

R E V U E D E PALÉOBIOLOGIE

ISSN 0253-6730

VOL. 32 - N° 1, 2013



Muséum d'Histoire Naturelle • Ville de Genève • Suisse

Biostratigraphie des foraminifères planctoniques et caractéristiques de la limite Danien/Sélandien au nord-ouest de la Tunisie

Moncef Saïd MTIMET¹, Narjess KAROUI-YAAKOUB^{1,2}, Mohamed Faouzi ZAGRARNI³
& Mohamed Hédi NEGRA^{2,4}

Résumé

L'étude biostratigraphique de la coupe de Tajérouine nous a permis d'identifier, de dater et de caractériser l'intervalle du passage Danien/Sélandien (Paléocène, 60 Ma) au nord-ouest de la Tunisie (région de Tajérouine).

D'après la répartition verticale des foraminifères planctoniques récoltés dans les échantillons de marnes, on a pu reconnaître toutes les biozones de la limite Danien/Sélandien (D/S): la biozone à *Praemurica trinidadensis* (P1c) du Danien inférieur, la biozone à *Praemurica uncinata* (P2) du Danien, la biozone à *Igorina pusilla* (P3a) du Danien supérieur et la biozone à *Igorina albeari* (P3b) du Sélandien. Ainsi la base du Sélandien est déterminée par la première occurrence (FO) de l'espèce *Igorina albeari*.

La distribution verticale des taxa montre une disparition des genres *Eoglobigerina* et *Praemurica* au-dessus de la limite Danien/Sélandien, une diminution du genre *Parasubbotina* et une prédominance des genres *Subbotina* et *Globanomalina*. On note également une remarquable diversification des foraminifères planctoniques avec l'évolution des lignées muricées et photosymbiotiques représentées par les genres *Igorina*, *Morozovella* et *Acarinina*.

Sur le plan lithologique, le passage D/S coïncide avec un niveau bioturbé, riche en grains de glauconies et en phosphates. Ce niveau, qui coiffe un banc calcaire, constitue sur le terrain un bon repère de la limite D/S et permet d'établir des corrélations à petite et à grande échelle (Steurbaud *et al.*, 2000; Guasti *et al.*, 2005; Van Itterbeek *et al.*, 2007; Sprong *et al.*, 2009; Obaidalla *et al.*, 2009; Arenillas, 2012).

Le niveau glauconieux témoigne d'un événement global (qui s'est déroulé au niveau du passage Danien/Sélandien) bien enregistré sur le plan biostratigraphique et lithologique.

Mots-clés

Tunisie, Foraminifères planctoniques, limite Danien/Sélandien, Paléocène.

Abstract

The planktonic foraminifera biostratigraphy and the characteristics of the Danian/Selandian boundary at the North West of Tunisia.- The study of planktic foraminifera of the Tajérouine section (North West of Tunisia) enabled us to identify, date and characterize the interval of the Danian/Selandian (D/S) transition (Paleocene, 60 Ma) in the North West of Tunisia (Tajérouine).

According to the vertical distribution of species collected in the marl samples, all the biozones of the D/S transition were recognized: the *Praemurica trinidadensis* biozone (P1c) of early Danian, the *Praemurica uncinata* biozone (P2) of Danian, the *Igorina pusilla* biozone (P3a) of the upper Danian and the *Igorina albeari* biozone (P3b) of Selandian.

Thus the base of Selandian is marked by the first occurrence (FO) of the species *Igorina albeari*.

The vertical distribution of taxa revealed a disappearance of the *Eoglobigerina* and *Praemurica* genus above the D/S limit, decrease in the *Parasubbotina* genus and a predominance of the *Subbotina* and *Globanomalina* genus. Also we note a remarkable diversification of planktonic foraminifera with the evolution of the muricate and photosymbiotic lineages represented by the genus *Acarinina*, *Igorina* and *Morozovella*.

About lithology, the D/S transition coincides with a level of bioturbation, rich in the glauconitic and phosphate grains. This level, reflecting a global event, constitutes, on the field, a good marker of the D/S transition and allows correlations in small and great scale.

Keywords

Tunisia, Planktonic Foraminifera, Danian/Selandian transition, Paleocene.

¹⁾ Université de Carthage, Faculté des Sciences de Bizerte, Département des Sciences de la Terre. Jarzouna, Bizerte, 7021, Tunisie. Email: moncef_mtimet@yahoo.fr

²⁾ Unité de recherche: Pétrologie sédimentaire et cristalline, Université de Tunis El Manar. E-mail: narjess1999@yahoo.fr//Narjess.ElKarouiYaakoub@fsb.rnu.tn

³⁾ Institut supérieur des sciences et technologie de l'eau de Gabès (ISSTEG)

⁴⁾ Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Département des Sciences de la Terre. Tunis, Tunisie

INTRODUCTION

La limite Danien/Sélandien, a été définie au Danemark où elle est caractérisée par un hiatus sédimentaire. La biozonation de cet intervalle dans les basses et hautes latitudes est basée sur la répartition des foraminifères planctoniques et a été divisée en trois zones; *Praemurica uncinata*, *Morozovella angulata* et *Igorina pusilla* (Bolli, 1957, 1966; Toumarkine & Luterbacher, 1985; Canudo & Molina, 1992); les premières apparitions de ces espèces définissent les limites inférieures de ces biozones. La première apparition (FO) de *Globanomina pseudomenardii* correspond à la limite supérieure de la biozone à *I. pusilla*.

La zonation de Blow (1979) se base sur deux biozones: P2, équivalente à la zone à *Praemurica uncinata* et P3 équivalente aux zones à *M. angulata* et *I. pusilla*. Berggren *et al.* (1995) et Berggren & Pearson (2005) subdivisent la zone P3 en deux sous-zones: P3a et P3b, avec la FO de *Igorina albeari* comme limite entre les zones P3a /P3b. Arenillas & Molina (1995, 1997) utilisent la FO de *Morozovella crosswicksensis* et *Igorina albeari* pour subdiviser P3 de Berggren *et al.* (1995) en trois biozones: zones à *M. angulata*, à *M. crosswicksensis* et à *I. albeari*.

Olsson *et al.* (1999) considèrent *M. crosswicksensis* comme étant synonyme junior de *Morozovella oclusa*. Les spécimens types de *crosswicksensis* de la partie la plus basale du Sélandien selon Blow (1979) et Arenillas (1996) sont considérés comme *Morozovella cf. albeari* par Arenillas & Arz (2007).

Actuellement la limite Danien/Sélandien est définie dans la coupe de Zumaia (nord de l'Espagne) en se basant sur la radiation des nannofossiles calcaires (*Fasciculithus*) considérée comme étant un événement global (Schmitz *et al.*, 2011). La détermination de la limite D/S basée sur les foraminifères planctoniques n'est pas encore clarifiée à cause des problèmes taxonomiques et l'incertitude dans la corrélation des zones du Paléocène (Arenillas, 2008). Dans ce présent travail nous proposons que lorsque les espèces du genre *Igorina* commencent à développer une carène bien tranchante (Soldan *et al.*, 2011), elles peuvent être considérées comme les premiers représentants de l'espèce indice *Igorina albeari*, qui marque la base de la sous-zone P3b du Sélandien.

En Tunisie la limite D/S est reconnaissable sur le terrain par la présence d'un niveau repère de grains de glauconies, d'épaisseur variable allant de quelques centimètres et pouvant atteindre un mètre, présent dans la majorité des coupes étudiées. Ce niveau coïncide avec la première apparition de l'espèce marqueur *I. albeari*. Ce niveau glauconieux témoigne d'un événement global (qui s'est déroulé au niveau du passage Danien/Sélandien) bien remarquable lithologiquement et bien calé biostratigraphiquement.

1. CADRE GÉOGRAPHIQUE

Le secteur d'étude est localisé à l'extrémité sud-est de la feuille géologique de Tajérouine à l'échelle 1/50.000 (Burolet *et al.*, 1956), sur le flanc sud-est du Jebel El Houdh. Il se situe dans le nord-ouest de la Tunisie à proximité de la frontière algéro-tunisienne. Le secteur est bien desservi par le réseau routier de Tajérouine qui s'articule sur la route GP17 reliant Tajérouine au Kef et Tunis. Au sud du secteur, la ville de Jérissa est accessible par le GP18 qui se branche sur la route GP17 au point kilométrique 145 du côté de Tajérouine, et par la route Mc 172 à partir de Dahmani (Fig. 1).

2. CADRE GÉOLOGIQUE

Notre secteur d'étude appartient à une zone intermédiaire entre l'Atlas central et l'Atlas septentrional de la Tunisie à diapirs et fossés d'effondrements (Burolet *et al.*, 1956; Chikhaoui, 2002; Castany, 1951). Elle est dominée par des structures plissées entrecoupées par deux bassins d'effondrements correspondant aux fossés de Kalaat Khasba et de Rohia. Le secteur se situe au niveau du rebord oriental du fossé de Kalaat Khasba; il est limité par le monoclin à noyau calcaire d'âge aptien de la ville de Jérissa du côté sud, et par le synclinal à calcaires à nummulites d'âge éocène du Jebel EL Houdh du côté nord (Fig. 2). La coupe est localisée sur la feuille géologique de Tajérouine entre les coordonnées Lambert, M [X1=385,3; Y1=287,3; Z1=890]; N [X2=385,7; Y2=286,6; Z2= 775] (avec M: sommet de la coupe, N: base de la coupe et Z: altitude en m).

3. MÉTHODOLOGIE

Sur le terrain, la coupe de Tajérouine présente des affleurements bien dégagés des séries s'étalant du Maastrichtien supérieur à l'Yprésien basal (Fig. 3). Elle a fait l'objet d'un échantillonnage particulièrement serré au voisinage de la limite Danien/Sélandien. Ceci a permis une analyse biostratigraphique détaillée et cohérente afin de bien préciser les limites des biozones de la limite Danien/Sélandien.

Au laboratoire, les échantillons de marnes sont trempés dans l'eau de robinet pendant 2 à 3 jours puis lavés à travers une colonne de tamis de 2 mm, 500 µm, 250 µm, 100 µm et 63 µm. Les résidus ainsi obtenus sont séchés dans l'étuve à moins de 50 °c, puis triés sous la loupe binoculaire afin d'extraire la microfaune. En cas de nécessité, les coquilles ont été nettoyées à l'aide d'ultrasons. Les illustrations photographiques sont faites à l'aide du microscope électronique à balayage (MEB) au laboratoire de l'Entreprise Tunisienne des Activités Pétrolières (ETAP).

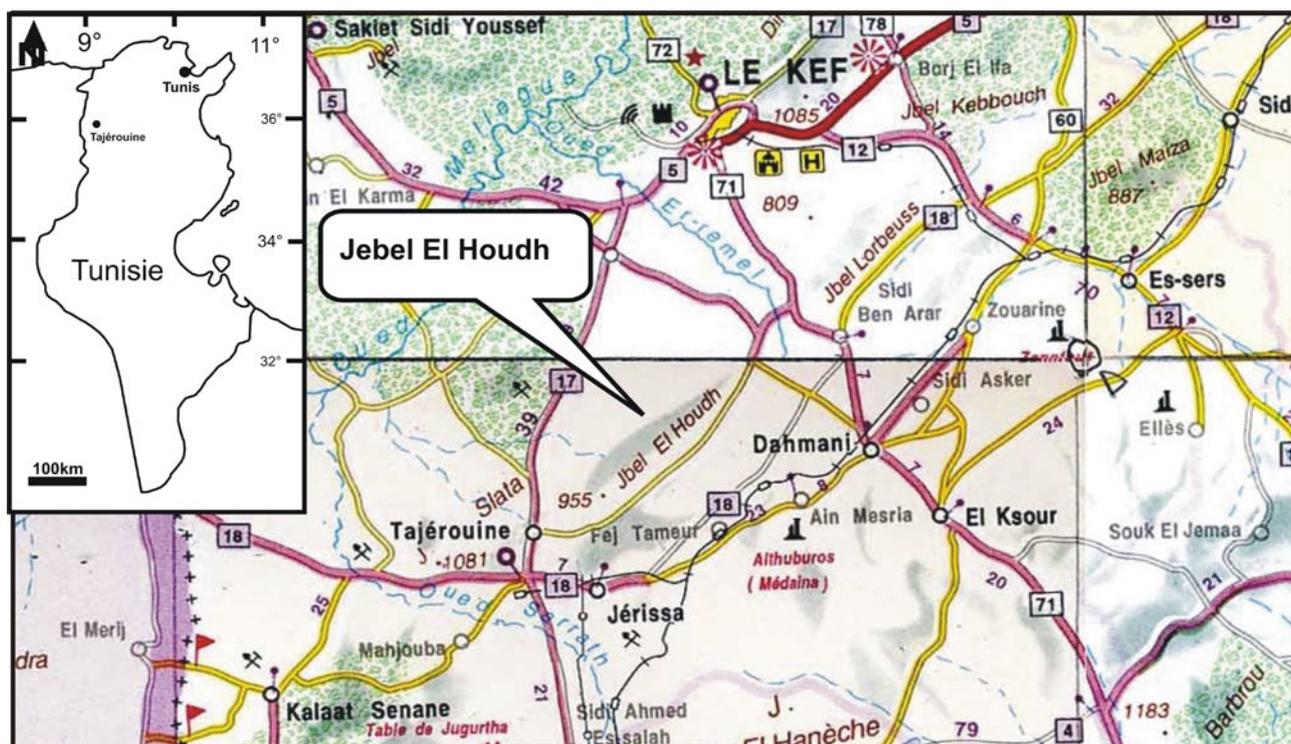


Fig. 1: Localisation du secteur de Tajerouine sur un extrait de la carte routière de la Tunisie.

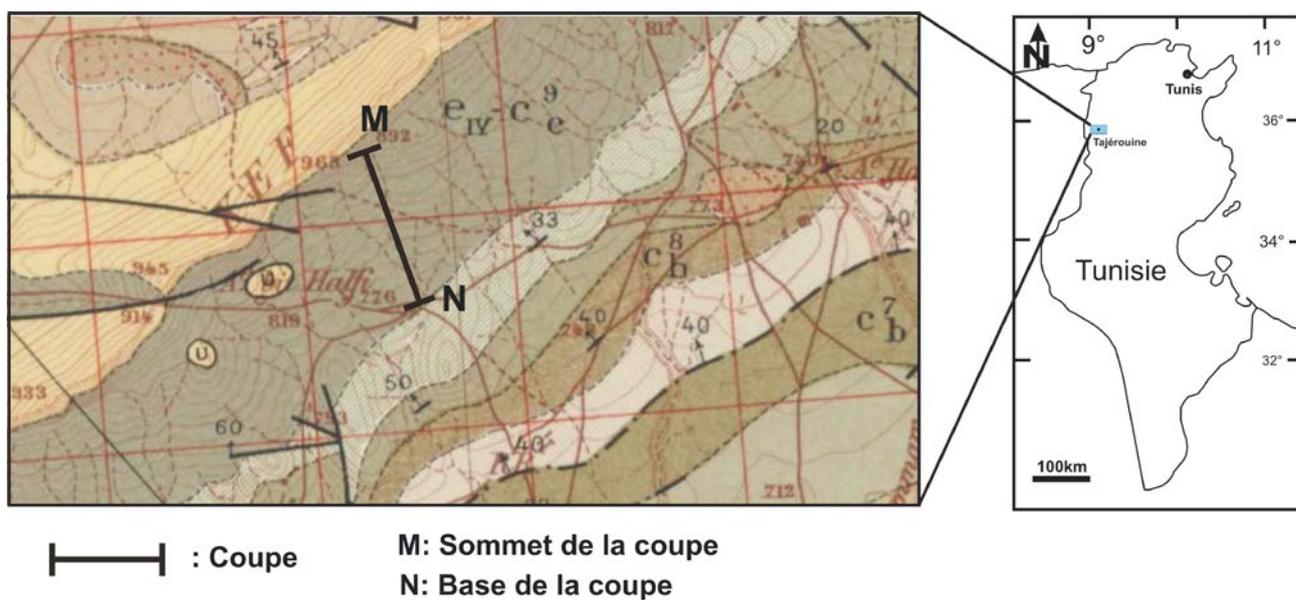


Fig. 2: Localisation de la coupe du Jebel El Houdh sur un extrait de la carte géologique de Tajerouine au 1/50 000.

