

**Précisions sur l'intervalle Valanginien - Barrémien  
de la biozonation des Charophytes du Crétacé inférieur du Maestrazgo  
(Chaîne ibérique orientale, Espagne) et sur la biozonation des Charophytes  
de l'intervalle Jurassique supérieur - Crétacé de l'Europe occidentale \***

par Pierre-Olivier MOJON\*\*

**RÉSUMÉ.** — Dans la première partie de ce travail, l'échelle biostratigraphique des Charophytes du Crétacé inférieur est précisée et complétée pour l'intervalle Valanginien - Barrémien grâce à la révision des associations de Charophytes de plusieurs coupes de référence du Maestrazgo dans le Nord-Est de l'Espagne (El Mangraner, Les Rases, Cabo del Termino). Les levés de coupe des localités-types d'El Mangraner et Les Rases ainsi que les nouveaux taxons qu'elles ont livré, *Globator fallax* n. sp. du Valanginien et *Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp. de l'intervalle Hauterivien - Barrémien inférieur, sont présentés et décrits ici avec le nouveau genre *Favargerella*. Dans la seconde partie de cette étude, l'intégration de ces nouvelles données biostratigraphiques (Crétacé inférieur) jointes à la synthèse de celles déjà existantes dans la littérature (Jurassique supérieur et Crétacé supérieur essentiellement) permet d'établir et de proposer la première biozonation complète des Charophytes (basée sur les Clavatoracées en particulier) subdivisant en 22 cénozones l'intervalle Jurassique supérieur - Crétacé de l'Europe occidentale.

**MOTS CLÉS.** — Biostratigraphie, Charophytes, Jurassique supérieur - Crétacé, Europe occidentale.

**Precisions on the Valanginian - Barremian interval  
of the Lower Cretaceous Charophyte biozonation from the Maestrazgo  
(Eastern Iberian Range, Spain) and on the Charophyte biozonation of the  
Upper Jurassic - Cretaceous interval from the Western Europe\***

**ABSTRACT.** — In the first part of this study, the biostratigraphical scale of the Lower Cretaceous Charophytes is refined and completed for the Valanginian - Barremian interval thanks to the revised Charophyte assemblages from reference outcrops of the Maestrazgo in the NE-Spain (El Mangraner, Les Rases, Cabo del Termino). The type-localities logs of El Mangraner and Les Rases with their associated new taxa, the Valanginian *Globator fallax* n. sp. and the Hauterivian - Lower Barremian *Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp., are presented and described here with the new genus *Favargerella*. In a second hand, these new biostratigraphical data (Lower Cretaceous) integrated and combined with the synthesis of the extant published ones (mainly Upper Jurassic and Upper Cretaceous) allow to set up and propose the first extensive Charophyte biozonation (based on the Clavatoraceae in particular) including 22 cenozones for the Upper Jurassic - Cretaceous interval of Western Europe.

**KEY WORDS.** — Biostratigraphy, Charophytes, Upper Jurassic - Cretaceous, Western Europe.

---

\* Contribution au "2nd International Symposium on Extant and Fossil Charophytes, University of Madison (Wisconsin, USA), 7 - 13 July 1996".

\*\* Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines, ESA 5025, Université Joseph Fourier, Institut Dolomieu, 15, rue Maurice Gignoux, F-38031 Grenoble Cedex, France.

## 1. – BUTS DU TRAVAIL

Cette étude est destinée à compléter la biozonation des Charophytes du Crétacé inférieur, notamment au niveau de l'intervalle Valanginien - Barrémien qui était resté jusqu'à présent très difficile à subdiviser et à caractériser précisément, ainsi qu'à apporter des précisions et des rectifications notables au sujet de la taxonomie de certaines Clavatoracées d'importance biostratigraphique. Par extension, l'intégration de ces nouvelles données concernant le Crétacé inférieur à celles, déjà connues, du Jurassique supérieur et du Crétacé supérieur principalement permet d'établir et de proposer une nouvelle échelle biostratigraphique des Charophytes basée sur les Clavatoracées en particulier pour l'intervalle Malm - Crétacé de l'Europe occidentale.

## 2. – INTRODUCTION SUR LES COUPES DE RÉFÉRENCE DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR DU MAESTRAZGO (NORD-EST DE L'ESPAGNE)

## 2.1. Situation géographique des coupes étudiées (fig. 1)

Dans le Nord-Est de l'Espagne, les coupes d'El Mangraner et de Les Rases étudiées dans ce travail sont localisées dans le « bassin » du Maestrazgo (en catalan : Maestrat), une région du Bas-Aragon formant l'extrémité est de la Chaîne ibérique orientale ; celle du Cabo del Termino (Cap de Terme) étant située dans la « cuvette » du Perelló, qui fait partie des Catalanides. Les termes de « bassin » ou de « cuvette » se réfèrent à des zones paléogéographiques ayant formé des dépressions remplies et comblées de sédiments margino-littoraux du Crétacé inférieur, ceux-ci pouvant être affectés par des discontinuités érosives très importantes mettant en contact direct le Berriasien et le Barrémien (partie septentrionale du Maestrazgo). De telles discontinuités stratigraphiques résultent d'une tectonique synsédimentaire particulièrement active dans le Maestrat au Berriasien - Valanginien et au Barrémien [Barranc del Racó de Paterrat ; Salas et Martin-Closas, 1991 ; p. 58]. Plus précisément, la coupe d'El Mangraner longe la piste carrossable de la partie ouest du lac de retenue du barrage de Castellón sur le Rio Cenia (Province de Castellón), celle de Les Rases est accessible le long d'une portion de l'ancienne route (au km 36) reliant Zorita del Maestrazgo à Aguaviva par la vallée du Rio Bergantès (Province de Teruel) et celle du Cabo del Termino est située dans la partie haute du Barranco del Cabo del Termino près du km 235 de l'ancienne route reliant Tarragone à València (en direction du village d'El Perelló) et d'une piste carrossable menant au Cabo del Termino (Province de Tarragone).

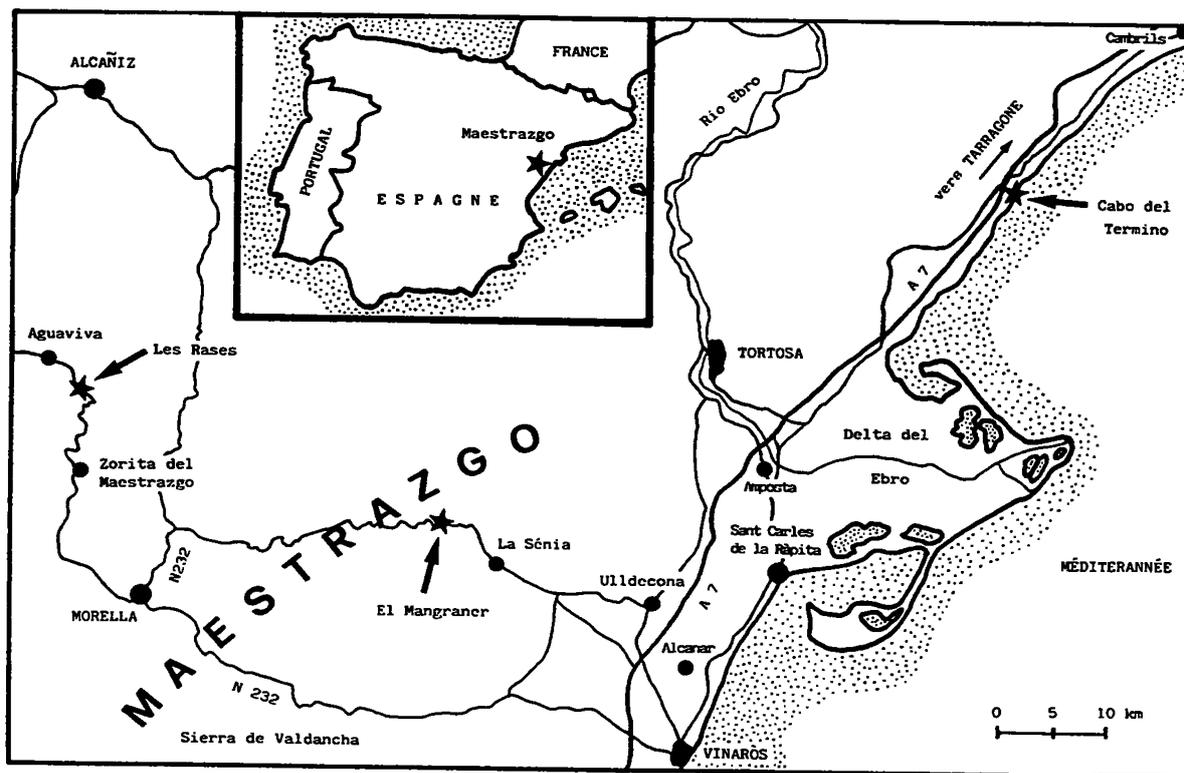


FIG. 1. – Plan de situation des coupes de référence.

FIG. 1. – Location map of the reference sections studied.

## 2.2. Historique

Les coupes étudiées, particulièrement celles d'El Mangraner et du Cabo del Termino, sont connues depuis longtemps par les travaux de Combes *et al.* [1966], Combes [1969] et Grambast [1966a, 1966b, 1967, 1968, 1969, 1970]. Toutefois, les premiers relevés de ces coupes sous forme de colonne stratigraphique synthétique n'ont été établis que beaucoup plus tard [Martin-Closas, 1989 ; Martin-Closas et Salas, 1994]. Dans ce travail, seules les coupes d'El Mangraner et de Les Rases dont l'extension est à peu près continue et qui ont fourni de nouvelles données biostratigraphiques nécessitent de nouveaux relevés détaillés prenant davantage en compte la lithologie. En revanche, la portion de coupe du Cabo del Termino n'a été considérée qu'en fonction de l'association de Charophytes des argiles latéritiques « de type 3 » [Combes, 1969] caractérisant le Barrémien supérieur.

## 3. – DESCRIPTION DES COUPES D'EL MANGRANER ET DE LES RASES

### 3.1. Description de la coupe d'El Mangraner (fig. 3 A-E)

La coupe d'El Mangraner étudiée ici correspond à environ 180 m de dépôts sédimentaires carbonatés d'âge jurassique terminal à aptien inférieur. La coupe débute au bord de la route régionale (fig. 3A) par des bancs calcaires massifs de couleur claire, dolomités et très poreux, qui présentent des traces de dissolution et un niveau à cailloux noirs. Il s'agit là de faciès de lagons marins très confinés et peu profonds de la Formation Bovalar couvrant un intervalle de temps non déterminable précisément entre le Jurassique terminal (Tithonique - « Portlandien ») et le Berriasien inférieur-moyen [Combes, 1969 ; Martin-Closas et Salas, 1989]. Au-dessus de ces calcaires massifs, une discontinuité sédimentaire représentée par une surface rubéfiée marque la limite avec la Formation La Pleta caractérisée par des tapis algaires, ainsi que par de minces niveaux de marnes vertes et de brèches conglomératiques. Ces dépôts d'estran n'ont pas pu être datés très précisément et sont attribués par corrélation et encadrement au Berriasien supérieur [Martin-Closas et Salas, 1989]. Plus haut, la Formation El Mangraner est également représentée par un développement encore plus accentué de faciès d'estran (fig. 3 A-B) d'âge berriasien terminal [Cénozone continentale M5b ; Zone à *Boissieri*, sous-zones à *Alpillensis pro parte* et à *Otopeta* ; par rapport aux coupes du Jura français méridional et de Chartreuse occidentale étudiées par Blanc, 1996], où l'influence marine est importante et annonce la transgression valanginienne. La Formation El Mangraner a livré un



FIG. 2. – Coupe d'El Mangraner (Province de Castellón, Espagne). A : vue générale de la partie ouest du lac de retenue du barrage de Castellón, où est située la piste carrossable longeant la coupe d'El Mangraner.

FIG. 2. – *El Mangraner section (Castellón Province, Spain). A : general view of the western part of the Castellón dam's lake, where is located the trail along the El Mangraner section.*

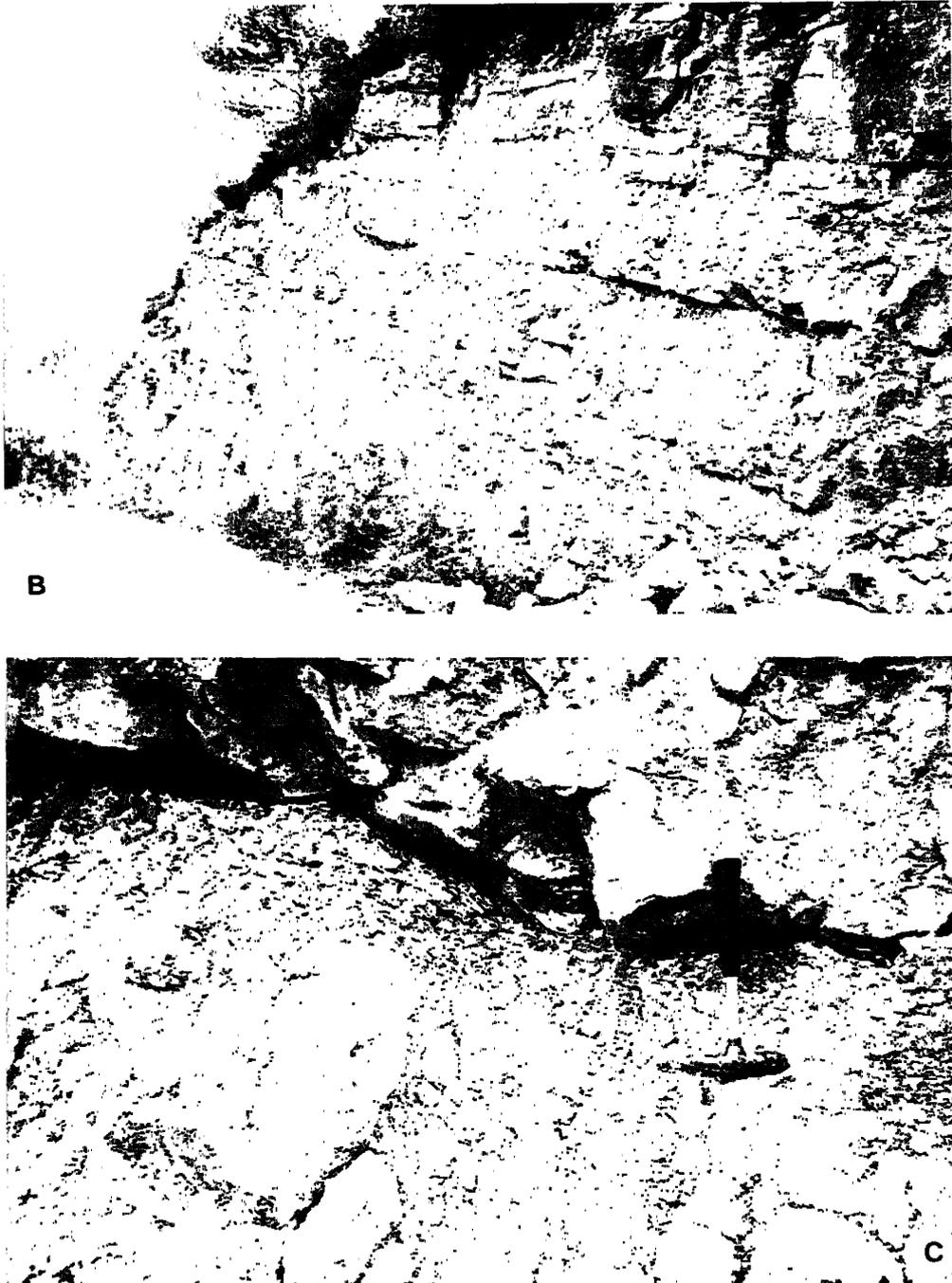


FIG. 2. – Coupe d'El Mangraner (Province de Castellón, Espagne). B : vue de la Formation des Calcaires de Herbers (Valanginien). C : vue de détail de B, horizon de marne lacustre beige ayant livré la population-type du *Globator fallax* n. sp. (le marteau mesurant 31,5 cm donne l'échelle).

FIG. 2. – El Mangraner section (Castellón Province, Spain). B : view of the Herbers Limestones Formation (Valanginian). C : detailed view of B, layer of the brown lacustrine marls which has yielded the type-population of the *Globator fallax* n. sp. (scale indicated by hammer 31,5 cm length).

intéressant inventaire micropaléontologique [échantillons MAN 1 à 7 ; références pour la nomenclature taxonomique dans Oertli *et al.*, 1985 ; Blanc, 1996 ; Blanc et Mojon, 1996] :

- Echantillon MAN 1 :

Charophytes : *Globator nurrensis steinhauseri*,

*Nodosclavator* sp., *Porochara maxima*, *Porochara jaccardi*. Ostracodes : *Fabanella boloniensis*, *Macrodentina (Dictyocythere)* gr. *mediostriata*, *Cypridea* sp. Gastéropodes : *Hydrobia* sp., autres spp. indéterm. Foraminifères benthiques : petits Lituolidés (*Feurtillia* ? sp.). Dasycladacées : *Zergabriella embergeri*, Clypéines.

## - Echantillons MAN 2-3 :

Ostracodes de milieu lagunaire saumâtre : *Lycoperocypris ? sabaudiae*. Ostracodes marins : *Valencythere* sp., *Cythereis* sp., *Bairdia* sp., *Cytherella* sp., *Asciocythere* sp., *Schuleridea* sp., *Eocytheropteron* sp. Foraminifères benthiques : Trocholines, Ataxophragmiidés, Nautiloculines (*Nautiloculina cretacea*), Pseudocyclammines (*Pseudocyclamina lituus*). Dasycladacées : *Zergabriella embergeri*, Clypéines. Gastéropodes indét. Vertébrés : dents broyeuses de Pycnodontes (Téléostéens, Actinoptérygiens).

## - Echantillons MAN 4A-B-C :

Charophytes (éch. 4B-C) : *Porochara jaccardi*, thalles de Clavatoracées indét. Ostracodes : *Cypridea* gr. *propunctata* (dominants dans éch. 4C), *Macrodentina* (*Dictyocythere*) gr. *mediostriata* (dominants dans éch. 4A), *Fabanella boloniensis*, *Lycoperocypris ? sabaudiae*, *Scabriculocypris trapezoides*. Ostracodes marins : *Valencythere divisa* (éch. 4B), *Asciocythere* sp., *Schuleridea* sp., *Cytherella* sp., *Eocytheropteron abundens*, *Pontocyprilla* sp. Foraminifères benthiques : petits Lituolidés (*Feurtillia ?* sp.), Ataxophragmiidés, Nautiloculines (*Nautiloculina cretacea*), Choffatelles. Dasycladacées : *Zergabriella embergeri* (abondantes dans éch. 4A), Clypéines. Gastéropodes indét.

## - Echantillons MAN 5-6 :

Charophytes : *Perimneste micrandra*, *Porochara maxima*. Ostracodes : *Cypridea* sp., *Timiriasevia* sp. Gastéropodes : opercules de *Cyclophoroidea*, autres spp. indét. Dasycladacées : *Zergabriella embergeri* (recristallisées).

## - Echantillon MAN 7 :

Charophytes : *Globator nurrensis steinhauseri*, *Perimneste micrandra*, *Perimneste ancora*, *Favargerella stellata*, *Flabellochara* sp., *Porochara jaccardi*. Ostracodes : *Cypridea* sp., *Macrodentina* (*Dictyocythere*) gr. *mediostriata*, *Theriosynoecum* sp., *Asciocythere* sp. Foraminifères benthiques : Ataxophragmiidés. Dasycladacées : Clypéines.

Au-dessus, les dépôts de la Formation El Mangraner font place aux calcaires massifs de couleur claire de la Formation Herbers (ou Formation des Calcaires de Herbers), qui correspondent à des faciès de lagons marins confinés à fortes influences laguno-lacustres, avec de nombreux indices de pédogénèse et de karstification. Dans la partie supérieure de la Formation Herbers, d'importants niveaux chenalisés de brèches conglomératiques à cailloux noirs et de marnes lacustres beiges (échantillons MAN 9 à 14, fig. 3 C-D) caractérisent la Cénozone continentale M6 attribuée au Valanginien et résultent d'une phase émergitive remarquable corrélable avec celle des Marnes d'Arzier A du Jura suisse occidental [Zone à *Pertransiens* ; Blanc, 1996] et de la partie inférieure des Calcaires blancs supérieurs de Basse-Provence [Virgone, 1997].

L'inventaire micropaléontologique de la Formation Herbers est le suivant :

- Echantillons MAN 8' et 8'' (éch. pauvres en microfossiles de la partie inférieure des Calcaires de Herbers) :

Charophytes : *Flabellochara harrisi*, *Favargerella stellata*, *Porochara maestatica*. Ostracodes : *Cypridea* sp., *Fabanella boloniensis*. Gastéropodes : opercules de *Cyclophoroidea* (abondants dans éch. 8'). Foraminifères benthiques : Trocholines.

- Echantillons MAN 9-10 :

Charophytes : *Globator fallax*, *Perimneste micrandra*, *Perimneste ancora*, *Flabellochara harrisi*, *Favargerella stellata*, *Porochara maestatica*. Ostracodes : *Cypridea* sp., *Fabanella boloniensis*, *Theriosynoecum* sp., *Timiriasevia* sp. Gastéropodes : opercules de *Cyclophoroidea*. Foraminifères benthiques : Orbitolinidés (éch. 10 avec *Valdanchella* sp.). Cyanophytes : *Cayeuxia* sp.

- Echantillons MAN 11-12-13-14 :

Charophytes : *Globator fallax*, *Perimneste micrandra* (avec morphotypes « régressifs » proches de *Perimneste horrida*), *Perimneste ancora*, *Flabellochara harrisi*, *Favargerella stellata*, *Porochara maxima*, *Porochara maestatica*, *Mesochara* gr. *harrisi*, thalles de Clavatoracées indét. Ostracodes : *Cypridea* spp. (*Cypridea* gr. *tuberculata*, *Cypridea* gr. *valdensis*, autres spp. indét.), *Theriosynoecum* sp., *Fabanella boloniensis*, *Mantelliana wealdensis*, *Scabriculocypris* sp., *Eocytheropteron* sp. Gastéropodes : opercules de *Cyclophoroidea*, *Provalvata* sp., autres spp. indét. Dasycladacées : Clypéines (éch. 13-14). Cyanophytes : *Cayeuxia* sp.

