

Les paléopeuplements marins du Messinien pré-évaporitique de Pissouri (Chypre, Méditerranée orientale) : aspects paléoécologiques précédant la crise de salinité messinienne

Didier MERLE
Agnès LAURIAT-RAGE
Jean GAUDANT

Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratoire de Paléontologie,
UMR 8569 CNRS, 8 rue Buffon, F-75231 Paris cedex 05 (France)
dimerle@aol.com
alaurage@mnhn.fr
gaudant@ipgp.jussieu.fr

Simona PESTREA
Université de Bucarest, Faculté de Géologie et Géophysique,
1 bd N. Balcescu, Bucarest (Roumanie)
simsaintmartin@yahoo.fr

Marie-Denise COURME-RAULT
Université d'Orléans, Département des Sciences de la Terre,
F-45067 Orléans cedex (France)
mdcourme@aol.com

Irene ZORN
Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, 1031 Wien (Autriche)
izorn@cc.geoalba.ac.at

Marie-Madeleine BLANC-VALLERON
Jean-Marie ROUCHY
Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratoire de Géologie,
et CNRS FRE 2400, 43 rue Buffon, F-75231 Paris cedex 05 (France)
rouchy@mnhn.fr
valleron@mnhn.fr

Fabienne ORSZAG-SPERBER
Université de Paris-Sud, Laboratoire de Géochimie des Roches sédimentaires
(UMR-CNRS 8616), F-91400 Orsay (France)
orszag@geophy.u-psud.fr

Wout KRIJGSMAN
Paleomagnetic Laboratory « Fort Hoofddijk »,
Budapestlaan 17, 3584 CD Utrecht (The Netherlands)
krijgsma@geol.uu.nl

Merle D., Lauriat-Rage A., Gaudant J., Pestrea S., Courme-Rault M.-D., Zorn I., Blanc-Valleron M.-M., Rouchy J.-M., Orszag-Sperber F. & Krijgsman W. 2002. — Les paléopeuplements marins du Messinien pré-éaporitique de Pissouri (Chypre, Méditerranée orientale) : aspects paléocéologiques précédant la crise de salinité messinienne, *in* Néraudeau D. & Goubert E. (eds), *L'Événement messinien : approches paléobiologiques et paléocéologiques*. *Geodiversitas* 24 (3) : 669-689.

RÉSUMÉ

La coupe de l'autoroute de Pissouri (Chypre) permet d'observer une série sédimentaire marine presque ininterrompue entre le Tortonien supérieur et les gypses inférieurs messiniens. Son analyse paléocéologique est présentée et repose sur l'examen de 180 prélèvements dans des alternances marnes laminées/marnocalcaires contenant un assemblage faunique (poissons [quatre espèces], mollusques [environ 25 espèces benthiques et une planctonique], spongiaires [sept genres] et foraminifères [100 espèces]) et floristique (diatomées [90 espèces] et silicoflagellés [quatre espèces]). Bien que caractérisée par une faible diversité, la malacofaune montre d'étroites similitudes avec celles du Messinien inférieur de Crète (Grèce) et du Piémont (Italie). À la base de la coupe (Tortonien supérieur-Messinien basal), les assemblages paléobiologiques indiquent des fonds meubles déposés en domaine circalittoral inférieur, voire bathyal supérieur, bordé de zones plus profondes. Vers le milieu de la coupe, ils indiquent un milieu circalittoral supérieur. Environ 5 m avant le gypse, ils traduisent un isolement du bassin, une chute du plan d'eau et on assiste à la disparition des taxons les mieux représentés (*Propeamussium duodecimlamellatum* (Bronn, 1831), *Abra alba* (Wood, 1802), *Cavolinia gysorum* (Bellardi, 1873) et spongiaires) de la coupe. Dans un contexte de confinement croissant de la Méditerranée, la pauvreté faunique et les disparitions enregistrées à la fin du Messinien pré-éaporitique de Chypre (bassins de Pissouri et de Polemi) suggèrent déjà des conditions d'environnements stressantes pour ces peuplements orientaux éloignés de la communication avec l'Atlantique.

MOTS CLÉS

Mollusques,
poissons,
diatomées,
foraminifères,
Messinien pré-éaporitique,
Chypre,
crise de salinité,
paléocéologie.

ABSTRACT

The marine faunistic and floristic assemblages of the pre-evaporitic Messinian from Pissouri (Cyprus, East Mediterranean): palaeoecological aspects preceding the Messinian salinity crisis.

The motorway section of Pissouri (Cyprus) allows to observe a nearly uninterrupted succession of marine sediments from the upper Tortonian up to the lower Messinian gypsum. Its palaeoecological analysis is given, based on the study of 180 samples containing faunal (fishes [four species], molluscs [about 25 benthic species and one planktonic], sponges [seven genera] and foraminifera [100 species]) and floral (diatoms [90 species] and silicoflagellates [four species]) assemblages. Although characterized by a low diversity, the malacofauna shows strong affinities with those of the lower Messinian sediments from Crete (Greece) and Piedmont (Italy). At the bottom of the section, the paleobiological assemblages correspond to mud deposits in a deep circalittoral or upper bathyal zone, near deeper areas. In the middle part of the section, they indicate shallower deposits (upper circalittoral). In the uppermost 5 m below the gypsum, the assemblages indicate an isolation of the basin, shallow water conditions and the disappearance of representative species (*Propeamussium duodecimlamellatum* (Bronn, 1831), *Abra alba* (Wood, 1802), *Cavolinia gysorum* (Bellardi, 1873) and sponges) of the section is registered. In this context of progressive restriction of the Mediterranean, the low diversity of the fauna and the registered disappearances at the top of the Cyprian pre-evaporitic beds (Pissouri and Polemi basins) already suggest stressful environments for these oriental faunal assemblages, a long way from the Atlantic communication.

KEY WORDS

Molluscs,
fishes,
diatoms,
foraminifera,
pre-evaporitic Messinian,
Cyprus,
salinity crisis,
palaeoecology.

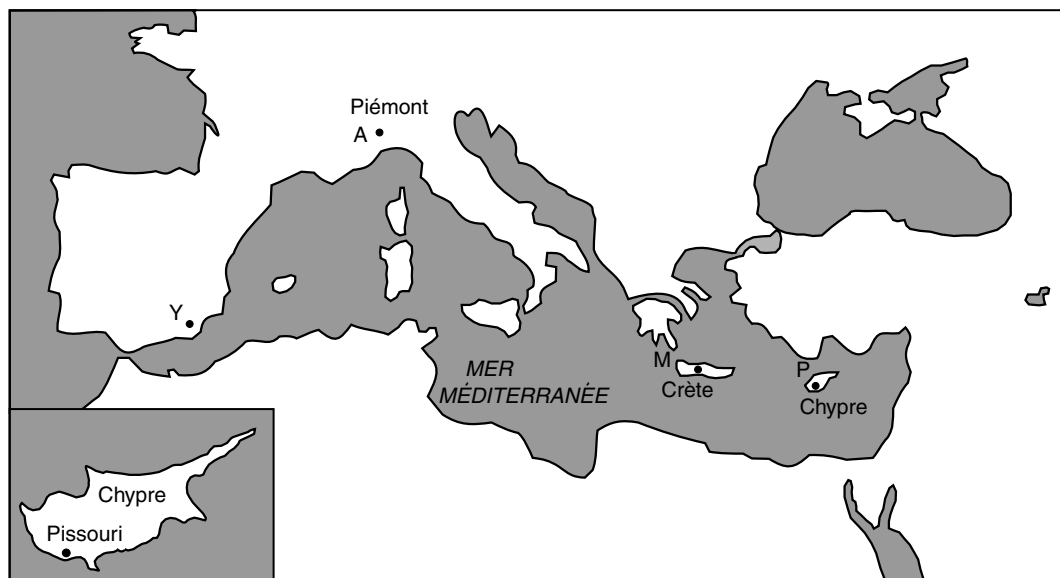


FIG. 1. — Situation géographique du bassin de Pissouri (Chypre). Abréviations : A, Alba ; M, Mires ; P, Pissouri ; Y, Los Yesos.

INTRODUCTION

La sédimentation marine en Méditerranée, au Messinien, montre très généralement un changement progressif de l'environnement de dépôt des sédiments, qui passe d'un milieu marin franc au Messinien inférieur à un environnement de type confiné, préluant au dépôt des grandes masses gypseuses du Messinien (« Crise de Salinité » des auteurs). En Méditerranée orientale, l'étude des bassins néogènes de Chypre, au Sud du Troodos, a montré que, là aussi, le dépôt des évaporites couronne un confinement progressif du milieu de dépôt (Bizon *et al.* 1979 ; Orszag-Sperber *et al.* 1980 ; Rouchy *et al.* 1980).

Le chantier de construction de l'autoroute dans la région de Pissouri (Fig. 1) a permis de lever une nouvelle coupe entre la limite Tortonien supérieur/Messinien inférieur (biozone à *Globorotalia conomiozea* Kennett, 1966) et les premiers bancs de gypse (Fig. 2). Cette coupe est caractérisée par la présence de niveaux diatomitiques et montre une cyclicité comparable à celle observée dans d'autres coupes équivalentes (par exemple, Los Molinos, Perales dans le bassin de Sorbas,

Espagne) de Méditerranée (Krijgsman *et al.* 1999, 2002 ; Hilgen & Krijgsman 1999). Un niveau de slump (Fig. 2), épais de 4 m, est présent 7 m sous les gypses inférieurs. Ce niveau-repère, dans toute la région considérée, est caractérisé par une intense perturbation des couches sédimentaires qui le composent, indiquant une instabilité synsédimentaire du milieu. L'étude de la coupe de l'autoroute de Pissouri est le fruit d'une recherche pluridisciplinaire dans laquelle nous avons cherché à mettre en évidence les changements paléoécologiques accompagnant l'évolution du milieu marin vers un confinement de plus en plus marqué qui aboutira à des conditions permettant le dépôt d'évaporites. Elle repose sur un programme coordonné d'échantillonnage réalisé par l'équipe du Muséum national d'Histoire naturelle (D. Merle, J. Gaudant, J.-M. Rouchy et M.-M. Blanc-Valléon), de l'Université Paris-Sud (F. Orszag-Sperber) et de l'Université de Cambridge (R. Flecker) pour la sédimentologie, la géochimie et les assemblages biologiques, et par l'équipe de l'Université d'Utrecht pour les aspects chronologiques (W. Krijgsman, C. Duermeijer et E. Snel). Les niveaux ayant permis la récolte

d'organismes sont reportés de façon précise sur la coupe (Fig. 2). L'analyse des changements paléo-écologiques fait l'objet de cette note et s'appuie sur l'étude des mollusques, des poissons, des diatomées, des silicoflagellés, des spongiaires et des foraminifères.

ABRÉVIATIONS

MNHN-LP	Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratoire de Paléontologie, Paris ;
PTE	poissons tertiaires ;
éch.	échantillon(s).

REPRÉSENTATION DES FOSSILES ET ÉCHANTILLONNAGE

L'examen des niveaux de la coupe de l'autoroute de Pissouri a permis d'effectuer environ 180 prélèvements. Ils ont livré les groupes suivants : mollusques, poissons, diatomées, silicoflagellés, spongiaires et foraminifères. La représentation de chaque groupe au sein de la coupe est inégale et nécessite une discussion.

