

N° d'ordre

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université d'Oran

Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire
Département des Sciences de la Terre

Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement

Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade de
Magister en Sciences de la Terre

Option : Paléontologie

**ETUDE DES ASSEMBLAGES DE FORAMINIFERES
BENTHIQUES DU MIOCENE DU BASSIN DE M'SIRDA**

Par

OMAR Laâredj

Soutenu : le 23 /02 /2012, devant la commission d'examen :

M. BESSEDIK,	Professeur, Université de Chlef	Président
L. BELKEBIR,	Professeur, Université d'Oran	Rapporteur
H. HEBIB,	Maitre Assistant A, Université de Tlemcen	Co-rapporteur
B. MANSOUR,	Professeur, Université d'Oran	Examineur
M. MAHBOUBI,	Professeur, Université d'Oran	Examineur

Oran, 2011 – 2012

Résumé :

La série Miocène du bassin de M'sirda (Algérie nord occidentale) a fait l'objet d'une étude lithostratigraphique, systématique, paléoécologique et paléoenvironnementale. Ce travail, réalisé à partir de deux coupes géologiques de référence (Moscarda 2 et Oued Ain Ajroud), a permis de révéler les résultats suivants :

Sur le plan lithostratigraphique, une succession de quatre unités lithologiques a été individualisée. Son contenu, en foraminifères planctoniques, suggère un âge allant du Tortonien supérieur au Messinien. Cette attribution biostratigraphique est en accord avec les datations radiométriques (9,99 Ma) des coulées basaltiques sous-jacentes.

L'étude taxonomique des 34 prélèvements a montré une population de foraminifères benthiques inégalement répartie sur les deux coupes. Celle-ci est constituée de 177 espèces appartenant à 68 genres, 34 familles et 4 sous ordres.

Les analyses quantitatives et qualitatives de cette microfaune de foraminifères benthiques indiquent, au cours du Tortonien supérieur, un milieu peu profond (circalittoral haut) évoluant vers un milieu relativement profond (circalittoral bas) à Marsa Ben M'hidi (Moscarda 2) alors qu'il est plus profond (bathyal supérieur à circalittoral bas) à Beider (Oued Ain Ajroud). Postérieurement, sur l'ensemble des deux coupes, l'environnement devient riche en nutriments et faiblement oxygéné, dû probablement à une stratification de la masse d'eau.

Le début du Messinien est marqué par une riche diversité microfaunistique témoignant d'un retour aux conditions marines normales et une réduction paléobathymétrique (circalittoral haut). Ultérieurement, le développement d'une population de foraminifères benthiques oligospécifiques atteste l'installation d'un régime hypoxique et de forte productivité, souvent associé au phénomène d'*upwelling*.

Mots clés : Bassin de M'sirda, Messinien, Tortonien supérieur, foraminifères benthiques, lithostratigraphie, paléoécologie, paléoenvironnement.

Abstract

The Miocene deposits of M'sirda basin (Northwestern Algeria) has been subject of lithostratigraphic, systematic, paleoecological and Palaeoenvironmental study. This work, carried out on two sections references (Moscarda 2 and Oued Ain Ajroud), revealed the following results:

On the lithostratigraphic field, a succession of four lithological units was individualized. Its content of planktonic foraminifera suggests an age ranging from late Tortonian to Messinian. This biostratigraphic assignment is in agreement with radiometric dating (9, 99 Ma) of basalt flows.

The taxonomic study of 34 samples showed a population of benthic foraminifera unequally distributed on two section. It consists of 177 species belonging to 68 genera, 34 families and 4 suborder.

The quantitative and qualitative analysis of this benthic foraminifera microfauna indicate, during the upper Tortonian, a shallow environment (upper circalittoral) evolves into a deep environment (lower circalittoral) at Marsat Ben M'hidi (Moscarda 2) while it is deeper (upper bathyal to lower circalittoral) at Beider (Oued Ain Ajroud). Subsequently, throughout the two sections, the environment becomes rich in nutrients and low oxygen, probably due to the stratification of the water column.

The beginning of the Messinian is marked by a rich diversity microfaunal reflecting a return to normal marine conditions and a reduction paleobathymetric (upper circalittoral). Subsequently, the development of a population of benthic foraminifera oligospecific certify the installation of a regime hypoxic high productivity often associated with upwelling phenomena.

Keywords: M'sirda Basin, upper Tortonian, Messinian, benthic foraminifera, lithostratigraphy, palaeoecology, palaeoenvironment.

TABLE DES MATIERES

Avant propos	
Résumé	
Abstract	

PREMIER CHAPITRE

Généralités

I. Introduction-----	1
II. Cadre géographique et géologique -----	1
II. 1. Situation géographique-----	1
II. 2. Contexte géologique-----	3
III. Historique des travaux -----	5
IV. But du travail-----	6
V. Méthodologie -----	6

DEUXIEME CHAPITRE

Lithostratigraphie

I. