

Stratigraphie

Enregistrement de phénomènes de resédimentation au cours du Maastrichtien supérieur et du Paléocène supérieur (J. Serj, Tunisie atlasique) : apport micropaléontologique et signature tectono-eustatique

Ahlem Amri ^a, Mohamed Ben Youssef ^{a,*}, Mohamed Ghanmi ^b

^a Institut national de recherches scientifiques et techniques, Hammam Lif, BP 95, Tunis 2050, Tunisie

^b Faculté des sciences de Tunis, campus universitaire, 1060 Tunis, Tunisie

Reçu le 16 décembre 2004 ; accepté après révision le 16 septembre 2005

Disponible sur Internet le 9 novembre 2005

Présenté par Michel Durand-Delga

Résumé

L'analyse biostratigraphique et sédimentaire d'une série réduite du J. Serj (Tunisie), rapportée au Campanien–Maastrichtien, nous a permis de caractériser, pour la première fois, par la composition de la biophase, deux épisodes de remaniements sous-marins en milieu distal, qui sont successivement d'âge anté-Maastrichtien supérieur (zone à *Rosita contusa*) et anté-Paléocène supérieur (zone à *Morozovella velascoensis*). Ainsi, nous avons distingué deux surfaces de type LS₁, délimitant trois intervalles stratigraphiques apparemment continus (Campanien inférieur, Maastrichtien supérieur et Paléocène supérieur) et une autre limite au sein du Campanien inférieur de type LS₂, qui coïncide avec une surface bioturbée. Cela marque une activité tectonique syn-sédimentaire, dont témoignent latéralement des dépôts de gravité (conglomérats, *slumps*). **Pour citer cet article : A. Amri et al., C. R. Geoscience 337 (2005).**

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Resedimentation episodes records during the Upper Maastrichtian and the Upper Palaeocene (J. Serj, Atlasic Tunisia): micropalaeontological contribution and tectono-eustatic signature. Sedimentological and biostratigraphic analysis of Campanian–Maastrichtian reduced series of the J. Serj permitted to characterize two episodes of submarine erosion. The first is pre-Upper Maastrichtian (*Rosita contusa* zone), the second is pre-Upper Palaeocene (*Morozovella velascoensis* zone). Thus, two type-1 boundary surfaces are distinguished. These surfaces limit three stratigraphic intervals in apparent continuity. Syn-sedimentary tectonic activity is attested by gravity deposits or processes (conglomerates, *slumps*). **To cite this article: A. Amri et al., C. R. Geoscience 337 (2005).**

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Biostratigraphie ; Hiérarchisation ; Remaniement ; Tectonique ; Eustatisme ; Condensation

Keywords: Biostratigraphy; Hierarchical classification; Reworking; Tectonics; Eustasy; Condensation

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : benyoussefhim@yahoo.fr (M. Ben Youssef).

Abridged English version

1. Introduction

The Campanian–Maastrichtian interval was described from the first regional geological investigations [2–4,14]. Successive works proposed a biozonal chart using foraminifera [10,16].

Biostratigraphic subdivision attributed to the Abiod formation a Campanian–Maastrichtian age, in spite of a notable reduction of the later in some outcrops [1,3,7,12]. The first allusion to a possible reworking process was made by [8,12].

The purpose of this paper is to show that Campanian–Maastrichtian sedimentation was controlled by a tectonic activity, responsible for a structuring having generated deposit area without being able to modify deeply the palaeogeography. This sedimentation was occasionally disturbed on undergone blocks and thus sub-marine erosion.

2. Micropalaeontological and sedimentological data

The southeastern ending of the J. Serj anticline (Fig. 1) shows, above the Lower Campanian Marls, a few-metre-thick reduced limestone series that underlies, in an apparent continuity, the shaly succession of the El Haria Fm. The whole is topped by a carbonated bar attributed to the Ypresian [17].