MALACOFAUNE

La malacofaune est le plus souvent conservée sous forme de moules internes. Elle se rencontre depuis la base de la coupe (Tortonien supérieur) jusqu'à son sommet, dans un intervalle situé entre le premier et le second niveau stromatolithique (éch. Pi A01, Fig. 2). Cependant, elle est irrégulièrement représentée et seulement 46 niveaux ont livré des mollusques. Trois niveaux se situent dans les alternances sédimentaires tortoniennes, 41 dans les alternances messiniennes, un dans le slump et un dans le premier intervalle stromatolithique (Fig. 2). À l'exception des gastéropodes holoplantoniques (ptéropodes), la densité des mollusques est très faible et ne dépasse pas deux à trois individus pour environ 5 dm³. Cette faible densité ne permet donc pas de donner une évaluation statistiquement fiable de l'abondance des taxons identifiés, au sein de chaque niveau. Tout au plus, nous pouvons dire que parmi les mollusques benthiques les bivalves sont dominants sur les gastéropodes. Une conser-

vation, une distribution et une densité des mollusques assez voisines de celles de la coupe de Pissouri s'observent dans d'autres coupes de Méditerranée (en Crète [Grèce] et dans le Piémont [Italie]) présentant aussi des niveaux diatomitiques (Gaudant *et al.* 1997 ; Sturani 1973, 1978).

ICHTHYOFAUNE

L'ichthyofaune a été récoltée dans 16 niveaux (Fig. 2) depuis le Messinien basal jusqu'à un niveau situé à quelques centimètres au-dessous du premier cycle stromatolithique (éch. Pi 1). Les squelettes sont souvent fragmentaires et seulement quatre prélèvements permettent des déterminations au niveau spécifique (Gaudant 2000). Un échantillonnage complémentaire a été réalisé à plusieurs centaines de mètres au Sud de la coupe de l'autoroute, sous un slump (éch. Pi 2 = coupe de la Bergerie), qui est apparemment l'équivalent de celui de la coupe de l'autoroute.

DIATOMÉES, SILICOFAGELLÉS ET SPONGIAIRES

À la différence de ce qui s'observe dans les autres bassins méditerranéens, la coupe de Pissouri ne comporte pas de diatomites pures, mais des sédiments laminés diatomitiques très riches en spicules de spongiaires, formant un épisode biosiliceux (Rouchy *et al.* 2000 ; Merle *et al.* 2000). L'apparition de ces sédiments ne s'enregistre que dans le Messinien, à 30 m environ sous les évaporites, et leur disparition coïncide avec l'installation du premier épisode à stromatolithes (Fig. 2). Sur les 119 prélèvements, seuls les plus riches en diatomées sont reportés sur la coupe (Fig. 2). L'ensemble des prélèvements et la fréquence des espèces rencontrées sont donnés dans une autre note spécialement consacrée aux diatomites du Messinien pré-évaporitique d'Espagne, de Sicile et de Chypre (Pestrea *et al.* 2002 : annexe 4).

FORAMINIFÈRES BENTHIQUES

Les foraminifères benthiques n'ont pas encore fait l'objet d'une campagne de prélèvements. Ils ont été étudiés à partir de sept échantillons, dont deux dans le Tortonien, un dans le Messinien

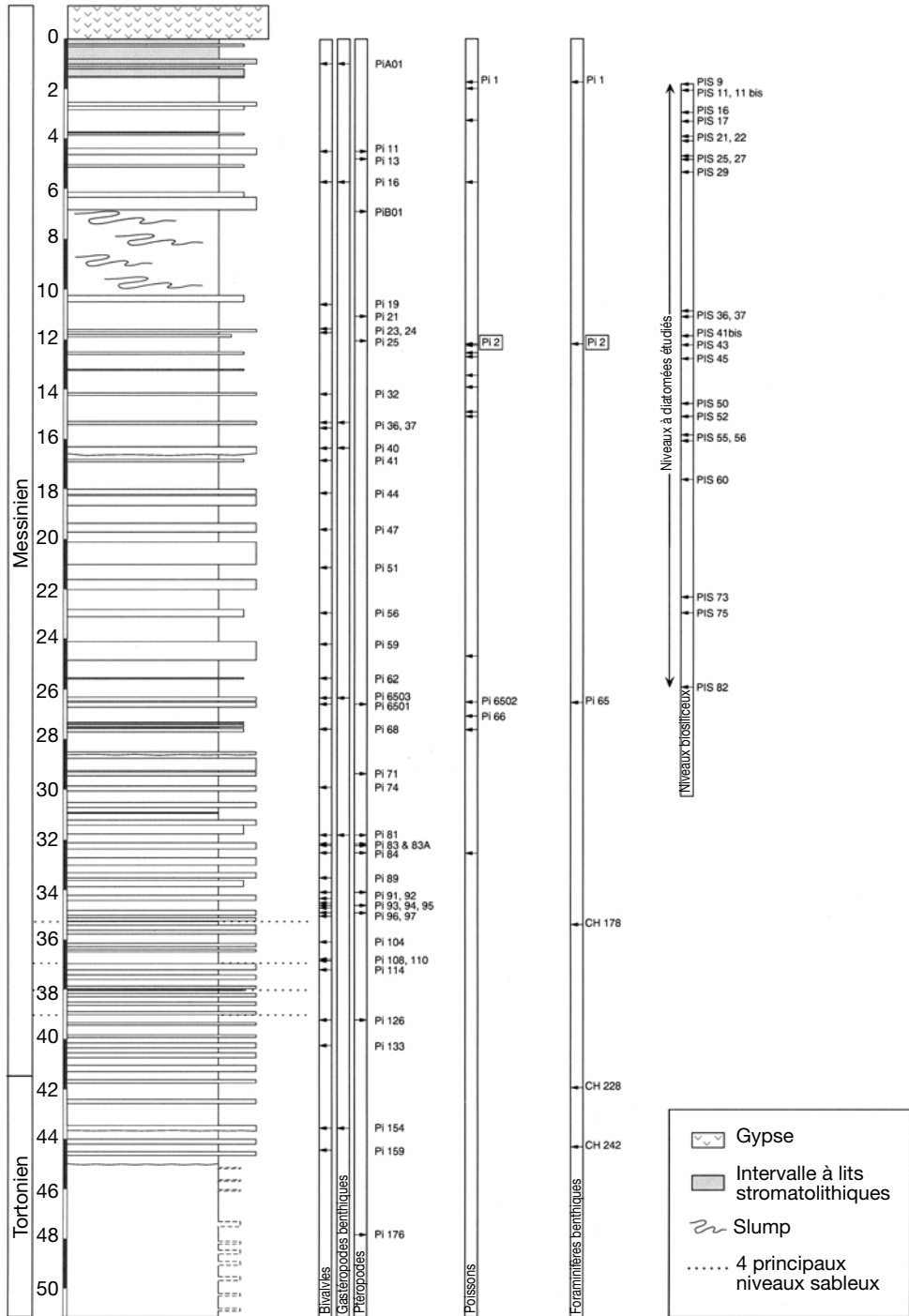


FIG. 2. — Coupe de l'autoroute de Pissouri et localisation des prélèvements. L'échantillon Pi 2 a été prélevé latéralement, dans la coupe de la Bergerie.

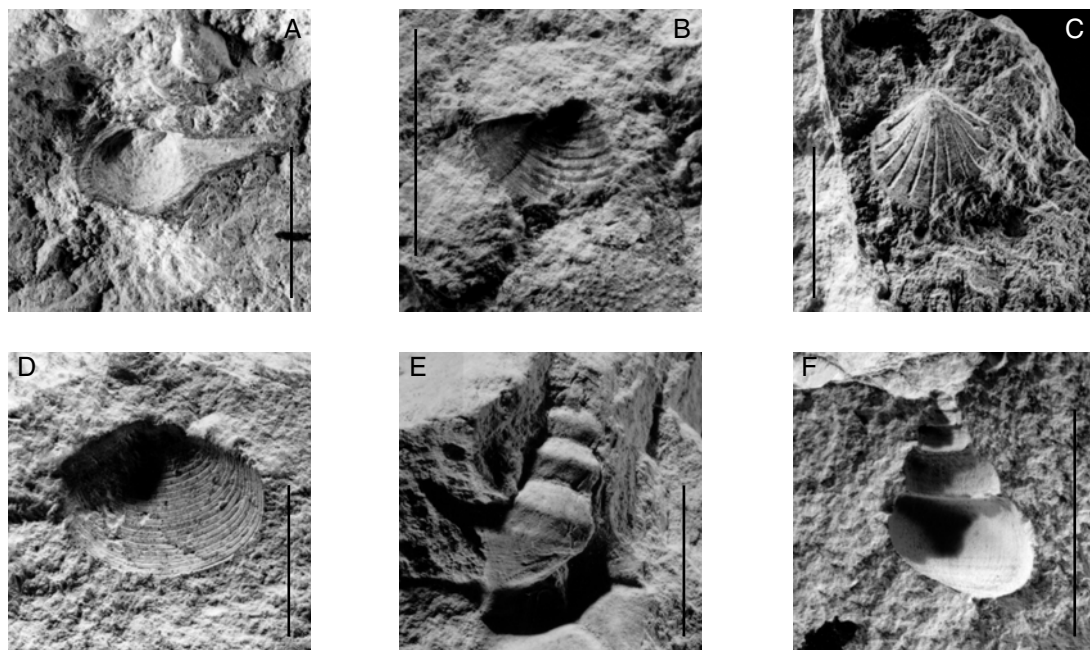


FIG. 3. — Mollusques benthiques du Messinien pré-éaporitique de la coupe de l'autoroute de Pissouri (Chypre) ; **A**, *Cuspidaria rosstrata* (Spengler, 1792), échantillon Pi 95, MNHN-LP n° R.11164 ; **B**, *Cuspidaria abbreviata* (Forbes, 1843), échantillon Pi 23, MNHN-LP n° R.11165 ; **C**, *Propeamussium duodecimlamellatum* (Bronn, 1831), échantillon Pi 81, MNHN-LP n° R.11166 ; **D**, *Myrtea spinifera* (Montagu, 1803), échantillon Pi 41, MNHN-LP n° R.11167 ; **E**, *Aporrhais uttingerianus* (Risso, 1826), échantillon Pi 65, MNHN-LP n° R.11168 ; **F**, Nassariidae indet., Tochni (bassin de Psematismenos), spécimen semblable à celui de l'échantillon Pi 36 avec une meilleure conservation, MNHN-LP n° R.11169. Échelles : 10 mm.

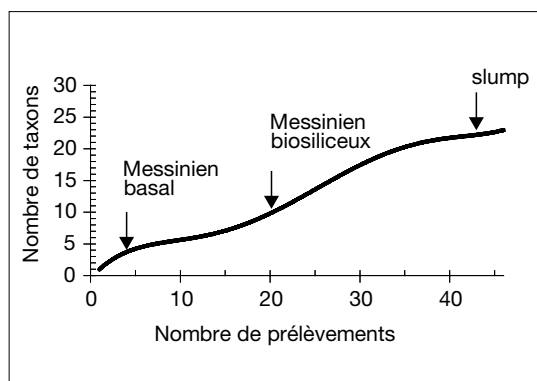


FIG. 4. — Courbe de richesse cumulée des Mollusques prélevés à Pissouri (46 échantillons).

basal, trois dans le Messinien à faciès biosiliceux et un situé à quelques centimètres au-dessous de l'épisode stromatolithique.

