

## LES ASSOCIATIONS DES FORAMINIFÈRES BENTHIQUES, ET RELATION AVEC LE PLANCTON, DES SERIES MESSINIENNES DU BASSIN DE ZEGHANGHANE (MAROC NORD-ORIENTAL)

A. Rachid<sup>1</sup>, Kh. El Hajjaji<sup>1</sup>, A. Poignant<sup>2</sup>, J. et Civis<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université Abdelmalek Essaâdi, Laboratoire de Géologie des Bassins Sédimentaires, BP 2121, 93002 Tétouan-Maroc

<sup>2</sup>Université P. et M. Curie, 4<sup>e</sup> étage, 4 place Jussieu, 75252 Paris-France Cedex 05

<sup>3</sup>Université de Salamanca, Laboratoire de Paléontologie, 37008 Salamanca, Espagne

**Abstract:** In the Zeghanghane Neogene Basin (northeastern Morocco), sampling undertaken in the Aït Hossein ad Bou Hamza Messinian series allow to identify 78 benthic foraminifera species. The quantitative and qualitative study (diversity index and pelagism index) of this benthic microfauna reveals the existence of a paleoenvironment whose depth was 100 to 160 m, rich in nutritional elements (abundance of *Bulimina costata*) and subjected to the action of upwellings, notably in Aït Hossein section, as certifies the diatomitic character of the sediment and the existence of radiolaria that supersede benthic foraminifera. To ward the upper part of these two series, the paleoenvironment becomes shallower with the installation of a vegetable rug favoring the development of an epiphyte benthic foraminifera association: *Cibicides lobatulus*, *Asterigerina planorbis* and *Elphidium crispum*.

**Key-words:** Benthic and planctonic foraminifera, Paleoenvironment, Messinian, Zeghanghane, Northeastern Morocco

**Resumen:** El estudio cualitativo y cuantitativo de los foraminíferos bentónicos (78 especies) en las series messinienses de Aït Hossein y Bou Hamza, Cuenca Neógena de Zeghanghane (NE de Marruecos), revela un paleoambiente de una profundidad entre 100 y 160 metros, rico en nutrientes y sometido a la acción de *upwellings* (netamente en Ait Hossein) como se refleja, además, por la existencia de niveles diatomíticos. En dichos niveles los cambios en las asociaciones de microorganismos son muy claros. En ambas secciones, se refleja, hacia techo, una disminución en la profundidad con el desarrollo de un tapiz vegetal y una asociación de foraminíferos bentónicos de tipo epifito; *Cibicides lobatulus*, *Asterigerina planorbis* y *Elphidium crispum*.

**Palabras clave:** Foraminíferos bentónicos y planctónicos, Paleoambiente, Messiniense, Zeghanghane, NE Marruecos.

Rachid A., El Hajjaji Kh., Poignant A. et Civis, J. (1999): Les associations des foraminifères benthiques, et relation avec le plancton, des series messiniennes du Bassin de Zeghanghane (Maroc Nord-Oriental). *Rev. Soc. Geol. España*, 12(1): 137-145.

Le bassin de Zeghanghane constitue le prolongement de la partie orientale du Néogène du bassin de Kert. Il est séparé du bassin de Nador-Melilla par le massif volcanique de Gourougou (Fig. 1).

Les affleurements néogènes du bassin de Zeghanghane sont réduits au cycle messinien, datés par la présence de *Globorotalia conomiozea* Kennett associée à *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow), *Globigerina praebulloides* Blow et *G. bulloides* d'Orbigny (Morel, 1985). La sédimentation messinienne est dominée par des marnes qui sont perturbées par du matériel volcano-sédimentaire et présente des intercalations diatomitiques et des niveaux sableux riches en macrofaune de bryozoaires (El Hajjaji, 1992) et de bivalves (Ben Moussa, 1994) formant localement de petites concentrations organogènes. Une sédimentation continentale est présente et se traduit par des calcaires lacustres à Ibarbaane et par des sables à gastéropodes lacustres.

Dans le but d'étudier les foraminifères benthiques messiniens du bassin de Zeghanghane, deux coupes ont

été échantillonnées. Une coupe d'Aït Hossein située à l'ouest du bassin et prélevée pour l'étude des foraminifères benthiques des alternances marno-diatomitiques. Une coupe à Bou Hamza située à 2,5 km au Nord de la première et qui est dépourvue du caractère diatomitique. L'étude micropaléontologique de ces deux séries permet de donner une idée sur l'évolution spatiale des associations des foraminifères benthiques et de cerner la paléogéographie du bassin.

### Description des coupes

#### 1-Aït Hossein (Fig. 2)

La série d'Aït Hossein est caractérisée par une sédimentation diatomitique et dont la partie supérieure est dominée par des faciès à caractère volcanique (El Hajjaji 1992 ; Ben Moussa, 1994). Elle débute par un faciès volcanique à structure concentrique (*pillow-lavas*). La série se poursuit par des marnes qui ont livré