Upwards, the strata, subject of this stratigraphic revision (Fig. 2), are:

- (A) an alternation of limestone beds and marly levels 5–6-m thick, successively the *Elevata* and *Ventricosa* Campanian biozones. The limestone upper part of this unit (2–3 m) begins by a burrowed bottom surface. Its top is marked by laminated thin alternations. Microfauna gathered in this level A indicates *Ventricosa* and *Stuartiformis* zones of Lower Campanian;
- (B) a metric carbonate level in apparent continuity on term A and limited in its top by a gully surface. The microfacies indicate an Upper Maastrichtian age, as testified by the coexistence of taxa belonging to both *Contusa* and *Gansseri* zones;
- (C) the uppermost carbonated bed of the term B, underlying a marly and glauconitic series (El Haria Fm.). The analysis of the microfaunistic content reveals the coexistence of planktic foraminifera taxa indicating various biozones. The first association that indicates an Upper Palaeocene age (P5), *Morozovella velascoensis*, is associated to Lower

Palaeocene taxa as well as Cretaceous microfauna in a pelagite facies.

3. Synsedimentary and tectonic data

As announced by previous authors, the synsedimentary tectonic activity is interpreted as ‘collapses’ of structures [9,12,17]. Our observations made in this southeastern extremity of J. Serj (Khanguet Zalga) assume the existence of intra-formational breccias related to the activity of a bordering accident NW–SE. The Upper Cretaceous series outcrop of the J. Serj locally comprises gravity figures, in the vicinity of Oued Djilf.

4. Interpretation of the reworked microfauna

The first sedimentary contact, which shows an apparent transition between A and B, dissimulates in fact a gap of the Upper Campanian–Lower Maastrichtian interval, as illustrated especially by the absence of *Globotruncana calcarata* and *falsostuarti* biozones. During the Campanian–Maastrichtian, successive sedimentation is contemporaneous of a sub-marine reworking. The palaeogeographic domain may correspond to a distal basin, structured in blocks of differential subsidence. Less subsiding zone underwent submarine erosion, as attested by the coexistence of several taxa belonging to successive biozones.

The second contact (between B and C) corresponds to a sedimentary discontinuity that separates the Abiod Fm. from ulterior El Haria Fm.

The unit A fossilizes a synsedimentary tectonic activity attested by a fault net leading to horst and graben structuring. These faults reactivation generated an elevated block, reducing the accommodation space. This deposit area has been unfilled during the Upper Palaeocene [5], thus covering diverse palaeogeographic domains initiated at the end of the Upper Cretaceous.

This major transgression of Upper Palaeocene age is linked to an exceptional eustatic rise that masked the effect of an Upper Cretaceous tectonic activity. The latter favoured submarine reworking episodes and heightened blocks in a distal basin with low sedimentation rate.

Biostratigraphical analysis of the Abiod Fm. in the J. Serj allowed us to reconstitute in this locality the sedimentary dynamics accompanied at last by two submarine superimposed reworking phases. The reduced thickness of the Abiod Fm. should not be understood as in a privileged trend or due to condensation process or a result of in-situ erosion. It underwent just upper sub-marine erosion (Upper Campanian–Lower Maas-

trichtian) and a second one that affects the alternating levels of Upper Maastrichtian (Mayaroensis zone).

5. Tectonic and eustatic signature

Simultaneous variations in thickness and facies have been attributed to tectonics by previous authors. The associations of these shifting types are not checked in the same palaeogeographic area.

Synsedimentary tectonics should have played a major role during Campanian–Maastrichtian times. It has disturbed deeply the subsidence rate and eustatic signatures. It becomes difficult to separate distal successive discontinuities. The tectono-sedimentary context favoured a discontinuous sedimentation and a submarine reworking, especially in the foot-walls of elevated blocks where the surface boundary (SB) became amalgamated. Limits (bottom and top) separating the B unit can be considered as SB1. NW–SE and NE–SW trending faults could have controlled the repartition of deposit areas.

6. Conclusion

The biostratigraphic and tectonic analysis of the Upper Cretaceous series that outcrops on the southeastern side of J. Serj revealed that some contacts between the sedimentary sets are separated by discontinuities attesting a sub-marine erosion process.

The Abiod Fm., attributed to Campanian–Maastrichtian [12], shows an incomplete sedimentary succession that includes Lower Campanian (Ventricosa zone) overlain by the Upper Maastrichtian, as attested by the *Rosita contusa* record.

The Upper Palaeocene transgression, attested by *Morozovella velascoensis*, eroded its substratum, as expressed by the reworking of many species of different range in the same association.

The micropalaeontological and sedimentological analyses lead to distinguish two reworking processes under superimposed episodes, the first is of Lower Maastrichtian age and the second is synchronous to the Upper Palaeocene transgression.

