

Le passage Mio-Pliocène dans le bassin du Bas Chélif (Algérie). Biostratigraphie et paléoenvironnements

Khiredine Faiÿçal Tewfik ATIF

Université d'Oran Es-Sénia, Département des Sciences de la Terre,
Laboratoire de Magmatisme et Synthèse géodynamique
des bassins sédimentaires algériens,
BP 1524 El M'naouar, 31000 Oran (Algérie)
kftatif@gmail.com

**Mostefa BESSEDIK
Lahcene BELKEBIR**

Bouhameur MANSOUR

Université d'Oran Es-Sénia, Département des Sciences de la Terre,
Laboratoire de Paléontologie, Stratigraphie et Paléoenvironnements,
BP 1524, M'naouar 31000 Oran (Algérie)

Jean-Paul SAINT MARTIN

Muséum national d'Histoire naturelle,
Département Histoire de la Terre, UMR 5143,
case postale 38, 57 rue Cuvier, F-75231 Paris cedex 05 (France)
jpsmart@mnhn.fr

Atif K. F. T., Bessedik M., Belkebir L., Mansour B. & Saint Martin J.-P. 2008. — Le passage Mio-Pliocène dans le bassin du Bas Chélif (Algérie). Biostratigraphie et paléoenvironnements. *Geodiversitas* 30 (1) : 97-116.

RÉSUMÉ

L'analyse biostratigraphique des terrains mio-pleiocènes, établie à partir des foraminifères planctoniques, a permis de reconnaître deux successions lithologiques différentes. En bordure de bassin (Sassel), les stromatolites correspondant à la partie terminale du développement des plates-formes carbonatées du Messinien sont surmontés en discordance de ravinement par des marnes sableuses du Pliocène inférieur (Zancléen). Au centre du bassin (Sidi Brahim, Sidi Bel Attar), les sédiments postérieurs aux gypses messiniens sont marqués à la base par un remaniement des gypses, sous forme de conglomérats de blocs de gypse, par des dépôts de marnes jaunes sableuses et de marnes grises, et enfin par des marnes blanches, comparables au faciès *Trubi* du Zancléen. L'analyse de la microfaune, foraminifères benthiques et ostracodes, montre que, dans le bassin du Chélif, le régime de confinement correspondant à la « crise de salinité » du Messinien est suivi par une pulsation marine intra-messinienne. Au centre du bassin, celle-ci s'enregistre dans des milieux de l'étage infra-littoral à salinité élevée, à travers des marnes sableuses, puis évolue vers des marnes

MOTS CLÉS

Algérie,
Messinien,
foraminifères,
paléoenvironnement,
crise de salinité messinienne.

grises traduisant des milieux plus profonds de l'étage circalittoral. Cependant, cette pulsation n'atteindrait pas les plates-formes toujours soumises à l'érosion, des ravine-ments affectant le sommet des niveaux stromatolitiques. Au Zancéen, le bassin du Bas Chéelif enregistre une transgression marine brutale qui envahit des aires profondes au centre du bassin dans lesquelles sont cantonnées des marnes blanches du Zancéen. Le biofaciès plus riche et diversifié, différent de celui du Messinien, montre une microfaune caractéristique de l'étage bathyal alors que sur les bordures le milieu reste peu profond, caractéristique de l'étage infralittoral.

ABSTRACT

The Miocene-Pliocene transition in the Chelif Basin (Algeria): biostratigraphy and paleoenvironments.

The biostratigraphical analysis of the Miocene-Pliocene series, established from planktonic foraminifera allowed to recognize two different lithologic successions. At the platform (Sassel), the stromatolites of Messinian age are surrounded by lower Pliocene sandy marls (Zanclean), with an erosional unconformity. At the basin center (Sidi Brahim, Sidi Bel Attar), gypseous conglomerates constitute the base of sandy and grey marls sedimentation. This succession is surrounded by white marls, similar to the *Trubi* facies of Zanclean. The paleoenvironmental analysis of benthic foraminifera and ostracods assemblages firstly shows a confining regime, followed by an intra-Messinian marine pulsation. In the basin center, this event is marked by the change from sandy marls corresponding to a high salinity infralittoral environment, to the grey marls indicating deeper circalittoral environment. However, on the platform, the stromatolitic construction was exposed to an erosion event and finally, shows a ravinement surface at the top. At the Zanclean, the Chelif Basin records a brutal marine transgression flooding until the deepest areas of the basin center where white marls of Zanclean are located. The diversified and rich biofacies differ from the Messinian with characteristic microfauna indicating bathyal environment. On the platform, an infralittoral environment is recorded.

KEY WORDS

Algeria,
Messinian,
foraminifera,
paleoenvironment,
messinian salinity crisis.

INTRODUCTION

À l'échelle de la Méditerranée, le passage Mio-Pliocène est marqué par l'événement majeur qu'est la crise de salinité messinienne. La succession des événements au cours de cette crise est enregistrée dans la plupart des bassins sédimentaires méditerranéens à savoir, au Messinien supérieur, la fin de l'édification des plates-formes coralliennes sur les marges (Garcia *et al.* 2004; Cornée *et al.* 2004, 2006) et la précipitation des gypses au centre (Rouchy 1982), des phases d'érosions/dissolutions et une phase de dessalure correspondant à la période du Lago-Mare

(Rouchy 1982; Rouchy *et al.* 2001, 2007) qui précède une transgression pliocène brutale. Les dépôts représentatifs du Zancéen « *Trubi marls* » (Cita 1975) correspondent à des milieux très profonds à microfaunes plus abondantes et plus diversifiées.

Néanmoins, dans le détail, ces modalités peuvent se révéler quelque peu différentes selon les divers bassins périphériques méditerranéens. Dans le bassin du Bas Chéelif (Algérie), les dépôts messiniens ont fait l'objet de nombreux travaux à partir desquels plusieurs subdivisions leur ont été appliquées. Sur les bordures nord et sud du bassin (plate-forme), Saint Martin *et al.* (1992) et Cornée *et al.* (1994),

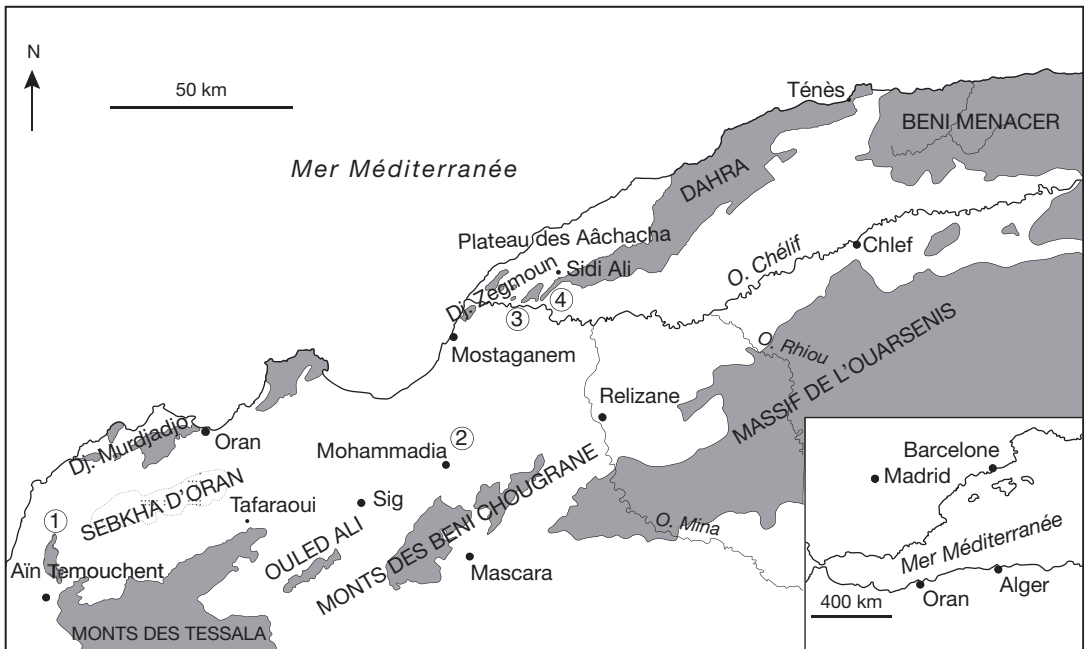


FIG. 1. — Situation géographique générale des régions et coupes étudiées, bassin du Bas Chélif (Algérie) : 1, région de Aïn Temouchent, coupe de Sassel plage; 2, région de Mohammadia, coupe de Sahaouria; 3-4, région de Mostaganem; 3, coupe de Sidi Bel Attar; 4, coupe de Sidi Brahim. Abréviations: Dj., Djebel; O., oued.

distinguent les unités pré-récifale, récifale et post-récifale. Dans le bassin, Rouchy (1982) subdivise ces terrains en formations infra-évaporitique, évaporitique et post-évaporitique. Les dépôts du Pliocène inférieur sont largement répandus dans le bassin du Bas Chélif (Perrodon 1957; Mazzola 1971; Rouchy 1982; Thomas 1985; Neurdin-Trescartes 1992), mais le passage Messinien-Zancléen restent toutefois mal caractérisé si l'on tient compte des travaux réalisés dans les autres bassins périphériques (Maroc, Espagne, Italie...). La présente contribution, biostratigraphique et paléoenvironnementale, porte particulièrement sur les dépôts du Messinien terminal (post-récifaux ou post-évaporitiques) et ceux du Zancléen dans des régions où ce passage est directement observable. Il s'agit de la région de Aïn Temouchent, située sur la terminaison occidentale des massifs littoraux d'Oran, de la région de Mohammadia, située sur la partie nord-occidentale des Beni Chougrane et de la région de Mostaganem en bordure sud-occidentale du Massif de Dahra (Fig. 1).

MÉTHODE

- le calcul moyen de la fraction minérale par rapport à la fraction organique (foraminifères et autres microfaunes associées s'ils existent);
- le rapport des foraminifères planctoniques par rapport aux benthiques (indice de pélagisme);
- la définition des assemblages de foraminifères benthiques en fonction de leur indication paléobathymétrique.

Les ostracodes, quand ils sont présents, ont permis de compléter les informations paléocéologiques, notamment sur la salinité, mais n'ont pas été comptés.

CONTEXTE BIOSTRATIGRAPHIQUE

En Méditerranée, le cadre biostratigraphique de la limite Messinien-Zancléen, établi à partir des biozones à foraminifères planctoniques, concerne

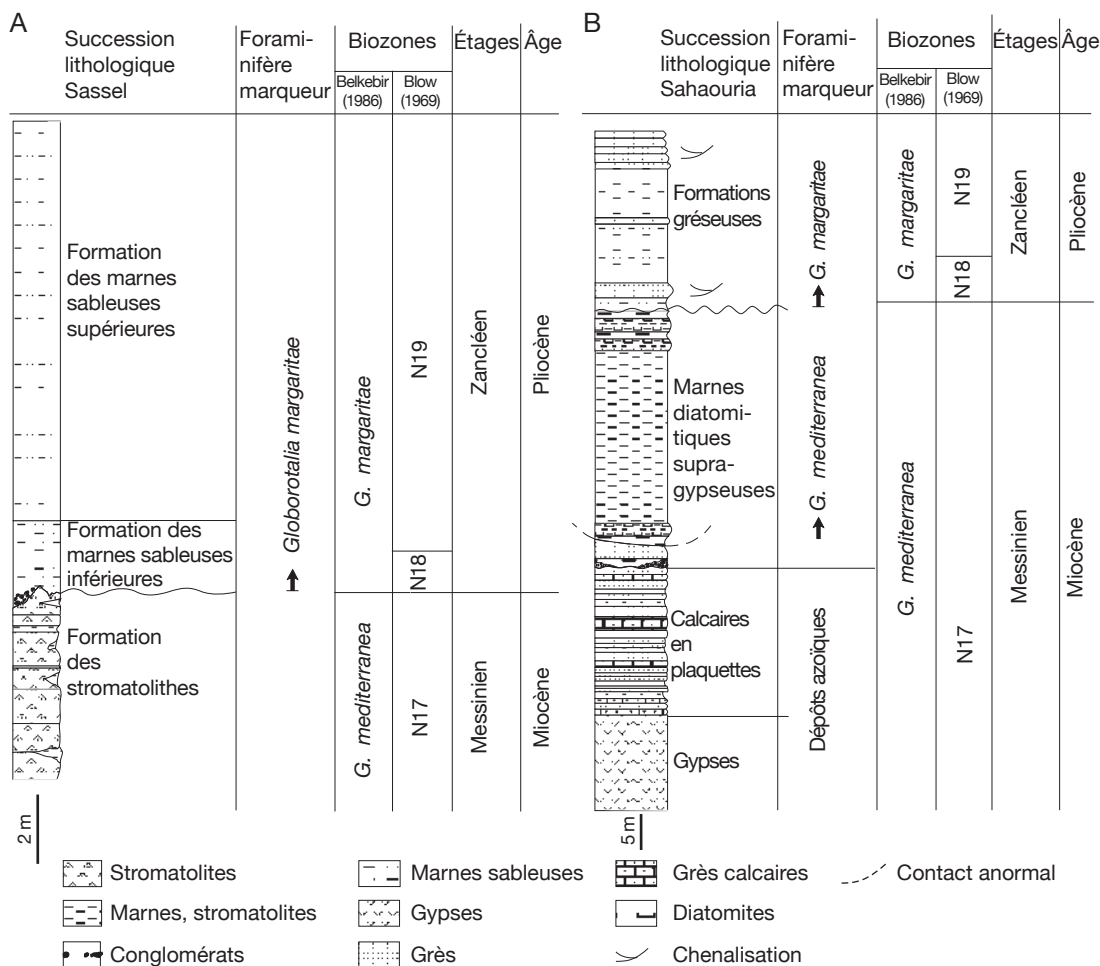


FIG. 2. — Succession lithostratigraphique dans le bassin du Bas Chélif (Algérie): A, région de Sassel plage; B, région de Sahaouria.

les zones à *Globorotalia conomiozea* (D’Onofrio et al. 1975) ou celle à *G. plesiotumida* (Blow 1969) du Messinien ainsi que la zone d’acmé à *Sphaeroidinellopsis* (Cita 1975) du Zancléen (Pliocène). Dans le bassin du Bas Chélif, le Messinien est le plus souvent reconnu par le marqueur de zone *G. mediterranea* (Belkebir 1986), alors que la zone d’acmé à *Sphaeroidinellopsis* correspondant à l’extrême base du Zancléen n’est qu’occasionnellement rencontrée (Mazzola 1971; Yassini 1975). De ce fait, il est plus fréquent de reconnaître le Zancléen par la zone à *G. margaritae* (Belkebir 1986).

ANALYSE LITHOSTRATIGRAPHIQUE

RÉGION D’AIN TEMOUCHENT : COUPE DE SASSEL

La coupe de Sassel montre, de bas en haut, la succession lithostratigraphique suivante (Fig. 2A) :
 – formation stromatolitique (5 m), constituant les premiers affleurements situés au niveau de la baie de Sassel, renfermant quelques fines passées lenticulaires marneuses et coiffée par une surface de ravinement. En absence de foraminifères marqueurs, cette formation a été datée par corrélation avec d’autres affleurements comparables, décrits sur

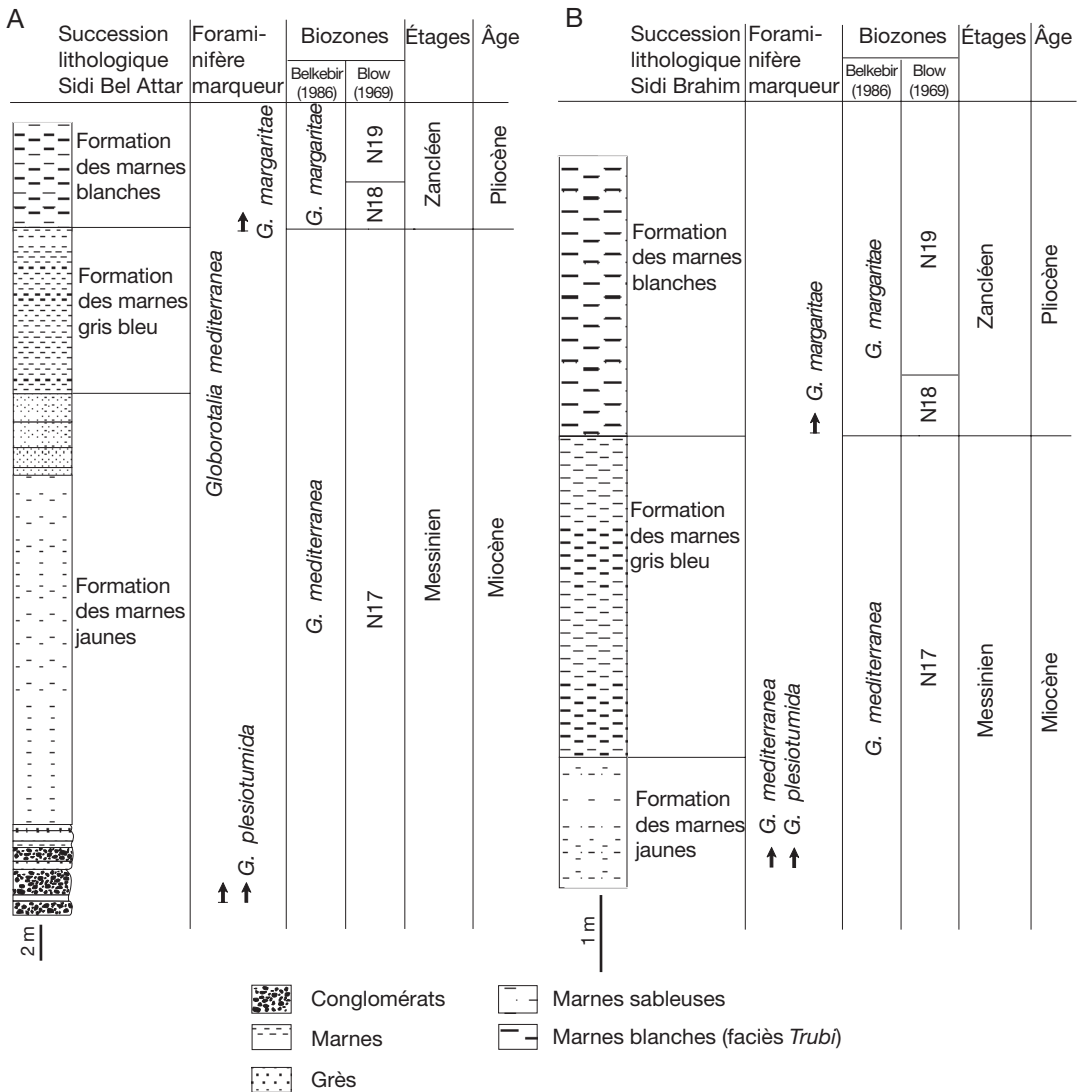


FIG. 3. — Succession lithostratigraphique dans le bassin du Bas Chélif (Algérie): **A**, région de Sidi Bel Attar; **B**, région de Sidi Brahim.

le massif de Djebel Murdjadjo et qui constituent la dernière unité des plates-formes carbonatées messiniennes (« Terminal Carbonate Complex » *sensu* Esteban 1979). Cette formation est donc attribuée au Messinien (Saint Martin 1990; Saint Martin & Rouchy 1990; Saint Martin *et al.* 1995; Cornée *et al.* 1996);

– marnes sableuses jaunâtres (2 m) déposées en discordance de ravinement sur les niveaux inférieurs et

montrant localement, dès leur base, un niveau conglomératique à restes de bivalves, gastéropodes ainsi que de rares dents de poissons. Parmi la microfaune de foraminifères on note la présence de *G. margaritae* Bolli & Bermudez, 1965 ce qui permet de reconnaître les premiers dépôts zancléens dans la région.

Cette série continue par un ensemble marneux finement sableux dans lequel la microfaune est très peu abondante. Les rares foraminifères benthiques

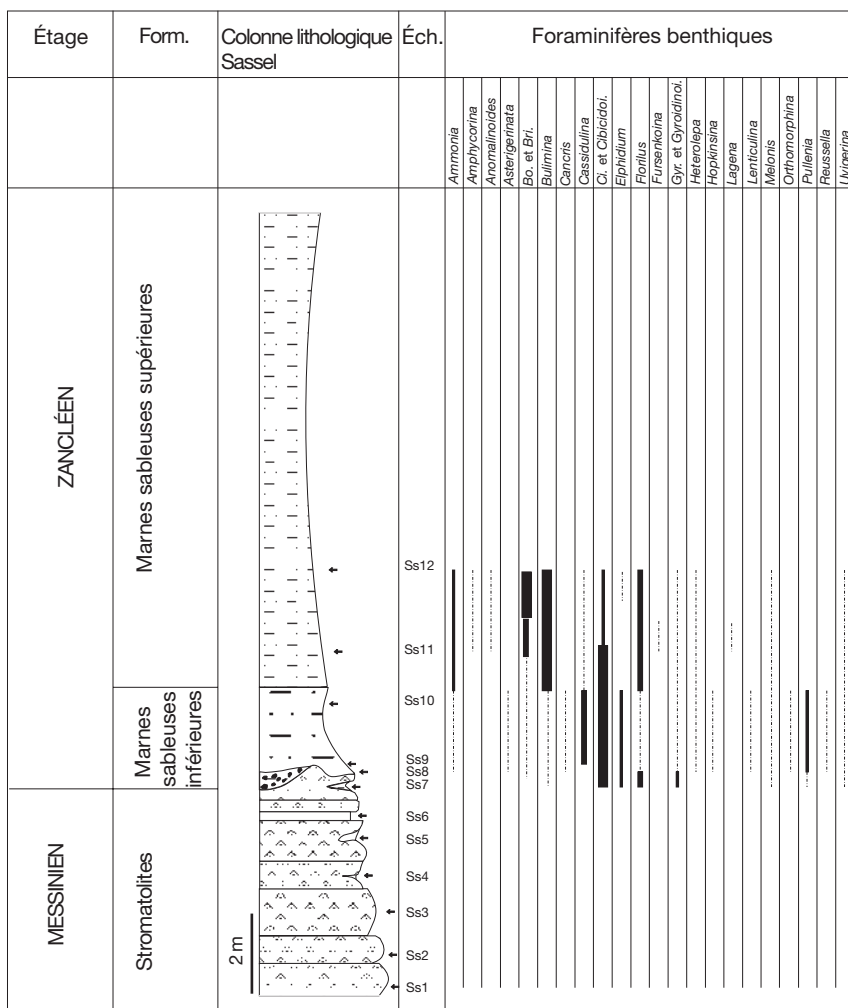


Fig. 4. — Évolution des assemblages de foraminifères benthiques et indications paléoenvironnementales dans le bassin du Bas Chéïf (Algérie), coupe de Sassel plage. Abréviations : **Bath.**, bathyal ; **Bri.**, *Brizalina* ; **Bo.**, *Bolivina* ; **Cl.**, *Cibicides* ; **Cibicidoi.**, *Cibicidoides* ; **Circa.**, circolittoral ; **Éch.**, échantillon ; **Form.**, formation ; **Fr.**, Fraction ; **Gyr.**, *Gyroidina* ; **Gyroidinoi.**, *Gyroidinoides* ; **Infra.**, infralittoral.

présents sont le plus souvent mal conservés ou cassés.

RÉGION DE MOHAMMADIA :
COUPE DE SAHAOURIA

La série montre, de bas en haut, les unités lithologiques suivantes (Fig. 2B) :

- gypses (50 m), à quelques fines passées marneuses, discontinues et azoïques (0,05 à 0,15 m).
- alternances marno-gréso-calcaires azoïques (20 m), renfermant latéralement des boules de gypses de

taille décimétrique. En absence de preuve paléontologique, Rouchy (1982) intègre ces deux premières unités dans un contexte paléogéographique global (événement évaporitique et postévaporitique méditerranéen) et leur attribue un âge messinien.

- marnes jaunâtres peu sableuses (15 m) montrant dès leur base un niveau conglomératique lenticulaire à macrofaune marine (coquilles de bivalves). L'ensemble est surmonté par des marnes grisâtres à lentilles diatomitiques caractérisées par la présence de *G. mediterranea* Catalano & Sprovieri, 1969,

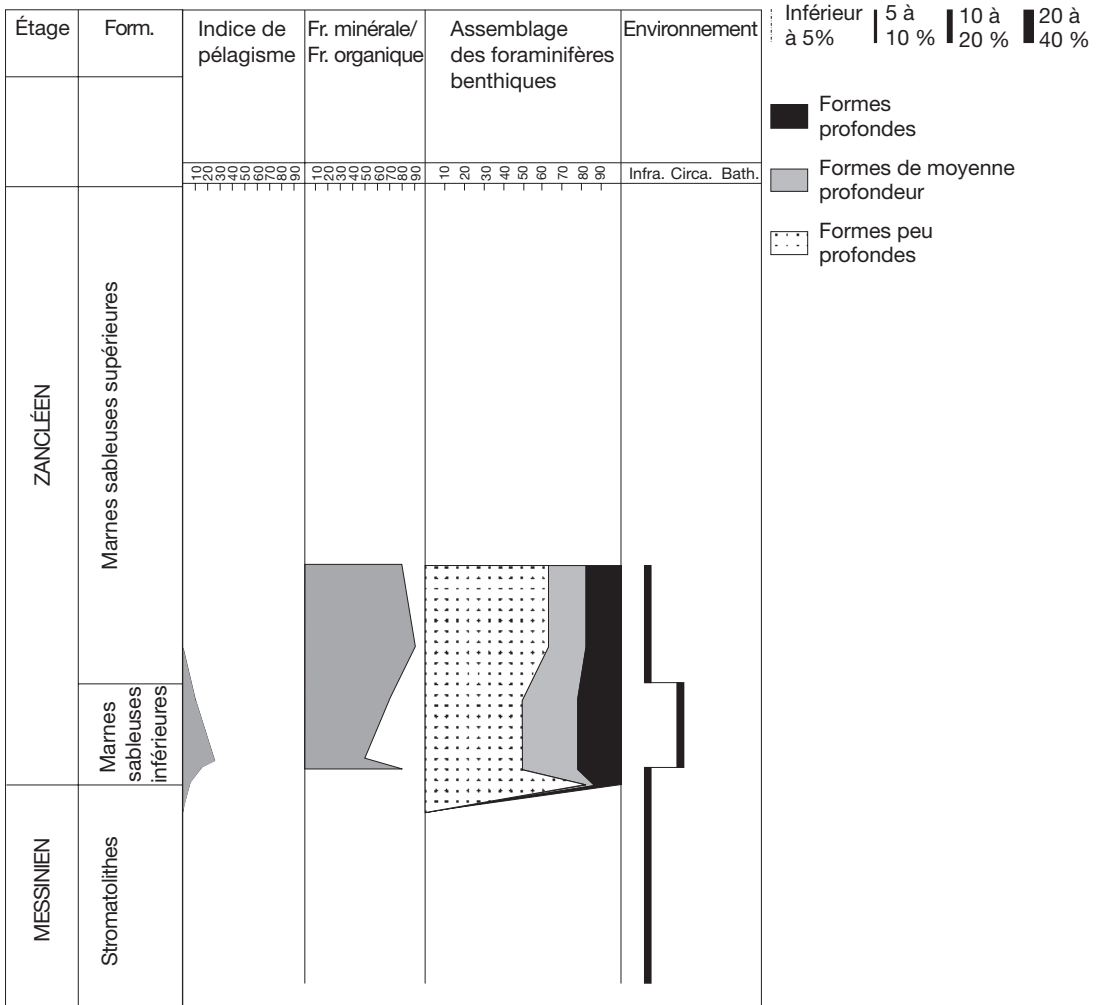


FIG. 4. — Suite.

marqueur du Messinien. Cependant, Rouchy (1982) considère cette unité comme étant un olistolithe et rattache sa mise en place à un événement tectonique prépliocène. La nature lithologique et le contenu microfaunistique (foraminifères et diatomées) sont parfaitement identiques à ceux des terrains marno-diatomitiques sous-jacents (infragypseux), ce qui conforterait l'allochtonie de ces dépôts.

– grès en bancs chenalisés et à terriers (22 m) passant latéralement à une alternance marno-gréseuse (26 m), ces niveaux enregistrent la présence de *G. margaritae*, permettant de leur attribuer un âge zancléen.

