

Les algues « calcaires » fossiles (Permien-Miocène) du Guatemala

Catalogue critique de la Collection J.H. Johnson. 3^e partie

Bruno GRANIER¹, Daniela BASSO² and Daniel VACHARD³

Manuscrit reçu le 7 janvier 2017, accepté le 14 mars 2017

Abstract

Fossil "calcareous" algae (Permian-Miocene) from Guatemala (Critical catalogue of the J.H. Johnson Collection. 3rd part). - The J.H. Johnson Collection, which is deposited at the National Museum of Natural History in Washington D.C., may be split into discrete sections, one of which is dedicated to the post-Carboniferous « calcareous fossil algae » of Guatemala. The contents of the latter, which was established more than half a century ago and which is a reference section for the Americas (for a long time, it was the only one), is reassessed here in the light of the recent advances in paleophycological systematics. Ascriptions to species, genera and higher taxonomic ranks of these Chlorophyta, Rhodophyta and microbial structures are sometimes confirmed or more often revised. Despite limited information, in some cases it was possible to refine or even correct the ages of the fossil strata, which span the Permian – Miocene interval.

Keywords: Guatemala; Permian; Cretaceous; Paleocene; Eocene; Miocene; fossil algae; Dasycladales; Bryopsidales; Corallinales; paleontological systematics

Résumé

La Collection J.H. Johnson déposée au National Museum of Natural History à Washington D.C. peut être subdivisée en sous-collections dont une dédiée aux « algues calcaires » fossiles post-Carbonifère du Guatemala. Le contenu de cette sous-collection de référence pour les Amériques (ce fut longtemps la seule) et constituée il y a plus d'un demi-siècle est réexaminée ici à la lueur des avancées récentes en systématique paléophycologique. Les attributions spécifiques, génériques et/ou supragénériques de ces Chlorophytes, Rhodophytes et structures microbiennes sont parfois confirmées, sinon le plus souvent révisées. Malgré le peu d'éléments à notre disposition, dans certains cas, il a été possible de préciser – voire de corriger – l'âge des gisements qui sont répartis entre le Permien et le Miocène.

Mots-clefs: Guatemala; Permien; Crétacé; Paléocène; Éocène; Miocène; fossile algues; Dasycladales; Bryopsidales; Corallinales; systématique paléontologique

Abbréviations: J & K = Johnson et Kaska; USNM = U.S. National Museum (Smithsonian Institution)

¹ Dépt. STU, Fac. Sci. Tech., UBO, 6 avenue Le Gorgeu, CS 93837, F-29238 Brest, France. E-mail: bgranier@univ-brest.fr; Department of Ecology and Evolutionary Biology, The University of Kansas, 1200 Sunnyside Av., Lawrence, Kansas 66045, USA. E-mail: bgranier@ku.edu

² University of Milano-Bicocca, Dept. of Earth and Environmental Sciences, Piazza della Scienza 4, 20126 Milano, Italie. E-mail: daniela.basso@unimib.it

³ Université de Lille 1, Faculté des Sciences et Technologies, UMR CNRS 8198 Evo-Eco-Paléo, 59655 Villeneuve d'Ascq cedex, France. E-mail: Daniel.Vachard@univ-lille1.fr; 1, rue des Tilleuls, 59152 Gruson, France. E-mail: Daniel.Vachard@free.fr

■ Introduction

Au siècle dernier, à l'instar de Julius Pia pour l'Europe centrale, de Vladimir Petrovich Maslov pour l'Europe orientale, de Riuju Endo pour l'Extrême-Orient, ... Jesse Harlan Johnson (1892-1974) fut « le » paléophycologue pour les Amériques (Wray, 1977, 1985). Tout au long de sa carrière, il publia essentiellement des monographies ou des revues thématiques, souvent focalisées sur un genre d'algues rouges ou sur un intervalle stratigraphique, ainsi que plusieurs volumes de références bibliographiques commentées (Wray, 1977, 1985), de grande utilité pour les néophytes. De surcroît, il s'est parfois « aventuré » à décrire quelques nouveaux taxons fossiles, avec une préférence affichée pour les algues rouges. L'objet de la présente publication est de contribuer à dresser un inventaire actualisé de la Collection J.H. Johnson, de refigurer ce matériel sous forme d'un catalogue enrichi de quelques commentaires et de corriger – lorsque ça a été possible – quelques attributions supraspécifiques et autres erreurs.

■ Contexte historique

Il y a une cinquantaine d'années, Johnson (Johnson & Kaska, 1965) publiait une de ses dernières monographies à la Colorado School of Mines sous forme d'un inventaire des algues calcaires fossiles du Guatemala. Pour cette « Contribution », la thématique devient géographique ; quant au contenu, il est divers, voire hétéroclite : les fossiles étudiés, qui proviennent de séries allant du Permien au Miocène, sont essentiellement attribués aux algues rouges et aux algues vertes ; quelques structures microbiennes, alors interprétées comme étant des algues, et des Charophytes figurent également dans ce volume.

Les algues décrites et figurées par Johnson et Kaska (1965) dans leur publication sur les « Fossil Algae from Guatemala » correspondent à du matériel provenant de récoltes d'échantillons effectuées au Guatemala (essentiellement, et au Belize voisin, accessoirement) au cours de campagnes d'exploration pétrolière qui avaient débuté en 1956. Johnson était régulièrement sollicité par des compagnies pétrolières pour son expertise sur les roches sédimentaires carbonatées ; Kaska, quant à lui, était employé par la Guatcal, une filiale de la California Exploration Company. En 1963, toutefois, l'exploration pétrolière s'interrompit brutalement et les compagnies quittèrent le Guatemala. La première découverte de pétrole au Guatemala n'aura lieu qu'en 1971 sur le dôme salifère de Tortugas, près de Rubelsanto et de la frontière avec le Chiapas (Mexique). La production de pétrole, qui se fait essentiellement

à partir de réservoirs carbonatés de la Formation de Cobán, a atteint et dépassé les 20 000 barils par jour sur près d'une décade (de 1998 à 2007) mais a enregistré une baisse constante ensuite. Les premiers travaux exploratoires avaient permis de rassembler une collection relativement complète des roches sédimentaires carbonatées du Guatemala pour un intervalle de temps allant du Permien au Miocène. Avec l'arrêt de l'exploration en 1963, il était prévisible que le matériel récolté, c'est-à-dire des échantillons de roches et des lames minces, propriété des compagnies pétrolières états-uniennes allait être dispersé, égaré, voire jeté. Anticipant l'ampleur du gâchis, Johnson entreprit de sélectionner quelques lames de référence recelant des algues, lames qui lui ont été cédées par les compagnies pétrolières, pour en garantir la conservation. C'est essentiellement ce matériel qui a été utilisé par Johnson et Kaska pour leur publication ; c'est ce même matériel ou plus exactement ce qui en subsiste, que nous avons pu étudier.

■ Matériel

L'essentiel du matériel réuni par Johnson et Kaska (1965) est effectivement conservé dans la Collection J.H. Johnson au Department of Paleobiology du Smithsonian National Museum of Natural History à Washington, D.C. ; seule une infime partie du matériel étudié par ces auteurs a – semble-t-il – été égarée. Le matériel déposé restant consiste en deux lots de lames minces :

- un premier lot de 3 lames (d979a814, d979a816, d979a817) correspondant au matériel-type de *Pycnoporidium sinuosum* Johnson & Konishi, 1960 ;
- un second lot de 77 lames (USNM 42 470 à 42 552 ; 6 lames, i.e., USNM 42 494 à 42 496, 42 500, 42 516 et 42 542, manquent à ce lot).

Le premier auteur (BG) a eu l'opportunité d'examiner le premier lot en 2012 lors d'un séjour de courte durée au Smithsonian ; à cette occasion, le curateur a bien voulu organiser le prêt du second lot.

La révision de ce matériel a déjà fait l'objet de deux publications (Granier *et al.*, 2013 ; Granier & Dimas-Brito, 2016b) qui ont conduit à des corrections significatives. Ainsi :

- l'« *Acroporella occidentalis* Johnson & Kaska, 1965 », nom. nud., a été typifiée et transférée dans le genre *Clypeina* (Michelin, 1845) ;
- il apparaît que la *Cylindroporella elassonoi* Johnson & Kaska, 1965, est un foraminifère Cuneolinidae ;
- la *Lithothamnium? primitiva* Johnson & Kaska, 1965, et la « *Girvanella minuta* Wethered, 1890 » seraient en fait *Marinella lugeoni* Pfender, 1939.

Les spécimens figurés à ces occasions ne seront pas refigurés ici, afin d'éviter des répétitions. De même, l'espèce « *Permocalculus elliotti* Johnson & Kaska, 1965 », nom. nud., qui fait l'objet d'une révision en cours avec d'autres espèces attribuées à ce genre, ne sera pas refigurée.

La nomenclature lithostratigraphique pour le Guatemala est celle de Hoffstetter et Dengo (1960).

■ Systématique paléontologique

Phylum des Chlorophyta (Reichenbach, 1834)

Classe inconnue

Ordre des Thaumatoporellales De Castro, 1990

Famille des Thaumatoporellaceae De Castro, 1990

Genre *Thaumatoporella* Pia, 1927

Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri, 1922)

(Fig. 5.C, 5.F, 5.H)

Les spécimens appelés « *Thaumatoporella (Polygonella) incrustata* Elliott, 1957 » et « *Thaumatoporella (Polygonella) occidentalis* Johnson & Kaska, 1965 », nom. nud., correspondent à des thaumatoporelles typiques. Rangées dans les « Solenoporaceae » (Elianellaceae), i.e., des Rhodophytes, par Johnson et Kaska (1965), elles sont classées dans les Chlorophytes par De Castro (1990).

Classe des Ulvophyceae Mattox & Stewart, 1984

Ordre des Bryopsidales Schaffner, 1922

Famille des Gymnocodiaceae Elliott, 1955

Nous suivons ici l'opinion de Bucur (1994) qui exclut les Gymnocodiaceae des Rhodophytes et les range dans les Chlorophytes à côté des Halimedaceae.

Genre *Gymnocodium* Pia, 1920

(Fig. 1.A-E)

Les spécimens illustrés sous les appellations « *Gymnocodium bellerophontis* (Rothpletz, 1894) » (Fig. 1.A-D) ou « *Permocalculus* cf. *P. tenellus* (Pia, 1937) » (Fig. 1.E) proviennent tous d'une seule lame mince, i.e., USNM 42 490. Ils présentent des affinités avec le *Gymnocodium nodosum* Ogilvie-Gordon, 1927, à cause des étranglements du thalle (voir, par exemple, Vachard et Fourcade *et al.*, 1997, Fig. 12.7), même si cette dernière espèce est plutôt d'âge capitanien supérieur ou wuchiapingien inférieur (Krainer et Vachard, inédit).

Stratigraphie: L'échantillon est attribué à la Formation Chócal du Léonardien, c'est-à-dire de l'Ar-

tinskien supérieur ou du Kungurien (Vachard et Fourcade *et al.*, 1997).

Genre *Permocalculus* Elliott, 1955

(Figs. 2.G, 4.A-B)

Les spécimens crétacés (Fig. 4.A-B) sont semblables à ceux observés dans les faciès à débris de *Permocalculus* communs à cette période. Quant au « *Permocalculus elliotti* Johnson & Kaska, 1965 », nom. nud., il est exclu du genre (voir plus loin au § « Genre *Trinocladus* »).

Stratigraphie: Pour le spécimen le plus ancien (Fig. 2.G), voir la description de l'association micropaléontologique de la lame USNM 42 491 au § « Genre *Clavaporella* ». L'échantillon est rapporté à la Formation Chócal d'âge léonardien, i.e., Artinskien-Kungurien (Vachard et Fourcade *et al.*, 1997). Les autres spécimens (Fig. 4.A-B), ceux de la lame USNM 42 552, refigurés par Johnson (1969, Pl. 17, figs. 1-2), proviennent de la Formation Cobán et seraient donc d'âge crétacé inférieur, plus précisément Hauterivien supérieur, Barrémien ou Aptien (voir au § « Genre *Montiella* »).

Famille des Halimedaceae Link, 1832

Genre *Halimeda* Lamouroux, 1812

(Fig. 4.C-D)

Stratigraphie: Les échantillons (USNM 42 473 et 42 537) proviennent d'affleurements localisés dans les environs de San Luis et attribués à la Formation Petén d'âge éocène inférieur.

Classe des Dasycladophyceae Hoek *et al.*, 1995

Ordre des Dasycladales Pascher, 1931

La classification en familles suit celle introduite par Granier et Bucur (voir Granier *et al.*, 2013); la classification en tribus suit celle adoptée par Deloffre et Granier (1992) et Granier et Deloffre (1993, 1994).

Famille inconnue

Genre *Terquemella* Munier-Chalmas *ex L.* et J. Morellet, 1913

(Fig. 5.B)

Les « *Acicularia* cf. *A. dyumatsenae* Pia *in* Rao & Pia, 1936 » (Johnson et Kaska, 1965, Pl. 17, fig. 1; refigurées ici Fig. 5.B) correspondent probablement à des agrégats pluricystiques de Triploporellaceae ou, plus vraisemblablement, de Bornetellaceae, mais certainement pas à des « spicules » de Polyphysaceae (ce qui aurait justifié leur attribution au genre d'organe *Acicularia* Archiac, 1843). Il en est de même pour les spécimens attribués à deux nouvelles « espèces » introduites par Johnson et Kaska (1965): « *Acicularia albrighti* n. sp. », nom. nud.

(op. cit., Pl. 17, fig. 3) et «*Acicularia guatemalaica* n. sp.», nom. nud. (op. cit., Pl. 17, fig. 2). Concernant ces deux dernières formes, notons que, bien que les lames USNM 42505 et 42528 aient été retrouvées dans la collection, nous n'y avons pas reconnu les spécimens figurés par les auteurs.

Famille des Seletonellaceae (Kordé, 1950)

Tribu des Dasyporelleae Pia, 1920

Genre *Macroporella* Pia, 1912

Le spécimen illustré sous l'appellation «*Macroporella* sp.» (Johnson et Kaska, 1965, Pl. 4, fig. 4) n'a pas été observé dans la lame USNM 42492. Sur cette lame est gravé le numéro 3215 et non 2999 comme indiqué par les auteurs. Nous doutons qu'il puisse s'agir d'une *Macroporella*.

Famille des Triploporellaceae (Pia, 1920)

Tribu des Triploporelleae (Pia, 1920)

Genre *Acroporella* (Praturlon, 1964)

(Fig. 2.F)

Il est exclu que les spécimens attribués au genre *Actinoporella* Gümbel in Alth, 1881 par Johnson et Kaska (1965, Pl. 7, figs. 3-5, «*Actinoporella* cf. *A. podolica* (Alth, 1881)»; refigurés ici Fig. 2.F) puissent être maintenus dans ce genre de Polyphysaceae. Ce matériel correspondant à une Triploporellacée est attribué avec doute au genre *Acroporella* (Praturlon, 1964).

Stratigraphie : Dans la lame USNM 42543, cette espèce est associée à des foraminifères : *Fleuryana* sp., *Pilatorotalia* sp. [déterminations de L. Consorti], Alveolinidae et *Nummofallotia cretacea* (Schlumberger, 1899) (Fig. 8.G). D'après Johnson et Kaska (1965), l'échantillon serait probablement d'âge crétacé moyen ; nous optons plutôt pour un âge crétacé terminal, Maastrichtien.

Genre *Trinocladus* Raineri, 1922

Le *Permocalculus elliotti* Johnson & Kaska ex Deloffre, 1992, non 1965 (Johnson et Kaska, 1965, Pl. 5, figs. 1-5 ; refiguré par Johnson, 1969, Pl. 16, figs. 1-5, puis par Deloffre, 1992, Pl. 1, fig. 2) est une Dasycladale, plus précisément un représentant du genre *Trinocladus* Raineri, 1922 (Granier et al., en préparation).