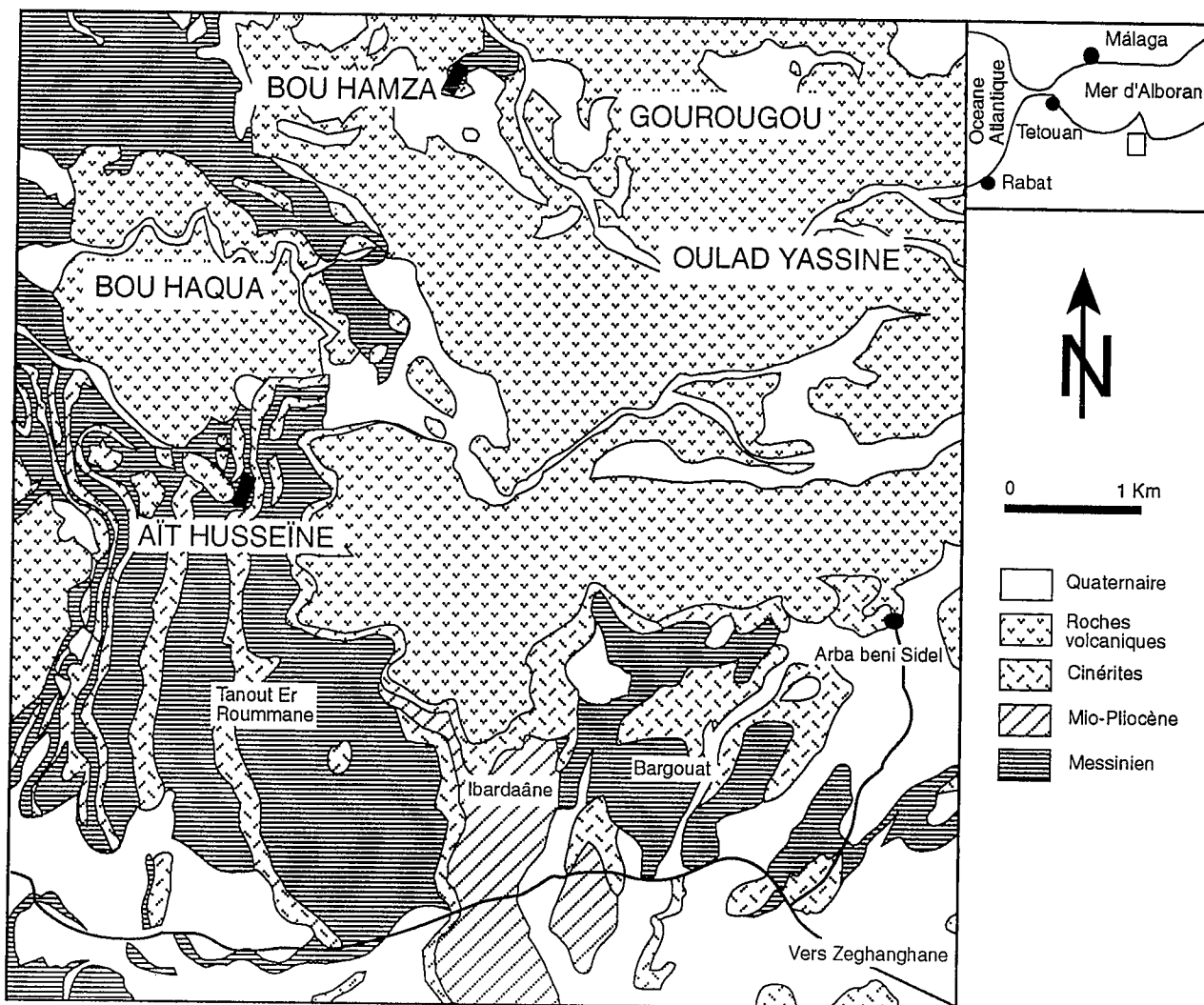


Figure 1.- Carte géologique simplifiée de la région de Zeghanghane (après Faure-Moret, 1996)

une riche microfaune de foraminifères benthiques et planctoniques. Dans quelques niveaux marneux, la microfaune est représentée seulement par les radiolaires polycystines, *Actinomia* sp. et *Phormustichorustus* sp. Entre ces marnes s'intercalent des niveaux de diatomites dures et de cinérites. Vient ensuite, un niveau de marnes sableuses renfermant également des foraminifères. Ce dépôt est surmonté de sables jaunes biodétritiques indurés très riches en serpules, scléactiniaires, brachiopodes, bryozoaires (El Hajjaji, 1992) et bivalves (Ben Moussa, 1994) et foraminifères. La série se termine par une masse importante de cinérites épaisse d'environ 30 m qui repose directement sur les sables précédents.

#### 2-Bou Hamza (Fig. 3)

La deuxième coupe échantillonnée est celle de Bou Hamza, située au Nord du Messinien de Zeghanghane. Elle est caractérisée par une sédimentation marneuse avec des influences volcaniques. La série montre de bas en haut: une formation marneuse épaisse d'environ 16 m avec deux horizons sableux interstratifiés dans la partie supérieure; elle repose sur un niveau cinéritique.

Les foraminifères benthiques sont présents dans ce faciès mais disparaissent complètement dans la partie supérieure, juste au dessus des niveaux sableux. La série se poursuit par des cinérites de 17 m d'épaisseur montrant à son milieu des calcaires à algues *Halimeda*. Vers la partie supérieure, s'intercale un niveau de marnes sableuses organogènes riches en bivalves (Ben Moussa, 1994), bryozoaires (El Hajjaji, 1992) et en microfaune de foraminifères et d'ostracodes. La série se termine par des calcaires construits dont les poches de remplissage ont fourni des foraminifères, des ostracodes et quelques bryozoaires.

#### Méthodes d'étude

Pour l'étude des foraminifères benthiques du Messinien de Zeghanghane, 22 prélèvements ont été effectués, 11 échantillons prélevés à Bou Hamza et 11 échantillons à Ait Hussein.

Pour apprécier le cadre paléoenvironnemental du Messinien de Zeghanghane, deux méthodes ont été adoptées: une méthode qualitative basée sur