RÉGION DE MOSTAGANEM: COUPE DE SIDI BEL ATTAR

La succession de la coupe de Sidi Bel Attar montre trois unités lithologiques (Fig. 3A) :

– marnes sableuses jaunâtres (33 m), qui montrent à leur base une alternance marno-gréso-conglomératique dont les éléments sont essentiellement gypseux, parfois gréseux ou marneux. L'ensemble s'achève par quelques bancs gréseux à galets mous et quelques structures sédimentaires à savoir des micro-ravinements, des stratifications horizontales et obliques. La microfaune

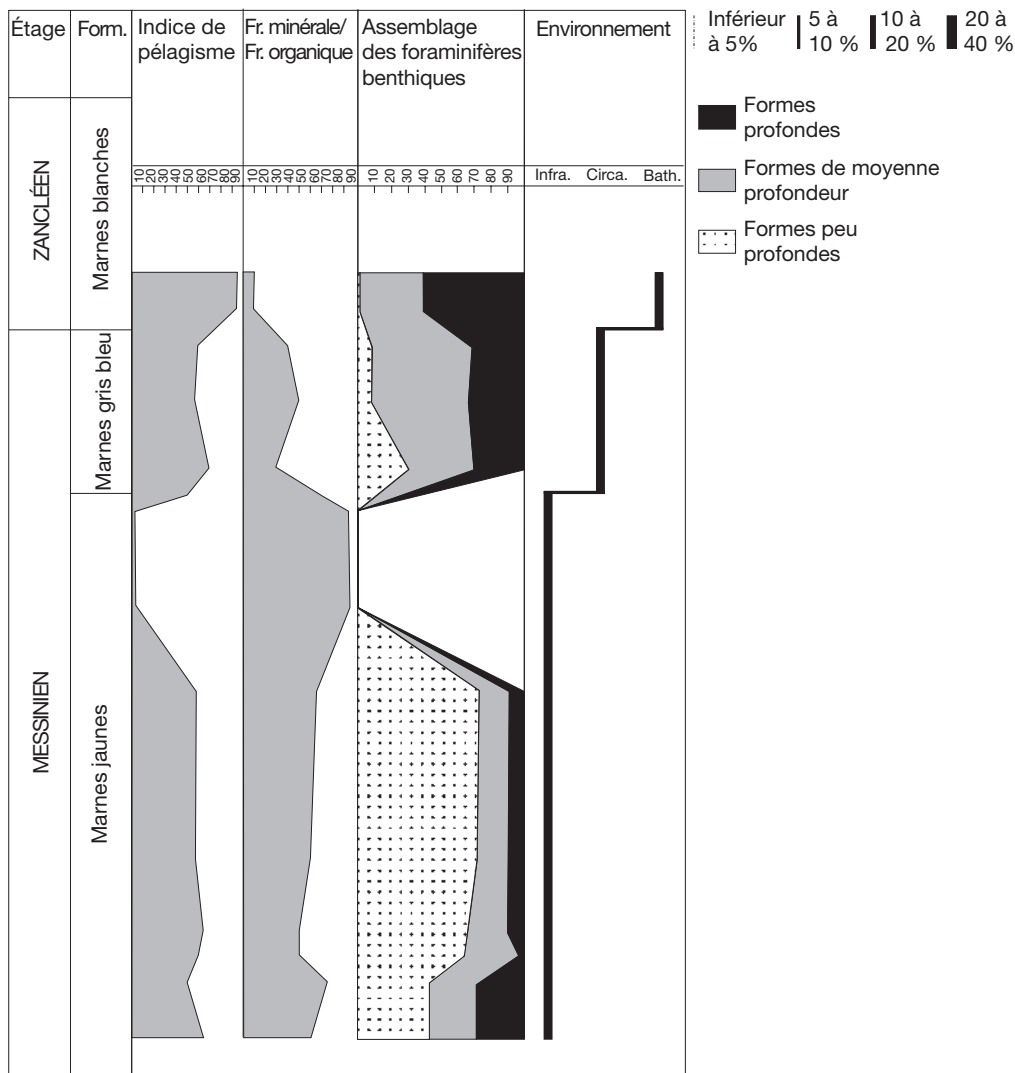


FIG. 5. — Suite.

ÉVOLUTION ET RÉPARTITION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

MESSINIEN SUPÉRIEUR

Coupe de Sassel

À Sassel, les faciès du Messinien terminal sont représentés par des stromatolites, avec quelques passées marneuses lenticulaires. Les foraminifères benthiques (*Ammonia*, *Cibicides*, *Elphidium*, *Nonion*) indiquent

un environnement infralittoral supérieur. Ceci est en conformité avec les milieux infralittoraux caractéristiques de ce type de construction (Fig. 4) et du Terminal Carbonate Complex en général.

Il est important de signaler que cette formation est limitée à sa partie supérieure par une surface de ravinement. Celle-ci témoigne de l'existence d'une phase d'érosion qui constitue le dernier événement messinien enregistré sur les plates-formes du bassin

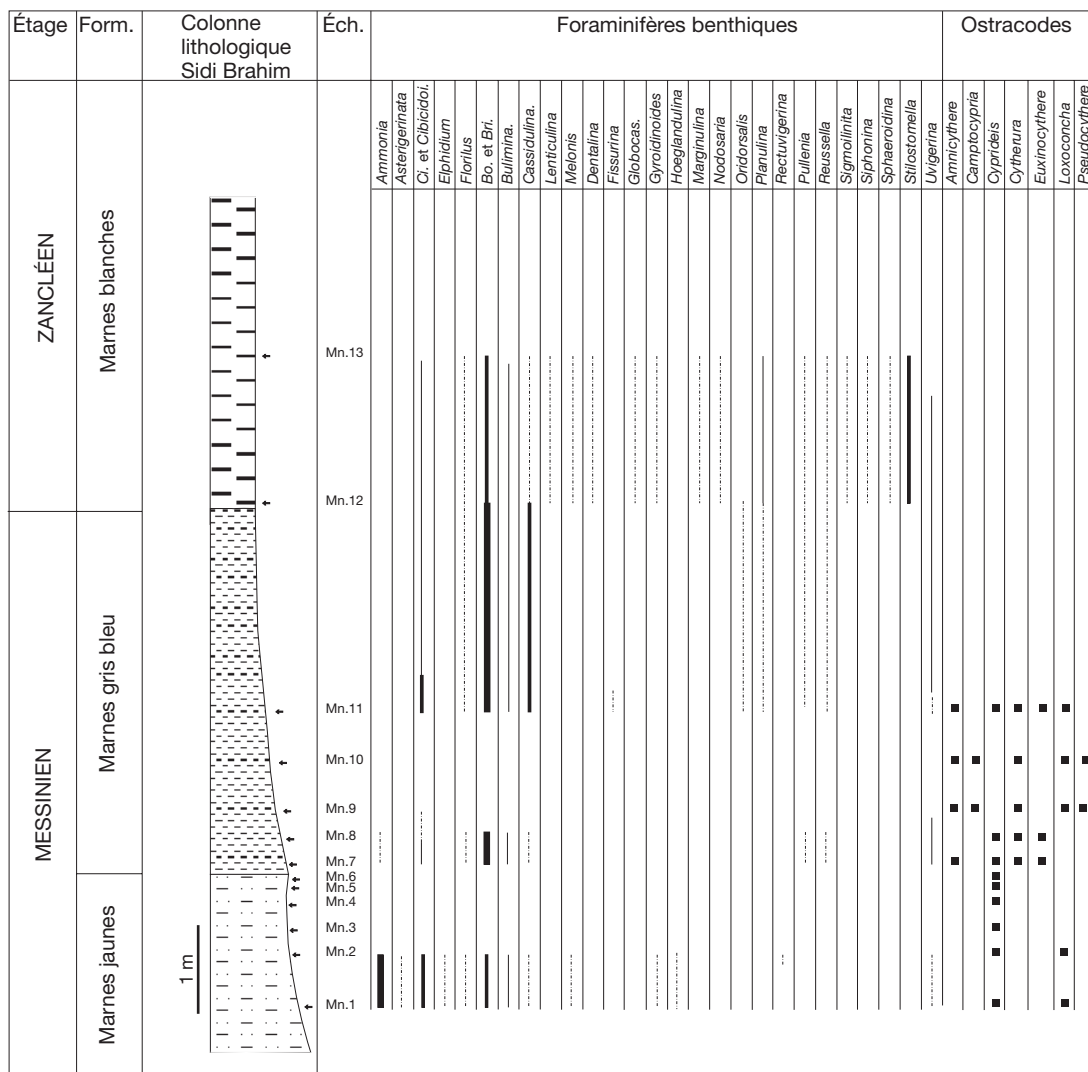


Fig. 6. — Évolution des assemblages de foraminifères benthiques et indications paléoenvironnementales dans le bassin du Bas Chélif (Algérie), coupe de Sidi Brahim. Abréviations : **Bath.**, bathyal ; **Bo.**, *Bolivina* ; **Bri.**, *Brizalina* ; **Ci.**, *Cibicides* ; **Cibicidoi.**, *Cibicidoides* ; **Circa.**, circalittoral ; **Éch.**, échantillon ; **Form.**, formation ; **Fr.**, Fraction ; **Globocas.**, *Globocassidulina*, **Infra.**, infralittoral.

du Bas Chélif (Saint Martin 1990 ; Saint Martin & Rouchy 1990 ; Rouchy & Saint Martin 1992).

Coupe de Sahaouria

Parmi les secteurs étudiés, Sahaouria semble être le secteur le plus représentatif des dépôts gypseux. Ces derniers traduisent l'effet de confinement auquel a été soumis le bassin. Les dépôts sus-jacents ont évolué dans

le même contexte, avec une alternance marno-grésocalcaire en plaquette, azoïque et à boules de gypses. La présence de ces boules peut être le résultat d'une phase d'érosion/dissolution des gypses antérieurs.