Stratigraphie : Dans la lame USNM 42547, cette forme est associée à *Elianella elegans* Pfender & Basse, 1948, et *Marinella lugeoni* Pfender, 1939. D'après Johnson et Kaska (1965), l'échantillon proviendrait de couches d'âge crétacé basal, voire jurassique terminal ; nous optons plutôt pour un âge albien ou cénoomanien.

Tribu des Mizziineae Bassoullet et al., 1979

Genre *Mizzia* (Schubert, 1909)

(Fig. 3.A-E)

Les différents spécimens attribués aux genres *Gyroporella* (Gümbel, 1872) et *Mizzia* (Schubert, 1909), i.e., «*Gyroporella igoï* Endo, 1959», nom. nud. (Fig. 3.A) ; *Gyroporella guatemalense* Johnson & Kaska, 1965 (Fig. 3.B) ; *Mizzia* cf. *minuta* Johnson & Dorr, 1942 (Fig. 3.C-D) et *Mizzia velebitana* (Schubert, 1909) (Fig. 3.E), proviennent de deux échantillons USNM 42508 et 42509. L'holotype de *Gyroporella guatemalense* (Fig. 3.B) peut être comparé à la section de «*Gyroporella igoï* Endo, 1959», nom. nud., figurée par Endo (1959, Pl. 40, fig. 3). De même, la «*Mizzia velebitana*» (Fig. 3.A) est à comparer avec celle figurée par Endo (1959, Pl. 31, fig. 1). L'ensemble de ce matériel doit être rapporté au genre *Mizzia*.

Stratigraphie : L'association micropaléontologique comporte des Gymnociaceae, et des foraminifères : *Neofusulinella? muelleredi* (Thompson & Miller, 1944) (Fig. 15.B-E, 15.L) ; *Grovesella* sp. ; *Endothyra* sp. ; *Climacammmina* sp. (Fig. 15.F) ; *Pachyphloia* sp. et d'autres Nodosariates indéterminés. Cette association est caractéristique de la Formation Chócal d'âge léonardien, c'est-à-dire artinskien à kungurien (Vachard et Fourcade et al., 1997).

Famille des Diploporaceae (Pia, 1920)

Tribu des Columbiaporeae Granier & Deloffre, 1994

Genre *Clavaporella* (Kochansky-Devidé & Herak, 1960)

Deux spécimens de la lame USNM 42491 ont été attribués au genre *Clavaporella* par Johnson et Kaska (1965) : le premier spécimen (op. cit., Pl. 3, fig. 1 ; ici : Fig. 2.G) est un *Permocalculus* sp. ; le second (op. cit., Pl. 3, fig. 1 ; ici : Fig. 2.G) est un débris d'algue chlorophycée indéterminée (à test originellement aragonitique).

Stratigraphie : L'association micropaléontologique comporte des algues Gymnociaceae et des foraminifères : *Parafusulina* ex gr. *durhami* Thompson & Miller, 1949 (Fig. 15.A) ; *Neofusulinella? muelleredi* (Thompson & Miller, 1944) ; *Skinnerina* cf. *latina* Vachard in Vachard et Fourcade et al., 1997 ; *Prae-neodiscus* sp. ; *Climacammmina* sp. et *Globivalvulina* sp., ce qui permet de l'attribuer à la Formation Chócal du Léonardien, c'est-à-dire de l'Artinskien ou du Kungurien (Vachard et Fourcade et al., 1997).

***Clavaporella americana* Johnson & Kaska ex Granier & Vachard, ce travail, non 1965**

(Fig. 2.A-E)

Liste synonymique sélective :

nom. nud. 1965 *Clavaphysoporella americana* n. sp. - Johnson & Kaska, p. 78-79, Pl. 2, figs. 2-6. Syn-types: Pl. 2, fig. 2, illustrant plusieurs spécimens ;
nom. nud. 1980 *Clavaporella americana* n. comb. - Vachard, p. 363 (non figurée) ;
nom. nud. 1997 *Clavaporella americana* - Vachard et Fourcade *et al.*, p. 758, Fig. 12.30-35 & 12.37-38.

Typification : «The type» défini par les auteurs est une photographie (Johnson & Kaska, 1965, Pl. 2, fig. 2) illustrant plusieurs spécimens. Le lectotype désigné ici est la section oblique de la photo de Johnson et Kaska (Fig. 2.D *pars*, en bas).

Stratigraphie : L'association micropaléontologique comporte les foraminifères *Neofusulinella? muel-leredi* (Thompson & Miller, 1944) et *Climacammina* sp., ce qui permet de l'attribuer à la Formation Chócal d'âge léonardien, i.e., Artinskien-Kungurien (Vachard et Fourcade *et al.*, 1997). Les spécimens figurés par Vachard et Fourcade *et al.* (1997) sont d'âge léonardien supérieur, c'est-à-dire bolorien (ou encore kungurien).

Famille des Dasycladaceae Kützing, 1843
Tribu des Neomereae (Pia, 1920)

Genre *Montiella* Munier-Chalmas ex L. et J. Morellet, 1922

***Montiella elitzae* (Bakalova, 1971)**
(Fig. 15.T *pars*, 15.U)

Dans la lame USNM 42552, nous avons découvert cette espèce, souvent confondue avec des « cylindroporelles ». Nous figurons deux spécimens (inédits) rencontrés dans ce wackestone à nombreux débris de *Permocalculus* et foraminifères benthiques, un faciès typique de la Formation Cobán d'âge crétacé inférieur.

Stratigraphie : La présence diagnostique de deux foraminifères, cf. *Montseciella glanensis* (Foury, 1968) (Fig. 15.M-S, 15.T *pars*) [détermination de B. Clavel] et *Choffatella decipiens* (Schlumberger, 1904) (Fig. 15.V-W), permet conforter un âge hauterivien supérieur à aptien pour le niveau correspondant.

Genre *Cymopolia* Lamouroux, 1816
(Fig. 5.D-E)

La «*Larvaria occidentalis* Johnson & Kaska, 1965», nom. nud., pourrait en fait être un représentant du genre *Cymopolia* Lamouroux, 1816 (Granier et Serra Kiel, en préparation).

Stratigraphie : Dans la lame USNM 42489, cette forme est associée à des foraminifères identifiés comme *Rhabdorites* sp. (Fig. 15.A'-E') et *Miscel-*

lanites? nassauensis Applin et Jordan, 1945 (Fig. 15.Y) [déterminations de J. Serra Kiel]. D'après Johnson et Kaska (1965), l'échantillon récolté au Belize serait d'âge crétacé, moyen ou supérieur, mais non terminal ; pour notre part, les foraminifères permettent d'opter préférentiellement pour un âge paléocène.

***Cymopolia* cf. *C. saipania* Johnson, 1957**
(Fig. 4.E-G)

Compte-tenu de son piètre état de conservation, cette forme n'a pas été identifiée formellement par son auteur comme étant l'espèce qu'il avait décrite quelques années plus tôt dans une des îles Mariannes de l'Océan Pacifique. Ces spécimens (USNM 42529) seraient d'âge miocène inférieur et proviendraient donc de la Formation Río Dulce.

***Cymopolia mayaense* Johnson & Kaska, 1965**

Liste synonymique sélective :

1965 *Cymopolia mayaense* n. sp. - Johnson & Kaska, p. 83-85, Pl. 18, figs. 1-4 ; «type» : Pl. 18, fig. 1 ;
1966 *Cymopolia* cf. *kurdistanensis* Elliott - J.-P. & R. Beckmann, p. 38, Pl. 11, figs. 165-167 ;
non 1968 *Cymopolia mayaense* - Segonzac, p. 385, Pl. (3) [Pl. h.-t. XVIII], fig. 5 ;
non 1978 *Cymopolia mayaense* - Deloffre & Radoičić, p. 71-72, Pl. 7, figs. 3-4 ;
1982 *Cymopolia mayaense* - Deloffre & Génot, p. 68-69, Pl. 5, fig. 3 (= Johnson & Kaska, 1965, Pl. 18, fig. 1) ;
1992 *Cymopolia mayaense* - Deloffre & Granier, p. 344 (non figurée) ;
1998 *Cymopolia mayaense* - Barattolo, p. 76-77, Pl. 11, figs. 1-6 ; Pl. 12, figs. 1-2 ; Pl. 13, fig. 1 ;
2013 *Cymopolia mayaense* - Granier *et al.*, p. 283-285, Fig. 3.1-4 ; Pl. 4, figs. d-f ; Pl. 5, figs. a-i ; Pl. 6, figs. a-c ; Pl. 7, figs. a-f ; Pl. 8, fig. e.

Selon Johnson et Kaska (1965, p. 85), l'holotype (op. cit., Pl. 18, fig. 1) se trouverait dans la «Slide 4819 = USNM 42499» or il n'y a pas été observé (Granier *et al.*, 2013). Toujours, selon ces auteurs, les spécimens d'une deuxième lame mince seraient également figurés, ceux de la «Slide 4819(2) = USNM 42500» or cette lame manque. Nous concluons qu'il y a probablement eu une erreur de numérotation et que le type figuré devait se trouver dans la lame égarée. Granier *et al.* (2013) ont désigné un néotype sélectionné dans la lame USNM 42504 («Slide 7747»), un spécimen cité dans le protologue et figuré par les auteurs (Johnson & Kaska, 1965, Pl. 18, fig. 3 *pars* ; Granier *et al.*, 2013, Pl. 6, fig. b *pars*).

Stratigraphie : *Cymopolia mayaense* et *Clypeina occidentalis* sont associées aux foraminifères

Pseudorhapydionina moulladei Pécheux, 1995; «*Quasiborelis*» *floridanus* (Cole, 1941); *Kayseriella* cf. *decastroi* Sirel, 1999; *Idalina* cf. *sinjarica* Grimsdale, 1952, et *Haymanella* sp. Les niveaux correspondant dans la Formation Petén sont d'âge paléocène, et non éocène inférieur comme l'indiquaient Johnson et Kaska (1965).

Famille des Polyphysaceae (Kützing, 1841)

Tribu des Clypeineae (Elliott, 1968)

Genre *Clypeina* (Michelin, 1845)

***Clypeina occidentalis* Johnson & Kaska ex Granier & Radoičić in Granier et al., 2013, non 1965**

Liste synonymique sélective :

nom. nud. 1965 *Acroporella occidentalis* n. sp. - Johnson & Kaska, p. 78-79, Pl. 7, figs. 1-2;

nom. nud. 1982 *Acroporella occidentalis* - Deloffre & Génot, p. 27, Pl. 1, fig. 3 (= Johnson & Kaska, 1965, Pl. 7, fig. 1);

2013 *Clypeina occidentalis* Johnson & Kaska ex Granier & Radoičić n. comb. - Granier et al., p. 282-283, Fig. 2 (= Johnson & Kaska, 1965, Pl. 7, figs. 1-2); Pl. 1, figs. a-f; Pl. 2, figs. a-l; Pl. 3, figs. a-j; Pl. 4, figs. a-c; Pl. 8, fig. d; néotype: Pl. 2, fig. b.

Stratigraphie :

Voir sous le § «*Cymopolia mayaense*».

Phylum des Rhodophyta Wettstein, 1901

Classe des Florideophyceae Cronquist, 1960

Sous-classe des Rhodymeniophycidae Saunders & Hommersand, 2004

Ordre des Peyssonneliales Kratesky et al., 2009

Famille des Peyssonneliaceae Denizot, 1968

Genre *Polystrata* Heydrich, 1905

Notons qu'aucun des spécimens figurés par Johnson et Kaska (1965, Pl. 15, figs. 1-2) sous l'appellation «*Ethelia alba*», refigurés ultérieurement comme «*Pseudolithothamnium*» par Johnson (1969, Pl. 19, figs. 1-2), n'a été observé dans cette lame USNM 42501.

***Polystrata alba* (Pfender, 1936)**

(Fig. 10.F)

Nous figurons un spécimen (inédit) de la lame d979a819 (Fig. 12.O), où cette espèce a été observée associée à *Pycnoporidium sinuosum* Johnson & Konishi, 1960.

Sous-classe des Corallinophycidae Le Gall & Saunders, 2007

Dans le tableau 1 ci-contre, nous présentons les critères nouveaux et anciens utilisés pour la sys-

tématique des Corallinales, Hapalidiales et Sporolithales; ce tableau illustre bien les limites de la systématique dans son application au fossile. Aujourd'hui la classification utilisée par Johnson et Kaska paraît obsolète, sinon fragmentaire. De plus, de nombreux spécimens examinés par ces auteurs ne correspondent qu'à des fragments de tissu végétatif dont il est souvent impossible d'envisager le rattachement à un genre, à une famille, voire même à un ordre.

Ordre des Corallinales Silva & Johansen, 1986

Famille des Corallinaceae Lamouroux, 1812

Sous-Famille des Corallinoideae (Areschoug, 1852)

Genre *Corallina* Linnaeus, 1758

***Corallina matansa* Johnson, 1957**

(Fig. 12.H-L)

La «*Jania occidentalis* Johnson & Kaska, 1965» (Fig. 12.H-K) est probablement un synonyme junior.

Sous-Famille des Hydrolithoideae Kato & Baba in Kato et al., 2011

Genre *Hydrolithon* (Foslie) Foslie, 1909

***Hydrolithon guatemalaensum* (Johnson & Kaska, 1965) Basso & Granier, en cours**

(Fig. 9.A-B)

Basso et Granier (en cours) réattribuent au genre *Hydrolithon* l'espèce *Aethesolithon guatemalaensum* Johnson & Kaska, 1965 (op. cit., Pl. 45, figs. 1-2).

Stratigraphie : L'association micropaléontologique de l'échantillon (USNM 42530) recèle *Marginopora vertebralis* Quoy & Gaimard, 1830. Il s'agit probablement de Miocène.

Sous-Famille des Neogonolithoideae Kato & Baba in Kato et al., 2011

Genre *Neogonolithon* Setchell & Mason, 1943

(Fig. 14.B-C)

Nous réattribuons au genre *Neogonolithon* deux spécimens précédemment attribués au genre *Gonolithon* Foslie, 1898, par Johnson & Kaska (1965, Pl. 44, figs. 1-2). Ils seraient d'âge miocène inférieur.

Sous-Famille des Mastophoroideae Setchell, 1943

Genre *Lithoporella* (Foslie, 1909)

(Fig. 12.M)

Les thalles monostromatiques observés dans la lame USNM 42478, où ils sont associés au foraminifère *Solenomeris* sp. (Fig. 13.F), sont caractéristiques du genre. Ils proviennent de niveaux attribués au Miocène inférieur.

Tableau 1. Critères utilisés dans la classification de quelques taxons de Rhodophycées modernes et fossiles. Les caractères et les familles et sous-familles qui n'étaient pas connus à l'époque de Johnson sont surlignés en jaune

Famille	Sous-Famille	Genre		ARTICULEE		NON-ARTICULEE		THALLE MONOMERE		THALLE DIMERE		TRICHOCYTES		CELLULES EPITHALLIENNES		CONCEPTACLES ASEXUES		CONCEPTACLES SEXUES UNIPORES		SYNAPSES		FUSIONS CELLULAIRES	
								« hypothalle » à filaments coaxiaux		« hypothalle » à filaments non-coaxiaux (en "jet d'eau")				rondes ou aplaties, non évasées	évasées	unipores	multipores	sores			primaires	secondaires	
Sporolithaceae		<i>Sporolithon</i>			X			X						X				X	X	X	X	X	
Corallinaceae	Lithophylloideae	<i>Lithophyllum</i>			X			X	X					X		X			X	X	X		
	Amphiroideae	<i>Amphiroa</i>	X											X		X			X	X	X		
	Corallinoideae	<i>Corallina</i>	X							X	X			X		X			X	X		X	
		<i>Jania</i>	X							X	X			X		X			X	X		X	
	Neogoniolithoideae	<i>Neogoniolithon</i>			X	X				X	X			X		X			X	X		X	
	Mastophoroideae	<i>Lithoporella</i>			X				X	X	X			X		X			X			X	
	Hydrolithoideae	<i>Hydrolithon</i>			X				X	X	X			X		X			X	X		X	
Hapalidiaceae	Melobesioideae	<i>Lithothamnion</i>			X		X								X		X		X	X		X	
		<i>Mesophyllum</i>			X	X						X			X		X		X	X			

Sous-Famille des Amphiroideae Johansen, 1969
Genre *Amphiroa* Lamouroux, 1812
 (Figs. 7.D-E, 8.B, 13.A-E)

Nous assignons au genre *Amphiroa* trois spécimens attribués précédemment au genre *Lithophyllum* (Johnson & Kaska, 1965, Pl. 43, figs. 1-2; Pl. 32, fig. 2; ici Figs. 7.D-E, 8.B). Deux espèces décrites par ces auteurs (*op. cit.*, Pl. 24, figs. 1-3; Pl. 25, figs. 2-3) sont en cours de révision; il s'agit des *Amphiroa kaskaella* Johnson & Kaska *ex* Basso & Granier, non 1965 (Fig. 13.A & 13.E), et *Amphiroa guatemalense* Johnson & Kaska *ex* Basso & Granier, non 1965 (Fig. 13.B-D).