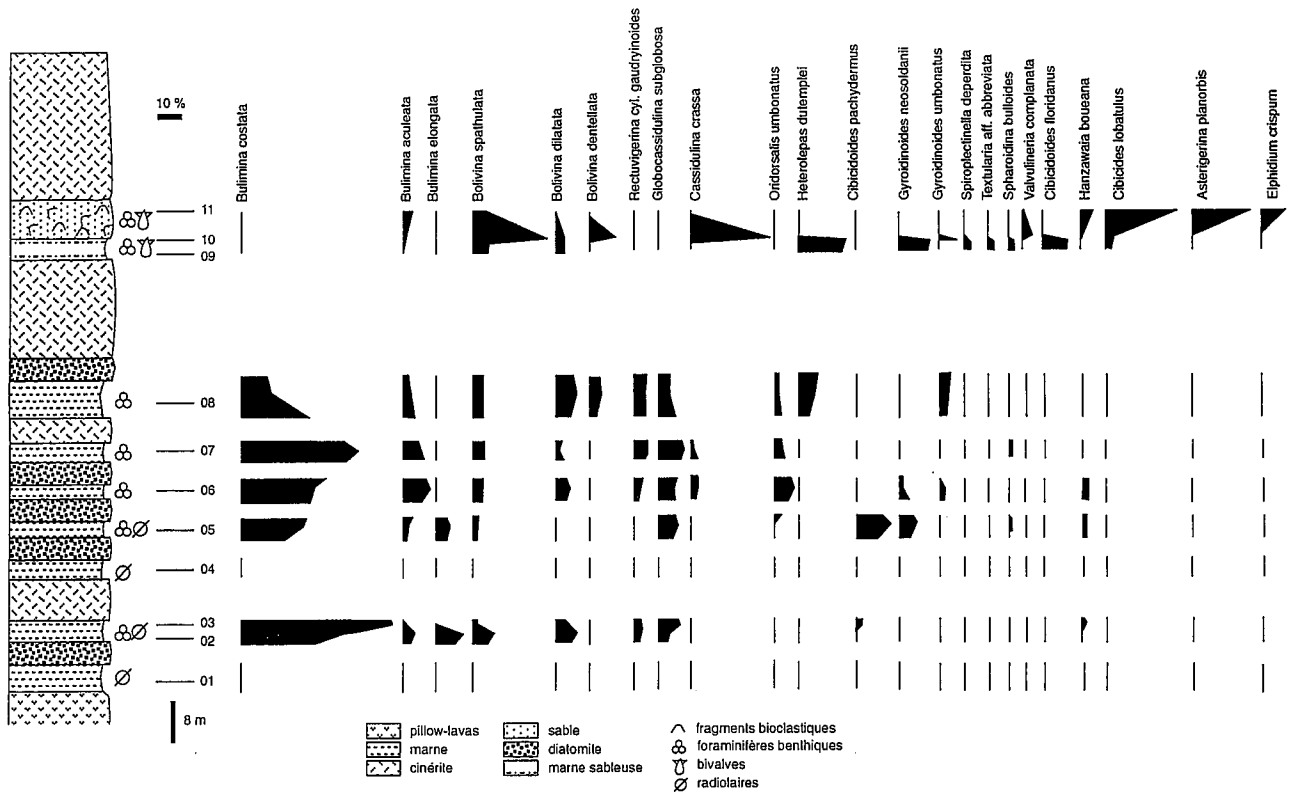


Figure 2.- Répartition des principales espèces de foraminifères benthiques dans la série messinienne d'Aït Hossein

l'autoécologie des foraminifères benthiques vivant encore actuellement et une méthode quantitative à partir de laquelle l'abondance, exprimé en pourcentage, des espèces et des indices paléocéologiques ont été calculés.

Lors de l'étude quantitative, la méthode du comptage utilisée est manuelle. Elle consiste d'abord à homogénéiser le résidu obtenu par lavage sur un tamis à maille de 0,1 mm, puis le subdiviser en certains nombre de fractions égales. Le comptage est effectué sur l'une des fractions à condition de dénombrer au moins entre 300 et 500 individus. A partir de ces résultats quantitatifs, quelques indices paléocéologiques ont été calculés: l'indice de diversité et l'indice de pélagisme.

L'indice de diversité choisi dans ce travail est celui de Shannon-Weaver que c'est l'un des indices les plus utilisés dans les études écologiques et paléocéologiques.

L'indice de pélagisme calculé pour chaque prélèvement représente le rapport entre les foraminifères planctoniques et l'ensemble des foraminifères planctoniques et benthiques. Cet indice peut donner une idée sur l'évolution de la paléobathymétrie du milieu de dépôt pour chaque faciès. Plus le milieu devient profond, plus l'indice augmente (Gibson, 1989).

L'indice de pélagisme permet aussi de mettre en évidence la productivité relative des espèces planctoniques et benthiques liées au phénomène d'*upwellings* (Mathieu, 1986, 1988 ; Levy *et al.*, 1995) (Son expression est:  $IP = P/P+B$  où P est le nombre totale des foraminifères planctoniques et B représente le nombre totale des foraminifères benthiques). De toute façon on doit considérer la influence de plusieurs facteurs.

### Etude des foraminifères benthiques

L'étude des foraminifères benthiques dans les différents échantillons prélevés dans le Messinien du bassin de Zeghanghane permet d'identifier 79 espèces ; 64 à Aït Hossein et 45 à Bou Hamza dont 30 espèces sont communes (Tableau I).

#### Aït Hossein

La subdivision des foraminifères benthiques de la série messinienne suivant les trois grands groupes systématiques montre que le groupe des agglutinés représente environ 9,3 % de l'ensemble de la faune - soit 6 espèces-, les porcelanés sont extrêmement rares avec une seule espèce -soit 1,5 %-. Mais se sont les hyalins qui constituent le groupe le plus abondant avec 57 espèces, soit 89,2 %, dominées essentiellement par les bulimines (*Bulimina costata* d'Orbigny, *B. elongata* d'Orbigny, *B. aculeata* d'Orbigny) et les bolivines (*Bolivina spathulata* (Williamson) et *B. dilatata* Reuss). La répartition de cette microfaune permet de distinguer 3 associations paléobiologiques (Fig. 2). La première association trouvée dans les marnes à intercalations diatomitiques (échantillons n° 2-3, 5-8) est constituée de *Bulimina costata*, *Globocassidulina subglobosa* Brady, *Bolivina dilatata*, *Bolivina spathulata*, *Bulimina aculeata* d'Orbigny et *Rectuvigerina cylindrica gaudryinoides* (Lipparini). Ces espèces sont associées parfois à *Bulimina elongata*, *Oridorsalis umbonatus* (Silvestri), *Cibicidoides*