1. Introduction

L'intervalle Campanien–Maastrichtien a été décrit dès les premières études géologiques régionales en Tunisie centrale [3,4,8,14]. Les travaux ultérieurs ont précisé le découpage des séries de cet âge par la microfaune, montrant la superposition de biozones caractéristiques [10,16].

Dans la description des anticlinaux atlasiques à coeur aptien, les découpages stratigraphiques et surtout les documents cartographiques ont ainsi assimilé souvent la formation Abiod à l'intervalle Campanien–Maastrichtien, malgré sa réduction d'épaisseur, parfois notable [1–3,7,12]. Les premiers travaux ont envisagé un processus de remaniement [14,15,17], mais sans l'expliquer [14]. La coupe de Khanguet Zelga [3] montre que le Maastrichtien supérieur supporte le Paléocène supérieur.

Ce travail a pour but de montrer que la sédimentation campano-maastrichtienne a été contrôlée par une activité tectonique, responsable d'une structuration ayant engendré des aires de dépôt particulières, sans pouvoir modifier profondément la paléogéographie. La sédimentation a été occasionnellement interrompue au niveau de ces aires de dépôt, exhaussées par la tectonique et soumises ainsi à l'érosion sous-marine.

2. Données micropaléontologiques et sédimentologiques

La terminaison sud-est de l'anticlinal du J. Serj (Fig. 1) montre, au-dessus des marnes du Campanien inférieur, une série carbonatée réduite à une dizaine de mètres et qui supporte, en continuité apparente selon les auteurs, la série argileuse de la formation El Haria. L'ensemble est coiffé par une barre carbonatée attribuée à l'Yprésien [17].

La coupe de Khanguet Zelga, qui fait l'objet de cette révision stratigraphique (Fig. 2), comporte, de bas en haut :

- un ensemble marno-calcaire (5 à 6 m), où le contenu microfaunistique des niveaux marneux a permis d'identifier les deux premières biozones du Campanien, successivement la biozone à *Elevata*, puis celle à *Ventricosa*. Au milieu de cet ensemble, débute un niveau carbonaté (2–3 m), dont la base est très bioturbée et dont le sommet est formé par des alternances centimétriques à stratification fine. L'analyse du microfaciès nous a révélé la présence de deux biozones (*Ventricosa* et *Stuartiformis*), qui indiquent le Campanien inférieur ;
- un terme (1 m), massif et en apparente continuité sur le terme A, limité, à son sommet, par une surface ravinante. Le microfaciès atteste un âge Maastrichtien supérieur par la présence de : *Rosita contusa* et *Gansserina gansseri* associées à *Rosita plummerae*, *Globotruncana angulata*, *Gl. ventricosa*, *Gl. linneana*, *Gl. bulloides*, *Gl. stuartiformis* et *Gl. arca* ;

