

REVUE DE

VOLUME 39(1) – 2020

# PALÉOBIOLOGIE

**m**séum  
genève

Une institution  
Ville de Genève

[www.museum-geneve.ch](http://www.museum-geneve.ch)





## Evolution de la diversité des bivalves messiniens de la bordure méridionale du bassin du Bas Chélif (Algérie nord occidentale)

Linda SATOUR<sup>1</sup>, Jean-Paul SAINT MARTIN<sup>2</sup>, Lahcène BELKEBIR<sup>1</sup> & Mostefa BESSEDIK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université d'Oran 2 – Faculté des Sciences de la Terre & de l'Univers, Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique & Paléoenvironnement, ex IAP, Es Senia 31000 Oran, Algérie. E-mail: satourlind@gmail.com

<sup>2</sup> Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Origines et Evolutions, UMR 7207 CR2P/MNHN/CNRS/SU, 8 rue Buffon, F-75005 Paris, France

### Résumé

Les faciès messiniens pré-éaporitiques de la bordure sud (orientale et occidentale) du bassin du Bas Chélif ont révélé la présence d'une association fossile de bivalves ptériomorphes et hétérodontes assez riche et diversifiée. L'inventaire taxonomique a permis de recenser 35 espèces et 16 familles, à dominance de coquilles calcitiques. L'approche éco-taphonomique suggère la mise en place de trois associations fauniques, dont chacune caractérise un environnement spécifique: 1. L'association des grands pectinidae et gryphaeidae de l'infralittoral, 2. L'association d'endobiontes et d'épibiontes des environnements diatomitiques confinés, 3. L'association d'endobiontes et d'épibiontes des grès et des carbonates biodétriques de moyenne profondeur.

### Mots-clés

Bivalves, Messinien, ptériomorphes, hétérodontes, bassin du Bas Chélif, éco-taphonomie, diversité.

### Abstract

**Evolution of the diversity of messinian bivalves of the southern edge of Bas Chélif basin (northwest Algeria).**- The pre-evaporitic messinian facies of the southern (eastern and western) border of the Bas Chélif basin revealed the presence of a rich and diversified association of pteriomorphic and heterodontous bivalves. The taxonomic inventory allowed to count 35 species and 16 families, mainly with calcitic shells. The eco-taphonomic approach suggests the establishment of three bivalve associations, each of which characterizes a specific environment: 1. The association of the great pectinidae and gryphaeidae of the infralittoral, 2. The association of endobionts and epibionts of confined diatomitic environments, 3. The association of endobionts and epibionts with mid-depth sandstones and carbonates.

### Keywords

Bivalves, Messinian, pteriomorphs, heterodonts, Bas Chélif basin, eco-taphonomy, diversity.

## 1. INTRODUCTION

La succession du Miocène supérieur du bassin du Bas Chélif est constituée de deux cycles sédimentaires transgressifs, à sédimentation continue dans les zones axiales et discordantes sur les marges (Repal, 1952; Perrodon, 1957; Belkebir *et al.*, 2008). L'ensemble offre une grande variété de faciès (Saint Martin, 1990; Belkebir *et al.*, 2002) particulièrement riches en macrofaune de bivalves. Ce groupe de mollusques s'avère assez utile pour enregistrer les variations environnementales du biota marin (Saint Martin, 1987; Freneix *et al.*, 1987a-b, 1988; Ben Moussa *et al.*, 1987, 1988; Lacour *et al.*, 2002; Satour *et al.*, 2011). De nombreux travaux se sont

intéressés aux faciès messiniens dans le pourtour méditerranéen et ont permis de définir plusieurs biotopes et associations fossiles de bivalves (Ben Moussa, 1994; Freneix *et al.*, 1987a-b, 1988; Lacour *et al.*, 2002; Saint Martin, 1987; Saint Martin, 1990, 2008; Satour *et al.*, 2011). L'omniprésence des bivalves dans les sédiments messiniens du bassin du Bas Chélif favorise l'élaboration d'une approche environnementale exhaustive et permet de mieux appréhender la signification paléocéologique de la mise en place de cette faune.

La présente étude tente de caractériser les différents biotopes, ainsi que de définir les associations de bivalves messiniens du Bas Chélif dans leur contexte bathymétrique et sédimentologique.

## 2. CADRE STRATIGRAPHIQUE ET GÉOGRAPHIQUE

Les régions concernées par le présent travail font partie du bassin néogène du Bas Chéelif et se localisent sur sa bordure méridionale orientale et occidentale (Fig. 1). Quatre sites fossilifères d'âge Messinien sont étudiés et ont déjà été l'objet d'analyses paléontologiques, sédimentologiques et biostratigraphiques : barrage de Gargar, Djediouia, Sig et Sahaouria (Badsı, 1991 ; Mansour, 2004 ; Freneix *et al.*, 1987a-b, 1988 ; Rouchy & Freneix, 1979 ; Saint Martin, 1990 ; Satour, 2012 ; Satour *et al.*, 2009).

### 2.1. Bordure sud-orientale du Bas Chéelif

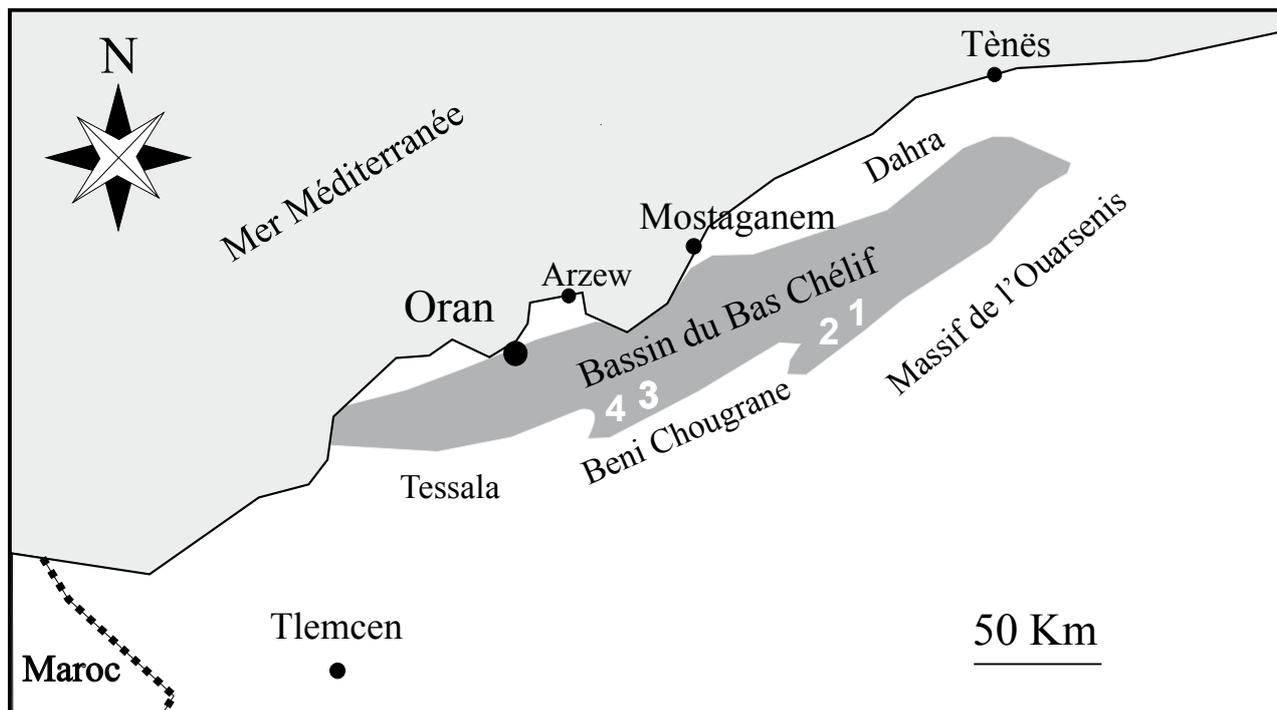
#### Barrage de Gargar (Figs 2, 3)

Le secteur d'étude se situe à une dizaine de km au sud-est de la ville d'oued Rhiou, qui s'éloigne d'environ 175 km de la ville d'Oran. La section explorée correspond à

l'ensemble II de Badsı (1991), d'âge Miocène supérieur. La succession (350 m d'épaisseur) comprend des marnes bleues tortoniennes à la base, surmontées par un épais dépôt de calcaires messiniens blanchâtres et biodétritiques à Mélobésiées (120 m d'épaisseur).

#### Djediouia (Figs 4, 5)

La coupe se localise à 3 km au sud-ouest du village de Djediouia et à environ 20 km du secteur précédent. Elle est d'âge tortono-messinien et affleure sur 45 m d'épaisseur. Badsı (1991) a mis en évidence deux unités lithostratigraphiques : l'unité basale, d'âge Tortonien supérieur, à dominance marneuse ; l'unité supérieure représentée par des diatomites, qui passent verticalement à des marno-calcaires, des grès puis des calcaires biodétritiques messiniens. Les diatomites sont représentées par un banc d'épaisseur métrique et finement laminées. Vers le haut, s'installe l'alternance des marnes sableuses (1 à 2 m d'épaisseur) et des bancs calcaires gréseux (0.20 à 0.40 m). De nombreux bancs gréseux (6 m d'épaisseur), chenalés et d'aspect friable, succèdent au faciès précé-



#### Abréviations



Diatomites



Calcaires



Marnes grises



Marnes sableuses



Grès



Gypses

Fig. 1 : Localisation géographique du bassin du Bas Chéelif (d'après Perrodon, 1957). Sites étudiés : 1. Barrage de Gargar, 2. Djediouia, 3. Sahaouria, 4. Sig.

dent. Finalement, un important dépôt de calcaires biodétritiques massifs (20 m d'épaisseur), jaunâtres, à bancs métriques, achève la succession.