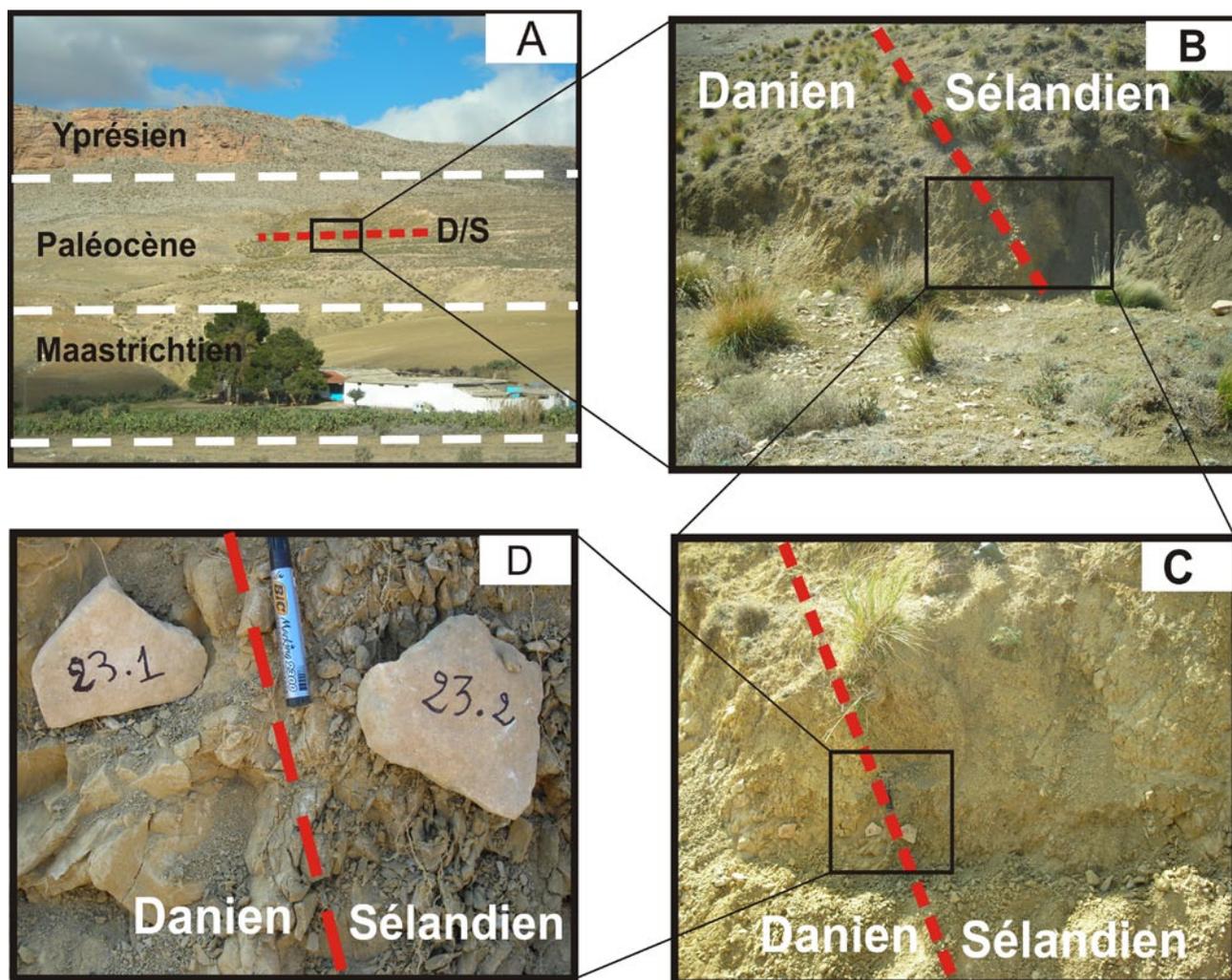


Fig. 3: A: Vue panoramique au niveau du jebel El Houdh. B, C et D: Photos au niveau de la limite Danien/Sélandien.

4. DESCRIPTION BIOSTRATIGRAPHIQUE

4.1. L'unité U1 (échantillons T16-T19)

Cet intervalle, épais de 15 m, est formé par des marnes gris foncé avec des veines de calcite et des concrétions de jarosite jaune. Cet intervalle a livré une microfane abondante et en bon état de conservation, les foraminifères reconnus étant (Fig. 4-8): *Eoglobigerina edita* (Subbotina), *E. spiralis* (Bolli), *E. fringa* (Subbotina), *Parasubbotina varianta* (Subbotina), *P. pseudobulloides* (Plummer), *Chiloguembelina midwayensis* (Cushman), *Globanomalina planocompressa* (Shutskaya), *G. compressa* (Plummer), *Morozovella preangulata* (Blow), *Preamurica trinidadensis* (Bolli), *Pr. inconstans* (Subbotina), *Pr. uncinata* (Bolli), *Subbotina triloculinoïdes* (Plummer), *S. trivialis* (Subbotina), *S. triangularis* (White), *Woodringina* spp. Cette association indique le Danien inférieur et précisément la zone à *Pr. trinidadensis* (P1c) pour les échantillons T15 à T17, et à *Preamurica uncinata* (P2) pour les échantillons T18 à T19.

4.2. L'unité U2 (échantillons T20-T25)

Cet intervalle, épais de 12 m, est représenté par des alternances des bancs décimétriques de calcaires gris-beige argileux, fins avec des marnes gris beige. Il est très riche en grains de glauconies et de phosphates surtout au niveau des échantillons T23, T23.1, T23.2 et T23.3 (Fig. 8). C'est dans cet intervalle que se fait le passage Danien/Sélandien et plus précisément entre T23.1 et T23.2. L'association de foraminifères planctoniques de cet intervalle est composée des espèces suivantes (Fig. 4-8): *Parasubbotina pseudobulloides* (Plummer), *P. varianta* (Subbotina), *Praemurica uncinata* (Bolli), *Subbotina triloculinoïdes* (Plummer), *S. triangularis* (White), *S. velascoensis* (Cushman), *S. cancellata* (Blow), *Globanomalina ehrenbergi* (Blow) *G. chapmani* (Plummer), *G. imitata* (Blow), *Morozovella preangulata* (Blow), *M. angulata* (White), *M. apenthesma* (Loeblich & Tappan), *M. conicotruncana* (Subbotina), *M. aequa* (Cushman & Renz), *Acarinina strabocella* (Loeblich & Tappan), *Chiloguembelina subtriangularis* (Beckmann), *Igorina pusilla* (Bolli), *I. albeari* (Cushman & Bermudez).

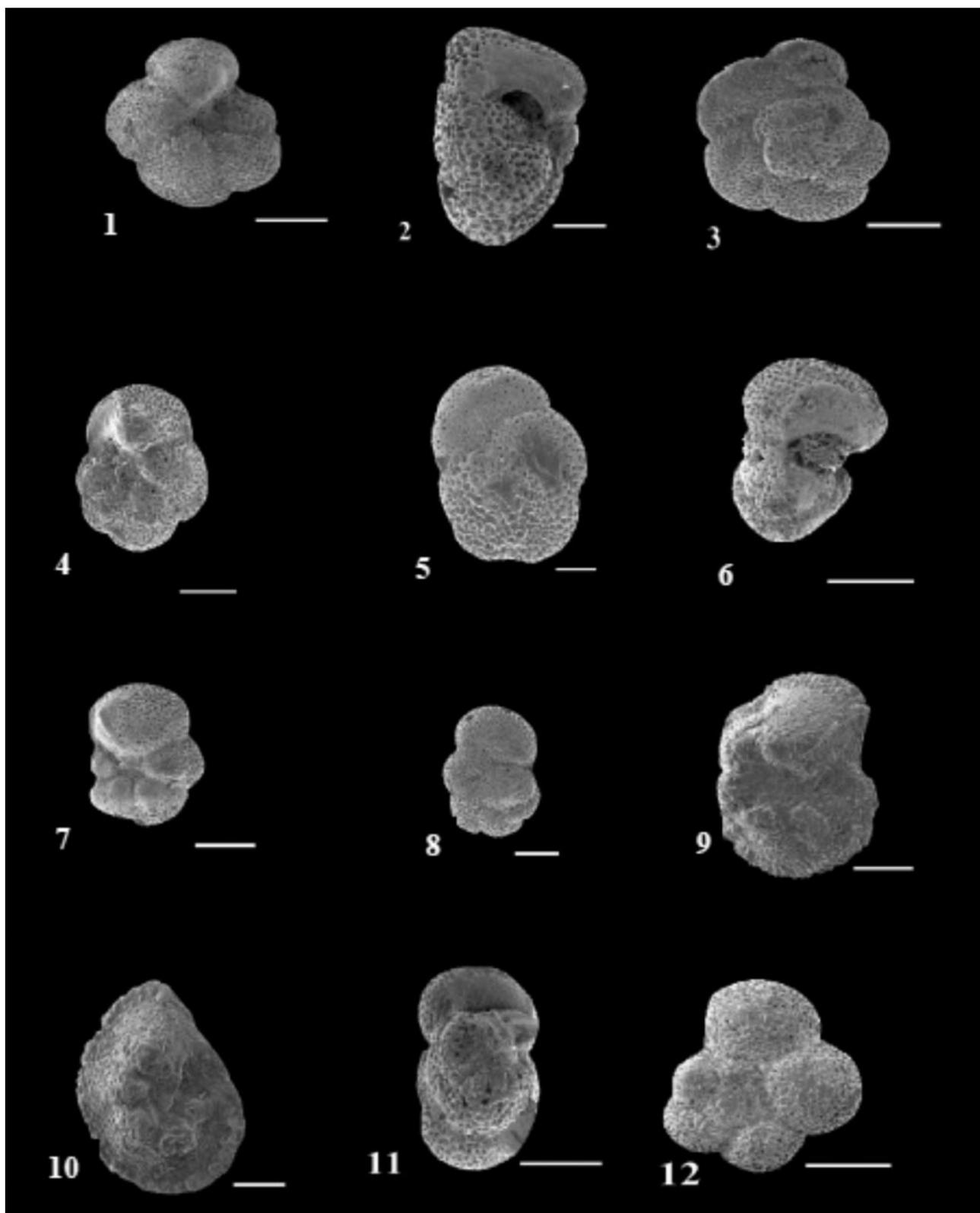


Fig. 4: Clichés réalisés au M.E.B. des foraminifères planctoniques du passage Danien/Sélandien de la coupe de Tajérouine. 1-5: *Morozovella angulata* (White), 1: Vue ombilicale, échantillon T₂₆, Barre=100 µm, 2: Vue de profil, échantillon T_{24,17}, Barre=50 µm, 3: Vue spirale, échantillon T₂₅, Barre=100 µm, 4: vue ombilicale, barre=100 µm, 5: Vue de profile, barre=50 µm. 6-8: *Morozovella preangulata* (Blow), Echantillon T₁₉, 6: vue de profil, 7: vue ombilicale, 8: vue spirale. 9-10: *Morozovella velascoensis* (Cushman), 9-10: Vue ombilicale, Barre=100 µm. 11-12: *Praemurica inconstans* (Subbotina), Echantillon T₁₈, 11: vue de profil, 12: vue spirale, Barre=100 µm.

