque) du Jurassique de l'Europe occidentale (MÄDLER 1952; MOJON 1989; SCHUDACK 1990, 1991) et de l'Amérique du Nord (PECK 1957). Dans le Jura suisse septentrional en particulier, cette discontinuité émerive caractérise la limite Oxfordien/Kimméridgien (limite entre les Zones à *Planula* et à *Platynota*) séparant les Formations de Court (BOLLIGER et BURRI 1970) et de Reuchenette. De même,

¹ Institut de botanique, 22, chemin de Chantemerle, CH-2007 Neuchâtel.

² Institut de géologie, 11, rue Emile-Argand, CH-2007 Neuchâtel.

toujours dans le Jura septentrional, un ensemble d'autres discontinuités émerives marque la limite entre le Kimméridgien inférieur et supérieur (limite entre les Zones à *Divisum* et à *Acanthicum*) aussi bien en France (Tidalites d'Arc-sous-Cicon, CHEVALLIER 1989; MOJON 1989) qu'en Suisse dans la partie supérieure de la Formation de Reuchenette, au niveau des célèbres «Calcaires à Tortues» de Soleure (MEYER 1989), où des horizons émerifs ont livré des gyrogonites de *Porochara kimmeridgensis* (MÄDLER) MÄDLER emend. MOJON 1989 (Porocharacées, Charophytes; matériel inédit récolté par THALMANN).

En revanche, parallèlement à la progradation vers le sud des faciès néritiques de la plate-forme jurassienne, la limite Kimméridgien/«Portlandien» (= Tithonique; limite entre les Zones à *Beckeri* et à «*Gravesia*»/«*Hybonotum*») est marquée aussi bien dans le Jura méridional (MOJON 1989) entre les Couches de Prapont supérieures (BERNIER 1984) et les Couches du Chailley (ENAY 1965) que dans le Jura central entre les Formations de Reuchenette et de Twannbach (HÄFELI, 1966). Dans le Jura neuchâtelois, cette dernière limite correspond à des niveaux de brèches conglomératiques à cailloux noirs (BAER 1956) ou de calcaire laguno-lacustre à Charophytes (gyrogonites de *Porochara fusca* (MÄDLER) MÄDLER 1955; échantillon 3660 du forage de Bevaix, PERSOZ et REMANE 1973) situés respectivement jusqu'à plus de 25 mètres et juste au-dessus (environ 5 mètres) du fameux banc à Nérinées («Grenznerineenbank») marquant classiquement la limite Kimméridgien/Portlandien (THALMANN 1966). A ce propos, il est important de rappeler ici qu'un niveau à cailloux noirs a été signalé et décrit en 1803 déjà par L. von BUCH à la base du Portlandien des Gorges du Seyon près de Neuchâtel (pl. 13, fig. 1 in L. von BUCH 1867; in PORTMANN 1966), bien avant que de tels horizons sédimentaires ne soient reconnus comme une des caractéristiques essentielles des faciès purbeckiens (Berriasien inférieur-moyen; Crétacé basal) du Jura.

LA LIMITE OXFORDIEN/KIMMÉRIDIEN DE LA COUPE DES HAUTES-ROCHES:
LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE,
MICROFACIÈS, SÉDIMENTOLOGIE ET MICROPALÉONTOLOGIE

Située en bordure de route, la coupe des Hautes-Roches (coordonnées 594 375/239 225 à 595 275/239 550 d'après la carte nationale de la Suisse au 1 : 25 000, feuille N° 1106 «Moutier»; fig. 1) débute dans l'Oxfordien supérieur (Formation de Court) représenté par d'épais dépôts de lagons marins (caractérisés en particulier par de remarquables bancs à Nérinées) à restreints (faciès à oncoïdes ou «pelotes» algaires du «Hautes-Roches Algenkalk») et de barre oolithique («Oolithe de Sainte-Vérène»; = Membre de Sainte-Vérène, GYGI et PERSOZ 1986). Au-dessus, la Formation de Reuchenette n'est représentée que par sa partie inférieure, soit environ 30 mètres de dépôts margino-littoraux (calcaires micritiques blancs) comprenant également des faciès de lagon restreint (milieu subtidal peu profond et confiné) mais aussi surtout des faciès d'estran très

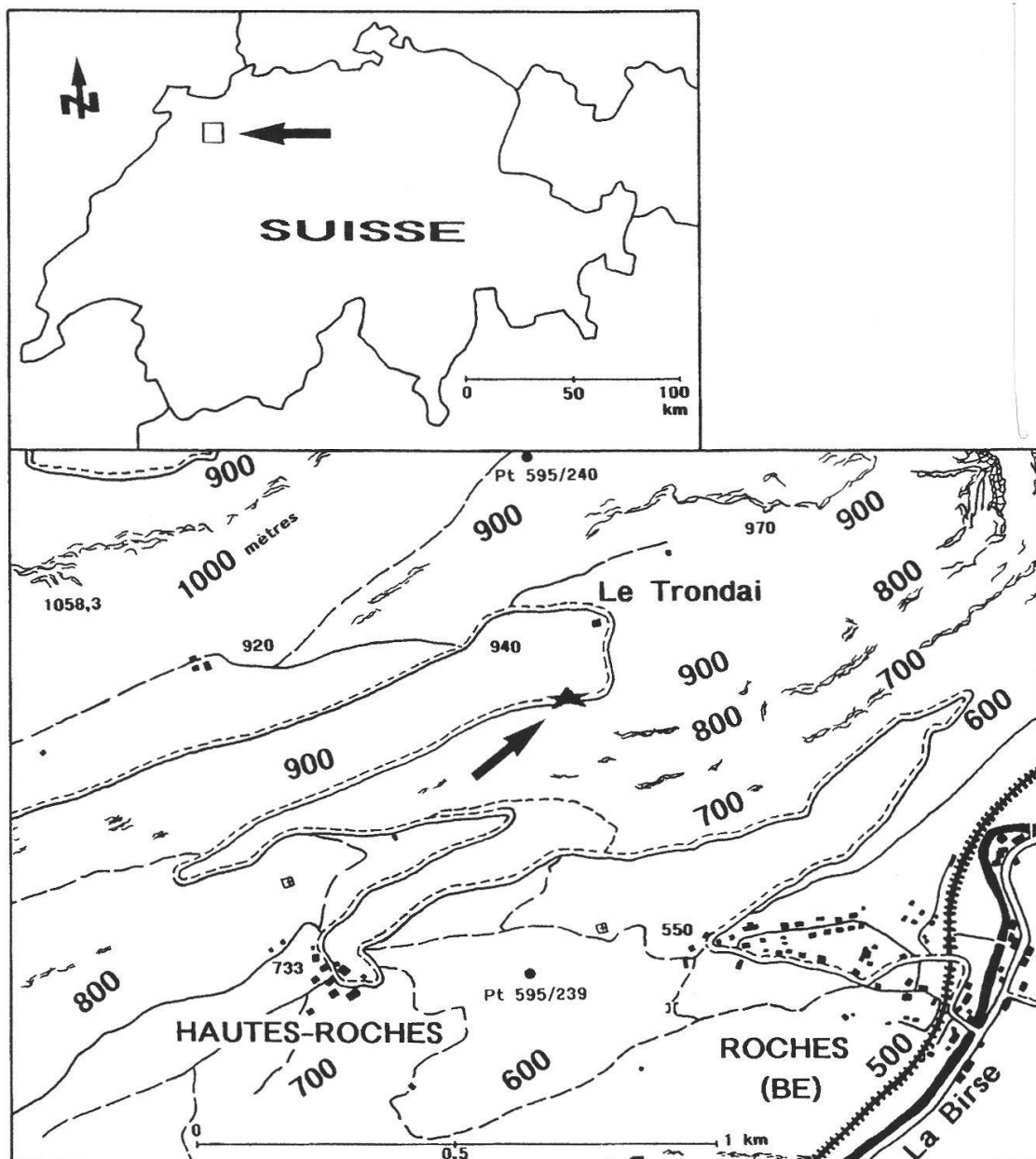
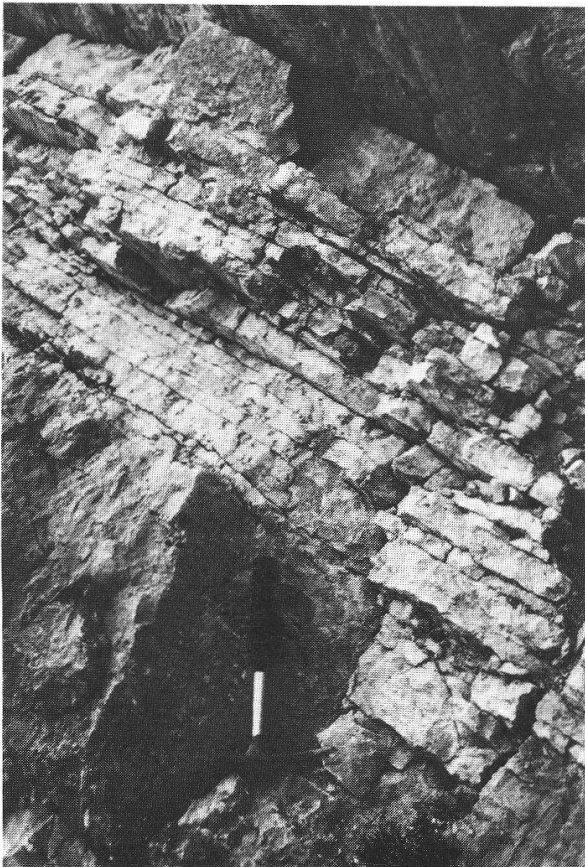