Au sommet de la Formation Herbers, des récurrences marines annonçant la transgression hauterivienne sont indiquées par la présence d'ooïdes et de Dasycladacées (éch. 13-14). Puis les organismes marins deviennent très abondants dans les échantillons de la partie inférieure massive de la Formation El Cantaperdius (fig. 3D ; ou Formation des Calcaires et Argiles latéritiques d'El Cantaperdius) constituée principalement de dépôts d'estran et de lagons restreints, et traduisent ainsi clairement son âge hauterivien. De même, la présence de microrides de courant ainsi que les alternances de petits bancs calcaires avec des brèches conglomératiques et des marnes d'épaisseur réduite sont particulièrement frappantes et caractérisent bien un approfondissement des milieux de dépôt ainsi qu'une forte influence marine. Dans la partie supérieure de la Formation El Cantaperdius, des indices de karstification et de rubéfaction (ferruginisation indiquée par des teintes jaunes à ocres ; éch. 18) apparaissent conjointement au développement de très importants niveaux de brèches conglomératiques à cailloux noirs (fig. 3D). L'inventaire micropaléontologique de cette partie de la Formation El Cantaperdius caractérise la Cénozone continentale M7a et se répartit ainsi :



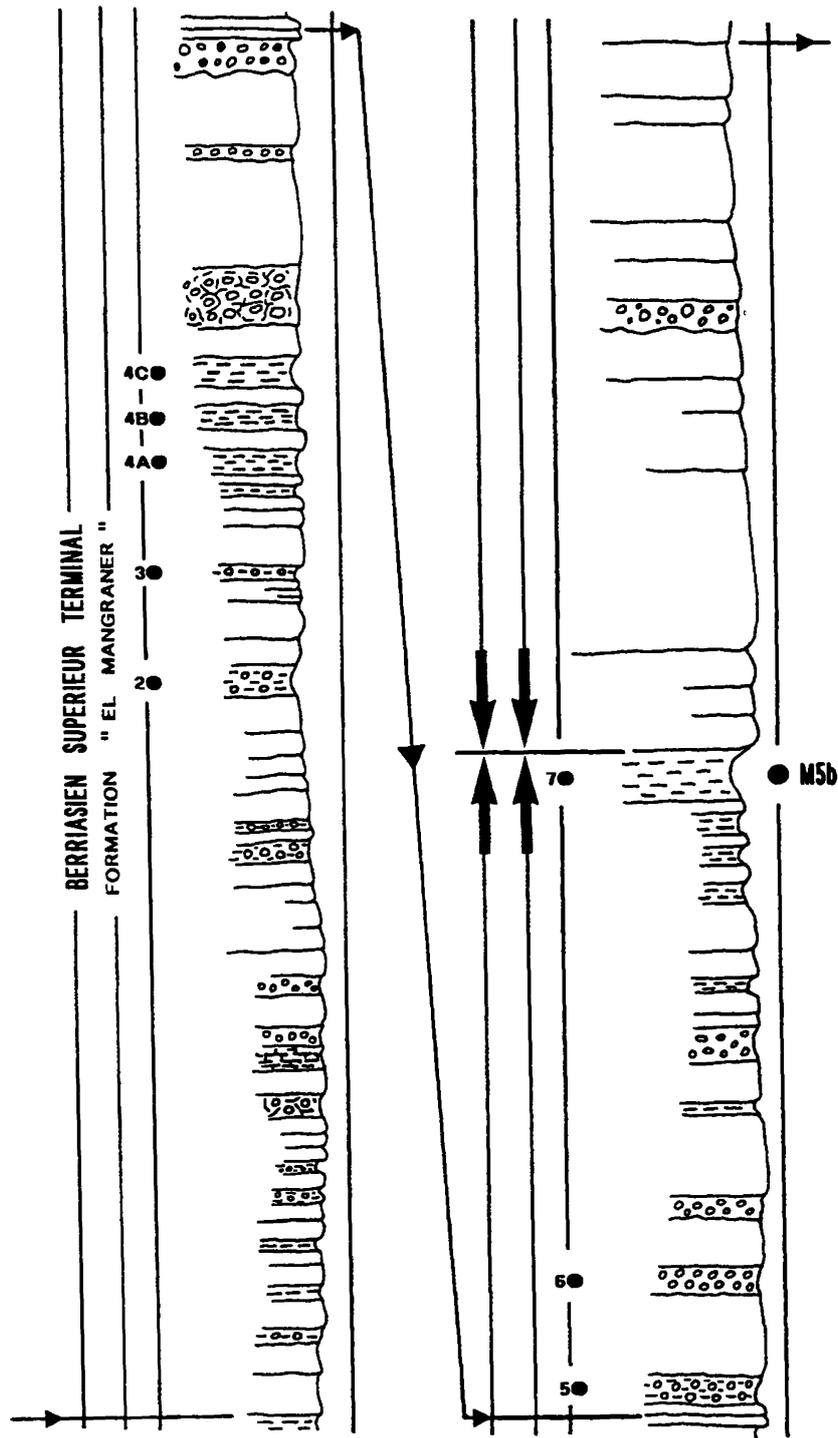


FIG. 3. - B

(formes primitives), *Perimneste micrandra*, *Perimneste ancora*, *Hemiclavator adnatus*, *Hemiclavator neimongolensis paucibracteatus*, *Favargerella stellata*, *Porochara maestatica*, *Mesochara* gr. *harrisi*. Ostracodes : *Cypridea* spp., *Macrodentina* (*Dictyocythere*) sp., *Asciocythere* sp., *Schuleridea* sp., *Paracypris* sp. Gastéropodes : opercules de *Cyclophoroidea*, autres spp. indéterminés. Foraminifères benthiques : Orbitolinidés (éch. 16 avec *Paracoskinolina* sp.), Choffatelles, Ataxophragmiidés.

Dasycladacées (très abondantes). Cyanophytes : *Cayeuxia* sp. Echinidés (radioles). Vertébrés : dents broyeuses de Pycnodontes (Téléostéens, Actinoptérygiens).

Dans la partie terminale de la Formation El Cantaperdius, un très important niveau d'émergence est représenté par des argiles latéritiques ferrugineuses à pisolithes (éch. 19, fig. 3E). Il s'agit là de prébauxites nommées argiles latéritiques « de type 2 », qui forment « un seul niveau marneux à la base du Barrémien »

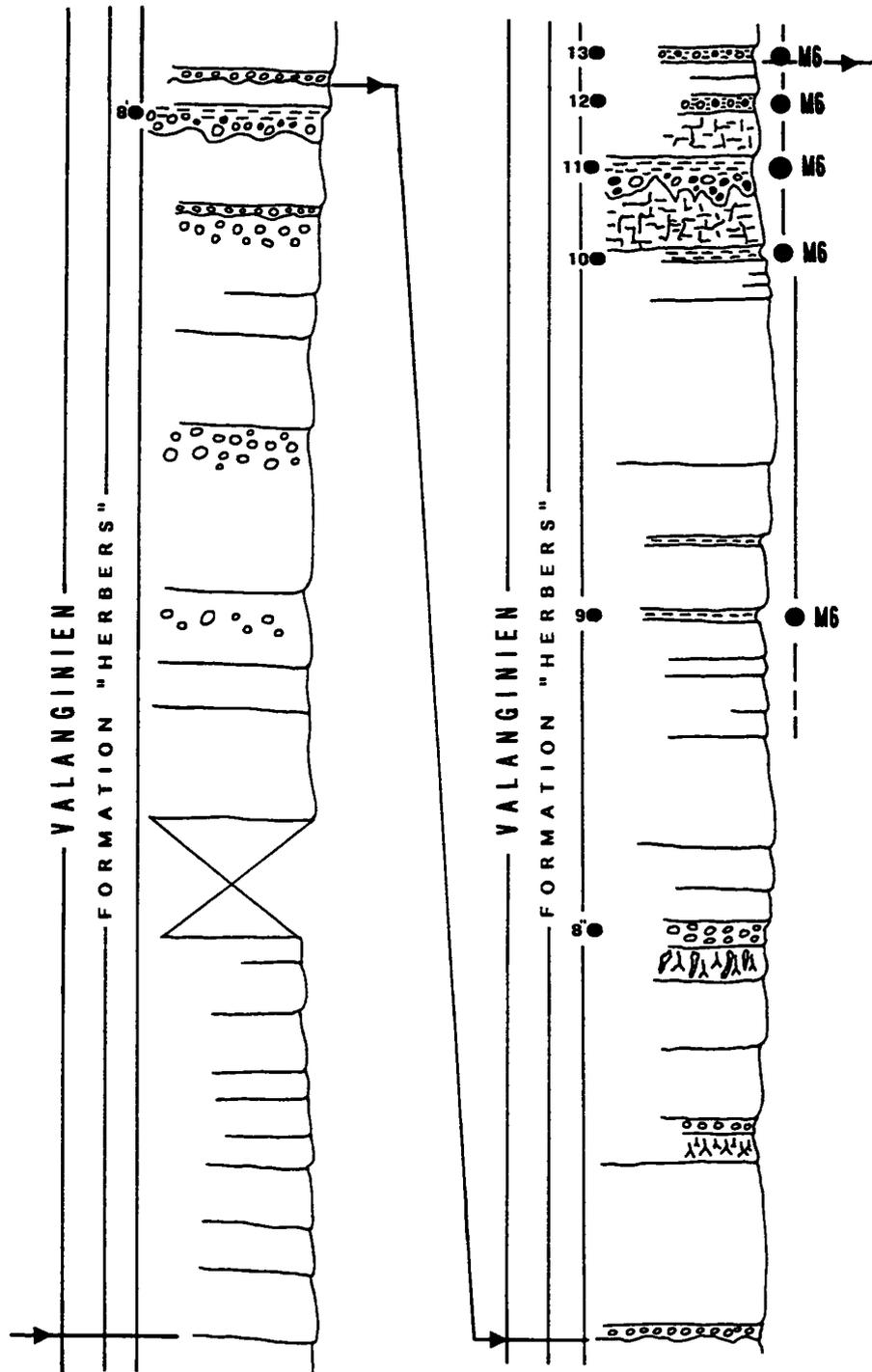


FIG. 3. - C

[Combes, 1969 ; p. 247]. Il est intéressant de relever que le sédiment de ces argiles latéritiques « de type 2 » appartient à l'Hauterivien terminal d'après son contenu micropaléontologique, alors que l'altération pédogénétique très poussée traduit l'installation d'un milieu franchement continental au Barrémien inférieur, une période de très bas niveau marin caractérisée par des dépôts de bordure de plate-forme [Arnaud-Vanneau et Arnaud, 1991]. L'inventaire micropaléontologique de ces argiles latéritiques est le suivant :

*Géologie Alpine*, 1996, t. 72

- Echantillon MAN 19 :

Charophytes : *Globator trochiliscoides mutabilis* (formes primitives), *Perimneste micrandra*, *Perimneste ancora*, *Hemiclavator adnatus*, *Flabellochara harrisi*, *Favargerella stellata*, *Porochara maestratica*, *Mesochara* gr. *harrisi*. Ostracodes : *Cypridea* spp., *Theriosynoecum* sp., *Timiriasevia* sp., *Macrodentina* (*Dictyocythere*) sp., *Paracypris* sp. Gastéropodes : opercules de *Cyclophoroidea*, autres spp. indéterminés. Dasycladacées. Cyanophytes : *Cayeuxia* sp. Echinidés

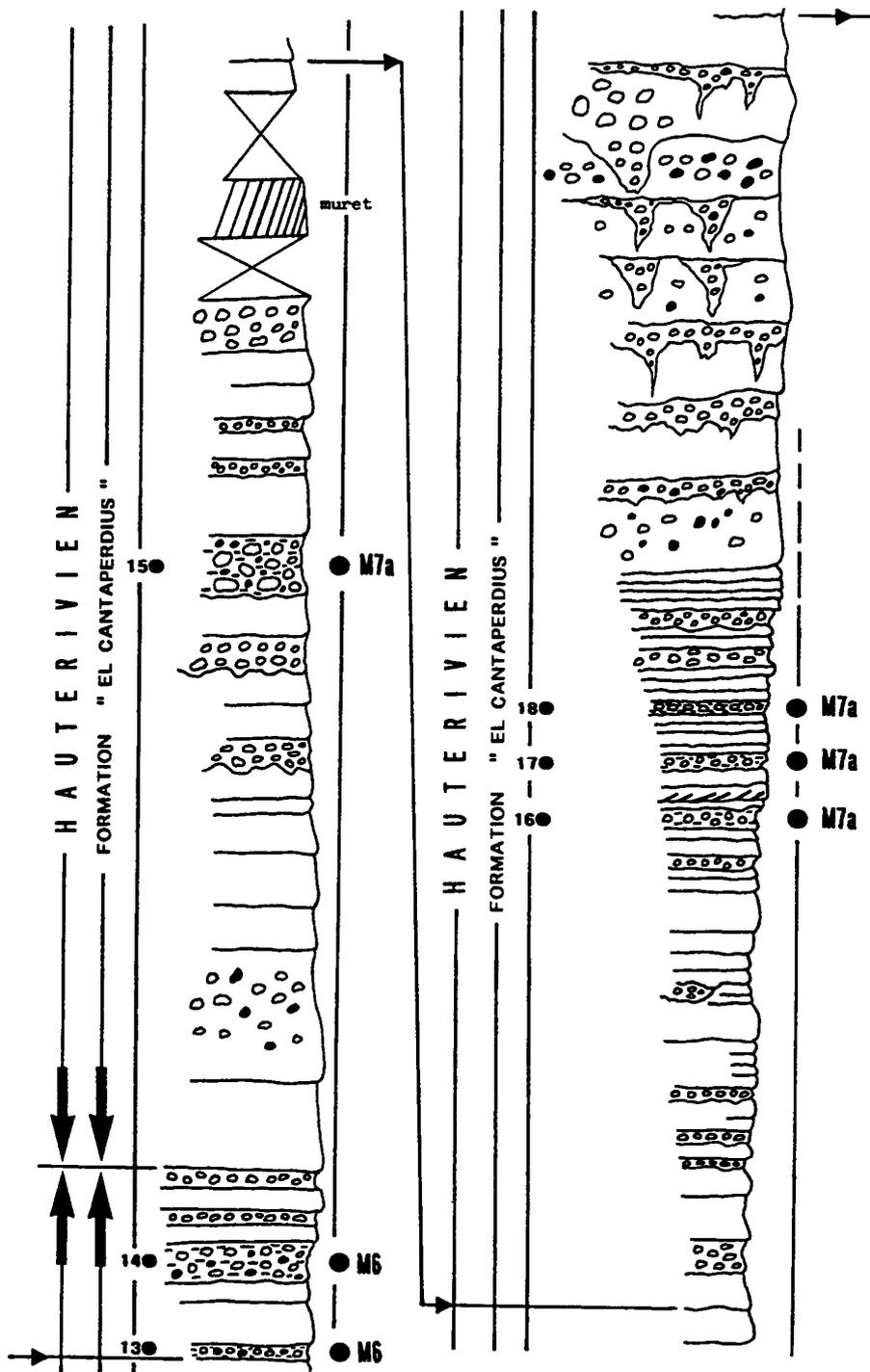


FIG. 3. - D

(radioles). Vertébrés : dents broyeuses de Pycnodontes (Téléostéens, Actinoptérygiens).

Le sommet de la Formation El Cantaperdius présente aussi de remarquables calcaires rubéfiés et ferrugineux, bréchifiés et karstifiés, de couleur bariolée jaune-rouge, qui correspondent aux argiles latéritiques « de type 3 » (moins altérées que celles « de type 2 ») décrites au Cabo del Termino par Combes [1969 ; p. 245]. Ces argiles latéritiques « de type 3 » se rapportent à une seconde phase émergitive, toutefois moins accentuée,

d'âge barrémien supérieur et leur contenu micropaléontologique caractérise la Cénozone continentale M8a. A ce propos, il faut signaler ici que l'association de Charophytes de la Cénozone M8a signalée par Combes [1969 ; p. 204-205, éch. g] n'a pas pu être retrouvée dans la coupe d'El Mangraner malgré de patientes recherches. Ceci s'explique d'une part par l'absence totale de marnes au niveau des calcaires rubéfiés du Barrémien supérieur de la coupe d'El Mangraner et aussi parce que le seul niveau marneux directement

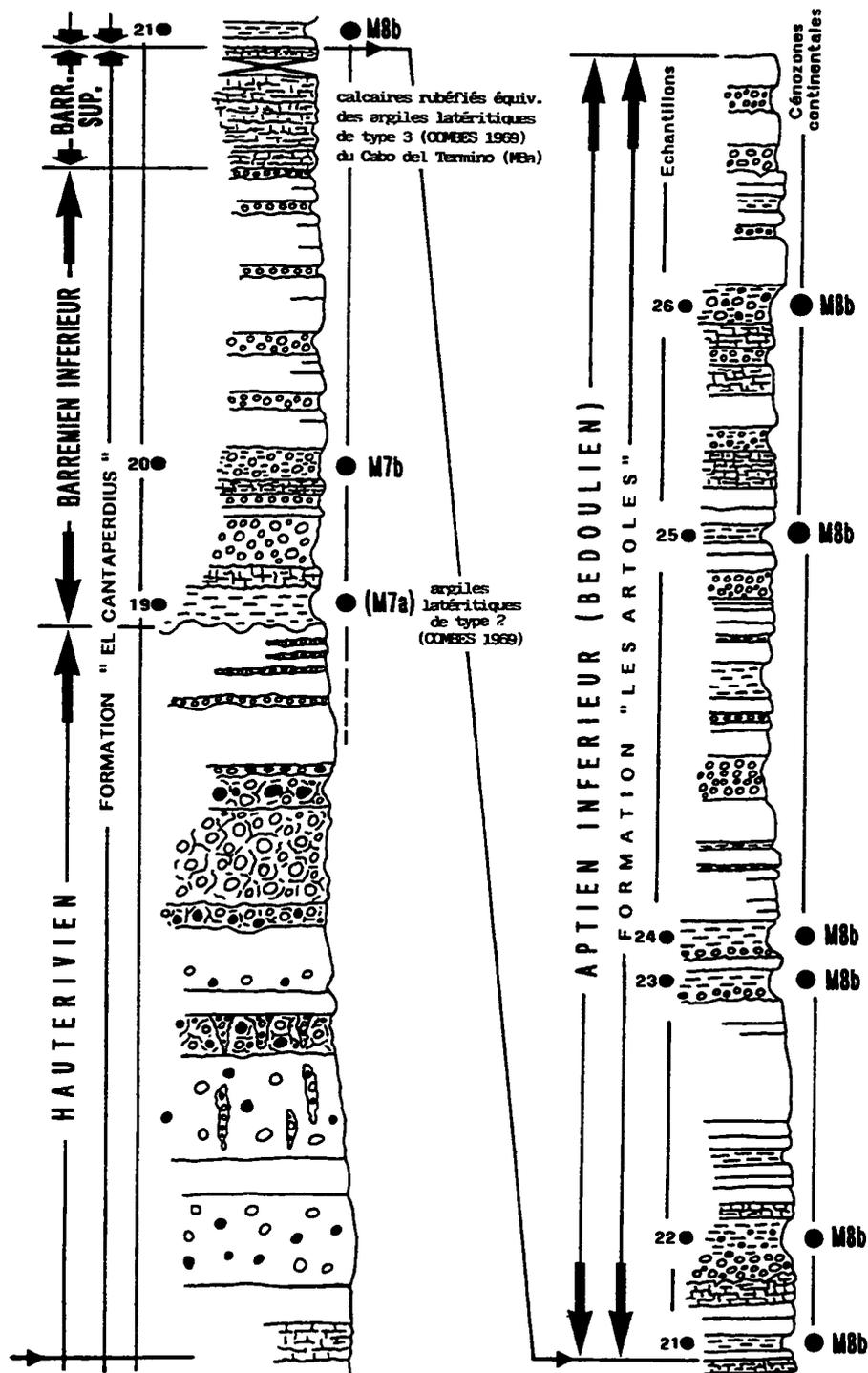


FIG. 3. - E

sous-jacent (éch. 20, fig. 3E) n'a livré que des Charophytes caractérisant la Cénozone continentale M7b du Barrémien inférieur. L'inventaire micropaléontologique de cet échantillon se répartit ainsi :

- Echantillon MAN 20 :

Charophytes : *Atopochara trivolvris triquetra* (petites formes primitives), *Perimneste micrandra*, *Perimneste ancora*, *Flabellochara harrisi*, *Favargerella stellata*, *Porochara maestratica* (population polymorphe avec gyrogonites de tailles très variables). Ostracodes :

*Cypridea* spp., *Theriosynoecum* sp., *Fabanella boloniensis*. Gastéropodes : opercules de *Cyclophoroidea*, autres spp. indéts.

Dès lors, il est probable que l'association de Charophytes M8a ne provient pas directement de la coupe d'El Mangraner, mais plutôt des échantillons de la région voisine de la Masia de San Miguel située environ 15 km plus au NNW [Combes, 1969 ; p. 226 et 249]. Les calcaires rubéfiés du Barrémien supérieur font place vers le haut à la Formation Les Artoles (passage

visible au bord de la piste d'El Mangraner), qui est constituée de dépôts marno-calcaires mixtes lagunolacustres et marins de couleur grise à verdâtre (fig. 3E), dont le contenu micropaléontologique caractérise la Cénozone continentale M8b d'âge aptien inférieur (Bédoulien). Les remarquables niveaux chenalisés de brèches conglomeratiques à cailloux noirs et de marnes vertes de la Formation Les Artoles (éch. MAN 21 à 26, fig. 3E) ont livré l'association micropaléontologique suivante, particulièrement abondante dans les échantillons 25 et 26 :

- Echantillons MAN 21-22-23-24-25-26 :

Charophytes : *Globator trochiliscoides trochiliscoides*, *Atopochara trivolvris triquetra* (formes évoluées de grande taille), *Favargerella lata*, *Porochara maestrica*, *Mesochara* gr. *harrisi*. Ostracodes : *Cypridea* spp., *Fabanella boloniensis*, *Macrodentina (Dictyocythere)* sp., *Timiriasevia* sp., *Cetacella* sp. Gastéropodes : opercules de *Cyclophoroidea*, autres spp. indéterminés. Lamellibranches (débris indéterminés). Ostracodes marins : *Cythereis* sp., *Schuleridea* sp. Foraminifères benthiques : Orbitolinidés (*Orbitolinopsis* sp., *Paleodictyoconus* ? sp.), Choffatelles, Miliolites. Dasycladacées. Echinidés (radioles et plaques).

Le levé de la coupe d'El Mangraner a été interrompu au niveau d'une importante barre calcaire massive très tectonisée, située en face de l'emplacement d'une propriété clôturée ; mais un échantillonnage réalisé dans

le prolongement des dépôts de la Formation Les Artoles (sur environ 1 km) a livré le même assemblage typique de la Cénozone M8b, avec en plus : Charophytes : *Hemiclavator neimongolensis neimongolensis*, *Clypeator combei*. Ostracodes : *Cypridea gigantissima* MOJON, 1990 [in Mojon et Médus, 1990]. Ostracodes marins : *Hechticythere derooi* (OERTLI, 1958) de l'intervalle Bédoulien (partie supérieure)-Albien inférieur, dans le cas présent d'âge un peu plus jeune que le Gargasien. Foraminifères benthiques : Cunéolines. Lamellibranches marins : Inocérames et autres formes indéterminées.