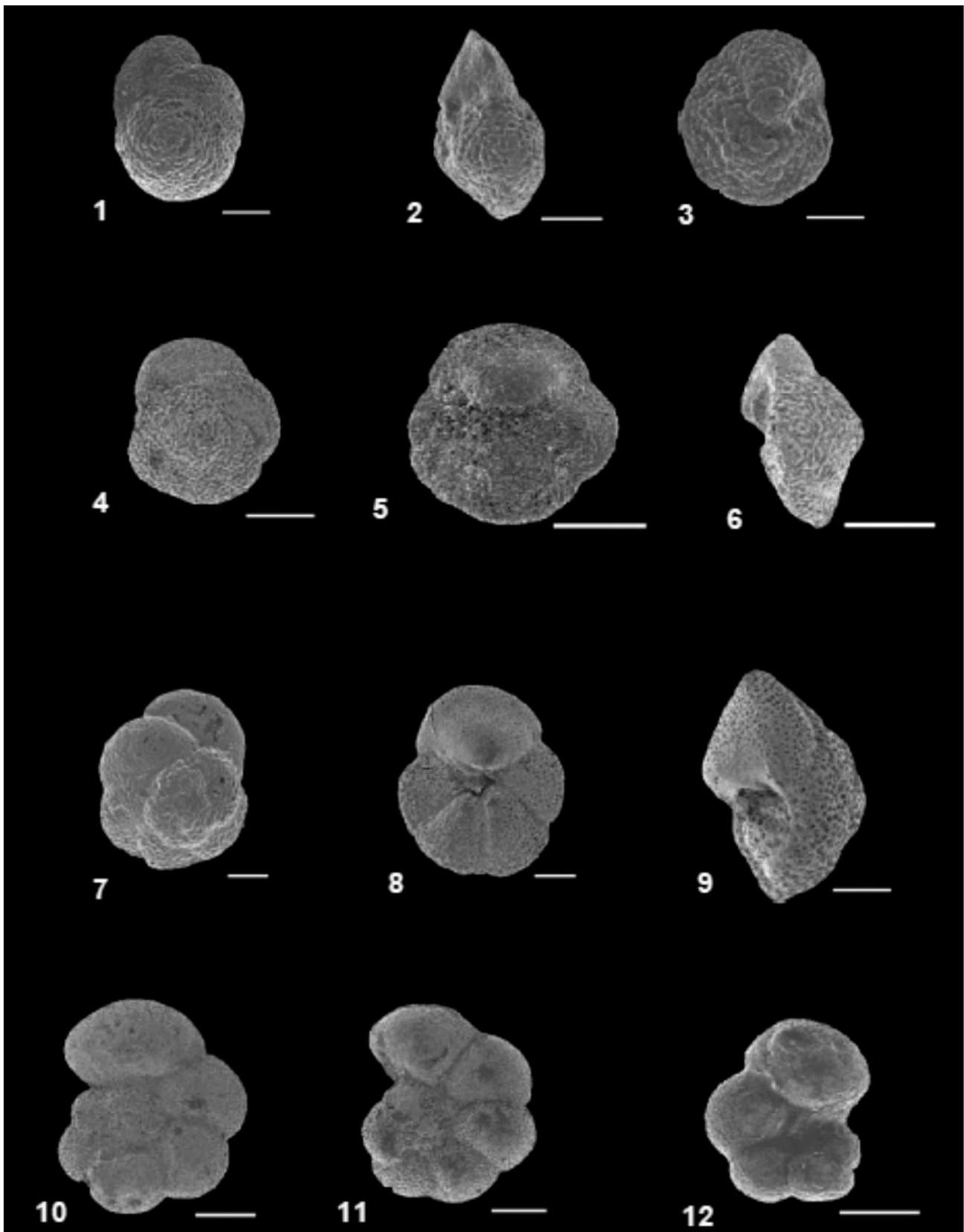


Fig. 5: Clichés réalisés au M.E.B. des foraminifères planctoniques du passage Danién/Sélandien de la coupe de Tadjérouine. 1-6: *Igorina albeari* (Cushman & Bermudez), 1: Vue spirale, barre=100, 2: vue de profil, barre=100 μm , 3: Vue ombilicale, barre=100 μm , Echantillon T28, 4: Vue spirale, 5: Vue ombilicale, 6: Vue de profil, Barre=100 μm . 7-9: *Igorina pusilla* (Bolli), 7: Vue spirale, échantillon T24, barre=50 μm , 8: Vue ombilicale, échantillon T24, barre=50 μm , 9: Vue de profil, échantillon T24, barre=50 μm . 10-12: *Praemurica uncinata* (Bolli), 10: Vue spirale, 11: vue spirale, 12: vue ombilicale, Barre=100 μm .

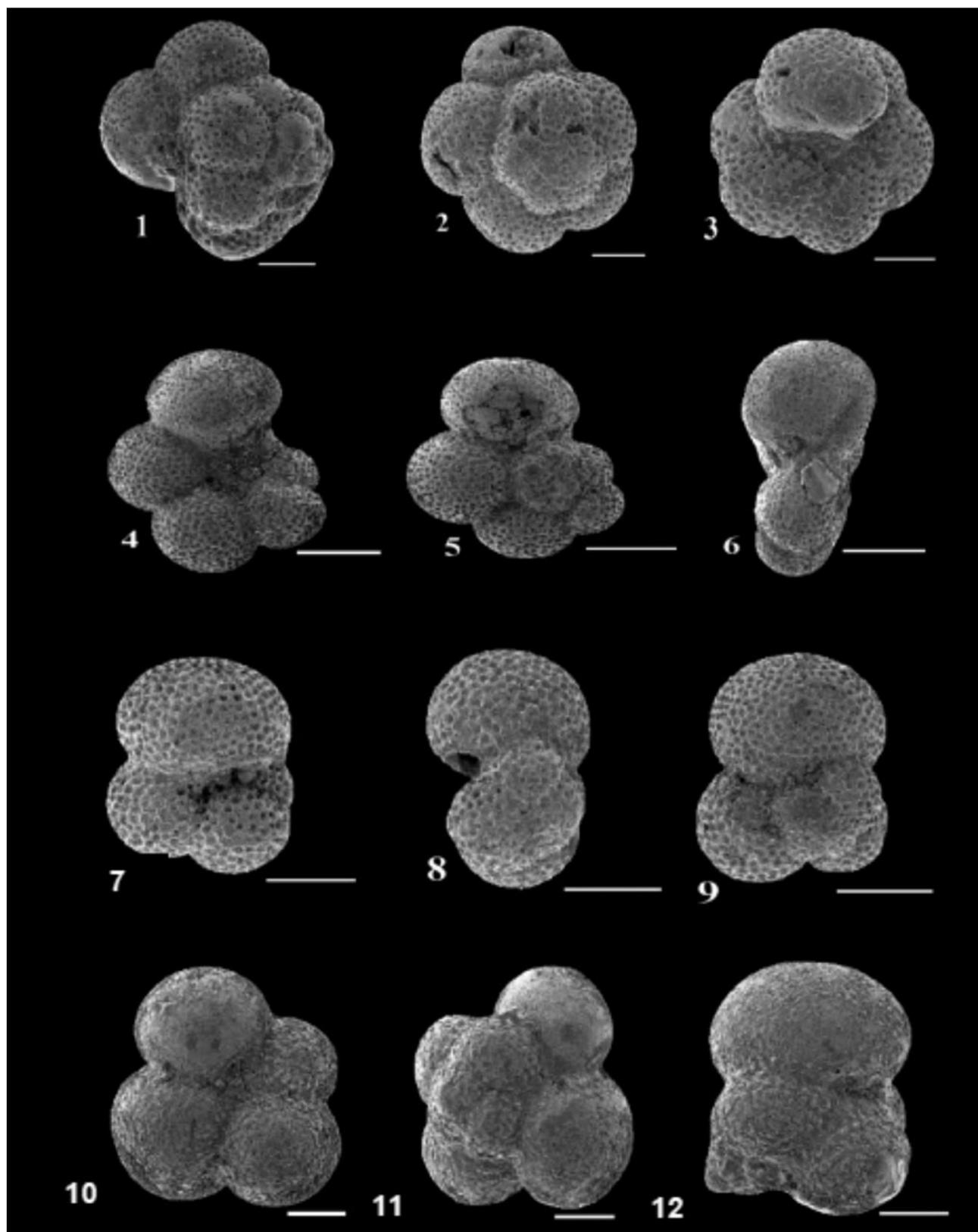


Fig. 6: Clichés réalisés au M.E.B. des foraminifères planctoniques du passage Danien/Sélandien de la coupe de Tajérouine. 1-3: *Eoglobigerina spiralis* (Bolli), Echantillon T₁₉, 1: vue de profil, 2: vue spirale, 3: vue ombilicale, Barre=50 µm. 4-6: *Parasubbotina pseudobulloides* (Plummer), 4: Vue ombilicale, 5: Vue spirale, 6: Vue de profil, Barre=100 µm. 7-9: *Subbotina triloculinoides* (Plummer), 7: Vue ombilicale, échantillon T₁₅, 8: Vue de profil, échantillon T₂₂, 9: Vue spirale, échantillon T₂₃, Barre=100 µm. 10-12: *Subbotina trivialis* (Subbotina), 10: Vue ombilicale, 11: Vue spirale, 12: vue de profil, Barre=50µm.