À ce régime succède une incursion marine attestée par la présence d'un niveau conglomératique à faune marine (fragments de coquilles de bivalves). Toutefois, la présence de certains sédiments sus-jacents (marnes

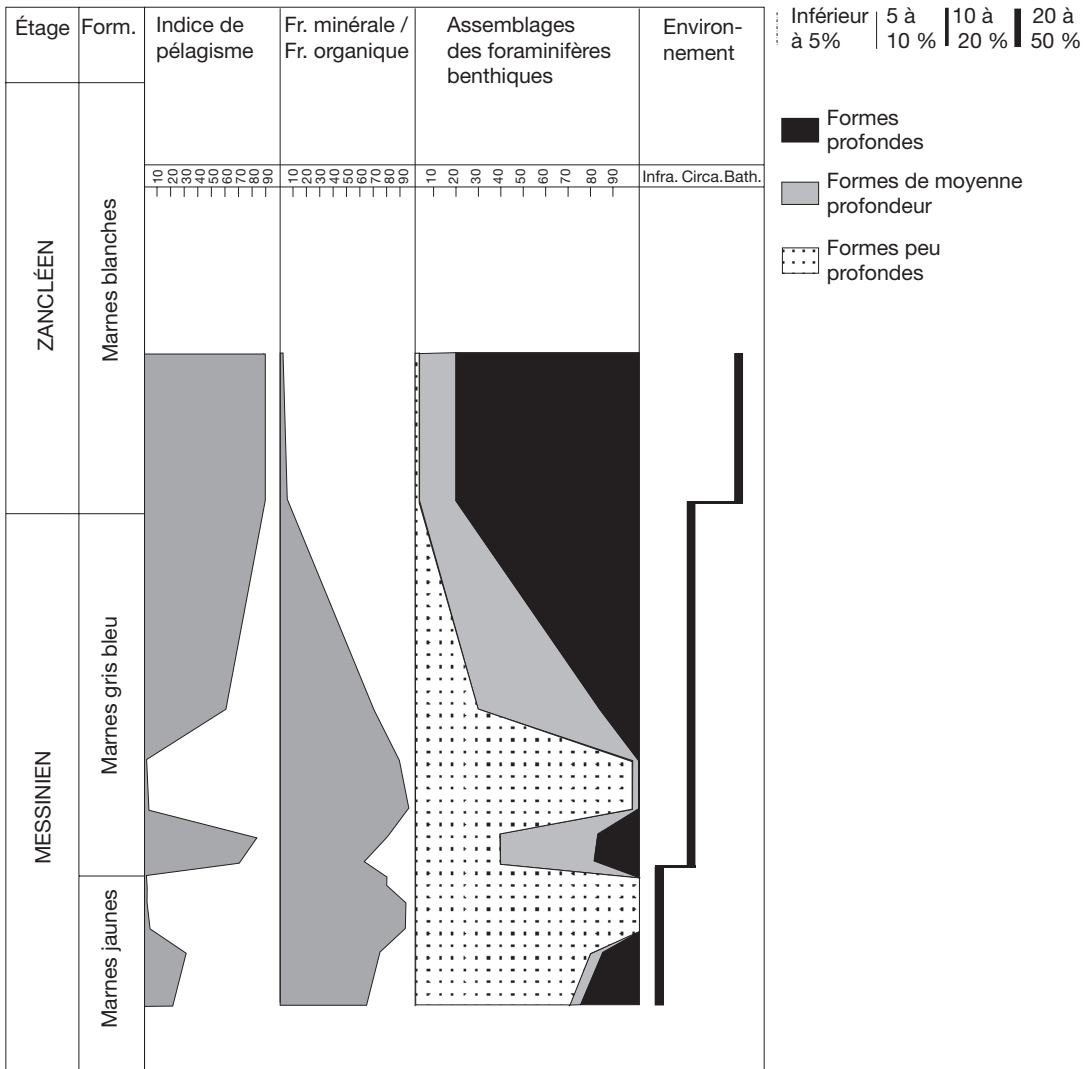


FIG. 6. — Suite.

à passées diatomitiques) pourrait être le résultat d'un événement tectonique prépliocène (Rouchy 1982).

Secteur de Sidi Bel Attar-Sidi Brahim

Comparable à celui évoqué dans la coupe de Sahaouria, l'événement marin postgypseux débute à Sidi Bel Attar avec des niveaux marno-grésos-conglomératiques à microfaune composée principalement de foraminifères. Les marnes jaunes, sableuses, qui le

surmontent sont caractérisées par une importante fraction minérale, variant entre 60 % et 75 %, composée essentiellement d'éléments de gypses et de quartz (Fig. 5).

L'assemblage de foraminifères benthiques (*Cibicides*, *Bolivina* et *Brizalina*) indique des milieux à teneurs en oxygène et matière organique variables (alternances de phases oxiques/dysoxiques: Van der Zwaan 1982; Van de Poel 1994; Jorissen 1999).

L'assemblage d'ostracodes est monospécifique avec *Cyprideis pannonica* Mehes, 1908.

Par son faciès micropaléontologique, cette formation montre des critères parfaitement identiques à la formation des marnes jaunes décrites à Sidi Brahim. On y reconnaît principalement : *Ammonia*, *Cibicides*, *Bolivina* et *Brizalina*. L'ostracofaune est également similaire, seuls les *Cyprideis pannonica* (formes adultes et larvaires) étant présents (Figs 5 ; 6).

En terme de paléobathymétrie, les genres *Bolivina* et *Brizalina* ne sont pas inféodés à des tranches bathymétriques particulières (Blanc-Vernet 1969 ; Jorissen 1999), mais traduisent un confinement. La présence exclusive d'adultes et de stades larvaires de *Cyprideis pannonica* indique un milieu à bathymétrie inférieure à 50 m (Orszag-Sperber et al. 2000) et confirme le caractère confiné (Benson 1978 ; Bonaduce & Sgarrella 1999).

De ce fait, la formation des marnes jaunes (Sidi Bel Attar-Sidi Brahim) se serait déposée dans un milieu à la limite infralittoral/circalittoral confiné.

Une similitude lithologique et microfaunistique entre les deux régions est également mise en évidence au niveau de la formation des marnes gris bleu (Figs 5 ; 6). Les assemblages de foraminifères benthiques représentatifs des deux régions (Sidi Bel Attar-Sidi Brahim) sont marqués par l'apparition de formes circalittorales telles que *Planulina*, *Gyroldinoides*, *Pullenia*, *Melonis*, *Cassidulina*, *Bulimina*. Cette tendance à l'approfondissement est également attestée par une augmentation de l'indice de pélagisme (60 %) et de la diversité générique des formes planctoniques (*Globigerina*, *Globigerinoides*, *Globorotalia*, *Neogloboquadrina*, *Orbulina* et *Turborotalita*).

L'association d'ostracodes révèle aussi une plus grande diversité, dans les deux secteurs, que les niveaux sous-jacents (*Camptocypria* aff. *glabra* Krstic, 1969 ; *Cyprideis pannonica*, *Cyprideis* sp., *Cytherura pyrama* Schneider, 1961 ; *Loxochonca* cf. *eichwaldi*, *L. diaffarovi* Schneider, 1945 ; *Pseudocythere limata* Schneider, 1945). La présence de quelques formes d'eaux saumâtres telles qu'*Amnicythere palmipesta* Livaltal, 1961 et *Euxinocythere praeabaquana* Stacheva, 1964 (Bonaduce & Sgarrella 1999) souligne une légère influence d'eaux continentales.

En conséquence, la nature des associations de foraminifères benthiques et celle des ostracodes suggèrent un étage circalittoral à salinité normale.

ZANCLÉEN

Sassel

C'est dans le secteur de Sassel (Fig. 4) que le début du cycle pliocène (Zancléen) est le mieux représenté. En discordance de ravinement sur les stromatolites messiniens, les marnes sableuses zancléennes présentent un conglomérat de base, fossilifère (brachiopodes, bivalves, dents de poissons).

L'analyse microfaciologique des marnes sableuses inférieures révèle une fraction minérale importante (50 %). Sa composition est dominée par des éléments de quartz et de glauconie. La microfaune y est représentée principalement par des foraminifères dont l'indice de pélagisme varie entre 20 et 25 %. On y reconnaît les genres *Globigerina*, *Globigerinoides*, *Globorotalia*, *Hastigerina* et *Orbulina*. L'assemblage des formes benthiques, mieux diversifié, est constitué de formes caractéristiques de l'étage infralittoral (*Cibicides*, *Cibicidoides*, *Elphidium*, *Ammonia* et *Florilus*).

Les marnes sableuses supérieures sont composées d'une importante fraction minérale (80 à 90 %) et une fraction organogène où les foraminifères sont de petites tailles, souvent mal conservés ou cassés. Néanmoins, les formes à habitat peu profond (*Florilus*, *Ammonia*, *Cibicides*) prédominent (Annexe : Tableau 1). Par ailleurs, les formes planctoniques sont rares et indéterminables (recristallisées). Ainsi, cette formation montre les caractéristiques d'un étage infralittoral soumis à un important remaniement expliquant la mauvaise conservation de ces formes.

Sahaouria

À Sahaouria, les dépôts marno-gréseux zancléens présentent une importante fraction minérale (65 à 80 %), essentiellement quartzreuse et calcitique. La fraction organogène est réduite à des radioles d'oursins et des tests de foraminifères.

Les assemblages sont caractérisés par un indice de pélagisme d'environ 30 % (*Globigerina*, *Globigerinoides*, *Globorotalia*, *Orbulina* et accessoirement *Turborotalia*). Cet indice associé à l'assemblage benthique (*Cibicides*, *Cibicidoides*, *Nonion*, *Elphidium*) indique un environnement de type circalittoral supérieur.

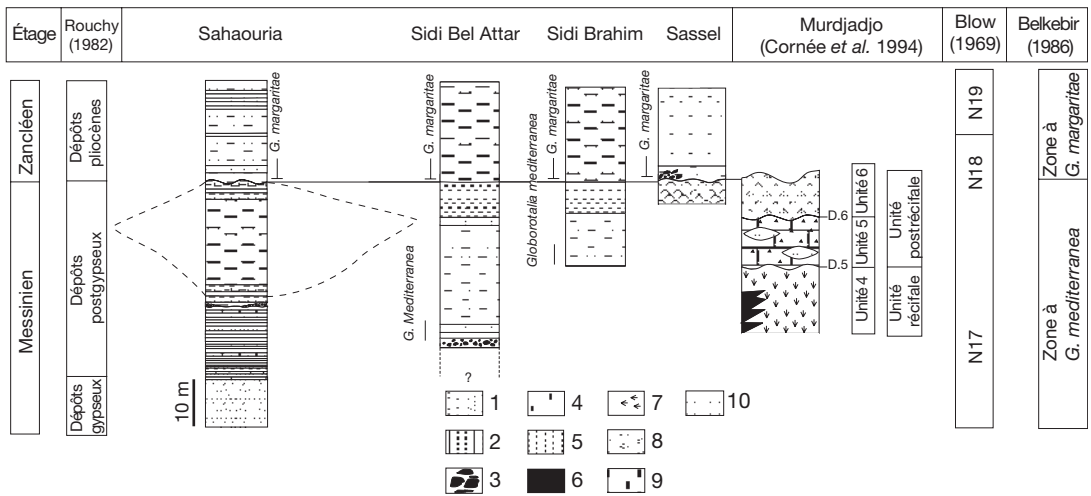


Fig. 7. — Corrélation biostratigraphique des terrains fini messinien-début pliocène dans le bassin du Bas Chélif (Algérie). 1, gypses; 2, marno-gréso-calcaire; 3, conglomérats; 4, marnes sableuses; 5, marnes; 6, calcaires à *Halimeda*; 7, *Porites*; 8, stromatolites; 9, marnes blanches (faciès *Trubi*); 10, grès.