Fig. 1. Plan de situation de la coupe des Hautes-Roches (Oxfordien supérieur - Kimméridgien basal), Jura suisse septentrional (canton de Berne).

développés (tapis algaires intertidaux surmontés par de minces niveaux de marnes vertes, horizons d'émersion plus ou moins dolomités). Cette partie de la Formation de Reuchenette représente le Kimméridgien inférieur basal et est caractérisée par une succession de séquences à bathymétrie décroissante («shallowing-upward»), où les tapis algaires forment de petits bancs bien lités entre les gros bancs massifs des faciès de lagon restreint (cf. fig. 2; pl. I, fig. A, B).

Au sommet de certaines de ces séquences émerives, il faut signaler la présence exceptionnelle d'éléments typiquement supratidaux tels que Charophytes (base de la Formation de Reuchenette) ou cailloux noirs millimétriques au sommet de la coupe des Hautes-Roches, dans le dernier banc calcaire directement recouvert de marnes vertes.

Environ 5 mètres au-dessus d'un banc à Nérinées (coquilles dissoutes et recristallisées), le niveau à Charophytes (10 cm) se place au sommet de la première séquence majeure à bathymétrie décroissante, qui est magnifiquement développée sur 60 cm (fig. 2; pl. I, fig. A, B; coordonnées 595 100/239 550). Sous les tapis algaires très apparents de cette séquence, le banc calcaire massif présente un microfaciès (biomicrite de type «wackestone») à débris coquilliers (Lamellibranches, Nérinées), nombreux Foraminifères benthiques (Miliolés, Ataxophragmiidés) et filaments de Cyanophycées (Algues bleues: *Cayeuxia* sp.), qui caractérise un milieu marin peu profond et confiné (lagon restreint). Au-dessus, les tapis algaires sont représentés par une succession de minces bancs bien lités (micrite de type «mudstone»), avec souvent de nombreux «birdseyes» («traces-témoins» sparitiques de bulles gazeuses de méthane, H₂S, CO₂), parfois finement laminés et en partie dolomités au sommet de la séquence juste sous le niveau à Charophytes. Celui-ci correspond à une biomicrite (de type «wackestone» à «packstone») riche en organismes laguno-lacustres (pl. I, fig. C; pl. II, III) tels que Charophytes (thalles et utricules d'*Echinochara pecki*, gyrogonites de *Porochara kimmeridgensis*), Gastéropodes («*Provalvata*» sp.) et Ostracodes (*Macrodentina*? sp.). Dans ce niveau très particulier et typiquement intertidal, calme et confiné (situé dans la zone de battement des marées, mais isolé des influences directes de la mer ouverte), les tapis algaires devaient constituer une abondante source de nourriture pour les très nombreux Gastéropodes qui y sont concentrés et peuvent ainsi être assimilés à des Mollusques «brouteurs». Par contre, le confinement d'un tel milieu vraisemblablement influencé par de fortes variations saisonnières des conditions hydrologiques (salinité, température, profondeur, etc.) n'était pas favorable au développement des Charophytes qui, disséminées et toujours très fragmentées, ont été de toute évidence transportées sur l'estran en suivant l'écoulement des eaux douces continentales à partir d'étangs voisins plus proches de la terre émergée et à écologie plus lacustre. La séquence se termine par un mince niveau de marnes vertes très dolomités (2 cm), qui n'est conservé que localement sur une petite partie de l'affleurement à la suite de l'action érosive de l'épisode transgressif suivant. Celui-ci correspond à un ennoyage de l'estran et au dépôt du banc massif sus-jacent (faciès de lagon restreint; biomicrite de type «wackestone» à petits ostracodes marins: *Schuleridea*? sp.). Plus généralement, ces marnes vertes sont préservées dans les nombreuses bioturbations, qui perforent verticalement le banc à Charophytes et à Gastéropodes en formant des «noyaux» de dolomitisation (pl. I, fig. D).



LAGON RESTREINT

↖ marnes vertes (érodées)

niveau laguno-lacustre à gastéropodes
et charophytes

← horizon dolomitisé

tapis

ESTRAN

algaires

LAGON RESTREINT

Fig. 2. Coupe des Hautes-Roches, partie basale de la Formation de Reuchenette (Kimméridgien basal, Zone à *Platynota*). Première séquence majeure à bathymétrie décroissante marquant la limite Oxfordien/Kimméridgien, caractérisée par des faciès margino-littoraux de lagon restreint (subtidal peu profond) et d'estran (intertidal à supratidal) à tapis algaires plus ou moins dolomitisés, organismes laguno-lacustres (niveau bioturbé à Gastéropodes, Charophytes et rares Ostracodes) et marnes vertes (presque totalement érodées). Le marteau (31,5 cm) donne l'échelle.

TAXONOMIE D'*ECHINOCHARA PECKI* (MÄDLER) GRAMBAST 1965

Embranchement	<i>CHAROPHYTA</i>	MIGULA 1890
Ordre	<i>CHARALES</i>	LINDLEY 1836
Sous-ordre	<i>CHARINEAE</i>	FEIST et GRAMBAST-FESSARD 1991
Famille	<i>CLAVATORACEAE</i>	PIA 1927
Sous-famille	<i>ECHINOCHAROIDEAE</i>	GRAMBAST 1969
Genre	<i>ECHINOCHARA</i>	PECK 1957

***Echinochara pecki* (MÄDLER 1952) GRAMBAST 1965**

Planche I, figure C; planche II, figures A à E; planche III, figures A à I; planche IV, figures A à W; figures 3 A, B.

- 1952 *Clavator pecki* n. sp.; MÄDLER, pp. 15 à 18, fig. 6 à 8; pl. A, fig. 1 à 16.
1954 «*Chara limestone*»; HARLAN-JOHNSON, p. 92, pl. 47, fig. 1-2.
1957 *Echinochara spinosa* n. sp.; PECK, pp. 22 à 24, pl. 1, fig. 1 à 22; pl. 2, fig. 21 à 25.
1965 *Echinochara pecki* (MÄDLER 1952) n. comb.; GRAMBAST, p. 578.
1977 «Charophyte gyrogonites»; WRAY, p. 110, fig. 126.
1989 *Clavator pecki* MÄDLER 1952; MOJON, pl. II, fig. A, B.
1990 *Echinochara pecki* (MÄDLER 1952) GRAMBAST 1965; SCHUDACK, p. 221, pl. 2, fig. 16-17.