INVENTAIRE DES PEUPLEMENTS

MALACOFAUNE (A. LAURIAT-RAGE, D. MERLE ET I. ZORN)

La malacofaune récoltée à Pissouri a permis de réaliser 12 identifications au niveau spécifique, quatre au niveau générique et huit au niveau familial. La liste est la suivante :

- Gastéropodes : *Gibbula* sp., *Aporrhais pespeleceni* (Linné, 1758), *A. uttingerianus* (Risso, 1826) (Fig. 3E), Nassariidae indet. (nec *Nassarius semistriatus* (Brocchi, 1814)) (Fig. 3F), Fasciolariidae indet., *Cavolinia gypsurum* (Bellardi, 1873) ;
- Bivalves : Nuculanidae indet., Arcidae indet., *Propeamussium duodecimlamellatum* (Bronn, 1831) (Fig. 3C), *Aequipecten seniensis* (Lamarck, 1819), *Chlamys* sp., Pectinidae indet., *Limaria tuberculata* Olivi, 1792 (= *L. inflata* Chemnitz, 1874 ; voir Salas 1996), *Thyasira flexuosa* (Montagu, 1803)

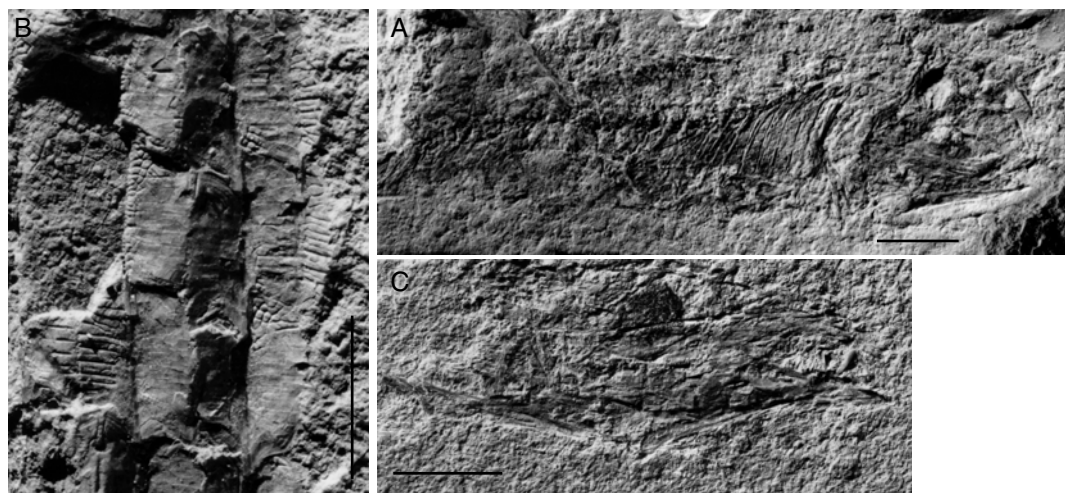


FIG. 5. — Poissons téléostéens du Messinien pré-éaporitique de la coupe de l'autoroute et de la coupe de la Bergerie (Pissouri, Chypre) ; **A**, « *Myctophum* » *licatae* (Sauvage, 1870), échantillon Pi 66 (coupe de l'autoroute), MNHN-LP n° PTE456 ; **B**, *Syngnathus albyi* Sauvage, 1870, écussons dermiques fossilisés, échantillon Pi 65 (coupe de l'autoroute), MNHN-LP n° PTE457 ; **C**, *Lepidopus albyi* (Sauvage, 1870), tête, échantillon Pi 2 (coupe de la Bergerie), MNHN-LP n° PTE467. Échelles : 5 mm.

(Fig. 3D), *Myrtea spinifera* (Montagu, 1803), Lucinidae indet., Cardiidae indet., Tapetinae indet., *Abra alba* (Wood, 1802), *Pholadomya* sp., *Thracia* sp., *Cuspidaria rostrata* (Spengler, 1792) (Fig. 3A), *C. abbreviata* (Forbes, 1843) (Fig. 3B) et *Cardiomya costellata* (Deshayes, 1832).

Avec une richesse de 25 taxons seulement, l'inventaire fait apparaître une faible diversité biologique que l'on retrouve dans des faciès semblables du Messinien pré-éaporitique de Chypre (bassin de Polemi [Orszag-Sperber *et al.* 1980] et Psamatismenos [obs. pers.]) et de Crète (Gaudant *et al.* 1997). À Pissouri, la courbe de richesse cumulée (Fig. 4) montre une lente augmentation du nombre de taxons dans les 20 premiers prélèvements qui sont situés entre le Tortonien supérieur et le Messinien basal. Le nombre de taxons s'accroît plus rapidement dans le Messinien à faciès biosiliceux jusqu'au slump, mais après le slump, la richesse ne s'accroît presque plus et la courbe commence son épaulement.

ICHTHYOFAUNE (J. GAUDANT)

Les squelettes de poissons récoltés dans la coupe de l'autoroute de Pissouri ont permis d'identifier : 1) *Bregmaceros* sp. (famille Bregmacerotidae Gill,

1872) : un petit fragment de tronc sur lequel on observe la ceinture scapulaire et une partie du très long rayon de la nageoire pelvienne (éch. Pi 84) ; 2) « *Myctophum* » *licatae* (Sauvage, 1870) : un spécimen pratiquement complet dont la longueur standard égale environ 40 mm (éch. Pi 66, Fig. 5A) ; 3) *Syngnathus* cf. *albyi* Sauvage, 1870 : un fragment du revêtement du tronc d'un Syngnathidae, dont l'ornementation des écussons dermiques est identique à celle des écussons de l'espèce messinienne *Syngnathus albyi* (éch. Pi 65, Fig. 5B) ; et 4) *Syngnathus albyi* : un ensemble d'écussons dermiques disséminés à la surface d'un lit (éch. Pi 1). L'échantillonnage complémentaire dans la coupe de la Bergerie (éch. Pi 2) a permis de récolter une dizaine de spécimens plus ou moins fragmentaires parmi lesquels ont été identifiées les espèces suivantes : 1) « *Myctophum* » *licatae* : un individu juvénile dont la longueur standard est 30 mm et deux fragments ; 2) « *Myctophum* » *dorsale* (Sauvage, 1870) : un revêtement de tronc recouvert d'écailles relativement épaisses, sur lequel l'absence de photophore visible paraît indiquer la présence de cette espèce ; 3) *Syngnathus albyi* : un fragment de tête accompagné d'un opercule isolé et plusieurs fragments de tronc recouverts d'écus-

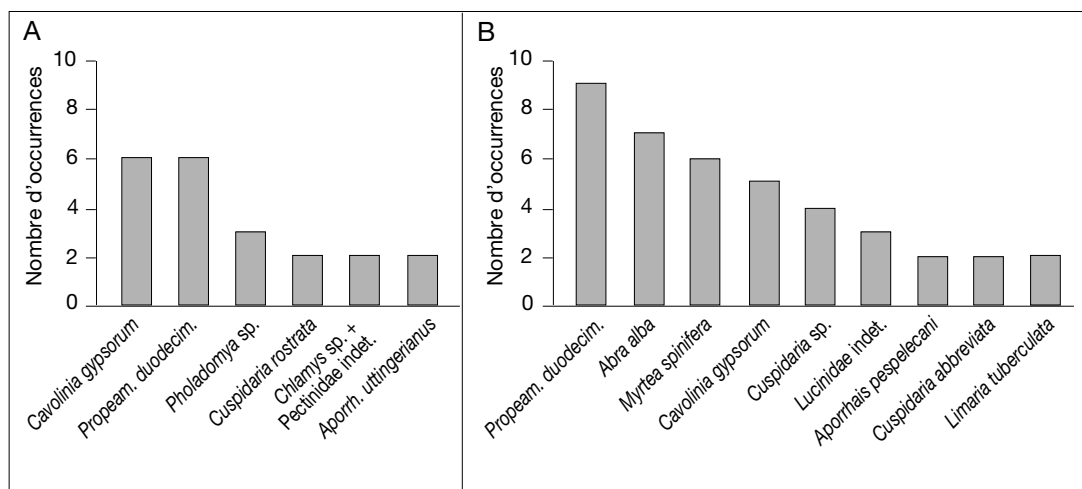


FIG. 6. — Représentation graphique des taxons les plus fréquents de la coupe de Pissouri (Chypre) ; **A**, intervalle Tortonien-supérieur-Messinien basal (20 prélèvements) ; **B**, Messinien : niveaux biosiliceux sous-jacents au slump (22 prélèvements).

sons dermiques ; et 4) *Lepidopus albyi* (Sauvage, 1870) (famille Trichiuridae Rafinesque, 1810) : une tête mesurant 23 mm provient d'un individu juvénile (Fig. 5C), dont la longueur standard peut être estimée à environ 165 mm par référence à l'espèce actuelle *L. caudatus* (Euphrasen, 1788).

DIATOMÉES, SILICOFLAGELLÉS ET SPONGIAIRES (S. PESTREA)

Diatomées

Les diatomées déterminées comprennent 90 espèces, 44 appartenant au groupe des Centriques et 46 au groupe des Pennées (Annexe 1). Elles sont abondantes dans plusieurs niveaux (échantillons PIS 11, 16, 17, 22, 25, 27, 36, 43, 45, 50, 52, 55, 56, 60, 73 et 82). En dehors de ces niveaux riches en diatomées, on observe des niveaux comportant essentiellement des spicules d'éponges, avec seulement des diatomées et des silicoflagellés en quantité négligeable.

Silicoflagellés

Ils sont représentés par *Dictyocha fibula* Ehrenberg, 1854, *D. navicula* Ehrenberg, 1854, *Distephanus speculum* Ehrenberg, 1854 et *D. crux* (Ehrenberg) Haeckel, 1930. Ils sont fréquents dans les sédiments riches en diatomées, mais sont absents dans les sédiments dominés par les spicules.

Spongiaires

Les spicules sont très abondants dans les échantillons PIS 9, 11 bis, 17, 28-31, 37, 41 bis, 42, 47, 62, 63, 65, 69, 72, 75-77, 80, 83, 86, 89 et 97 où ont été identifiés les types morphologiques *Acanthostele*, *Amphiaster*, *Oxea*, *Halicorna*, *Calthrops* et les genres *Geodia* Lamarck, 1815, *Tethya* Lamarck, 1814 et *Cliona* Grant, 1826. On remarque qu'il y a très peu de spicules de grande taille dans les niveaux dominés par les diatomées et les silicoflagellés.

FORAMINIFÈRES BENTHIQUES (M.-D. COURME-RAULT)

Les foraminifères benthiques du Tortonien supérieur et du Messinien de Pissouri (Fig. 2) sont abondants et bien représentés, puisque les sept échantillons analysés ont permis d'identifier environ 100 espèces (Annexe 2). Les principaux articles et ouvrages utilisés pour la détermination des foraminifères benthiques et pour les interprétations paléoenvironnementales sont : Bandy & Chierici (1966), Bernhard (1986), Bizon *et al.* (1979), Blanc-Vernet & Bourdillon (1981), Boltovskoy & Wright (1976), Kouwenhoven (2000), Murray (1973, 1991), Thiede (1975), Van der Zwaan (1979, 1982), Violanti (1986) et Wright (1978).

ANALYSE PALÉOÉCOLOGIQUE

MALACOFaUNE (D. MERLE)

Malacofaune benthique

La distribution des mollusques benthiques dans la coupe de Pissouri (Tableau 1) présente une certaine homogénéité et les changements de composition faunique, peu spectaculaires, s'effectuent souvent partiellement. L'absence de modifications importantes du lithofaciès explique probablement cette homogénéité. Trois types d'assemblages marquant trois degrés dans l'évolution des peuplements rencontrés peuvent cependant être distingués.