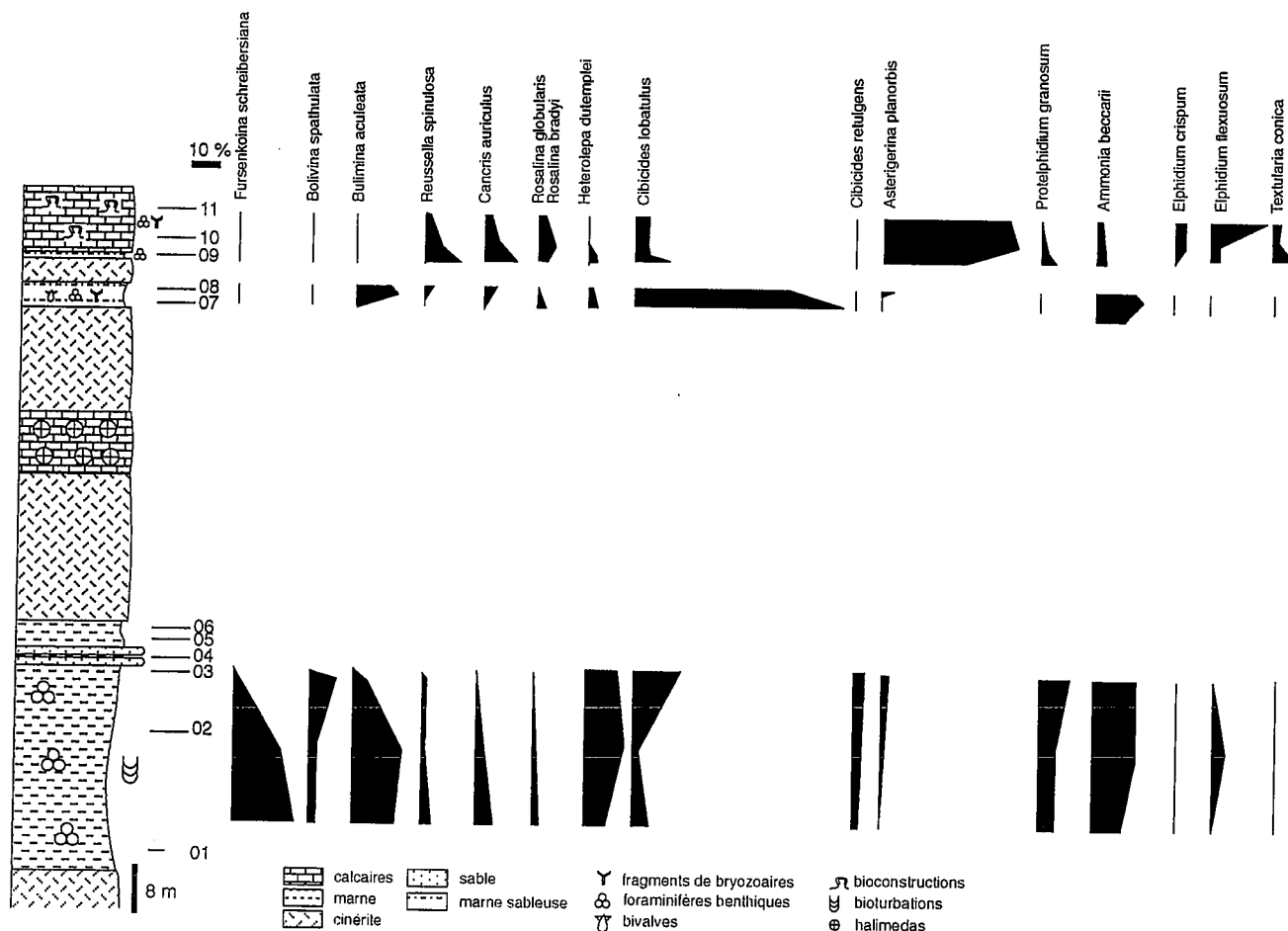


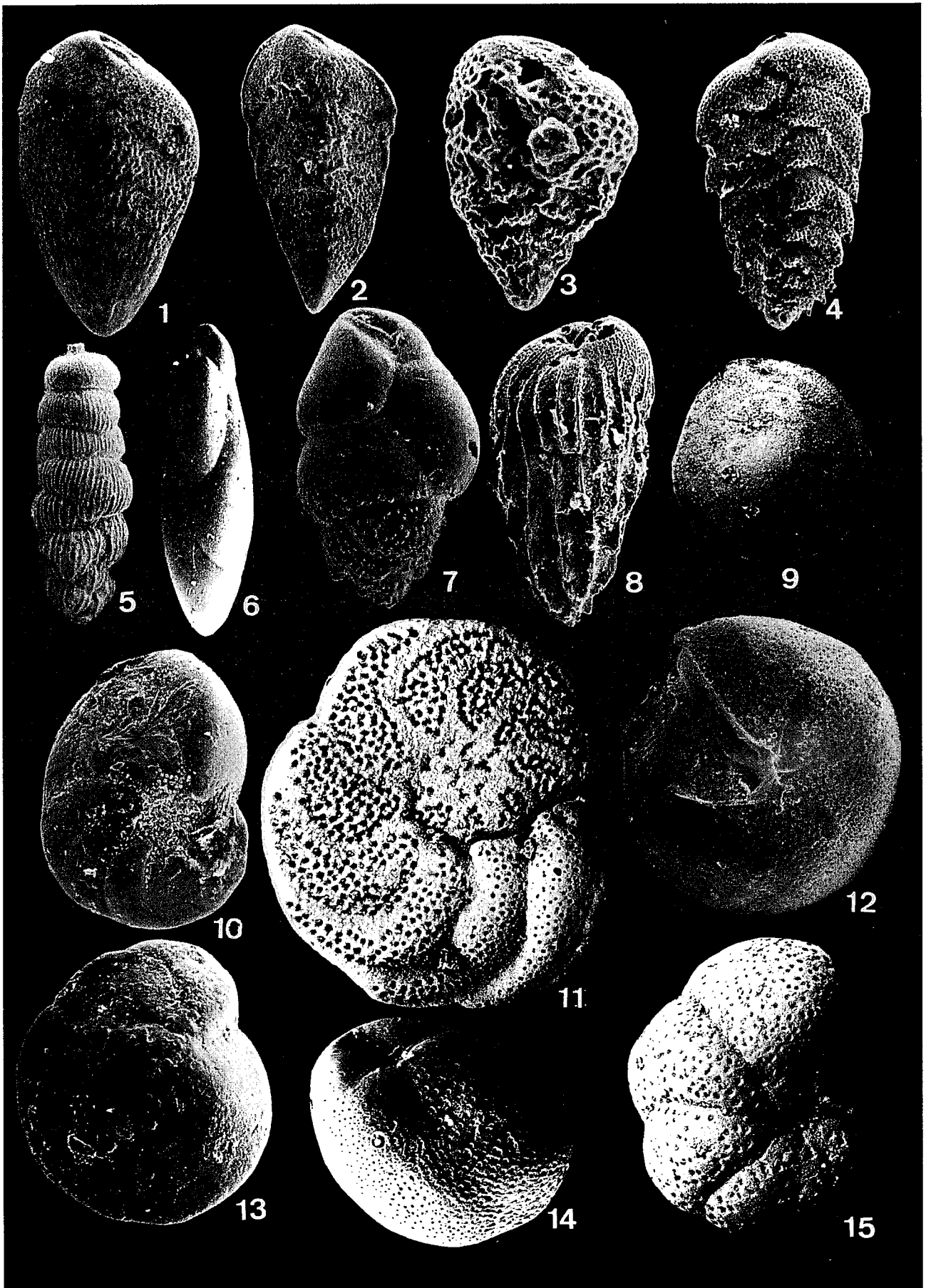
Figure 3.- Répartition des principales espèces de foraminifères benthiques dans la série messinienne de Bou Hamza

*pachydermus*. (Rzehak). Des espèces telles que *Heterolepa dutemplei* (d'Orbigny) et *Bolivina dentellata* Tavani évoquent leur apparition dans la partie supérieure de ces alternances marneuses. La diversité spécifique varie entre 2,48 et 4,19.