Introduction: l'appareil végétatif (thalle) et les fructifications (utricules) d'*Echinochara pecki* ont déjà fait l'objet d'une étude très précise et détaillée (PECK 1957). Toutefois, ce remarquable travail sera résumé et complété ici, pour bien mettre en évidence la synonymie entre *Clavator pecki* MÄDLER 1952 de l'Europe occidentale, essentiellement caractérisé par des utricules isolés, et le taxon américain *Echinochara spinosa* PECK 1957 à utricules tout à fait comparables mais dont le thalle n'avait pas encore d'homologue reconnu en Europe. En effet, la nouvelle combinaison *Echinochara pecki*, déjà très brièvement introduite par GRAMBAST (1965) sans révision comparative préalable des matériaux-types de référence, peut donc être validée pleinement grâce à la découverte du matériel remarquablement bien conservé de la coupe des Hautes-Roches (Jura suisse septentrional; pl. II, III). L'étude de ce matériel montre que les utricules d'*E. pecki* se détachent à maturité du thalle dont ils sont issus. Ce phénomène physiologique n'avait jusqu'à présent pas été clairement mis en évidence et sa reconnaissance formelle permet d'établir une relation directe entre les utricules isolés de *C. pecki* et le thalle d'*E. spinosa*, qui ne doivent donc plus être considérés comme des taxons distincts.

Description du thalle (partie végétative): toujours très fragmentés, les thalles d'*Echinochara pecki* sont fortement calcifiés et, en formes dégagées, se présentent en segments cylindriques d'aspect lisse avec une légère spiralisation hélicoïdale (pl. IV, fig. A, B). Ces thalles étaient à l'origine ramifiés en axes principaux massifs et axes secondaires (longueur du plus grand fragment = 4,3 mm; diamètre de 1,4 à 0,65 mm; pl. II, III). Les axes principaux sont subdivisés en longs entre-nœuds (pl. II, fig. A; pl. IV, fig. A, L) séparés par des nœuds épais (diamètre jusqu'à 2 mm; nœuds végétatifs: pl. II, fig. A, pl. IV, fig. C; nœuds fertiles verticillés: pl. IV, fig. B, D, F, M, N) d'où sont issus des rameaux (axes secondaires) portant eux-mêmes d'autres nœuds fertiles (verticilles de fructifications ou utricules; pl. IV, fig. F, Q). La plupart des nœuds des axes principaux ne présentent aucune trace de cicatrices indiquant l'attachement de rameaux, seuls quelques spécimens possèdent une simple cicatrice ou la partie basale encore adhérente d'un axe secondaire (pl. IV, fig. C; PECK 1957: pl. 1, fig. 16). Théoriquement, chaque nœud pourrait développer potentiellement un verticille de 6 rameaux comme dans le cas des verticilles fertiles comportant chacun un ensemble circulaire de 6 utricules (pl. IV, fig. E, R). Un développement plus complet et plus régulier des thalles sera atteint au

Crétacé inférieur chez certaines Clavatoracées (genre *Clavator*) dont les thalles portent de nombreux verticilles d'axes secondaires en groupe rayonnants de 6. Parfois, certains rameaux d'*E. pecki* sont entièrement fertiles et présentent jusqu'à 7 nœuds fertiles directement superposés, les entre-nœuds séparant les verticilles d'utricules étant très réduits et quasiment inexistantes (pl. IV, fig. F, Q).

Une attaque ménagée à l'acide dilué (HCl) de certains thalles silicifiés (matériel diagénétisé de l'ouest des USA, récolté par PECK) fait apparaître un cortex à structure complexe (pl. IV, fig. C, D, E, G; PECK 1957: pl. 1, fig. 9, 16). Les axes des thalles sont ainsi constitués de tubes corticaux à spiralisation hélicoïdale dextre, disposés autour d'un tube cellulaire central à large section (pl. IV, fig. H). Les tubes corticaux sont subdivisés en nombreux segments cellulaires, dont chacun porte à son extrémité distale 5 cellules allongées ou cellules «épineuses» (= «épines»; pl. IV, fig. I, J, K). Ces cellules «épineuses» sont réparties en deux groupes. Le premier groupe cellulaire est externe et comprend 3 longues cellules (pl. IV, fig. I, J, K), qui s'étendent et s'enroulent dans le sens de croissance du thalle en couvrant et cachant complètement les tubes corticaux lorsqu'elles sont intactes. L'«épine» centrale peut rester simple et indivise, ou se scinder encore en 3 «épines» plus petites. L'autre groupe de cellules «épineuses» est interne et comprend 2 cellules plus courtes, qui sont orientées et «pointent» en sens inverse (pl. IV, fig. J).

En coupe transversale, les entre-nœuds présentent un ensemble de 12 tubes corticaux agencés autour du tube central selon une disposition en «barillet», le tout étant encore entouré par de très nombreuses sections de cellules «épineuses» de plus petit diamètre (pl. II, fig. E; pl. III, fig. B; pl. IV, fig. P). A l'approche d'un nœud, le nombre de tubes corticaux tend à diminuer de moitié jusqu'à 6 (pl. II, fig. C, D; pl. III, fig. A, E; pl. IV, fig. O). En effet, entre deux nœuds successifs, 6 des tubes corticaux se forment en bourgeonnant à partir du nœud de départ et deviennent «ascendants» en acquérant un diamètre croissant, alors que les 6 autres parfaitement constitués qui alternent avec les premiers sont dits «descendants» et se réduisent jusqu'à disparaître totalement au niveau du nœud suivant. L'alternance et l'enchevêtrement des tubes corticaux et des cellules «épineuses» permettraient sans aucun doute d'assurer la rigidité du thalle. Une telle structure corticale est très proche de celle, bien connue, du thalle de *Clavator reidi* HARRIS 1939 (in MOJON et STRASSER 1987) des faciès purbeckiens (Berriasien) de l'Europe occidentale. Toutefois, la subdivision fréquente en 3 parties de l'«épine» centrale du groupe cellulaire externe permet d'observer des sections transversales dont l'arrangement périphérique est beaucoup plus complexe (pl. II, fig. C, D, E; pl. III, fig. A, B, E; pl. IV, fig. P). Ainsi, il est théoriquement possible d'observer 6 à 12 tubes corticaux (dont la moitié présente un diamètre le plus souvent réduit) entourés de 18 à 60 tubes cellulaires plus petits (cellules «épineuses»). Cependant, la subdivision des cellules «épineuses» est rarement complète, ainsi PECK (1957) avait relevé des sections transversales comptant une vingtaine de cellules «épineuses» pour *E. spinosa*, alors que MÄDLER (1952) en avait dénombré jusqu'à 24 pour les thalles de *C. pecki*.

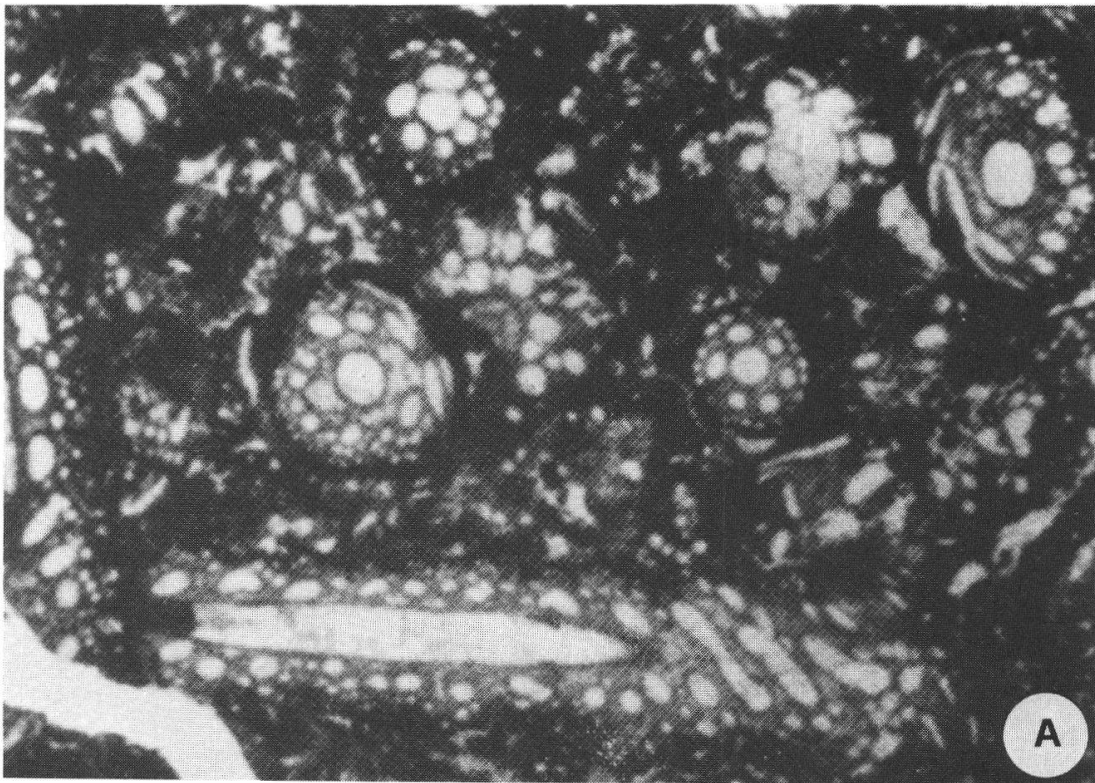
En coupe axiale sagittale, les tubes corticaux sont disposés en «chapelet» le long de chaque côté du tube central et sont eux-mêmes recouverts par les très nombreuses sections plus petites des cellules «épineuses» (pl. II, fig. A; pl. IV, fig. L, M, N). En coupe axiale tangentielle, la spiralisation hélicoïdale dextre est bien apparente (pl. II, fig. B; pl. III, fig. I). Au niveau des nœuds, le tube central s'élargit considérablement pour constituer une grosse «cellule nodale» (pl. II, fig. A; pl. IV, fig. M, N). Aucun cloisonnement ou diaphragme (= paroi cellulaire) n'a pu être observé dans le tube central (= «cellule internodale») ou entre celui-ci et la «cellule nodale», qui est elle-même apparemment indivise.