Sidi Bel Attar-Sidi Brahim

À Sidi Bel Attar et Sidi Brahim (Figs 5; 6), les dépôts zancléens se distinguent par des marnes blanches au niveau desquelles la fraction minérale est négligeable (5 à 10 %). Les foraminifères sont bien conservés et très abondants. L'indice de pélagisme, très fort, atteint 95 %. La population planctonique est caractérisée par une diversité spécifique des *Globigerinoides*. De même, l'assemblage des foraminifères benthiques (Annexe : Tableaux 2; 3) est dominé par des taxons réputés bathyaux (*Planulina*, *Stilostomella*, *Bulimina*, *Siphonina*, *Dentalina*, *Reussella*, *Lenticulina*, *Uvigerina*, *Praeglobobulimina*, *Fissurina*, *Sphaeroidina*, *Martiotiella*, *Plectofrondicularia*, *Vaginulinopsis*, *Globocassidulina*, *Pullenia*).

Ainsi, au niveau des deux secteurs, les assemblages de foraminifères benthiques sont caractéristiques d'un milieu profond de l'étage bathyal.

DISCUSSION (Fig. 7)

LES ÉVÉNEMENTS MESSINIENS

La plate-forme récifale de la bordure nord du bassin du Bas Chélif (Djebel Murdjadjo) est subdivisée en six unités (Cornée et al. 1994) dont les

unités 5 et 6 correspondent à l'unité postrécifale (Saint Martin et al. 1992). L'unité 5 est représentée par des calcaires bréchiques blancs et à lentilles de gypses dont la dissolution pourrait être à l'origine de puits d'effondrement (Delfaud et al. 1973; Saint Martin et al. 1995). L'unité 6, stromatolitique, surmonte l'unité 5 par la surface D.6 de Cornée et al. (1994). Les stromatolites de Sassel correspondent certainement à ceux du sommet de la plate-forme du Djebel Murdjadjo et seraient donc également postérieurs aux sédiments à lentilles de gypse (Delfaud et al. 1973; Saint Martin & Rouchy 1990; Cornée et al. 1994, 1996; Saint Martin et al. 1995). Les dépôts du Zancléen surmontent ensuite par ravinement les stromatolites messiniens sous-jacents. À Sahaouria, les premiers dépôts surmontant les gypses sont constitués par une alternance marno-calcaire azoïque, à boules de gypses. La présence de ces boules peut être le résultat d'une phase d'érosion/dissolution des gypses antérieurs. De ce fait, une phase d'érosion/dissolution, est ainsi mise en évidence aussi bien sur la plate-forme que dans le bassin. La question se pose donc de déterminer le moment et, éventuellement, la durée de la phase d'érosion.

LE PASSAGE MESSINIEN-PLIOCÈNE INFÉRIEUR (ZANCLÉEN)

À Sassel, sur le plan lithologique, les premiers dépôts zancléens sont représentés par des marnes sableuses à base conglomératique. Ce caractère détritique est également présent à Sahaouria; les dépôts surmontant les niveaux messiniens y sont essentiellement marno-sableux et gréseux. Outre les données biostratigraphiques, ce changement lithologique reste un critère de passage vers le Zancléen. À Sidi Bel Attar et Sidi Brahim le passage Mio-Pliocène, défini sur la base des résultats biostratigraphiques, est reconnu dans une série marneuse (contact marnes-marnes). Sur le plan micropaléontologique, tous les dépôts d'âge zancléen ont livré, dès leur base, le marqueur de la zone à *Globorotalia margaritae*. Cette attribution biozonale n'exclut pas la présence, localement, la zone d'acmé à *Sphaeroidinellopsis*, caractéristique de l'extrême base du Zancléen, cette zone étant déjà signalée par Mazzola (1971). En conclusion, la limite Miocène-Pliocène est repérée au passage des dépôts messiniens postgypseux et zancléens, marqués par la biozone à *G. margaritae* (zone N18 et N19 de Blow 1969).

L'ÉVOLUTION DU BASSIN DU BAS CHÉLIF

Au Messinien terminal, les bassins périphériques méditerranéens connaissent le développement des plates-formes coralliennes. Celles-ci constituent la bordure méridionale (Tessala Beni Chougrane) et septentrionale (Murdjado-Sassel) du bassin du Bas Chéelif. Leur progradation généralisée a été en partie responsable d'une restriction des zones d'échanges hydrologiques, le bassin connaissant dès lors une accentuation du confinement (Saint Martin *et al.* 1995). Ce premier événement serait déterminant pour le déclenchement d'une phase de sédimentation gypseuse, massive au centre du bassin (Rouchy 1982). Cependant, les lentilles de gypse observées dans les niveaux supérieurs des plates-formes (unité postrécifale) pourraient avoir une histoire plus complexe compte tenu de la déformation des sédiments sus-jacents qu'elles engendrent (Saint Martin 2008 ce volume). À ces dépôts à caractère évaporitique, succède une phase d'érosion/dissolution. Elle est définie dans tous les bassins périphériques Chypre, Crète, Espagne, produisant des cavités de dissolutions (Orzag-Sperber *et al.* 2000), alors que dans le bassin

du Bas Chéelif (Algérie), elle affecte les dépôts gypseux, au centre, dont les produits (boules de gypse) se trouvent mêlés à d'autres sédiments (marno-grésocalcaires). Au niveau des plates-formes, elle serait à l'origine de formation de puits d'effondrement (Saint Martin *et al.* 1995) et de l'érosion des stromatolites. À cette phase succèdent les dépôts caractéristiques à *Cyprideis panonnica*. Ces faciès représentés par les marnes jaunes et les marnes gris bleu, semblent se rapporter à l'épisode controversé du Lago-Mare (Rouchy *et al.* 2007). La signification des dépôts du Lago-Mare est actuellement diversement appréciée, entre l'hypothèse d'une phase généralisée de dilution intervenant à ce moment là (Orzag-Sperber *et al.* 2000; Bassetti *et al.* 2003; Rouchy *et al.* 2003, 2007; Rouchy & Caruso 2006) et l'hypothèse d'étendues lagunaires marginales (faciès *Lago-Mare*) coexistant avec des aires marines normales (Clauzon *et al.* 2005; Carnevale *et al.* 2006). Dans la première hypothèse, la présence de microfaunes marines résulterait de phénomènes de remaniements. Dans le cas du Bas Chéelif, il n'est pas exclu que certains spécimens de foraminifères planctoniques récoltés dans les dépôts postgypses puissent effectivement être considérés comme remaniés. Cependant, la microfaune de foraminifère benthique provenant des secteurs de Sidi Brahim-Sidi Bel Attar, montre des formes saines et bien conservées (non remaniées), composant des assemblages différents de ceux rencontrés dans les terrains sous-jacents (Messinien pré-évaporitique). Ainsi, la succession de ces assemblages indiquerait bien une évolution vers des environnements marins de type circalittoral, avant l'inondation zancléenne. Cette influence marine a été également signalée dans le bassin de Lorca au sud-est de l'Espagne (Steffahn & Michalzik 2000a, b). Les terrains zancléens représentatifs sont ensuite discordants (ravinement), littoraux (marnes sableuses et grès) sur les bordures, profonds au centre du bassin où il sont représentés par des marnes blanches similaires au faciès *Trubi*.

CONCLUSION

La présence des marqueurs biostratigraphiques du Messinien (*Globorotalia mediterranea*) et du Pliocène inférieur (*G. margaritae*) dans les différentes

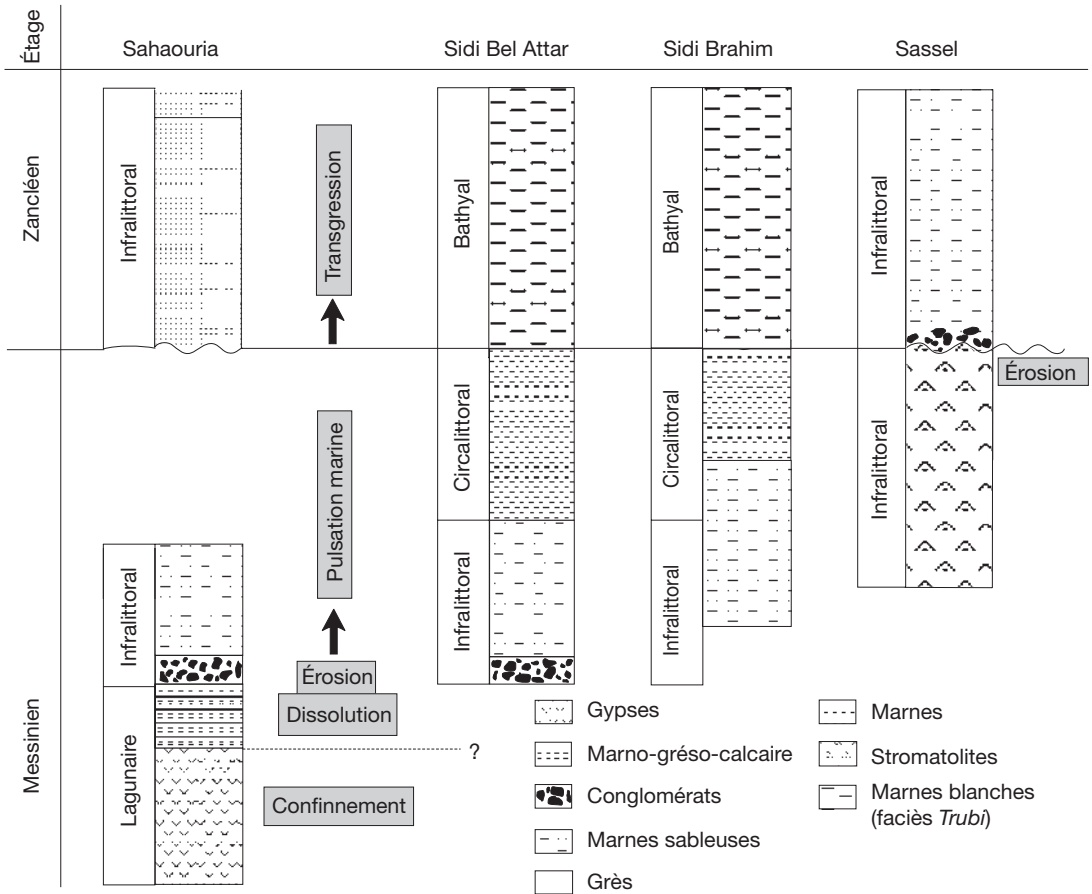


Fig. 8. — Évolution paléoenvironnementale et succession des événements mio-pliocènes dans le bassin du Bas Chélif (Algérie).