### 3.2. Description de la coupe de Les Rases (fig. 5)

La coupe de Les Rases, très réduite (environ 21 m de dépôts sédimentaires carbonatés), débute par des calcaires marneux gris clair, qui ont livré une association paucispécifique de microfossiles berriasiens autorisant l'attribution à la Formation La Pleta d'un âge berriasien supérieur [Martin-Closas, 1989]. L'inventaire micropaléontologique de ce niveau est le suivant :

- Echantillon LR 1 :

Charophytes : *Porochara jaccardi*, *Porochara fusca*. Ostracodes : *Fabanella boloniensis*, *Macrodentina (Dictyocythere)* sp., *Paracypris* sp. Gastéropodes : *Gyraulus* sp., autres spp. indéterminés.



FIG. 4. – Coupe de Les Rases (Province de Teruel, Espagne). A : vue générale, où l'horizon-type de marne lacustre grise ayant livré le *Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp. est indiqué par \* (flèche).

FIG. 4. – Les Rases section (Teruel Province, Spain). A : general view, where the reference-type layer of grey lacustrine marls with *Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp. is indicated by \* (arrow).



FIG. 4. – Coupe de Les Rases (Province de Teruel, Espagne). B : vue de détail d'un niveau de brèche conglomératique à galets noirs du Barrémien inférieur (le marteau mesurant 31,5 cm donne l'échelle).

FIG. 4. – *Les Rases section (Teruel Province, Spain). B : detailed view of a Lower Barremian brecciated conglomeratic layer with black pebbles (scale indicated by hammer 31,5 cm length).*

Au-dessus, après une zone couverte d'environ 6 m, se développe un ensemble remarquable de faciès d'estran et laguno-lacustres à continentaux comprenant des calcaires microbréchiques gris, des brèches conglomératiques à gros galets noirs (mesurant jusqu'à 20 cm), des marnes et des calcaires rubéfiés appartenant tous à la Formation Mirambell (= Formation des Marnes de Mirambell) d'âge barrémien. Les marnes lacustres de couleur grise surmontant les brèches conglomératiques sont caractérisées par l'association de Charophytes de la Cénozone continentale M7b du Barrémien inférieur. Les brèches conglomératiques présentent des traces de pédogénèse (paléosols) et des blocs arrondis parfois de grande taille correspondant à de brusques accumulations de matériaux (« debris flows ») érodés et remaniés à partir des vastes aires émergées du Barrémien inférieur où se sont constituées les argiles latéritiques « de type 2 ». A ce propos, les marnes lacustres non altérées de l'échantillon 2 de la coupe de Les Rases présentent une grande abondance de pisolithes remaniées, tout à fait comparables à celles des argiles latéritiques « de type 2 » de l'échantillon 19 de la coupe d'El Mangraner. Toutefois, la présence de microfossiles marins dans les échantillons 4 et 6 de la coupe de Les Rases indique une lente remontée du niveau marin avant une seconde phase émergitive barrémienne caractérisée par les calcaires rubéfiés ferrugineux de couleur jaune-ocre, qui sont bréchifiés et karstifiés par de la dissolution due à l'altération météorique et représentent ainsi l'équivalent

des argiles latéritiques « de type 3 » du Barrémien supérieur. L'inventaire micropaléontologique de la Formation Mirambell dans la coupe de Les Rases est le suivant :

- Echantillon LR 2 :

Charophytes : *Globator trochiliscoides mutabilis* (formes évoluées), *Atopochara trivolvis triquetra* (petites formes primitives), *Perimneste micrandra*, *Perimneste ancora*, *Flabellochara harrisi*, thalles de Clavatoracées indét. Ostracodes : *Cypridea* sp. Gastéropodes indét.

- Echantillons LR 3-4-5 :

Charophytes : *Globator trochiliscoides mutabilis* (formes évoluées), *Atopochara trivolvis triquetra* (petites formes primitives), *Perimneste micrandra*, *Perimneste ancora*, *Flabellochara harrisi*, *Hemiclavator adnatus*, *Favargerella stellata*, *Porochara maestratica*. Ostracodes : *Cypridea* spp., *Theriosynoecum* sp., *Timiriasevia* sp. Gastéropodes : opercules de *Cyclophoroidea*, *Provalvata* sp., *Gyraulus* sp., autres spp. indét. Ostracodes marins (éch. 4) : *Cythereis* sp. Foraminifères benthiques (éch. 4) : Orbitolinidés (*Eopalarbitolina* ? sp.), Choffatelles. Cyanophytes : *Cayeuxia* sp.

- Echantillon LR 6 (marnes ferrugineuses, passage au Barrémien supérieur) :

Charophytes : *Atopochara trivolvis triquetra* (petites formes primitives se rapprochant des types plus évolués), *Perimneste micrandra* (morphotypes



## 4. – TAXONOMIE (DESCRIPTION DES NOUVEAUX TAXONS)

Les nouveaux taxons présentés et décrits dans ce travail se rapportent aux sous-familles des *Atopocharoideae* (genre *Globator*) et des *Clavatoroideae* (genre *Favargerella* n. gen.). Pour rappel, les *Atopocharoideae* sont caractérisées par des utricules à symétrie d'ordre 3 qui comportent une seule couche formée de 3 groupes semblables de cellules correspondant chacun à un faisceau ramifié, alors que les *Clavatoroideae* présentent des utricules normalement à symétrie bilatérale et constitués de 2 couches, l'une interne et parfois seule présente est formée de petits éléments isodiamétriques, l'autre externe et structurée est constituée de cellules le plus souvent allongées [Grambast, 1969]. Tous les spécimens figurés dans ce travail ainsi que le matériel de référence cité font partie de la collection de l'auteur.

Embranchement : *CHAROPHYTA* MIGULA, 1890  
 Ordre : *CHARALES* LINDLEY, 1836  
 Famille : *CLAVATORACEAE* PIA, 1927  
 Sous-famille : *ATOPOCHAROIDEAE* PIA emend. GRAMBAST, 1969  
 Genre : *GLOBATOR* GRAMBAST, 1966a

*Globator fallax* n. sp.  
 (pl 1, fig. 2A à 2J)

non 1986 - *Globator incrassatus* n. sp. ; Martin-Closas et Grambast-Fessard, p. 43-45, pl. 9, fig. 8 à 11.

non 1989 - *Globator maillardii* var. *incrassata* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) nov. comb. ; Martin-Closas, p. 314-315, pl. 11, fig. 3 et 4.

**Origine du nom** : du latin *fallax* signifiant « qui trompe ou induit en erreur ». Fait référence à la confusion établie entre ce taxon et le *Globator incrassatus* MOJON due à leur grande ressemblance.

**Types** : holotype (pl. 1, fig. 2A) ; paratypes (pl. 1, fig. 2 B-J) ; échantillon 11 de la coupe d'El Mangraner.

**Localité et horizon-type** : coupe d'El Mangraner, barrage de Castellón sur le Rio Cenia, Province de Castellón, Espagne. Horizon de marne lacustre beige (30 cm) au-dessus d'un important niveau de brèche conglomératique à cailloux noirs, dans la partie supérieure des Calcaires de Herbers d'âge valanginien (échantillon 11, fig. 2 B-C et 3C).

**Matériel étudié** : 115 utricules de l'échantillon 11 de la localité-type d'El Mangraner.

*Géologie Alpine*, 1996, t. 72

**Diagnose** : utricules volumineux présentant en vue externe la symétrie caractéristique d'ordre 3 des *Globator* berriasiens (fig. 6 A-B). La surface des utricules est constituée de 3 groupes cellulaires comprenant chacun une cellule basale courte supportant un faisceau de 3 cellules allongées, ainsi que 4 cellules latérales allongées et superposées 2 à 2.

**Description** : utricules globuleux-arrondis à allongés, avec des cellules larges à forte spiralisation sénestre comme chez le *Globator incrassatus* (pl. 1, fig. 1). Présence d'un col apical court et réduit (pl. 1, fig. 2 A-B-C-F-G-H-I-J), qui constitue un caractère évolué hérité des *Globator* du groupe *nurrensis* du Berriasien supérieur (pl. 2, fig. 1). Par contre, les cellules basales bien développées (pl. 1, fig. 2 A-C-F-I-J) et les sutures séparant les cellules latérales allongées (pl. 1, fig. 2B) traduisent la résurgence de caractères primitifs présents chez le *Globator incrassatus* du Berriasien moyen, qui avaient fortement régressés voire disparus chez les *Globator* du groupe *nurrensis*. Pore apical large possédant une configuration en rosace (pl. 1, fig. 2D).

**Dimensions** : longueur = 1250 à 1650 µm ; largeur = 950 à 1350 µm.

**Attribution stratigraphique** : le *Globator fallax* caractérise dans le NE de l'Espagne et en Basse-Provence (carrière du Fort St-Antoine à Toulon ; point de référence 892.125/3099.700, feuille IGN 3346 ; échantillon 695 de la collection Grambast conservée au Laboratoire de Paléobotanique de l'Université de Montpellier II) la Cénozone continentale M6 attribuée au Valanginien (cf. paragraphe 5.3.7. de ce travail). Au niveau de la stratigraphie séquentielle, cette attribution est basée sur la corrélation de l'événement émersement des Marnes d'Arzier A du Jura suisse occidental placées dans la partie supérieure de la Zone à *Pertransiens* [Valanginien inférieur ; Blanc, 1996] avec celui représenté par les marnes lacustres des Calcaires de Herbers du Maestrazgo et des Calcaires blancs supérieurs de la Basse-Provence [Virgone, 1997].

**Remarques (rapports et différences)** : d'après les observations ci-dessus, le *Globator fallax* est proche du *Globator incrassatus* et du *Globator nurrensis steinhauseri* MOJON en rappelant par certains caractères (forte taille et spiralisation, cellules basales et sutures cellulaires latérales bien développées, présence d'un col apical) l'une ou l'autre de ces formes. Toutefois, par rapport à celles-ci, les morphotypes du *Globator fallax* se différencient suffisamment pour justifier la création d'une nouvelle espèce. Selon les données présentées ici et en suivant les observations de Mojon [*in* Détraz et Mojon, 1989], il est dès lors possible de préciser et de rectifier les points suivants :

1. Le niveau-type où L. Grambast avait récolté la population de *Globator fallax* ayant servi de référence à Martin-Closas et Grambast-Fessard [1986] pour définir à tort le *Globator incrassatus* et qui n'avait pu être localisé par ces auteurs, a été retrouvé et mis en évidence dans la coupe d'El Mangraner (échantillon 11 des Calcaires de Herbers, fig. 2C et 3C) parmi 6 horizons de marnes laguno-lacustres de la partie supérieure de la Formation de Herbers caractérisés de même par le *Globator fallax*.

2. Par rapport au travail de Martin-Closas [1989], l'âge berriasien moyen des véritables types du *Globator incrassatus* localisés dans la partie inférieure du Marbre bâtard du Jura suisse occidental [Détraz et Mojon, 1989; Blanc et Mojon, 1996] est incompatible avec l'attribution au Valanginien des Calcaires de Herbers du Maestrazgo. A ce sujet, les âges respectifs du Marbre bâtard et des Calcaires de Herbers considérés pendant longtemps comme valanginiens n'étaient pas établis avec certitude à l'époque où Grambast [1974] proposa la première biozonation de Charophytes du Crétacé inférieur. De plus, la partie inférieure de la coupe d'El Mangraner a livré déjà environ 80 m au-dessous des niveaux à *Globator fallax* des Calcaires de Herbers une population typique de *Globator nurrensis steinhauseri* (échantillon 1 de la Formation El Mangraner, fig. 3A) caractérisant la Cénozone continentale M5b d'âge berriasien terminal [Zone à *Boissieri*, sous-zone *Otopeta*; cf. coupe de la Pointière en Chartreuse occidentale d'après Mojon in Blanc, 1996].

3. Au sujet des tailles mesurées, le *Globator incrassatus* est plus petit (longueur = 950 à 1350  $\mu\text{m}$ ; largeur = 700 à 1200  $\mu\text{m}$ ), de même que le *Globator nurrensis steinhauseri* (longueur = 950 à 1100  $\mu\text{m}$ ; largeur = 700 à 1000  $\mu\text{m}$ ) pour lequel les données présentées par Mojon [in Détraz et Mojon, 1989] doivent être révisées en incluant dans la population-type du Molard de Vions (Jura français méridional) les formes attribuées à *Globator nurrensis nurrensis* (PECORINI) GRAMBAST [fig. 7E à 7H in Détraz et Mojon, 1989], qui partagent le même génôme et constituent un ensemble génétique homogène permettant de compléter ainsi les dimensions relatives aux utricules de la sous-espèce *steinhauseri*. Enfin, il faut relever que les dimensions citées par Martin-Closas et Grambast-Fessard [1986] pour la population-type du *Globator fallax* (= ex-*Globator incrassatus*; longueur = 1350 à 1925  $\mu\text{m}$ ; largeur = 1250 à 1425  $\mu\text{m}$ ) sont nettement exagérées, probablement à la suite d'importantes erreurs dans les mensurations effectuées en microscopie optique.

4. Pour conclure, il ressort clairement des diverses remarques ci-dessus que le *Globator fallax* a été confondu par Martin-Closas et Grambast-Fessard [1986], puis par Martin-Closas [1989], avec le *Globator incrassatus* dont la figuration et la description originales ont été réalisées en premier lieu par Mojon

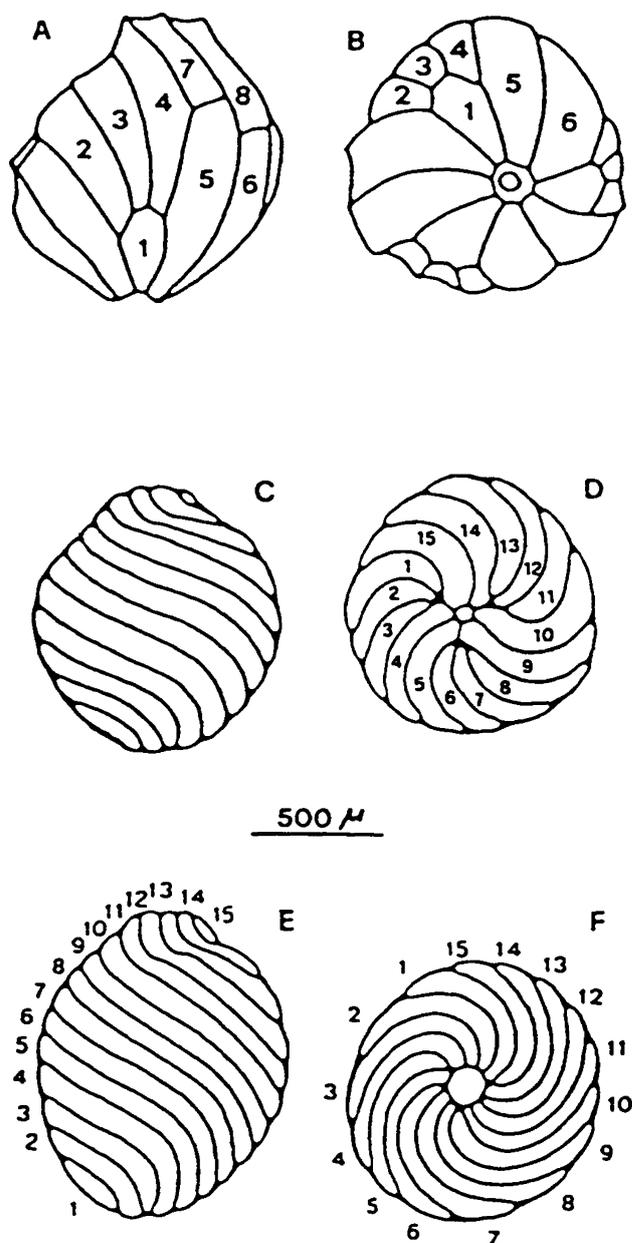


FIG. 6. - Schémas structurels de référence des 3 stades évolutifs successifs des utricules du genre *Globator*. A-B : *Globator* du Berriasien - Valanginien (type du *Globator incrassatus* MOJON) avec cellules basales bien développées. 1 = cellules basales. 2-3-4 = faisceaux de 3 cellules allongées. 5-6-7-8 = faisceaux de 4 cellules allongées et adjacentes, groupées 2 par 2. C-D : *Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp. de l'Hauterivien - Barrémien inférieur avec cellules basales vestigiales. E-F : *Globator trochiliscoides trochiliscoides* GRAMBAST du Barrémien supérieur-Bédoulien sans cellules basales (1 à 15 = cellules spiralées sénestres, allongées et indivises). A-C-E : utricules en vues latérales. B-D-F : utricules en vues basales.

FIG. 6. - Reference structural schemes showing the 3 evolutive and successive stages of the utricles in the genus *Globator*. A-B : Berriasian - Valanginian *Globator* (after the reference-type of the *Globator incrassatus* MOJON) with well developed basal cells. 1 = basal cells. 2-3-4 = set of 3 elongated cells. 5-6-7-8 = set of 4 elongated and adjacent cells, connected 2 by 2. C-D : *Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp. of the Hauterivian - Lower Barremian with vestigial basal cells. E-F : *Globator trochiliscoides trochiliscoides* GRAMBAST of the Upper Barremian-Bédoulian without basal cells (1 to 15 = sinistrally spiralized cells, elongated and undivided). A-C-E : utricles in lateral views. B-D-F : utricles in basal views.

[in Détraz et Mojon, 1989]. Par conséquent, l'attribution de cette espèce revient à ce dernier auteur et sa citation correcte en tant que référence doit s'énoncer ainsi : *Globator incrassatus* MOJON, 1989 [in Détraz et Mojon, 1989].

***Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp.**

(pl. 2, fig. 2A à 2J)

1986 - *Globator trochiliscoides* GRAMBAST, 1966a ; Martin-Closas et Grambast-Fessard, p. 46-49, pl. 10, fig. 1-4.

1989 - *Globator maillardii* var. *trochiliscoides* (GRAMBAST, 1966a) nov. comb. ; Martin-Closas, p. 318-321, pl. 11, fig. 7-10.

**Origine du nom :** du latin *mutabilis* signifiant « changeant, variable, qui peut se transformer ». Fait référence aux cellules basales vestigiales plus ou moins bien développées sur les utricules.

**Types :** holotype (pl. 2, fig. 2A) et paratypes (pl. 2, fig. 2 B-H) du Barrémien inférieur (échantillon 2 de la coupe de Les Rases) ; paratypes de l'Hauterivien (pl. 2, fig. 2 I-J ; échantillon 16 de la coupe d'El Mangraner).

**Localité et horizon-type :** coupe de Les Rases, vallée du Rio Bergantès, Province de Teruel, Espagne. Horizon de marne lacustre grise (1 mètre) d'âge barrémien inférieur, dans la partie inférieure de la Formation de Mirambell (échantillon 2, fig. 4A et 5).

**Matériel étudié :** 188 utricules de l'échantillon 2 de la localité-type de Les Rases et 20 utricules des gisements de la Cénozone M7a (Hauterivien) de la Formation d'El Cantaperdius dans la coupe d'El Mangraner (fig. 3D).

**Diagnose :** la morphologie générale (forme, taille, spiralisation) des utricules de *Globator trochiliscoides mutabilis* est en apparence très proche de celle du type de *Globator trochiliscoides trochiliscoides* (fig. 6E), mais avec une structure qui correspond encore à celle de *Globator nurrensis steinhauseri* d'après la présence d'un col apical réduit et surtout de cellules basales vestigiales dessinant nettement une symétrie caractéristique d'ordre 3 très apparente (fig. 6D).

**Description :** utricules de grande taille, globuleux-arrondis à allongés, avec une spiralisation sénestre bien développée et une absence totale de sutures divisant les cellules latérales allongées. Les formes primitives de l'Hauterivien (Cénozone continentale M7a ; Pl. 2, fig. 2 I-J) se distinguent de celles du Barrémien inférieur (Cénozone continentale M7b ; fig. 2 A-H) d'après la

taille des cellules basales vestigiales. Les utricules attribués à l'Hauterivien possèdent toujours des cellules basales vestigiales très petites, mais bien individualisées (pl. 2, fig. 2J'), alors que ceux plus évolués du Barrémien inférieur présentent dans la plupart des cas des cellules basales vestigiales beaucoup plus réduites (pl. 2, fig. 2G'-H'). Dans l'Hauterivien, les utricules à cellules basales vestigiales encore bien développées sont seuls présents, alors qu'ils ont presque disparu dans les populations du Barrémien inférieur où ils peuvent toutefois coexister exceptionnellement [Martin-Closas, 1989 ; pl. 11, fig. 8] avec un type dominant à cellules basales vestigiales parfois réduites à l'état de filament linéaire [Martin-Closas, 1989 ; pl. 11, fig. 10]. En revanche, la taille ainsi que la morphologie générale des formes primitives et évoluées de *Globator trochiliscoides mutabilis* ne varient pas de façon significative entre l'Hauterivien et le Barrémien inférieur. Seul le critère basé sur le degré de développement des cellules basales vestigiales au niveau d'une population d'utricules permet de distinguer clairement une appartenance aux Cénozones continentales M7a ou M7b. Enfin, il faut signaler que l'état de conservation des formes primitives de l'Hauterivien est souvent médiocre (usure, fragmentation, perforations) du fait des influences marines très accentuées impliquant un remaniement important des sédiments dans les milieux côtiers margino-littoraux de cette période.

**Dimensions :** longueur = 900 à 1150 µm ; largeur = 750 à 1000 µm.

**Attribution stratigraphique :** Hauterivien (formes primitives) et Barrémien inférieur du NE de l'Espagne, où les utricules de type évolué du *Globator trochiliscoides mutabilis* et ceux des formes primitives de petite taille de *Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST (pl. 3, fig. 1 A-E) permettent de caractériser conjointement la Cénozone M7b d'âge barrémien inférieur. Ces attributions stratigraphiques à l'Hauterivien et au Barrémien inférieur résultent de nouvelles données concernant la stratigraphie séquentielle et la biostratigraphie des Orbitolinidés (cf. paragraphe 5.3.9.3. de ce travail). Selon ces mêmes données, il est utile de préciser ici que dans le NE de l'Espagne le Barrémien supérieur peut être représenté localement par des calcaires rubéfiés (coupe d'El Mangraner, fig. 3E) ou des argiles latéritiques dites « de type 3 » [Combes, 1969] bien développées au Cabo del Termino et dans d'autres coupes étudiées par Martin-Closas [1989 ; Herbers-Mas de Petxi, Barranc de l'Escresola]. Au Cabo del Termino, ces argiles latéritiques attribuées au Barrémien supérieur ont livré la flore de Charophytes caractérisant la Cénozone continentale M8a, soit les holotypes de : *Globator trochiliscoides trochiliscoides* GRAMBAST, 1966a ; *Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST, 1968 (utricules de type évolué, mais dont les dimensions sont en moyenne intermédiaires par rapport

aux morphotypes du Barrémien inférieur et de l'Aptien inférieur); *Ascidiella iberica* GRAMBAST, 1966b (utricules rares et en général mal conservés) et *Perimneste vidua* GRAMBAST, 1967.