En coupe transversale oblique, l'aspect du thalle prend une configuration compliquée, particulièrement difficile à interpréter (pl. III, fig. B, C, D, E). Sur toutes les sections des thalles observées en lames-minces, les parties blanches correspondent aux remplissages des tubes cellulaires par de la calcite sparitique équigranulaire (ciment diagénétique probablement d'eau douce; LONGMAN 1980), alors que les parois microcristallines de couleur sombre se rapportent à la calcification physico-chimique originelle des thalles (pl. II, III, IV; fig. 3 A, B).

Description des organes reproducteurs: les nœuds fertiles d'*E. pecki* ne portent pas de traces visibles d'anthéridies ou organes reproducteurs ♂. Ceux-ci ne sont en général pas conservés (organes mous non calcifiés) chez les Charophytes, à l'exception de certaines Clavatoracées du Crétacé inférieur (genres *Perimneste* et *Atopochara* de l'intervalle Berriasien-Aptien) où ils apparaissent sous forme d'empreintes creuses et striées à la surface des utricules (fructifications ♀). Par contre, les utricules sont fortement calcifiés comme les thalles, en prenant un aspect lisse et ovale-arrondi. Ces utricules piriformes à quadrangulaires (sans symétrie apparente) présentent à leur surface de nombreux bourrelets et sillons (pl. IV, fig. S, T). Les tailles mesurées pour le matériel de l'Oxfordien-Kimméridgien du Jura franco-suisse sont très variables: longueur = 850 à 1600 μm ; largeur = 500 à 950 μm .

A leur base, les utricules isolés d'*E. pecki* présentent une cicatrice circulaire marquant la zone d'attachement au thalle (pl. IV, fig. S, T). Sur les thalles dont ils se détachent à maturité, les utricules sont groupés circulairement en verticilles de 6 formant les nœuds fertiles (pl. III, fig. H; pl. IV, fig. E, R). Cet arrangement des utricules d'*E. pecki* représente un trait primitif caractéristique des premières Clavatoracées du Jurassique supérieur, les utricules des Clavatoracées plus évoluées du Crétacé basal (genres *Clavator* et *Flabellochara* du Berriasien-Valanginien) étant disposés linéairement le long des rameaux fertiles.

Une dissolution ménagée à l'acide de la paroi de certains utricules silicifiés d'*E. pecki* (matériel diagénétisé de l'ouest des USA, récolté par PECK) laisse apparaître comme pour le cortex des thalles une structure complexe (pl. IV, fig. E, U, V). Cette paroi est ainsi constituée de 2 à 3 couches ou enveloppes successives de cellules calcifiées allongées-cylindriques, qui sont densément ramifiées de façon répétitive et de taille croissante vers l'extérieur. Chaque couche cellulaire comprend à sa base



————— 1mm

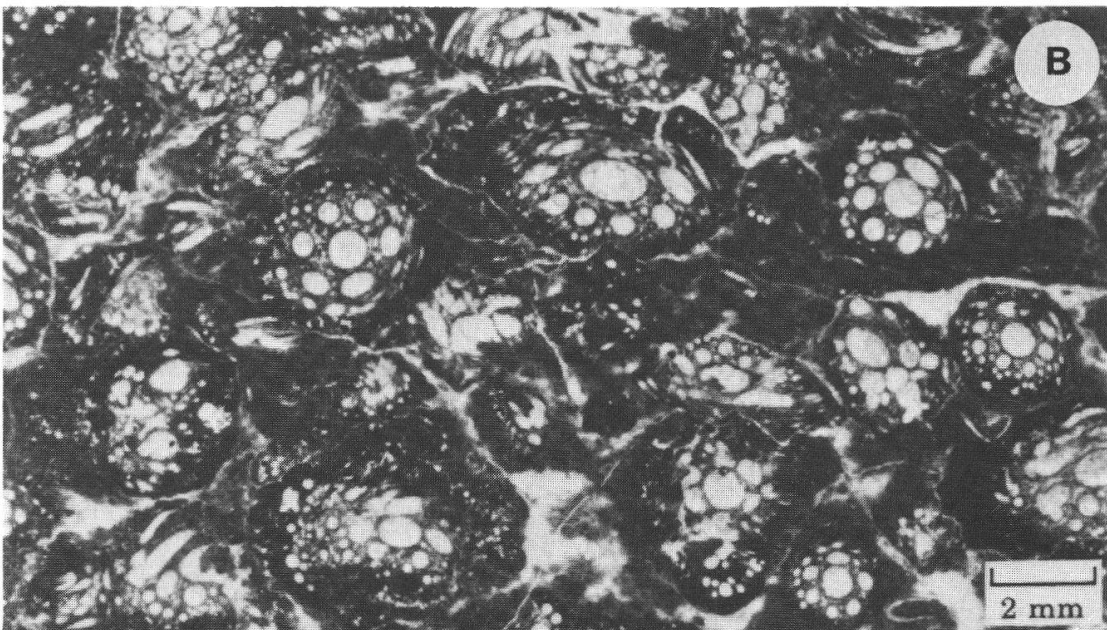


Fig. 3 A, B. Sections transversales et axiales de thalles d'*Echinochara pecki* (MÄDLER) GRAMBAST 1965 (Charophytes). Echantillons en lames-minces de la Formation Morrison (Jurassique supérieur, «Kimméridgien») des Montagnes Rocheuses et du Plateau du Colorado, ouest des USA. Fig. 3 A: Perry Park, Colorado; photographie originale de HARLAN-JOHNSON (1954), reproduite avec l'aimable autorisation de la Colorado School of Mines. Fig. 3 B: Colorado; photographie originale de WRAY (1977), reproduite avec l'aimable autorisation d'Elsevier Scientific Publishing Company.

6 grosses cellules (homologues des tubes corticaux) se divisant et se ramifiant chacune à mi-hauteur de l'utricule en 3 cellules plus petites (homologues des cellules «épineuses»), qui se rejoignent en fermant le sommet de l'utricule.

En coupe axiale, les utricules prennent une configuration d'urne à paroi épaisse (environ 200 μm) et fortement calcifiée, qui est également bien visible en coupe transversale (pl. II, fig. B, E; pl. III, fig. F, G, H; pl. IV, fig. Q, W). Les utricules cassés ou corrodés présentent une gyrogonite interne ovoïde-globuleuse, non calcifiée et conservée à l'état de moule interne (pl. IV, fig. G, U, V). Ces gyrogonites sont constituées de 5 cellules spiralées sénestres formant 14 à 15 tours de spire légèrement convexes et bien visibles en relief (pl. IV, fig. U, V), parfaitement «moulées» par la paroi utriculaire. Les cellules spiralées constituent un col apical allongé dont le sommet est ouvert par un pore germinatif (pl. IV, fig. V) et sont soudées entre elles par des sutures ondulées. Il s'agit là aussi de caractères primitifs rappelant les gyrogonites des Porocharacées (pore apical) et plus précisément celles du genre *Stellatochara* (col apical et sutures ondulées), ancêtre probable des Clavatoracées.