L'indice de pélagisme atteint des valeurs de l'ordre de 0,9. Les foraminifères planctoniques sont représentés essentiellement par *Globigerina bulloides* D'Orbigny associée à *Globigerina praebulloides* Blow, *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg), *Neogloboquadrina humerosa* Takayanagi et Saito, *Globorotalia suterae* Catalano et Sprovieri, *Globorotalia obesa* Bolli, *Globorotalia gavalae* Perconig et *Orbulina universa* D'Orbigny. Dans les marnes sableuses (échantillons n° 9-10), la diversité est relativement constante. Elle est de l'ordre de 2,48 à 3,73, l'indice du pélagisme diminue légèrement (IP=0,69). Les foraminifères planctoniques sont dominés surtout par *Globigerinoides trilobus* (Reuss), *G. amplus* Perconig, *G. tapiesi* Perconig, *G. quadrilobatus* (D'Orbigny) et *Orbulina universa*. Ce faciès a livré la deuxième association faite de: *Cassidulina crassa* d'Orbigny, *Bolivina spathulata* et *Heterolepa dutemplei*. Ces espèces sont associées à *Gyroidinoides neosoldanii* (Brotzen), *Gyroidinoides*

Figure 4.- 1-*Bolivina dilatata* Reuss x180 La partie médiane du test est bombée 2-*Bolivina spathulata* (Williamson) x150 La forme du test est rhomboédrique 3-*Bolivina plicatella* Cushman x330 La surface du test est crénelée 4-*Bolivina dentellata* Tavani x180 La périphérie du test est denticulée 5-*Rectuvigerina cylindrica gaudryinoides* (Lipparini) x110 La partie initiale du test est trisériée à bisériée, la partie terminale est unisériée 6-*Fursenkoina schreibersiana* (Czjzek) x100 Forme allongée et inornementée. 7-*Bulimina aculeata* D'Orbigny x150 La partie inférieure du test est recouverte d'épines 8-*Bulimina costata* D'Orbigny x120 La surface du test présente des côtes allongées 9-*Asterigerina planorbis* D'Orbigny x100 La vue spirale présente des loges imbriquées 10-*Nonion boueanum* (D'Orbigny) x150 La vue ombilicale montre des sutures fortement courbées et un ombilic recouvert par des granules 11-*Planulina ariminensis* D'Orbigny x100 La vue spirale présente des lignes de suture épaisses et fortement courbées. 12-*Heterolepa dutemplei* (D'Orbigny) x130 La face ombilicale est très convexe, les sutures présentent le mode «pinwell» 13-*Cibicoides pseudoungerinaus* (Cushman) x150 La vue ombilicale montre des lignes de suture légèrement courbées par rapport à l'espèce précédente 14-*Globocassidulina subglobosa* (Brady) x100 La forme du test est globuleuse avec une ouverture en fente 15-*Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob) x100 La vue ombilicale montre un test grossièrement perforé avec une croissance rapide des loges

\*Echelle graphique: 100 µm



Les Faciès	Série d'Ait Hossein										Série de Bou Hamza							
	Alternances marneuses								Marnes sableuses		Sab. biodé triti-ques	Marnes inférieures			Marnes sableuses organo-gènes		Marnes sableuses et remplissages du calcaire récifal	
Echantillons	2	3	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	7	8	9	10	11	
Espèces																		
<i>Spiroplectinella deperdita</i> (D'Orbigny)								2,7										
<i>Bigennerina nodosaria</i> D'Orbigny								0,7										
<i>Textularia aff. abbreviata</i> D'Orbigny								2,7										
<i>Textularia conica</i> D'Orbigny									2						7,1	1	1,4	
<i>Textularia gramen</i> D'Orbigny								0,7										
<i>Textularia soldanii</i> Fornasini															0,4			
<i>Siphotextularia concava</i> (Karrer)							1,5	1,5		1								
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck)									2									
<i>Quinqueloculina oblonga</i> (Montagu)																	2,5	
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné)																0,3		
<i>Sigmoilinita tenuis</i> (Czjzek)															0,4			
<i>Dentalina leguminiformis</i> (Batsch)								0,2										
<i>Lenticulina calcar</i> (Linné)	0,5			0,8				0,2			0,2	0,5						
<i>Lenticulina cultrata</i> (De Montfort)				0,4														
<i>Lenticulina gibba</i> (D'Orbigny)				0,4														
<i>Lenticulina inornata</i> (D'Orbigny)			0,6	2,1							0,2	0,8						
<i>Amphicoryna proxima</i> (Silvestri)								0,4			1,1	1,1						
<i>Amphicoryna scalaris</i> (Batsch)											0,9	0,3						
<i>Marginulina costata</i> (Batsch)				0,4				0,2										
<i>Guttulina communis</i> (D'Orbigny)														1,1				
<i>Lagena striata</i> (D'Orbigny)		0,1																
<i>Bolivina alata</i> (Seguenza)						0,6												
<i>Bolivina arta</i> Macfayden	1,6		1,9	2,1	1,3	6,9						0,5						
<i>Bolivina dentellata</i> Tavani	0,7	0,1				6	0,4	13,2										
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss	7,6	2,8		6	1,3	9,6	3,3	3,3										
<i>Bolivina italica</i> Cushman										1,1	2,2				1	1,8		