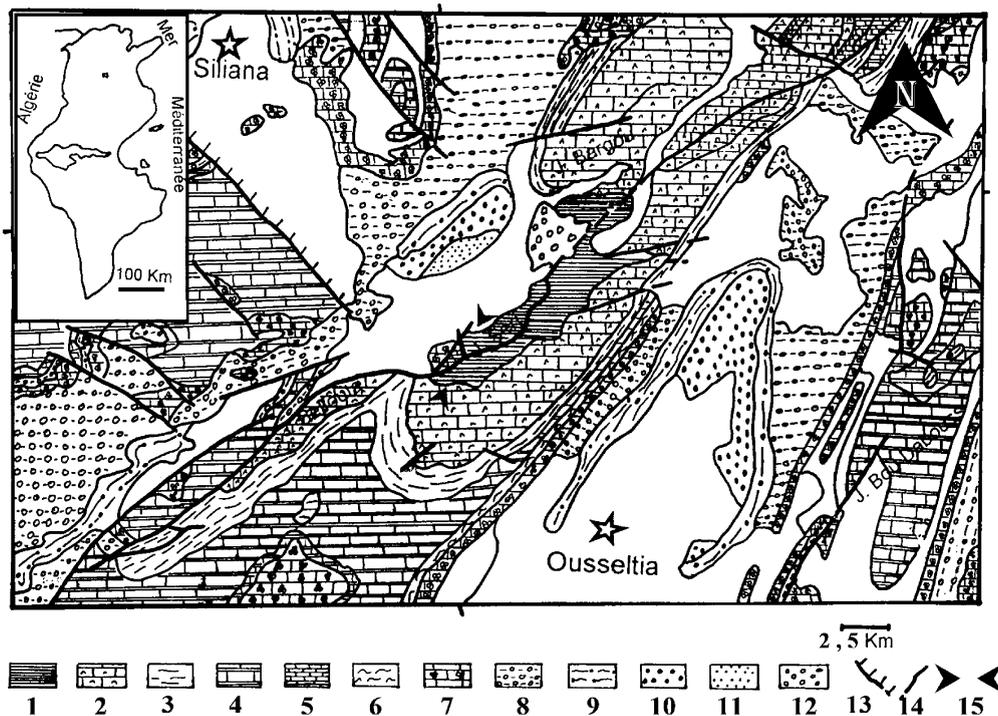


Fig. 1. Cadre géologique et localisation de la coupe étudiée (flèche). 1. Alternances marno-gréseuses (Crétacé basal). 2. Calcaires récifaux (Aptien). 3. Marnes, calcaires marneux (Albien supérieur à Turonien). 4. Calcaire crayeux, alternances marno-calcaires (Sénonien). 5. Crétacé supérieur non subdivisé. 6. Alternances marno-calcaires (Paléocène supérieur). 7. Calcaire à nummulites/globigérines (Yprésien). 8. Marnes à boules jaunes (Lutétien–Priabonien). 9. Marnes et grès (Oligocène). 10. Grès grossiers (Aquitainien ?). 11. Argiles, sables (Miocène supérieur). 12. Conglomerats (Mio-Pliocène). 13. Limite de fossé. 14. Faille. 15. Alignement de la coupe lithostratigraphique.

Fig. 1. Geological framework and location of the studied section (arrow). 1. Marl–sandstone alternation (Lowermost Cretaceous). 2. Reefal Limestone (Aptian). 3. Marls, marly limestones (Late Albian to Turonian). 4. Chalky limestones, marl–limestone alternation (Senonian). 5. Undifferentiated Upper Cretaceous. 6. Marl–limestone alternation (Upper Palaeocene). 7. Globigerinid/nummulite-rich limestones (Ypresian). 8. Marls with yellow balls (Lutetian–Priabonian). 9. Marls and sandstones (Oligocene). 10. Coarse sandstones (Aquitainian). 11. Shales and sands (Upper Miocene). 12. Conglomerates (Mio-Pliocene). 13. Limit of graben. 14. Fault. 15. Alignment of the lithological section.

- un passage brutal entre B et C, le dernier banc carbonaté du terme B supportant une série marneuse et glauconieuse, avec des intercalations calcaires présentant un faciès biomicritique à foraminifères planctoniques de type pélagite et correspondant à la formation El Haria. L'analyse du contenu faunistique de la série marneuse a révélé la présence simultanée de plusieurs taxons planctoniques appartenant à des biozones différentes. Une première association, qui indique le Paléocène supérieur, contient le microfossile de zone (P4) *Morozovella velascoensis* avec *M. angulata*, *Planorotalites pseudomenardi* et *M. chapmani*. Ce fossile de zone est associé à des taxons qui indiquent le Paléocène inférieur, dont *Subbotina triloculinoides* et *Globoconusa daubjergensis*, ainsi qu'à des Globotruncanidae du Crétacé supérieur et à des prismes d'inocérames.

Il convient de signaler l'absence de la biozone à *Mayaroensis*, signature d'une lacune de dépôts du sommet de Maastrichtien.

3. Les données de tectonique syngénétique

Régionalement et au cours de l'intervalle Campanien à Paléocène, les auteurs ont signalé une activité tectonique syngénétique, matérialisée par des « collapses de structures » [12,17]. Nos observations sur le flanc sud-est du massif du J. Serj indiquent l'existence de brèches intraformationnelles liées à l'activité d'un accident bordier. La série d'âge Crétacé supérieur de ce massif comporte localement des olistolithes, qui seraient mis en place par écroulement ou glissement à la suite d'une réactivation tectonique, sur le prolongement de l'affleurement étudié.