Sous-famille : *CLAVATOROIDEAE* PIA emend. GRAMBAST, 1969

Genre : *FAVARGERELLA* n. gen.

*Favargerella stellata* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) n. comb. (pl. 3, fig. 2A à 2H)

1986 - *Embergerella stellata* nov. spec. ; Martin-Closas et Grambast-Fessard, p. 31-33, pl. 7, fig. 7-9.

1989 - *Embergerella stellata* MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986 ; Schudack, p. 421-422, pl. 4, fig. 6-8.

1989 - *Ascidiella stellata* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) nov. comb. ; Martin-Closas, p. 281, pl. 8, fig. 1-3.

1993 - *Ascidiella stellata* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) MARTIN-CLOSAS, 1989 ; Schudack, p. 84, pl. 11, fig. 5-6, non fig. 7-8.

1994 - *Ascidiella stellata* var. *stellata* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) MARTIN-CLOSAS, 1989 ; Martin-Closas et Salas, p. 39, fig. 2.8.1.

1996 - *Ascidiella stellata* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) MARTIN-CLOSAS, 1989 ; Martin-Closas, p. 281-282, fig. 14, 1-3.

*Favargerella lata* (MARTIN-CLOSAS, 1989) n. comb. (pl. 3, fig. 1 F-G)

1989 - *Ascidiella stellata* var. *lata* nov. var. ; Martin-Closas, p. 282-283, pl. 8, fig. 4-8.

1993 *Ascidiella stellata* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) MARTIN-CLOSAS, 1989 ; Schudack, p. 84, pl. 11, fig. 7-8.

1994 - *Ascidiella stellata* var. *lata* MARTIN-CLOSAS, 1989 ; Martin-Closas et Salas, p. 39, fig. 2.8.2.

1996 - *Ascidiella stellata* var. *lata* nov. var. ; Martin-Closas, p. 282-283, fig. 14, 4-8.

**Origine du nom** : dédié au Dr Claude Favarger, professeur de Botanique à l'Université de Neuchâtel (Suisse) de 1946 à 1985.

**Diagnose** : utricules disposés linéairement sur des rameaux fertiles du thalle (pl. 3, fig. 2 A-H), à couche interne noduleuse et à symétrie bilatérale caractéristique des *Clavatoroideae*. Couche externe formée de (4)-5 empreintes verticillées d'aspect étoilé, constituées chacune de 6 à 7 cellules pétales et aplaties

disposées en rosette, qui rayonnent en s'élargissant à partir d'une petite cellule circulaire marquant le centre de chaque verticille. Sur les utricules isolés parvenus à maturité, les 2 principales empreintes verticillées sont opposées et forment des expansions latérales « en boucliers » définissant une symétrie bilatérale bien apparente (pl. 3, fig. 1G) au-dessus de l'axe principal du rameau portant les utricules. 3 autres empreintes verticillées plus petites et inégalement développées sont disposées de chaque côté et au-dessous des utricules mûrs, en position médiane pour deux d'entre-elles et ventrale pour la troisième qui est aussi la plus réduite (pl. 3, fig. 1F).

**Description** : la diagnose et la description originales de *Favargerella stellata* données par Martin-Closas et Grambast-Fessard [1986] et étendues à *Favargerella lata* par Martin-Closas [1989] font bien ressortir l'aspect étoilé des utricules du genre *Favargerella*. Ces utricules sont oblongs-allongés et d'une taille très variable, en particulier pour *Favargerella stellata*, avec une longueur de 650 à 820 µm, une largeur de 350 à 580 µm et une épaisseur de 400 à 540 µm. Ces dimensions variables ne constituent pas un critère de différenciation spécifique et résultent d'une croissance inégale des utricules en fonction de leur position distale ou proximale (par rapport à l'axe principal du thalle) sur les rameaux fertiles (pl. 3, fig. 2). Les utricules de *Favargerella stellata* présentent un aspect plus fin et une taille plus faible que ceux de *Favargerella lata* en constituant très souvent des rameaux fertiles encore immatures (pl. 3, fig. 2), ce qui n'est jamais le cas chez *Favargerella lata*. Les utricules du genre *Favargerella* sont issus du bourgeonnement et de l'accroissement de noeuds fertiles à disposition linéaire d'après les deux attaches cicatricielles très bien visibles sur chaque utricule isolé. A maturité, la calcification des utricules devait entraîner une certaine rigidité des rameaux fertiles et leur dislocation en fonction de l'agitation des eaux, permettant ainsi la libération et la dissémination des utricules. Comme c'est la règle chez les Clavatoracées, les gyrogonites internes des utricules de *Favargerella* sont constituées de 5 cellules spiralées sénestres et non calcifiées. La plaque basale de ces gyrogonites n'a pas été observée et il n'est pas possible de préciser si celle-ci est simple (indivise) ou composée (bipartite). Les utricules du genre *Favargerella* sont massifs et compacts, et ne présentent aucune trace de pores secondaires ou de canaux internes comme l'ont affirmé Martin-Closas et Grambast-Fessard [1986]. En effet, la couche externe de ces utricules est constituée par la contraction autour d'une gyrogonite tuniquée à surface noduleuse de (4) à 5 verticilles simples et non ramifiés de rameaux courts et applatis (phyloïdes). Les traces de perforations correspondent en fait aux zones cicatricielles d'attache avec le rameau principal portant les utricules (flèches latérales : pl. 3, fig. 1F). De même, la partie centrale des empreintes verticillées ne représente en aucune manière un pore germinatif, celui-ci se

trouvant en réalité au sommet de chaque utricule, entre les expansions latérales « en boucliers » formées par les deux principales empreintes verticillées, à l'emplacement qui correspond à l'extrémité apicale d'une enveloppe interne noduleuse en forme d'urne ou de bouteille comparable à celle de *Hemiclavator adnatus* (pl. 3, fig. 1H). Ces caractères particuliers n'ont donc rien à voir avec ceux des *Embergerella* dont la paroi des utricules ne présente pas de couche interne noduleuse et est constituée par la contraction autour d'une gyrogonite centrale de 3 (*E. triquetra*) à 4 (*E. cruciata*) verticilles composés et ramifiés de phylloïdes cylindriques, qui forment en vue externe les pores secondaires correspondant aux canaux internes (ou « lumières » cellulaires) visibles en section. Une telle configuration des utricules est comparable à celle des *Perimneste* et à ce titre, les *Embergerella* mériteraient d'être rattachées aux *Atopocharoidae* pour lesquelles une symétrie d'ordre 4 (*E. cruciata*) devrait être exceptionnellement admise.

De même, le genre *Favargerella* diffère nettement des *Asciidiella*, dont les utricules de forme arrondi-globuleuse sont de taille beaucoup plus importante et présentent une structure externe nettement plus complexe formée d'une multitude de petites empreintes verticillées irrégulières. Enfin, il faut souligner ici que dans le cas des genres *Embergerella* et *Asciidiella*, la position des utricules sur les thalles n'est pas connue.

**Attribution stratigraphique :** dans le NE de l'Espagne, *Favargerella stellata* est un taxon couramment répandu dans l'intervalle Berriasien terminal (Cénozone M5b) - Barrémien inférieur (Cénozone M7b), alors que *Favargerella lata* caractérise le Barrémien supérieur (Cénozone M8a) et le Bédoulien (Cénozone M8b) d'après les paragraphes 5.3.5. à 5.3.10. de ce travail.

**Remarques (rapports et différences) :** les termes de variétés utilisés par Martin-Closas [1989] et Martin-Closas et Salas [1994] pour nommer les taxons du genre *Favargerella* pourraient se rapporter à des sous-espèces à connotation aussi bien écophénotypique qu'évolutive. C'est pourquoi, cette terminologie peu claire a été modifiée car les faits démontrent que ces taxons ne correspondent pas à des écotypes dépendant de conditions paléocologiques particulières, mais plutôt à des espèces bien distinctes morphologiquement qui se succèdent dans le temps et résultent pour ces raisons d'un processus évolutif indubitable. Dans le genre *Favargerella*, la couche interne noduleuse des utricules est typique des *Clavatoroideae* et indique une certaine parenté avec les genres *Clavator*, *Clypeator*, *Flabellochara*, *Nodosoclavator*, *Hemiclavator*, *Pseudoglobator* et *Asciidiella*. La disposition linéaire des utricules sur des rameaux fertiles comparable à celle des *Clavator* et des *Flabellochara* (pl. 4, fig. F et V)

constitue un caractère évolué par rapport à la disposition circulaire des *Echinochara* du Malm ou de *Hemiclavator adnatus* de l'intervalle Valanginien - Barrémien [Martin-Closas, 1989]. Au sujet de cette dernière remarque, les utricules isolés et cassés de *Favargerella stellata* à aspect noduleux (couche interne) dits « nodosoclavatoroïdes » ne présentent aucune structure cellulaire d'attache au thalle comme c'est le cas chez *Hemiclavator adnatus*. Par contre, la disposition « en boucliers latéraux » et la configuration en rosette des empreintes verticillées externes ainsi que la disposition linéaire des utricules du genre *Favargerella* constituent un ensemble remarquable de caractères convergents avec la lignée phylogénétique des *Clypeator-Flabellochara*. D'après les remarques ci-dessus, on peut envisager pour l'utricule de *Favargerella* une origine probable dès le Berriasien terminal (Cénozone M5b) à partir d'un verticille de 6 utricules du type de ceux de *Hemiclavator adnatus*, dont un seul parvient à maturité (les autres étant abortifs et représentés chacun par un empreinte verticillée surnuméraire) et dont la croissance entraîne une dissymétrie progressive de l'utricule avec le développement préférentiel des deux principales empreintes verticillées « en boucliers ». Une autre possibilité serait la redifférenciation du genre *Favargerella* à partir de certaines populations de *Flabellochara harrisi* dont les utricules présentent couramment une régression importante voire presque complète de leur enveloppe externe (paragraphe 5.3.12. de ce travail).

## 5. – BIOZONATION DES CHAROPHYTES DE L'INTERVALLE JURASSIQUE SUPÉRIEUR - CRÉTACÉ DE L'EUROPE OCCIDENTALE

### 5.1. Introduction

L'évolution et la diversification des Clavatoracées (Charophytes) représente une des caractéristiques importantes du Crétacé [Feist et Wang, 1995]. C'est pourquoi, la biozonation des Charophytes de l'intervalle Malm - Crétacé ou biozonation M (biozonation Mojon nommée d'après son auteur) couvrant environ 100 millions d'années (m.a.) est basée essentiellement sur les Clavatoracées en particulier et est constituée de cénozones ou zones d'association de plusieurs taxons, qui s'avèrent d'un usage beaucoup plus précis que les « biozones » établies de façon discutable pour le Crétacé inférieur (tabl. 1) d'après des lieux géographiques [Grambast, 1974] ou d'après plusieurs taxons à extensions chronostratigraphiques non synchrones [Martin-Closas, 1989 ; Martin-Closas et Schudack *in* Riveline *et al.*, 1996]. La biozonation M permet de subdiviser chronologiquement les dépôts margino-littoraux ou continentaux du Malm et de l'ensemble du

Crétacé en 22 cénozones dites « continentales » (tabl. 2) par rapport aux biozonations d'organismes marins (Ammonites, Calpionelles, Foraminifères, Dinokystes, Nannoplanton). L'élaboration de la biozonation M a débuté d'abord pour le Berriasien [Mojon *in* Détraz et Mojon, 1989] et a été complétée progressivement pour constituer un outil de datation et de corrélation supplémentaire complétant la palynologie des aires continentales (spores et pollens). La biozonation M débute dans le Malm avec l'apparition des premières Clavatoracées de la Cénozone continentale nommée M0, en considérant que cette biozonation basée essentiellement sur les Clavatoracées concerne en particulier le Crétacé. La biozonation des Charophytes du Crétacé inférieur a été basée sur les lignées phylogénétiques des *Globator* et des *Perimneste-Atopochara*, formes de relativement grande taille qui présentent l'avantage pratique d'être très couramment répandues et largement réparties en Europe occidentale. Les petites formes des genres *Clypeator*, *Triclypella*, *Hemiclavator*, *Pseudoglobator*, *Favargerella* n. gen. et *Embergerella* utilisées par Martin-Closas [1989] étant beaucoup trop rares et disséminées pour servir de références à une biozonation. De même, le polymorphisme des Porocharacées [Mojon, 1989a, 1989b] ainsi que la relative rareté et le peu de différenciation des Characées rend également ces familles de Charophytes quasiment inutilisables dans un cadre biostratigraphique précis. La biozonation des Charophytes du Crétacé supérieur, établie d'après une synthèse originale des données existantes et déjà publiées, regroupe aussi des *Atopochara* (pour sa partie inférieure) ainsi que d'autres Clavatoracées remarquables telles que les *Septorella* du Maastrichtien, et surtout de nouvelles Characées et Raskyellacées proches de celles du Tertiaire inférieur. Toutefois, les Cénozones continentales M « 13 », M « 14 », M « 15a » et M « 15b » du Crétacé supérieur doivent être placées entre guillemets, car encore provisoires à cause de la lacune d'environ 5 millions d'années du Sénonien inférieur (Coniacien-Santonien) dans la documentation paléontologique des Charophytes. Une corrélation directe des cénozones continentales de Charophytes avec les biozonations des Ammonites ou des Calpionelles n'a pu être établie avec certitude que pour l'intervalle Oxfordien moyen - Kimméridgien inférieur [Mojon et Mouchet, 1992] et le Berriasien [données de Détraz et Mojon, 1989 confirmées par Blanc, 1996]. Pour le reste du Crétacé, toute autre corrélation avec la zonation des Ammonites reste hautement hypothétique. C'est pourquoi, la corrélation de l'échelle biostratigraphique des Charophytes avec les étages du Crétacé est basée en majeure partie sur un découpage séquentiel établi à partir d'événements eustatiques « globaux » caractérisés par la mise en place de faciès marins dans les séries à Charophytes étudiées en Europe occidentale.

## 5.2. Jurassique supérieur (Malm : Oxfordien - Tithonique)

### 5.2.1. Cénozone M0a (Oxfordien moyen - Kimméridgien inférieur basal)

*Echinochara pecki* (MÄDLER, 1952) GRAMBAST, 1965 ;  
*Porochara sulcata* GRAMBAST-FESSARD, 1985 [*in* Grambast-Fessard et Ramalho, 1985] ;  
*Porochara cf. jargaraensis* SHAIKIN & SAIDAKOVSKI, 1976 [*in* Shaïkin, 1976 ; *in* Grambast-Fessard et Ramalho, 1985].

### 5.2.2. Cénozone M0b (Kimméridgien p. p. - Tithonique p. p.)

*Dictyoclavator ramalhoi* GRAMBAST-FESSARD, 1985 [*in* Grambast-Fessard et Ramalho, 1985] ;  
*Clypeator discordis* SHAIKIN, 1976 [*Clypeator* sp. *in* Grambast, 1970 ; extension jusque dans le Berriasien basal qui caractérise également la Cénozone M1a] ;  
*Clavator* sp. 1 J3 [*in* Schudack, 1993].

### 5.2.3. Taxons communs aux Cénozones continentales M0a et M0b

*Porochara jaccardi* (HEER, 1865) MOJON, 1989a ;  
*Porochara* gr. *kimmeridgensis* (MÄDLER, 1952) MÄDLER, 1955 emend. MOJON, 1989b ;  
*Porochara fusca* (MÄDLER, 1952) MÄDLER, 1955 ;  
*Peckisphaera verticillata* (PECK, 1937) GRAMBAST, 1962 ;  
*Aclistochara bransoni* PECK, 1937 emend. PECK, 1957 ;  
*Aclistochara polyspirata* MÄDLER, 1952 ;  
*Aclistochara thörenensis* MÄDLER, 1952 ;  
*Mesochara* gr. *harrisi* (MÄDLER, 1952) SHAIKIN, 1967 ;  
*Mesochara canellata* (MÄDLER, 1952) SHAIKIN, 1967 ;  
*Mesochara voluta* (PECK, 1937) GRAMBAST, 1965 ;  
*Latochara latitruncata* (PECK, 1937) MÄDLER, 1955 ;  
*Latochara collina* PECK, 1957.

### 5.2.4. Remarques sur la biozonation des Charophytes du Jurassique supérieur

En Europe occidentale, *Echinochara pecki* représente la plus ancienne Clavatoracée connue [Oxfordien moyen du Jura septentrional franco-suisse ; Mojon, 1989b] et qui doit être différenciée de *Echinochara spinosa* PECK, 1957 du Malm de l'Amérique du Nord [Kimméridgien - Tithonique ; Kowallis *et al.*, 1991]. En effet, la mise en synonymie de ces deux taxons très proches [Grambast, 1965 ; Martin-Closas, 1989 ; Schudack, 1990 ; Mojon et Mouchet, 1992] a été basée essentiellement sur la structure des thalles (organes végétatifs), qui est identique, et non pas sur celle des fructifications (utricules) très difficile à

Etages	Cénozones continentales (MOJON, ce travail)	Zonation et "âges présumés" selon GRAMBAST (1974)	Zonation et "âges présumés" selon MARTIN-CLOSAS (1989)
Cénomanién	M11	Zone de Simeyrols "Cénomanién"	NON NOMMÉE
Albién	M10	Zone de Zavial "Albién"	"Biozone" à <i>Restricta-Caperata</i> "Albién sup.-Cénomanién?"
Aptien supérieur	M9	Zone de Tincup Creek "Aptien"	"Biozone" à <i>Trivolvis-Lusitanica</i> "Aptien sup.-Albién moyen"
Aptien inférieur	M8b	Zone de San Carlos "Barrémien sup."	"Biozone" à <i>Cruciata-Paucibracteatus</i> "Barrémien sup.-Aptien inf."
Barrémien supérieur	M8a	Zone d'El Mangraner	"Biozone" à s.-z. à <i>Calcitrapus</i> <i>Triquetra-</i> <i>Neimongolensis</i>
Barrémien inférieur	M7b	"Barrémien inf."	s.-z. à <i>Triquetra</i> "Barr. basal- Haut. term."
Hauterivién	M7a	Zone d'Olba "Hauterivién"	"Biozone" à "Hauterivién"
Valanginién	M6	NON RECONNUES	"Valanginién"
Berriasién terminal	M5b	NON RECONNUES	"Berriasién sup. terminal"
Berriasién supérieur	M5a	Zone de la Nurra "Valanginién"	"Biozone" à <i>Nurrensis</i> "Berriasién sup."
Berriasién moyen	M4	Zone de Bienne "Valanginién basal"	"Biozone" à <i>Micrandra-Incrassata</i> "Berriasién moyen"
Berriasién inférieur	M3	Zone de La Chaux "Berriasién"	"Biozone" à <i>Horrida-Maillardii</i> "Tithonique-Berriasién inf."
Tithonique	M2	NON RECONNUES	NON RECONNUES
Kimméridgién	M1b	NON RECONNUES	NON RECONNUES
Oxfordien	M1a	NON RECONNUES	NON RECONNUES
	M0b	NON RECONNUES	NON RECONNUES
	M0a	NON RECONNUES	NON RECONNUES

TABLE 1. - Biozonations comparatives des Charophytes (Clavatoracées) de l'intervalle Jurassique supérieur - Crétacé supérieur basal de l'Europe occidentale selon Grambast [1974], Martin-Closas [1989] et ce travail.

TABLE 1. - Comparative biozonations of the Charophytes (Clavatoraceae) in the Upper Jurassic - (overmost Upper Cretaceous interval of the Western Europe after Grambast [1974], Martin-Closas [1989] and this study.



caractériser dans le cas de *E. pecki* faute de matériel suffisamment bien conservé. Cependant, les remarquables échantillons de fructifications de *E. pecki* du Kimméridgien d'Allemagne du Nord (formes dégagées) figurés plus récemment par Schudack [1993] permettent d'affirmer que *E. pecki* et *E. spinosa* sont effectivement des taxons différents, les utricules de *E. spinosa* possédant une symétrie externe bien connue d'ordre 6 alors que ceux de *E. pecki* présentent une symétrie d'ordre 3 [Martin-Closas, 1996] plus ancienne et primitive (structure évolutive de base pour les utricules des *Atopocharoidae*). Concernant les autres *Clavatoracées*, il est important de relever dans le cadre biostratigraphique et phylogénétique de ce travail que *Clypeator discordis* apparaît déjà dans la partie supérieure du Kimméridgien de l'Espagne [Schudack, 1987a, 1993], cette attribution stratigraphique résultant de l'association de *C. discordis* avec des Ostracodes lagunolacustres d'affinité jurassique tels que *Rhinocypris jurassica* (MARTIN), *Cetacella striata* (HELMDACH) et *Cetacella armata* MARTIN [in Anderson et Bazley, 1971; in Schudack U., 1989]. D'autre part, *Dictyoclavator ramalhoi* caractérise le Kimméridgien (à l'exception de sa partie basale) de l'Europe occidentale, tandis que *Clavator* sp. 1 J3 n'est représenté que dans le Tithonique de l'Allemagne du Nord exclusivement [Schudack, 1993]. Enfin, *Globator rectispirale* FEIST, 1995 est localisé dans le Tithonique terminal et le Berriasien basal de l'Europe occidentale (partie basale du Lower Purbeck anglais et du Purbeckien de l'Algarve, Portugal) ainsi que de l'Afrique du Nord (Monts de Chellala, Algérie) d'après Feist [in Feist et al., 1995]. A ce titre, ce dernier taxon caractérise la Cénozone continentale M1a.

### 5.3. Crétacé inférieur

#### 5.3.1. Tithonique terminal - Berriasien inférieur (« Portlandien »/Volgien terminal)

##### 5.3.1.1. Cénozone M1a (Tithonique terminal Berriasien basal)

*Globator rectispirale* [= formes primitives de *Globator maillardi praecursor*, in Détraz et Mojon, 1989];  
*Clypeator discordis*.

##### 5.3.1.2. Cénozone M1b (Berriasien inférieur)

*Globator maillardi praecursor* MOJON, 1989 [in Détraz et Mojon, 1989];  
*Dictyoclavator fieri* (DONZE, 1955) GRAMBAST, 1966b.

##### 5.3.1.3. Cénozone M2 (partie supérieure du Berriasien inférieur)

*Globator maillardi protoincrassatus* MOJON, 1989 [in Détraz et Mojon, 1989].

##### 5.3.1.4. Cénozone M3 (Berriasien inférieur terminal)

*Globator maillardi maillardi* (DE SAPORTA, 1891)  
GRAMBAST, 1966a.

##### 5.3.2. Berriasien moyen (partie inférieure du Ryazanien boréal)

*Globator incrassatus* MOJON, 1989 [in Détraz et Mojon, 1989; = *Globator maillardi* var., in Grambast, 1966b];  
*Dictyoclavator neocomiensis* MOJON, 1989c.