CONCLUSIONS

Par leur structure particulièrement bien conservée, les thalles et accessoirement les utricules d'*Echinochara pecki* (MÄDLER) GRAMBAST 1965 du Kimméridgien basal de la coupe des Hautes-Roches (Jura suisse septentrional; pl. II, III) sont tout à fait comparables aux échantillons homologues de *Clavator pecki* MÄDLER 1952 du «Kimméridgien» de l'Allemagne du Nord et d'*Echinochara spinosa* PECK 1957 (pl. IV; fig. 3 A, B) de la Formation Morrison d'âge jurassique supérieur de l'ouest des USA (Montagnes Rocheuses et Plateau du Colorado: Wyoming, Sud-Dakota, Colorado). Ces observations permettent de valider pleinement la nouvelle combinaison *Echinochara pecki* brièvement introduite par GRAMBAST (1965) sans révision comparative préalable des matériaux-types de référence. Les nouvelles données obtenues dans le Jura franco-suisse permettent aussi de préciser l'attribution chronostratigraphique des horizons lacustres à *Echinochara pecki* de l'Allemagne du Nord et de l'ouest des USA (non datés formellement) en les plaçant virtuellement dans l'intervalle Oxfordien moyen (Zone à *Bifurcatus*; in MOJON 1989) - Kimméridgien inférieur *p.p.* (Zone à *Platynota*), et de confirmer le rapprochement paléobiogéographique entre l'Europe et l'Amérique du Nord précédant l'ouverture de l'Atlantique Nord à l'Oxfordien-Kimméridgien (MOJON 1989).

REMARQUE

Les échantillons de référence (lames-minces MP 525-I, 525-II, 525-III, 525-IV) se rapportant au matériel étudié sont déposés à l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel.

Remerciements

Les auteurs sont très reconnaissants envers les professeurs Jürgen Remane et Jean-Paul Schaer ainsi que M. Gérard Magranville (Institut de géologie, Université de Neuchâtel) pour leur aide amicale et leur collaboration particulièrement précieuse, qui ont permis de mener à bien ce travail qui a pu être réalisé également grâce au Fonds national suisse de la recherche scientifique (P. Mouchet, crédit N° 21-29909.90). Leur gratitude s'adresse également aux Editions Elsevier (Amsterdam) et à l'École des mines du Colorado (Golden, Colorado), qui ont très aimablement autorisé la reproduction de documents originaux très représentatifs et d'une grande valeur didactique (fig. 3 A, B).

Résumé

Dans le Jura suisse septentrional, la partie basale de la Formation de Reuchenette (Kimméridgien basal, Zone à *Platynota*) a livré les thalles et les fructifications remarquablement bien conservés d'*Echinochara pecki* (MÄDLER) GRAMBAST 1965, une des premières Clavatoracées (Charophytes fossiles du Mésozoïque) d'âge jurassique. Ce matériel permet de valider la synonymie, brièvement introduite par GRAMBAST (1965), entre *Clavator pecki* MÄDLER 1952 du «Kimméridgien» d'Allemagne du Nord et *Echinochara spinosa* PECK 1957 de la Formation Morrison (dépôts continentaux à Dinosauriens d'âge jurassique supérieur) de l'ouest des USA (Montagnes Rocheuses et Plateau du Colorado). D'autre part, les nouvelles données obtenues dans le Jura franco-suisse permettent aussi de préciser l'extension chronostratigraphique d'*Echinochara pecki* correspondant à l'intervalle Oxfordien moyen (Zone à *Bifurcatus*) - Kimméridgien inférieur *p.p.* (Zone à *Platynota*) et de confirmer le rapprochement paléobiogéographique entre les dépôts continentaux jurassiques de l'Europe et de l'Amérique du Nord (MOJON 1989), avant l'ouverture de l'Atlantique Nord au cours de l'Oxfordien-Kimméridgien.

Abstract

In the Northern Swiss Jura Mountains, the basal part of the Reuchenette Formation (lowermost Kimmeridgian, *Platynota* Zone) has yielded beautifully preserved stems (thallus) and fructifications of *Echinochara pecki* (MÄDLER) GRAMBAST 1965, one of the first Jurassic Clavatoraceans (fossil Mesozoic Charophyta). This well-preserved material allows to certify the synonymy, briefly introduced by GRAMBAST (1965), between *Clavator pecki* MÄDLER 1952 from the «Kimmeridgian» of Northern Germany and *Echinochara spinosa* PECK 1957 from the U.S. Morrison Formation (Upper Jurassic) of the Rocky Mountains and Colorado Plateau (a thick serie of continental deposits characterized by well-known Dinosaurs). On a second hand, the new data obtained in the Swiss and French Jura Mountains allow also to precise the stratigraphical range of *Echinochara pecki* comprising the Middle Oxfordian (*Bifurcatus* Zone) - Lower Kimmeridgian *p.p.* (*Platynota* Zone) interval and to confirm the palaeobiogeographical relationship between the Jurassic continental deposits of Europe and North America (MOJON 1989), before the opening of the Northern Atlantic Ocean during the Oxfordian-Kimmeridgian.

BIBLIOGRAPHIE

- BAER, A. — (1956). Contribution à la stratigraphie de Chaumont, Jura neuchâtois (Suisse). *Bull. Soc. neuchât. Sci. nat. (Neuchâtel)* 79: 71-88.
- BERNIER, P. — (1984). Les formations carbonatées du Kimméridgien et du Portlandien dans le Jura méridional. Stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie. *Thèse Univ. Lyon I, Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon* 92/1-2, 803 pp.
- BOLLIGER, W. et BURRI, P. — (1970). Sedimentologie von Shelf Carbonaten und Beckenablagerungen im Oxfordien des Zentralen Schweizer Jura. *Beitr. geol. Karte Schweiz* (n.s.) 140: 1-96.
- BUCH, L. von — (1803). Sur le Jura. *In: Gesammelte Schriften, I*, (1867), pp. 592-594. (G. Reimer Verlag) *Berlin*.
- CHEVALLIER, T. — (1989). Les formations carbonatées de la séquence ptérocénienne (Kimméridgien *pars*) dans le Jura français et les régions voisines. *Thèse Univ. Lyon I, Cahiers Inst. Catholique Lyon, sér. Sciences* N° 2, 194 pp.
- ENAY, R. — (1965). Les formations coralliennes de Saint-Germain-de-Joux (Ain). *Bull. Soc. géol. France* (7), 7: 23-31.
- FEIST, M. et GRAMBAST-FESSARD, N. — (1991). The Genus Concept in Charophyte Evidence from Palaeozoic to Recent. *In: Calcareous Algae and Stromatolites*, pp. 189-203. (Ed. R. Riding, Springer Verlag) *Berlin*.
- GRAMBAST, L. — (1965). Etat des connaissances acquises sur les Charophytes du Crétacé inférieur. *In: Colloque sur le Crétacé inférieur* (Lyon, 1963). *Mém. B.R.G.M. (Paris)* 34: 577-582.
- (1969). La symétrie de l'utricule chez les Clavatoracées et sa signification phylogénétique. *C. R. Acad. Sci. (Paris)* 269: 878-881, sér. D.
- GYGI, R. et PERSOZ, F. — (1986). Mineralostratigraphy, litho- and biostratigraphy combined in correlation of the Oxfordian (Late Jurassic) formations of the Swiss Jura range. *Eclogae geol. Helv.* 79/2: 385-454.
- HÄFELI, Ch. — (1966). Die Jura/Kreide-Grenzsichten im Bielerseegebiet (Kt. Bern). *Eclogae geol. Helv.* 59/2: 565-697.
- HARLAN-JOHNSON, J. — (1954). An introduction to the study of rock building algae and algal limestones. *In: Colorado School of Mines Quarterlies (Golden)* 49/2, pp. 86-95, pl. 44-47.
- LONGMAN, M.W. — (1980). Carbonate diagenetic textures from nearshore diagenetic environments. *Bull. A.A.P.G. (Tulsa)* 64/4: 461-487.
- MÄDLER, K. — (1952). Charophyten aus dem Nordwestdeutschen Kimmeridge. *Geol. Jb. (Hannover)* 67: 1-46.
- MEYER, C.A. — (1989). Der Lebens- und Ablagerungsraum der Solothurner Schildkrötenkalke. *Mitt. natf. Ges. Solothurn* 34: 187-197.
- MOJON, P.O. et STRASSER, A. — (1987). Microfaciès, sédimentologie et micropaléontologie du Purbeckien de Bienne (Jura suisse occidental). *Eclogae geol. Helv.* 80/1: 37-58.
- MOJON, P.O. — (1989). Charophytes et ostracodes laguno-lacustres du Jurassique de la Bourgogne (Bathonien) et du Jura septentrional franco-suisse (Oxfordien). Remarques sur les discontinuités émerives du Kimméridgien du Jura. *Rev. Paléobiol. (Genève)*, volume spécial N° 3: 1-18.
- PECK, R.E. — (1957). North American Mesozoic Charophyta. *Geol. Surv. Prof. Papers (Washington)* 294-A: 1-44.