Les Faciès	Série d'Ait Hossein										Série de Bou Hamza							
	Alternances marneuses								Marnes sableuses		Sab. biodé triti-ques	Marnes inférieures			Marnes sableuses organo-gènes		Marnes sableuses et remplissages du calcaire récifal	
Echantillons	2	3	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	7	8	9	10	11	
Espèces																		
<i>Bolivina plicatella</i> Cushman			0,6	0,8				1,5			3,3	0,8	1,4		0,6	0,3		
<i>Bolivina spathulata</i> (Williamson)	8,4	2,8	1,9	4,7	5	3,8	7,6	32,4	5,3	2,4	2,4	9,1		1	0,3			
<i>Cassidulina crassa</i> D'Orbigny			0,6	2,6	1,3	0,4		34,5		0,2	1,1							
<i>Cassidulina laevigata</i> D'Orbigny						0,4					0,3							
<i>Cassidulinoides bradyi</i> Norman	1,4	3,4																
<i>Globocassidulina subglobosa</i> Brady	4,4	8,7	7,6	6,4	11,4	5,3		0,4										
<i>Bulimina aculeata</i> D'Orbigny	5,3	1,1	3,6	11,6	8,2	3,6	0,9	2,2	4,6	16,8	19,2	4,7	1,8	16,5	1,4	0,3		
<i>Bulimina costata</i> D'Orbigny	44,4	68,5	26,8	31,3	50,6	13,5												
<i>Bulimina elongata</i> D'Orbigny	12,2	0,8	6,3					0,9										
<i>Praeglobobulimina ovata</i> (D'Orbigny)		0,1			0,6	1,9	1,8											
<i>Praeglobobulimina pyrula</i> (D'Orbigny)		0,1																
<i>Uvigerina dirupta</i> Todd				0,4														
<i>Uvigerina peregrina</i> Perconnig			0,6	2,1	2,5													
<i>Angulogerina angulosa</i> (Williamson)			9,5	0,4	0,6		3,1											
<i>Trifarina bradyi</i> Cushman	0,2	0,1	0,6								0,3							
<i>Rectuvigerina cyl. cylindrica</i> (D'Orbigny)					2,5	1,7												
<i>Rectuvigerina cyl. gaudryinoides</i> (Lipp.)	2,5	2,7		3,4	5,1	4,7												
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss)										3,3	0,8	1,4			12,3	5,2	2,2	
<i>Fursenkoina schreibersiana</i> (Czjzek)										22,4	17,1	2,8			3,6	1,2		
<i>Cancris auriculus</i> (Fichtel et Moll)				0,6					3,3	5	1,6		4,4	11,5	6,5	2,4		
<i>Valvulineria bradyana</i> (Fornasini)						2,6	0,4	0,2		0,4	0,5							
<i>Valvulineria complanata</i> (D'Orbigny)								4,1										
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel et Moll)															1,4			
<i>Neoeponides schreibersii</i> (D'Orbigny)							0,9								0,4	1,2	0,7	
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman)										1,3	2,6	0,3		3,6	1,8	7,1	1,8	
<i>Rosalina globularis</i> D'Orbigny										1,3			0,4		2,2			

Les Faciès	Série d'Ait Hossein										Série de Bou Hamza								
	Alternances marneuses					Marnes sableuses		Sab. biodétritiques	Marnes inférieures			Marnes sableuses organogènes		Marnes sableuses et remplissages du calcaire récifal					
Echantillons	2	3	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	7	8	9	10	11		
Espèces																			
<i>Sphaeroidina bulloides</i> D'Orbigny		0,1	1,3		1,9		2,7												
<i>Cibicidoides floridanus</i> (Cushman)						0,4	10,9												
<i>Cibicidoides pachydermus</i> (Rzehak)		2,6	15,2		0,6			0,2											
<i>Cibicidoides pseudoungerianus</i> (Cushman)		1,2	0,6	0,4				0,2	1,3	2	0,3	0,4				0,2			
<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker et Jacob)				0,8				3,7	30,9	5,9	2,4	19,1	81,8	57,1	6	5	5		
<i>Cibicides refulgens</i> De Montfort										1,7	3,2	4,3							
<i>Asterigerina planorbis</i> (D'Orbigny)						0,2			26,3	0,2	0,3	2,2			30	50,4	48		
<i>Nonion boueanum</i> (D'Orbigny)	3,8	0,1	0,6								0,5					0,2	0,4		
<i>Nonion commune</i> (D'Orbigny)												4,3							
<i>Nonionella turgida</i> (Williamson)								0,4											
<i>Protelphidium granosum</i> (D'Orbigny)									0,7	5,4	6,2	11,9			5,8	1,6	0,3		
<i>Astrononion stelligerum</i> (D'Orbigny)				0,4		0,4		0,2		2,8	3,8	0,7			0,4				
<i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel et Moll)								0,7		0,6	0,8								
<i>Pullenia bulloides</i> (D'Orbigny)			3,2																
<i>Allomorphina trigona</i> Reuss					0,6														
<i>Oridorsalis umbonatus</i> (Silvestri)	0,2	0,4	1,3	8,5	3,2	2,1	0,2												
<i>Gyroidinoides neosoldanii</i> (Brotzen)		0,1	7,6	2,6		0,4	14,3												
<i>Gyroidinoides umbonatus</i> (Silvestri)	0,4	0,6	0,6	1,7		3,8	7,3			0,6	0,5								
<i>Heterolepa dutemplei</i> (D'Orbigny)			3,2			6,8	19,6	0,5		9	15	13,7	3,6	1,1	2,5				
<i>Hanzawaia boueana</i> (D'Orbigny)		1	1,9	3,4	0,6	0,2	0,7		5,9	0,2		1,1			0,4	4,8	3,6		
<i>Elphidium aculeatum</i> (D'Orbigny)									0,7			1,1							
<i>Elphidium crispum</i> (Linné)									10,5						0,4	3	4,3		
<i>Elphidium fichtelianum</i> (D'Orbigny)	0,2	0,2						0,4	2		0,3	1,1		3,3	1,1	0,7	0,3		
<i>Elphidium flexuosum</i> (D'Orbigny)											0,5	4			4	3	22,2		
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel et Moll)													1,8	2,2	0,4	0,2	0,5		
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	5,1	2,3	3,8		1,3	2,8			2	10,7	16,3	16,3	7,4	14,3	3,6	3,6	1,4		

Tableau I.- Répartition des foraminifères benthiques en pourcentages par 100 g. de sédiments dans les deux séries messiniennes du bassin de Zeghanghane

*umbonatus* (Silvestri), *Spiroplectinella deperdita* (d'Orbigny), *Textularia* aff. *abbreviata* d'Orbigny, *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny, *Valvulineria complanata* (d'Orbigny) et *Cibicidoides floridanus* (Cushman).

Les sables biodétritiques (échantillon n° 11) ont fourni une association épiphyte marquée par l'abondance de *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob), *Asterigerina planorbis* (d'Orbigny) et *Elphidium crispum*. (Linné). La diversité reste faible (H=3). On note une diminution relative dans la valeur de l'indice de pélagisme (IP=0,19). Les espèces des foraminifères planctoniques du genre *Globigerinoides* restent les plus abondantes.

#### Bou Hamza

Les prélèvements effectués dans la série de Bou Hamza ont livré 45 espèces de foraminifères benthiques (Tableau I). Le groupe des agglutinés représente 6,6 % de l'ensemble de la faune -soit 3 espèces-, le genre *Textularia* étant le plus fréquent. 3 espèces porcelanées soit 6,6 %. Les hyalins restent le groupe le mieux représenté (86,8 %, -soit 39 espèces-) et le plus diversifié.