##### 5.3.3. Taxons communs aux Cénozones continentales M1a, M1b, M2, M3 et M4

*Perimneste horrida* HARRIS, 1939;  
*Perimneste micrandra* GRAMBAST, 1967;  
*Nodosoclavator bradleyi* (HARRIS, 1939) MASLOV, 1961;  
*Clavator reidi* GROVES, 1924;  
*Flabellochara grovesi* (HARRIS, 1939) GRAMBAST, 1962;  
*Porochara maxima* (DONZE, 1955) DONZE, 1958 emend. MOJON, 1989a;  
*Porochara jaccardi*;  
*Porochara fusca*;  
*Mesochara harrisi*;  
*Mesochara stipitata* (WANG S., 1965) WANG Z., 1981.

Il faut ajouter à cette liste des taxons restreints uniquement au Volgien terminal - Ryazanien (Berriasien) du domaine boréal [Sud de l'Angleterre et Allemagne du Nord; Feist et al., 1995; Schudack, 1990, 1993]:

*Clavator reidi pseudoglobatoroides* SCHUDACK, 1993;  
*Porochara* gr. *kimmeridgensis*;  
*Latochara mensinki* SCHUDACK, 1990;  
*Latochara collina*;  
*Aclistochara thörenensis*;  
*Peckisphaera verticillata*;  
*Peckisphaera* spp. (affinités douteuses);  
*Mesochara voluta*;  
*Mesochara canellata*;  
*Mesochara* spp. (affinités douteuses);  
*Aclistochara* spp. (affinités douteuses).

##### 5.3.4. Remarques sur la biozonation des Charophytes du Berriasien inférieur-moyen

Par rapport aux Cénozones M0 du Jurassique supérieur (Malm), l'assemblage de Charophytes du Crétacé basal du domaine boréal est constitué de taxons « reliques » ayant subsistés lors du passage Jurassique - Crétacé en formant une « flore de passage » vers celles qui caractérisent typiquement le Crétacé. De plus, il apparaît clairement que les *Latochara* du Crétacé ont une répartition exclusivement boréale en Europe occidentale.

### 5.3.5. Berriasien supérieur (partie supérieure du Ryazanien boréal)

#### 5.3.5.1. Cénozone M5a

*Globator nurrensis nurrensis* (PECORINI, 1969) GRAMBAST, 1974 ex FEIST & GRAMBAST-FESSARD, 1984 [in Colin *et al.*, 1984] ;  
*Flabellochara grovesi*.

#### 5.3.5.2. Cénozone M5b (Berriasien terminal)

*Globator nurrensis steinhauseri* MOJON, 1989 [in Détraz et Mojon, 1989 : fig. 7A à 7H] ;  
*Perimneste ancora* GRAMBAST, 1967 (rare) ;  
*Favargerella stellata* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) n. comb. ;  
*Flabellochara harrisi* (PECK, 1941) GRAMBAST, 1959.

#### 5.3.5.3. Taxons communs aux Cénozones continentales M5a et M5b (Berriasien supérieur)

*Perimneste micrandra* ;  
*Nodosoclavator bradleyi* ;  
*Hemiclavator adnatus* [= *Nodosoclavator* sp. in Martin-Closas et Salas, 1988 ; formes primitives apparaissant déjà dans la Cénozone M5a des Marnes vertes infra-crétacées ou faciès « purbeckiens » de la Basse-Provence ; Mojon in Virgone, 1997] ;  
*Porochara jaccardi* ;  
*Porochara maxima* ;  
*Porochara fusca* ;  
*Feistiella bijuescensis* SCHUDACK, 1986 ;  
*Mesochara* gr. *harrisi*.

### 5.3.6. Valanginien

#### 5.3.6.1. Cénozone M6

*Globator fallax* n. sp. ;  
*Perimneste micrandra* ;  
*Perimneste ancora* ;  
*Hemiclavator adnatus* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) SCHUDACK, 1989 ;  
*Favargerella stellata* ;  
*Flabellochara harrisi* ;  
*Flabellochara xiangyunensis* WANG Z., HUANG & WANG S., 1976 [in Feist *et al.*, 1995] ;  
*Clypeator britannicus* FEIST, 1995 [in Feist *et al.*, 1995] ;  
*Porochara maestatica* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) SCHUDACK, 1989 ;  
*Porochara* gr. *kimmeridgensis* ;  
*Porochara maxima* ;  
*Mesochara* gr. *harrisi* ;  
*Sphaerochara* aff. *andersoni*.

### 5.3.7. Remarques sur la biozonation des Charophytes du Berriasien - Valanginien

A partir du Valanginien inférieur, les populations de gyrogonites de *Porochara maestatica* remplacent celles de *Porochara jaccardi* dont elles se différencient nettement par leur morphologie en moyenne beaucoup plus globuleuse-arrondie. Il faut aussi relever notamment que certaines étapes évolutives de la lignée phylogénétique des *Globator* annoncent à deux reprises au Berriasien - Valanginien un événement transgressif majeur. Ainsi, les passages M1b/M2 et M5a/M5b précèdent dans le Jura franco-suisse l'installation des calcaires marins du Marbre bâtard (Berriasien moyen) et de la Formation de la Chambotte (Berriasien terminal - Valanginien inférieur). Ces événements eustatiques globaux à l'échelle de l'Europe occidentale se retrouvent ailleurs dans le domaine boréal [Cinder Beds du Middle Purbeck anglais pour le Berriasien moyen ; Blanc et Mojon, 1996] et le domaine téthysien [Calcaires blancs supérieurs de la Basse-Provence in Babinot *et al.*, 1971 et Calcaires de Herbers du Maestrazgo in Martin-Closas et Salas, 1989 pour le Valanginien inférieur]. L'âge valanginien inférieur de la Formation de la Chambotte du Jura et des Calcaires blancs supérieurs de Basse-Provence et du Maestrazgo est indiqué par des Foraminifères benthiques caractéristiques [Azéma *et al.*, 1976] tels que *Pfenderina neocomiensis* (PFENDER) et *Valdanchella miliani* (SCHROEDER). La Cénozone continentale M5b a été retrouvée dans le Maestrazgo au niveau de la Formation d'El Mangraner et des Calcaires des Polacos de l'Avellà attribuables au Berriasien terminal, où elle est notamment caractérisée [Martin-Closas et Salas, 1988] par l'apparition de *Perimneste ancora*, *Favargerella stellata* et *Flabellochara harrisi*, en Basse-Provence [Mojon in Virgone, 1997], ainsi qu'en Roumanie [Dobrogea ; Malz, 1969] où sont présents *Globator nurrensis steinhauseri* et *Hemiclavator adnatus* (formes primitives) associés à des Ostracodes laguno-lacustres tels que *Macrodentina* gr. *mediostricta* et des *Cypridea* finement tuberculés. La Cénozone continentale M6 d'âge valanginien caractérise les Calcaires de Herbers du Maestrazgo (localité-type d'El Mangraner) et a également été reconnue dans de minces niveaux marneux de la partie inférieure des Calcaires blancs supérieurs de la région de Toulon en Basse-Provence, dans la carrière du Fort St-Antoine où les formes tout à fait typiques du *Globator fallax* sont associées notamment à *Perimneste micrandra* et *Perimneste ancora*, *Porochara maestatica*, *Porochara maxima*, *Feistiella bijuescensis* et des *Cypridea* à carapaces épineuses [Mojon in Virgone, 1997]. Dans les Calcaires de Herbers, plusieurs populations de *Perimneste micrandra* du Valanginien présentent certains morphotypes de grande taille à larges anthéridies attribuables à *Perimneste horrida*, dont l'apparition résulte probablement de conditions paléocéologiques exceptionnellement favorables au développement des utricules (milieu

franchement lacustre). L'influence de l'environnement semble également déterminante en ce qui concerne l'évolution de la lignée phylogénétique des *Globator*, où l'acquisition d'une nouvelle morphologie par les *Globator* des Cénozones M2 et M5b résulterait chaque fois d'une adaptation à un brusque changement paléo-écologique faisant suite à une élévation rapide du niveau marin et correspondant ainsi principalement à une forte hausse de la salinité dans les milieux laguno-lacustres margino-littoraux. Ces nouvelles morphologies peuvent encore régresser parfois temporairement en traduisant ainsi l'instabilité de leur génôme, comme par exemple dans le cas de la Cénozone continentale M3 du Berriasien inférieur terminal du Jura franco-suisse caractérisée par la réinstallation brève et locale de paléoenvironnements typiquement lacustres (région de St-Claude, Jura français central). La fixation définitive des nouveaux caractères morphologiques à signification évolutive ne se réalise sous une forme nettement accentuée qu'avec la stabilisation du niveau marin au profit de la progradation des milieux margino-littoraux, avec l'apparition des nouveaux taxons caractérisant respectivement les Cénozones M4 (Berriasien moyen) et M6 (Valanginien). La lignée phylogénétique des *Globator* présenterait donc des exemples remarquables de mutations dictées par les variations eustatiques du niveau marin, qui affectent aussi certains Ostracodes laguno-lacustres du genre *Cypridea* [*Cypridea* gr. *granulosa*; MOJON in Détraz et Mojon, 1989; in Blanc et Mojon, 1996] avec l'apparition de nouvelles formes conjointement à celles des Charophytes du genre *Globator*: *Globator maillardi protoincrassatus* et *Cypridea granulosa granulosa* (SOWERBY) de la Cénozone M2 ainsi que *Globator incrassatus* et *Cypridea granulosa fasciculata* (FORBES) de la Cénozone M4, dans l'intervalle Berriasien inférieur terminal - Berriasien moyen basal. Ces observations sont d'une grande importance pour l'analyse séquentielle, car elles confirment parallèlement aux changements de faciès l'existence de deux événements transgressifs majeurs aux limites Berriasien inférieur/moyen et Berriasien/Valanginien. Dans le domaine boréal, les Charophytes du Valanginien (Wadhurst Clay et Grinstead Clay du Sud de l'Angleterre) sont pauvrement représentées par quelques taxons seulement, qui sont très localisés géographiquement: *Flabellochara xiangyunensis*, *Clypeator britannicus* et *Sphaerochara* aff. *andersoni* [in Feist et al., 1995].

### 5.3.8. Hauterivien

#### 5.3.8.1. Cénozone M7a

*Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp. (formes primitives);  
*Perimneste micrandra*;  
*Perimneste ancora*;

*Hemiclavator neimongolensis posticecaptus* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) MARTIN-CLOSAS, 1996 (sommet de la Cénozone continentale M7a);  
*Hemiclavator adnatus*;  
*Clypeator gautieri* GRAMBAST, 1970;  
*Flabellochara harrisi*;  
*Favargerella stellata*;  
*Porochara maestratica*;  
*Porochara* gr. *kimmeridgensis*;  
*Mesochara* gr. *harrisi*.

#### 5.3.9. Barrémien

##### 5.3.9.1. Cénozone M7b (Barrémien inférieur)

*Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp. (formes évoluées);  
*Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST, 1968 (formes primitives de petite taille: longueur/hauteur = 600 à 800 µm; largeur = 650 à 950 µm);  
*Perimneste micrandra*;  
*Perimneste ancora*;  
*Hemiclavator neimongolensis posticecaptus*;  
*Hemiclavator adnatus*;  
*Pseudoglobator fourcadei* GRAMBAST, 1969 [in Martin-Closas, 1996];  
*Clypeator* « *gautieri* » (formes de passage à *Clypeator combei*);  
*Flabellochara harrisi*;  
*Favargerella stellata*;  
*Porochara maestratica*;  
*Porochara* gr. *kimmeridgensis*;  
*Mesochara* gr. *harrisi*.

##### 5.3.9.2. Cénozone M8a (Barrémien supérieur)

*Globator trochiliscoides trochiliscoides* GRAMBAST, 1966a;  
*Atopochara trivolvis triquetra* (formes évoluées de taille moyenne: longueur/hauteur = 650 à 950 µm; largeur = 700 à 1000 µm);  
*Perimneste vidua* GRAMBAST, 1967;  
*Triclypella calcitrata* GRAMBAST, 1969;  
*Embergerella triquetra* GRAMBAST, 1969;  
*Asciidiella iberica* GRAMBAST, 1966b;  
*Hemiclavator neimongolensis neimongolensis* WANG & LU, 1982;  
*Hemiclavator neimongolensis posticecaptus*;  
*Hemiclavator adnatus*;  
*Clypeator combei* GRAMBAST, 1970;  
*Flabellochara harrisi*;  
*Favargerella lata* (MARTIN-CLOSAS, 1989) n. comb.;  
*Pseudoglobator fourcadei* [in Martin-Closas, 1996];  
*Echinochara* sp. [forme d'affinité douteuse; in Martin-Closas, 1989];  
*Porochara maestratica*;  
*Porochara* gr. *kimmeridgensis*;  
*Aclistochara polyspirata*;  
*Mesochara* gr. *harrisi*;  
*Sphaerochara andersoni* Feist, 1995 [in Feist et al., 1995].

### 5.3.9.3. Remarques sur la biozonation des Charophytes de l'Hauterivien et du Barrémien

Au niveau structural, les utricules de *Perimneste ancora* et des *Atopochara trivolvis triquetra* de type primitif sont aussi très comparables à ceux de *Perimneste vidua*, mais en diffèrent toutefois nettement en ne présentant plus que des anthéridies résiduelles et une calcification beaucoup moins développée. Il faut aussi relever que *Perimneste vidua* semble dériver de *Perimneste micrandra* et ne s'en distingue que par des anthéridies légèrement réduites ainsi qu'un accroissement particulièrement important de la taille des utricules, qui restent très fortement calcifiés. Dans la coupe de référence d'El Mangraner (Maestrazgo), la corrélation de la Cénozone continentale M7a avec la transgression hauterivienne est basée sur l'apparition massive de Dasycladacées et de Foraminifères benthiques (Choffatelles) à la base de la Formation El Cantaperdius, ce qui traduit nettement un changement paléocéologique majeur, les Calcaires de Herbers à dominance lacustre ayant fait place à des milieux de dépôt sous influence marine prononcée qui se maintiennent jusque dans la partie supérieure de la Formation El Cantaperdius. A ces dépôts hauteriviens succèdent les calcaires rubéfiés et les argiles latéritiques de la partie supérieure de la Formation El Cantaperdius, qui correspondent à des émergences généralisées dans le bassin du Maestrazgo. Les premiers horizons de calcaires rubéfiés et d'argiles latéritiques à pisolithes sont caractérisés par l'assemblage de Charophytes de la Cénozone M7b et traduisent une phase d'émergence maximale attribuée au Barrémien inférieur, une période de très bas niveau relatif moyen de la mer d'après les données concernant la plate-forme urgonienne des massifs subalpins du SE de la France [Arnaud et Arnaud-Vanneau, 1989 ; Arnaud-Vanneau et Arnaud, 1990, 1991]. Au-dessus, d'autres niveaux d'argiles latéritiques nettement moins altérées et dégradées que les précédentes ont livré l'assemblage de Charophytes de la Cénozone M8a (localité-type du Cabo del Termino ou « Cap de Terme » près de Tarragone). La présence de quelques organismes marins (Orbitolinidés et Ostracodes) dans les derniers niveaux de la Cénozone M7b indique une lente remontée du niveau marin annonçant la transgression bédoulienne. L'assemblage de Charophytes de la Cénozone M8a permet de caractériser celui du niveau lacustre du Plateau d'Andey dans le massif des Bornes (Chaînes subalpines septentrionales du SE de la France) attribué récemment au Barrémien supérieur grâce à des Orbitolinidés d'intérêt biostratigraphique comme *Paracoskinolina reicheli* (GUILLAUME) en particulier et aussi au découpage séquentiel de l'« Urgonien » subalpin [Arnaud et Arnaud-Vanneau, 1991]. L'assemblage de Charophytes de la Cénozone continentale M8a se distingue notamment de celui de la Cénozone M7b par la disparition de *Perimneste micrandra* (utricules sphériques de grande taille) et de *Perimneste ancora*, ainsi que par la présence d'utricules de forme évoluée de *Atopochara trivolvis triquetra* dont

les dimensions restent cependant encore relativement modestes en moyenne par rapport aux populations du Bédoulien. La révision des Charophytes du Plateau d'Andey en fonction des assemblages-types de l'intervalle Hauterivien - Aptien inférieur du Maestrazgo [in Martin-Closas, 1989] permet d'en préciser l'âge (initialement barrémien inférieur) et l'inventaire original [Mojon in Blondel *et al.*, 1986 ; Mojon, 1988 ; Mojon et Médus, 1990]. L'assemblage de Charophytes du Plateau d'Andey comprend en plus des *Atopochara trivolvis triquetra* de la Cénozone M8a, *Hemiclavator adnatus* (sections de thalles et d'utricules initialement attribués à la lignée phylogénétique des *Nodosoclavator-Pseudoglobator*) et *Porochara maestratia* (petites formes). Une corrélation du niveau lacustre du Plateau d'Andey avec les argiles latéritiques et les calcaires rubéfiés du sommet de la Formation El Cantaperdius est donc possible et l'âge barrémien supérieur de ces niveaux semble ainsi tout à fait vraisemblable. Au sujet de cette dernière remarque, il faut aussi relever que dans le Jura suisse occidental le paléokarst affectant le sommet des Calcaires urgoniens [Blanc-Alétru, 1995] est contemporain des calcaires rubéfiés du sommet de la Formation El Cantaperdius. Au-dessus, la partie inférieure de la Formation Les Artoles du Maestrazgo est constituée par d'épais dépôts transgressifs marno-calcaires d'âge aptien inférieur (Bédoulien), caractérisés par des assemblages mixtes de Charophytes (Cénozone continentale M8b) et d'organismes marins (Foraminifères benthiques : Orbitolinidés et Choffatelles, Ostracodes, Echinodermes, Lamelli-branches : Ostréides et autres formes, Gastéropodes) comme dans le Bédoulien marno-calcaire du Jura et des Chaînes subalpines septentrionales du SE de la France [Mojon, 1988 ; Mojon et Médus, 1990].

### 5.3.10. Aptien

#### 5.3.10.1. Cénozone M8b (Aptien inférieur = Bédoulien)

*Globator trochiliscoides trochiliscoides* ;  
*Atopochara trivolvis triquetra* (formes évoluées de grande taille : longueur/hauteur = 550 à 1050 µm ; largeur = 550 à 1250 µm) ;  
*Pseudoglobator paucibracteatus* MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986 ;  
*Asciadiella inflata* GRAMBAST-FESSARD, 1986 ;  
*Embergerella cruciata* GRAMBAST, 1969 ;  
*Hemiclavator neimongolensis neimongolensis* (partie inférieure du Bédoulien) ;  
*Lucernella ampullacea* GRAMBAST & LORCH, 1968 ;  
*Favargerella lata* ;  
*Flabellochara harrisi* ;  
 « *Stellatochara nehdenensis* » SCHUDACK, 1987b (voir remarques 5.3.12.) ;  
*Clypeator combei* (partie inférieure du Bédoulien) ;  
*Clypeator jiuquanensis* (WANG S., 1965) GRAMBAST, 1970 (= *Clypeator europeus* MÄDLER) ;  
*Porochara maestratia* ;

*Porochara* gr. *kimmeridgensis* ;  
*Peckisphaera kampmanni* SCHUDACK, 1987b ;  
*Peckisphaera verticillata* (= *Peckisphaera asema*  
 GRAMBAST & LORCH, 1968) ;  
*Mesochara* gr. *harrisi* ;  
*Mesochara symmetrica* (PECK, 1957) GRAMBAST, 1962.

### 5.3.10.2. Remarques sur la biozonation des Charophytes de l'Aptien inférieur

La Cénozone continentale M8b du Bédoulien a d'abord été reconnue et établie dans les faciès urgoniens de la Chartreuse occidentale [Chaînes subalpines septentrionales du SE de la France, Alpes occidentales ; Mojon, 1988 ; Mojon et Médus, 1990], et présente une extension mondiale d'après les *Atopochara trivolvis triquetra* évoluées qui la caractérisent. Signalée en Grèce (Parnasse) par Combes *et al.* [1981], *Lucernella ampullacea* fait partie de la flore de Charophytes bédoulienne du Proche-Orient [Liban et Israël ; Grambast et Lorch, 1968] caractérisée par les formes évoluées de grande taille de *Atopochara trivolvis triquetra*. Cette flore de Charophytes très particulière comprend également d'autres taxons comme *Lucernella deltea* GRAMBAST & LORCH ainsi que *Asciadiella reticulata* GRAMBAST & LORCH et a d'abord été considérée comme gargasienne par Grambast [1974]. De nombreux niveaux aptiens à Charophytes de l'Italie méridionale [Sirna, 1963 ; Baratollo et De Castro, 1991], qui se retrouvent jusqu'en Algérie [Fourcade et Raoult, 1973], doivent également être attribués au Bédoulien plutôt terminal d'après le degré évolutif avancé des *Atopochara trivolvis triquetra* qu'ils ont livré en abondance ainsi que les Orbitolines récoltées juste au-dessus telles que *Orbitolina (Mesorbitolina) texana* (ROEMER) de l'intervalle Gargasien - Albien et *Orbitolina (Mesorbitolina) parva* DOUGLASS de l'intervalle Gargasien - Clansayésien [Cherchi *et al.*, 1978].

En Europe septentrionale (Allemagne), le paléokarst barrémo-aptien de Nehden étudié par Schudack [1987b] présente deux associations superposées et mélangées de Charophytes. La première est constituée par *Perimneste vidua* (utricules très corrodés) et est contemporaine de la formation du karst au Barrémien supérieur (Cénozone M8a). La seconde correspond au remplissage du karst et comprend notamment les utricules bien conservés de *Clypeator jiuquanensis* de la Cénozone M8b d'âge aptien inférieur (Bédoulien). Toujours dans le domaine boréal, les Cénozones de Charophytes M8a et M8b du Barrémien supérieur et du Bédoulien sont également représentées en Angleterre dans le Weald Clay par *Atopochara trivolvis triquetra* (formes évoluées), *Triclypella calcitrapa*, *Asciadiella iberica*, *Clypeator combei* et *Sphaerochara andersoni* [in Feist *et al.*, 1995]. Globalement, tous les niveaux émergifs placés dans la partie supérieure de l'Aptien inférieur de l'Europe méridionale et septentrionale correspondent à la discontinuité émergitive d'âge bédoulien terminal de l'« Urganien » des Chaînes subalpines

septentrionales du SE de la France (Chartreuse et Vercors), située juste au-dessous des « Couches supérieures à Orbitolines » [Arnaud-Vanneau, 1980].

### 5.3.10.3. Cénozone M9 (Aptien supérieur = Gargasien et Clansayésien)

*Atopochara trivolvis trivolvis* PECK, 1938 [in Rey et Ramalho, 1974] ;  
*Clypeator jiuquanensis* (base du Gargasien) ;  
*Clypeator lusitanicus* GRAMBAST-FESSARD, 1980a ;  
*Asciadiella irregularis* GRAMBAST-FESSARD, 1986 ;  
*Embergerella cruciata* ;  
 « *Stellatochara reyi* » GRAMBAST-FESSARD, 1980a (voir remarques 5.3.12.) ;  
*Peckisphaera verticillata*.