La première phase (fin du Tortonien [éch. Pi 178] jusqu'à 30 m environ sous le gypse inférieur [éch. Pi 81]) est caractérisée par une malacofaune benthique peu diversifiée (neuf taxons). Le nombre moyen de taxons rencontrés par prélèvement n'excède pas 1,62. Les taxons les plus fréquents sont : *Propeamussium duodecimlamellatum*, *Pholadomya* sp., *Cuspidaria rostrata* et *Aporrhais uttingerianus* (Fig. 6A). Ils sont accompagnés de Nuculanidae indet., *Chlamys* sp., Pectinidae indet., *Limaria tuberculata* et de *Cuspidaria abbreviata*. *Cuspidaria rostrata* et *C. abbreviata* attestent dans la nature actuelle un faciès circalittoral inférieur ou bathyal supérieur (Glémarec 1978), sur des fonds vaseux pour *C. abbreviata* ou sableux pour *C. rostrata* (Cornet 1985). Dans le Sud du Golfe de Gascogne, *C. rostrata* n'apparaît pas avant 90 m de profondeur et *C. abbreviata* n'est pas signalée avant 180 m de profondeur (Cornet 1985). En Méditerranée, *C. abbreviata* est répandue dans la partie supérieure de l'étage bathyal, mais atteint sa limite supérieure vers 80 m de profondeur (di Geronimo 1974), tandis que *C. rostrata* est citée entre 30 et 290 m (Parenzan 1976). *P. duodecimlamellatum*, qui est associé à *C. rostrata* et à *C. abbreviata* dans deux niveaux (éch. Pi 95 et Pi 91), est une espèce fossile, bien représentée dans les sédiments du Messinien pré-évaporitique du Piémont (Sturani 1973, 1978) et de Crète (Gaudant *et al.* 1997). À Biglini, près d'Alba (Piémont), *P. duodecimlamellatum* est aussi associé à *Cuspidaria rostrata* et *C. abbreviata* et Sturani (1978) indique une pro-

fondeur de dépôt située entre 200 et 500 m. À Mires (Crète), l'association de ces deux espèces est signalée (Gaudant *et al.* 1997), mais cette dernière diffère, car elle est enrichie en formes plus côtières (*Abra alba*, *Myrtea spinifera*, *Thyasira flexuosa* et Lucinidae indet.). Vers le sommet de cette première phase, *P. duodecimlamellatum* est accompagné d'*Aporrhais uttingerianus* (éch. Pi 83 et Pi 81), espèce affectionnant des fonds vaseux dans les étages circalittoral inférieur et bathyal supérieur (di Geronimo *et al.* 1982). Ainsi, les exigences écologiques des espèces rencontrées à la base de la coupe de Pissouri évoquent un milieu de dépôt de type circalittoral inférieur ou bathyal supérieur, encore dépourvu de formes côtières.

La seconde phase montre un renouvellement partiel de la malacofaune. Ce renouvellement est marqué par l'apparition d'un faciès à *Abra alba* et Lucinoidea (*Thyasira flexuosa*, *Myrtea spinifera* et Lucinidae indet.), qui est associée à l'apparition d'un épisode biosiliceux riche en spicules de spongiaires. Il s'observe jusqu'à la limite inférieure de la formation slumpée (Fig. 2). Deux taxons présents dans la phase d'apparition du peuplement, *Pholadomya* sp. et *Aporrhais uttingerianus*, disparaissent au cours de cette seconde phase. La richesse de la malacofaune benthique y est aussi plus forte que dans la phase précédente et 18 taxons sont reconnus :

– Bivalves : Arcidae indet., *Propeamussium duodecimlamellatum*, *Aequipecten seniensis*, *Limaria tuberculata*, *Thyasira flexuosa*, *Myrtea spinifera*, Lucinidae indet., Cardiidae indet., *Abra alba*, *Pholadomya* sp., *Thracia* sp., *Cuspidaria rostrata*, *C. abbreviata*, *Cuspidaria* sp. et *Cardiomya costellata* ;

– Gastéropodes : *Aporrhais uttingerianus*, *A. pes-pelecani*, Nassariidae indet. et Fasciolaridae indet. Le nombre moyen de taxons rencontrés par prélèvement atteint 2,4. Les taxons les plus fréquents sont : *P. duodecimlamellatum*, *Abra alba* et *Myrtea spinifera* (Fig. 6B).

L'espèce *Abra alba* peut vivre sur des fonds variés entre 10 et 150 m (Cornet 1985). C'est un suspensivore, vasicole tolérant, signalé en Méditerranée dans les biocénoses des fonds détritiques côtiers vers 50 m ou dans les vases terrigènes

TABLEAU 1. — Répartition de la malacofaune dans la coupe de Pissouri. L'extension des taxons les plus représentatifs est indiquée en grisé.

		Gastéropodes		Bivalves	
Position des échantillons dans la coupe	Échantillons	<i>Gibbula</i> sp. <i>Aporrhais pespelecani</i> <i>Aporrhais uttingerianus</i> Nassaridae indet. Fasciolaridae indet. <i>Cavolinia gypсорum</i>	<i>Bivalvia</i> indet. Nuculanidae indet. Arcidae indet. Pteriomorpha indet. <i>Propeamussium duodecimellatum</i> <i>Aequipeecten seniensis</i> <i>Chlamys</i> sp. Pectinidae indet. <i>Limaria tuberculata</i> Heterodontia indet. <i>Thyasira flexuosa</i> <i>Myrtea spirifera</i> Lucinidae indet. Cardiidae indet. Tapetinae indet. <i>Abra alba</i> <i>Pholadomya</i> sp. Thracia sp. <i>Cuspidaria</i> sp. <i>Cuspidaria rostrata</i> <i>C. abbreviata</i> <i>Cardiomya costellata</i>		
Messinien post-slump	Pi A01 Pi 11 Pi 16	x x	x	x x	x
Slump	Pi B01	x	x		
Messinien à faciès biosiliceux	Pi 19				x
	Pi 21		x		
	Pi 23				
	Pi 24				
	Pi 25		x		
	Pi 32			x	
	Pi 36	x	x		
	Pi 37	x	x		
	Pi 40		x		
	Pi 41				
	Pi 44		x		
	Pi 47	x			
	Pi 51		x		
	Pi 56			x	
	Pi 59		x		
	Pi 62				
	Pi 65.3	x			
	Pi 65.2		x		
	Pi 65		x		
	Pi 68			x	
	Pi 71		x		
	Pi 74				
Messinien basal	Pi 81	x	x		
	Pi 83	x			
	Pi 84		x		
	Pi 89				
	Pi 91		x		
	Pi 92		x		
	Pi 93			x	
	Pi 94		x		
	Pi 95		x		
	Pi 96		x		
	Pi 97				
	Pi 104		x		
	Pi 108			x	
	Pi 110			x	
	Pi 114			x	
	Pi 126	x	x		
	Pi 133				
Tortonien	Pi 154				
	Pi 159				
	Pi 176	x			

côtières entre 70 et 80 m (Pérès & Picard 1964). L'apport en *Abra alba*, *Myrtea spinifera* et Lucinidae indet. s'accompagne ponctuellement de trois autres espèces absentes dans la phase d'apparition du peuplement : *Thyasira flexuosa*, *Cardiomya costellata* et *Aporrhais pespelecani*. Si *Thyasira flexuosa*, *M. spinifera* et *C. costellata* atteignent leur limite bathymétrique inférieure entre 150 et 190 m (Cornet 1985), elles sont principalement répandues dans l'étage circalittoral supérieur entre 50 et 80 m, en particulier dans les biocénoses des fonds détritiques côtiers (*M. spinifera* et *C. costellata*), des fonds détritiques envasés (*T. flexuosa*, *M. spinifera* et *C. costellata*) ou de la vase terrigène côtière (*T. flexuosa*) (Pérès & Picard 1964 ; di Geronimo 1974, 1975 ; di Geronimo & Bellagamba 1985). *Aporrhais pespelecani*, espèce mixticole rencontrée aussi en Méditerranée dans la biocénose des fonds détritiques côtiers vers 80 m et dans la biocénose des fonds détritiques envasés entre 60 et 80 m (Pérès & Picard 1964), relaie *A. uttingerianus*, espèce de milieu plus profond. Bien que *Cuspidaria abbreviata* soit encore présente dans deux niveaux (éch. Pi65 et Pi23), le renouvellement constaté provient donc essentiellement d'éléments fauniques appartenant à plusieurs biocénoses de la partie supérieure de l'étage circalittoral et suggère un environnement de dépôt moins profond que celui de la phase d'apparition de la malacofaune. La troisième phase se situe au-dessus du niveau slumpé. L'assemblage rencontré (Tableau 1) ne diffère guère de celui de la phase précédente et contient : *Propeamussium duodecimlamellatum*, Lucinidae indet., *Abra alba*, *Cuspidaria abbreviata* et *C. rostrata*. Cette phase se caractérise surtout par la disparition graduelle des taxons les mieux représentés, qui s'effectue quelques mètres avant les premiers dépôts évaporitiques (Fig. 7). Ainsi, la dernière occurrence de *P. duodecimlamellatum* s'enregistre environ à 5 m sous le gypse. Elle est suivie de celles d'*Abra alba* et de *Cuspidaria abbreviata* à environ 4 m sous le gypse (Fig. 7). L'intervalle marneux entre les deux premiers cycles stromatolithiques (éch. Pi A01), situé à 0,80 m sous le gypse, est le dernier niveau à faune et contient encore cinq taxons (*Gibbula* sp.,

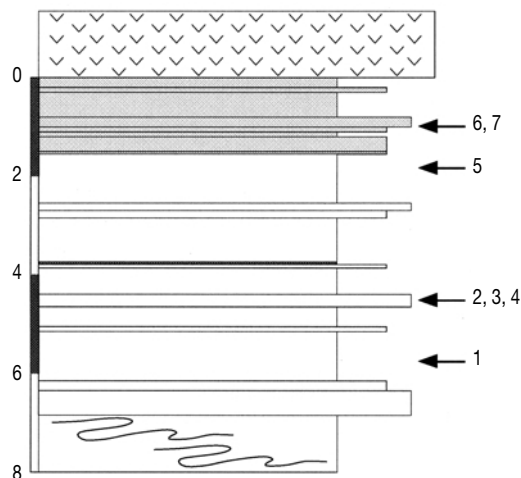


Fig. 7. — Dernière occurrence des taxons les mieux représentés observée dans les 6 m précédant le dépôt des bancs gypseux. L'intégralité de la faune disparaît dans le second intervalle stromatolithique. La légende est commune avec la Figure 2 ; 1, *Propeamussium duodecimlamellatum* (Bronn, 1831) ; 2, *Abra alba* (Wood, 1802) ; 3, *Cuspidaria abbreviata* (Forbes, 1843) ; 4, *Cavolinia gypsorum* (Bellardi, 1873) ; 5, Spongiaires ; 6, *Cuspidaria rostrata* (Spengler, 1792) ; 7, Lucinidae indet.

Arcidae indet., Lucinidae indet., *Cuspidaria rostrata* et Pteriomorphia indet. [nec Pectinidae]). *Gibbula* Leach in Risso, 1826, genre fréquent dans l'infra-littoral, est le seul taxon nouvellement apparu. La disparition progressive d'organismes représentatifs au-dessus de l'horizon slumpé n'est pas restreinte aux mollusques benthiques, mais s'étend aussi à d'autres groupes (ptéropodes et spongiaires). Elle indique un premier changement significatif du milieu de dépôt vers un confinement, dont la phase majeure intervient avec l'apparition de cycles stromatolithiques montrant une colonisation microbienne de l'environnement. Une telle évolution n'est pas non plus limitée au bassin de Pissouri, mais a été observée dans les bassins de Polemi (coupes de Stroubi, de Kalleria, de Letymbou et de Khoulou), où la disparition de la malacofaune a été enregistrée entre 4 m et 1,5 m avant le dépôt des gypses (Orszag-Sperber *et al.* 1980).

Malacofaune holoplanctonique

La malacofaune holoplanctonique, monospécifique, est représentée par le ptéropode *Cavolinia*

gypsorum. Elle est fréquente à la base de la coupe où dominant des mollusques benthiques indiquant les faciès du circalittoral du large et devient très irrégulièrement distribuée dans les niveaux où dominant des mollusques benthiques indiquant les faciès du circalittoral supérieur (Fig. 2). Elle disparaît à environ 4 m sous le gypse, en même temps qu'*Abra alba* et *Cuspidaria abbreviata* (Fig. 7). La présence de ptéropodes suggère l'activité de courants marins dont la signification sera discutée plus en détail avec l'ichthyofaune, qui est fréquemment associée à ces organismes holoplanctoniques.