## 2.2. Bordure sud-occidentale du Bas Chélif

### Sig (Figs 6, 7)

La coupe se localise au pied des Béni Chougrane, à environ 1,5 km au sud de la ville de Sig, sur la rive droite d'oued Sig et en amont de l'ancien barrage. Elle a été l'objet de plusieurs travaux sédimentologiques et paléontologiques (Rouchy & Freneix, 1979; Mansour, 2004). Les faciès messiniens débutent par des marno-calcaires, grisâtres et fossilifères, d'épaisseur variable entre 0,50 m à 1,2 m et des calcaires argileux biodétritiques, d'épaisseur métrique (de 1 à 4 m). Ils sont suivis par des dépôts

diatomitiques, formés d'abord par des marnes grises à intercalations marneuses de couleur beige, finement laminées à diatomées, qui sont surmontées par des bancs diatomitiques blanchâtres, pures, friables, de 3 m à 4 m d'épaisseur. Des passées de marnes sableuses de couleur jaunâtres sont intercalées dans les diatomites. Vers le haut, se mettent en place des dépôts sableux (de 40 m à 50 m), à éléments fins friables indurés, montrant plusieurs traces de bioturbation (terriers). Le Messinien s'achève par des marnes gypseuses (25 m), grises, contenant plusieurs lentilles de gypses.

### Sahaouria (Figs 8, 9)

La succession affleure à quelques km au nord-est de la ville de Mohammadia, au pied des Béni Chougrane. La coupe, levée au niveau d'Oued Salem, a fait l'objet de plusieurs travaux sédimentologiques et biostratigra-

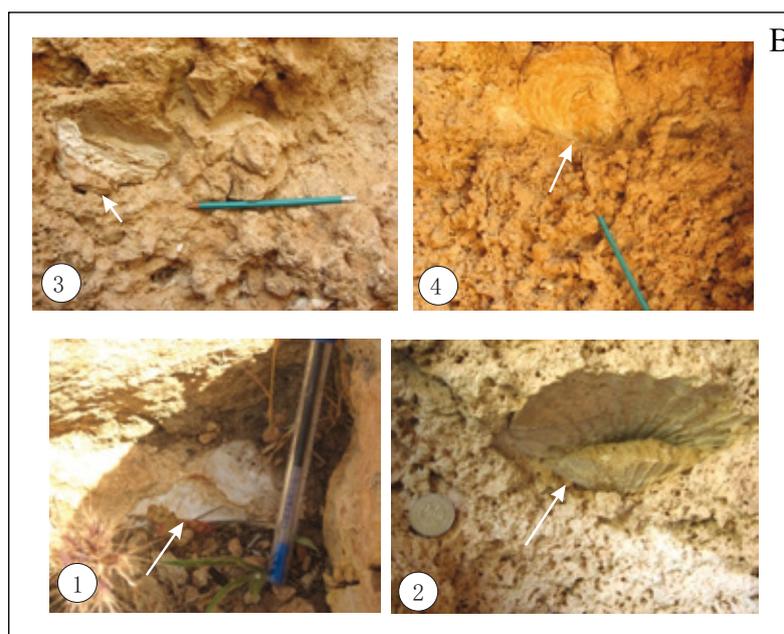


Fig. 2: **A**, Panorama du Messinien du barrage de Gargar; **B**, Quelques bivalves du barrage de Gargar: 1. *Crassostrea gryphoides* (fragment, Gr 1), 2. *Flabellipecten fraterculus* (exemplaire, Gr 2), 3. *Crassostrea gryphoides* (exemplaire, Gr 2), 4. *Ostrea lamellosa* (valve gauche, Gr 2).

phiques (Rouchy *et al.*, 2007; Satour, 2012). Le Messinien se caractérise par la mise en place des marnes diatomitiques, qui ravinent les marnes bleues tortoniennes. La formation marno-diatomitique débute par une barre de calcaire blanchâtre (5 m d'épaisseur), à aspect bréchiq, très fossilifère. Au-dessus, s'installe une alternance de marnes grises sombres et des bancs diatomitiques pulvérulents et laminés (21 m). Le membre supérieur correspond à des marnes sableuses jaunâtres qui s'intercalent avec des passées diatomitiques blanchâtres et l'ensemble affleure sur environ 20 mètres.

### 3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le matériel messinien qui a servi de base pour cette étude comprend des centaines de spécimens (coquilles, valves et fragments) récoltés par le premier auteur dans les niveaux fossilifères du bassin du Bas Chélib. Les coquilles et valves montrent un état de conservation souvent bon (Pectinidae, Ostreidae, Gryphaeidae, Spondylidae, Carditidae). De nombreux moules internes et externes sont également présents et caractérisent surtout les bivalves à test aragonitique (Glycymeriidae, Isognomonidae, Semilidae, Veneridae). L'ensemble des spécimens étudiés dans ce travail sont conservés au laboratoire de Paléontologie stratigraphique et paléoenvironnement (Université d'Oran 2).

L'analyse exhaustive de la distribution des bivalves sur le terrain a permis de définir des associations spécifiques dans l'ensemble des faciès étudiés. Les interprétations paléocéologiques sont effectuées à partir de l'analyse des caractères autoécologiques des bivalves étudiés, ainsi que des travaux sédimentologiques et paléontologiques préalablement établis (Freneix *et al.*, 1987a-b, 1988; Moissette, 1988; Rouchy & Freneix, 1979; Saint Martin,

1990; Satour, 2012; Satour *et al.*, 2011, 2013). L'étagement bathymétrique utilisé sera celui de Pérès & Picard (1964) et Néraudeau *et al.* (2001). Seuls les taxons à cachet autochtone sensu Lacour *et al.* (2002) seront pris en considération pour l'approche paléocéologique, à savoir essentiellement des coquilles exposant leurs deux valves, jointives, entières, non usées et montrant plusieurs stades ontogéniques (juvéniles et adultes) dans le même niveau. Parallèlement, les éléments sessiles (Lacour *et al.*, 2002) confirment également l'autochtonie de l'assemblage fossile. L'absence d'un tri hydrodynamique du matériel coquillier plaide en faveur de la mise en place d'un assemblage ayant subi peu ou pas de transport, ce qui signifie qu'il reflète réellement les conditions environnementales qui ont régné autrefois dans ce bassin.

### 4. DISTRIBUTION DES BIVALVES DANS LE MESSINIEN DU BAS CHELIB

#### 4.1. Barrage de Gargar (Figs 2, 3)

La tendance régressive que présentent les dépôts messiniens dans ce secteur se traduit particulièrement par le mode de distribution des bivalves au sein du sédiment. En effet, l'apparition d'un mince niveau (0,02 m d'épaisseur) riche en moules internes de bivalves et gastéropodes, de taille assez réduite (ce qui a rendu leur détermination systématique malaisée voire impossible), qui reflète un environnement de faible profondeur, éventuellement dans la partie la moins profonde de l'infralittoral, à taux de salinité vraisemblablement faible. Cette interprétation est soutenue par la présence des *Gyrolithes*, qui s'observent dans les cavités du même banc à mollusques. Selon Netto *et al.* (2007), cet ichnofossile, assez connu dans les dépôts d'estuaires et les dépôts saumâtres du Crétacé et du Ter-

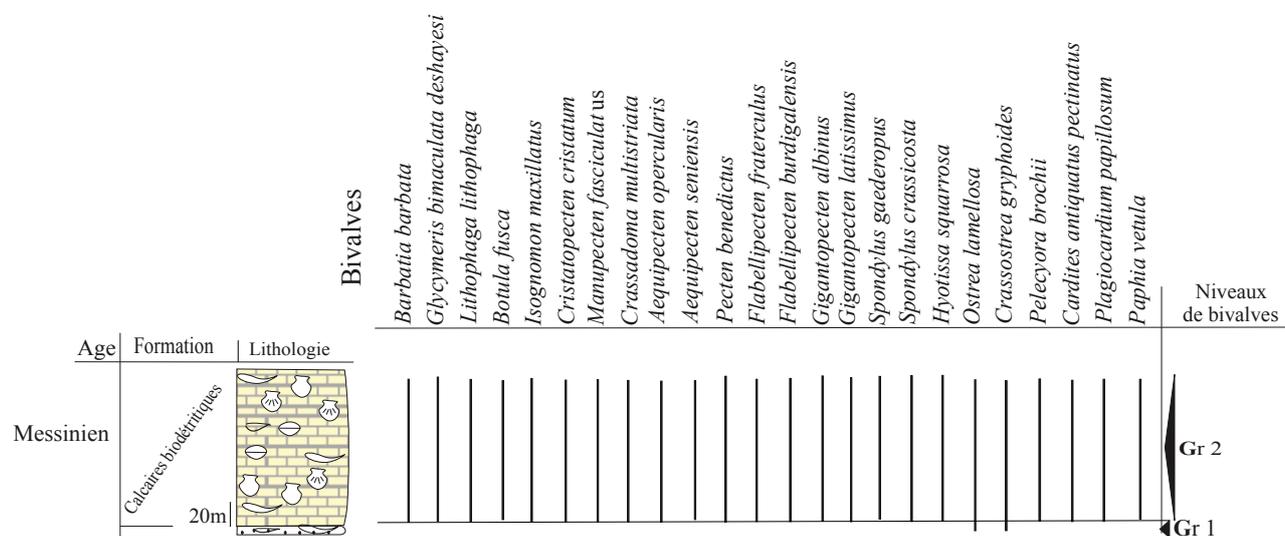


Fig. 3: Distribution des bivalves du Messinien du barrage de Gargar.

taire, montre une structure hélicoïdale qui correspond à une stratégie de refuge des variations extrêmes de salinité du milieu. Au même titre, la présence de nombreuses galeries de *Thalassinoides* indique l'installation des environnements carbonatés, de faible bathymétrie (Ekdale & Bromley, 2003). Au-dessus, la mise en place des deux Ostreidae *Ostrea lamellosa* et *Crassostrea gryphoides* (Gr 1), se fait d'abord par l'installation de nombreuses coquilles de *Crassostrea gryphoides*, en connexion et en position subhorizontale, parallèle au plan de la stratification de l'encaissant. Cette disposition correspond au premier stade de colonisation du substrat (Hocquet, 1995). En revanche, l'évolution en croissance verticale semble être étouffée essentiellement par la présence des courants hydrodynamiques importants, assez fréquents dans l'étage infralittoral. Les *Crassostrea* sont rapidement relayées par *Ostrea lamellosa*, qui montre des coquilles en parfaite connexion anatomique et domine désormais le niveau faunique. Cela atteste de l'instauration rapide de nouvelles conditions environnementales, à détritisme grossier, favorisant davantage la mise en place d'*Ostrea lamellosa*, qui affectionne des substrats très grossiers et conglomératiques (Jimenez *et al.*, 1991). Le même phénomène est signalé également dans le Messinien d'Espagne, où les *Ostrea lamellosa* s'installaient dans des

environnements conglomératiques à micro-conglomératiques de Los Lobos, tandis que *Crassostrea gryphoides* préféraient les niveaux plus fins silteux et sableux (Videt & Néraudeau, 2002). Parallèlement, le développement spectaculaire des *Thalassinoides* et leur extension latérale (quelques centaines de mètres) et verticale (jusqu'au sommet des calcaires biodétritiques) indiquent l'instauration des conditions environnementales assez peu profondes (infralittoral moyen à supérieur). L'absence des *Gyrolithes* dans ce niveau témoigne d'un retour progressif à des conditions de salinité normale.