### 5.3.10.4. Remarques sur la biozonation des Charophytes de l'Aptien supérieur

Dans le cadre de l'Europe occidentale, la flore de Charophytes caractérisant la Cénozone continentale M9 n'a jusqu'à présent été reconnue qu'en Algarve (Portugal).

### 5.3.11. Albien

#### 5.3.11.1. Cénozone M10

*Atopochara brevicellis* GRAMBAST-FESSARD, 1980b ;  
*Atopochara restricta* GRAMBAST-FESSARD, 1980b ;  
*Clypeator caperatus* GRAMBAST-FESSARD, 1980a ;  
*Embergerella cruciata* (non trouvée directement, mais présente dans le Cénomani) ;  
 « *Stenochara zavialensis* » GRAMBAST-FESSARD, 1980a (voir remarques 5.3.12.).

#### 5.3.11.2. Remarques sur la biozonation des Charophytes de l'Albien

En Europe occidentale, la flore de Charophytes de la Cénozone continentale M10 n'a été reconnue qu'en Algarve (Portugal) et dans le NE de l'Espagne.

### 5.3.12. Remarques générales d'ordre taxonomique et biostratigraphique sur les flores de Charophytes du Crétacé inférieur de l'Europe occidentale

Les *Echinochara* sp., *Mesochara* gr. *harrisi*, *Mesochara voluta*, *Peckisphaera verticillata* et *Porochara* gr. *kimmeridgensis* à très large extension stratigraphique peuvent être considérées comme des éléments floristiques « reliques » du Jurassique supérieur. Les formes attribuées aux genres *Stellatochara* (« *S. nehdenensis* » et « *S. reyi* ») et *Stenochara* (« *S. zavialensis* ») nommées anciennement « *Clavatorites* » correspondent en fait à des gyrogonites « nues » ayant perdu secondairement l'enveloppe calcifiée externe de l'utricule [Martin-Closas, 1989, 1996] et constituent

pour cette raison le terme ultime de l'évolution amorcée dès le Berriasien terminal chez *Flabellochara harrisi*, où seule une partie de l'utricule est conservée. C'est pourquoi ces formes doivent être rattachées au genre *Flabellochara* sous la dénomination de : *Flabellochara nehdenensis* (SCHUDACK, 1987) n. comb. (Bédoulien) ; *Flabellochara reyi* (GRAMBAST-FESSARD, 1980) n. comb. (Gargasien - Clansayésien) ; *Flabellochara zavialensis* (GRAMBAST-FESSARD, 1980) n. comb. (Albien).

Parmi les Charophytes du Crétacé inférieur, certaines formes importantes sont confinées à l'Europe occidentale et à l'Afrique du Nord comme *Globator rectispirale* [in Feist et al., 1995] et *Globator trochiliscoides trochiliscoides* [in Andreu et al., 1988]. D'autres présentent par contre un très grand intérêt biostratigraphique de par leur répartition mondiale, malgré la relative rareté de certaines d'entre elles en Europe. Ainsi, les *Atopochara* gr. *trivolvris* et *Flabellochara harrisi* sont mondialement distribuées [in Mojon et Médus, 1990 ; in Schudack, 1993 ; in Feist et al., 1995]. *Perimneste ancora*, *Hemiclavator neimongolensis*, *Clypeator discordis*, *Clypeator juquanensis*, *Flabellochara grovesi*, *Flabellochara xiangyunensis* et *Triclypella calcitraba* sont également largement réparties vers l'est, en Europe orientale [Shaïkin et al., 1992] et en Chine [Wang et al., 1976 ; Wang et Lu, 1982 ; Chen, 1983 ; Huang, 1985 ; Jiang et al., 1985]. Le genre *Triclypella* a aussi été reconnu en Amérique du Sud (Argentine), où il est représenté par *Triclypella patagonica* MUSACCHIO, 1989 [in Musacchio, 1971, 1993] du Barrémien probablement supérieur.

## 5.4. Crétacé supérieur

### 5.4.1. Introduction

Les flores de Charophytes du Crétacé supérieur continental de l'Europe occidentale sont très diversifiées et ont été reconnues dans le NE de l'Espagne ainsi que dans l'aire correspondant à l'ancien isthme durancien (Sud-Ouest de la France et Basse-Provence ; Babinot et al., 1983). Pour le Crétacé supérieur, la plupart des Clavatoracées reconnues ne sont distribuées qu'en Europe occidentale, à part les *Atopochara multivolvris* du Cénomaniens - Turonien répandues aussi bien en Europe [Feuillée et Grambast, 1961 ; Feist, 1981] qu'en Amérique du Nord [Peck, 1957].

### 5.4.2. Cénomaniens

#### 5.4.2.1. Cénozone M11

*Atopochara multivolvris* PECK, 1957 ;  
*Atopochara brevicellis* ;  
*Atopochara restricta* ;  
*Embergerella cruciata* ;  
*Peckisphaera revesti* FEIST, 1981.

### 5.4.3. Turonien

#### 5.4.3.1. Cénozone M12

*Atopochara multivolvris* ;  
*Mesochara fusiformis* FEIST, 1981.

### 5.4.4. Sénonien inférieur (Coniacien et Santonien)

Le Sénonien inférieur représente une lacune d'environ 5 millions d'années dans la documentation fossile des Charophytes. Le renouvellement des flores de Charophytes au Campanien - Maastrichtien se traduit par l'apparition de taxons très différents de ceux du Crétacé inférieur. Les origines des Charophytes du Crétacé supérieur restent encore très hypothétiques, sauf pour les *Septorella* dont les utricules dérivent vraisemblablement des thalles de *Munieria* montrant eux-mêmes une structure cellulaire externe tout à fait comparable à celle des thalles de *Flabellochara* du Crétacé inférieur [in Schudack, 1989]. Les calcaires à *Munieria grambasti sarda* GÜSIC, 1981 [in Cherchi et al., 1981] d'âge turonien sont notamment bien connus en Sardaigne, juste au-dessous des dépôts de la transgression coniacienne.

### 5.4.5. Sénonien supérieur (Campanien et Maastrichtien)

#### 5.4.5.1. Campanien (Valdonnien et Fuvélien)

##### 5.4.5.2. Cénozone M « 13 »

*Amblyochara media* FEIST, 1983 [in Feist et Freytet, 1983] ;  
*Peckichara baylensis* MASSIEUX, 1988 [in Bilotte et Massieux, 1988] ;  
*Strobilochara plantaurensis* MASSIEUX, 1988 [in Bilotte et Massieux, 1988] ;  
*Microchara benaixensis* MASSIEUX, 1988 [in Bilotte et Massieux, 1988] ;  
*Microchara olmesensis* MASSIEUX, 1988 [in Bilotte et Massieux, 1988] ;  
*Lamprothamnium parvulum* MASSIEUX, 1988 [in Bilotte et Massieux, 1988] ;  
autres taxons en nomenclature ouverte : *Mesochara* sp. A, *Peckichara* sp. A, *Retusochara* sp. A, *Retusochara* sp. B, *Dughiella* sp. A.

#### 5.4.5.3. Maastrichtien inférieur (Bégudien et Rognacien inférieur)

##### 5.4.5.3.1. Cénozone M « 14 » (Bégudien)

*Septorella campylopoda* GRAMBAST, 1964 ;  
*Peckichara pectinata* GRAMBAST, 1971.

5.4.5.3.2. Taxons communs aux Cénozones continentales M « 13 » et M « 14 »

*Peckichara* aff. *pectinata* ;  
*Porochara oblonga* GRAMBAST, 1975 ;  
*Porochara globosa* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Saportanella elongata* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Platychara complanata* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Platychara turbinata* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Platychara spiculata* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Platychara cristata* GRAMBAST, 1975 ;  
*Platychara peltata* GRAMBAST, 1975 ;  
*Platychara stipitata* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Bismochara conquensis* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Bismochara roblesi* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Peckichara caperata* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Peckichara cristatella* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Strobilochara viallardi* GRAMBAST, 1975 ;  
*Strobilochara compta* GRAMBAST, 1975 ;  
*Strobilochara truncata* GRAMBAST, 1975 ;  
*Strobilochara diademata* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Strobilochara apiculata* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Retusochara macrocarpa* GRAMBAST, 1971 ;  
*Dughiella obtusa* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Microchara tunicata* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Microchara laevigata* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Maedleriella cretacea* GRAMBAST & GUTIÉRREZ, 1977 ;  
*Sphaerochara senonensis* FEIST, 1983 [in Feist et Freytet, 1983].

5.4.5.3.3. Cénozone M « 15a » (Rognacien inférieur)

*Septorella brachycera* GRAMBAST, 1962 ;  
*Peckichara cancellata* GRAMBAST, 1971.

5.4.5.4. Maastrichtien supérieur (Rognacien supérieur)

5.4.5.4.1. Cénozone M « 15b »

*Septorella ultima* GRAMBAST, 1971 ;  
*Septorella brachycera*.

5.4.5.5. Taxons communs aux Cénozones continentales M « 13 », M « 14 » et M « 15 »

*Amblyochara begudiana* GRAMBAST, 1962 ;  
*Saportanella maslovi* GRAMBAST, 1962 ;  
*Platychara caudata* GRAMBAST, 1971 ;  
*Microchara leiocarpa* GRAMBAST, 1971.

5.4.5.6. Taxons communs aux Cénozones continentales et à M « 14 » et M « 15 »

*Peckichara* aff. *cancellata* ;  
*Peckichara* aff. *sertulata*.

5.4.5.7. Taxons communs aux Cénozones continentales M « 15a » et M « 15b »

*Septorella brachycera* ;  
*Peckichara sertulata* GRAMBAST, 1971 ;  
*Microchara cristata* GRAMBAST, 1971 ;  
*Microchara parazensis* MASSIEUX, 1987 [in Massieux et al., 1987] ;  
*Microchara punctata* FEIST, 1983 [in Feist et Colombo, 1983] ;  
*Peckisphaera clavata* FEIST, 1983 [in Feist et Colombo, 1983] ;  
*Pseudoharrisichara isonae* FEIST, 1983 [in Feist et Colombo, 1983] ;  
*Amblyochara concava mucronata* FEIST, 1983 [in Feist et Colombo, 1983] ;  
*Porochara malladae* (BATALLER, 1945) FEIST, 1983 [in Feist et Colombo, 1983] ;  
 autres taxons en nomenclature ouverte : *Bismochara* sp., *Maedleriella* sp., *Peckichara* aff. *caperata* ; *Porochara* aff. *anluensis* WANG Z., 1978 ; *Microchara* sp.

REMERCIEMENTS

La gratitude de l'auteur s'adresse à Mesdames Nicole Grambast-Fessard et Monique Feist (Univ. Montpellier II) pour l'accès à la collection de référence des Charophytes établie par le Professeur Louis Grambast, à Monsieur Jean Wüest (Museum d'Histoire naturelle de Genève) pour la réalisation au MEB des clichés des Charophytes figurées, aux Professeurs Hubert Arnaud (Univ. Grenoble) et Jacques Médus (Fac. St-Jérôme, Marseille) pour la révision de son manuscrit, à Madame Martine Argot et à Monsieur Eric Blanc (Univ. Grenoble) pour leur aide précieuse ayant permis la publication de cette note, ainsi qu'à ses chers parents et à l'entreprise suisse des PTT dont le soutien matériel et moral a été déterminant.

## Références

- ANDERSON, F.W. & BAZLEY, R.A.B. (1971). – The Purbeck Beds of the Weald (England). *Bull. geol. Surv. of Great Britain*, London, 34, 175 p.
- ANDREU, B., CANÉROT, J., CHARRIÈRE, A. & FEIST, M. (1988). – Mise en évidence du Wealdien (Barrémien) dans le Moyen-Atlas (région de Boulmane, Maroc). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 307, série D, 2069-2075.
- ARNAUD-VANNEAU, A. (1980). – Micropaléontologie, paléoécologie et sédimentologie d'une plate-forme carbonatée de la marge passive de la Téthys : l'Urgonien du Vercors septentrional et de la Chartreuse (Alpes occidentales). *Géologie Alpine*, Grenoble, Mém. 11 (3 volumes), 874 p.
- ARNAUD-VANNEAU, A. & ARNAUD, H. (1990). – Hauterivian to Lower Aptian carbonate shelf sedimentation and sequence stratigraphy in the Jura and northern Subalpine chains (southeastern France and Swiss Jura). *Spec. Publ. int. Ass. Sediment.*, Oxford, 9, 203-233.
- ARNAUD-VANNEAU, A. & ARNAUD, H. (1991). – Sédimentation et variations relatives du niveau de la mer sur les plates-formes carbonatées du Berriasien-Valanginien inférieur et du Barrémien dans les massifs subalpins septentrionaux et le Jura (Sud-Est de la France). *Bull. Soc. géol. France*, Paris, 162/3, 535-545.
- ARNAUD, H. & ARNAUD-VANNEAU, A. (1989). – Séquences de dépôt et variations du niveau relatif de la mer au Barrémien et à l'Aptien inférieur dans les massifs subalpins septentrionaux et le Jura (Sud-Est de la France). *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (8), 5/3, 651-660.
- ARNAUD, H. & ARNAUD-VANNEAU, A. (1991). – Les Calcaires urgoniens des Massifs subalpins septentrionaux et du Jura (France) : âge et discussion des données stratigraphiques. *Géologie Alpine*, Grenoble, 67, 63-79.
- AZÉMA, J., FOURCADE, E., JAFFREZO, M. & THIEULOY, J.P. (1976). – Sur l'âge valanginien inférieur de la biozone à *Valdanchella miliani* (Foraminifère). Intérêt pour la stratigraphie dans le domaine méditerranéen occidental. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, série D, 282, 1411-1414.
- BABINOT, J.F., GERVAIS, J., MASSE, J.P. & TRONCHETTI, G. (1971). – Contribution à l'étude micropaléontologique et sédimentologique de la formation des « Marnes vertes infracrétacées » de la Basse-Provence occidentale (Sud-Est de la France). *Ann. Univ. Provence*, Marseille, 46, 189-208.
- BABINOT, J.F. & FREYTET, P. (coord.) et al. (1983). – Le Sénonien supérieur continental de la France méridionale et de l'Espagne septentrionale : état des connaissances biostratigraphiques. *Géologie Méditerranéenne*, Marseille, 10/3-4, 245-268.
- BARATTOLO, F. & DE CASTRO, P. (1991). – Site 1 - Early Cretaceous of Monte Faito. Site 6 - Early Cretaceous of Mount Tobenna (Salerno, Campania). *5th International Symposium on Fossil Algae*, Capri, 7-12 April 1991. Field Trip Guide Book, p. 47-55, p. 72-77.
- BILOTTE, M. & MASSIEUX, M. (1988). – Nouvelles espèces de Characeae du Campanien du « Bassin » de Nalzen (zone nord-pyrénéenne, Ariège, France). *Rev. Micropal.*, Paris, 31/1, 3-14.
- BLANC, E. (1996). – Transect plate-forme - bassin dans les séries carbonatées du Berriasien supérieur et du Valanginien inférieur (domaines jurassien et nord-vocontien). *Géologie Alpine*, Grenoble, mémoire hors série. n° 26, 311 p.
- BLANC-ALÉTRU, M.C. (1995). – Importance des discontinuités dans l'enregistrement sédimentaire de l'Urgonien jurassien. Micropaléontologie, sédimentologie, minéralogie et stratigraphie séquentielle. *Géologie Alpine*, Grenoble, mémoire hors série n° 25, 299 p.
- BLANC, E. & MOJON, P.O. (1996). – Un paléokarst du Crétacé basal (Berriasien moyen) dans le Jura suisse occidental (région de Bienne) : corrélations avec les domaines boréal et téthysien. *Cretaceous Research*, London, 17/4, 403-418.
- BLONDEL, T., CHAROLLAIS, J., CLAVEL, B., SCHROEDER, R., MOJON, P.O. & MONTEIL, E. (1986). – Etude des Charophytes de la coupe du flanc septentrional de l'anticlinal du Plateau d'Andey. In : Livret-guide de l'excursion n° 1 du Congrès Benthos'86 dans le Jura méridional et les Chaînes subalpines, p. 83-85. *Publ. Dépt. Géol. Paléont. Univ. Genève*, 107 p., série Guide géol. n° 5.
- CHEN, PEI-JI (1983). – A Survey of the Non-marine Cretaceous in China. *Cretaceous Research*, London, 4/2, 123-143.
- CHERCHI, A., DE CASTRO, P. & SCHROEDER, R. (1978). – Sull'età dei livelli a Orbitolinidi della Campania e delle Murge baresi (Italia meridionale). *Boll. Soc. Natur. Napoli*, 87, 363-385.
- CHERCHI, A., GŪSÍC, I., SCHMIDT, M. & SCHROEDER, R. (1981). – Lacustrine Middle Cretaceous with *Munieria grambasti sarda* n. ssp. (Charophyta ?) of Alghero (NW Sardinia). *Rev. Micropal.*, Paris, 23/3-4, 138-150.
- COLIN, J.P., FEIST, M., GRAMBAST-FESSARD, N., CHERCHI, A. & SCHROEDER, R. (1984). – Charophytes and ostracods from the Berriasian (Purbeckian facies) of Cala d'Inferno (Nurra Region, NW-Sardinia). *Boll. Soc. paleont. Ital.*, Modena, 23/2, 345-354.
- COMBES, P.J., GLAÇON, G. & GRAMBAST, L. (1966). – Observations stratigraphiques et paléontologiques sur le Crétacé inférieur du Nord-Est du Maestrazgo (Espagne). *C. R. somm. Soc. Géol. France*, Paris, 10, 390-391.
- COMBES, P.J. (1969). – Recherches sur la genèse des bauxites dans le nord-est de l'Espagne, le Languedoc et l'Ariège (France). *Mémoire C.E.R.G.H.*, Montpellier, 3-4, 375 p.
- COMBES, P.J., FOURCADE, E., MASSE, J.P. & PHILIP, J. (1981). – Observations stratigraphiques et paléontologiques sur le Crétacé de la zone du Parnasse (Grèce). *Travaux du comité international pour l'étude des bauxites, de l'alumine et de l'aluminium*, (11), 16, 347-365. ICSOBA-AIM Conference, Cagliari, 1979. Ed. Acad. yougoslave des Sciences et des Arts, Zagreb.
- DE SAPORTA, G. (1891). – Plantes jurassiques. In : *Paléontologie française*, (2), 4, 498-500.
- DÉTRAZ, H. & MOJON, P.O. (1989). – Evolution paléogéographique de la marge jurassienne de la Téthys du Tithonique - Portlandien au Valanginien : corrélations biostratigraphique et séquentielle des faciès marins à continentaux. *Eclogae geol. Helv.*, Bâle, 82/1, 37-112.
- DONZE, P. (1955). – Nouvelles espèces de Charophytes de la limite jurassico-crétacée du Jura, des Alpes-Maritimes et de la Provence. *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (6), 5, 287-290.
- DONZE, P. (1958). – Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur les pourtours de la « fosse vocontienne ». *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon* (n.s.), 3, 221 p.
- FEIST, M. (1981). – Charophytes du Crétacé moyen et données nouvelles sur l'Evolution des Clavatoracées. *Cretaceous Research*, London, 2, 319-330.
- FEIST, M. & FREYTET, P. (1983). – Conséquences stratigraphiques de la répartition des Charophytes dans le Campanien et le Maastrichtien du Languedoc. *Géologie Méditerranéenne*, Marseille, 10/3-4, 291-301.
- FEIST, M. & COLOMBO, F. (1983). – La limite Crétacé - Tertiaire dans le nord-est de l'Espagne du point de vue des Charophytes. *Géologie Méditerranéenne*, Marseille, 10/3-4, 303-326.