ICHTHYOFAUNE (J. GAUDANT)

Un assemblage contenant des Myctophidae Gill, 1892 et des Syngnathidae Bonaparte, 1832 a été observé à la base de la coupe de l'autoroute (éch. Pi 65 et Pi 66) et sous le slump de la coupe de la Bergerie (éch. Pi 2). Une telle association de poissons ayant des modes de vie apparemment incompatibles ne peut s'expliquer que par l'action de courants marins. Le bien-fondé d'une explication faisant appel à ce processus taphonomique d'accumulation est démontré, dans le cas présent, par le fait que sur certains échantillons dont la surface porte des écussons désarticulés de Syngnathidae, sont fossilisées de nombreuses empreintes de *Cavolinia gyporum*, qui ont un mode de vie holoplanctonique. Or, les Syngnathidae peuplent principalement les herbiers d'algues et de posidonies. Leur association résulte donc d'une double action, les turbulences agitant les eaux de la zone littorale étant responsables du transport et de la désarticulation des squelettes de syngnathes, alors que les *Cavolinia* Abildgaard, 1791 étaient transférées de la haute mer vers le littoral. L'action de remontées d'eaux profondes peut être également invoquée pour expliquer la présence des Myctophidae, qui ont un mode de vie mésopélagique complexe nécessitant des migrations nycthérales entre la surface et des profondeurs de plusieurs centaines de mètres. Les Myctophidae attestent l'existence de zones profondes estimées à au moins plusieurs centaines de mètres, situées en marge de l'étage circalittoral. Elle suppose également le transfert de ces poissons vers la zone littorale.

L'identification de *Bregmaceros* Thompson, 1840 (éch. Pi 84) n'infirme en rien le modèle proposé, car d'Ancona & Cavinato (1965) ont constaté que l'abondance maximale des espèces actuelles de *Bregmaceros* se situe à des profondeurs comprises entre la surface (voire dans les estuaires, Cohen *et al.* 1990) et 300 m de profondeur. Enfin, la découverte d'un jeune *Lepidopus* Goum, 1770, à environ 1 m sous le slump de la Bergerie (éch. Pi 2), est parfaitement compatible avec l'interprétation selon laquelle ces sédiments se sont déposés à une profondeur qui ne devait pas beaucoup excéder une centaine de mètres, voire inférieure à 100 m. En effet, les représentants adultes de l'espèce actuelle *L. caudatus* vivent principalement entre 100 et 400 m, mais s'approchent du rivage pour se reproduire.

Le sommet de la coupe ne contient que des syngnathes désarticulés (éch. Pi 1), organismes vivant surtout dans les herbiers d'algues et de posidonies. Ces poissons évoquent un environnement infralittoral, suffisamment agité pour dissocier leurs pièces anatomiques.

DIATOMÉES, SILICOFLAGELLÉS ET SPONGIAIRES (S. PESTREA)

Bien que *Thalassionema nitzschioides* Grunow in Van Heurck, 1881 et *Rhizosolenia* cf. *hebetata* Bailey, 1856, espèces planctoniques d'habitat néritique et océanique, dominant dans la plupart des assemblages de diatomées avec des pourcentages compris entre 40 et 80 %, plusieurs groupements d'espèces ayant des exigences écologiques différentes peuvent être distingués. L'analyse quantitative des associations de diatomées révèle ainsi la dominance des formes planctoniques. *Thalassionema nitzschioides* et les espèces planctoniques (*Thalassiothrix longissima* Cleve & Grunow, 1880, *Hemidiscus cuneiformis* Wallich, 1860, *Actinocyclus curvatulus* Janish in A. Schmidt, 1878, et diverses espèces des genres *Asterolampra* Ehrenberg, 1844, *Coscinodiscus* Ehrenberg, 1839, *Thalassiosira* Cleve, 1873 et *Nitzschia* A. H. Hassal, 1845) constituent 51 à 98 % de l'association. Les formes méroplanctoniques, *Actinocyclus ehrenbergii tenella*

(Brébisson) Hustedt, 1929, *A. cubitus* Hanna & Grant, 1926, *Hyalodiscus radiatus* (O'Meara) Grunow in Cleve & Grunow, 1880, *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, 1873 et *Stictodiscus* sp., représentent au maximum 26 % des associations. Bien que les espèces benthiques, surtout représentées par le genre *Grammatophora* Ehrenberg, 1840, s'observent de manière constante tout au long de la coupe, leur abondance est négligeable dans la plupart des échantillons. Seuls quelques niveaux dominés par les spicules d'éponges (éch. PIS 9, 29, 37 et 75) renferment 60 à 100 % de diatomées benthiques, mais sur des comptages de moins de 60 diatomées.

La distribution des assemblages de diatomées dans la coupe suggère un milieu marin soumis à des variations épisodiques du plan d'eau qui s'expriment par des fluctuations de l'abondance des espèces océaniques et méroplanctoniques, ainsi que par l'abondance des espèces benthiques. Les niveaux renfermant une composante océanique (surtout représentée par les espèces *Asterolampra marylandica* Ehrenberg, 1844, *A. grevillei* (Wallich) Greville, 1860, *Nitzschia reinholdii* Kanaya in Kanaya & Koizumi, 1970, *Hemidiscus cuneiformis* Wallich, 1860, *Thalassiosira praeconvexa* Burckle, 1972, *T. convexa* Muchina, 1865 et *T. miocenica* Schrader, 1974) pourraient indiquer un milieu de mer ouverte sur le large. Ils s'observent à la base de la coupe et ont été reconnus jusqu'à 3 m sous le gypse. Ils sont relayés au sommet de la coupe, quelques centimètres avant l'épisode stromatolithique, par des niveaux dominés par les espèces benthiques évoquant une forte diminution de la tranche d'eau et un plus fort isolement du bassin. Il est intéressant de noter que c'est dans ces niveaux que la disparition des éléments représentatifs de la malacofaune s'observe.

Du point de vue paléoclimatologique, la microflore de diatomées est dominée par des espèces à large répartition géographique, mais plusieurs taxons caractérisant des milieux subtropicaux, tropicaux et nordiques-boréaux (d'après Jousé *et al.* 1971 ; Koizumi 1975, 1990 ; Sancetta & Silvestri 1986 ; Sancetta *et al.* 1992) sont pré-

sents. Les espèces cosmopolites sont représentées par *Thalassionema nitzschioides*, *Actinocyclus ehrenbergii tenella*, *A. cubitus*, *Psammodiscus nitidus* (Gregory) Round & Mann, 1980 et *Chaetoceros* sp. Les espèces chaudes sont très bien représentées. On remarque autant de taxons planctoniques (*Actinocyclus ellipticus* Grunow in Van Heurck, 1883, *Asterolampra grevillei*, *A. marylandica*, *A. acutiloba* Forti, 1913, *Coscinodiscus asteromphalus* Ehrenberg, 1844, *C. radiatus* Ehrenberg, 1839, *Hemidiscus cuneiformis*, *Stellarima stelleris* (Roper) Hasle & Sims, 1986, *N. fossilis* (Frenguelli) in Kanaya & Koizumi, 1970, *N. marina* Grunow in Cleve & Grunow, 1880, *Thalassionema convexa*, *T. eccentrica* (Ehrenberg) Cleve, 1903, *T. lineata* Jousé, 1968, *T. miocenica* et *T. praeconvexa*) que de taxons benthiques (*Biddulphia tridens* (Ehrenberg) Ehrenberg, 1840, *Climacosphenia monilifera* Ehrenberg, 1843, *Dimerogramma marinum* (Gregory) Ralf in Pritchard, 1861 et *Grammatophora undulata* Ehrenberg, 1840). On observe également une faible contribution des espèces d'influence nordique-boréale (*Thalassiothrix longissima*, *Actinocyclus curvatus* et *Coscinodiscus curvatus*).

FORAMINIFÈRES BENTHIQUES (M.-D. COURME-RAULT)

L'assemblage faunique présente deux composants d'organismes ayant des exigences écologiques différentes. Un premier composant rassemble des individus épiphytes (*Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob, 1798), *Astigerinata planorbis* (d'Orbigny, 1846), diverses espèces d'*Elphidium*, de *Rosalina*, de *Neocorbis*, etc.) que l'on peut replacer dans un environnement littoral. Un second comprend des espèces d'eaux plus profondes, de la plate-forme externe au domaine bathyal supérieur à moyen (*Siphonina reticulata* (Czjzek, 1848), *Planulina ariminensis* (d'Orbigny, 1826), Lenticulines et Cassidulines), associées à des espèces (*Bulimina elongata* d'Orbigny, 1846, *Bolivina reticulata* Hantken, 1875, *Rectuvigerina gaudryinoides* (Lipparini, 1932) et *R. siphogerinoides* (Lipparini, 1932)) tolérant des conditions d'environnement

stressantes : un déficit en oxygène sur le fond ou une salinité élevée.

L'association des deux composants traduit des mélanges de faunes devenant plus constants au Messinien qu'au Tortonien supérieur. La plupart des auteurs s'accordent à considérer que le Tortonien est une période où les conditions d'environnement sont stables et les eaux méditerranéennes bien oxygénées. Ces conditions ne sont plus aussi bien réalisées au Tortonien supérieur et, dès le niveau CH 242 (Fig. 2), on observe un mélange de formes épiphytes et de formes de plate-forme externe à bathyale. En revanche, l'échantillon CH 228, proche de la limite Tortonien-Messinien, montre une bathymétrie de plate-forme externe (150-200 m), car les foraminifères benthiques, peu nombreux et sans mélange de faunes littorales, y sont caractéristiques de conditions d'environnement bien ventilées (présence de *Siphonina reticulata* (Czjzek, 1848), *Planulina ariminensis* (d'Orbigny, 1826), de Lenticulines et de Cassidulines).

Rappelons ici que de tels mélanges de faunes sont aussi observables chez les mollusques (symmigies provenant des biocénoses du circalittoral supérieur) et les poissons (association de Syngnathidae et de Myctophidae). Ces associations d'individus, *a priori* peu compatibles en matière d'environnement, posent un problème d'interprétation. Ainsi, à la base de la coupe (Tortonien supérieur-Messinien basal) où la macrofaune indique un milieu circalittoral inférieur, voire bathyal supérieur, il se pourrait que les formes littorales de foraminifères puissent être transportées par des courants locaux. Ces courants auraient occasionné un mélange avec des formes plus profondes qui semblent plus en place, comme le suggère l'échantillon CH 228. En revanche, vers le sommet de la coupe (éch. Pi 1), le peuplement ichthyologique (syngnathes) et les diatomées caractérisent un milieu plus côtier, probablement infralittoral. Les foraminifères benthiques caractéristiques d'eaux profondes, mélangés à une forte proportion de foraminifères épiphytes, ont alors pu être véhiculés par des courants de type upwelling ou bien par des invasions périodiques d'eaux marines vers le littoral.

RELATION AVEC LES AUTRES BASSINS (POISSONS ET MOLLUSQUES)

POISSONS

L'association ichthyologique découverte dans le Messinien de Pissouri est caractérisée par la même hétérogénéité paléocéologique que celle d'autres gisements du Messinien pré-évaporitique, comme Licata (Sicile) et Oran (Algérie) (Arambourg 1925, 1927). En Méditerranée orientale, un rapprochement peut être tenté avec le gisement de Mires (Crète) où des restes de *Syngnathus albyi*, « *Myctophum* » *licatae* et de *Lepidopus albyi* ont été également recueillis, ainsi que des otolithes isolés de « *M.* » cf. *dorsale* (Gaudant *et al.* 1997).

MOLLUSQUES

L'étude des malacofaunes benthiques du Messinien pré-évaporitique a le plus souvent été réalisée dans des faciès (sables, marnes, calcaires bioclastiques, etc.) différents de celui de Pissouri et localisés sur les marges des bassins (par exemple, Italie, Crète, Algérie, Maroc, Sud-Est de l'Espagne). De ce fait, ils contiennent une faune très différente, majoritairement composée de Pectinidae (Montenat 1977 ; Freneix *et al.* 1987a, b, 1988 ; Ben Moussa *et al.* 1987, 1988 ; Barrier & Montenat 1990 ; Ben Moussa 1994). Même lorsqu'ils se présentent sous forme de sédiments fins (marnes ou silts) et renferment une riche faune de bivalves endobiontes, comme à Fès (Maroc) ou dans Tortonno-Messinien de Psalidha (Crète), ces faciès marginaux contiennent des peuplements de type transition infra-circalittoral ou circalittoral supérieur (Maroc : Ben Moussa *et al.* 1997 ; Lauriat-Rage *et al.* 1999 ; Crète : Merle *et al.* 1990), qui sont presque dépourvus d'éléments communs avec Pissouri.