Sous-Famille des Lithophylloideae Setchell, 1943
Genre *Lithophyllum* Philippi, 1837
 (Fig. 7.A, 7.C)

Très peu d'attributions au genre *Lithophyllum* par Johnson et Kaska (1965) résistent au réexamen du matériel. Ainsi, seuls *Lithophyllum* ? *profundum* Johnson, 1954 (Fig. 7.A), et *Lithophyllum* ? *traceyi* Johnson, 1964 (Fig. 7.C), restent attribués – tous deux avec doute – au genre susnommé.

Ordre des Hapalidiales Nelson et al., 2015
Family Hapalidiaceae Gray, 1864
Sous-Famille des Melobesioideae Bizzozero, 1885
Genre *Lithothamnion* Heydrich, 1897
 (Figs. 10.A, 10.C-E, 11.C-E)

Comme pour le genre *Lithophyllum* précédemment, peu d'attributions au genre *Lithothamnion* par Johnson et Kaska (1965) ont résisté au réexamen du matériel. L'attribution générique de la plupart des spécimens est souvent douteuse. Ainsi du *Lithothamnion* ? *guatemalense* Johnson & Kaska,

1965, on peut juste dire qu'il s'agit d'une Corallinale inarticulée (Fig. 12.A, 12.D). Dans un seul cas (voir ci-dessous), il a été possible de déterminer l'espèce.

***Lithothamnion crispatum* Hauck, 1878**
(Fig. 10.A, 10.C-E)

Liste synonymique sélective :

1965 «*Lithothamnium florea brassica* (Millet, 1854) » - Johnson & Kaska, p. 36-37, Pl. 37, fig. 1 ; Pl. 38, fig. 1 ;
1965 *Lithothamnium toltecensum* n. sp. - Johnson & Kaska, p. 32, Pl. 21, fig. 3 (« Type ») ; Pl. 40, fig. 1
Liste synonymique détaillée dans Basso *et al.* (2011).

Le matériel de Johnson et Kaska est constitué de fragments stériles qui correspondent toutefois parfaitement au stade végétatif de *Lithothamnion crispatum* Hauck, 1878, ce qui permet de l'attribuer à cette espèce (Basso & Granier, en cours).

Stratigraphie : Les échantillons (USNM 42 480 et 42 481) proviennent d'affleurements localisés dans les environs de Livingston, en bordure de la mer des Caraïbes, et attribués à la Formation Río Dulce d'âge miocène inférieur. L'association micropaléontologique recèle *Marginopora vertebralis* Quoy & Gaimard, 1830 ; *Archaias angulatus* (Fichtel & Moll, 1798) (Fig. 10.A) ; *Peneroplis* sp. (Figs. 10.C, 15.J) et des miliolidés (USNM 42 480, 42 481 et 42 530), ainsi que divers foraminifères à test hyalin (dominants dans USNM 42 551).

Genre *Mesophyllum* Lemoine, 1928
(Figs. ? 7.B, 8.A)

Comme pour les genres *Lithophyllum* et précédemment *Lithothamnion*, peu d'attributions au genre *Mesophyllum* par Johnson et Kaska (1965) résistent au réexamen du matériel. Par contre, le «*Lithophyllum johnsoni* Ishijima, 1954 » (Fig. 8.A) correspondrait à un *Mesophyllum* gamétangial.

Ordre des Sporolithales Le Gall *et al.*, 2009
Famille des Sporolithaceae Verheij, 1993
Genre *Sporolithon* Heydrich, 1897
(Fig. 9.C-G)

La présence de sores facilite l'identification au niveau générique de la plupart des spécimens.

Ordre des Rhodogorgonales Fredericq & Norris, 1995

Famille des Elianellaceae Granier *in* Granier & Dias-Brito, 2016

Genre *Elianella* Pfender & Basse, 1948

***Elianella elegans* Pfender & Basse, 1948**
(Fig. 5.A, 5.I)

Liste synonymique sélective :

1965 *Parachaetetes asvapatii* Pia *in* Rao & Pia, 1936 - Johnson & Kaska, p. 58, Pl. 20, figs. 1 & 4 ; Pl. 30, fig. 4
2016a *Elianella elegans* Pfender & Basse, 1948 - Granier & Dias-Brito, p. 215-217, Fig. 1.B-C ; Pl. 1, figs. A-F ; Pl. 2, figs. A, D, F, H-I
Liste synonymique détaillée dans Granier & Dias-Brito (2016a).

Genre *Pycnoporidium* Yabe & Toyama, 1928
***Pycnoporidium sinuosum* Johnson & Konishi, 1960**
(Figs. 6.D-F, 14.E)

Les spécimens illustrant cette espèce ont été réutilisés à maintes reprises par Johnson (Tableau 2) ; nous en donnons la première figuration en couleur.

Les autres spécimens figurés (Johnson et Kaska, 1965, Pl. 10, figs. 1-2) n'ont pas été retrouvés dans la collection. Quant aux deux autres spécimens attribués à «*Pycnoporidium lobatum* Johnson & Konishi, 1960 » (Johnson et Kaska, 1965, Pl. 11, figs. 1-2), le premier, non retrouvé, serait vraisemblablement aussi un *Pycnoporidium sinuosum*, tandis que le second (reproduit ici Fig. 6.D, 6.F) est un *Pycnoporidium* sp. indéterminé. Nous figurons un spécimen inédit de la collection trouvé dans la lame USNM 42 525 (Fig. 14.E)

Stratigraphie : Les lames minces (d979a et UNSM 42 510) recèlent le foraminifère *Merlingina cretacea* Hamaoui & Saint-Marc, 1970 (Fig. 6.G-H), des Cuneolinidae et *Polystrota alba* (Pfender, 1936) (Fig. 10.F). Le matériel proviendrait de la Formation San Cristóbal d'âge crétacé supérieur pour les auteurs ; nous n'excluons pas un âge albien. Quant à la lame UNSM 42 525 (Fig. 14.E), réalisée dans l'échantillon Union 15955 récolté dans la région de Sebol, elle était supposée d'âge maastrichtien. Toutefois, comme elle recèle *Taberina cubana* Keijzer, 1945,

Tableau 2. Résumé des refigurations du matériel-type de *Pycnoporidium sinuosum*.

Lame mince	Johnson & Konishi (1960)	Johnson & Kaska (1965)	Johnson (1969)	Ce travail
d979a814	Pl. 134, fig. 3	Pl. 9, fig. 3	Pl. 12, fig. 1	Fig. 6.A
d979a816	Pl. 134, fig. 4	Pl. 9, fig. 1	Pl. 12, fig. 3	Fig. 6.B
d979a817	Pl. 134, fig. 5	Pl. 9, fig. 2	Pl. 12, fig. 2	Fig. 6.C

elle serait en fait d'âge paléocène. L'extension de *Pycnoporidium sinuosum* occupe donc un vaste intervalle stratigraphique comprenant l'Albien, tout le Crétacé supérieur et le Paléocène.

Genre *Parachaetetes* (Deninger, 1906)

(Figs. 5.G, 6.E)

La forme d'âge crétacé de «*Parachaetetes asvapatii* Pia in Rao & Pia, 1936» de Johnson et Kaska (1965, Pl. 20, fig. 1, dupliquée Pl. 30, fig. 4, et reproduite ici Fig. 5.I) est une *Elia-nella elegans* Pfender & Basse, 1948. Il en est de même pour un spécimen d'âge paléocène (op. cit., Pl. 20, fig. 4, reproduite ici Fig. 5.A). Quant aux deux formes restantes, l'une (op. cit., Pl. 20, fig. 3) n'a pas été retrouvée dans la collection et l'autre (op. cit., Pl. 20, fig. 2, reproduite ici Fig. 5.G) est un *Parachaetetes* sp. indéterminé. Sous l'appellation «*Solenomeris* sp.», Johnson et Kaska (1965, Pl. 36, fig. 1, reproduit ici Fig. 6.E) ont illustré un autre *Parachaetetes* sp. Dans la lame correspondante USNM 42 520, il est associé à *Elia-nella elegans* Pfender & Basse, 1948 (non figurée) et à un «*Lithothamnion* cf. *L. faurai* Lemoine, 1927» (op. cit., Pl. 33, fig. 3, reproduit ici Fig. 12.G). Or, les auteurs attribuent à cet échantillon un âge «middle Eocene» (op. cit., p. 36) ou un âge «late Paleocene or early Eocene» (op. cit., p. 59). Il s'agit probablement de Paléocène.

Genre *Marinella* Pfender, 1939

Marinella lugeoni Pfender, 1939

Liste synonymique sélective :

1965 *Lithothamnium* ? *primitiva* n. sp.- Johnson & Kaska, p. 30-31, Pl. 6, fig. 1 ;

1965 *Marinella lugeoni* - Johnson & Kaska, p. 74, Pl. 6, fig. 2 ;

1965 *Girvanella minuta* - - Johnson & Kaska, p. 96, Pl. 30, fig. 1 ;

2016b *Marinella lugeoni* Pfender, 1939, *nom. cons.* - Granier & Dias-Brito, p. 234-238, Figs. 3.A-C, 4, 5.A-C, 6-9 ; Pl. 2, figs. A-K.

Liste synonymique détaillée dans Granier & Dias-Brito (2016b).

Ayant fait l'objet d'une publication récente (avec des photographies en couleur), ce matériel ne sera ni discuté, ni illustré ici.

Structures microbiennes

(? Phylum des Cyanobacteria Stanier, 1973)

Genre «*Cayeuxia*» Frollo, 1938

«*Cayeuxia piae*» Frollo, 1938

(Fig. 14.D)

L'unique spécimen figuré par Johnson et Kaska (1965, Pl. 12, fig. 3 ; refiguré ici Fig. 14.D), supposé

être dans la lame mince USNM 42 493, se trouve en réalité dans la lame USNM 42 492.

«*Cayeuxia fruticulosa*» Johnson & Kaska, 1965 (nom. nud.)

(Fig. 13.G-H)

Les spécimens figurés par Johnson et Kaska (1965, Pl. 12, figs. 1-2 ; Pl. 13, figs. 1-3) proviennent d'un échantillon récolté au Belize. Sous le numéro USNM 42 526, on identifie de nombreuses touffes buissonnantes (Fig. 13.G-H) mais aucune de celles figurées par les auteurs.

Conclusions

Compte-tenu des avancées dans la taxonomie des algues fossiles, la révision de l'inventaire de celles du Guatemala établi par Johnson et Kaska (1965) s'avèrait plus que nécessaire, aussi bien pour les algues vertes, que pour les algues rouges, voire les *incertae sedis*. Cette révision a conduit à une diminution drastique du nombre de taxons correctement identifiés.

Par ailleurs, une grande partie des espèces nouvelles des auteurs n'étaient pas correctement typifiées et *de facto* devaient être traitées comme *nomina nuda* (e.g., *Acicularia albrighti*, *A. guatemalensis*, *Cayeuxia fruticulosa*, *Permocalculus elliotti*, *Thaumatoporella occidentalis*, ...). En outre, certaines de ces nouvelles formes se sont avérées être des synonymes postérieurs d'autres espèces (e.g., *Lithothamnium* ? *primitiva*, *Lithothamnium toltecensum*). D'autres enfin étaient attribuées à une espèce ou un genre, voire même à une famille, un ordre ou un phylum, erronés (e.g., *Acroporella occidentalis*, *Actinoporella* cf. *A. podolica*, *Permocalculus elliotti*).

Les âges des échantillons étudiés ont parfois été précisés, voire corrigés. Curieusement, nous n'avons rencontré dans cette collection du Guatemala aucune des algues vertes mésozoïques décrites au Mexique (Deloffre *et al.*, 1985, 1989 ; Granier *et al.*, 1986 ; Granier & Michaud, 1987, 1989 ; Michaud, 1988), et réciproquement. Ce fait est déjà avéré au Permien et constitue donc probablement une importante donnée paléobiogéographique non encore totalement élucidée (voir Vachard *et al.*, 2000, à propos de la paléobiogéographie permienne).

Remerciements

Les auteurs remercient la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève d'avoir bien voulu accepter de publier notre révision critique d'une collec-

tion micropaléontologique américaine. Ils sont très reconnaissants envers son Président, Michel Grenon, le Rédacteur-en-Chef, Robert Degli Agosti, et les deux rapporteurs, Filippo Barattolo et Ioan I. Bucur, pour leur soutien ou leur assistance au cours des divers stades éditoriaux. Ils expriment également leur gratitude au Président du Fonds Rehous-Colard pour leur avoir accordé un subside important permettant ainsi d'illustrer leur manuscrit par une iconographie certes luxueuse, mais incontournable. Le premier auteur (BG) a bénéficié d'un Smithsonian Fellowship, qui lui a permis fin 2012 d'étudier la Collection Jesse Harlan Johnson déposée dans les locaux de la Smithsonian Institution à Washington, D.C. Il souhaite remercier les membres du Department of Paleobiology au National Museum of Natural

History, et particulièrement William A. DiMichele et Jonathan G. Wingerath pour leur accueil et pour avoir facilité son travail sur place et, par la suite, lui avoir permis d'étudier le matériel en prêt. Le second auteur (DB) a, pour sa part, bénéficié d'une invitation de l'Université de Bretagne Occidentale à Brest. Filippo Barattolo, Ioan I. Bucur, Bernard Clavel, Lorenzo Consorti, Vlasta Čosovič, Katica Drobne, André Piuze, Josep Serra Kiel et Vicente Vicedo ont contribué aux déterminations des foraminifères associés aux algues ; qu'ils sachent que les auteurs leur en sont infiniment reconnaissants.