La tectonique au cours de cette période s'est effectuée en deux pulsations correspondant aux lacunes res-

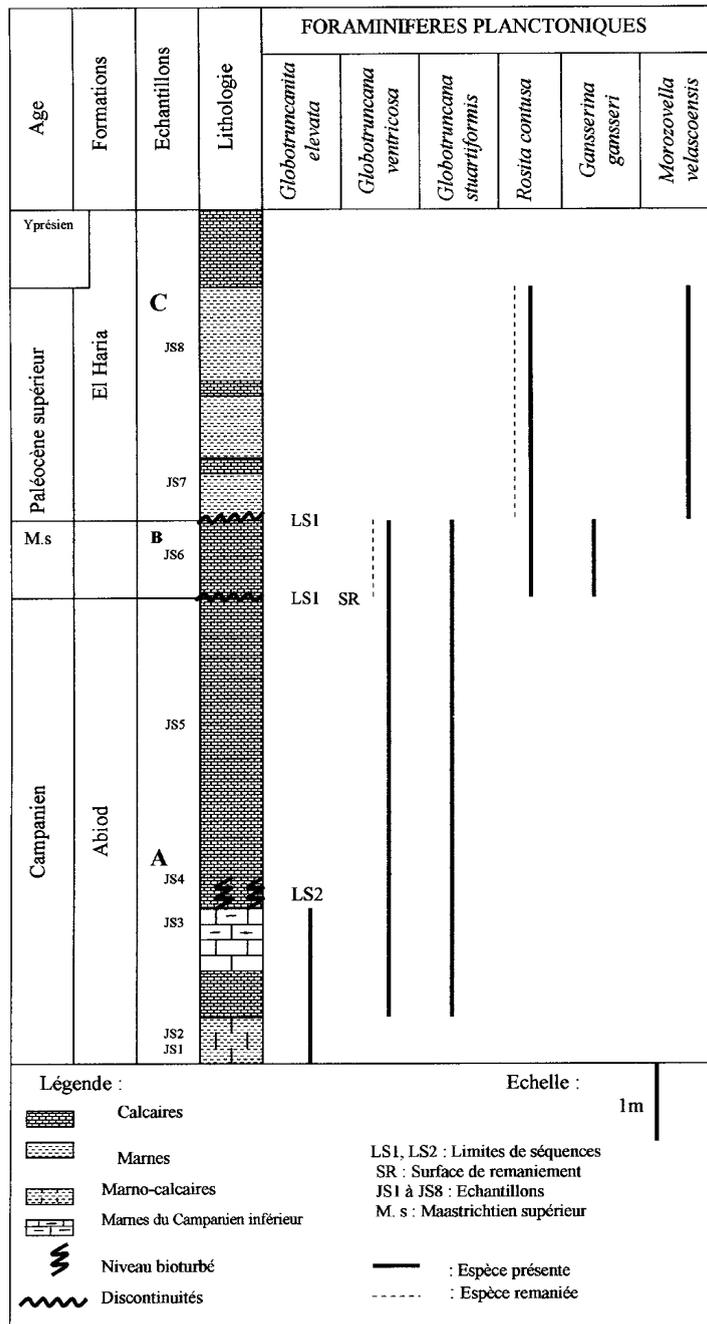


Fig. 2. Colonne lithostratigraphique de la coupe de Khanguet Zalga.

Fig. 2. Lithostratigraphic column of Khanguet Zalga.

pectivement du Maastrichtien inférieur et du Paléocène inférieur, dans une région caractérisée par une mobilité relativement permanente au cours de ces intervalles.

La coupe levée à Khanguet Zalga est située sur le tracé de cet accident bordier NE–SW, responsable de la mise en place de figures de gravité au cours du Campanien–Maastrichtien.

4. Interprétation du remaniement de microfaune

Le premier contact sédimentaire, en apparence transition ménagée entre A et B, dissimule en fait une lacune de l'intervalle Campanien supérieur–Maastrichtien inférieur, caractérisée par l'absence des biozones à *Globotruncana calcarata* et *Gl. falsostuarti*. Ceci s'explique

par une activité tectonique synsédimentaire, montrant une subsidence très faible dans ce secteur, comparativement au reste du massif [12,16].

La reprise (B) de la sédimentation a été contemporaine d'un remaniement sous-marin. Le J. Serj faisait parti d'un bassin distal, structuré en blocs ayant enregistré une subsidence variable. Les zones les moins subsidentes ont subi préférentiellement une érosion sous-marine, attestée par la coexistence de plusieurs taxons de biozones successives.

Le contact entre B et C correspond à une discontinuité sédimentaire, qui sépare la barre calcaire (formation Abiod) de la formation argileuse El Haria sus-jacente. Latéralement, le premier niveau transgressif fossilise une activité tectonique synsédimentaire, attestée par un réseau de failles qui provoquent un compartimentage en horst et graben.