- PERSOZ, F. et REMANE, J. — (1973). Evolution des milieux de dépôt au Dogger supérieur et au Malm dans le Jura neuchâtelais méridional. *Eclogae geol. Helv.* 66/1: 41-70.
- PORTMANN, J.P. — (1966). Notice historique de géologie neuchâtelaise. *Eclogae geol. Helv.* 59/1: 5-19.
- SCHUDACK, M.E. — (1990). Bestandsaufnahme und Lokalzoonierung der Charophyten aus Oberjura und Unterkreide des Nordwestdeutschen Beckens. *Berliner geowiss. Abh. (Berlin)* 124 (A): 209-245.
- (1991). Eine Charophyten-Biozonierung für den Zeitraum Oberjura bis Berriasium in Westeuropa und ihr Vergleich mit Sequenzstratigraphie und eustatischer Meeresspiegelkurve. (Late Jurassic-Berriasian charophyte biozonation for Western European and its correlation with sequence stratigraphy and eustatic sea level curve). *Berliner geowiss. Abh. (Berlin)* 134 (A), 311-332.
- THALMANN, H.K. — (1966). Zur Stratigraphie des oberen Malm im südlichen Berner und Solothurner Jura. *Thèse Univ. Bern, Mitt. natf. Ges. Solothurn* 22: 1-126.
- WRAY, J.L. — (1977). *Calcareous Algae*. 185 pp. (Elsevier) Amsterdam, Oxford, New York.

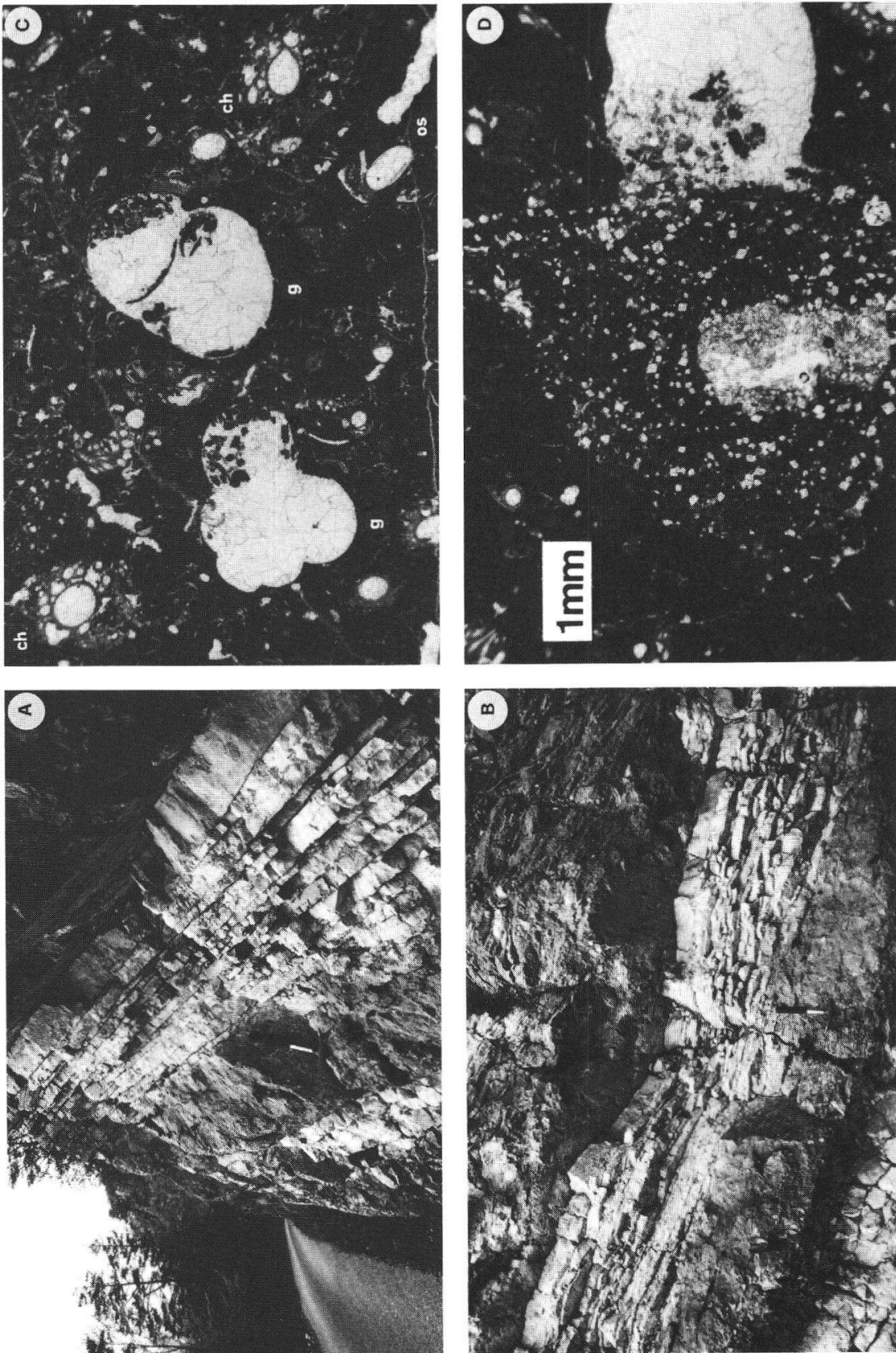


Planche I. Coupe des Hautes-Roches. Fig. A, B: vues générales de la limite Oxfordien/Kimméridgien (cf. fig. 2). Le marteau (31,5 cm) donne l'échelle. Fig. C: microfaciès du niveau laguno-lacustre à Gastéropodes (g), Charophytes (ch) et Ostracodes (os); MP 525-II. Fig. D: bioturbation (= terrier) en coupe transversale et perforant verticalement le microfaciès précédent, avec forte dolomitisation primaire (rhomboèdres de dolomite); MP 525-III.