Bibliographie

- **BARATTOLO F.** 1998. Dasycladacean green algae and microproblematica of the uppermost Cretaceous-Paleocene in the Karst area (NE Italy and Slovenia). In : Hottinger L, K Drobne (Éds.). Paleogene shallow benthos of the Tethys, 2. Dela - Opera SAZU, Classis IV : 65-127 (16 Pls.).
- **BASSO D, B GRANIER.** en cours. Johnson and Kaska. 1965. Fossil corallina algae from Guatemala (revision of the Jesse Harlan Johnson Collection, part 4). Rivista Italiana di Paleontologia.
- **BASSO D, G RODONDI, G BRESSAN.** 2011. A re-description of *Lithothamnion crispatum* and the status of *Lithothamnion superpositum* (Rhodophyta, Corallinales). Phycologia 50 : 144-155. DOI : 10.2216/10-20.1
- **BECKMANN J-P, R BECKMANN.** 1966. Calcareous algae from the Cretaceous and Tertiary of Cuba. Mémoires suisses de Paléontologie 85 : 1-47 (12 Pls.).
- **BUCUR II.** 1994. Lower Cretaceous Halimedaceae and Gymnocodiaceae from Southern Carpathians and Apuseni Mountains (Romania) and the systematic position of the Gymnocodiaceae. Beiträge zur Paläontologie 19 : 113-127.
- **DE CASTRO P.** 1990. Thaumtoporelle : Conoscenze attuali e appoggio all'interpretazione. Bollettino della Società Paleontologica Italiana 29(2) : 179-206.
- **DELOFFRE R.** 1992. Révision des Gymnocodiaceae (algues rouges, Permien-Miocène). Taxonomie, biostratigraphie, paléogéographie. 3e partie. Revue de Micropaléontologie 35(1) : 23-37.
- **DELOFFRE R, JJ FLEURY, É FOURCADE, F MICHAUD.** 1989. Dasycladales (algues vertes) du Paléocène-Éocène inférieur du Mexique. Revue de Micropaléontologie 32(1) : 3-15.
- **DELOFFRE R, É FOURCADE, F MICHAUD.** 1985. *Acroporella chiapasis* n. sp., algue dasycladacée maastrichtienne du Chiapas (SE Mexique). Bulletin du Centre de Recherche Exploration-Production elf-Aquitaine 9(1) : 115-125.
- **DELOFFRE R, P GÉNOT.** 1982. Les algues Dasycladales du Cénozoïque. Bulletin du Centre de Recherche Exploration-Production elf-Aquitaine Mémoire 4 : 247 p.
- **DELOFFRE R., B GRANIER.** 1992. Inventaire des Algues Dasycladales fossiles. I^o partie- Les Algues Dasycladales du Tertiaire. Revue de Paléobiologie 11(2) : 331-356.
- **DELOFFRE R, R RADOIČIĆ.** 1978. Algues calcaires (Dasycladales) du Paléocène de Slovénie (Yougoslavie). Bulletin du Centre de Recherche Exploration-Production elf-Aquitaine 2(1) : 39-60.
- **ENDO R.** 1959. Stratigraphical and paleontological studies of the later Paleozoic calcareous algae in Japan, XIV. Fossil algae from the Nyugawa Valley in the Hida Massif. The Science Reports of the Saitama University, Series B 3(2) : 177-207 (Pls. 30-42).
- **GRANIER B, D DIAS-BRITO, II BUCUR, P TIBANA.** 2013. *Brasiliporella*, a new mid-Cretaceous dasycladacean genus : the earliest record of the Tribe Batophoreae. Facies 59(1) : 207-220.
- **GRANIER B, R DELOFFRE.** 1993. Inventaire des Algues Dasycladales fossiles. II^o partie- Les Algues Dasycladales du Jurassique et du Crétacé. Revue de Paléobiologie 12(1) : 19-65.
- **GRANIER B, R DELOFFRE.** 1994. Inventaire des Algues Dasycladales fossiles. III^o partie- Les Algues Dasycladales du Permien et du Trias. Revue de Paléobiologie 14(1) : 49-84.
- **GRANIER B, D DIAS-BRITO.** 2016a. On the fossil alga *Elianella elegans* Pfender & Basse, 1948, and its so-called lookalikes, with description of *Elianella brasiliensis* n.sp. Revision of the Juliette Pfender Collection. Part 1. Carnets Geol. 16(6) : 213-229.

- **GRANIER B, D DIAS-BRITO** 2016b. On the fossil alga *Marinella lugeoni* Pfender, 1939, *nom. cons.*, and its seven unfortunate avatars. Revision of the Juliette Pfender Collection. Part 2. Revision of the Jesse Harlan Johnson Collection. Part 2. *Carnets Geol.* 16(7) : 231-245.
- **GRANIER B, F MICHAUD.** 1989. *Draconisella genotii* n. gen. n. sp., algue Dasycladacée du Portlandien du Chiapas (Sud-Est du Mexique). *Revue de Paléobiologie* 8(2) : 365-372.
- **GRANIER B, F MICHAUD.** 1987. *Deloffrella quercifoliipora* n. gen. n. sp., une Algue Dasycladacée nouvelle du Kimméridgien et du Portlandien du Sud-Est du Mexique. *Bulletin de la Société géologique de France*, 8^e série, III(6) : 1089-1096.
- **GRANIER B, F MICHAUD, É FOURCADE.** 1986. *Apinella jaffrezoi* n. gen. n. sp., algue Dasycladacée du Kimméridgien du Chiapas (Sud-Est du Mexique). *Géobios*, 19(6) : 801-813.
- **GRANIER B., R RADOIČIĆ, K DROBNE.** 2013. Revision of the Jesse Harlan Johnson Collection. Part 1. Some fossil Dasycladales from Guatemala. *Carnets Geol.* 13(A07) - CG2013_A07 : 281-301.
- **HOFFSTETTER R, G DENG.** 1960. Guatemala. In: Hoffstetter R (Éd.). *Amérique latine. Amérique centrale. Lexique stratigraphique International*, 5(2a) : 43-97.
- **JOHNSON JH.** 1969. A review of the Lower Cretaceous algae. *Professional Contributions of the Colorado School of Mines* 6 : xvi + 180 p. (68 Pls.).
- **JOHNSON JH, HV KASKA.** 1965. Fossil Algae from Guatemala. *Professional Contributions of the Colorado School of Mines* 1 : 152 p. (47 Pls.).
- **JOHNSON JH, KJ KONISHI.** 1960. An interesting Late Cretaceous calcareous algae from Guatemala. *Journal of Paleontology* 34(6) : 1099-1105.
- **MICHAUD F.** 1988. *Neogyroporella ? servaisi* n. sp. nouvelle dasycladacee du Maastrichtien du Chiapas, sud-est du Mexique. *Cretaceous Research* 9 : 369-378.
- **SEGONZAC G.** 1968. Les *Cymopolia* (Dasycladacées) du Thanétien des Pyrénées. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse* 104(3-4) : 381-391 (Pls. XVI-XVIII).
- **VACHARD D.** 1980. Téthys et Gondwana au Paléozoïque supérieur : les données afghanes ; biostratigraphie, micropaléontologie, paléogéographie. Thèse Doct. État, Paris, Documents et Travaux IGAL 2 : 463 p. (35 Pls.).
- **VACHARD D, É FOURCADE (coords.), JE ROMERO, J MENDEZ, A COSILLO, M ALONZO, J REQUENA, J AZÉMA, P CROS.** 1997. Foraminifères et algues du Permien du Guatemala. *Géobios* 30(6) : 745-784.
- **VACHARD D, M. VIDAURRE-LEMUS, É FOURCADE, J. REQUENA.** 2000. New Early Permian fusulinid assemblage from Guatemala. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 331 : 789-798.
- **WRAY JL.** 1977. Memorial to J. Harlan Johnson 1892-1974. *Memorials - Geological Society, Boulder* : 6 p.
- **WRAY JL.** 1985. J. Harlan Johnson (1892-1974), father of American paleoalgology. In: Toomey DF, MH Nitecki (Éds.). *Paleoalgology ; contemporary research and applications.* Springer-Verlag, Berlin : 3-8.

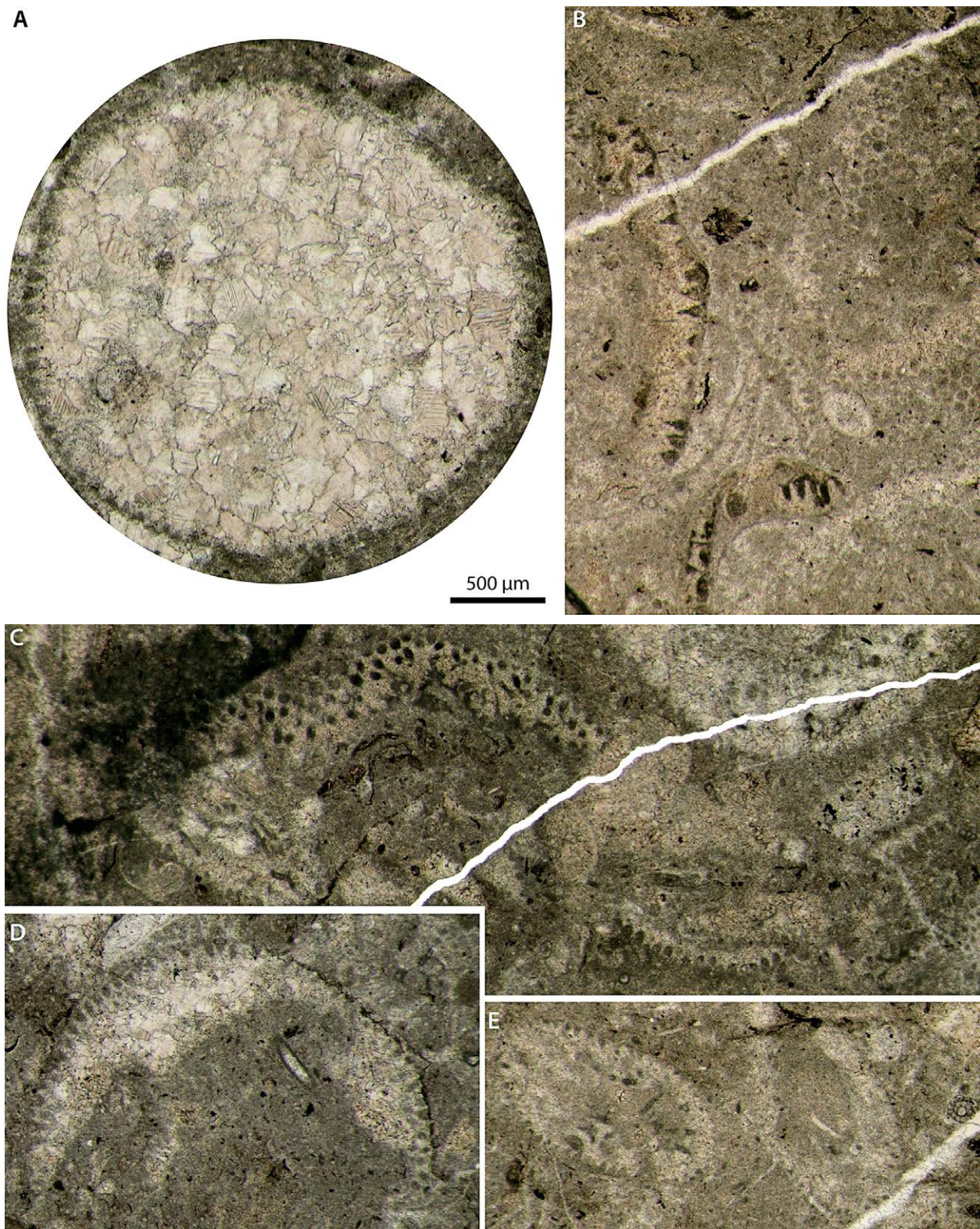


Fig. 1. A-E) *Gymnocodium* cf. *G. nodosum* Ogilvie-Gordon, 1927: A-D) «*Gymnocodium bellerophontis* (Rothpletz, 1894)»; A) J & K, Pl. 1, fig. 3, USNM 42490; B) J & K, Pl. 1, fig. 1, USNM 42490; C) J & K, Pl. 1, fig. 2, USNM 42490; D) J & K, Pl. 1, fig. 4, USNM 42490; E) «*Permocalculus* cf. *P. tenellus* (Pia, 1937)», J & K, Pl. 2, fig. 1, USNM 42490.

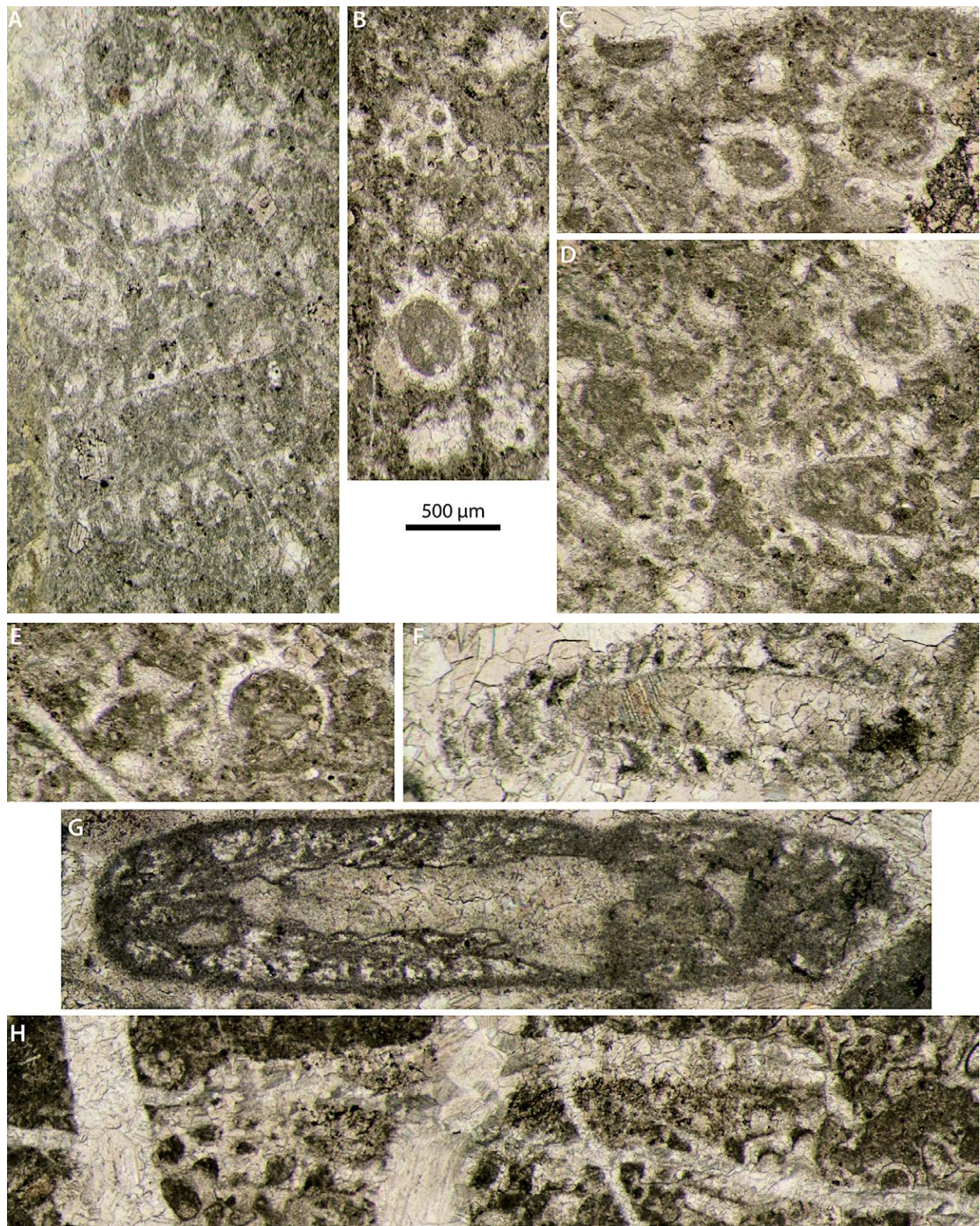


Fig. 2. A-E) *Clavaporella americana* Johnson & Kaska ex Granier & Vachard (ce travail), non 1965: A) J & K, Pl. 2, fig. 6, USNM 42507; B) J & K, Pl. 2, fig. 4, USNM 42506; C) J & K, Pl. 2, fig. 5, USNM 42506; D) « The type ». Le lectotype désigné ici est la section oblique en bas de la photo, J & K, Pl. 2, fig. 2, USNM 42506; E) J & K, Pl. 2, fig. 3, USNM 42506. **F)** Algue chlorophycée indéterminée: « *Clavaporella* sp. », J & K, Pl. 3, fig. 2, USNM 42491. **G)** *Permocalculus* sp.: « *Clavaporella* sp. », J & K, Pl. 3, fig. 1, USNM 42491. **H)** Algue chlorophycée indéterminée: « *Gyroporella guatemalense* Johnson & Kaska, 1965 », J & K, Pl. 3, fig. 3, USNM 42509.