La malacofaune benthique de Pissouri doit surtout être comparée à des assemblages provenant de faciès diatomitiques et pré-évaporitiques, mais ces derniers ont été très peu étudiés (Merle 2000). Dans le Sud-Est de l'Espagne, plusieurs sites (Columbares, Lorca, Molinos de Aguas et Los Yesos de Sorbas) du Messinien pré-évaporitique présentent des sédiments laminitiques, parfois

diatomitiques où l'on observe une ou deux espèces des faciès côtiers de Pissouri. Citons à Columbares une association à *Anadara diluvii* (Lamarck, 1805), *Paphia vetula* (Basterot, 1825) et *Thyasira flexuosa*, à Lorca une association à Lucinidae indet. et *Nassarius semistriatus* (Brocchi, 1814), à Molinos de Aguas une association à Lucinidae indet., *Myrtea* sp. et *Thyasira* sp., et enfin à Los Yesos de Sorbas une association à *A. diluvii* et *Amusium cristatum* (Bronn, 1828) dans laquelle a été déterminée une *Cuspidaria rostrata* (Saint-Martin *et al.* 2000). À travers toutes ces associations, on peut reconnaître des éléments isolés de l'assemblage Lucinidae indet., *Myrtea* et *Thyasira flexuosa*, mais à la différence de Pissouri, *P. duodecimlamellatum*, *Abra alba* et *Cuspidaria abbreviata* sont absents. C'est essentiellement avec les sédiments messiniens du Piémont (association à *P. duodecimlamellatum*, *Cuspidaria rostrata* et *C. abbreviata* décrite par Sturani [1973, 1978]) et surtout de Mires (association à *P. duodecimlamellatum*, *Cuspidaria rostrata*, *C. abbreviata* enrichie en *Abra alba*, *Thyasira flexuosa*, *Myrtea spinifera*, Lucinidae indet. et *Cavolinia gypсорum*, décrite par Gaudant *et al.* [1997]) que la faune de Pissouri présente le plus de similitudes.

CONCLUSION

Ce travail apporte de nombreux éléments nouveaux sur la composition des peuplements du Messinien pré-éaporitique de Chypre et sur leur évolution paléoécologique à l'approche de la crise de salinité messinienne. L'inventaire des peuplements enrichit particulièrement nos connaissances sur la malacofaune et l'ichthyofaune, dont la dissémination dans les sédiments et parfois le mauvais état de conservation rendent difficile l'acquisition de données. Il fait clairement ressortir d'étroites similitudes avec les peuplements de mollusques des séries pré-éaporitiques messiniennes du Piémont (Italie) (Sturani 1973, 1978) et surtout de Crète (Gaudant *et al.* 1997), ce que confirme la comparaison avec l'ichthyofaune très semblable à celle de Mires (Crète centrale).

L'analyse paléoécologique de la coupe de Pissouri, intégrée dans une chronologie permettant des corrélations à l'échelle méditerranéenne, met en évidence, du Tortonien supérieur jusqu'aux évaporites messiniennes, une évolution des associations paléobiologiques depuis des environnements de type circalittoral inférieur voire bathyal supérieur, en connexion avec des zones plus profondes et ouvertes sur le large, jusqu'à des environnements côtiers et isolés de la mer ouverte. Cette évolution progressive du milieu marin franc vers des conditions de confinement favorables à la précipitation de bancs de gypse a déjà été observée à Chypre dans le bassin de Polemi (Bizon *et al.* 1979 ; Orszag-Sperber *et al.* 1980). Dans ce bassin, une disparition de la malacofaune a été enregistrée entre 1 et 4 m avant le dépôt des gypses (Orszag-Sperber *et al.* 1980). À Pissouri, une modification significative des peuplements intervient dans les six derniers mètres avant les premiers niveaux gypseux, ce qui correspond à une tranche de temps d'environ 200 000 ans (Krijgsman *et al.* 2002). Cette modification se traduit par une disparition progressive des organismes les mieux représentés de la coupe (*Propeamussium duodecimlamellatum*, *Abra alba*, *Cavolinia gypсорum* et spongiaires), laquelle s'accompagne d'une chute du plan d'eau et d'un isolement du bassin, bien attestés par les diatomées. On est donc en droit de se demander si ces disparitions répondent à des caractéristiques écologiques stressantes (fort isolement de la mer ouverte, faible oxygénation des eaux, salinité élevée, etc.) des bassins les plus orientaux de Méditerranée. En effet, on ne peut qu'opposer la faible diversité de la faune du Messinien pré-éaporitique de Chypre à une diversité plus élevée observée dans des bassins plus occidentaux en Crète ou en Espagne (Gaudant *et al.* 1997 ; Lacour *et al.* 2002), ce qui pose la question d'une disparité dans la composition du biota méditerranéen, juste avant la crise de salinité.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Geological Survey of Cyprus, notamment Dr G. Constantinou (Directeur), Dr C. Xenophontos et Dr I.

Panayides qui nous ont très aimablement offert toutes les facilités pour réaliser les prélèvements et ont apporté leur contribution aux travaux de terrain. Le programme CRISEVOLE nous a permis de financer plusieurs missions à Chypre. Au cours des campagnes communes d'échantillonnage de la coupe de Pissouri, le travail a aussi bénéficié d'intéressants échanges avec C. Duermeijer, E. Snel et R. Flecker. La rédaction de la note a bénéficié des commentaires de P. Barrier (IGAL), P. Moissette (Université de Lyon I) et de P. Lozouet (MNHN, Laboratoire de Biologie des Invertébrés marins et Malacologie) et de discussions avec D. Lacour (MNHN-LP). Les photographies des fossiles ont été prises par D. Serrette (MNHN-LP) et le montage des figures a été réalisé par F. Pilard (MNHN-LP). Cet article est une contribution au programme ECLIPSE du CNRS intitulé « La crise de salinité messinienne : modalités, conséquences régionales et globales, quantifications ».

RÉFÉRENCES

- ARAMBOURG C. 1925. — Révision des poissons fossiles de Licata (Sicile). *Annales de Paléontologie* 14: 39-132.
- ARAMBOURG C. 1927. — Les poissons fossiles d'Oran. *Matériaux pour la Carte géologique de l'Algérie* 1^{re} sér., Paléontologie 6: 1-291.
- BANDY O. L. & CHIERICI M. A. 1966. — Depth temperature evaluation of selected Californian and Mediterranean bathyal foraminifera. *Marine Geology* 4: 259-271.
- BARRIER P. & MONTENAT C. 1990. — Miscellanes faunistiques, in MONTENAT C. (ed.), Les Bassins Néogènes du domaine Bétique oriental (Espagne), tectonique et sédimentation dans un couloir de décrochement, 1^{re} partie : étude régionale. *Documents et travaux de l'IGAL* 12-13: 73-80.
- BEN MOUSSA A. 1994. — Les Bivalves néogènes du Maroc septentrional (façades atlantique et méditerranéenne). Biostratigraphie, paléobiogéographie et paléocéologie. *Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon* 132: 1-281.
- BEN MOUSSA A., DEMARCQ G. & LAURIAT-RAGE A. 1987. — Pectinidés messiniens du bassin de Melilla (NE Maroc): comparaisons inter-régionales et intérêts paléobiologiques. *Revue de Paléobiologie* 6 (1): 111-129.
- BEN MOUSSA A., BREBION P., LAURIAT-RAGE A. & DEMARCQ G. 1988. — Intérêt biologique des mollusques messiniens de Melilla (NE Maroc). *Revue de Paléobiologie* 7 (2): 335-358.
- BEN MOUSSA A., LAURIAT-RAGE A. & PIQUET J.-P. 1997. — Les Bivalves néogènes du bassin de Saïs (Couloir Sud-Rifain), in 2^e Congrès R.C.A.N.S., *Main changes in marine and terrestrial Atlantic real during Neogene*, Salamanca, oct. 1997, abstract: 35.
- BERNHARD J. M. 1986. — Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic-rich deposits: Jurassic through Holocene. *Journal of Foraminiferal Research* 16 (3): 207-215.
- BIZON G., MULLER C. & VERGNAUD-GRAZZINI C. 1979. — Paleoenvironmental conditions during the deposition of late Miocene diatomaceous sediments in Morocco and Cyprus. *Annales géologiques des Pays helléniques*, volume hors-série 1: 113-128.
- BLANC-VERNET L. & BOURDILLON C. 1981. — Répartition bathymétrique des foraminifères benthiques sur le plateau continental et dans les fosses bathyales de la région siculo-tunisienne, in *Corrélations microbiostratigraphiques du Méso-Cénozoïque des provinces mésogéenne et africaine*, Nice, mai 1981. PIGC, UNESCO, Nice, Projet n° 145-183 (1): 38-44.
- BOLTOVSKOY E. & WRIGHT T. 1976. — *Recent Foraminifera*. W. Junk b.v. Publish, The Hague, 515 p.
- COHEN D. M., INADA T., IWAMOTO T. & SCIALABBA N. 1990. — FAO species catalogue, Gadiform fishes of the world (Order Gadiform). *FAO Fisheries Synopsis* 125 (10): 1-442.
- CORNET M. 1985. — Recherches sur l'écologie des mollusques bivalves du plateau continental Sud-Gascogne. *Annales de l'Institut océanographique* 61 (1): 59-74.
- D'ANCONA U. & CAVINATO G. 1965. — The fishes of the family Bregmacerotidae. *Dana Report* 64: 1-92.
- DEMARCO G. 1990. — Les faunes de Pectinidés du Néogène bétique, in MONTENAT C. (ed.), Les bassins Néogènes du domaine Bétique oriental (Espagne), tectonique et sédimentation sans un couloir de décrochement, 1^{re} partie: étude régionale. *Documents et Travaux de l'IGAL* 12-13: 45-48.
- DI GERONIMO I. 1974. — Contribution à la connaissance des mollusques des fonds circalittoraux meubles au large d'Acitrezza (Sicile orientale), in XXIV^e Congrès-Assemblée plénière, Monaco, déc. 74. Comité Benthos, Monaco: 1-5.
- DI GERONIMO I. 1975. — La malacofauna siciliana del Ciaramito (Grammichele, Catania). *Conchiglie* 11 (5-6): 101-137.
- DI GERONIMO I., LI GIOI R. & SCIACCA V. 1982. — La fauna pleistocenica dell'abbreviatoio Conzo (Grammichele, Catania). *Geologica Romana* 21: 577-601.
- DI GERONIMO I. & BELLAGAMBA M. 1985. — Malacofauna dei dragagi BS 77-1 e BS 77-2 (Sardegna Nord Orientale). *Bolletino della Società Paleontologica italiana* 24 (2-3): 111-129.