Vers le sommet, les mollusques récoltés essentiellement dans les calcaires biodétritiques se réfèrent à l'épibenthos (épibyssal: *Barbatia barbata*, *Isognomon maxillatus*, *Aequipecten seniensis*, *Manupecten fasciculatus*, *Crassadoma multistriata*; vagiles: *Aequipecten opercularis*, *Pecten benedictus*, *Flabellipecten fraterculus*, *Gigantopecten latissimus*, *Gigantopecten albinus*, *Cristatopecten cristatum*; adhérent: *Spondylus crassicaosta*, *Spondylus gaederopus*, *Hytissa squarrosa*, *Ostrea lamellosa*, *Crassostrea gryphoides*) et l'endobenthos (fouisseurs superficiels: *Glycymeris bimaculata deshayesi*, *Cardites antiquatus pectinatus*; fouisseurs profonds: *Paphia vetula*; perforants: *Botula fusca*, *Lithophaga lithophaga*). La faune épibyssale est composée essentiellement de sus-

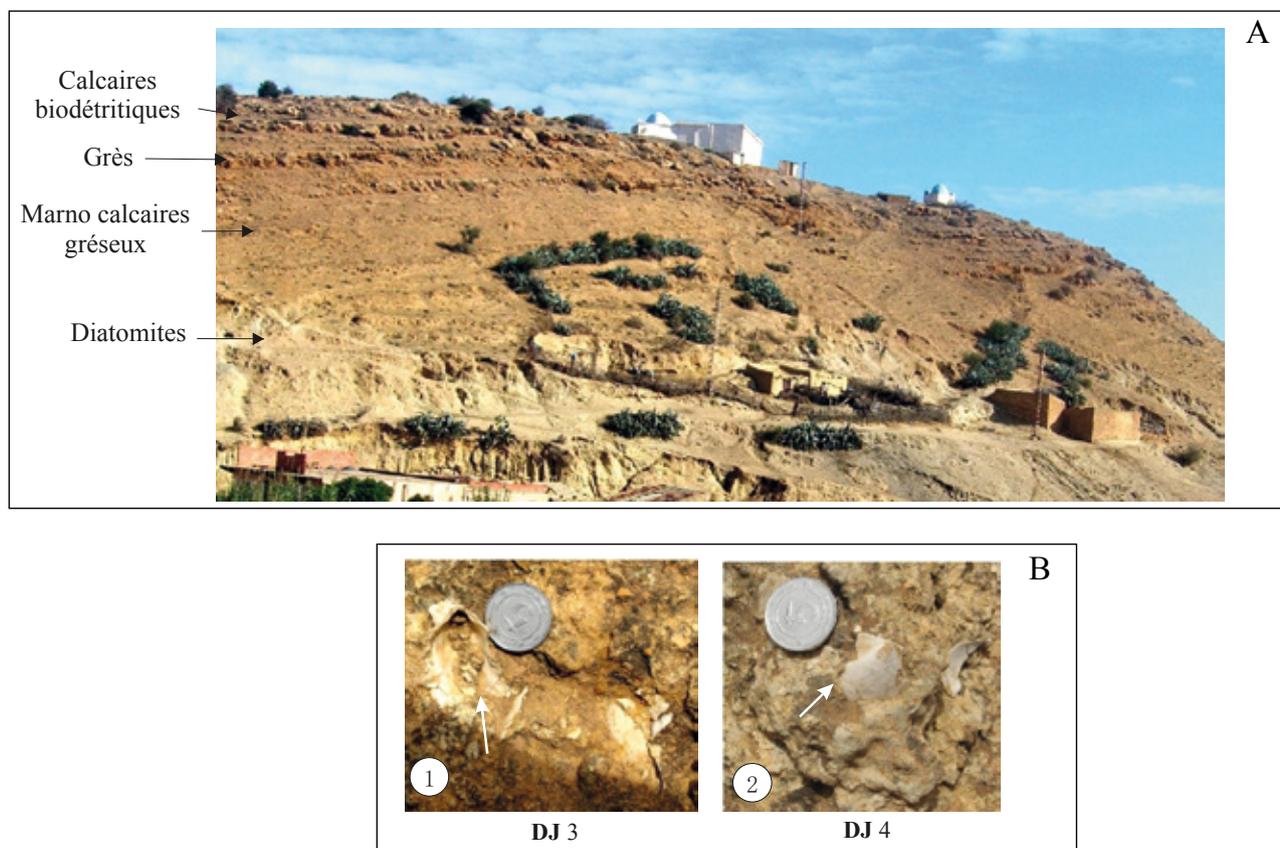


Fig. 4: A. Panorama du Messinien de Djediouia; B. Quelques bivalves messiniens de Djediouia: 1. *Ostrea lamellosa* (valve gauche), 2. *Crassadoma multistriata* (valve droite).

pensivores. *Barbatia barbata* fréquente actuellement les zones tropicales, subtropicales et tempérées chaudes, à une profondeur variable de l'infra-littoral, jusqu'au circalittoral (Ben Moussa, 1994). Selon Pérès & Picard (1964), cette espèce fait partie de la biocénose des algues photophiles, de l'infra-littoral. *Isognomon maxillatus* s'installe dans des faciès plus au moins grossiers (Ben Moussa, 1994), des environnements intertidaux, faiblement adhérent aux branches des colonies de coraux (Stanley, 1970 in Freneix *et al.*, 1987a). Par ailleurs, *Manupecten fasciculatus* se rencontre essentiellement dans des faciès détritiques des milieux littoraux agités (Ben Moussa, 1994). Elle caractérise la biocénose coralligène (Freneix *et al.*, 1987a) et fréquente une bathymétrie variable de l'infra-littoral au circalittoral (Parenzan, 1974 in Freneix *et al.*, 1987a). L'épifaune vagile contient essentiellement des suspensivores, de l'étage infra-littoral (*Pecten benedictus*, *Flabellipecten fraterculus*), circalittoral (*Gigantopecten albinus*, *Gigantopecten latissimus*) ou infra-circalittoral (*Aequipecten opercularis*). Les *Gigantopectens* sont sténohalins et font partie des zones tempérées chaudes (Raffi *et al.*, 1985), tandis que *Aequipecten opercularis* a été signalé dans les quatre zones climatiques de Raffi (Raffi *et al.*, 1985). *Spondylus gaederopus* est un suspensivore, sténohalin, des fonds rocheux de faible à moyenne profondeur (de 0 à 30 m, d'après Parenzan, 1974 in Freneix *et al.*, 1987a), des vases calcaires et des fonds coralligènes (Freneix *et al.*, 1987a). Les fouisseurs superficiels *Glycymeris bimaculata deshayesi* et *Cardites antiquatus pectinatus* correspondent à des formes à régime nutritif suspensivore. *Glycymeris bimaculata deshayesi* vit dans les fonds meubles (Ben Moussa, 1994) et peut se

rencontrer dans la biocénose des sables grossiers et fins graviers sous l'influence des courants de fond (Pérès & Picard, 1964), de l'étage infra-littoral (Stanley, 1970). *Cardites antiquatus pectinatus* vivait dans les sédiments meubles des milieux peu profonds (Ben Moussa, 1994). Elle constitue un élément de la biocénose des sables grossiers et fins graviers sous l'influence des courants de fond (Malatesta, 1974 in Freneix *et al.*, 1987a), de l'étage infra-littoral (de 0 à 40 m, selon Freneix *et al.*, 1987a). Par ailleurs, le fouisseur profond *Paphia vetula* adopte un régime nutritif détritivore et s'installe préférentiellement dans des fonds sableux, de l'étage médiolittoral à infra-littoral (Ben Moussa, 1994). Le foreur *Botula fusca* se fixe par un byssus dans les cavités creusées et affectionne les roches coralligènes (Abbott, 1974 in Freneix *et al.*, 1987a) qu'elle perce par des moyens chimiques (Ben Moussa, 1994). Parallèlement, *Lithophaga lithophaga* est un perforant suspensivore des zones tropicales et subtropicales (Raffi *et al.*, 1985). Sa répartition bathymétrique se fait essentiellement dans l'infra-littoral (Parenzan, 1974 in Freneix *et al.*, 1987a). Pérès & Picard (1964) le signale dans la biocénose des algues photophiles et celle des faciès de la roche médiolittorale inférieure, des substrats durs de l'horizon inférieur de l'étage médiolittoral. Cette association de bivalves semble correspondre à une biocénose *in situ* ou très peu déplacée, appartenant à un milieu modérément agité de l'étage infra-littoral. L'épibenthos (77,27 %) domine largement par rapport à l'endobenthos (22,72 %). Les formes épibyssales et les sessiles présentent un pourcentage égal pour chaque catégorie (29,41 %), tandis que les vagiles se distinguent par un pourcentage plus au moins élevé (41,17 %). Un