Le jeu de ces failles a généré des blocs soulevés, réduisant l'espace disponible. Cette aire de dépôt, ainsi circonscrite, n'a été surmontée de sédiment qu'au Paléocène supérieur [5], dont les dépôts sont venus recouvrir uniformément plusieurs domaines paléogéographiques, différenciés à la fin du Crétacé supérieur.

Cette transgression majeure serait liée à une montée eustatique exceptionnelle qui a masqué les effets d'une activité tectonique d'âge fini-Crétacé. Cette dernière a été favorable à des épisodes de remaniements sous-marins, sur des blocs exhaussés au milieu du bassin distal. La composition de la biophase est en faveur d'une érosion sous-marine, accompagnée d'un faible taux de sédimentation.

Ainsi, l'analyse biostratigraphique de cette section de la formation Abiod nous a permis de reconstituer les épisodes de sédimentation, accompagnés au moins par deux phases distinctes de remaniement sous-marin. La réduction en puissance de la formation Abiod ne se produit pas, contrairement à ce qu'on avait admis, selon une direction privilégiée, et ne s'explique pas non plus par une condensation [16] ou par un ravinement in situ [17]. Elle serait le résultat d'une première érosion sous-marine (Campanien supérieur–Maastrichtien inférieur) et d'une deuxième du Maastrichtien supérieur (zone à *Abathomphalus mayaroensis*).

5. Signature de la tectonique et de l'eustatisme

Les auteurs [7,14,18] ont écrit que la tectonique était responsable de la variation simultanée des puissances et des faciès, mais cette affirmation est souvent invérifiable dans un même domaine paléogéographique. Dans un certain domaine paléogéographique, la variation de puissance est une signature matérielle de l'activité tec-

tonique, responsable de la variation de la subsidence. Dans le secteur étudié, elle a joué à deux reprises. Elle est également matérialisée à proximité de la faille bordière par des figures de gravité, des brèches synsédimentaires, des *slumps* et des olistholites, nos observations confirmant celles de nos prédécesseurs dans cette région [17]. Les indices de cette tectonique ont été également signalés par plusieurs auteurs dans d'autres domaines paléogéographiques [6,13].

La tectonique synsédimentaire semble jouer un rôle primordial au cours du Campanien–Maastrichtien [6,13,17]. Elle a perturbé profondément la subsidence et également la signature eustatique. Les séquences de dépôt de cet intervalle sont difficiles à déchiffrer dans le détail. En effet, le contexte tectono-sédimentaire engendre une sédimentation discontinue et un remaniement sous-marin, surtout à l'apex des blocs exhaussés, où les limites des séquences s'amalgament. Ce télescopage des limites est matérialisé par le remaniement de microfaunes en milieu de bassin distal. Les deux limites, de part et d'autre de l'ensemble B, peuvent être considérées comme des limites de séquences de type 1. Les directions NW–SE et NE–SW des fractures sembleraient déterminer la répartition des aires de dépôts circonscrits en blocs plus ou moins exhaussés. Ces derniers ont été soumis à l'érosion sous-marine. En revanche, les blocs effondrés ont enregistré le maximum de sédimentation.

6. Conclusion

L'analyse biostratigraphique du Crétacé supérieur sur le flanc sud-est du J. Serj nous a révélé que certains contacts sédimentaires correspondaient à des ravinelements majeurs, accompagnés de remaniement sous-marin.

La formation Abiod étudiée ici, rapportée au Campanien–Maastrichtien [12], montre en fait une série sédimentaire incomplète qui comporte directement, au-dessus du Campanien inférieur à moyen, caractérisé par ses deux premières biozones, le Maastrichtien supérieur, daté notamment par *Rosita contusa*.

Le Paléocène supérieur transgressif, à *Morozovella velascoensis* (C), vient à son tour raviner son substratum (B), le mécanisme étant attesté par la coexistence de microfaune de différentes biozones.

Les faciès analysés ne présentent aucune signature de courant. Ceci est confirmé par les microfaciès, qui ne renferment pas d'éléments indiquant la proximité d'un continent. Cette dynamique sédimentaire est influencée par une tectonique contemporaine de la sédimentation et dominée par une distension [7,14] ou par une compression [11].

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier vivement H. Boughdiri Mabrouk (maître assistant à la faculté des sciences de Bizerte) d'avoir enrichi la version anglaise de cette note.