- FRENEIX S., SAINT MARTIN J.-P. & MOISSETTE P. 1987a. — Bivalves Ptériomorphes du Messinien d'Oranie (Algérie occidentale). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris* 4^e sér., C 9 (1): 3-61.
- FRENEIX S., SAINT MARTIN J.-P. & MOISSETTE P. 1987b. — Bivalves Hétérodontes du Messinien d'Oranie (Algérie occidentale). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris* 4^e sér., C 9 (4): 415-453.
- FRENEIX S., SAINT MARTIN J.-P. & MOISSETTE P. 1988. — Huîtres du Messinien d'Oranie (Algérie occidentale) et paléobiologie de l'ensemble de la faune de Bivalves. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris* 4^e sér., C 10 (1): 1-21.
- GAUDANT J. 2000. — L'ichthyofaune messinienne de Pissouri, in Groupe Français du Néogène (GFEN) et Association des paléontologues de France (APF), *L'événement Messinien: approches paléobiologiques et paléocéologiques*, 6-7 décembre 2000, Rennes: 6.
- GAUDANT J., FOURTANIER E., LAURIAT-RAGE A., TSAGARIS S., VENEC-PEYRÉ M.-T & ZORN I. 1997. — Découverte d'une ichthyofaune marine dans le Messinien pré-éaporitique de la Messara (Crête centrale, Grèce): interprétation paléocéologique. *Géologie méditerranéenne* 24 (3-4): 175-195.
- GLÉMAREC M. 1978. — Distributions bathymétrique et latitudinale des Bivalves du golfe de Gascogne. *Haliotis* 9: 23-32.
- HILGEN F. J. & KRIJGSMA W. 1999. — Cyclostratigraphy and astrochronology of the Tripoli diatomite formation (pre-evaporitic, Sicily, Italy). *Terra Nova* 11: 16-22.
- JOUSÉ A. P., KOSLOVA O. G. & MUKHINI V. V. 1971. — Distribution of diatoms in the surface layer of sediment from Pacific Ocean, in FUNNELL B. M. & RIEDEL W. F. (eds), *Micropaleontology of Oceans*. Cambridge University Press, Cambridge: 263-269.
- KOIZUMI I. 1975. — Neogene diatoms from the Northwestern Pacific Ocean, in GARDNER J. V. (ed.), *Initial Reports D.S.D.P.*, v 32. U.S. government Printing Office, Washington: 865-889.
- KOIZUMI I. 1990. — Successional changes of middle Miocene diatom assemblages in the northwestern Pacific. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 77: 181-193.
- KOUWENHOVEN T. J. 2000. — Survival under stress: benthic foraminiferal patterns and Cenozoic biotic crises. *Geologica Ultraiectina* 186: 1-206.
- KRIJGSMA W., HILGEN F. J., RAFFI I., SIERRO F. J. & WILSON D. S. 1999. — Chronology, causes and progression of the Messinian Salinity Crisis. *Nature* 400: 652-655.
- KRIJGSMA W., BLANC-VALLERON M.-M., FLECKER R., HILGEN F. J., KOUWENHOVEN T. J., MERLE D., ORSZAG-SPERBER F. & ROUCHY J.-M. 2002. — The onset of the Messinian salinity crisis in the Eastern Mediterranean (Pissouri Basin, Cyprus). *Earth and Planetary Science Letters* 194: 299-310.
- LACOUR D., LAURIAT-RAGE A., SAINT MARTIN J.-P., VIDET B., NÉRAUDEAU D., GOUBERT E. & BONGRAIN M. 2002. — Les associations de bivalves (Mollusca, Bivalvia) du Messinien du bassin de Sorbas (SE Espagne), in NÉRAUDEAU D. & GOUBERT E. (eds), *L'événement messinien: approches paléobiologiques et paléocéologiques*. *Geodiversitas* 24 (3): 641-657.
- LAURIAT-RAGE A., BEN MOUSSA A., PIQUET J.-P. & SAINT MARTIN J.-P. 1999. — The Bivalvia (Mollusca) from the Upper Miocene of the Sais basin (Southern Rifian corridor, Morocco). *Palaeobiogeography and palaeocology. Revista de la Sociedad geologica de España* 12 (1): 77-84.
- MERLE D. 2000. — Les gastéropodes et la crise messinienne: bilan des connaissances et perspectives de travail, in Groupe Français du Néogène (GFEN) et Association des paléontologues de France (APF), *L'événement Messinien: approches paléobiologiques et paléocéologiques*, 6-7 décembre 2000, Rennes: 14.
- MERLE D., BARRIER P., BRÉBION P., LAURIAT-RAGE A. & TSAGARIS S. 1990. — Paléopeuplements et déformations synsédimentaires dans le Miocène supérieur du bassin d'Héraklion (Crête, Grèce), in *Quarto Simposio di ecologia e Paleoeccologia delle Comunità Bentoniche*, Sorrento, nov. 1988, Bollettino del Museo regionale di Scienze naturali di Torino: 289-321.
- MERLE D., LAURIAT-RAGE A., GAUDANT J., PESTREA S., ZORN I., ROUCHY J.-M., BLANC VALLERON M.-M. & ORSZAG-SPERBER F. 2000. — Les peuplements du Messinien inférieur de Chypre (Méditerranée orientale), une illustration des signes précurseurs de la crise biologique avant le dépôt des gypses, in Groupe Français du Néogène (GFEN) et Association des paléontologues de France (APF), *L'événement Messinien: approches paléobiologiques et paléocéologiques*, 6-7 décembre 2000, Rennes: 16.
- MONTENAT C. 1977. — Les bassins néogènes du Levant espagnol d'Alicante et de Murcia (Cordillères bétiques, Espagne): Stratigraphie, paléogéographie et évolution dynamique. *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon* 69: 1-345.
- MURRAY J. W. 1973. — *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids*. Crane, Russak and Co., New-York, 274 p.
- MURRAY J. W. 1991. — *Ecology and Paleoeccology of Benthic Foraminifera*. Longman scientific and technical, Harlow, 397 p.
- ORSZAG-SPERBER F., ROUCHY J.-M., BIZON G., BIZON J.-J., CRAVATTE J. & MULLER C. 1980. — La sédimentation messinienne dans le bassin de Polemi (Chypre). *Géologie méditerranéenne* 7: 91-102.
- PARENZAN P. 1976. — *Carta d'identita delle conchiglie del Mediterraneo*. Volume 2: *Bivalvi* (seconda parte). Bios Taras, Taranto: 283-546.

- PÉRÈS J.-M. & PICARD J. 1964. — Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueils des Travaux de la Station marine d'Endoume* 31 (47): 1-137.
- PESTREA S., BLANC-VALLERON M.-M. & ROUCHY J.-M. 2002. — Les assemblages de diatomées des niveaux infra-gypseux du Messinien de Méditerranée (Espagne, Sicile, Chypre), in NÉRAUDEAU D. & GOUBERT E. (eds), *l'Événement messinien: approches paléobiologiques et paléocéologiques*. *Geodiversitas* 24 (3): 543-583.
- ROUCHY J.-M., ORSZAG-SPERBER F., BIZON G. & BIZON J.-J. 1980. — Mise en évidence d'une phase d'émersion fini-messinienne dans le bassin de Pissouri, Chypre: une modalité de passage Miocène-Pliocène en Méditerranée orientale. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris* 291: 729-732.
- ROUCHY J.-M., BLANC-VALLERON M.-M., ORSZAG-SPERBER F., KRIJGSMAN W., HILGEN F. J., MERLE D., GAUDANT J., LAURIAT-RAGE A., PESTREA S. & PANAYIDES I. 2000. — Chronologie et modalités d'installation de la crise messinienne à l'extrémité orientale de la Méditerranée: l'exemple de Chypre, in Groupe Français du Néogène (GFEN) et Association des paléontologues de France (APF), *L'événement Messinien: approches paléobiologiques et paléocéologiques*, 6-7 décembre 2000, Rennes: 22-23.
- SAINT MARTIN J.-P., NÉRAUDEAU D., LAURIAT-RAGE A., GOUBERT E., BABINOT J.-F., BOUKLI-HACENE S., POUYET S., LACOUR D., PESTREA S. & CONESA G. 2000. — Les faunes interstratifiées dans les gypses messiniens de Sorbas. *Geobios* 33 (5): 637-649.
- SALAS C. 1996. — Marine Bivalves from off the Southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna 1 expeditions. *Haliotis* 25: 33-100.
- SANCETTA C. & SILVESTRI S. 1986. — High resolution biostratigraphy and oceanographic events in the late Pliocene and Pleistocene of North-Pacific. *Paleoceanography* 1 (2): 163-180.
- SANCETTA C., HEUSER L. & HALL M. A. 1992. — Late Pliocene climate in the Southeast Atlantic: preliminary results from a multi-disciplinary study of D.S.D.P. sites 532. *Marine Micropaleontology* 20: 59-75.
- STURANI C. 1973. — A fossil Eel (*Anguilla* sp.) from the Messinian of Alba (Tertiary Piedmont basin). Palaeoenvironmental and palaeogeographic implications, in DROOGER C. W. (ed.), *Messinian Events in the Mediterranean*. North Holland Publishing Company, Amsterdam: 243-255.
- STURANI C. 1978. — Messinian facies in the Piedmont basin. *Memorie della Società geologica italiana* 16 (1976): 11-25.
- THIEDE J. 1975. — Distribution of foraminifera in surface waters of coastal upwelling area. *Nature* 253 (5494): 712-714.
- VAN DER ZWAAN G. J. 1979. — Late Miocene changes in foraminiferal associations from Crete and Sicily. *Annales géologiques des Pays helléniques hors série* 3: 1313-1320.
- VAN DER ZWAAN G. J. 1982. — Paleocology of late Miocene Mediterranean foraminifera. *Utrecht Micropaleontological Bulletins* 25: 1-200.
- VIOLANTI D. 1986. — Benthic Foraminifera from Lazzaro section (Southern Italy): an attempt of quantitative paleoenvironmental analysis. *Revue de Paléobiologie, Benthos* 86, volume spécial 2: 909-919.
- WRIGHT R. 1978. — Neogene paleobathymetry of the Mediterranean based on benthic foraminifera from D.S.D.P. Leg 42A, in HSÜ H. J. *et al.* (eds), *Initial Reports of the D.S.D.P. 42A*: 837-844.
- ZORN I. 1997. — Holoplanktonic gastropods from the Early Messinian of Heraklion basin (Crete, Greece). *Contributions to Tertiary and Quaternary Geology* 34: 31-45.

*Soumis le 18 mai 2001 ;
accepté le 28 mars 2002.*

ANNEXE 1

Liste des Diatomées déterminées dans le bassin de Pissouri (Chypre, Méditerranée orientale).

DIATOMÉES CENTRIQUES

Actinocyclus cubitus Hanna & Grant, 1926
Actinocyclus curvatulus Janisch in A. Schmidt, 1878
Actinocyclus ehrenbergii tenella (Brebison) Hustedt, 1929
Actinocyclus ellipticus Grunow in Van Heurck, 1883
Actinocyclus kutzingii (A. Schmidt) Simonsen, 1979
Arachnoidiscus sp.
Asterolampra acutiloba Forti, 1913
Asterolampra grevillei (Wallich) Greville, 1860
Asterolampra marylandica Ehrenberg, 1844
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen, 1979
Auliscus coelatus Bailey, 1853
Azpeitia vetustissima (Pantocsek) Sims in Fryxell et al., 1986
Bacteriastrum hyalinum Lauder, 1864
Biddulphia tridens (Ehrenberg) Ehrenberg, 1840
Chaetoceros sp. (spores)
Coscinodiscus curvatulus minor (Ehrenberg) Grunow, 1884
Coscinodiscus asteromphalus Ehrenberg, 1844
Coscinodiscus obscurus A. Schmidt, 1878
Coscinodiscus plicatus Grunow in Schmidt, 1878
Coscinodiscus radiatus Ehrenberg, 1839
Coscinodiscus sp. 1 in Gardette, 1979
Coscinodiscus sp. 4 in Gardette, 1979
Hemidiscus cuneiformis Wallich, 1860
Hyalodiscus radiatus (O'Meara) Grunow in Cleve & Grunow, 1880
Paralia sulcata coronata Grunow in A. Schmidt, 1892
Paralia sulcata radiata Grunow in A. Schmidt, 1892
Psammodiscus nitidus (Gregory) Round & Man, 1980
Rhizosolenia cf. *hebetata* Bailey, 1856
Rhizosolenia sp.
Stephanodiscus sp.
Stellarima stellaris (Roper) Hasle & Sims, 1986
Strictodiscus californicus Greville, 1861
Thalassiosira convexa Muchina, 1965
Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve, 1903
Thalassiosira cf. *eccentrica* (Ehrenberg) Cleve, 1903
Thalassiosira lineata Jousé, 1968
Thalassiosira cf. *lineata* Jousé, 1968
Thalassiosira miocaenica Schrader, 1974
Thalassiosira oestrupii (Ostenfeld) Hasle, 1972
Thalassiosira praeconvexa Burckle, 1972
Thalassiosira symbolophora Schrader, 1974
Triceratium sp.