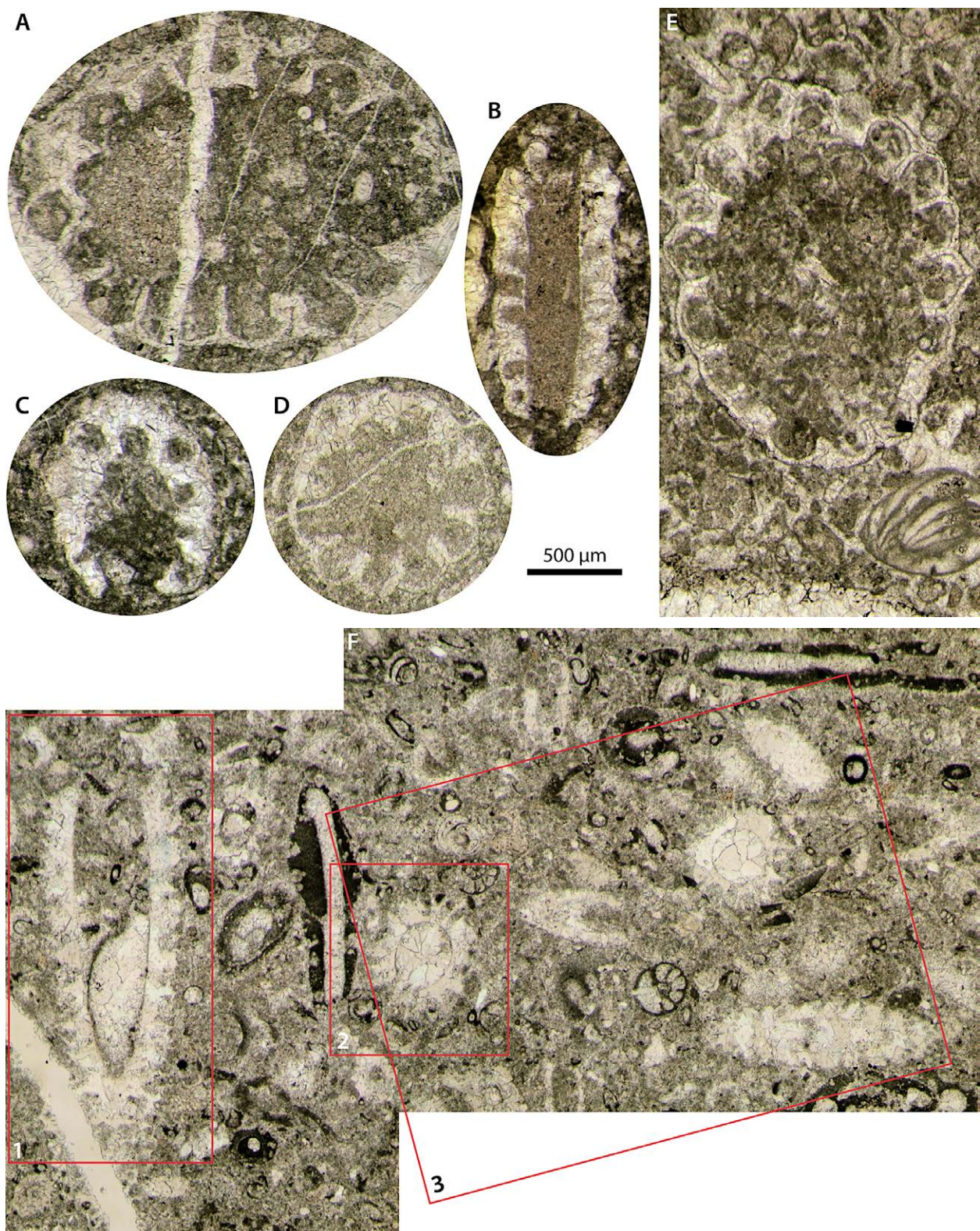


Fig. 3. A-E) *Mizzia* spp. : A) « *Gyroporella igoi* Endo, 1959 » (*nom. nud.*), J & K, Pl. 4, fig. 7, USNM 42508; B) “Type specimen” de « *Gyroporella guatemalense* Johnson & Kaska, 1965 », J & K, Pl. 4, fig. 1, USNM 42509; C-D) « *Mizzia* cf. *M. minuta* Johnson & Dorr, 1942 »; C) J & K, Pl. 4, fig. 3, USNM 42509; D) J & K, Pl. 3, fig. 4, USNM 42508; E) « *Mizzia velebitana* (Schubert, 1909) », J & K, Pl. 4, fig. 6, USNM 42509. **F)** *Acroporella?* sp., « *Actinoporella* cf. *A. podolica* (Alth, 1881) » : F.1) J & K, Pl. 7, fig. 5; F.2) J & K, Pl. 7, fig. 3; F.3) J & K, Pl. 7, fig. 4, USNM 42543.

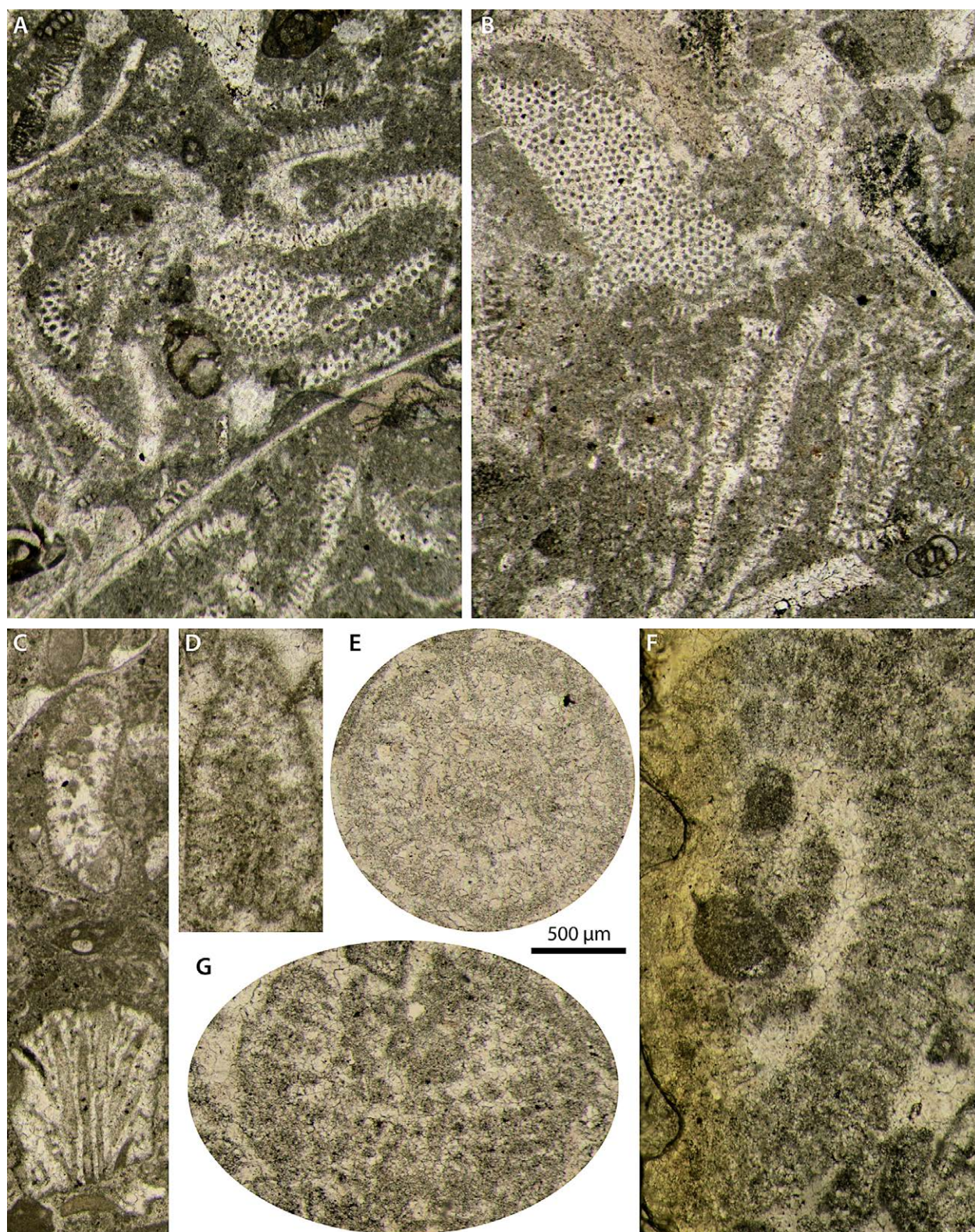


Fig. 4. A-B) *Permocalculus* sp. : A) J & K, Pl. 14, fig. 2, USNM 42552; B) J & K, Pl. 14, fig. 1, USNM 42552. **C-D)** *Halimeda* sp. : C) J & K, Pl. 35, fig. 4, USNM 42473; D) J & K, Pl. 35, fig. 2, USNM 42537. **E-G)** *Cymopolia saipania* Johnson, 1957: E) J & K, Pl. 46, fig. 2, USNM 42529; F) J & K, Pl. 46, fig. 3, USNM 42529; G) J & K, Pl. 46, fig. 1, USNM 42529.

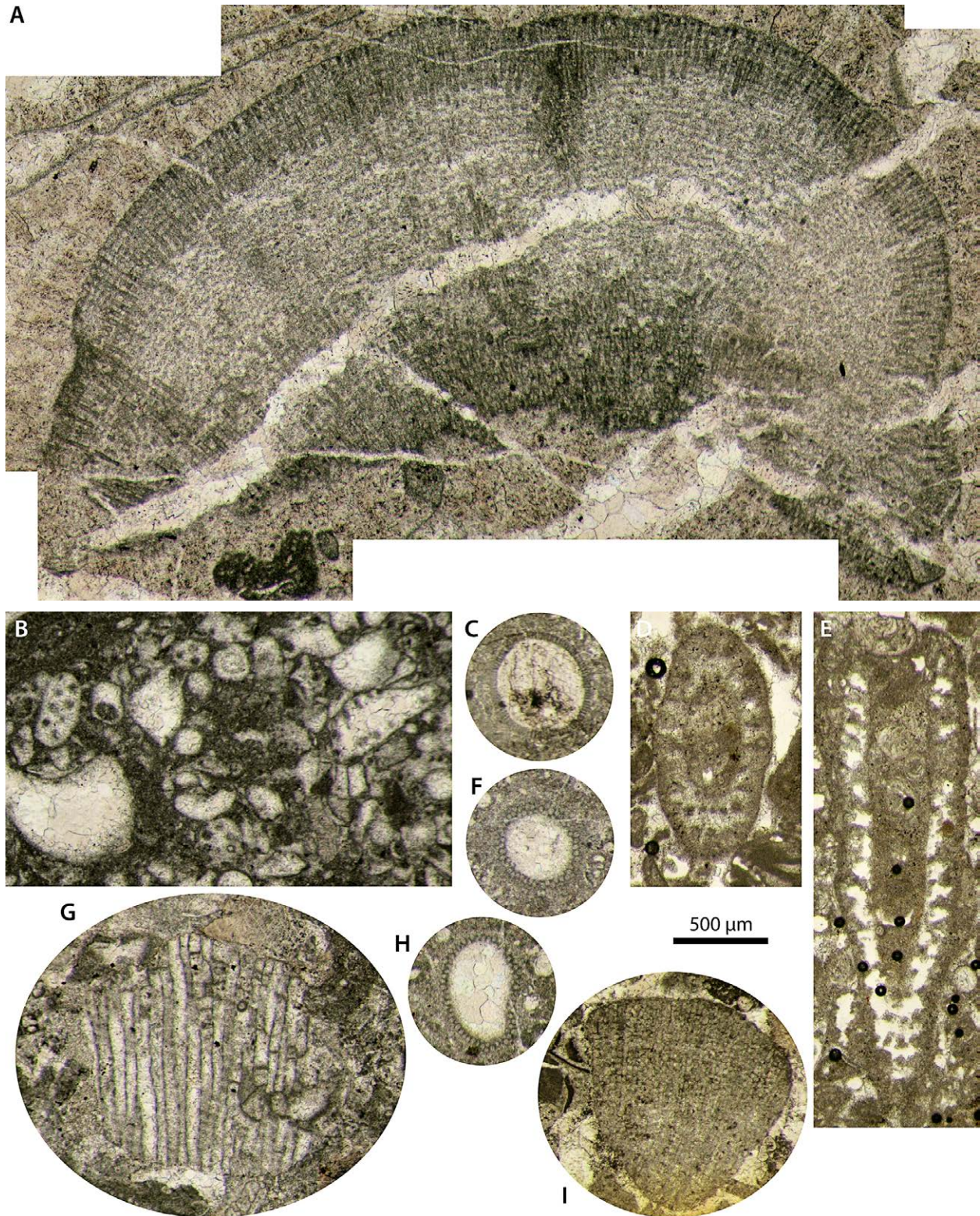


Fig. 5. **A, D)** *Elianella elegans* Pfender & Basse, 1948: **A)** «*Parachaetetes asvapatii* Pia in Rao & Pia, 1936», J & K, Pl. 20, fig. 4, USNM 42544; **D)** «*Parachaetetes asvapatii* Pia in Rao & Pia, 1936», J & K, Pl. 20, fig. 1, dupliqué dans J & K, Pl. 30, fig. 4, USNM 42531. **B)** *Terquemella?* sp., «*Acicularia* cf. *A. dymatsenae* Pia in Rao & Pia, 1936», J & K, Pl. 17, fig. 1, USNM 42521. **C, F, H)** *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri, 1922): **C)** «*Thaumatoporella* (Polygonella) *incrustedata* Elliott, 1957», J & K, Pl. 16, fig. 2, USNM 42511; **F)** «*Thaumatoporella* (Polygonella) *occidentalis* Johnson & Kaska, 1965», nom. nud., J & K, Pl. 16, fig. 4, USNM 42513; **H)** «*Thaumatoporella* (Polygonella) *occidentalis* Johnson & Kaska, 1965», nom. nud., J & K, Pl. 16, fig. 6, USNM 42513. **D-E)** *Cymopolia* sp., «*Larvaria occidentalis* Johnson & Kaska, 1965, nom. nud.» : **D)** J & K, Pl. 8, fig. 4, USNM 42489; **E)** J & K, Pl. 8, fig. 6, USNM 42489. **G)** *Parachaetetes* sp., «*Parachaetetes asvapatii* Pia in Rao & Pia, 1936», J & K, Pl. 20, fig. 2, USNM 42539.