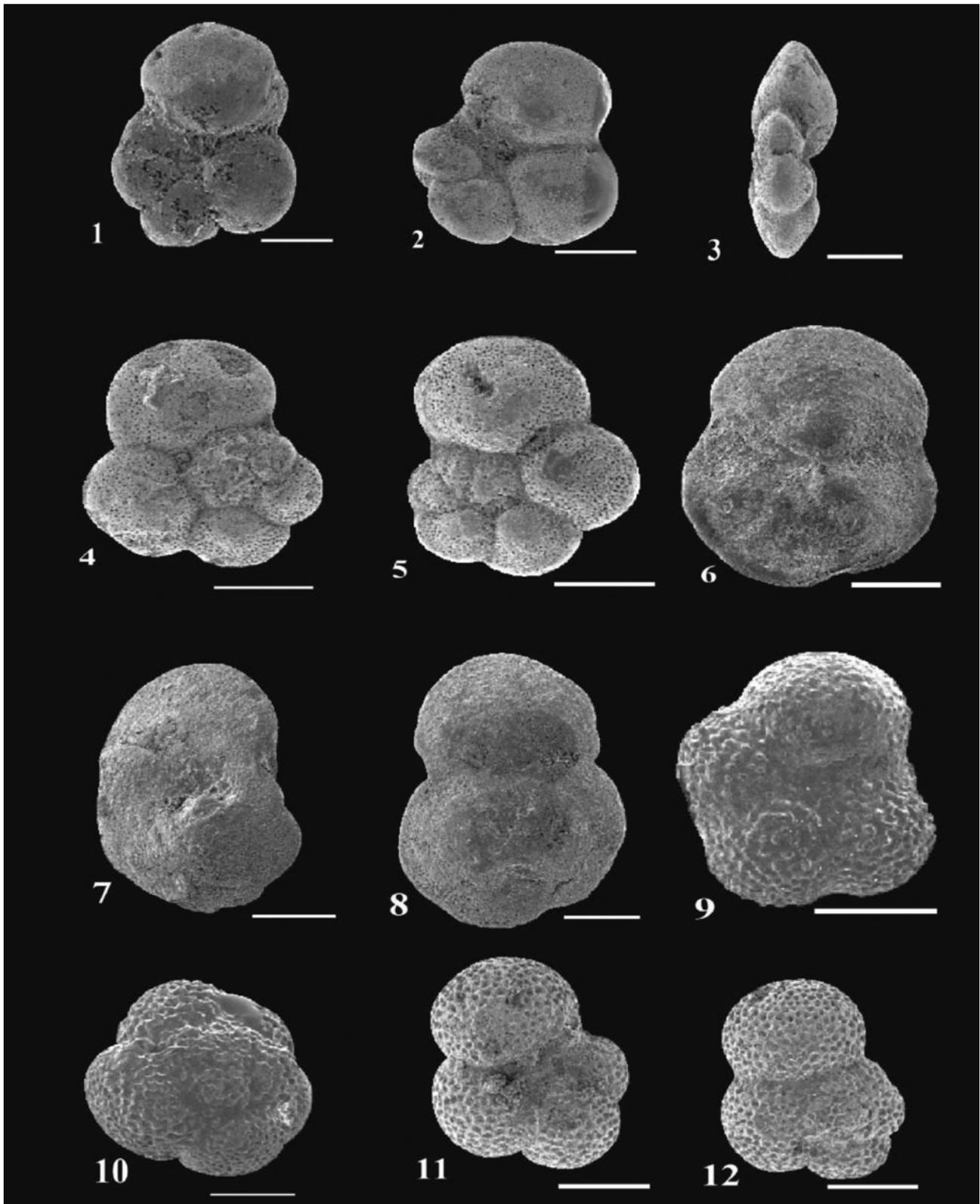


Fig. 7: Clichés réalisés au M.E.B. des foraminifères planctoniques du passage Danien/Sélandien de la coupe de Tadjerouine. 1-5: *Globanomalina chapmani* (Parr), 1: Vue ombilicale, échantillon T₁₉, 2: Vue ombilicale, échantillon T₁₉, 3: Vue de profil, échantillon T_{23,3}, 4: Vue spirale, échantillon T_{23,3}, 5: Vue spirale, échantillon T_{24,1}, Barre=100 µm. 6-8: *Globanomalina pseudomenardii* (Bolli), Echantillon T₂₈, 6: Vue ombilicale, 7: Vue spirale, 8: Vue spirale, Barre=100 µm. 9-10: *Acarinina strabocella* (Loeblich & Tappan), 9: Vue ombilicale, 10: Vue spirale, Barre=100 µm. 11-12: *Parasubbotina varianta* (Subbotina), Echantillon T₂₆, 11: vue ombilicale, 12: Vue spirale, Barre=100 µm.

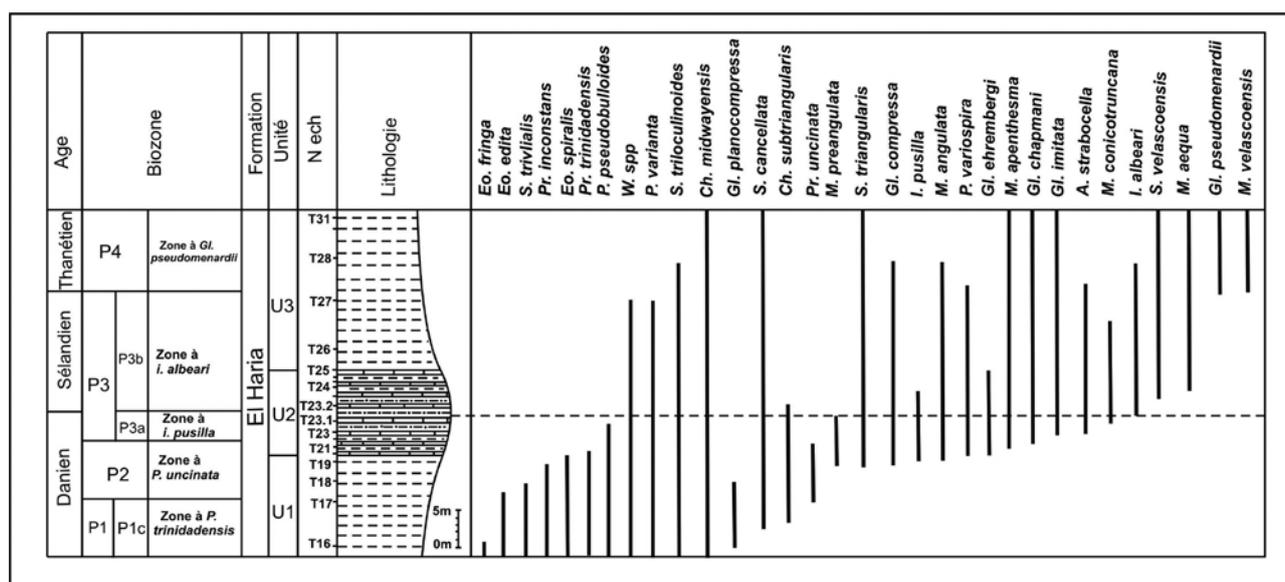


Fig. 8: Répartition verticale des foraminifères planctoniques le long de l'intervalle Danien/Sélandien dans la coupe de Tajérouine.

Cette association indique la partie sommitale de la zone à *Praemurica uncinata* (P2) pour les échantillons T20 à T21, la zone à *Igorina pusilla* (P3a) pour les échantillons T22 à T23.1 et la partie inférieure de la zone à *Igorina albeari* (P3b) pour les échantillons T23.2 à T25.

4.3. L'unité U3 (échantillons T26-T31)

Cet intervalle marneux, de 20 m d'épaisseur, contient à sa base des marnes gris foncé avec des veines de gypse (Fig. 8). Il a livré une association faunique moins abondante et très mal conservée (à part les échantillons T27 et T28). Parmi les foraminifères planctoniques, nous avons déterminé (Fig. 4-8): *Acarinina strabocella* (Loeblich & Tappan), *Globanomalina chapmani* (Parr), *Igorina albeari* (Cushman & Bermudez), *Morozovella angulata* (White), *M. aequa* (Cushman & Renz), *M. apenthesma* (Loeblich & Tappan), *Parasubbotina varianta* (Subbotina), *P. varispira* (Belford), *Subbotina trilocolinoides* (Plummer), *Subbotina triangularis* (White), *S. velascoensis* (Cushman), *Globanomalina pseudomenardii* (Bolli). Cette association indique la partie sommitale de la zone à *Igorina albeari* (P3b) échantillons T26 à T27, et la partie basale de la zone à *Globanomalina pseudomenardii* (P4) échantillons T28 à T31 du Thanétien.

5. SYNTHÈSE BIOSTRATIGRAPHIQUE (Fig. 9)

5.1. Biozone à *Praemurica uncinata* (P2)

Nous adoptons cette zone d'intervalle comme l'a définie Bolli (1957). Elle mesure 7 m d'épaisseur dans la coupe de Tajérouine et sa limite inférieure est caractérisée

par l'apparition du fossile marqueur alors que sa limite supérieure coïncide avec la première apparition des deux espèces *Morozovella angulata* et *Igorina pusilla*. Cette zone est marquée par l'apparition des espèces faiblement carénées (*Morozovella apenthesma*, *M. praeangulata*) à loges coniques. La zone à *P. uncinata* de la coupe de Tajérouine est équivalente de celle admise par Toumarkine & Luterbacher (1985), semblables à celles à *A. inconstans* de Shutskaya (1965, 1970), à P2 de Berggren (1969), de Blow (1979), de Berggren & Miller (1988), de Berggren *et al.* (1995) et de Karoui-Yaakoub (1999).

5.2. Biozone à *Igorina pusilla* (P3a)

Cette zone d'intervalle mesure 5 m d'épaisseur et sa limite inférieure est caractérisée par l'apparition du fossile marqueur *I. pusilla* en association avec *M. angulata*. Sa limite supérieure est déterminée par la première apparition de l'espèce *I. albeari*. Cette dernière limite marque le passage Danien/Sélandien. La limite inférieure de cette zone concorde avec la base de la biozone à *M. angulata* Berggren *et al.* (1995) qui est caractérisée par l'apparition de l'espèce marqueur. La limite supérieure de la zone est caractérisée par l'apparition de l'espèce *I. albeari*, mais elle est placée plus en haut que chez certains auteurs (Fig. 9).