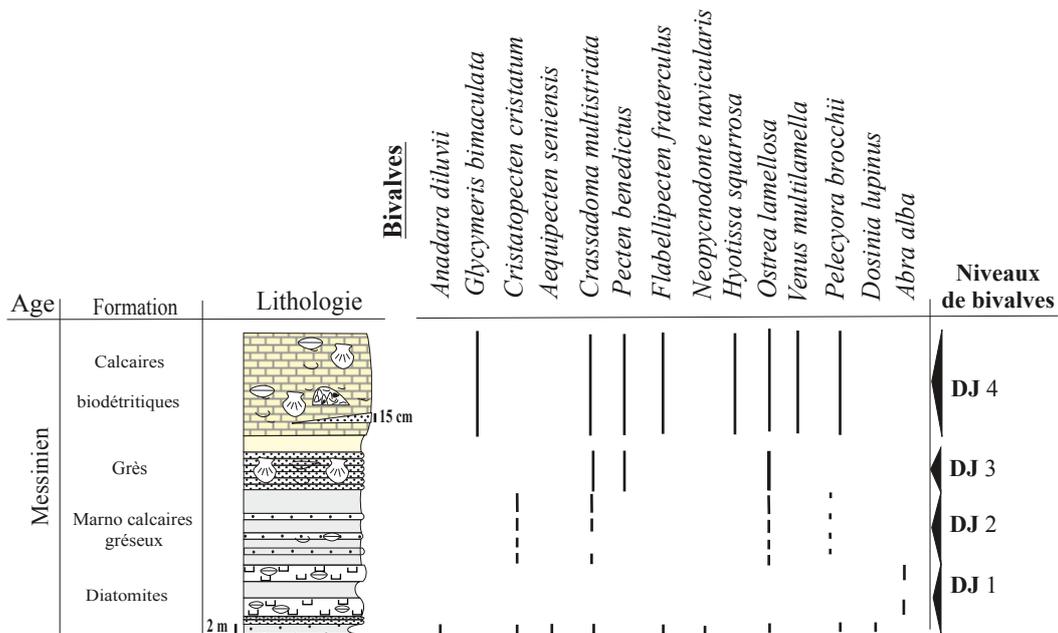


Fig. 5: Distribution des bivalves dans le Messimien de Djedouia.

milieu à caractère péri-récifal est suggéré, vu la présence de *Manupecten fasciculatus*, *Spondylus crassicosta* et *Spondylus gaederopus*, indicatrices de ce type d'environnement (Lacour *et al.*, 2002 ; Freneix *et al.*, 1987a).

#### 4.2. Djediouia (Figs 4, 5)

Peu de fragments coquilliers d'Arcidae (*Anadara diluvii*), Pectinidae (*Crassadoma multistriata*, *Aequipecten seniensis*, *Flabellipecten fraterculus* et *Cristatopecten cristatum*), Ostreidae (*Ostrea lamellosa*), Gryphaeidae (*Neopycnodonte navicularis*), ainsi que quelques moules internes de Veneridae (*Dosinia lupinus* et *Pelecypora brocchii*) s'observent à la base des diatomites. Par ailleurs, au sein des lamines diatomitiques, on note la présence exclusive des moules internes du Semelidae *Abra alba* dont le diamètre antéro-postérieur dépasse rarement 20 mm. Ce fouisseur profond, détritivore, qui appartient aux zones subtropicales, tempérées chaudes et tempérées froides de Raffi (Raffi *et al.*, 1985), supporte une grande variation de salinité et fréquente les faciès vaseux, sableux et boueux, de l'infra littoral (Cornet, 1985). Selon Rouchy & Freneix (1979), cette espèce est abondante dans les vases compactes, les vases sableuses, les sables et les graviers boueux, des étages infralittoraux

et circalittoraux. Elle est très répandue dans les mers fermées et tolère des milieux peu salins ou encore des environnements à conditions euxiniques. Le Pectinidae *Crassadoma multistriata* et l'Ostreidae *Ostrea lamellosa* montrent de jolis exemplaires coquilliers dans le niveau fossilifère (DJ 3), avec une dominance quantitative de la première espèce (environ 70 % d'individus), tandis que *Pecten benedictus* expose dans le même faciès uniquement des valves droites brisées. L'association faunique de *Crassadoma multistriata* et *Ostrea lamellosa* caractérise un environnement agité, à détritisme élevé de l'intervalle bathymétrique au passage infra à circalittoral. *Crassadoma multistriata* constitue un élément de la biocénose des fonds détritiques du large de l'étage circalittoral (Pères & Picard, 1964). Parallèlement, les courants hydrodynamiques forts ont favorisé la fragmentation de plusieurs individus, essentiellement les valves droites de *Pecten benedictus*.

Finalement, les calcaires biodétritiques (DJ 4) révèle la mise en place de plusieurs taxons : *Glycymeris bimaculata*, *Crassadoma multistriata*, *Pecten benedictus*, *Flabellipecten fraterculus*, *Hyotissa squarrosa*, *Ostrea lamellosa*, *Venus multilamella* et *Pelecypora brocchii*. Uniquement *Crassadoma multistriata*, *Hyotissa squarrosa* et *Ostrea lamellosa* présentent un cachet *in situ*, confirmé par leur état taphonomique dans le sédiment.



Fig. 6: Panorama et quelques bivalves messiniens de la coupe de Sig ; 1. *Aequipecten seniensis* (valve gauche, Si 2), 2. *Cristatopecten cristatum* (valve gauche, Si 2), 3. *Pelecypora brocchi* (valve gauche, Si 4), 4. *Ostrea lamellosa* (valve droite, Si 3).

*Crassadoma multistriata*, *Pecten benedictus* et *Hytissa squarrosa* font partie de l'association d'endobiontes et d'épibiontes des faciès gréseux et carbonatés biodétritiques, qui renseigne sur l'instauration des conditions énergétiques plus au moins élevées, dans un environnement à bathymétrie moyenne (l'étage infralittoral). En effet, la fréquence quantitative importante du Gryphaeiidae *Hytissa squarrosa* (60 %), par rapport aux Pectinidae peu profonds *Pecten benedictus* et *Crassadoma multistriata*, indique une nette diminution bathymétrique du milieu qui correspond à l'infralittoral inférieur à moyen. Le taux de détritisme diminue et *Crassadoma multistriata*, indicatrice de la biocénose des fonds détritiques du large (Péres & Picard, 1964), n'est représentée que par quelques rares individus. Une influence récifale est suggérée pour cet environnement (présence de *Hytissa squarrosa*).

#### 4.3. Sig (Figs 6, 7)

Les marno-calcaires messiniens renferment le Corbulidae *Varicorbula gibba* et le Pectinidae *Aequipecten seniensis*. Ces deux taxons caractérisent des milieux profonds de l'étage infralittoral.

Par contre, les marnes prédiatomitiques ont livré exclusivement des Pectinidae (*Cristatopecten cristatum* et *Crassadoma multistriata*), qui se sont mises en place dans un environnement profond de l'étage infralittoral inférieur à circalittoral. Le même milieu du dépôt des diatomites profondes qui ont favorisé l'apparition des Pectinidae (*Crassadoma multistriata* et *Cristatopecten cristatum*), Ostreidae (*Ostrea lamellosa*), Arcidae (*Anadara diluvii*) et Veneridae (*Pelecypora brocchii*). Cette association marque une faible diminution de la bathymétrie (dans la partie inférieure de l'infralittoral), ainsi qu'une instabilité de l'environnement qui se traduit particulièrement par l'arrivée d'*Anadara diluvii* (Lacour *et al.*, 2002).

Les faciès diatomitiques et carbonatés de l'intervalle infralittoral inférieur à circalittoral moyen se distinguent par la présence de plusieurs bivalves : Arcidae (*Anadara diluvii*), Pectinidae (*Aequipecten opercularis* et *Flabellipecten fraterculus*), Chamidae (*Chama gryphoides*), Cardiidae (*Plagiocardium papillosum*), Veneridae (*Pelecypora brocchii*) et Corbulidae (*Varicorbula gibba*).

#### 4.4. Sahaouria (Figs 8, 9)

Les Pectinidae dominent exclusivement dans les marno-calcaires où six taxons marquent leur présence dans le niveau SH 1 (*Crassadoma multistriata*, *Aequipecten seniensis*, *Flabellipecten fraterculus*, *Flabellipecten burdigalensis*, *Cristatopecten cristatum* et *Amusiopecten baranensis*). Uniquement *Flabellipecten burdigalensis* et *Cristatopecten cristatum* peuvent être utilisés comme indicateurs des paléoenvironnements. Cependant, l'asso-

ciation de ces deux pectinidae caractérisent des fonds marno-gréseux profonds de l'intervalle bathymétrique infralittoral inférieur-circalittoral supérieur. L'hydrodynamisme est à la fois important pour permettre l'épanouissement de *Flabellipecten* (des exemplaires d'une taille assez importante, voire à tendance vers le gigantisme). Par ailleurs, les apports détritiques grossiers ont été probablement réduits. Les bancs carbonatés plus au moins gréseux correspondent à une symmégie, composée principalement de *Flabellipecten fraterculus*, *Aequipecten seniensis* et *Crassadoma multistriata*. Les valves sont souvent légèrement fragmentées et leur position dans le sédiment indique une concavité, orientée souvent vers le haut, témoignant davantage d'un milieu relativement calme. La rareté, voire l'absence d'activité *post mortem* (perforations, serpules, incrustation...), atteste l'inhumation rapide du matériel taphonomique dans l'encaissant, après son accumulation *post mortem* sur le fond marin.