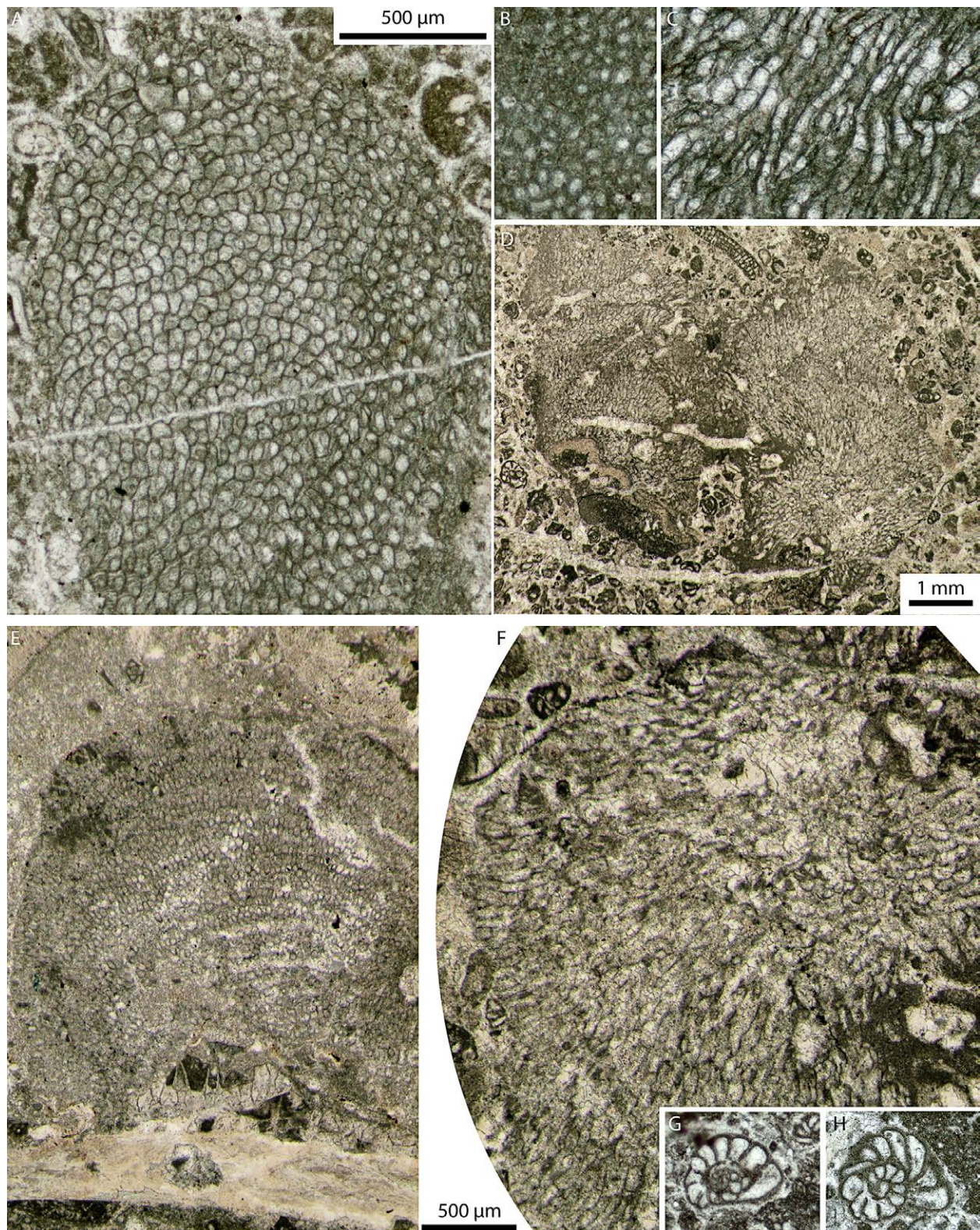


Fig. 6. A-C) *Pycnoporidium sinuosum* Johnson & Konishi, 1960: A) extrait de Johnson & Konishi, 1960, Pl. 134, fig. 4, dupliqué dans J & K, Pl. 9, fig. 1, d979a816; B) extrait de Johnson & Konishi, 1960, Pl. 134, fig. 5, dupliqué dans J & K, Pl. 9, fig. 2, d979a817; C) extrait de Johnson & Konishi, 1960, Pl. 134, fig. 3, dupliqué dans J & K, Pl. 9, fig. 3, d979a814. **D & F)** *Pycnoporidium* sp., « *Pycnoporidium lobatum* Yabe & Toyama, 1928 », J & K, Pl. 11, fig. 2, USNM 42510. **E)** *Parachaetetes* sp., « *Solenomeris* sp. », J & K, Pl. 36, fig. 1, USNM 42520. **G-H)** le foraminifère *Merlingina cretacea* Hamaoui & Saint-Marc, 1970, d979a816.

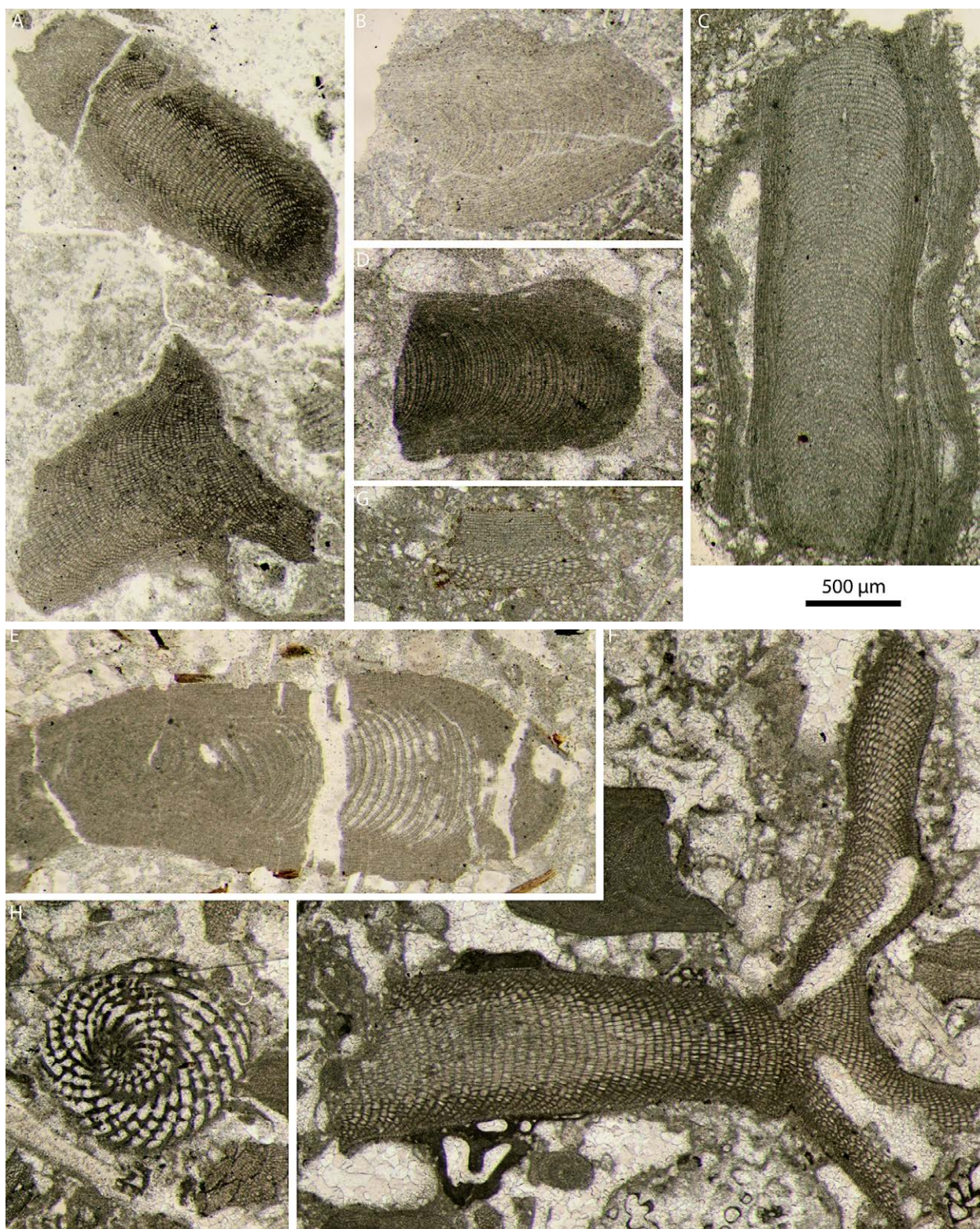


Fig. 7. **A)** *Lithophyllum? profundum* Johnson, 1954: «*Lithophyllum profundum* Johnson, 1954», spécimen du bas, J & K, Pl. 42, fig. 2, USNM 42476; spécimen du haut, J & K, Pl. 42, fig. 1, USNM 42476. **B)** *Corallinale inarticulée*, *Lithophyllum* sp. ou *Sporolithon* sp.: «*Lithophyllum* cf. *L. pfenderae* Lemoine, 1928», J & K, Pl. 34, fig. 1, USNM 42538. **C)** peut-être un *Lithophyllum? traceyi* Johnson, 1964, mais les critères diagnostiques ne sont pas visibles: «*Lithophyllum traceyi* Johnson, 1964», J & K, Pl. 41, fig. 3, USNM 42483. **D-E)** *Amphiroa* sp.: **D)** «*Lithophyllum* sp. », J & K, Pl. 43, fig. 2, USNM 42472; **E)** «*Lithophyllum* sp. » J & K, Pl. 43, fig. 1, USNM 42474. **F)** *Mesophyllum? sp.* ou ? *Corallinacée articulée* (mais pas *Lithophyllum*): «*Lithophyllum* cf. *L. pseudoamphiroa* Johnson, 1964», J & K, Pl. 41, fig. 2, USNM 42488. **G)** *Corallinale inarticulée* (mais pas *Lithophyllum*): «*Lithophyllum* cf. *L. thikombian* Johnson & Ferris, 1950», J & K, Pl. 21, fig. 2, USNM 42482. **H)** le foraminifère *Archaias* sp., USNM 42488.

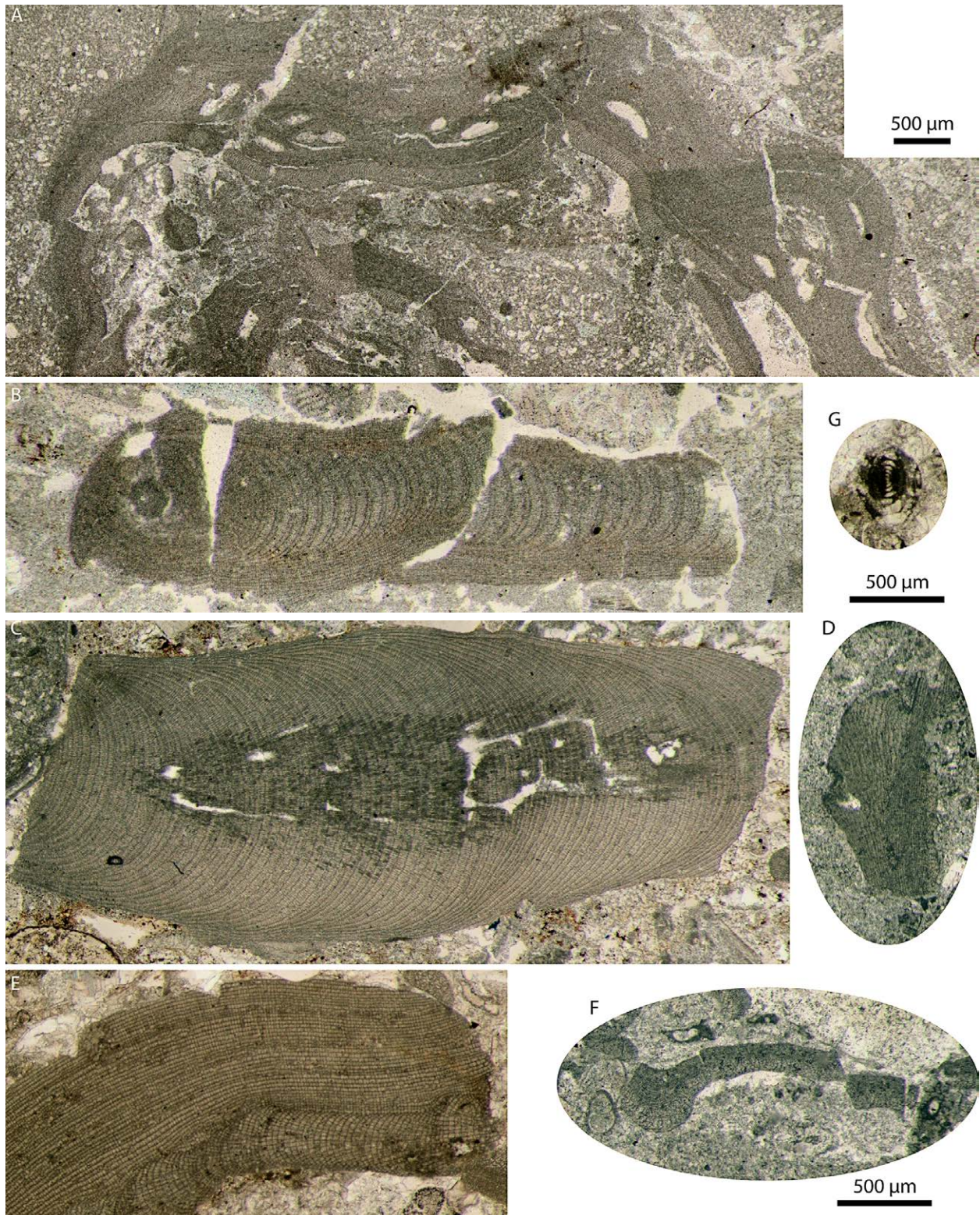


Fig. 8. **A)** *Mesophyllum* sp. : «*Lithophyllum johnsoni* Ishijima, 1954 », J & K, Pl. 41, fig. 1, USNM 42484. **B)** *Amphiroa* sp. : «*Lithophyllum alternatum* Johnson, 1964 », J & K, Pl. 32, fig. 2, USNM 42475. **C)** *Corallinale* indéterminée : «*Lithophyllum* sp. », J & K, Pl. 28, fig. 2, USNM 42541. **D & F)** *Sporolithon* sp. : «*Lithophyllum dubium* Lemoine, 1934 », D) J & K, Pl. 23, fig. 2, USNM 42535; F) J & K, Pl. 23, fig. 4, USNM 42503. **E)** *Corallinale* inarticulée (ce n'est pas un *Lithophyllum*) : «*Lithophyllum quadrangulum* Lemoine, 1934 [var. *welschi* Lemoine, 1939] », J & K, Pl. 40, fig. 4, USNM 42470. **G)** le foraminifère *Nummofallotia cretacea* (Schlumberger, 1899), USNM 42543.