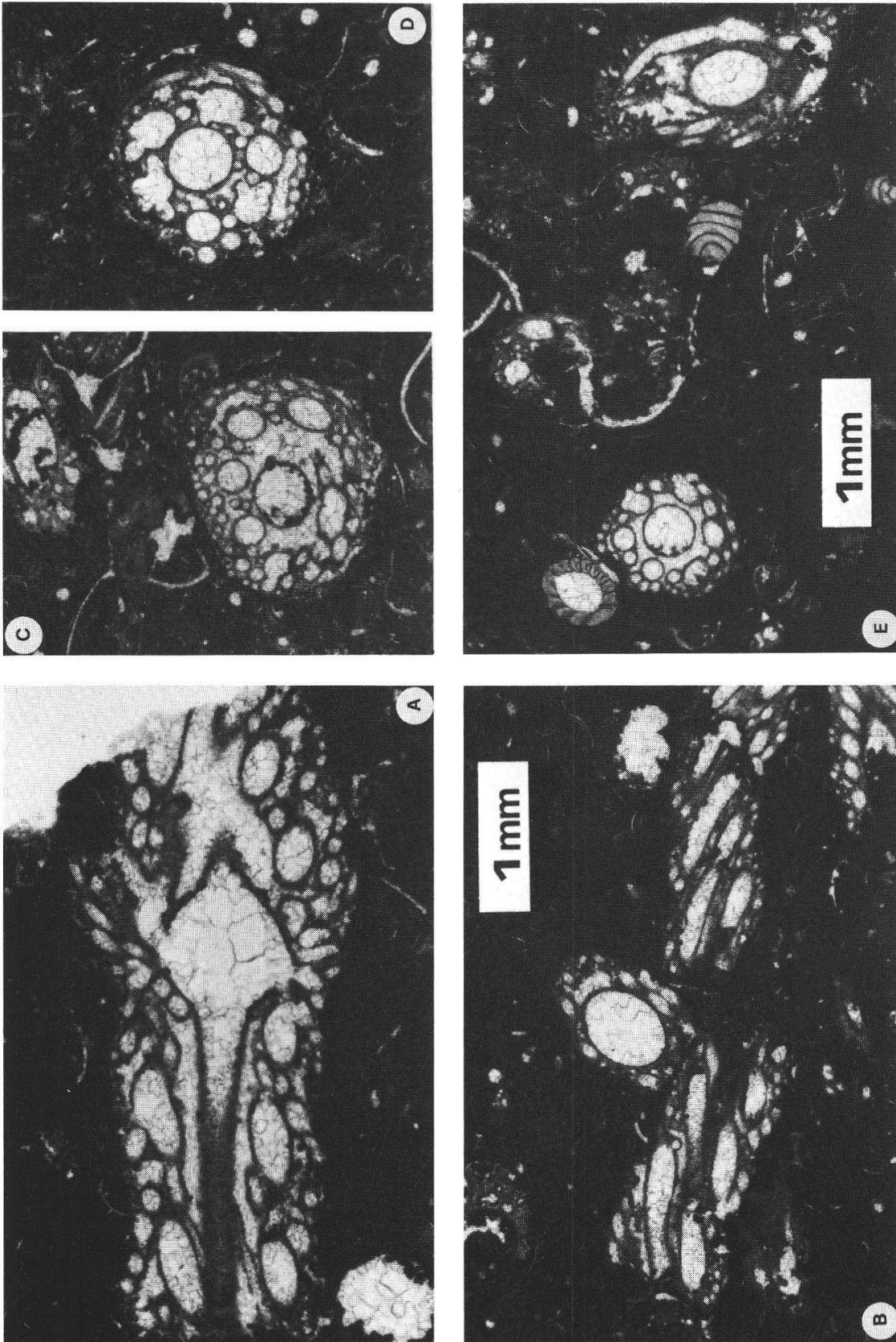


Planche II. Thalles et fructifications (utricules) d'*Echinochara pecki* (MÄDLER) GRAMBAST 1965 (Charophytes) de la coupe des Hautes-Roches (Kimméridgien basal). Fig. A: thalle en coupe axiale sagittale; MP 525-I. Fig. B: thalle en coupe axiale tangentielle montrant la disposition hélicoïdale des cellules du cortex (tubes corticaux) et utricule en coupe transversale; MP 525-III. Fig. C, D: thalles en coupes transversales; MP 525-IV. Fig. E: en haut à gauche, thalle d'*E. pecki* en coupe transversale et gyrogonite (fructification) de *Porochara kimmeridgensis* (MÄDLER) MÄDLER emend. MOJON 1989 (Charophytes) en coupe axiale tangentielle; en bas à droite, utricule d'*E. pecki* en coupe axiale tangentielle; MP 525-II.

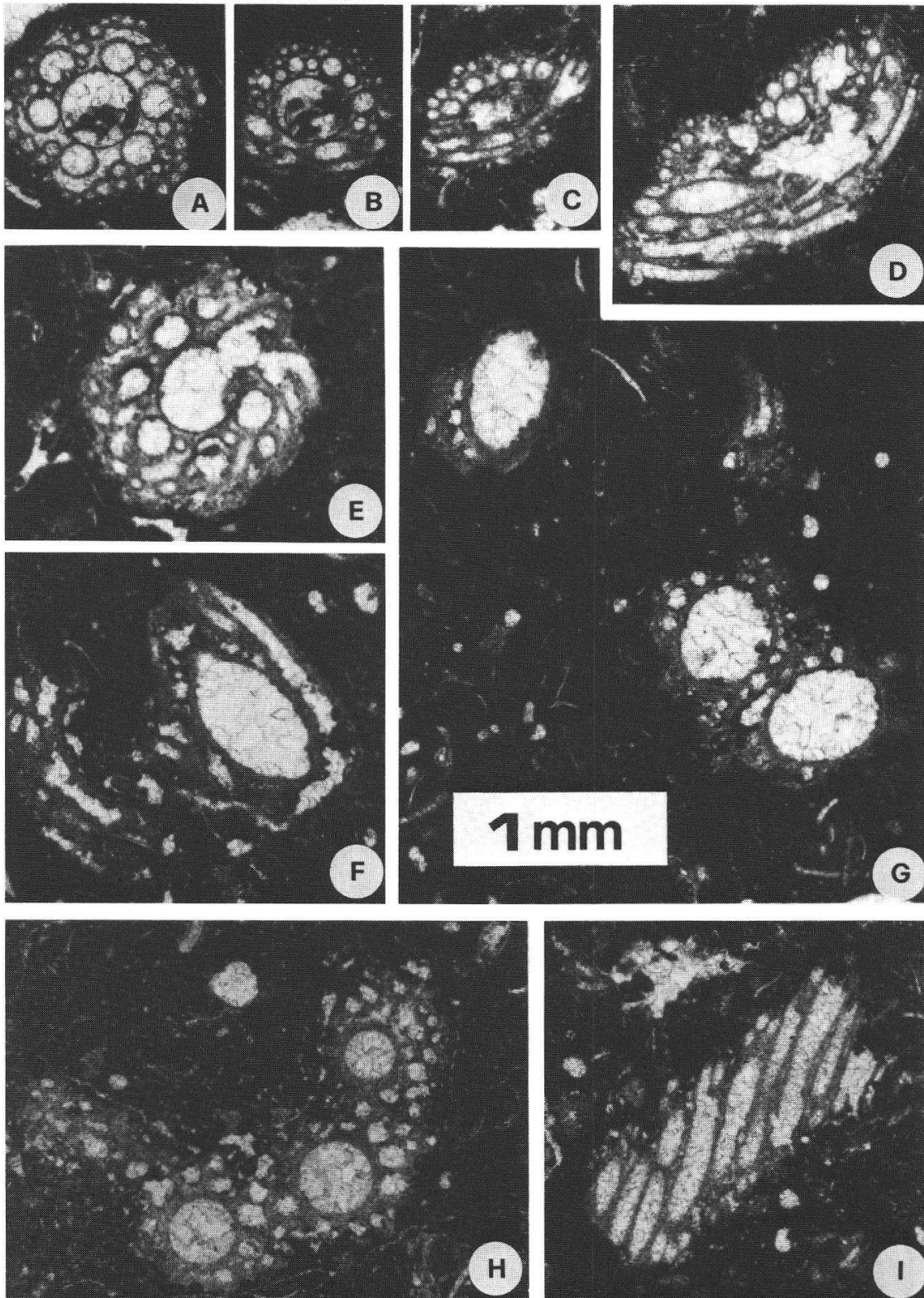


Planche III. Thalles et fructifications (utricules) d'*Echinochara pecki* (MÄDLER) GRAMBAST 1965 (Charophytes) de la coupe des Hautes-Roches (Kimméridgien basal). Fig. A, B: thalles en coupes transversales, légèrement oblique en B; MP 525-III. Fig. C, D: thalles en coupes transversales obliques; MP 525-I. Fig. E: thalle en coupe transversale légèrement oblique; MP 525-I. Fig. F: utricle en coupe axiale sagittale; MP 525-II. Fig. G: utricules (1+2) en coupes transversales; MP 525-IV. Fig. H: groupe d'utricules en coupe transversale disposés circulairement, encore partiellement immatures et adhérents les uns aux autres (demi-couronne en voie de dissociation); MP 525-IV. Fig. I: thalle en coupe axiale tangentielle montrant la disposition hélicoïdale des cellules corticales; MP 525-IV.