5.3. Biozone à *Igorina albeari* (P3b)

La limite inférieure de cette zone d'intervalle de 15 m d'épaisseur est caractérisée par l'apparition du fossile marqueur *Igorina albeari* qui marque le passage Danien/Sélandien. Sa limite supérieure coïncide avec l'apparition de l'espèce *Globanomalina pseudomenardii*. Elle est l'équivalent de la zone à *P. pusilla pusilla*

Age	Présent travail		BOLLI(1957)	Berggren et al (1995)	Arenillas et Molina(1997)	Karoui-Yaakoub (1999)	Berggren et Pearson(2005)	Obaidalla et al(2009)	Sprong et al(2009)
	Evenement	Biozonation							
Thanétién	P4	<i>Gl. pseudomenardii</i> ▲	<i>P. pseudomenardii</i>	<i>Gl. pseudomenardii</i>	<i>Gl. pseudomenardii</i>	<i>M. velascoensis</i>	<i>Gl. pseudomenardii</i>	<i>Gl. pseudomenardii</i>	<i>Gl. pseudomenardii</i>
			<i>Gl. pseudomenardii</i>						
Sélandien	P3b	<i>I. albeari</i> ▲	<i>P. pusilla pusilla</i>	<i>I. albeari</i>	<i>I. albeari</i>	P3	<i>I. albeari</i>	<i>I. albeari</i>	<i>I. albeari</i>
					<i>M. cross wick sensis</i>		<i>I. pusilla</i>	<i>I. albeari</i>	<i>I. albeari</i>
Danien	P3a	<i>I. pusilla</i> ▲	<i>M. angulata</i>	<i>M. angulata</i>	<i>M. angulata</i>		<i>M. angulata</i>	<i>M. angulata</i>	<i>M. angulata</i>
Danien	P2	<i>P. uncinata</i> ▲	<i>M. uncinata</i>	<i>P. uncinata</i>	<i>A. uncinata</i>		<i>P. uncinata</i>	<i>P. uncinata</i>	<i>P. uncinata</i>
Danien	P1c		<i>Pr. trinidadensis</i>	<i>M. trinidadensis</i>	<i>P. inconstans</i>		<i>T. trinidadensis</i>	<i>P. inconstans</i>	<i>P. inconstans</i>

Fig. 9: Comparaison entre les biozones proposées du passage Danien/Sélandien.

de Bolli (1957). Sprong *et al.* (2009) ont reconnu *I. albeari* dans toutes les coupes qu'ils ont étudiées en Tunisie et grâce à ce marqueur, ils ont pu identifier la base de la zone P3b. Arenillas (2012), suite à une révision taxinomique, a montré que la limite de la base de la sous-zone P3b de Berggren & Pearson (2005) est marquée par la première apparition de *I. albeari*, qui est approximativement équivalente à la limite de la base de la zone à *M. cf. albeari* de Arenillas & Molina (1997) et Arenillas (2008), définie par la première apparition de *M. cf. albeari* (= *M. crosswicksensis* sensu Blow, 1979 et Arenillas, 1996), puisque les premiers auteurs ont groupé les deux morpho-espèces dans le concept taxinomique de *I. albeari*. Dans le but de préciser la limite D/S, Arenillas (2012) a fait une révision taxinomique et paléocéologique des foraminifères planctoniques de la limite D/S, y compris les espèces-index qui posent problème. Cette révision est basée sur des données qualitatives et quantitatives des foraminifères planctoniques dans les coupes de Caravaca et de Zumaia en Espagne. Dans un premier temps, il a commencé par réviser les caractères diagnostiques morphologiques et microtexturaux afin de préciser les distinctions morphologiques adéquates des espèces étudiées. Puis il a pu déterminer les préférences latitudinales des espèces à partir d'une comparaison de leurs abondances relatives à Caravaca (eaux subtropicales de l'ouest de la Téthys) et à Zumaia (eaux tempérées et chaudes de l'Atlantique du centro-septentrional).

Une comparaison statistique des distributions quantitatives stratigraphiques des espèces à Caravaca a montré plusieurs divergences dans leurs modes de répartition spatio-temporelle (dans leurs préférences latitudinales et leurs distributions quantitatives stratigraphiques).

Mais ces interprétations sont-elles applicables à tous les domaines paléogéographiques ?

6. DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS SUR LA LIMITE DANIEN/SÉLANDIEN

L'étude micropaléontologique de la série de l'intervalle Danien/Sélandien dans la coupe de Tajérouine nous a permis de reconnaître les différentes biozones; la biozone à *Praemurica uncinata* (P2) du Danien inférieur, la biozone à *Igorina pusilla* (P3a) du Danien supérieur et la biozone à *Igorina albeari* (P3b) du Sélandien. La série semble être continue et ne présente aucune lacune sédimentaire.

Sur le plan micropaléontologique nous proposons que lorsque les espèces appartenant au genre *Igorina* commencent à développer une carène bien tranchante, elles soient considérées comme les premiers représentants de l'espèce indice *Igorina albeari*. Ainsi l'apparition de cette espèce marque la base de la sous-zone P3b du Sélandien. Arenillas & Molina (1997) et Berggren & Pearson (2005), qui ont travaillé sur des coupes en Espagne, ont placé la base de la biozone P3b plus haut, en raison d'une définition plus stricte du concept taxinomique de l'espèce *Igorina albeari*.

Au-dessus de cette limite Danien/Sélandien les genres *Eoglobigerina* et *Praemurica* disparaissent. Les espèces appartenant au genre *Morozovella* prédominent alors que celles appartenant au genre *Parasubbotina* diminuent. Les espèces appartenant aux genres *Subbotina* et *Globanomalina* deviennent plus nombreuses (Fig. 10). Il est aussi remarquable qu'à la base du Sélandien les

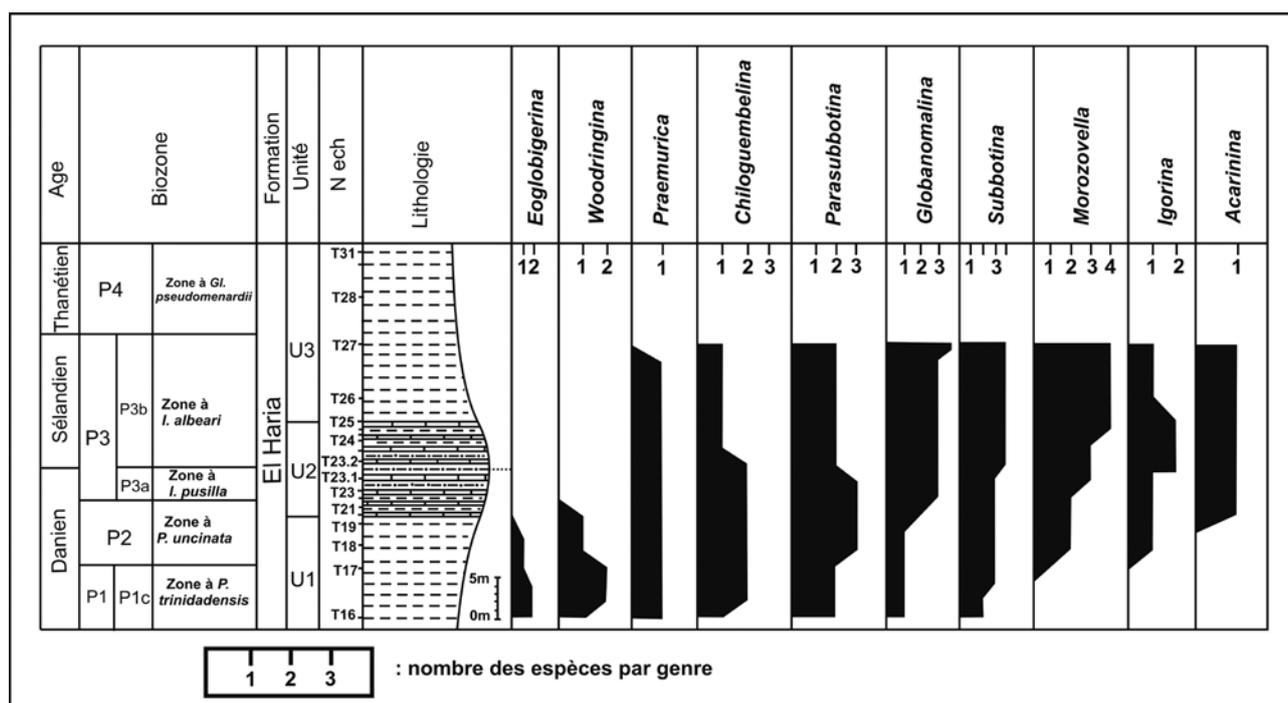


Fig. 10: Abondances des principaux genres de foraminifères planctoniques au niveau du passage Danien/Sélandien.

foraminifères qui possèdent un test de petite taille sont plus nombreux; ceci peut être lié à la variation des conditions du paléoenvironnement comme l'ont proposé Ortiz *et al.* (2011).