Dans les calcaires blanchâtres (SH 2), l'Ostreidae *Ostrea lamellosa* se met en place, avec les Pectinidae *Crassadoma multistriata*, *Aequipecten seniensis*, *Pecten benedictus* et *Flabellipecten fraterculus*. Néanmoins, l'association des deux Pectinidae *Pecten benedictus* et *Flabellipecten fraterculus* témoigne d'un milieu à bathymétrie de l'infralittoral supérieur, soumis à des conditions hydrodynamiques élevées. *Flabellipecten fraterculus* montre une taille plus au moins grande (diamètre umbono palléal : 52,5 mm), reflétant ainsi l'existence des conditions environnementales assez favorables pour l'épanouissement de cette espèce. L'intensité de l'agitation du milieu engendre la brisure de nombreuses valves, indépendamment de la structure de leur test coquillier : test fin (*Crassadoma multistriata*), moyennement épais (*Aequipecten seniensis*) ou lamellaire (*Ostrea lamellosa*). Les marnes pré-diatomitiques (SH 3) contiennent les deux Pectinidae à test fin (*Cristatopecten cristatum* et *Amusiopecten baranensis*) et le Gryphaeiidae (*Neopycnodonte navicularis*). L'association des taxons cités ci-dessus se met en place sur des fonds vaseux et profonds (circalittoral supérieur). Le développement optimal de *Neopycnodonte navicularis* semble s'effectuer principalement dans des environnements profonds circalittoraux (Néraudeau *et al.*, 2001 in Videt & Néraudeau, 2002). De même, *Cristatopecten cristatum* est retrouvé dans l'association des fonds vaseux « circalittoral » de Lacour *et al.* (2002), dans le Messinien de Sorbas (Espagne). L'environnement correspond à un milieu calme, qui explique le bon état de préservation des spécimens récoltés, malgré la finesse et la fragilité de leurs tests coquilliers (*Cristatopecten cristatum*, *Amusiopecten baranensis*). Dans la formation marno-diatomitique (SH 4), six familles de bivalves se distinguent avec toutefois la présence relativement importante des Pectinidae (28,57 %), représentés par *Crassadoma multistriata* et *Aequipecten seniensis*. L'endobenthos des Arcidae, Lucinidae, Veneridae, Semeiidae et Corbulidae avec un seul taxon chacune (*Anadara diluvii*, *Myrtea spinifera*, *Abra alba*, *Gouldia minima* et

*Varicorbula gibba*) s'individualise dans ce niveau fossilifère. Les fouisseurs superficiels suspensivores dominent largement (60 %), par rapport aux fouisseurs profonds détritivores (*Abra alba* et *Myrtea spinifera*). L'environnement correspond aux fonds vaseux fins, instables (*Anadara diluvii*, *Varicorbula gibba*: Pérès & Picard, 1964) et profonds de l'étage circalittoral. Un environnement à conditions paléocéologiques assez défavorables, voire euxiniques, est suggéré, en raison de la taille assez

réduite des spécimens (dépassant rarement 20 mm), ainsi que l'état de conservation des tests aragonitiques pulvérulents, qui sont souvent matérialisés par des moules internes préservant partiellement leur test aragonitique. L'hydrodynamisme modéré à faible provoque la fragmentation fréquente des Pectinidae (*Crassadoma multistriata* et *Aequipecten seniensis*), dont les valves se dispersent pêle-mêle dans le sédiment. Une fréquence similaire de Pectinidae s'observe dans

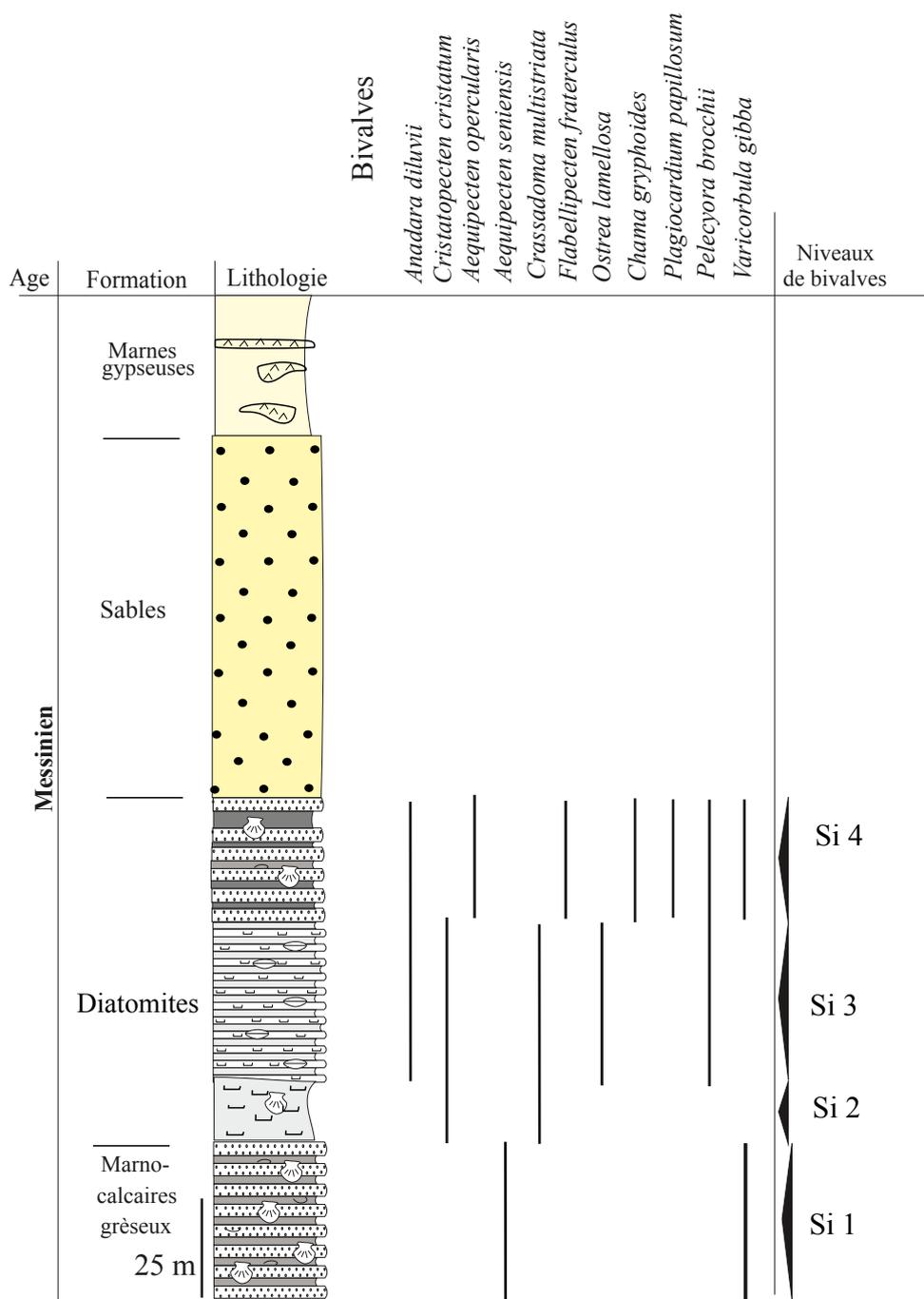


Fig. 7: Distribution des bivalves dans le Messinien de Sig.

le niveau (SH 5) et elle est représentée cette fois-ci par *Cristatopecten cristatum* et *Cristatopecten benoisti*. Une seule espèce représente chacune des familles suivantes : Arcidae, Gryphaeidae, Ostreidae, Veneridae et Tellinidae (respectivement *Anadara diluvii*, *Hytissa squarrosa*, *Ostrea lamellosa*, *Pelecypora brochii*, *Tellina* sp.). Deux associations fossilifères se relayent latéralement (d'est en ouest) dans le même faciès. L'association (SH 5') est composée des endobenthiques *Anadara diluvii*, *Pelecypora brochii* et *Tellina* sp. et de l'épibenthonique sessile *Ostrea lamellosa*. Elle se distingue par la dominance quantitative du Veneridae *Pelecypora brochii* et *Tellina* sp., qui constituent environ 70 à 80 % des spécimens. Elle témoigne d'un milieu peu profond (infralittoral) et envasé par d'importants apports détritiques sableux, favorables au développement du détritivore (les Tellines) de l'étage infralittoral (Ben Moussa, 1994). Quant à *Ostrea lamellosa*, sa fréquence est faible, vu sa préférence des environnements détritiques à sédiments grossiers (Videt, 2004). Les conditions environnementales semblent rester constantes vers le côté ouest (près

du Makabret), où l'association (SH 5'') des Pectinidae à test mince (*Cristatopecten cristatum* et *Cristatopecten benoisti*), à dominance quantitative nette de *Cristatopecten cristatum* (80 %), s'installe dans un environnement sablo-vaseux, à bathymétrie un peu profonde, correspondant à la partie inférieure de l'infralittoral. A noter que la taille assez réduite que montre l'ensemble des fossiles appartenant à ce niveau (SH 5'') reflète un environnement peu favorable pour leur développement.