- FEIST, M. & WANG, ZHEN (1995). – The species concept in *Clavatoraceae* (fossil *Charophyta*) reviewed. *Taxon*, Utrecht, 44, 351-361.
- FEIST, M., LAKE, R.D. & WOOD, C.J. (1995). – Charophyte biostratigraphy of the Purbeck and Wealden of southern England. *Palaeontology*, London, 38/2, 407-442.
- FEUILLÉE, P. & GRAMBAST, L. (1961). – Présence d'*Atopochara multivolvis* PECK dans le Cénomaniens d'Oña (Prov. de Burgos, Espagne). *C. R. somm. Soc. Géol. France*, Paris, 7, 202-224.
- FOURCADE, E. & RAOULT, J.F. (1973). – Crétacé du Kef Hahouner et position stratigraphique de « *Ovalveolina* » *reicheli* P. DE CASTRO (série septentrionale du môle néritique du Constantinois, Algérie). *Rev. Micropal.*, Paris, 15/4, 227-246.
- GRAMBAST, L. (1959). – Tendances évolutives dans le phylum des Charophytes. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 249, 557-559.
- GRAMBAST, L. (1962). – Classification de l'Embranchement des Charophytes. *Naturalia Monspeliensia*, Montpellier, 14, 63-86, série Botanique.
- GRAMBAST, L. (1964). – Sur des Charophytes remarquables du Crétacé terminal. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 258, 643-646.
- GRAMBAST, L. (1965). – Etat des connaissances acquises sur les Charophytes du Crétacé inférieur. In : Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, 1963). *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, Orléans, 34, 577-582.
- GRAMBAST, L. (1966a). – Un nouveau type structural chez les Clavatoracées. Son intérêt phylogénétique et stratigraphique. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, série D, 262/18, 1929-1932.
- GRAMBAST, L. (1966b). – Structure de l'utricule et phylogénie chez les Clavatoracées. *C. R. Acad. Sci.* Paris, série D, 262/21, 2207-2210.
- GRAMBAST, L. (1967). – La série évolutive *Perimneste-Atopochara* (Charophytes). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, série D, 264/4, 581-584.
- GRAMBAST, L. (1968). – Evolution of the utricule in the Charophyte genera *Perimneste* HARRIS and *Atopochara* PECK. *J. Linn. Bot. Soc.*, London, 61/384, 5-11.
- GRAMBAST, L. (1969). – La symétrie de l'utricule chez les Clavatoracées et sa signification phylogénétique. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, série D, 269/9, 878-881.
- GRAMBAST, L. (1970). – Origine et évolution des *Clypeator* (Charophytes). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, série D, 271/3, 1964-1967.
- GRAMBAST, L. (1971). – Remarques phylogénétiques et biochronologiques sur les *Septorella* du Crétacé terminal de Provence et les Charophytes associées. *Paléobiol. continent.*, Montpellier, 2/2, 38 p.
- GRAMBAST, L. (1974). – Phylogeny of the Charophyta. *Taxon*, Utrecht, 23/4, 463-481.
- GRAMBAST, L. (1975). – Charophytes du Crétacé supérieur de la région de Cuenca. *I Symposium sobre el Cretácico de la Cordillera Ibérica, Cuenca, 9-12 Septiembre 1974*, p. 67-83.
- GRAMBAST, L. & LORCH, J. (1968). – Une flore de Charophytes du Crétacé inférieur du Proche-Orient. *Naturalia Monspeliensia*, Montpellier, 19, 47-56, série Botanique.
- GRAMBAST, L. & GUTIÉRREZ, G. (1977). – Espèces nouvelles de Charophytes du Crétacé supérieur terminal de la Province de Cuenca (Espagne). *Paléobiol. continent.*, Montpellier, 8/2, 34 p.
- GRAMBAST-FESSARD, N. (1980a). – Quelques espèces de *Clypeator* GRAMBAST (Clavatoraceae) et les Charophytes associées du Crétacé inférieur du Portugal. *Rev. Micropaléont.*, Paris, 23/1, 37-47.
- GRAMBAST-FESSARD, N. (1980b). – Description de deux espèces nouvelles d'*Atopochara* PECK (Clavatoraceae, Charophyta). *Geobios*, Lyon, 13/1, 129-135.
- GRAMBAST-FESSARD, N. (1986). – Deux nouveaux représentants du genre *Asciidiella* (Clavatoraceae, Charophyta). *Geobios*, Lyon, 19/2, 255-260.
- GRAMBAST-FESSARD, N. & RAMALHO, M. (1985). – Charophytes du Jurassique supérieur du Portugal. *Rev. Micropaléont.*, Paris, 28/1, 58-66.
- GROVES, J. (1924). – *Clavator* REID and GROVES. *Journ. Bot.*, London, 62, 116-117.
- HARRIS, T.M. (1939). – British Purbeck Charophyta. *British Museum*, London, 83 p.
- HEER, O. (1865). – Die Urwelt der Schweiz. *Impr. F. SCHULTHESS*, Zurich, 622 p.
- HUANG, REN-JIN (1985). – (en chinois) Cretaceous and Early Tertiary Charophytes from Sichuan. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, Beijing, 2, 77-89.
- JIANG, YUAN, ZHANG, ZE-RUN & MENG, XIANG-SONG (1985). – (en chinois) Early Cretaceous charophyte flora from Southern Henan and its stratigraphical significance. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, Beijing, 2, 161-167.
- KOWALLIS, B.J., CHRISTIANSEN, E.H. & DEINO, A.L. (1991). – Age of the Brushy Basin Member of the Morrison Formation, Colorado Plateau, western USA. *Cretaceous Research*, London, 12/5, 483-493.
- MÄDLER, K. (1952). – Charophyten aus dem Nordwestdeutschen Kimmeridge. *Geol. Jb.*, Hannover, 67, 1-46.
- MÄDLER, K. (1955). – Zur Taxonomie der tertiären Charophyten. *Geol. Jb.*, Hannover, 70, 265-328.
- MALZ, H. (1969). – Jura/Kreide Grenzschichten in SE-Europa. *Natur und Museum*, Frankfurt am Main, 99/2, 56-64.
- MARTIN-CLOSAS, C. & GRAMBAST-FESSARD, N. (1986). – Les Charophytes du Crétacé inférieur de la région du Maestrat (Chaîne ibérique-Catalanides, Espagne). *Paléobiol. continent.*, Montpellier, 15, 86 p.
- MARTIN-CLOSAS, C. & SALAS, R. (1988). – Corrélation de la biozonation des charophytes avec celle des foraminifères (Orbitolinidés) dans le Valanginien inférieur du Bassin du Maestrat (Castelló, Espagne). *Geobios*, Lyon, 21/5, 645-650.
- MARTIN-CLOSAS, C. & SALAS, R. (1989). – Nouvelles données stratigraphiques et biostratigraphiques (Charophyta) sur le passage Jurassique-Crétacé dans le Bassin du Maestrat (Chaîne ibérique orientale). In : *Libro Homenaje a Rafael Soler*, p. 77-95. Ed. Asociacion de Geologos y Geofisicos Españoles del Petroleo (A.G.G.E.P.).
- MARTIN-CLOSAS, C. & SALAS, R. (1994). – Lower Cretaceous Charophytes. Biostratigraphy and evolution in the Maestrat Basin (Eastern Iberian Ranges). *Excursion guide-book of the 8th Meeting of the European Group of Charophyte Specialists (G.E.C.)*, (ed. MARTIN-CLOSAS, C., Univ. Barcelona), 89 p.
- MARTIN-CLOSAS, C. (1989). – (en catalan) Els Carofits del Cretaci inferior de les Conques periferiques del Bloc de l'Ebre. *Thèse Univ. Barcelona* (inédite), 581 p.
- MARTIN-CLOSAS, C. (1996). – A phylogenetic system of Clavatoraceae (fossil Charophyta). *Rev. Palaeobot. Palyno.*, Amsterdam, 94, 259-293.
- MASLOV, V.P. (1961). – In : *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 138/5, p. 679 ex : MASLOV, V.P. (1963). – (en russe) Introduction to the study of fossil Charophytes. *Trans. Geol. Inst. Akad. Nauk. SSSR*, Moscou, 82, p. 63.
- MASSIEUX, M., REY, J. & VILLATTE, J. (1987). – Sur l'âge maastrichtien de l'affleurement de la Rouquette (Commune de Paraza, Minervois). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 123, 151-157.
- MOJON, P.O. & STRASSER, A. (1987). – Microfaciès, sédimentologie et micropaléontologie du Purbeckien de Bienne (Jura suisse occidentale). *Eclogae geol. Helv.*, Bâle, 80/1, 37-58.
- MOJON, P.O. (1988). – Les dépôts émersifs des faciès urgoniens (Hauterivien supérieur-Aptien inférieur) dans le Jura méridional (Ain, France) et les Chaînes subalpines septentrionales

- (Haute-Savoie, Savoie et Isère. France). *Archives des Sciences*, Genève, 41/3, 409-417.
- MOJON, P.O. (1989a). – Polymorphisme écophénotypique et paléocologie des Porocharacées (Charophytes) du Crétacé basal (Berriasien) du Jura franco-suisse. *Revue de Paléobiologie*, Genève, 8/2, 505-524.
- MOJON, P.O. (1989b). – Charophytes et ostracodes laguno-lacustres du Jurassique de la Bourgogne (Bathonien) et du Jura septentrional franco-suisse (Oxfordien). Remarques sur les discontinuités émersives du Kimméridgien du Jura. *Revue de Paléobiologie*, Genève, volume spécial n° 3, 1-18.
- MOJON, P.O. (1989c). – *Dicryoclavator neocomiensis*, une nouvelle Clavatoracée (Charophytes) du Berriasien moyen du Jura suisse occidental. *Archives des Sciences*, Genève, 42/2, 485-491.
- MOJON, P.O. & MÉDUS, J. (1990). – Précisions biostratigraphiques sur l'« Urgonien » des Chaînes subalpines septentrionales du Sud-Est de la France et mise en évidence de *Cypridea gigantissima*, un nouvel Ostracode lacustre de l'Aptien inférieur. *Archives des Sciences*, Genève, 43/3, 429-452.
- MOJON, P.O. & MOUCHET, PH. (1992). – 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. *Bull. Soc. neuchât. Sci. nat.*, Neuchâtel, 115, 9-22.
- MUSACCHIO, E.A. (1971). – Charophytes de la Formación La Amarga (Cretacé inférieur), Provincia de Neuquén, Argentina. *Revista del Museo de La Plata (Buenos Aires)* (n.s.), *Paleontologia*, 6/37, 19-38.
- MUSACCHIO, E.A. (1989). – Biostratigraphy of the non-marine Cretaceous of Argentina based on calcareous microfossils. In : *Proceedings of the Third International Cretaceous Symposium*, Tübingen (ed. J. WIEDMANN), p. 811-850.
- MUSACCHIO, E.A. (1993). – Use of global time scale in correlating nonmarine Cretaceous rocks in southern South America. *Cretaceous Research*, London, 14/2, 113-126.
- OERTLI, H.J. (Ed.) et coll. (1985). – Atlas des Ostracodes de France. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, Mém. 9, 396 p.
- PECK, R.E. (1937). – Morrison Charophyta from Wyoming. *J. Paleont.*, Tulsa, 11/2, 83-90.
- PECK, R.E. (1938). – A new family of Charophyta from the Lower Cretaceous of Texas. *J. Paleont.*, Tulsa, 12/2, 173-176.
- PECK, R.E. (1941). – Lower Cretaceous Rocky Mountain non marine microfossils. *J. Paleont.*, Tulsa, 15/3, 285-304.
- PECK, R.E. (1957). – North American Mesozoic Charophyta. *Geol. Surv. Prof. Papers*, Washington, 294-A, 44 p.
- PECORINI, G. (1969). – Le Clavatoraceae del « Purbeckiano » di Cala d'Inferno nella Nurra di Alghero (Sardegna Nord-Occidentale). *Boll. Soc. Sarda Sci. nat.*, Sassari, 5, 1-14.
- REY, J. & RAMALHO, M. (1974). – Le Crétacé inférieur de l'Algarve occidental (Portugal). *Comm. Serv. geol. Portugal*, Lisbonne, 57, 155-181.
- RIVELINE, J., BERGER, J.P., FEIST, M., MARTIN-CLOSAS, C., SCHUDACK, M.E. & SOULIÉ-MÄRSCH, I. (1996). – European Mesozoic-Cenozoic Charophyte Biozonation. *Bull. Soc. géol. France*, Paris, 167/3, 453-468.
- SALAS, R. & MARTIN-CLOSAS, C. (coord.) et coll. (1991). – El Crétacé inferior del Nordeste de Iberia. Guide géol. 3ème Coloquio del Crétacé de España, Morella, 1991. *Publ. Univ. Barcelona*, 153 p.
- SCHUDACK, M.E. (1986). – Zur Nomenklatur der Gattungen *Porochara* MÄDLER 1955 (syn. *Musacchiella* FEIST & GRAMBAST-FESSARD 1984) und *Feistiella* n. gen. (Charophyta). *Paläont. Z.*, Stuttgart, 60/1-2, 21-27.
- SCHUDACK, M.E. (1987a). – Charophytenflora und fazielle Entwicklung der Grenzsichten mariner Jura/Wealden in den Nordwestlichen Iberischen Ketten (mit Vergleichen zu Asturien und Kantabrien). *Palaeontographica*, Stuttgart, A, 204/1-6, 180 p.
- SCHUDACK, M.E. (1987b). – Charophytenflora und Alter des unterkretazischen Karsthöhlen-Füllung von Nehden (NE-Sauerland). *Geol. Paläont. Westf.*, Münster, 10, 7-44.
- SCHUDACK, M.E. (1989). – Charophytenfloren aus der unterkretazischen Vertebraten-Fundschichten bei Galve und Uña (Ostspanien). *Berliner geowiss. Abh.*, Berlin, A, 106, 409-443.
- SCHUDACK, M.E. (1990). – Bestandsaufnahme und Lokalisation der Charophyten aus Oberjura und Unterkreide des Nordwestdeutschen Beckens. *Berliner geowiss. Abh.*, Berlin, A, 124, 209-245.
- SCHUDACK, M.E. (1993). – Die Charophyten in Oberjura und Unterkreide Westeuropas. Mit einer phylogenetischen Analyse der Gesamtgruppe. *Berliner geowiss. Abh.*, Berlin, E, 8, 209 p.
- SCHUDACK, U. (1989). – Zur Systematik der oberjurassischen Ostracodengattung *Cetacella* MARTIN 1958 (Syn. *Leiria* HELMDACH 1971). *Berliner geowiss. Abh.*, Berlin, A, 106, 459-471.
- SHAÏKIN, I.M. (1967). – (en russe) Fossil Charophyta of Upper Jurassic deposits of Dniepr-Donets depression. In : *Fossil Algae of the USSR*. IZDAT-Nauk. SSSR, Moscou, p. 43-47.
- SHAÏKIN, I.M. (1976). – (en russe) New data on the biostratigraphy of the Jurassic and Cretaceous deposits of the Fore-Dobrogean trough. *Geol. Zh.*, Kiev, 36/2, 77-86.
- SHAÏKIN, I.M., KISIELEVSKI, F. & VACULA, L. (1992). – Correlation of nonmarine Lower Cretaceous deposits of the south European part of the former USSR on the basis of Charophyta. *Cretaceous Research*, London, 13/4, 331-336.
- SIRNA, G. (1963). – Aptian Charophyta of Southern Latium. *Geol. Romana*, Roma, 2, 279-290.
- VIRGONE, A. (1997). – Stratigraphie, Sédimentologie et dynamique d'une plate-forme carbonatée : le Berriasien supérieur-Valanginien basal de Basse-Provence occidentale (S.E. France). *Thèse Univ. de Provence*, Marseille, 196 p. 10 Annexes, 12 pl.
- WANG, SHUI (1965). – (en chinois) Mesozoic and Tertiary Charophyta from Jinquan basin of Kansu province. *Acta Paleont. Sinica*, Beijing, 13, 485-499.
- WANG, ZHEN (1978). – (en chinois) Cretaceous charophytes from the Yangtze-Han River Basin with a note on the classification of Porocharaceae and Characeae. *Mem. Nanjing Inst. Geol. Paleont.*, Nanjing, *Acad. Sinica*, 5, 61-92.
- WANG, ZHEN (1981). – (en chinois) Mesozoic charophytes from the Anhui and Zeijiang with its stratigraphic significance. *Acta Paleont. Sinica*, Beijing, 20, 311-325.
- WANG, ZHEN, HUANG, REN-JIN & WANG, SHUI (1976). – (en chinois) Mesozoic and Cenozoic Charophytes from Yunnan Province, p. 65-93. In : *Mesozoic and Cenozoic fossils of Yunnan*, 1, 388 p.
- WANG, ZHEN & LU, HUI-NAN (1982). – (en chinois) Classification and evolution of Clavatoraceae, with notes on its distribution in China. *Bull. Nanjing Inst. Geol. Paleont.*, Nanjing, *Acad. Sinica*, 4/6, 77-108.

**Planche 1**

Fig. 1 – *Globator incrassatus* MOJON, 1989. Population-type du Berriasien moyen (Cénozone continentale M4), Riedli (Bienne), Jura suisse occidental.

A à F : vues latérales. G : vue apicale. H : vue basale.

D'après Mojon in Détraz et Mojon [1989].

Fig. 2 – *Globator fallax* n. sp. des Calcaires de Herbers (Cénozone continentale M6, Valanginien) de la coupe d'El Mangraner (échantillon 11, fig. 3C).

A-B-C-F-G-H-I-J : utricles en vues latérales. D : utricule en vue apicale. E : utricule en vue basale.

Fig. 1 – *Globator incrassatus* MOJON, 1989. Type-population of the Middle Berriasian (continental Cenozoone M4), Riedli (Bienne), Western Swiss Jura Mountains.

A to F : lateral views. G : apical view. H : basal view.

After Mojon in Détraz and Mojon [1989].

Fig. 2 – *Globator fallax* n. sp. from the Herbers Limestones (continental Cenozoone M6, Valanginian) in the El Mangraner section (sample 11, fig. 3C).

A-B-C-F-G-H-I-J : utricles in lateral views. D : utricule in apical view. E : utricule in basal view.

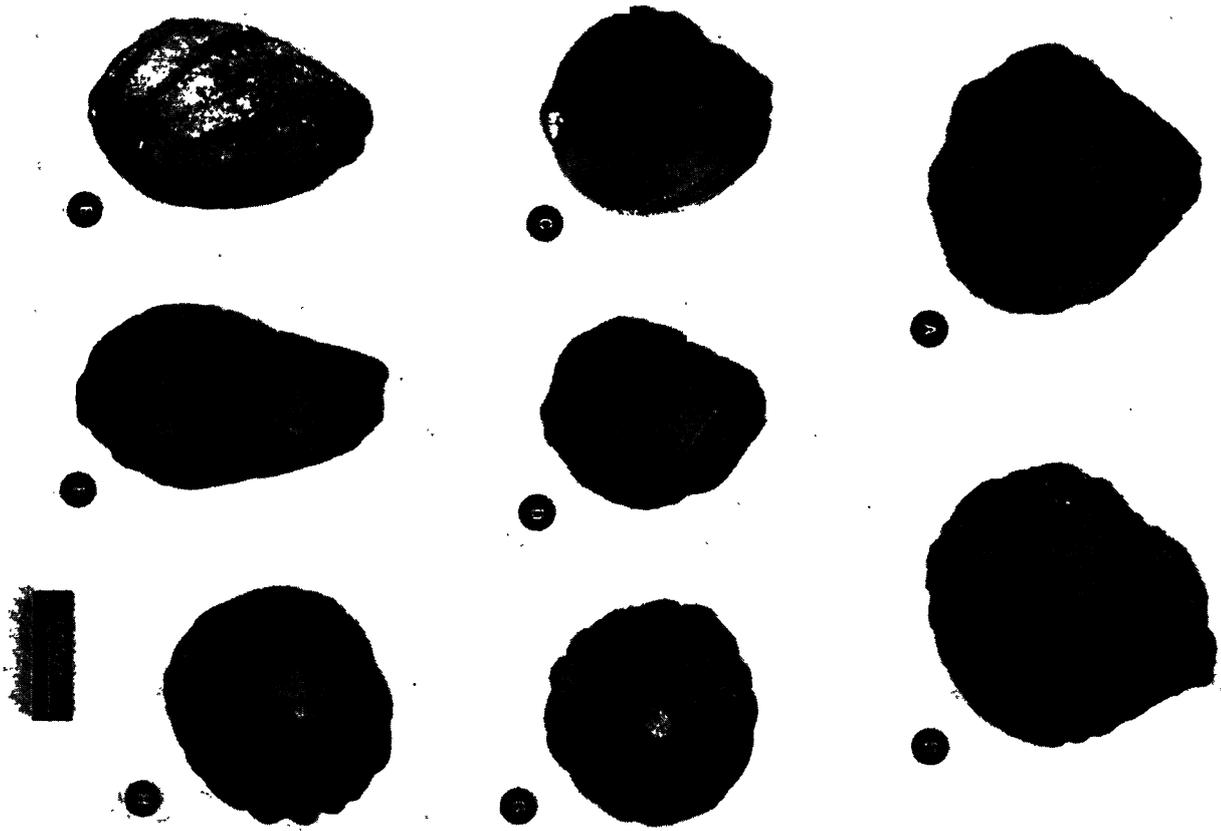
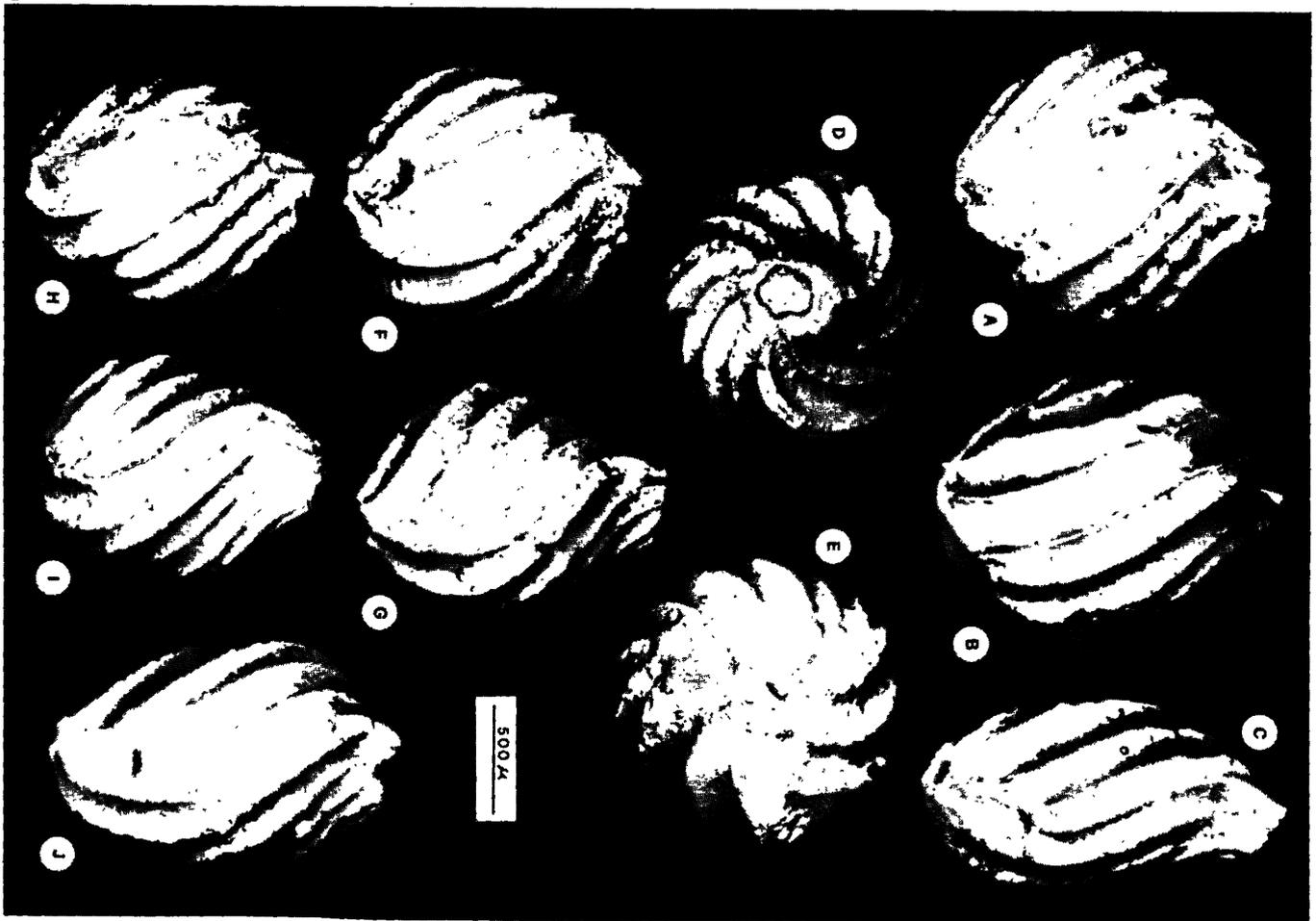


FIG. 1 FIG. 2



## Planche 2

Fig. 1 A à H – *Globator nurrensis steinhauseri* MOJON, 1989.

Population-type du Berriasien terminal (Cénozone continentale M5b), Molard de Vions, Jura français méridional.

Fig. 1 I à L – *Globator nurrensis nurrensis* (PECORINI, 1969) GRAMBAST, 1974. Berriasien supérieur (Cénozone continentale M5a), Pont-de-la-Dorche, Jura français méridional.

Fig. 1 – A-B-G-H-I-J-K-L : vues latérales. C-F : vues apicales. D-E : vues basales.

D'après Mojon in Détraz et Mojon [1989].

Fig. 2 – *Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp.