En comparant les espèces selon leurs préférences paléocéologiques comme l'a fait Arenillas (2012), on en déduit qu'à Tajérouine la majorité sont des espèces caractéristiques de basses latitudes où les eaux sont du type subtropical à tropical; elles sont représentées par: *Eoglobigerina trivialis*, *E. edita*, *Globanomalina chapmani*, *Gl. ehrenbergi*, *Praemurica inconstans*, *P. trinidadensis*, *Acarinina uncinata*, *A. praeptentacamerata*, *Morozovella praeangulata*, *M. angulata*, *M. simulatilis*, *M. cf. albeari*, *M. aequa*, *M. velascoensis*, *M. praecursoria*, *Chiloguembelina midwayensis*, *Ch. subtriangularis*, *Globoconusa conusa* et *G. daubjergensis*.

Au contraire les espèces préférant les hautes latitudes (tempérées) sont moins nombreuses comme *Eoglobigerina fringa*, *E. spiralis*, *Subbotina triloculinoides*, *S. triangularis*, *Globanomalina compressa*, *G. chapmani*, *Parasubbotina pseudobulloides*, *Morozovella conico truncata*. Le climat était donc probablement de type tropical à subtropical à la limite Danien/Sélandien et le milieu était de type néritique moyen à externe comme l'ont suggéré Guasti *et al.* (2006).

Sur le plan lithologique, au nord de la Téthys, à Zoumaia (Espagne) où le stratotype du Sélandien a été défini depuis 2008, la limite du passage Danien/Sélandien est bien reconnaissable sur le terrain et elle est définie

par un changement brutal de la lithologie entre le sommet du calcaire de couleur rose à rougeâtre du Danien supérieur et les marnes de la base du Sélandien (Schmitz *et al.*, 2011). En Tunisie, dans toutes les coupes étudiées, le passage Danien/Sélandien coïncide avec un niveau bioturbé, riche en grains de glauconies et de phosphates et d'épaisseur variable. Ce niveau, qui coiffe un banc calcaire, constitue un bon repère de la limite Danien/Sélandien. Il peut nous permettre d'établir des corrélations au moins à l'échelle régionale (Fig. 11) et même à grande échelle. Ce niveau marqueur a été signalé dans les coupes étudiées aussi dans le centre nord (Ellès) et dans le nord-ouest (Sidi Nasseur, Garn el Halfaya) de la Tunisie par Steurbaut *et al.* (2000), Guasti *et al.* (2005), Van Itterbeeck *et al.* (2007) et Sprong *et al.* (2009). Ces derniers proposent de donner un nom unique à ce niveau du Danien supérieur de la Téthys du Sud, qui est « upper Danian event beds ». En Egypte, Obaidalla *et al.* (2009) a reconnu dans les marnes brunes monotones du Paléocène, un niveau de couleur rose marron riche en débris de poissons qui est corrélable avec le lit très riche en grains de glauconies et qui marque le passage Danien/Sélandien en Tunisie. Ce niveau est étroitement associé à la première apparition de l'espèce *Igorina albeari* marqueur de la base de la zone P3b. L'épaisseur de ce niveau repère est de 30 cm en Egypte et varie entre 20 cm à Ellès, 30 cm à Garn el Halfaya, 50 cm à Sidi Nasseur et 100 cm à Tajérouine. Il est remarquable que ce niveau semble être plus épais dans la coupe de Tajérouine et

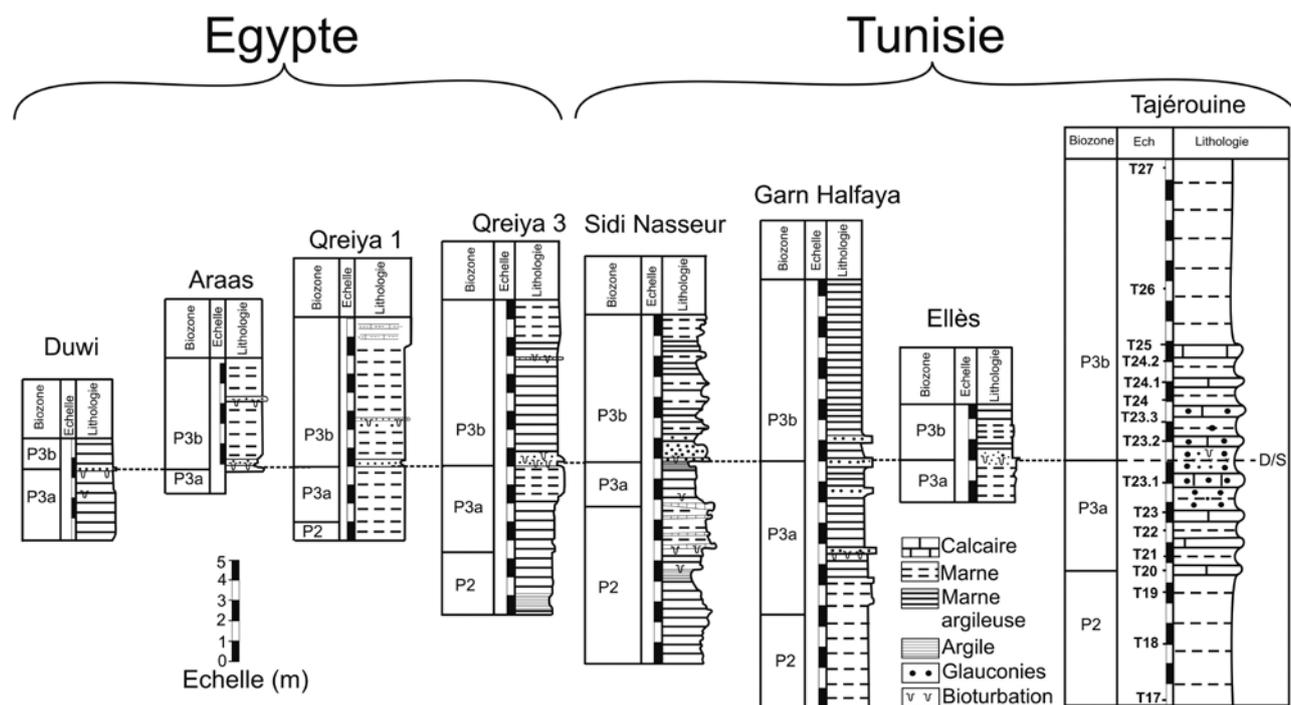


Fig. 11: Corrélation de la coupe de Tajérouine avec les coupes levées en Tunisie et celles levées en Egypte (Sprong *et al.*, 2009), modifiée.

probablement cette dernière semble être la plus complète en Tunisie. Cependant les auteurs qui ont travaillé sur les coupes du Nord-Ouest tunisien (Steurbaud *et al.*, 2000; Guasti *et al.*, 2005; Guasti, 2006, Sprong *et al.*, 2006; Mtimet, 2010) considèrent que la limite D/S présente un hiatus sédimentaire.

La présence de ce niveau glauconieux a été signalée par plusieurs auteurs qui ont travaillé sur des coupes en Tunisie du Sud comme Sassi (1974), Chaabani *et al.* (1992) et Abdelli (2008), en Tunisie du nord-ouest et du centre nord comme Saïd-Benzarti (1978), Salaj (1980), Zaïer *et al.* (1998) et Karoui-Yaakoub (1999).

Ce niveau glauconieux témoigne d'un événement global (qui s'est déroulé au niveau du passage Danién/Sélandien) bien remarquable lithologiquement et bien cédé biostratigraphiquement.

Par ce travail, nous proposons une nouvelle étude plus détaillée de la limite D/S en Tunisie, la coupe de Tajérouine paraît complète lithologiquement et micropaléontologiquement.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement M. Roland Wernli et M. André Piuz, pour leurs fructueuses remarques et précieuses corrections dans l'élaboration finale de cet article. Nous tenons également à remercier M. Mohamed Sghaier, ingénieur principal à l'Entreprise Tunisienne des

Activités Pétrolières (ETAP), pour les photographies des foraminifères au Microscope électronique à Balayage (MEB).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelli, H. (2008) - Caractères sédimentaires des faciès de passage Paléocène/Eocène dans la région de Metlaoui. Master de géologie appliquée. Univ. Carthage, 111 p.
- Arenillas, I. & E. Molina (1995) - Analisis cuantitativo de los foraminiferos planctonicos de Paleoceno en Zumaya: implicaciones paleoambientales y eventos paleoceanograficos. *Geogaceta*, 17: 23-26.
- Arenillas, I. (1996) - Los foraminiferos planctonicos del Paleoceno-Eoceno inferior: Sistemática, Biostratigrafia, Cronoestratigrafia y Paleoceanografia. Ph.D. thesis, Universidad de Zaragoza, 513 p.
- Arenillas, I. (2008) - Evolucion de las asociaciones de foraminiferos planctonicos del transito Daniense-Selandiense en Gebel Aweina (Egipto): eventoestratigrafia e implicaciones cronoestratigraficas. *Geotemas*, 10: 1447-1450.
- Arenillas, I. (2012) - Patterns of spatio-temporal distribution as criteria for the separation of planktic foraminiferal species across the Danian-Selandian transition in Spain. *Acta Palaeontologica Polonica*, 57 (2): 401-422.
- Arenillas, I. & E. Molina (1997) - Analisis cuantitativo de los foraminiferos planctonicos del Paleoceno de Caravaca (Cordilleras Beticas): Cronoestratigrafia, bioestratigrafia y evolucion de las asociaciones. *Revista Espanola de Paleontologia* 12: 207-232.
- Arenillas, I. & J.A. Arz (2007) - Analisis morfoestadistico del