##### 5. ASSOCIATIONS DES BIVALVES DANS LE MESSINIEN DU BAS CHELIF

La distribution des associations dans le Messinien du Bas Chélif a permis de définir plusieurs milieux de dépôt, depuis l'infralittoral supérieur jusqu'au centre du bassin dont la zonation bathymétrique correspond essentiellement aux étages infralittoral et circalittoral (Pérès & Picard, 1964). On note la fréquence significative des Pectinidae (*Cristatopecten cristatum*, *Crassadoma mul-*

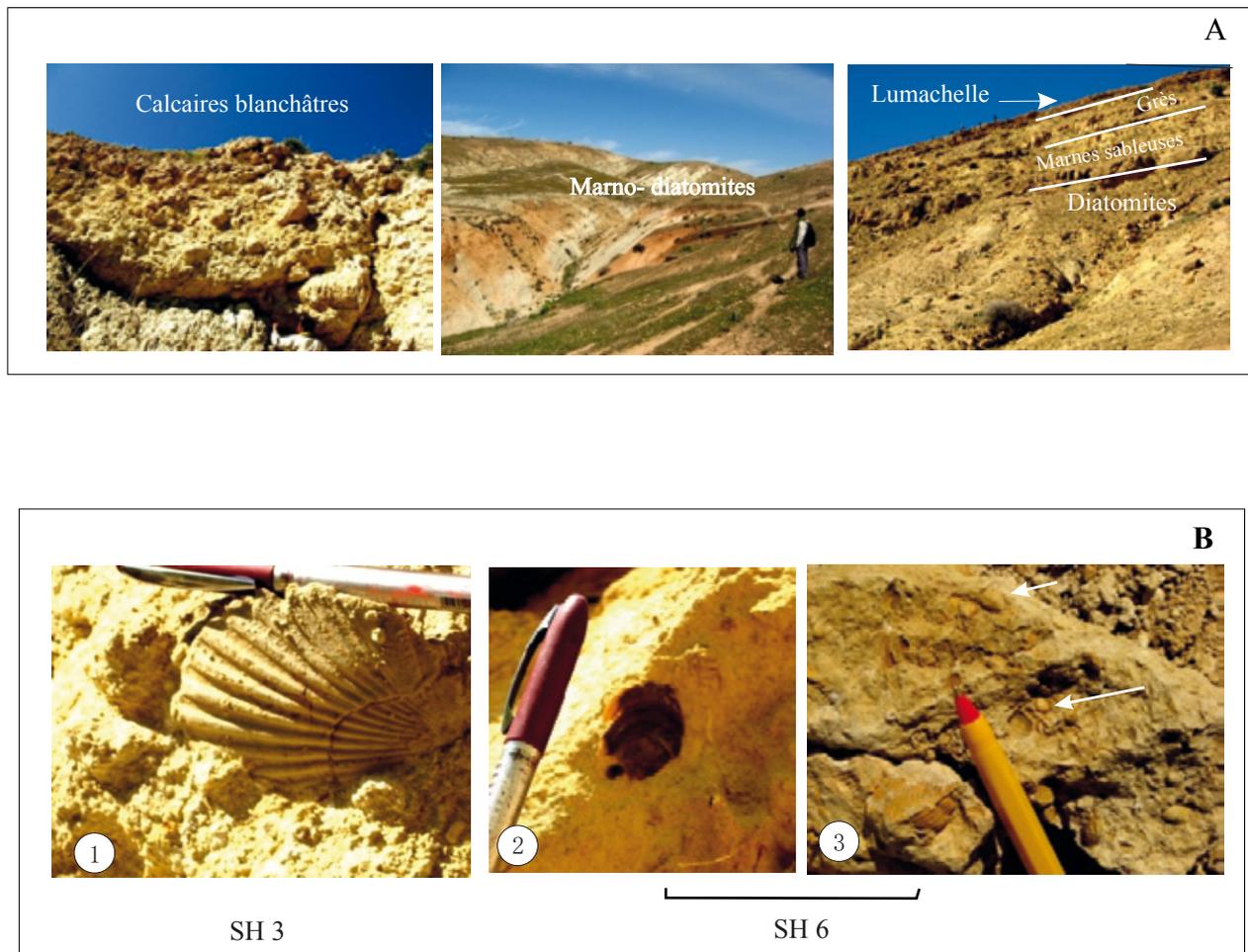


Fig. 8: A. Panorama des dépôts messiniens de Sahaouria; B. Quelques bivalves du Messinien de Sahaouria: 1. *Flabellipecten fraterculus* (valve gauche), 2. *Cristatopecten cristatum* (valve), 3. Arcidae et Veneridae (moules internes).

*tistriata*), qui sont représentés dans plusieurs faciès. Ces deux taxons caractérisent des milieux vaseux profonds, à hydrodynamisme faible pour la première et à apports détritiques intenses, de l'horizon bathymétrique circalittoral supérieur-infralittoral inférieur, pour *Crassadoma multistriata* (Freneix *et al.*, 1987a; Saint Martin *et al.*, 2000; Satour, 2012). L'approche paléocéologique des bivalves provenant des formations messiniennes (barrage de Gargar, Djediouia, Sahaouria et Sig), a permis de caractériser trois associations, à significations paléoenvironnementales spécifiques :

1. L'association des grands Pectinidae, Gryphaeidae et Corbulidae de l'infralittoral. Elle est caractérisée par la mise en place des grands exemplaires de *F. burdigalensis* et *C. cristatum* dans un faciès carbonaté, à apports détritiques lents. Ces deux Pectinidae sont relayés par *P. benedictus* et *F. fraterculus*, définissant un milieu à hydrodynamisme élevé, de l'étage infralittoral supérieur. Vers la fin, s'installe *C. cristatum*, *A. baranensis* et *N. navicularis*, témoignant d'un milieu vaseux profond du circalittoral supérieur. A la bordure occidentale (Sig), apparaît plutôt

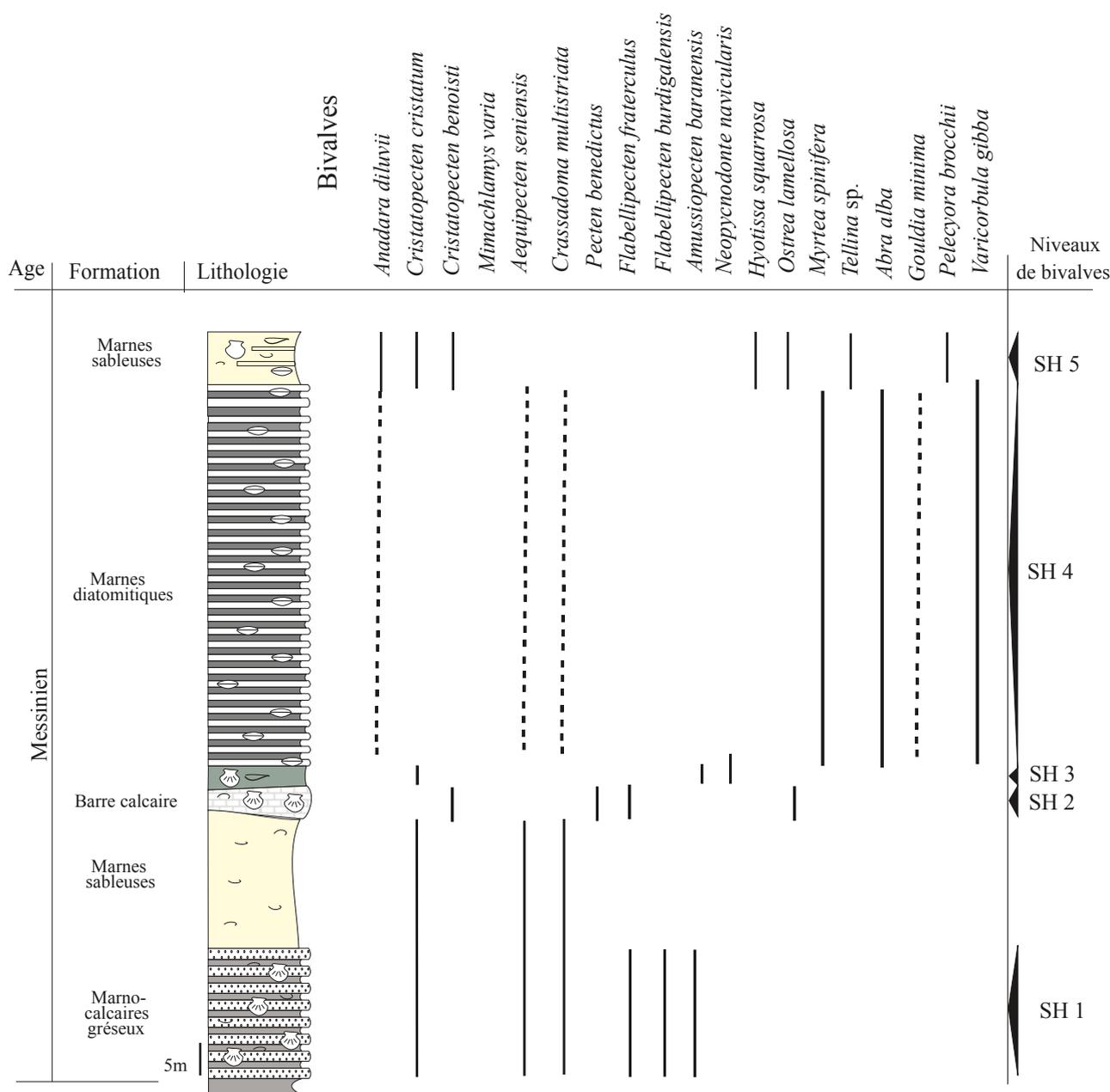


Fig. 9: Distribution des bivalves dans le Messinien de Sahaouria.

le Pectinidae *Aequipecten seniensis* et le Corbulidae *Varicorbula gibba*, définissant un milieu vaso-carbonaté de l'étage infralittoral, à hydrodynamisme moyen.

2. L'association d'endobiontes et d'épibiontes des environnements diatomitiques confinés. Elle est représentée à Sig par le dépôt des valves et des moules internes, souvent de taille réduite, de *A. diluvii*, *C. cristatum*, *C. multistriata*, *O. lamellosa* et *P. brocchi*. Cette faune est relayée rapidement par les taxons suivants : *A. diluvii*, *A. opercularis*, *F. fraterculus*, *P. papillosum*, *C. gryphoides*, *P. brocchi*, *V. gibba*. A la bordure orientale, se met en place une communauté d'*A. alba*, reflétant un environnement faiblement agité et profond.
3. L'association d'endobiontes et d'épibiontes des faciès gréseux et des carbonates biodétritiques de moyenne profondeur. Elle se manifeste à Djediouia, par la présence de *Crassadoma multistriata* et *Ostrea lamellosa*, caractérisant un environnement agité et profond (infralittoral inférieur). *C. multistriata* fait partie de la biocénose des fonds détritiques du large du circalittoral (Pérès & Picard, 1964). Vers le haut, s'ajoute à *C. multistriata*, le Pectinidae *P. benedictus* et le Gryphaeidae *H. squarrosa*; par contre, dans le barrage de Gargar, s'installe à la base des calcaires biodétritiques une communauté de grosses *Crassostrea gryphoides* qui seront rapidement relayées par *Ostrea lamellosa*, témoignant d'un détritisme plus au moins significatif. Vers le haut, s'installe une paléobiocénose assez diversifiée qui comprend (parmi l'épibenthos) *Barbatia barbata*, *Isognomon maxillatus*, *Cristatopecten cristatum*, *Aequipecten opercularis*, *Aequipecten seniensis*, *Manupecten fasciculatus*, *Crassadoma multistriata*, *Pecten benedictus*, *Flabellipecten fraterculus*, *Gigantopecten latissimus*, *Gigantopecten albinus*, *Spondylus gaederopus*, *Spondylus crassica*, *Hytissa squarrosa*, *Ostrea lamellosa*, *Crassostrea gryphoides*), (parmi l'endobenthos) *Glycymeris bimaculata deshayesi*, *Lithophaga lithophaga*, *Botula fusca*, *Cardites antiquatus pectinatus*, *Paphia vetula*. Cette association correspond à une paléobiocénose d'un milieu modérément agité de l'infralittoral. Le cachet péri-récifal se confirme par la présence de *Manupecten fasciculata*, *Spondylus gaederopus* et *Spondylus crassica*.