La répartition des principales espèces de foraminifères benthiques dans cette série met également en évidence 3 associations paléobiologiques

(Fig. 4). La première association, reconnue dans les marnes inférieures (échantillons n° 1-3), est dominée par *Fursenkoina schreibersiana* (Czjzek), *Bulimina aculeata*, *Bolivina spathulata* et *Heterolepa dutemplei*. Ces espèces sont associées à *Ammonia beccarii*, *Protelphidium granosum* (d'Orbigny), *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens* De Montfort *Cancris auriculus* (Fichtel et Moll) et *Reussella spinulosa*. (Reuss) La présence de *Ammonia beccarii*, qui est une espèce très littorale et qui vit sur un substrat sableux, semble être transportée par des courants sous-marins. La diversité spécifique est maximale, elle est de l'ordre de 3,5. L'indice de pélagisme présente des valeurs de 0,6 à 0,5. Les foraminifères planctoniques sont représentés surtout par les espèces *Globigerinoides extremus* Bolli et Bermudez, *G. bulloideus* Crescenti, *G. amplus* Perconig, *Orbulina universa* D'Orbigny et *Globigerina uvula* (Ehrenberg).

La deuxième association fournie par les marnes sableuses organogènes (échantillons n° 7,8) est largement dominée par *Cibicides lobatulus*, associée à *Heterolepa dutemplei*, *Ammonia beccarii* et *Bulimina aculeata*. L'indice de pélagisme reste important (IP=0,7), alors que la diversité spécifique diminue pour atteindre des valeurs de 1,5 et de 2.

Dans les marnes sableuses et les remplissages du calcaire construit (échantillons n° 9-11), la troisième association est représentée par *Asterigerina planorbis*, *Reussella spinulosa*, *Cancris auriculus*, *Elphidium flexuosum*. Ces espèces sont associées à *Cibicides lobatulus*, *Ammonia beccarii*, *Bulimina aculeata*, *Protelphidium granosum*, *Textularia conica* et *Rosalina bradyi*. (Cushman). La diversité spécifique reste constamment faible ( $H=2$ ), mais l'indice de pélagisme diminue d'une manière significative, il ne dépasse pas la valeur de 0,1.

### Autoécologie des principales espèces de foraminifères benthiques

Les sédiments du Miocène supérieur de la Méditerranée sont caractérisés par l'abondance des espèces du genre *Bolivina* et *Bulimina* (Van der Zwaan, 1982, 1983). Dans les environnements actuels, l'abondance de *Bulimina costata* est liée à un milieu marin ouvert, vaseux avec des rangées bathymétriques de l'ordre de 100 à 300 m (Blanc Vernet, 1969 ; Wright, 1978). La présence de cette espèce dans les associations miocènes est en relation avec l'abondance des nutriments (Van der Zwaan, 1982). *Bolivina spathulata* est une espèce d'habitat marin vaseux avec une très large répartition bathymétrique, entre 50 et 200 m (Blanc Vernet, 1969 ; Mathieu, 1986, 1988 ; Murray 1991 ; Levy *et al.*, 1995). La haute fréquence de cette espèce est signalée dans les zones de plate-forme externe qui présentent des faibles teneurs d'oxygène et des concentrations de nutriments élevées liées aux *upwellings* (Van der Zwaan, 1980, 1982 ; Mathieu, 1986, 1988). La dominance de l'association formée de *Bolivina spathulata* et de *Bulimina costata* est signalée sur la plate-forme externe atlantique du Maroc (Mathieu, 1986, 1988) et du Portugal (Levy *et al.*, 1995), elle est liée aux *upwellings*. La présence de *Globocassidulina subglobosa* associée avec ces espèces peut être également considérée comme indicatrice d'*upwellings* (Mathieu, 1986, 1988).

L'abondance de *Fursenkoina schreibersiana* indique un milieu marin, vaseux avec des teneurs faibles d'oxygène et l'existence d'un tapis végétal (Gonzalez Regalado, 1987). La présence de *Heterolepa dutemplei* est signalée actuellement sur le plateau continental pacifique de l'Indonésie, à des profondeurs de 60 à 150 m (Van Marle, 1988). Cette espèce est signalée également dans les paléoenvironnements messiniens de la Méditerranée où elle habite également des fonds vaseux, dans des eaux relativement pauvres en oxygène et légèrement salées (Van der Zwaan, 1982).

Le groupe des épiphytes est dominé dans les faciès messiniens de Zeghanghane par *Asterigerina planorbis* et *Cibicides lobatulus*. Cette dernière espèce se rencontre le plus souvent fixée sur les végétaux, algues ou phanérogames. Son biotope d'élection est l'herbier à Posidonies. Elle vit à des profondeurs de 20 à 60 m, mais

au delà de cette bathymétrie elle semble être transportée (Blanc Vernet, 1969 ; Mathieu, 1986). La présence de cette espèce dans les paléoenvironnements messiniens de la Méditerranée indique des paléomilieus marins peu profonds avec le développement d'un tapis végétal (Van der Zwaan, 1982).

*Globigerina bulloides* est l'un des foraminifères planctoniques les plus abondants dans les marnes diatomitiques. Elle est signalée actuellement sur la marge atlantique marocaine et portugaise dans des zones soumises à l'action des *upwellings* (Mathieu, 1986, 1988 ; Levy *et al.*, 1995). Dans les marnes sableuses au contraire, la plus-part des espèces du genre *Globigerinoides*, récoltées, sont caractéristiques d'eaux chaudes et particulièrement sensibles à l'influence du phénomène d'*upwelling* (Levy *et al.*, 1995).

### Interprétation des résultats

L'analyse de la répartition des foraminifères benthiques, en plus de l'indice de diversité et de pélagisme, permet de reconnaître des associations paléobiologiques en relation étroite avec la nature lithologique des faciès.

#### Aït Hossein

Dans la série messinienne d'Aït Hossein, la première association, récoltée dans les alternances marneuses, est caractérisée par une diversité maximale, par un indice de pélagisme important et par l'abondance de *Globigerina bulloides*. L'ensemble de foraminifères benthiques révèlent pour ce faciès un environnement assez profond (100 à 160 m?) avec un substrat vaseux, des eaux riches en éléments nutritifs et soumis à l'action des *upwellings*. Cette association est distinguée également dans les sédiments diatomitiques de la Crête (Van der Zwaan, 1982) et dans les marnes messiniennes d'Espagne (van de Poel, 1992). Dans les marnes sableuses, les foraminifères benthiques sont également diversifiés.

La seconde association paléobiologique (constituée de *C. crassa*, *B. spathulata*, *H. dutemplei*) évoque pour ce dépôt un environnement moins profond, avec des eaux riches en éléments nutritifs.

Les sables biodétritiques ont livré une microfaune benthique diversifiée dominée surtout par des espèces épiphytes. Ce dépôt correspond à un paléoenvironnement à tapis végétal de bathymétrie inférieure à la signalé par la seconde association et les résultats sont d'accord avec les obtenus par l'étude des bryozoaires (El Hajjaji, 1992) et par l'étude des bivalves (Ben Moussa, 1994).