- genero *Palaeoglobigerina* (Foraminifera, Globigerinida) del Paleoceno basal, y descripción de una nueva especie. *Revista Española de Micropaleontología*, 39: 1-28.
- Berggren, W.A. (1969) - Cenozoic chronostratigraphic planktonic foraminiferal zonation biostratigraphy and the radiometric time scale, *Nature*, 124: 1072-1075.
- Berggren, W.A. & K.G. Miller (1988) - Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology, *Micropaleontology*, 34: 362-380.
- Berggren, W.A., D.V. Kent, C.C. Swisher & M.P. Aubry (1995) - A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *SEPM, Spec. Publ.*, 54: 129-212.
- Berggren W.A. & P.N. Pearson (2005) - A revised tropical to subtropical Paleogene planktonic foraminiferal zonation. *Journal of Foraminiferal Research*, 35: 279-298.
- Blow, W.H. (1979) - The Cenozoic Globigerinidae. A Study of the Morphology, Taxonomy, Evolutionary Relationship and the Stratigraphical Distribution of Some Globigerinidae (mainly Globigerinacea). Ed. E.J. Brill, Leiden, Netherlands, 3 vols., 1-1413.
- Bolli, H.M. (1957) - Planktonic Foraminifera from Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad, British West Indies. *United States National Museum Bulletin*, 215: 97-124.
- Bolli, H.M. (1966) - Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on Planktonic foraminifera. *Boletín informativo de la Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo*, 9: 1-34.
- Burrollet, P.F. (1956) - Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie centrale. *Annales des Mines et de la Géologie, Tunis*, 18: 350 p., 93 fig., 22 pl.
- Burrollet, P.F. (1967) - Tertiary Geology of Tunisia. In: Guidebook to the Geology and History of Tunisia. *Petroleum Exploration Society of Libya, Ninth Annual Field Conference*: 215-225.
- Burrollet, P.F., R. Dardel, C. Gottis & P. Sainfeld (1956) - Carte géologique de la Tunisie au 1/50 000, notice explicative de la Feuille géologique de Tajérouine N°51, Office Nationale des Mines, Tunis.
- Canudo, J.I. & E. Molina (1992) - Biostratigrafía con foraminíferos planctónicos del Paleógeno del Pirineo. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 186 (1-3): 97-135.
- Castany, G. (1951) - Etude géologique de l'atlas Tunisien oriental. *Annales de Mines et de la Géologie, Tunis*, 8: 632 p., 243 fig., 30 pl., 4 tab.
- Chaabani, F. & O. Ben Abdelkader (1992) - Nouvelles données stratigraphiques sur le Paléocène du bassin de Gafsa: conséquence paléogéographique. *Notes du service géologique de Tunisie*, 59: 77-87.
- Chikhaoui, M. (2002) - La zone des diapirs en Tunisie: cadre structural et évolution géodynamique de la sédimentation méso-cénozoïque et géométrie des corps triasiques. Thèse de Doctorat, Université de Tunis II, 323 p.
- Clemmensen, A. & E. Thomsen (2005) - Paleoenvironmental changes across the Danian-Selandian boundary in the north sea basin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 219: 351-394.
- Guasti, E., T.J. Kouwenhoven, H. Brinkhuis & P.R. Speijer (2005) - Paleocene sea-level and productivity changes at the southern tethyan margin (El Kef, Tunisia). *Marine Micropaleontology*, 55: 1-17.
- Guasti, E., R.P. Speijer, H. Brinkhuis, J. Smit & E. Steurbaut (2006) - Paleoenvironmental change at the Danian-Selandian transition in Tunisia: foraminifera, organic-walled dinoflagellate cyst and calcareous nannofossil records. *Marine Micropaleontology*, 59: 210-229.
- Karoui-Yaakoub, N. (1999) - Le Paléocène en Tunisie septentrionale et centro-orientale: systématique, biostratigraphie des foraminifères et environnements de dépôt. Thèse de doctorat, Université de Tunis II, 357 p., 44 fig., 11 pl.
- Mtimet, M.S. (2010) - Etude des foraminifères planctoniques de l'intervalle du passage Danien/Sélandien des coupes du Jebel El Houdh (Tajérouine) et du Jebel Mdheker (Enfidha) en Tunisie: Paléontologie – Biostratigraphie. Master de géologie appliquée. Université de Carthage, 104 p., 9 pl.
- Obaidalla, N.A., M.H. El Dawy & A.S. Kassab (2009) - Biostratigraphy and paleoenvironment of the Danian/Selandian (D/S) transition in the southern Tethys: a case study from north eastern desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 53: 1-15.
- Olsson, R.K., C. Hemleben, W.A. Berggren & B.T. Huber (1999) - Atlas of Paleocene Planktonic Foraminifera. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 85: 1-252.
- Ortiz S., L. Alegret, A. Payros, X. Orue-Etxebarria, E. Apellaniz & E. Molina (2011) - Distribution patterns of benthic foraminifera across the Ypresian-Lutetian Gorrondatxe section, Northern Spain: response to sedimentary disturbance. *Marine Micropaleontology*, 78: 1-13.
- Said-Benzarti, R. (1978) - Etude stratigraphique et micropaléontologique du passage Crétacé-Tertiaire du Synclinal d'Ellès (région Siliana-Sers). Tunisie central. Thèse 3^e cycle, Université de P. & M. Curie, Paris VI, 275 p.
- Salaj, J. (1980) - Microbiostratigraphie du Crétacé et du Paléocène de la Tunisie septentrionale et orientale (hypostratotypes tunisiens). *Geologický Ústav Dionýza Stura*, Bratislava, 238 p.
- Sassi, S. (1974) - La sédimentation phosphatée au Paléocène dans le sud et le centre-ouest de la Tunisie. Thèse de Doctorat es-Sciences, Université de Paris-Orsay, France, 300 p.
- Schmitz, B., V. Pujaltel, E. Molina, S. Monechi, X. Orue-Elxbarria, R.P. Speijer, L. Alegret, E. Apellaniz, I. Arenilla, J.M. Aubry, J.I. Baceta, W.A. Berggren, G. Bernaola, F. Caballerol, A. Clemmensen, J. Dinares-Turell, C. Dupuis, C. Heilmann-Clausen, A. Hilario Orus, R. Knox, M. Martín-Rubios, S. Ortiz, A. Payros, M.R. Petrizzo, K. von Salis, J. Sprong, E. Steurbaut & E. Thomsen (2011) - The Global Stratotype Sections and Points for the bases of the Selandian (Middle Paleocene) and Thanetian (Upper Paleocene) stages at Zumaia, Spain. *Episodes*, 34(4): 220-243.
- Shutskaya, E.K. (1965) - Filogeneticheskie vzaimootnoscheniya vidov gruppy Globorotalia compressa Plummer v datskom vekhe i paleotzenovoi epokhe. *Akademiya Nauk SSSR; oprosyi Mikropaleologii*, 9: 173-188.
- Shutskaya, E.K. (1970) - Stratigrafiya, foraminifery i paleogeografiya nizhnego paleogena Kryma, predkavkaz'ya i zapadnoi chadsti srednei azi. Vsesoyuznyi nauchno-issledovatel'skii geologo-razvedochnyi neftyanoi institut (VNIGRI), 70.
- Soldan, D.M., M.R. Petrizzo, I. Premoli Silva & A. Cau (2011) - Phylogenetic relationships and evolutionary history of the Paleogene genus *Igorina* through parsimony analysis. *Journal of Foraminiferal Research*, 41(3): 260-284.
- Speijer, R.P. (2003) - Danian-Selandian sealevel change and biotic excursion on the southern Tethyan margin (Egypt). *GSA., Special Paper*, 369: 275-290.

- Sprong, J., C. Dupuis, R.P. Speijer, E. Steurbaut, J. Van-Itterbeeck & J. Yans (2006) - The Danian/Selandian transition in Tunisia paleoenvironment and sea level. *Climate and Biota of the Early Paleogene*, Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ., 29(1): 633-634.
- Sprong, J., R.P. Speijer & E. Steurbaut (2009) - Biostratigraphy of the Danian/Selandian transition in the southern Tethys. Special reference to the lowest occurrence of planktic foraminifera *Igorina albeari*. *Geologica Acta*, 7 (1-2): 63-77.
- Steurbaut, E., C. Dupuis, I. Arenillas, E. Molina & M.F. Matmati (2000) - The Kalaat-Senan section in the Central Tunisia: a potential reference-section for the Danian/Selandian boundary. *GFF*, 122: 158-160.
- Steurbaut, E. & K. Sztrakos (2008) - Danian/Selandian boundary criteria and North Sea basin-Tethys correlations based on calcareous nannofossil and foraminiferal trends in SW France. *Marine Micropaleontology*, 67: 1-29.
- Toumarkine, M. & H. Luterbacher (1985) - Paleocene and Eocene Planktonic Foraminifera. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B. & Perch-Nielsen, K. (Eds), Plankton stratigraphy. *Cambridge Earth Science Series*, Cambridge University press, Cambridge, 1: 87-154.
- Van-Itterbeeck, J., J. Sprong, C. Dupuis, R.P. Speijer & E. Steurbaut (2007) - Danian/Selandian boundary stratigraphy, paleoenvironment and ostracoda from Sidi Nasseur, Tunisia. *Marine Micropaleontology*, 62: 211-234.
- Zaier, A., A. Beji-Sassi, S. Sassi & R.T.J. Moody (1998) - Basin evolution and deposition during the Early Paleogene in Tunisia. In: Maggregor D.S., R.T.J. Moody & D.D. Clark-Lowes (Eds), Petroleum Geology of North Africa. *Geological Society, Special Publication*, London, 123: 375-393.

Accepté avril 2013