## 6. INDICATIONS PALÉOENVIRONNEMENTALES

### 6.1. Le Messinien pré-diatomitique

La tendance transgressive enregistrée par les sédiments pré-diatomitiques de Sahaouria est traduite d'abord par l'installation des grands Pectinidae de l'infralittoral : *Flabellipecten burdigalensis* et *Cristatopecten cristatum* des environnements vaseux sableux. A cela, s'ajoutent

*Flabellipecten fraterculus* et *Pecten benedictus*, caractérisant des environnements de l'infralittoral supérieur, à hydrodynamisme élevé. Finalement, on atteste l'apparition de *Amussiopecten baranensis* et *Neopycnodonte navicularis*, des fonds vaseux profonds (circalittoral supérieur). En Méditerranée, des environnements à paramètres biotiques similaires ont été recensés, essentiellement en Crète et en Espagne. En effet, dans la série de Psalidha (Tortonien supérieur de Crète), Merle *et al.* (1988) ont décrit un niveau marneux, dominé par le Gryphaeidae *Pycnodonta cochlear* (syn. *Neopycnodonte navicularis*), associée principalement à *Amussium cristatum* (syn. *Cristatopecten cristatum*) et *Bathyarca pectunculoides*, qui appartiennent à l'étage circalittoral du large. Par ailleurs, dans le Messinien du bassin de Sorbas (SE Espagne), Montenat *et al.* (1980) ont identifié des peuplements de *Pycnodonta* gr. *navicularis* et de *Chlamys* cf. *seniensis* qui caractérisent un environnement marin franc, infralittoral et peu agité, contemporain de l'épisode évaporitique (Montenat *et al.*, 1980).

A Sig, le Corbulidae *Varicorbula gibba* et le Pectinidae *Aequipecten seniensis*, définissant un environnement vaso-carbonaté de l'infralittoral, seront rapidement relayés par les deux Pectinidae *Cristatopecten cristatum* et *Crassadoma multistriata*. Ces derniers renseignent sur l'approfondissement du milieu (infralittoral inférieur à circalittoral supérieur), à courants hydrodynamiques intenses.

### 6.2. Le Messinien diatomitique

L'endobenthos (*Anadara diluvii*, *Myrtea spinifera*, *Abra alba*, *Gouldia minima* et *Varicorbula gibba*), des laminites diatomitiques de Sahaouria, caractérise un biotope des fonds vaseux fins, instables (Pérès & Picard, 1964) et profonds du circalittoral. Les conditions de milieu deviennent de plus en plus extrêmement sévères dans les laminites diatomitiques où subsistent trois espèces seulement (*Myrtea spinifera*, *Abra alba* et *Varicorbula gibba*). Ces taxa peuvent coexister dans le même niveau ou présentent des niveaux monospécifiques, à présence récurrente exclusive d'*Abra alba*. Des peuplements de bivalves similaires ont été observés dans les formations marmo-diatomitiques messiniennes de Djebel Tadjahmoumat et Djebel Meni (Rouchy & Freneix, 1979). Ces auteurs ont également conclu que l'environnement dans lequel s'est installée cette association est plutôt confiné et peu favorable à la vie benthique normale. Dans le Messinien de Crète, le gisement de Mires (Gaudant *et al.*, 1997) a livré une association de bivalves assez abondante, mais peu diversifiée, qui se rencontrent fréquemment dans les sédiments fins, de faible profondeur. A Chypre, dans le bassin de Pissouri (Merle *et al.*, 2002), *Abra alba* et *Myrtea spinifera* apparaissent fréquemment dans le Messinien à faciès bio-siliceux. Cependant, un renouvellement faunique dans ce bassin est marqué par la mise en place

d'un faciès à *Abra alba* et Lucinoidea (*Thyasira flexuosa*, *Myrtea spinifera* et Lucinidae indet.), qui est marqué par l'apparition d'un épisode biosiliceux riche en spicules de spongiaires.

Dans le secteur de Sig, la paléobiocénose de *Anadara diluvii*, *Cristatopecten cristatum*, *Crassadoma multistriata*, *Ostrea lamellosa* et *Pelecypora brocchi*, qui s'est installée dans les alternances marno-diatomitiques, caractérisant des environnements profonds instables (infralittoral inférieur-circalittoral), sera relayée par l'association de *Anadara diluvii*, *Aequipecten seniensis*, *Flabellipecten fraterculus*, *Chama gryphoides*, *Plagiocardium papillosum*, *Pelecypora brocchi* et *Varicorbula gibba*, de l'horizon bathymétrique allant de l'infralittoral inférieur au circalittoral supérieur.

Par ailleurs, les dépôts diatomitiques de Djediouia contiennent exclusivement une communauté à *Abra alba*, qui se manifeste uniquement par des moules internes. Elle renseigne sur un environnement très peu favorable au développement de cette espèce, faiblement agité (voire confiné ?), et profond (fort probablement de l'étage circalittoral). Pérès & Picard (1964) ont signalé la présence de cette espèce dans la biocénose des fonds détritiques côtiers de l'étage circalittoral. La densité des individus dans le sédiment est faible et n'excède pas 4 à 5 spécimens par 100 cm<sup>2</sup> de surface. Plusieurs associations ou communautés similaires à *Abra alba* ont été signalées dans divers endroits autour de la Méditerranée. Rouchy & Freneix (1979) l'ont retrouvée à Djebel Tadjahmoumat (Algérie), au sein des marnes intra-diatomitiques. Elle est rencontrée fréquemment dans le Messinien biosiliceux, jusqu'au Messinien post-slump de Chypre (Merle *et al.*, 2002), en association avec d'autres bivalves: *Pecten duodecimlamellatum*, *Lucinoma tuberculata*, *Myrtea spinifera*, Lucinidae indet., *Corbula rostrata* et *Corbula abbreviata*. A Mires (Crète), le Messinien pré-évaporitique a livré une association assez comparable à celle de Chypre et qui apparaît souvent dans les sédiments marins fins de faible profondeur (Gaudant *et al.*, 1997). Sturani (1973, 1978) cite une association de bivalves renfermée dans des sédiments diatomitiques et pélitiques du Messinien inférieur de Piémont (Italie). Cette association présente les mêmes exigences paléocéologiques que celle décrite en Crète (Gaudant *et al.*, 1997). Par ailleurs, la macrofaune provenant des sites messiniens espagnols (Montenat *et al.*, 1980) s'avère très faiblement diversifiée et inclut surtout des petits *Cardium* sp., des Thyasiridae et des Veneridae. Des récoltes nouvelles effectuées par Gaudant (Gaudant *et al.*, 1997) ont permis d'identifier *Loripes lacteus*, *Thracia flexuosa* et *Thracia* cf. *pubescens* qui présentent les mêmes indications paléocéologiques que celle de la faune de Mires.

### 6.3. Le Messinien post-diatomitique

Les dépôts messiniens post-diatomitiques de la coupe de Sahaouria contiennent d'une part l'association *Ana-*

*dara diluvii*, *Pelecypora brocchi* et *Tellina* sp., qui apparaît essentiellement dans la partie orientale du secteur, par contre vers El Makbaret de Sidi Salem, s'installent les Pectinidae *Cristatopecten cristatum* et *Cristatopecten benoisti*, de petite taille, reflétant un environnement peu profond, vaso-sableux, de l'étage infralittoral, chargé d'apports détritiques importants. Il est utile d'indiquer que *Cristatopecten cristatum* est citée dans l'association «circalittorale», à Sorbas (Espagne) (Lacour *et al.*, 2002).

Parallèlement, la tendance régressive dans le barrage de Gargar est traduit par la mise en place des grosses huîtres de *Crassostrea gryphoides*, qui sont remplacées par l'Ostreidae *Ostrea lamellosa*, à la base des dépôts carbonatés biodétritiques. Une biocénose assez diversifiée en bivalves endobenthiques et épibenthiques (*B. barbata*, *I. maxillatus*, *C. cristatum*, *A. opercularis*, *A. seniensis*, *M. fasciculatus*, *C. multistriata*, *P. benedictus*, *F. fraterculus*, *G. latissimus*, *G. albinus*, *S. gaederopus*, *S. crassica*, *H. squarrosa*, *O. lamellosa*, *C. gryphoides*) et l'endobenthos (*L. lithophaga*, *B. fusca*, *G. bimaculata deshayesi*, *C. antiquatus pectinatus*, *P. vetula*), prend le relais et plaide en faveur de l'instauration d'un milieu à conditions énergétiques modérées, de l'horizon bathymétrique infralittoral. Un caractère péri-récifal est suggéré vu la présence de *M. fasciculatus*, *S. crassica* et *S. gaederopus*, espèces indicatives de ce type d'environnement.