DIATOMÉES PENNÉES

Achnanthes fimbriata (Grunow) Ross, 1963
Amphora sp.
Amphora intersecta A. Schmidt, 1878
Campylodiscus grevillei (W. Smith) Grunow, 1867
Cocconeis cf. *debesi* Hustedt, 1933
Cocconeis ornata Gregory, 1857
Cocconeis pseudomarginata Gregory, 1857
Cocconeis scutellum Ehrenberg, 1838
Clavicula polymorpha Grunow & Pantocsek, 1886
Climacospheia monilifera Ehrenberg, 1843
Dictyoneis marginata (Lewis) Cleve, 1890
Dimerogramma marinum (Gregory) Ralf in Pritchard, 1861
Diploneis bombus Ehrenberg, 1844
Diploneis chersonensis (Grunow in Schmidt) Cleve, 1894
Diploneis crabro Ehrenberg, 1844
Diploneis mediterranea (Grunow) Cleve, 1894
Diploneis nitescens (Gregory) Cleve, 1894
Diploneis cf. *papula* (A. Schmidt) Cleve, 1894
Diploneis smithii (Brébisson) Cleve, 1894
Diploneis suborbicularis (Gregory) Cleve, 1894
Grammatophora angulosa Ehrenberg, 1840
Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing, 1844
Grammatophora oceanica Ehrenberg, 1840
Grammatophora undulata Ehrenberg, 1840
Mastogloia binotata (Grunow) Cleve, 1896
Mastogloia splendida (Gregory) Cleve & Moller, 1879
Navicula hennedyi W. Smith, 1856
Navicula lyra Ehrenberg, 1841
Nitzschia cf. *fossilis* (Frenguelli) Kanaya in Kanaya & Koizumi, 1970
Nitzschia marina Grunow in Cleve & Grunow, 1880
Nitzschia cf. *reinholdii* Kanaya in Kanaya & Koizumi, 1970
Nitzschia sigma (Kützing) Wm. Smith, 1853
Plagiogramma sp.
Rhabdonema adriaticum Kützing, 1844
Rhaphoneis amphyceros (Ehrenberg) Ehrenberg, 1844
Rhaphoneis nitida (Gregory) Grunow, 1867
Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O. Muller, 1895
Surirella fastuosa Ehrenberg, 1840
Synedra fulgens (Greville) Wm. Smith, 1853
Synedra gailonii (Bory) Ehrenberg, 1830
Synedra cristallina (Agardh) Kützing, 1844
Thalassionema nitzschioides Grunow in Van Heurck, 1881
Thalassiothrix longissima Cleve & Grunow, 1880
Trachyneis aspera (Ehrenberg) in Cleve, 1894

ANNEXE 2

Liste des foraminifères par échantillons, récoltés dans le bassin de Pissouri (Chypre, Méditerranée orientale).

ÉCHANTILLON CH 242 (TORTONIEN)

Vulvulina pennatula (Batsch, 1791)
Textularia aff. *sagittula* DeFrance, 1824
Karreriella chilostoma (Reuss, 1852)
Spirillina sp.
Signoilinita aff. *tenuis* Czik, 1848
Elphidium fichtelianum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium flexuosum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium crispum (Linné, 1758)
Melonis padanum (Perconig, 1952)
Astrononion stelligerum (d'Orbigny, 1839)
Reussella spinulosa (Reuss, 1850)
Sphaeroidina bulloides d'Orbigny, 1826
Lenticulina rotulata (Lamarck, 1804)
Lenticulina inornata (d'Orbigny, 1846)
Lenticulina vortex (Fichtel & Moll, 1798)
Lenticulina aff. *stellata* (Seguenza, 1880)
Lenticulina sp.
Marginula sp.
Dentalina leguminiformis (Batsch, 1791)
Rosalina globularis d'Orbigny, 1826
Neocorbina orbicularis (Terquem, 1876)
Trifarina bradyi Cushman, 1923
Gyroidinoides longispira (Tedeschi & Zanmatti, 1957)
Gyroidinoides laevigatus (d'Orbigny, 1826)
Siphonina pulchra Cushman, 1931
Buccella frigida (Cushman, 1931)
Ammonia beccarii (Linné, 1758)
Cibicidoides pseudoungerianus (Cushman, 1922)
Cibicidoides kullenbergi (Parker, 1953)
Hanzawaia boueana (d'Orbigny, 1846)
Heterolepa floridana (Cushman, 1818)
Oridorsalis umbonatus (Reuss, 1851)
Oridorsalis umbonatus stellatus (Silvestri, 1898)
Anomalinoides helcinus (Costa, 1857)
Planulina ariminensis d'Orbigny, 1826
Pullenia quinqueloba (Reuss, 1851)
Valvulineria sp.
Bolivina scalprata miocenica (Macfadyen, 1930)
Bolivina reticulata Hantken, 1875
Bolivina dilatata Reuss, 1850
Bolivina tortuosa (Brady, 1937)
Bolivina antiqua d'Orbigny, 1846
Uvigerina striatissima Perconig, 1955
Loxostoma sp.
Globocassidulina subglobosa (Brady, 1881)
Cassidulina laevigata d'Orbigny, 1826

ÉCHANTILLON CH 228 (TORTONIEN)

Cibicides refulgens de Montfort, 1808
Siphonina reticulata (Czik, 1848)
Planulina ariminensis (d'Orbigny, 1826)
Gyroidinoides sp.
Lenticulina sp.
Globocassidulina subglobosa (Brady, 1881)

ÉCHANTILLON CH 178
(MESSINIEN BASAL)

Elphidium fichtelianum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium aculeatum (d'Orbigny, 1846)
Uvigerina longistriata Perconig, 1955
Uvigerina pygmae d'Orbigny, 1826
Rectuvigerina gaudryinoides gaudryinoides (Lipparini, 1932)
Bulimina elongata subulata Cushman & Parker, 1937
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob, 1798)
Cibicides refulgens de Montfort, 1808
Pararotalia armata d'Orbigny, 1826

ÉCHANTILLON PI 65
(MESSINIEN BIOSILICEUX)

Siphotextularia rolsauseni Phleger & Parker, 1951
Quinqueloculina seminula (Linné, 1758)
Fissurina bradyana (Fornasini, 1888)
Lenticulina gravis (Seguenza, 1879)
Laticarinina pauperata (Parker & Jones, 1865)
Elphidium fichtelianum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)
Elphidium cf. *aculeatum* (d'Orbigny, 1846)
Elphidium aff. *rugosum* (d'Orbigny, 1846)
Astrononion stelligerum (d'Orbigny, 1839)
Astrononion sp.
Asterigerinata planorbis (d'Orbigny, 1846)
Bolivina tortuosa (Brady, 1937)
Bulimina aculeata d'Orbigny, 1826
Planulina marialana Hadley, 1934
Patellina corrugata Williamson, 1858
Glabratella sp.
Reussella spinulosa (Reuss, 1850)
Rosalina globularis d'Orbigny, 1826
Rosalina nitida (Williamson, 1858)
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob, 1798)
Cibicides wuellerstorfi (Schwager, 1866)

Cibicides robertsonianus (Brady, 1884)
Hanzawaia boueana (d'Orbigny, 1846)
Neocorbina orbicularis (Terquem, 1876)

ÉCHANTILLON PI 65.02 (MESSINIEN BIOSILICEUX)

Oolina squamosa (Montagu, 1803)
Florilus boueanum (d'Orbigny, 1846)
Melonis padanum (Perconig, 1952)
Elphidium gr. *flexuosum* (d'Orbigny, 1846)
Elphidium aff. *advenum* (Cushman, 1922)
Elphidium fichtelianum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium aff. *jenseni* (Cushman, 1904)
Rosalina globularis d'Orbigny, 1826
Gavelinopsis lobatula (Parr, 1884)
Bolivina tortuosa (Brady, 1937)
Bulimina aculeata d'Orbigny, 1826
Bulimina aff. *elongata* d'Orbigny, 1846
Uvigerina peregrina Cushman, 1923
Rectuvigerina siphogenerinoides (Lipparini, 1932)
Hopkinsonia bononiensis (Fornasini, 1888)
Cassidulina laevigata d'Orbigny, 1826
Hanzawaia boueana (d'Orbigny, 1846)
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob, 1798)
Cibicides robertsonianus (Brady, 1884)

ÉCHANTILLON PI 1 (MESSINIEN POST-SLUMP)

Fissurina aff. *lucida* (Williamson, 1848)
Fissurina pseudoorbignyana (Buchner, 1940)
Oolina squamosa (Montagu, 1803)
Oolina hexagona (Williamson, 1848)
Ammonia beccarii (Linné, 1758)
Ammonia tepida (Cushman, 1926)
Elphidium fichtelianum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium poeyanum (d'Orbigny, 1839)
Elphidium aculeatum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium aff. *sagrum* (d'Orbigny, 1839)
Elphidium flexuosum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium aff. *articulatum rugulosum* Cushman & Wickenden, 1929
Elphidium advenum (Cushman, 1922)
Criboelphidium cf. *semistriatum* (d'Orbigny, 1852)
Patellina corrugata Williamson, 1858
Rosalina globularis d'Orbigny, 1826
Rosalina aff. *latumbilicata* Margerel, 1968
Glabratella aff. *sidebottomi* Margerel, 1968

Cassidulina laevigata d'Orbigny, 1846
Bulimina aculeata d'Orbigny, 1826
Bulimina echinata d'Orbigny, 1852
Bulimina aff. *fusiformis* sensu Fornasini, 1901
Brizalina alata (Seguenza, 1862)
Bulimina dilatata (Reuss, 1850)
Bolivina aff. *leonardi* Accordi & Selmi, 1952
Bulimina scalprata miocenica Macfadyen, 1930
Bulimina aff. *aenariensis* (Costa, 1856)

ÉCHANTILLON PI 2 (COUPE DE LA BERGERIE = MESSINIEN BIOSILICEUX)

Spirillina sp.
Fissurina aff. *lucida* (Williamson, 1848)
Ammonia tepida (Cushman, 1926)
Ammonia limbatobecchari (Mac Lean, 1956)
Elphidium fichtelianum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium fichtelianum praeforme Papp, 1963
Elphidium advenum (Cushman, 1922)
Elphidium flexuosum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium crispum (Linné, 1758)
Elphidium aculeatum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium angulatum (Egger, 1857)
Elphidium aff. *tersae* Margerel, 1968
Elphidium cf. *pseudolessonii* Ten Dam & Rheinhold, 1941
Elphidium aff. *strattoni* (Applin, Ellisor & Kniker, 1925)
Elphidium semistriatum (Costa, 1826)
Nonion aff. *ibericum* Cushman, 1936
Melonis padanum (Perconig, 1952)
Astrononion stelligerum (d'Orbigny, 1839)
Asterigerinata planorbis (d'Orbigny, 1846)
Rosalina globularis d'Orbigny, 1826
Rosalina nitida (Williamson, 1858)
Glabratella imperatoria (d'Orbigny, 1846)
Glabratella sp.
Pseudoepionides cf. *pseudotepidus* (Van Woorth, 1950)
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob, 1798)
Cibicides refulgens de Montfort, 1808
Cibicides aff. *pseudoungerianus* (Cushman, 1922)
Hanzawaia boueana (d'Orbigny, 1846)
Cancris auriculus (Fichtel & Moll, 1798)
Bulimina aculeata aculeata d'Orbigny, 1826
Bulimina aculeata minima d'Orbigny, 1826
Bolivina pseudoplicata Heron-Allen & Earland, 1930
Bolivina tortuosa (Brady, 1937)