A à H : formes évoluées de la Formation de Mirambell (Cénozone continentale M7b, Barrémien inférieur) de la coupe de Les Rases (échantillon 2, fig. 5).

I-J : formes primitives de la Formation d'El Cantaperdius (Cénozone continentale M7a, Hauterivien) de la coupe d'El Mangraner (échantillon 16, fig. 3D).

A-B-C-D-E-I : utricules en vues latérales. F : utricule en vue apicale. G-H-J : utricules en vues basales. G'-H'-J' : vues de détail de G-H-J montrant le développement variable des cellules basales.

Fig. 1 A à H – *Globator nurrensis steinhauseri* MOJON, 1989.

Type-population of the uppermost Berriasian (continental Cenozoone M5b), Molard de Vions, Southern French Jura Mountains.

Fig. 1 I to L – *Globator nurrensis nurrensis* (PECORINI, 1969) GRAMBAST, 1974. Upper Berriasian (continental Cenozoone M5a), Pont-de-la-Dorche, Southern French Jura Mountains.

Fig. 1 – A-B-G-H-I-J-K-L : Lateral views. C-F : apical views. D-E : basal views.

After Mojon in Détraz and Mojon [1989].

Fig. 2 – *Globator trochiliscoides mutabilis* n. ssp.

A to H : evolved specimens from the Mirambell Formation (continental Cenozoone M7b, Lower Barremian) in the Les Rases section (sample 2, fig. 5).

I-J : primitive specimens from the El Cantaperdius Formation (continental Cenozoone M7a, Hauterivian) in the El Mangraner section (sample 16, fig. 3D).

A-B-C-D-E-I : utricles in lateral views. F : utricle in apical view. G-H-J : utricles in basal views. G'-H'-J' : detailed views of G-H-J showing the variable development of the basal cells.

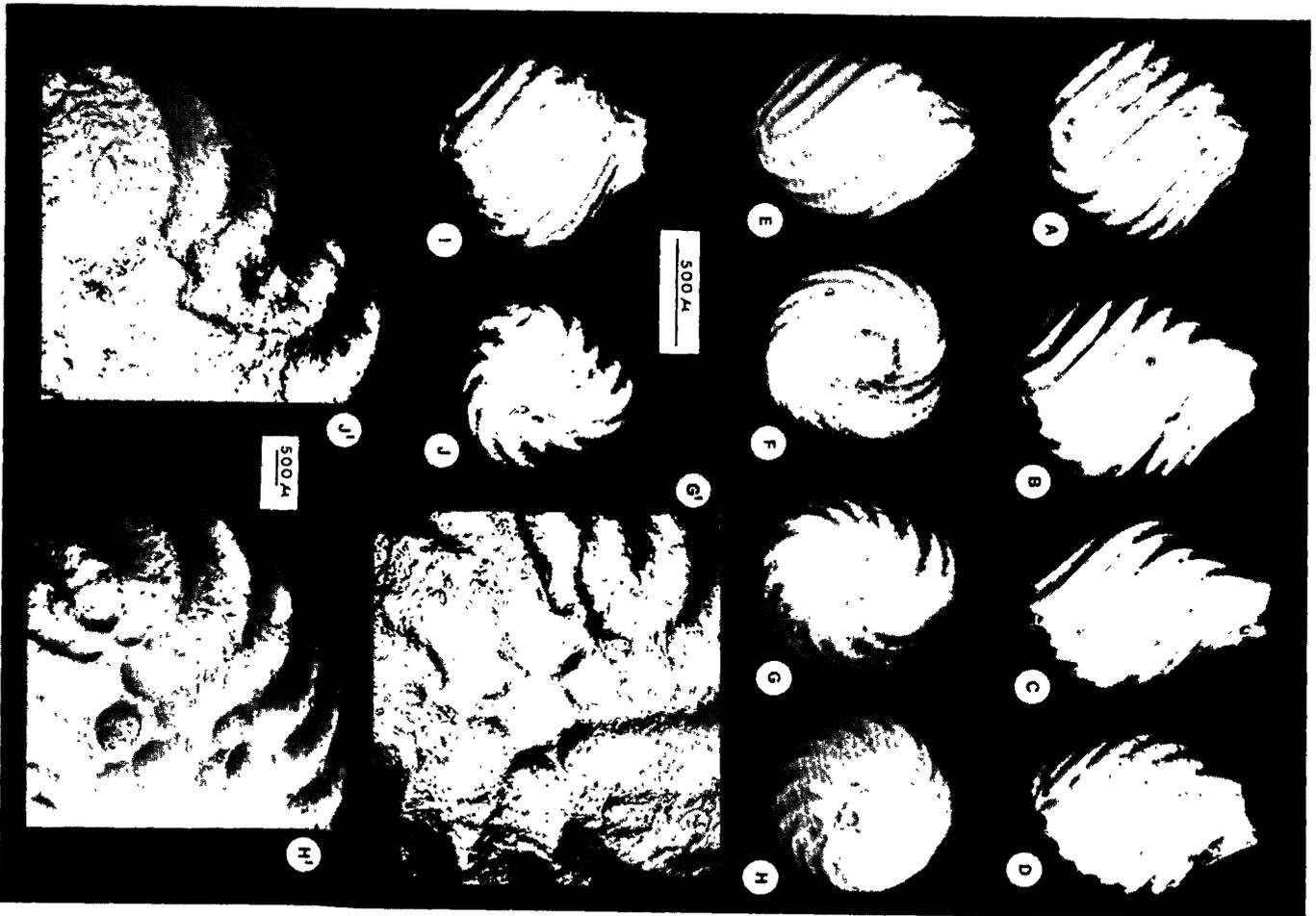
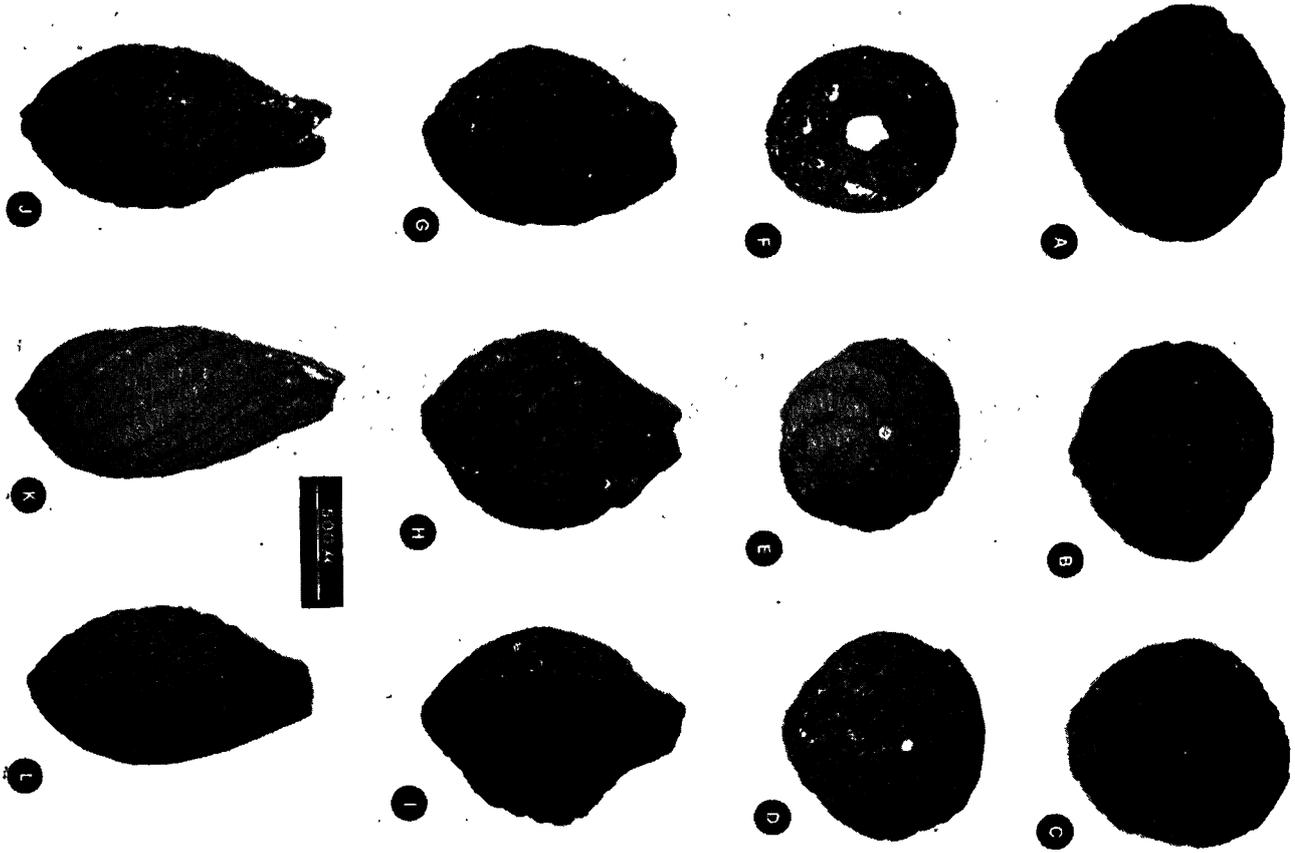


FIG. 1 FIG. 2

### Planche 3

Fig. 1 – *Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST, 1968 et *Favargerella* n. gen.

Fig. 1 A à E – *Atopochara trivolvis triquetra*, petites formes primitives de la Formation de Mirambell (Cénozone continentale M7b, Barrémien inférieur) de la coupe de Les Rases (échantillon 2, fig. 5).

A-B-C : utricules en vues latérales. D : utricule en vue apicale. E : utricule en vue basale.

Fig. 1 F-G – *Favargerella lata* (MARTIN-CLOSAS, 1989) n. comb. de la Formation Les Artoles (Cénozone continentale M8b, Bédoulien) de la coupe d'El Mangraner (échantillon 26, fig. 3E). F : utricule en vue latérale, les flèches indiquent les zones cicatricielles d'attache au rameau fertile portant les utricules. G : utricule en vue transversale montrant la symétrie bilatérale très apparente.

Fig. 1 H – *Hemiclavator adnatus* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) SCHUDACK, 1989 de la Formation El Cantaperdius (Cénozone continentale M7a, Hauterivien) de la coupe d'El Mangraner (échantillon 18, fig. 3D). Utricule en vue latérale, encore adhérent à une portion de rameau fertile.

Fig. 2 – *Favargerella stellata* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) n. comb.

Rameau fertile encore immature avec 4 utricules (noeuds fertiles) adhérent ensemble, Formation de Mirambell (Cénozone continentale M7b, Barrémien inférieur) de la coupe de Les Rases (échantillon 6, fig. 5).

A-B : vues latérales. E : vue transversale. C-D-F-G-H : vues de détail des utricules.

Fig. 1 – *Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST, 1968 and *Favargerella* n. gen.

Fig. 1 A to E – *Atopochara trivolvis triquetra*, small-sized primitive specimens from the Mirambell Formation (continental Cenozoone M7b, Lower Barremian) in the Les Rases section (sample 2, fig. 5).

A-B-C : utricles in lateral views. D : utricle in apical view. E : utricle in basal view.

Fig. 1 F-G – *Favargerella lata* (MARTIN-CLOSAS, 1989) n. comb. from the Les Artoles Formation (continental Cenozoone M8b, Bedoulian) in the El Mangraner section (sample 26, fig. 3E). F : utricle in lateral view, the arrows indicate the scarred joints with the fertile branchlet supporting the utricles. G : utricle in transverse view showing the very well conspicuous bilateral symmetry.

Fig. 1 H – *Hemiclavator adnatus* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) SCHUDACK, 1989 from the El Cantaperdius Formation (continental Cenozoone M7a, Hauterivian) in the El Mangraner section (sample 18, fig. 3D). Utricle in lateral view, still sticking to a fertile branchlet part.

Fig. 2 – *Favargerella stellata* (MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, 1986) n. comb. Fertile branchlet still immature with 4 utricles (fertile nodes) sticking together, Mirambell Formation (continental Cenozoone M7b, Lower Barremian) in the Les Rases section (sample 6, fig. 5).

A-B : lateral views. E : transverse view. C-D-F-G-H : detailed views of the utricles.

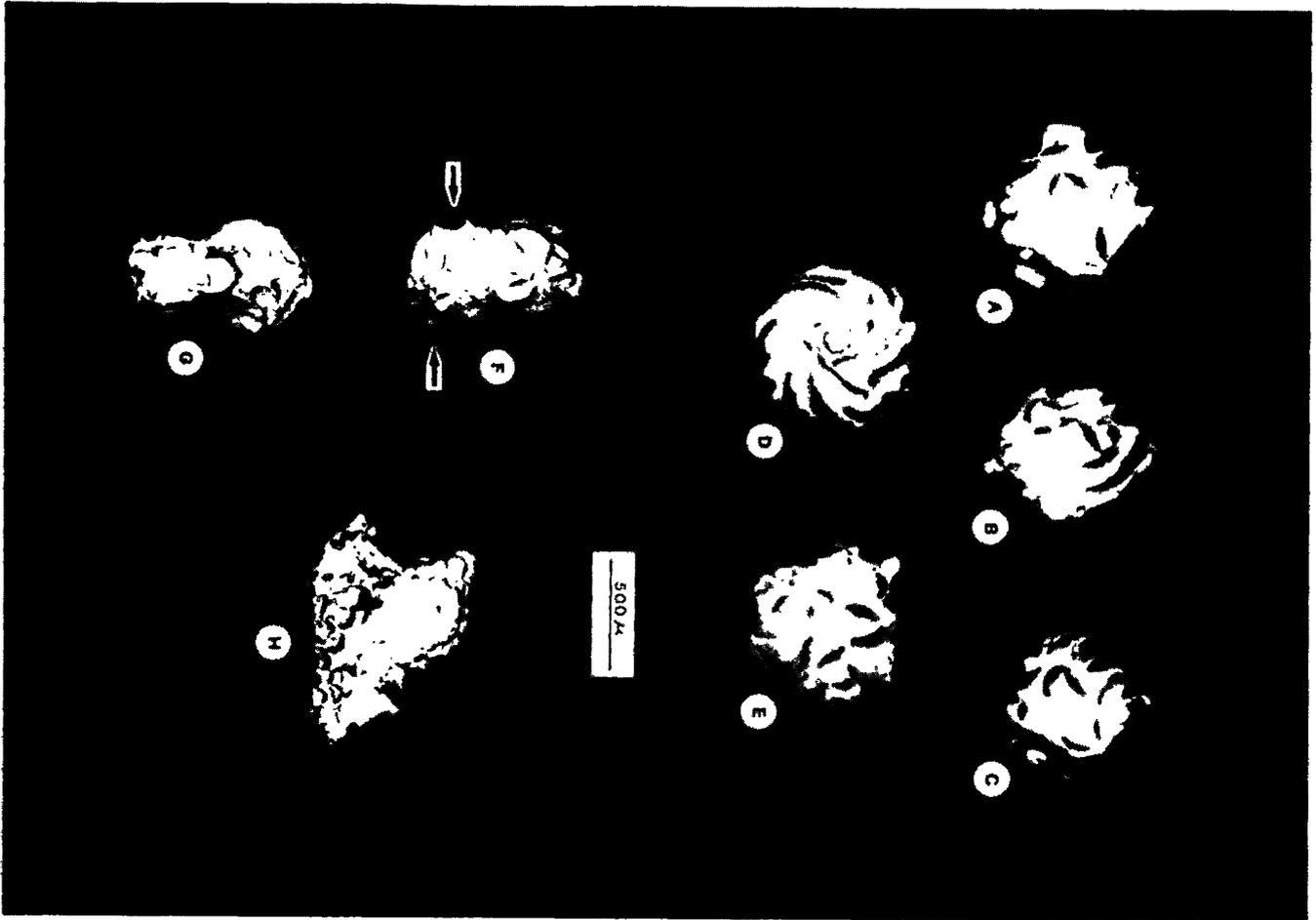


FIG. 1

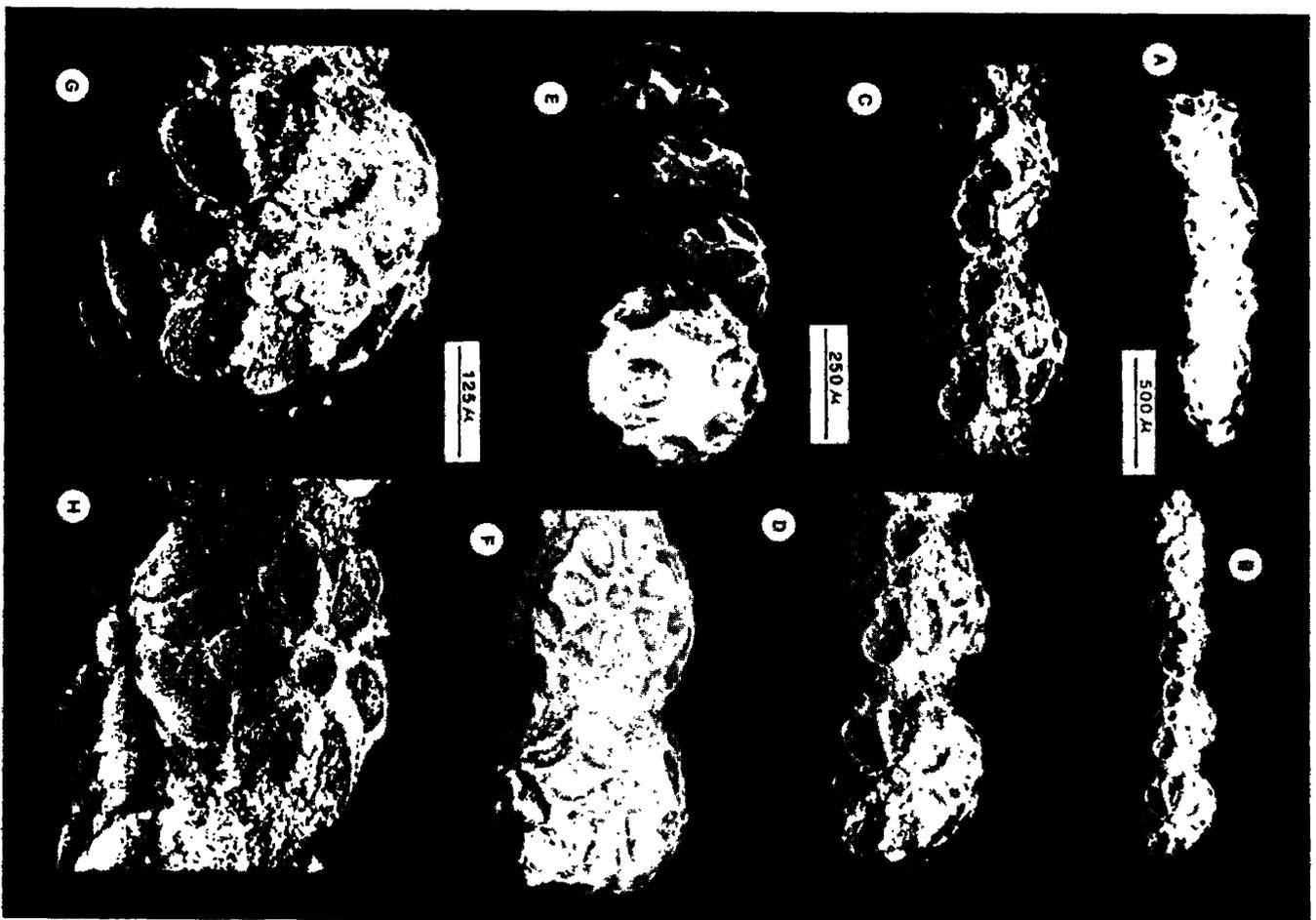


FIG. 2

## Planche 4

Thalles (parties végétatives) et utricules (fructifications) des Clavatoracées de petite taille du Berriasien du Jura franco-suisse.

Fig. A à K – *Flabellochara grovesi* (HARRIS, 1939) GRAMBAST, 1962.

Fig. L-M-N – *Clypeator discordis* SHAIKIN, 1976.

Fig. Q-R – *Nodosoclavator bradleyi* (HARRIS, 1939) MASLOV, 1961.

Fig. O-P et S à Y – *Clavator reidi* GROVES, 1924.

A-B : Berriasien supérieur (Cénozone continentale M5a), Pont-de-la-Dorche, Jura français méridional.

C-P-V : Berriasien moyen (Cénozone continentale M4), Riedli (Bienne), Jura suisse occidental.

D-E-F-G-O : passage Berriasien inférieur-moyen (Cénozones continentales M3-M4), Lavans-les-St-Claude, Jura français central.

H-I-J-K-Q-R-S-T-U-W-X-Y : Berriasien inférieur (Cénozone continentale M1b), Riedli (Bienne), Jura suisse occidental.

L-M-N : Berriasien basal (Cénozone continentale M1a), Riedli (Bienne), Jura suisse occidental.

A : portion de thalle isolée en vue latérale.

B-C-D-E-H-I-J-K-L-M-N-O-Q-R-S-T-U-W-X-Y : utricules en vues latérales.

F et V : portions de thalles supportant respectivement encore 2 et 3 utricules.

G : portion de thalle et utricule cassé montrant sa couche interne noduleuse.

P : ensemble de 2 utricules adhérents.

H-Q-T-U : exemplaires déjà publiés dans Mojon et Strasser [1987].

*Thallus (vegetative parts) and utricles (fructifications) of the small-sized Berriasian Clavatoraceae from the French and Swiss Jura Mountains.*

Fig. A to K – *Flabellochara grovesi* (HARRIS, 1939) GRAMBAST, 1962.

Fig. L-M-N – *Clypeator discordis* SHAIKIN, 1976.

Fig. Q-R – *Nodosoclavator bradleyi* (HARRIS, 1939) MASLOV, 1961.

Fig. O-P and S to Y – *Clavator reidi* GROVES, 1924.

A-B : Upper Berriasian (continental Cenozoone M5a), Pont-de-la-Dorche, Southern French Jura Mountains.

C-P-V : Middle Berriasian (continental Cenozoone M4), Riedli (Bienne), Western Swiss Jura Mountains.

D-E-F-G-O : Lower to Middle Berriasian transition (continental Cenozoones M3-M4), Lavans-les-St-Claude, Central French Jura Mountains.

H-I-J-K-Q-R-S-T-U-W-X-Y : Lower Berriasian (continental Cenozoone M1b), Riedli (Bienne), Western Swiss Jura Mountains.

L-M-N : lowermost Berriasian (continental Cenozoone M1a), Riedli (Bienne), Western Swiss Jura Mountains.

A : isolated piece of thallus in lateral view.

B-C-D-E-H-I-J-K-L-M-N-O-Q-R-S-T-U-W-X-Y : utricles in lateral views.

F and V : parts of thallus still supporting respectively 2 and 3 utricles.

G : part of thallus and broken utricule showing its internal nodulous wall.

P : 2 utricles sticking together.

H-Q-T-U : specimens already published in Mojon and Strasser [1987].