coupes a permis d'étudier les modalités de passage du Miocène au Pliocène.

La succession lithologique messinienne postgypseuse, ainsi mise en évidence aussi bien sur les marges qu'au centre du bassin, suppose une nouvelle considération des événements géologiques et paléoenvironnementaux intervenus dans la région. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence des événements majeurs caractérisant l'évolution du bassin du Bas Chélif au cours du Messinien terminal-Zancléen (Fig. 8):

- la progradation des plates-formes récifales et la mise en place d'une sédimentation gypseuse généralisée au Messinien supérieur;
- une phase d'érosion/dissolution des dépôts gypseux qui a engendré des produits de remaniement (boules

de gypses) contemporains de dépôts marno-grésocalcaires de milieu lagunaire; l'érosion des édifices stromatolitiques (ravinement) serait le dernier événement messinien enregistré sur les plates-formes;

- une impulsion marine postgypseuse, démarrant, souvent, par un conglomérat polygénique riche en microfaune. Celle-ci révèle la présence d'exemplaires, peut-être remaniés, du marqueur du Messinien (*G. mediterranea*). L'instauration de ce régime se traduit dans les zones centrales par des dépôts marneux ou marno-sableux à *Cyprideis pannonica*, caractéristiques du faciès *Lago-Mare*, mais qui semblent évoluer dans la région vers un milieu circalittoral (marnes grises);
- au Zancléen, le bassin méditerranéen enregistre une transgression marine brutale et généralisée.

Dans le bassin du Chéelif, les dépôts correspondants sont transgressifs. Ils se distinguent par des marnes blanches (faciès *Trubi*) à caractère bathyal au centre et par des marnes sableuses caractéristiques d'un milieu infralittoral sur les marges. De plus, le bio-faciès révèle un changement paléoenvironnemental brutal attesté par la présence d'une microfaune riche et diversifiée, différente de celle du Messinien, avec la première apparition du foraminifère marqueur *G. margaritae*. Ce changement est particulièrement décelable sur les plates-formes où l'on note la disparition définitive des formations récifales coralliennes (Saint Martin et al. 1995) ; il constituerait ainsi une importante « coupure biologique ».

Ainsi, le passage vers le Pliocène est défini par une transgression brutale, des dépôts transgressifs et discordants, un changement lithologique et paléoenvironnemental.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier J. J. Cornée (université Lyon I, France) et E. Goubert (université Bretagne sud, France) pour leurs critiques constructives. Nous remercions également J. F. Babinot (université de Provence) pour la détermination des ostracodes. Ce travail a été mené dans le cadre de l'Accord-Programme franco-algérien CMEP 03MDU584 et du Programme français Eclipse II « Vers une évaluation spatio-temporelle détaillée de l'impact de la Crise de Salinité messinienne et de ses facteurs de contrôle ».

RÉFÉRENCES

- BASSETTI M. A., MICULAN P. & LUCCHI F. R. 2003. — Ostracod faunas and brackish water environments of the late Messinian Sapigno section (northern Apennines, Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 198: 335-352.
- BELKEBIR L. 1986. — *Le Néogène de la bordure nord-occidentale du massif du Dahra (Algérie): biostratigraphie, paléontologie, paléogéographie*. Thèse de Doctorat, université de Provence, Marseille, France, 289 p. (inédit).
- BENSON R. H. 1978. — The paleoecology of the ostracods of DSDP LEG 42A. *Reports of the Deep Sea Drilling Project* 42 (1): 777-787.
- BLANC VERNET L. 1969. — *Contribution à l'étude des foraminifères de Méditerranée. Relation entre la micro-faune et le sédiment. Biocoenoses actuelles, thanatocoenose pliocène et quaternaire*. Thèse de Doctorat d'État, université de Marseille, France, 281 p.
- BLOW W. H. 1969. — Late middle Eocene to recent planctonic foraminiferal biostratigraphy. *Proceeding on the First International Conference on the Planktonic Microfossils*, Genève, pt. II, sect. 2: 753-1413.
- BONADUCE G. & SGARRELLA F. 1999. — Paleocological interpretation of the latest Messinian sediments from southern Sicily (Italy). *Memorie della Società Geologica Italiana* 54: 83-91.
- CARNAVALE G., LANDINI W. & SARTI G. 2006. — Mare versus Lago-Mare: marine fishes and the Mediterranean environment at the end the Messinian Salinity Crisis. *Journal of the Geological Society*, London, 163: 75-80.
- CITA M. B. 1975. — The Miocene/Pliocene boundary: history and definition, in SAITO T. & BURKLE L. (eds) Late Neogene epoch boundary. *Micropaleontology, Special Publications* 1: 1-30.
- CLAUZON G., SUC J.-P., PUPESCU S. M., MARUNTEANU M., RUBINO J. L., MARINESCU F. & MALINTE M. C. 2005. — Influence of the Mediterranean sea-level changes over the Dacic Basin (Eastern Paratethys) in the late Neogene. The Mediterranean Lago Mare facies deciphered. *Basin Research* 17: 437-462.
- CORNÉE J. J., SAINT MARTIN J.-P., CONESA G. & MULLER J. 1994. — Geometry, paleoenvironment and relative sea-level (accommodation space) changes in the Messinian Murdjadjo carbonate platform (Oran, western Algeria): consequences. *Sedimentary Geology* 89: 143-158.
- CORNÉE J. J., SAINT MARTIN J.-P., CONESA G., ANDRÉ J. P., MULLER J. & BENMOUSSA A. 1996. — Anatomie de quelques plates-formes carbonatées progradantes messiniennes de Méditerranée. *Bulletin de la Société géologique de France* 167: 495-507.
- CORNÉE J. J., SAINT MARTIN J.-P., CONESA G., MÜNCH P., ANDRÉ J. P., SAINT MARTIN S. & ROGER S. 2004. — Correlation and sequence stratigraphic model for Messinian carbonate platforms of the western and central Mediterranean. *International Journal of Earth Sciences* 93: 621-633.
- CORNÉE J. J., FERRANDINI M., SAINT MARTIN J.-P., MÜNCH P., MOULLADE M., RIBAUD-LAURENTI A., ROGER S., SAINT MARTIN S. & FERRANDINI J. 2006. — The late Messinian erosional surface and the subsequent reflooding in the Mediterranean: new insights from the Melilla-Nador basin (Morocco). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 230: 129-154.
- DELFAUD J., MICHAUX M., NEURDIN J. & REVERT P. 1973. — Un modèle paléogéographique de la bordure méditerranéenne: évolution de la région oranaise (Algérie). Conséquences stratigraphiques. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord* 64 (1-2): 219-241.
- D'ONOFRIO S., GIANNELLI L., IACCARINO S., MOROLOTTE E., ROMEO M., SALVATORINI G., SAMPO M. & SPROVIERI R. 1975. — Planktonic foraminifera from