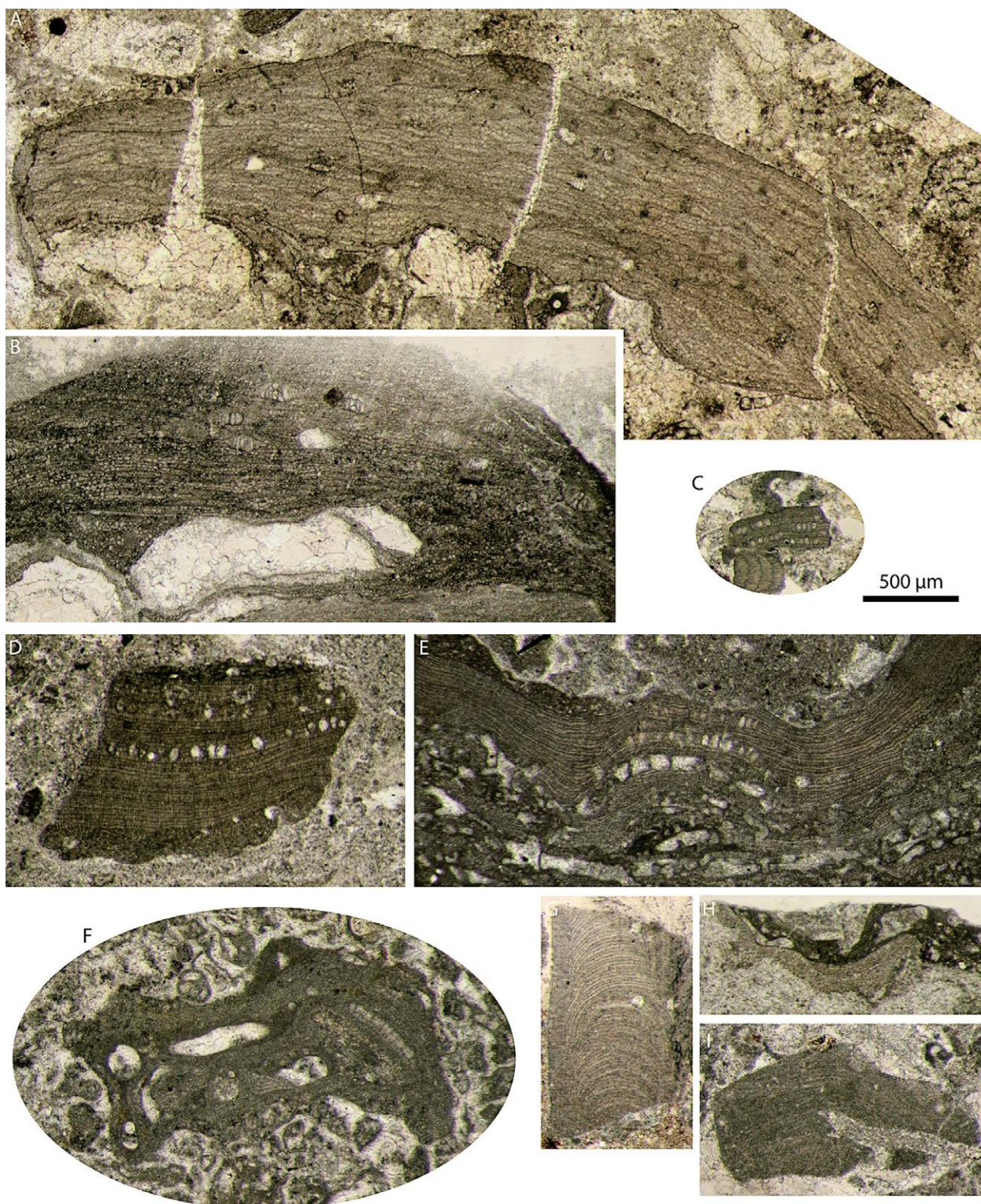


Fig. 9. A-B) *Hydrolithon guatemalaensum* (Johnson & Kaska, 1965) Basso & Granier, en cours: « *Aethesolithon guatemalaensum* Johnson & Kaska, 1965 »; A) J & K, Pl. 45, fig. 1, USNM 42530; B) J & K, Pl. 45, fig. 2, USNM 42477. **C)** *Sporolithon oulianovi* (Pfender, 1926): « *Archaeolithothamnium oulianovi* Pfender, 1926 », J & K, Pl. 30, fig. 3, USNM 42545. **D-E)** *Sporolithon nummuliticum* (Gümbel, 1861): « *Archaeolithothamnium nummuliticum* (Gümbel, 1861) »; D) J & K, Pl. 23, fig. 1, USNM 42514; E) J & K, Pl. 23, fig. 3, USNM 42546. **F-G)** *Sporolithon* sp.: F) « *Archaeolithothamnium* cf. *A. aschersoni* (Schwager, 1883) », J & K, Pl. 22, fig. 1, USNM 42527; G) « *Archaeolithothamnium* cf. *A. alternatum* Conti, 1949 », J & K, Pl. 22, fig. 2, USNM 42541. **H-I)** *Sporolithon?* sp.: H) « *Archaeolithothamnium* cf. *A. cretaceum* Pfender, 1926 » J & K, Pl. 31, fig. 1, USNM 42539; I) « *Archaeolithothamnium* gosaviense (Rothpletz, 1891) », J & K, Pl. 31, fig. 3, USNM 42525.

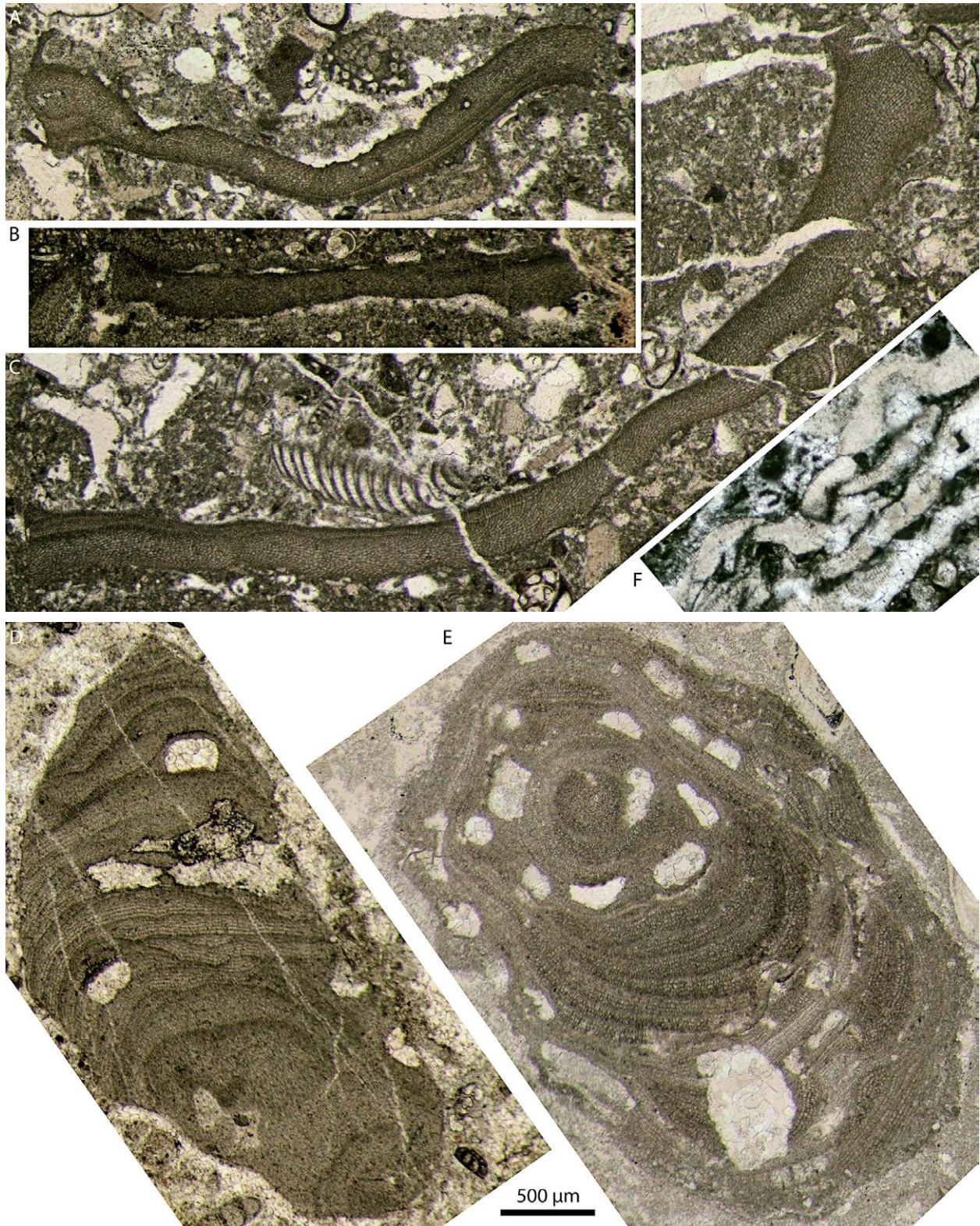


Fig. 10. A & C-E) *Lithothamnium crispatum* Hauck, 1878, d'après Basso et Granier (en cours): A & C) «*Lithothamnium toltecensum* Johnson & Kaska, 1965 »; A) «*Type* » avec le foraminifère *Archaias angulatus* (Fichtel & Moll, 1798), J & K, Pl. 21, fig. 3, USNM 42480; C) avec un *Peneroplis* sp., J & K, Pl. 40, fig. 1, USNM 42481; D-E) «*Lithothamnium florea brassica* (Millet, 1854) »; D) J & K, Pl. 38, fig. 1, USNM 42530; E) J & K, Pl. 37, fig. 1, USNM 42551. **B)** Corallinaire inarticulée: «*Lithothamnium andrusovi* Lemoine, 1934 », J & K, Pl. 22, fig. 3, USNM 42522. **F)** *Polystrata alba* (Pfender, 1936), d979a819.

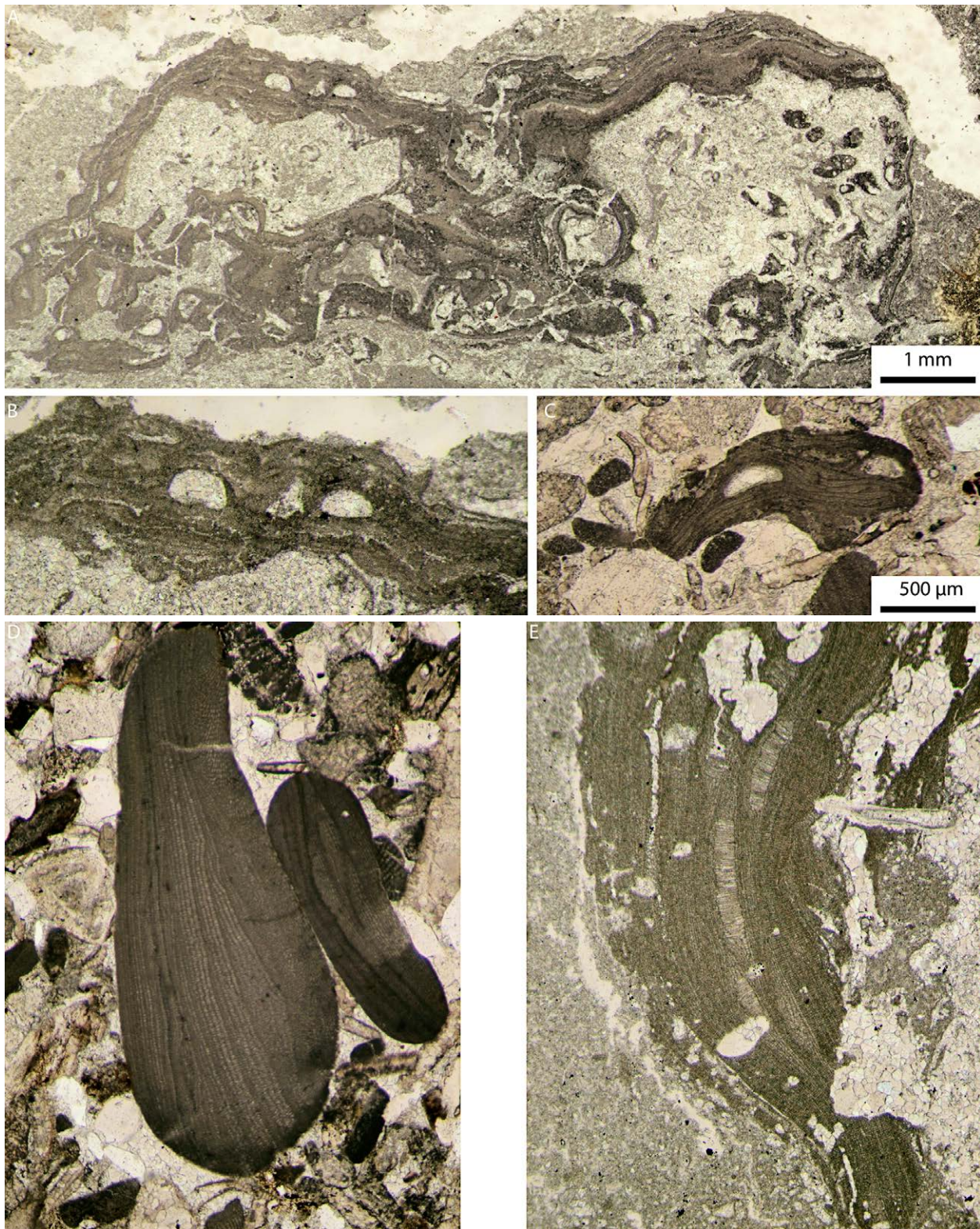


Fig. 11. A-B) *Lithothamnium?* sp.: «*Lithothamnium peleense* Lemoine, 1917», J & K, Pl. 39, fig. 1, USNM 42486.
C-E) *Lithothamnium* sp.: C) «*Lithothamnium* cf. *L. caravallense* Lemoine, 1917», J & K, Pl. 39, fig. 2, USNM 42549; D) «*Lithothamnium* sp.», J & K, Pl. 37, fig. 2, USNM 42471; E) «*Lithothamnium* cf. *L. lacroixi* Lemoine, 1917», J & K, Pl. 38, fig. 2, USNM 42485.

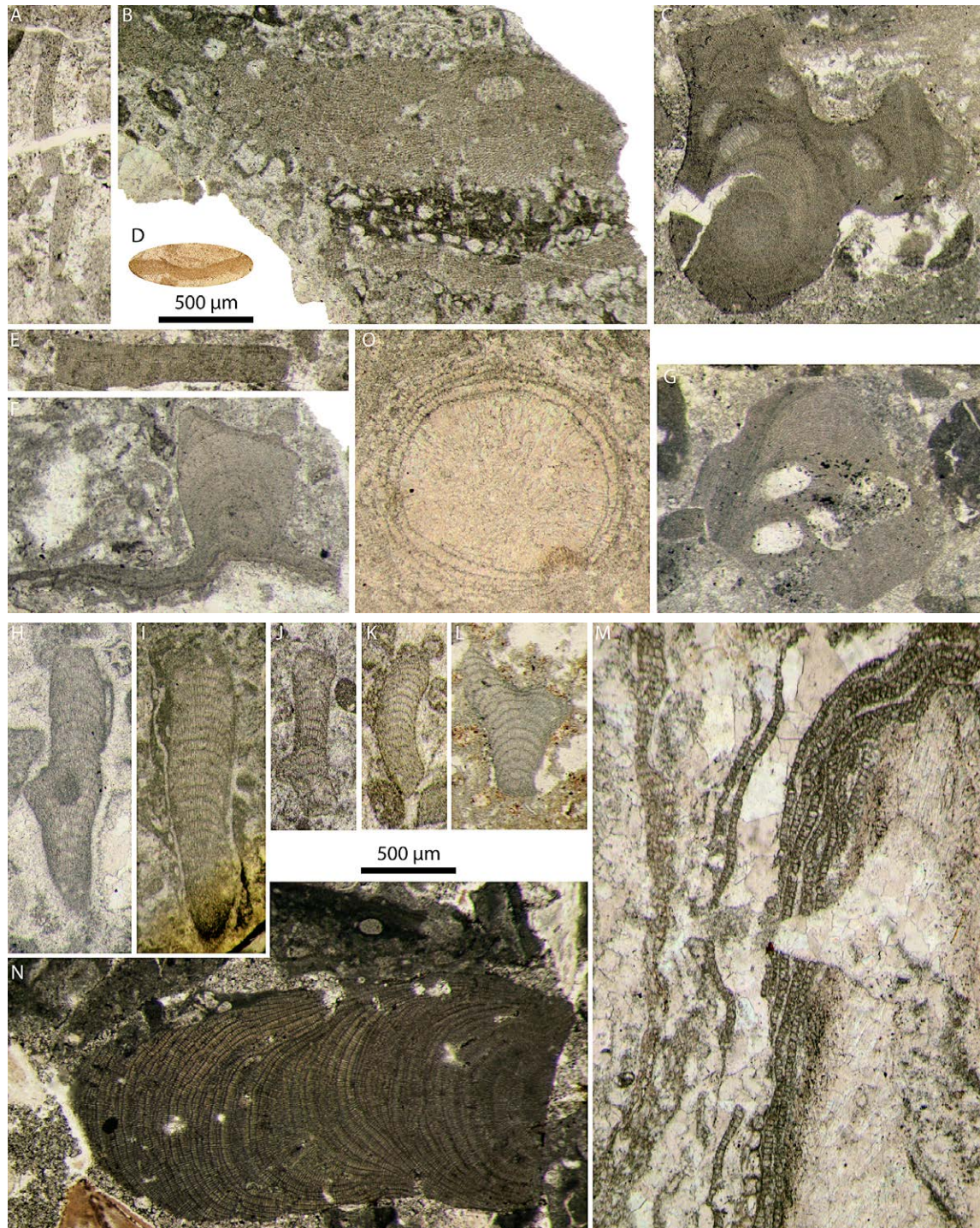


Fig. 12. A & D) «*Lithothamnion? guatemalense* Johnson & Kaska, 1965 » est une *Corallinale* inarticulée. L'attribution générique de ces spécimens est douteuse (Basso et Granier, en cours). «*Lithothamnium guatemalense* Johnson & Kaska, 1965 »; A) «*Type specimen* », J & K, Pl. 29, figs. 1-2, USNM 42518; D) J & K, Pl. 29, fig. 3, USNM 42517. **B-C & F-G)** *Lithothamnion? spp.*; B) «*Lithothamnium exiguum* Lemoine, 1939 », J & K, Pl. 31, fig. 2, USNM 42539; C) «*Lithothamnion* cf. *L. bofilli* Lemoine, 1928 », J & K, Pl. 28, fig. 1, USNM 42515; F) «*Lithothamnion* sp. », J & K, Pl. 29, fig. 4, USNM 42533; G) pas d'hypothalle «*Lithothamnion* cf. *L. faurai* Lemoine, 1927 », J & K, Pl. 33, fig. 3, USNM 42520. **E)** *Corallinale* inarticulée: «*Lithothamnion grahmi* Johnson & Stewart, 1953 », J & K, Pl. 33, fig. 4, USNM 42536. **H-L)** *Corallina matansa* Johnson, 1957: H-K) «*Jania occidentalis* Johnson & Kaska, 1965 »; H) J & K, Pl. 26, fig. 2, USNM 42519; I) J & K, Pl. 30, fig. 2, USNM 42519; J) J & K, Pl. 26, fig. 1, USNM 42519; K) «*Type* », J & K, Pl. 26, fig. 3, USNM 42523; L) «*Corallina matansa* Johnson, 1957 », J & K, Pl. 21, fig. 1, USNM 42540. **M)** *Lithoporella melobesioides* (Foslie, 1904): «*Lithoporella melobesioides* (Foslie, 1904) », J & K, Pl. 44, fig. 3, USNM 42478. **N)** *Amphiroa? sp.* (ce n'est pas un *Mesophyllum*): «*Mesophyllum* cf. *M. astacaderum* Johnson & Tafur, 1952 », J & K, Pl. 33, fig. 1, USNM 42533. **O)** *Polystrata* sp., USNM 42501.