Dans les grès post-diatomitiques de Djediouia, *Crassadoma multistriata* et *Ostrea lamellosa* marquent leur présence et indiquent un environnement agité de l'intervalle bathymétrique infralittoral inférieur-circalittoral supérieur. *C. multistriata* est l'un des éléments de la biocénose des fonds détritiques du large (Pérès & Picard, 1964). Ce pectinidae se poursuit dans les calcaires biodétritiques et il sera associé à *Pecten benedictus* et *Hyotissa squarrosa*. Cette dernière espèce reflète la proximité d'une activité péri-récifale. La bathymétrie est moyenne (étage infralittoral) et l'hydrodynamisme est important.

## 7. CONCLUSIONS

Les faciès messiniens pré-diatomitiques de la bordure sud-orientale et sud-occidentale du bassin du Bas Chélif se caractérisent par la mise en place des bivalves épibenthiques, à dominance de Pectinidae, reflétant une diversité moyenne. En revanche, l'épisode diatomitique est marqué par une faible diversité des bivalves, qui ne sont représentés que par des moules internes de taille souvent réduite. Par ailleurs, le Messinien post-diatomitique témoigne de l'installation d'une association à bivalves assez riche et diversifiée, notamment dans les faciès péri-récifaux.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient cordialement les deux reviewers, dont les critiques constructives ont largement amélioré la qualité de ce papier. Ce travail a été réalisé dans le cadre des travaux scientifiques sous tutelle de la direction générale de la recherche scientifique d'Algérie et du ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique.

## REFERENCES

- Badsı M. H. 1991. Etude de la série miocène de la bordure nord-occidentale du massif de l'Ouarsenis (Oued Rhiou-Djediouia). *Mémoire d'Ingénierat. Université d'Oran*, 118 pp., 30 fig., 4 pl.
- Belkebir L., Bessedik M. & Mansour B. 2002. Le Miocène supérieur du bassin du Bas Chélif: attribution biostratigraphique à partir des foraminifères planctoniques. *Mémoire du service géologique, Algérie*, 11: 187-194.
- Belkebir L., Labdi A., Bessedik M., Mansour B. & Saint Martin J. P. 2008. Biostratigraphie et lithologie des séries serravallo-tortonniennes du massif du Dahra et du bassin du Chélif (Algérie). Implication sur la position de la limite serravallo-tortonienne. *Geodiversitas* 30(1): 9-19.
- Ben Moussa A. 1994. Les bivalves néogènes du Maroc septentrional (façades Atlantique et Méditerranéenne): biostratigraphie, paléobiogéographie et paléocéologie. *Documents des Laboratoires de Géologie, Lyon*, 132: 257 pp.
- 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): 119-129.
- Ben Moussa A., Brebion P., Lauriat-Rage A. & Demarcq G. 1988. Intérêt paléobiologique des mollusques messiniens de Melilla (NE Maroc). *Revue de Paléobiologie*, 7(2): 2-21.
- Ekdale A. A. & Bromley R. G. 2003. Paleoethologic interpretation of complex Thalassinoides in shallow-marine limestones, Lower Ordovician, southern Sweden. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 192: 221-227.
- 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<sup>e</sup> sér., 9, section C, 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<sup>e</sup> sér., 9, section C, 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<sup>e</sup> sér., 10, section C, 1: 1-21.
- Gaudant J., Fourtanier E., Lauriat-Rage A., Tsagaris S., Venecpeyre M.-T. & Zorn I. 1997. Découverte d'une ichtyofaune marine dans le Messinien préévaporitique de la Messara (Crête centrale, Grèce): interprétation paléocéologique. *Géologie Méditerranéenne*, 24(3-4): 175-195.
- Hocquet S. 1995. *Enregistrement morphologique et chimique des paramètres du milieu dans la coquille de Crassostrea gigas Thunberg. Modèle actuel en milieu naturel et expérimental*. DEA « Paléontologie, Dynamique Sédimentaire et Chronologie », Université de Dijon, 50 pp. (inédit).
- Jimenez A. P., Braga J. C. & Martin J. M. 1991. Oyster distribution in the Upper Tortonian of the Almanzora corridor (Almeria, S.E. Spain). *Géobios*, 24(6): 725-734.
- 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). *Geodiversitas*, 24(3): 416-657.
- Mansour B. 2004. *Les diatomées messiniennes du bassin du Bas Chélif (Algérie nord occidentale)*. Thèse de doctorat d'Etat, Université d'Oran., 286 pp., 106 fig., 2 tabl., pl. IX.
- Merle D., Barrier P., Brebion P., Lauriat-Rage A. & Tsagaris S. 1988. Paléopeuplements et déformations synsédimentaires dans le Miocène supérieur du bassin d'Heraklion (Crète). *Estratto da Atti del Quarto Simposio di ecologia e Paleocologia delle Comunità Bentoniche. Torino*, pp. 297-321.
- 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-évaporitique de Pissouri (Chypre, Méditerranée orientale): aspects paléocéologiques précédant la crise de salinité messinienne. *Geodiversitas*, 24(3): 669-689.
- Moissette P. 1988. Faunes de bryozoaires du Messinien d'Algérie occidentale. *Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon*, 102: 351 pp.
- Montenat C., Ott D'Estevou P., Plaziat J. C. & Chapel J. 1980. La signification des faunes marines contemporaines des évaporites messiniennes dans le Sud-Est de l'Espagne. Conséquences pour l'interprétation des conditions d'isolement de la Méditerranée occidentale. *Géologie méditerranéenne*, 7(1): 81-90.
- Néraudeau D., Goubert E., Lacour D. & Rouchy J. M. 2001. Changing diversity of Mediterranean irregular echinoids from the Messinian to the Present-Day. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175(1-4): 43-60.
- Netto R.G., Buatois L. A., Mangano M. G. & Balistieri P. 2007. Gyrolithes as a multipurpose burrow: an ethologic approach. *Revista brasileira Paleontologia* 10(3): 157-168.
- Peres J. M. & Picard J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume, Bulletin*, 31(47): 137 pp.
- Perrodon A. 1957. Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Bulletin du Service de la Carte géologique de l'Algérie*, 12: 328 pp.
- Raffi S., Stanley S.M. & Marasti R. 1985. Biogeographic patterns and Plio-Pleistocene extinction of Bivalvia in the Mediterranean and Southern North Sea. *Paleobiology*, 11(4): 368-388.
- Repal, S.N. 1952. Le bassin néogène du Chélif. *Publication du XIX<sup>e</sup> Congrès international d'Alger, Alger*, 16 (1<sup>re</sup> série): 1-56.
- Rouchy J. M. & Freneix S. 1979. Quelques gisements messiniens de Bivalves (formations des Tripolis d'Algérie et du Maroc), signification paléocéologique. *VIIIth international regional committee Mediterranean Neogene stratigraphy. Congress, Athènes, Annales de la géologie des pays helléniques, Athènes*, t. H. S., 3: 1061-1070.
- Rouchy J. M., Caruso A., Pierre C., Blanc-Valleron M. M. &

- Bassetti M. A. 2007. The end of the Messinian salinity crisis: Evidence from the Chelif basin (Algeria). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 254: 386-417.
- Saint Martin J. P. 1987. *Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. Aspects paléocologiques et paléogéographiques*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Aix Marseille, 3 vol., 499 pp.
- Saint Martin J. P. 1990. Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Sér. C, Sciences de la Terre, 56: 351 pp.
- Saint Martin J. P. 2008. Biodiversité dans les calcaires micritiques blancs des plateformes messiniennes d'Algérie. *Geodiversitas*, 30(1): 165-179.
- Saint Martin J. P., Néraudeau D., Lauriat-Rage A., Goubert E., Secretan S., Babinot J. F., Boukli-Hacene S., Pouyet S., Lacour D., Pestrea S. & Conesa G. 2000. La faune interstratifiée dans les gypses messiniens de Los Ysos (bassin de Sorbas, SE Espagne): implications. *Geobios*, 33: 637-649.
- Satour L. 2012. *Les bivalves du Néogène de l'Algérie nord-occidentale: systématique & paléoécologie*. Thèse doctorat, Université d'Oran 2, 311 pp., 118 fig., 4 pl., 1 tabl.
- Satour L., Belkebir L., Bessedik M. & Ameur M. 2009. Diversity of the bivalves (Mollusca) of the Neogene deposits of Sahaouria (lower Chelif basin, Algeria). *13th Congress Regional Committee Mediterranean Neogene Stratigraphy, Naples, Italy, abstract book. Acta Naturalia de "L'Ateneo Parmense"*, 45(1/4): 228.
- Satour L., Lauriat-Rage A., Belkebir L., Saint Martin J. P., Mansour B. & Bessedik M. 2011. Les bivalves ptéromorphes du Tortonien supérieur du Dahra: systématique et paléoécologie. *Bulletin du service géologique national*, 22: 119-139.
- Satour L., Lauriat-Rage A., Belkebir L. & Bessedik M. 2013. Biodiversity and taphonomy of bivalves assemblages of the Pliocene of Algeria (Bas Chelif basin). *Arabian journal of Geosciences*. DOI:10.1007/s12517-013-1154-4, ISSN 1866-7511.
- Stanley S. M. 1970. Relation of shell form to live habits in the Bivalvia (Mollusca). *Memory of the geological society of America, Boulder*, 125: 296 pp.
- Sturani C. 1973. A fossil eel (*Anguilla* sp.) from the Messinian of Alba (Tertiary Piedmontese basin). Paleoenvironmental and paleogeographic implication. In: *Messinian events in the Mediterranean*. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Amsterdam, 243-255.
- Sturani C. 1978. Messinian facies in the Piedmont basin. *Memorie della Societa geologica italiana*, 16 (1976): 11-25.
- Videt B. 2004. Dynamique des paléoenvironnements à huîtres du Crétacé Supérieur nord aquitain (SO France) et du Mio-Pliocène andalou (SE Espagne): biodiversité, analyse séquentielle, biogéochimie. *Mémoire Géosciences*, Rennes, 108: 1-261
- Videt B. & Néraudeau D. 2002. Distribution paléoenvironnementale des huîtres dans le Messinien du bassin de Sorbas (Andalousie, SE Espagne). *Annales de Paléontologie*, 88 (3): 147-166.