Références

- [1] R. Abdessalam, Stratigraphie, micropaléontologie et environnement de dépôt du Crétacé supérieur de la Tunisie centro-septentrionale, thèse, université de Tunis, 1998, 271 p.
- [2] A. Ben Ferjani, P.-F. Burolet, F. Mejri, Petroleum Geology of Tunisia, Mém. ETAP. Tunis, n° 1, 194 p.
- [3] P.-F. Burolet, Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie centrale, Ann. Min. Géol., Tunis 18 (1956) 350.
- [4] H.M. Bolli, J.B. Saunders, K. Perch-Nielsen (Eds.), Planktic Foraminifera, Calcareous Nannofossils and Calpionellids, vol. 1, Cambridge University Press, New York, 1989, 599 p.
- [5] G. Castany, Étude géologique de l'Atlas Tunisien Oriental, Ann. Min. Géol., Tunis 8 (1951) 632.
- [6] D. Comte, P. Dufaure, Quelques précisions sur la paléogéographie tertiaire en Tunisie centrale et centro-orientale, du cap Bon à Mezzouna, Ann. Mines Géol., Tunis 26 (1973) 241–256.
- [7] M. Dlala, Les manifestations tectono-sédimentaires d'âge Campanien–Maastrichtien en Tunisie : Implications sur l'évolution géodynamique de la marge nord-africaine, C. R. Geoscience 334 (2002) 135–140.
- [8] D. Fournié, Nomenclature stratigraphique des séries du Crétacé supérieur au Tertiaire de la Tunisie, Bull. Centre Rech. Expl. Elf-Aquitaine 2 (1) (1978) 97–148.
- [9] T. Jacquin, J.-P. Garcia, C. Ponsot, J. Thierry, P.-R. Vail, Séquences de dépôt et cycles régressifs–transgressifs en domaine marin carbonaté : exemple du Dogger du bassin de Paris, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II 315 (1992) 353–362.
- [10] A. Jauzein, Contribution à l'étude géologique des confins de la dorsale tunisienne (Tunisie septentrionale), Ann. Min. Géol., Tunis 22 (1967) 22.
- [11] J. Letouzey, P. Trémolières, Paleostress fields around the Mediterranean since the Mesozoic derived from microtectonics comparisons with plate tectonic data–colloque sur les chaînes alpines, in: 27th Int. Geol. Congr., Paris, 1980, pp. 261–273.
- [12] J. Marie, P. Trouvé, G. Desforges, P. Dufaure, Nouveaux éléments de la paléogéographie du Crétacé de la Tunisie, in : Notes Mém. n° 19, CFP-Total, Paris, 1982, pp. 6–37.
- [13] M.H. Negra, Les dépôts de plate-forme à bassin du Crétacé supérieur en Tunisie centro-septentrionale (formation Abiod et faciès associés). Stratigraphie, sédimentation, diagenèse et intérêts pétroliers, thèse d'État, université de Tunis, (1994), 649 p.
- [14] A. Ouahchi, H. Bismuth, M.M. Turki, Nouvelles données sur le Crétacé et l'Éocène des environs de Grombalia (Tunisie nord-orientale), Géol. méditerr. XX (1) (1993) 25–43.
- [15] L. Pervinrière, Étude géologique de la Tunisie centrale, 1 vol. in 8°, F.-R. de Rudeval, Paris, 1903, 359 p.
- [16] F. Robazynski, J.M. Gonzalez Donoso, D. Linares, F. Amédro, M. Caron, C. Dupius, A.V. Dhondt, S. Gärtner, Le Crétacé supérieur dans la région de Kalâat Senan, Tunisie centrale. Litho-biostratigraphie intégrée : zone d'ammonites, de foraminifères planctoniques et de nannofossiles du Turonien supérieur au Maastrichtien, Bull. Centres Rech. Elf-Explor. Prod. 22 (2) (2000) 359–490.
- [17] J. Salaj, Microbiostratigraphie du Crétacé et du Paléogène de la Tunisie septentrionale et orientale (Hypostratotypes tunisiens), Inst. Géol. Dionyz Stur, Bratislava, 1980, 238 p.
- [18] M.M. Turki, Polycinématique et contrôle sédimentaire associés sur la cicatrice Zaghouan Nebhana, thèse d'État, université de Tunis, 1988, 259 p.