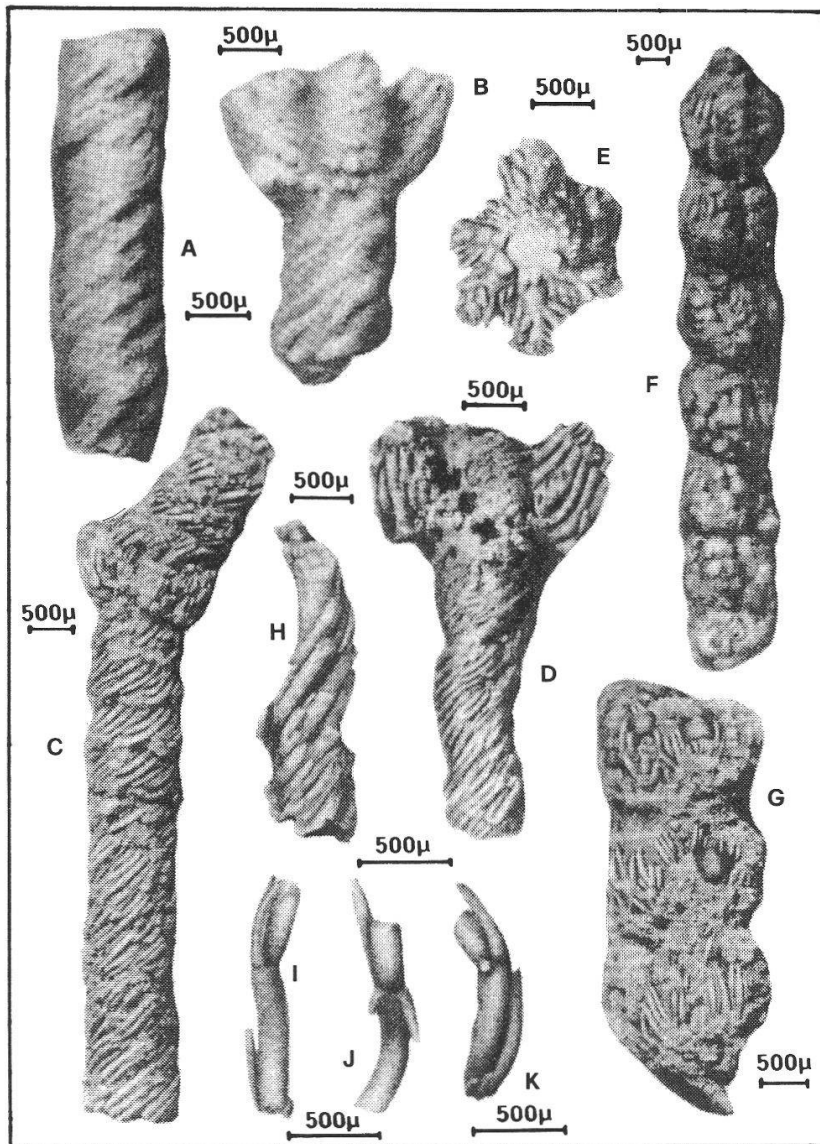


Planche IVa. Thalles et fructifications (utricules) d'*Echinochara pecki* (MÄDLER) GRAMBAST 1965 (Charophytes) en formes dégagées et en sections (lames-minces) de la Formation Morrison (Jurassique supérieur, «Kimméridgien») des Montagnes Rocheuses et du Plateau du Colorado, ouest des USA. Fig. A, B, L, M, N, O, P, S, T: Fall River County, South Dakota; fig. C, D, E, G, H, I, J, K, U, V: Garfield County, Colorado; fig. R, W: Larimer County, Colorado; fig. F, Q: Carbon County, Wyoming. Fig. C, D, E, G, H, I, J, K, U, V: spécimens silicifiés dégagés par attaque ménagée à l'acide (HCl). Figures originales de PECK (1957).

Fig. A: entre-nœud fortement calcifié. Fig. B: nœud fertile et segment d'entre-nœud, idem. Fig. C: nœud et segment d'entre-nœud corrodés montrant le détail du cortex (tubes corticaux et cellules «épineuses»). Fig. D: nœud fertile, idem. Fig. E: nœud fertile en vue basale montrant la structure externe détaillée des utricules (cellules ramifiées). Fig. F: rameau avec 7 nœuds fertiles fortement calcifiés. Fig. G: nœuds fertiles corrodés montrant la structure interne des utricules (empreintes en relief des cellules spiralées des gyrogonites). Fig. H: segment d'un entre-nœud corrodé montrant le tube cellulaire central, les tubes cellulaires corticaux et les cellules «épineuses». Fig. I, J, K: tubes cellulaires corticaux et cellules «épineuses» (= «épines»).

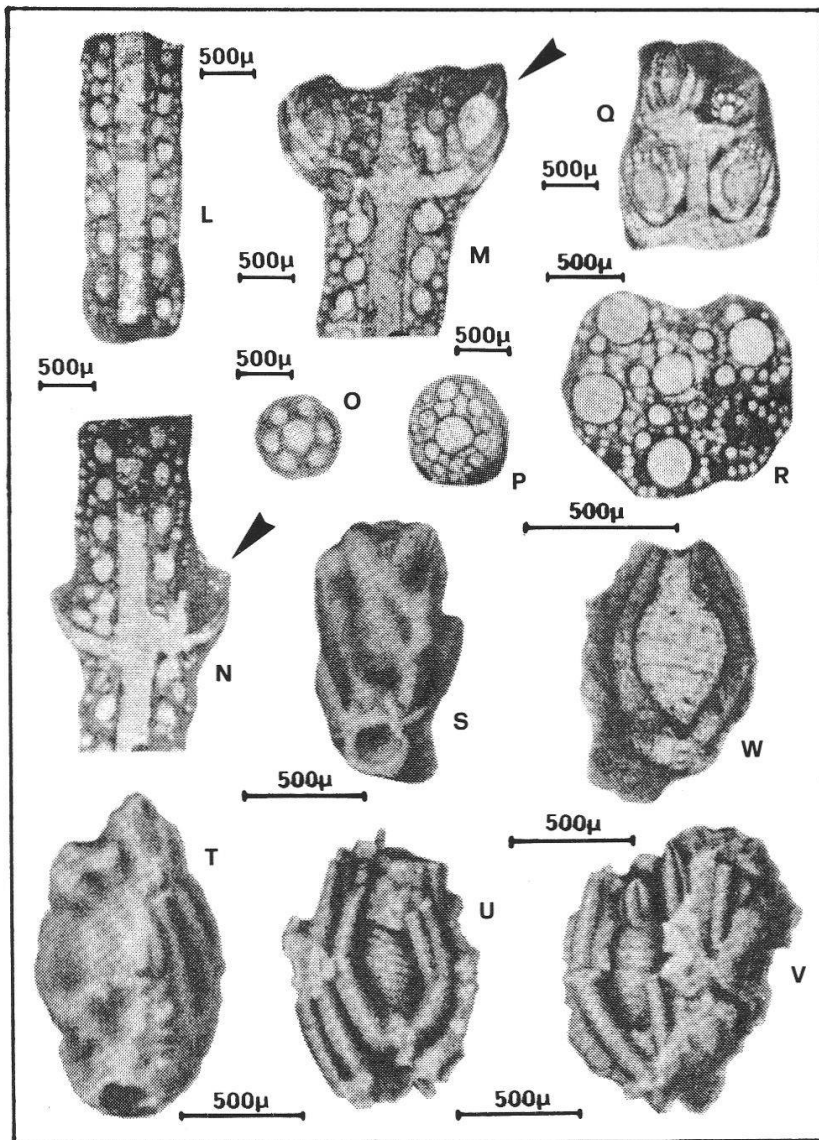


Planche IVb. Fig. L: section axiale sagittale d'un segment d'entre-nœud. Fig. M: section axiale sagittale d'un nœud fertile, d'un segment d'entre-nœud et d'un utricule (flèche). Fig. N: section axiale sagittale d'un nœud fertile et d'un segment d'entre-nœud (la flèche indique l'emplacement d'un utricule mature qui s'est détaché). Fig. O: section transversale d'un nœud. Fig. P: section transversale d'un entre-nœud montrant les tubes cellulaires corticaux et quelques cellules «épineuses» disposés autour du tube cellulaire central. Fig. Q: section axiale sagittale de nœuds fertiles (segment de rameau fertile) montrant les utricules en coupe. Fig. R: section transversale d'un nœud fertile montrant l'arrangement circulaire de 4 utricules autour du tube cellulaire central (sur un nombre total de 6 utricules, l'un ne s'est pas développé et un autre s'est détaché à maturité). Fig. S, T: utricules dégagés en vues latérales. Fig. U, V: utricules corrodés en vues latérales montrant la structure de la paroi utriculaire et de la gyrogonite interne. Fig. W: utricule en coupe axiale sagittale.