La succession stratigraphique des trois associations enregistre donc une réduction de la tranche bathymétrique, accompagnée par l'atténuation voire l'arrêt des courants des *upwellings* donc des apports nutritifs importants et par le développement d'une végétation sous-marine.



*Bou Hamza*

Les trois associations paléobiologiques de foraminifères benthiques distinguées à Bou Hamza sont liées également à la nature lithologique des faciès.

Dans les marnes inférieures, l'indice de diversité et l'indice du pélagisme sont maximales. L'association des foraminifères benthiques traduit un environnement à tapis végétal des eaux relativement pauvres en oxygène et riches en éléments nutritifs.

La diversité reste importante dans les marnes organogènes. L'association est dominée surtout par *Cibicides lobatulus* qui évoque un fond sédimentaire riche en végétation sous-marine et normalement oxygénée.

Dans les marnes sableuses surmontant le dernier niveau cinéritique et dans les remplissages des calcaires, la diversité demeure importante, mais avec un faible indice de pélagisme. L'association de foraminifères révèlent pour ces dépôts un environnement peu profond avec le développement d'un tapis végétal, attesté également par les bryozoaires (El Hajjaji, 1992, El Hajjaji et al, 1994).

L'évolution dans le temps des trois associations de foraminifères benthiques de la série de Bou Hamza montre également une réduction de la tranche bathymétrique d'un fond sédimentaire tapissé par une végétation sous-marine.

**Conclusion**

L'étude de la répartition des foraminifères benthiques dans le Messinien de Zeghanghane montre vers le sud (Aït Hossein) un paléoenvironnement marin ouvert et profond, soumis à l'action des *upwellings* et où abonde *Bulimina costata*. Vers le nord du bassin (Bou Hamza), l'épaisseur des eaux riches en éléments nutritifs (apport par ruissellement) et en matières organiques (végétaux sous-marins), confirmée par le développement de *Fursenkoina schreibersiana* est relativement faible.

L'évolution dans le temps de ces deux séries enregistre une activité volcanique importante, liée à Gourougou et matérialisée par d'épais dépôts cinéritiques. Ceux-ci auraient donné place par comblement à un environnement peu profond (20-40 m) dans lequel se développait un tapis végétal habitant une riche faune de foraminifères benthique et de bryozoaires épiphytes.

L'étude réalisée sur les deux séries messiniennes, d'Aït Hossein et de Bou Hamza du bassin de Zeghanghane constitue un premier travail sur la microfaune des foraminifères benthiques. Cette étude vient compléter les travaux réalisés sur la macrofaune notamment les bryozoaires (El Hajjaji, 1992) et les bivalves (Ben Moussa, 1994).

**Références bibliographiques**

Ben Moussa, A. (1994): Les bivalves néogènes du Maroc septentrional (Façades atlantique et méditerranéenne). *Docum.*

- Lab. Géol. Lyon*, 132: 1-281.
- Blanc Vernet, L. (1969): Contribution à l'étude des foraminifères de la Méditerranée. *Recueil. Trav. Station Marine Endoume*, Marseille: 1-282.
- Boltovskoy, E. et Totah, V. (1985): Diversity, similarity and dominance in benthic foraminiferal fauna along one transect of the Argentine shelf. *Revue de Micropaléontologie*, 28, 1: 23-31.
- El Hajjaji, Kh. (1992): Les Bryozoaires du Miocène supérieur du Maroc nord-oriental. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, 123: 1-355.
- El Hajjaji, Kh., Pouyet, S. et El Kadiri, K. (1994): Biofaciès à bryozoaires et environnements sédimentaires au Miocène supérieur du Maroc nord-oriental. *Rev. Esp. Paleont.*, 9 (1): 72-80.
- Faure-Moret, A. (1996): Carte géologique du Rif-Zeghanghane. *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, Rabat, 370.
- Gibson, Th. G. (1989): Planktonic benthonic foraminiferal ratios: Modern patterns and Tertiary applicability. *Marine Micropaleontology*, 15: 29-52.
- Gonzalez Regalado, M. L. (1987): Asociaciones de foraminiferos bentónicos en el Plioceno de Huelva. *Ser. Ciencias, Univ. Sevilla*, 27: 1-73.
- Levy, A., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., Ubaldo, M.L. et Lebreiro, S. (1995): Foraminifères actuels de la marge continentale portugaise. Inventaire et distribution. *Mem. Inst. Geol. Min.*, Lisboa, 32: 1-116.
- Mathieu, R. (1986): Sédiments et foraminifères actuels de la marge continentale atlantique du Maroc. *Thèse Sci. Univ. P. et M. Curie*, Paris: 1-365.
- Mathieu, R. (1988): Foraminifères actuels et résurgences côtières sur la marge continentale atlantique du Maroc. *Rev. Paléobiol.*, Genève, Vol. sp., 2, Benthos'86: 845-850.
- Morel, J. L. (1985): Les événements tectoniques et volcaniques responsables de la regression messinienne dans le Maroc Septentrional: Exemple du bassin d'Iaddouyine (Zeghanghane-Rif oriental-Maroc). *Bull. Inst. Scientifique*, Rabat, 9: 97-106.
- Murray, J. W. (1991): *Ecology and paleoecology of benthic foraminifera*. Ed. Longman scientific & technical: 397 pp., New York
- Van de Poel, H. M. (1992): Foraminiferal biostratigraphy and paleoenvironments of the Miocene-Pliocene Carboneras-Nijar basin (S-E Spain). *Script Geol.*, 102: 1-36.
- Van der Zwaan, G. J. (1982): Paleocology of late Miocene Mediterranean foraminifera. *Utrecht Micropal. Bull.*, 25: 1-200.
- Van der Zwaan, G. J. (1983): Quantitative analyses and the reconstruction of benthic foraminiferal communities. *Utrecht Micropal. Bull.*, 30: 49-69.
- Van Marle, L. J. (1988): Bathymetric distribution of benthic foraminifera on the Australian-Irian Jaya continental margin, Eastern Indonesia. *Marine Micropaleontology*, 13: 97-152.
- Wright, R. (1978): Neogene benthic foraminifera from DSDP Leg 42A, Mediterranean Sea. *Init. Reports. Washington D. S. D. P.*, 42 (1): 709-726.

*Manuscrito recibido el 27 de Mayo de 1998*  
*Aceptado el manuscrito revisado el 25 de Marzo de 1999*