- some Italian sections and the problem of the lower boundary of the messinian. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 14: 177-196.
- ESTEBAN M. 1979. — Significance of the upper Miocene coral reefs of the Western Mediterranean. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 29: 169-188.
- GARCIA F., CONESA G., MÜNCH P., CORNÉE J. J., SAINT MARTIN J.-P. & ANDRÉ J. P. 2004. — Évolution des environnements littoraux du bassin de Melilla-Nador (Nord-Est Maroc) au Messinien supérieur entre 6,0 et 5,77 Ma. *Geobios* 37: 23-36.
- JORISSEN F. J. 1999. — Benthic foraminiferal successions across Late Quaternary Mediterranean sapropels. *Marine Geology* 153: 91-101.
- MAZZOLA G. 1971. — Les foraminifères planctoniques du Mio-Pliocène de l'Algérie nord-occidentale. *Proceeding on the Second International Conference on the Planktonic Microfossils*, Roma 2: 787-818.
- NEURDIN-TRESCARTES J. 1992. — *Le remplissage sédimentaire du Bassin néogène du Chélif, modèle de référence de bassins intramontagneux*. Thèse de Doctorat es Science, université de Pau et pays de l'Adour, France, 332 p.
- ORSZAG-SPERBER F., ROUCHY J. M. & BLANC-VALLERON M. M. 2000. — La transition Messinien Pliocène en Méditerranée orientale (Chypre): la période du Lago-Mare et sa signification. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, série II, 331: 483-490.
- PERRODON A. 1957. — Étude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Publication du Service de la Carte géologique de l'Algérie*, Alger, 12: 1-328.
- ROUCHY J. M. 1982. — La genèse des évaporites messiniennes de la Méditerranée. *Mémoire du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, série C, 50: 1-267.
- ROUCHY J. M. & CARUSO A. 2006. — The Messinian salinity crisis in the Mediterranean basin: a reassessment of the data and an integrated scenario. *Sedimentary Geology* 188-189: 35-67.
- ROUCHY J. M. & SAINT MARTIN J.-P. 1992. — Late Miocene events in the Mediterranean as recorded by carbonate-evaporite relations. *Geology* 20: 629-632.
- ROUCHY J. M., ORSZAG-SPERBER F., BLANC-VALLERON M. M., PIERRE C., RIVIÈRE M., COMBOURIEU-NEBOUT N. & PANAYIDES I. 2001. — Paleoenvironmental changes at the Messinian-Pliocene boundary in the eastern Mediterranean (south Cyprus basins): significance of the Messinian Lago-Mare. *Sedimentary Geology* 145: 93-117.
- ROUCHY J. M., PIERRE C., ET-TOUHAMMI C. M., KERZAZI K., CARUSO A. & BLANC-VALLERON M. M. 2003. — Late Messinian to Early Pliocene paleoenvironmental changes in the Melilla Basin (NE Morocco) and their relation to Mediterranean evolution. *Sedimentary Geology* 163: 1-27.
- ROUCHY J. M., CARUSO A., PIERRE C., BLANC-VALLERON M. M. & BASSETTI M. A. 2007. — The end of the Messinian salinity crisis: evidences from the Chelif Basin (Algeria). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 254: 386-417.
- SAINT MARTIN J.-P. 1990. — Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, série C, 56: 1-366.
- SAINT MARTIN J.-P. 2008. — Biodiversité dans les calcaires micritiques blancs des plates-formes messiniennes d'Algérie. *Geodiversitas* 30 (1): 165-179.
- SAINT MARTIN J.-P. & ROUCHY J. M. 1990. — Les plates-formes carbonatées messiniennes en Méditerranée occidentale: leur importance pour la reconstitution des variations du niveau marin du Miocène terminal. *Bulletin de la Société géologique de France* 8, 6 (1): 83-94.
- SAINT MARTIN J.-P., CORNÉE J. J., CONESA G., BESSÉDIK M., BELKEBIR L., MANSOUR B., MOISSETTE P. & ANGLADA R. 1992. — Un dispositif particulier de plate-forme carbonatée messinienne: la bordure méridionale du bassin du Chelif (Algérie). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 315, série II: 1365-1372.
- SAINT MARTIN J.-P., CORNÉE J. J. & MULLER J. 1995. — Nouvelles données sur le système de plate-forme carbonatée du Messinien des environs d'Oran (Algérie). Conséquences. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 320, série IIa: 837-843.
- STEFFAHN J. & MICHALZIK D. 2000a. — Nature and timing of marine post-crisis foraminiferal repopulation (Messinian event; Late Tertiary) in the Lorca basin, SE Spain. *Revista Española de Micropaleontología* 32 (3): 371-383.
- STEFFAHN J. & MICHALZIK D. 2000b. — Foraminiferal paleoecology and biostratigraphy in the pre-and post-evaporitic Late Miocene (Messinian) of the Lorca Basin, SE Spain. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 217: 267-288.
- THOMAS G. 1985. — *Géodynamique d'un bassin intramontagneux. Le bassin du Bas Chélif occidental durant le mio-plio-quaternaire*. Thèse de Doctorat es Science, université de Pau et pays de l'Adour, France, 594 p.
- VAN DE POEL H. M. 1994. — Messinian marginal marine and continental facies and their stratigraphy in the Eastern Almeria Province (SE Spain). *Srta serie 2*, 23: 1-202.
- VAN DER ZWAAN G. J. 1982. — Paleocology of the late Miocene Mediterranean foraminifera. *Utrecht Micropaleontological Bulletin* 25: 1-155.
- YASSINI I. 1975. — Planktonic foraminiferal biozonation of Neogene deposits in the "Sahel" of Algier, Algeria. *Rivista italiana di Paleontologia* 81 (1): 89-120.

Soumis le 27 mars 2007;
 accepté le 20 décembre 2008.

ANNEXES

TABLEAU 1. — Comptage des foraminifères benthiques, coupe de Sassel, bassin du Bas Chélif (Algérie).

	Ss5	Ss6	Ss7	Ss8	Ss10	Ss11	Ss12
<i>Ammonia</i>				4,5	6,5	8,66	6,66
<i>Amphycorina</i>						2	2,66
<i>Anomalinoïdes</i>						1,33	1,33
<i>Asterigerinata</i>				1	1		
<i>Bolivina et Brizalina</i>			6,66	6,5	8,5	16,66	28,66
<i>Bulimina</i>			3,33	2,5	1,5	30,66	35,33
<i>Cancris</i>				2	1		
<i>Cassidulina</i>				12,5	10,5	3,33	2
<i>Cibicides et Cibicidoides</i>			42,66	23,5	27	6,66	8,66
<i>Elphidium</i>			12,66	11	13,5		1,33
<i>Florilus</i>			15,33	3	1,5	16	11,33
<i>Gyroidina et Gyroidinoïdes</i>			6	3,5	1,5	1,33	2,66
<i>Heterolepa</i>				2,5	1	1,33	1,33
<i>Hopkinsina</i>				1,5	1		
<i>Lagena</i>						1,33	
<i>Lenticulina</i>				1	2,5		
<i>Melonis</i>			2	3,5	2,5	1,33	1,33
<i>Orthomorphina</i>				1	3		
<i>Pullenia</i>			4,66	8,5	6		
<i>Reussella</i>				3	1,5		
<i>Uvigerina</i>			4,66	3	4,5	1,33	2,66

TABLEAU 2. — Comptage des foraminifères benthiques, coupe de Sidi Bel Attar, bassin du Bas Chélif (Algérie).

	Ch1	Ch3	Ch4	Ch6	Ch7	Ch9	Ch10	Ch11	Ch12	Ch13
<i>Ammonia</i>	2,5					4				
<i>Anomalinoïdes</i>									1	1
<i>Asterigerinata</i>			5,5	7,5						
<i>Bolivina et Brizalina</i>	38,5	35	37,5	32,5		18,6	14,5	10,5	17,5	13
<i>Bulimina</i>	17	13,5	11	14,5			12,5	25,5	6	8
<i>Cancris</i>									1	1
<i>Cassidulina</i>	9	5,5	8	6,5			4,5	2,5	3	2
<i>Cibicides et Cibicoïdes</i>	11,5	18	25,5	29,5		16	8	5,5	14,5	11,5
<i>Dentalina</i>						1,33	1,5	1,5	3	4,5
<i>Elphidium</i>	1	2				1,33				
<i>Fissurina</i>									4,5	2
<i>Florilus</i>	1,5	4,5	2,5	4		2,66				
<i>Globobulimina</i>							5,5	7,5	1	2,5
<i>Gyroidinoïdes</i>	3,5	1	1	1,5		5,33	3	4,5		
<i>Hopkinsina</i>	2,5									
<i>Karrieriella</i>			1	1		1,33				
<i>Lagena</i>		1	1	1			2,5	1		
<i>Lenticulina</i>						4,66	9,5	7	4,5	3
<i>Martionella</i>									1	1,5
<i>Melonis</i>	1					3,33	16,5	22	2,5	4,5
<i>Oolina</i>							1	1		
<i>Oridorsalis</i>									1,5	2,5
<i>Orthomorphina</i>							1,5	1		
<i>Planulina</i>						8			6,5	9
<i>Plectofrondicularia</i>									1,5	1,5
<i>Pleurostomella</i>						1,33	1,33			
<i>Pullenia</i>	1	2,5	1	2		4,66	3	1,5	1,5	
<i>Rectuvigerina</i>	1,5					2				
<i>Reussella</i>	1	3	1,5	1			5,5	6	2	3,5
<i>Siphonina</i>						2,66			9,5	7
<i>Sphaeroidina</i>			1	1		3,33	2	3,5	2	2
<i>Stilostomella</i>						5,33	4,5	1	6,5	8,5
<i>Uvigerina</i>	4,5					12			4	3
<i>Vaginulinopsis</i>									1	1

TABLEAU 3. — Comptage des foraminifères benthiques, coupe de Sidi Brahim, bassin du Bas Chélif (Algérie).

	Mn1	Mn2	Mn3	Mn4	Mn5	Mn6	Mn7	Mn8	Mn11	Mn12	Mn3
<i>Ammonia</i>							2,66	4			
<i>Asterigerinata</i>	4	2,33									
<i>Bolivina et Brizalina</i>		18									18
<i>Bulimina</i>	9,33	10							7,33	6	9,33
<i>Cassidulina et Globocassidulina</i>	8,66	6					8		12	4,66	1,33
<i>Cibicides et Cibicidoides</i>								8,66		6,66	8,66
<i>Dentalina</i>										4,66	3,33
<i>Elphidium</i>	2	3,33									
<i>Fissurina</i>									2		
<i>Florilus</i>	4,66	3,33					1,33	2	3	1	1
<i>Gyroidina et Gyroidinoides</i>	1,33	2								2,66	4
<i>Hoeglandulina</i>	2	2									
<i>Lenticulina</i>								1,33		1,33	2,66
<i>Marginulina</i>										1,33	4,66
<i>Melonis</i>	2	1,33					4	2,66		1,33	4,66
<i>Nodosaria</i>										2	3,33
<i>Oridorsalis</i>									2	1,33	
<i>Planulina</i>									2,66	5,33	9,33
<i>Pullenia</i>							2,66	2	4,66	4,66	1,33
<i>Rectuvigerina</i>		2,66									
<i>Reussella</i>							4	2,66	2	3,33	2,66
<i>Siphonina</i>										2,66	4
<i>Sphaeroidina</i>										4,66	3,33
<i>Stilostomella</i>											10
<i>Textularia</i>	2,66	1,33									
<i>Uvigerina</i>	4,66	4					8,66	6	4,33	9,33	6