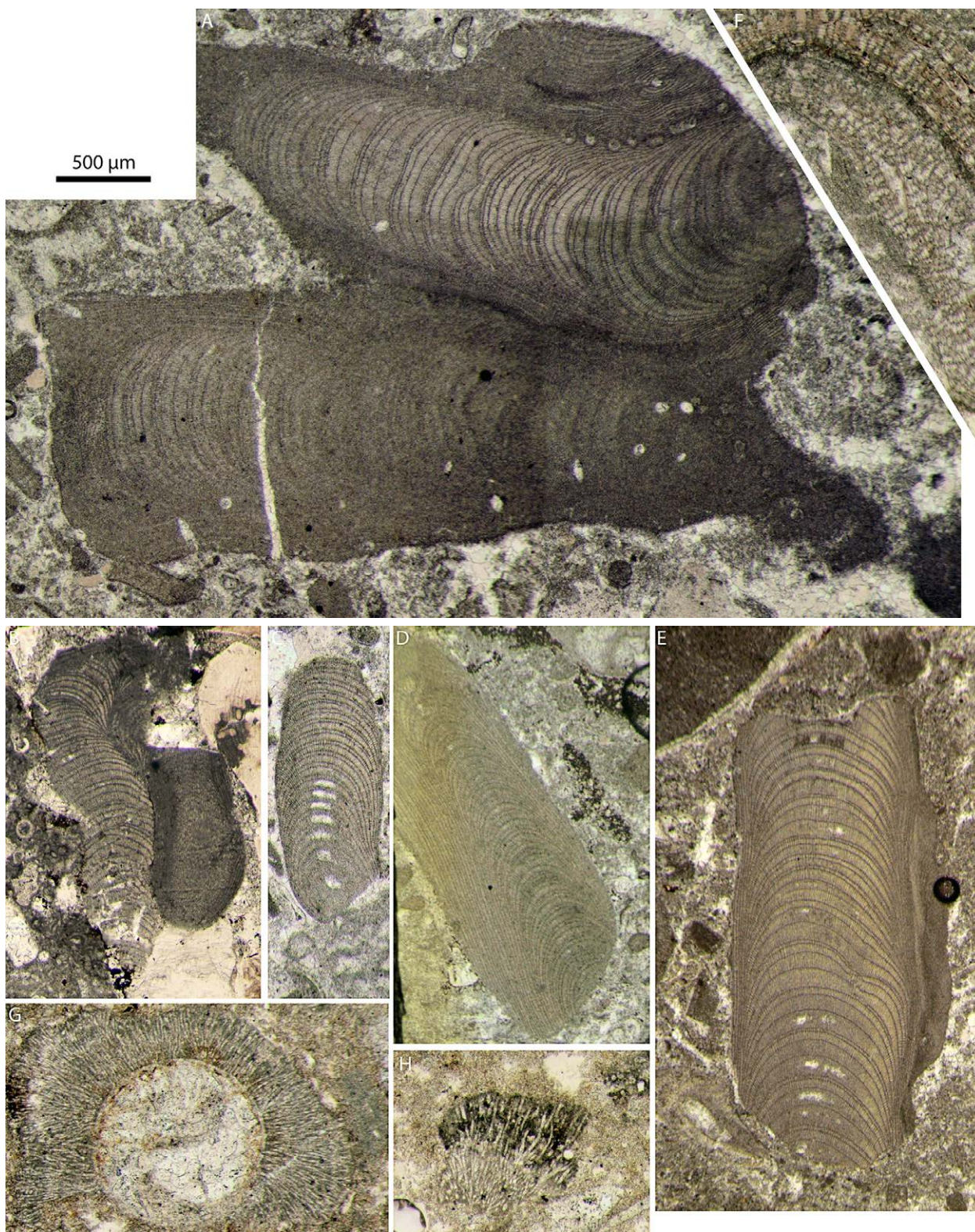


Fig. 13. A & E) *Amphiroa kaskaella* Johnson & Kaska ex Basso & Granier, en cours (non 1965): « *Amphiroa kaskaella* Johnson & Kaska, 1965, nom. nud. »; A) lectotype désigné par Basso & Granier (en cours), « Cotype », J & K, Pl. 25, fig. 2, USNM 42498; E) « Cotype », J & K, Pl. 25, fig. 3, USNM 42498. **B-D)** *Amphiroa guatemalense* Johnson & Kaska ex Basso & Granier, en cours (non 1965): « *Amphiroa guatemalense* Johnson & Kaska, 1965, nom. nud. »; B) lectotype désigné par Basso et Granier (en cours), « Cotype », J & K, Pl. 24, fig. 1, USNM 42532; C) J & K, Pl. 24, fig. 2, USNM 42517; D) J & K, Pl. 24, fig. 3, USNM 42538. **F)** le foraminifère *Solenomeris* sp., USNM 42478. **G-H)** « *Cayeuxia fruticulosa* » Johnson & Kaska, 1965, nom. nud., USNM 42526.

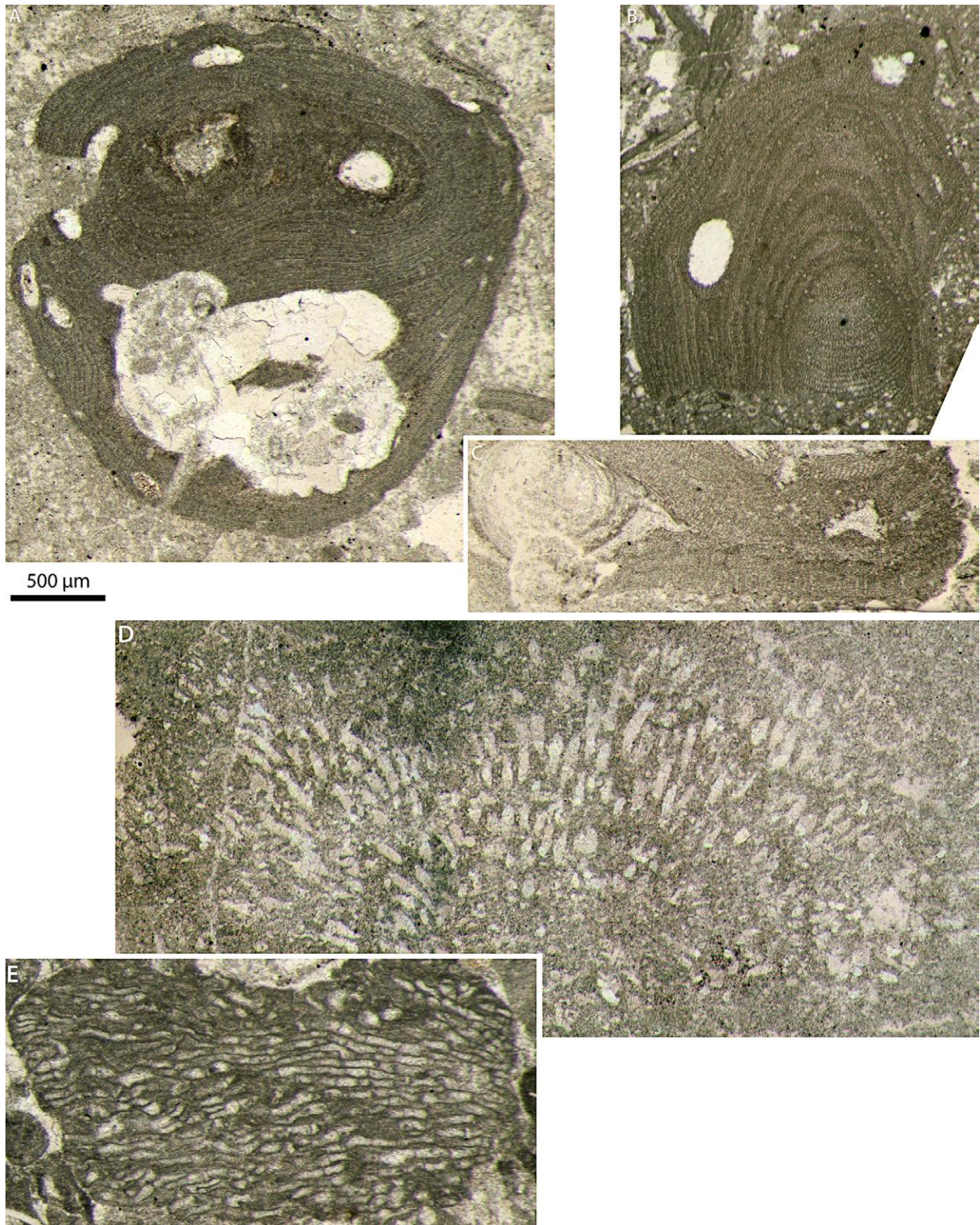


Fig. 14. **A)** *Lithothamnion?* sp. (avec des? gamétanges): «*Lithothamnium* cf. *L. caravallense* Lemoine, 1917», *J & K*, Pl. 39, fig. 3, USNM 42550. **B-C)** *Neogoniolithon* spp.: B) «*Goniolithon* sp.», *J & K*, Pl. 44, fig. 1, USNM 42479. C) «*Goniolithon* sp.», *J & K*, Pl. 44, fig. 2, USNM 42487. **D)** structure de type *Cayeuxia*, «*Cayeuxia piae* Frollo, 1938», *J & K*, Pl. 12, fig. 3, USNM 42492. **E)** *Pycnoporidium sinuosum* Johnson & Konishi, 1960, USNM 42525.

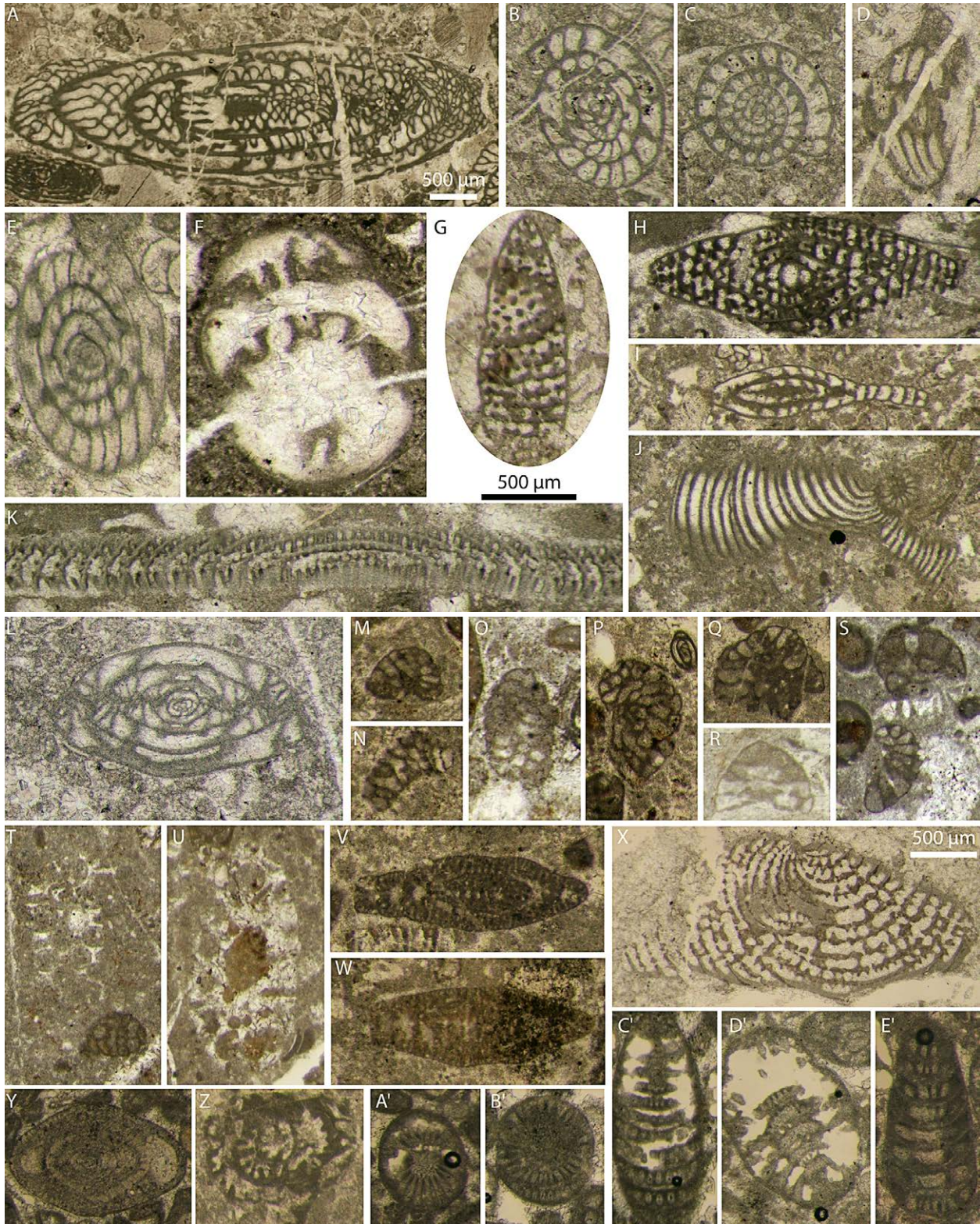


Fig. 15. **A)** *Parafusulina* ex gr. *durhami* Thompson & Miller, 1949, USNM 42491. **B-E & L)** *Neofusulinella?* *muelleredi* (Thompson & Miller, 1944): B-D & L) USNM 42508; E) USNM 42491. **F)** section subaxiale de *Climacammina* sp. montrant les ouvertures criblées dans la partie unisériée, USNM 42509. **G-H & X)** *Archaias angulatus* (Fichtel & Moll, 1798), USNM 42488. **I-J)** *Peneroplis* sp., USNM 42480. **K)** *Marginopora vertebralis* Quoy & Gaimard, 1830, USNM 42472. **M-S & T pars)** cf. *Montseciella glanensis* (Foury, 1968) [détermination de B. Clavel], USNM 42552. **T pars & U)** l'algue *Dasycladale* *Montiella elitzae* (Bakalova, 1971), USNM 42552. **V-W)** *Choffatella decipiens* (Schlumberger, 1904), USNM 42552. **Y)** *Miscellanites?* *nassauensis* Applin et Jordan, 1945 [détermination de J. Serra Kiel], USNM 42489. **Z)** *Taberina cubana* Keijzer, 1945, USNM 42525. **A'-E')** *Rhabdorites* sp. [détermination de J. Serra Kiel], USNM 42489.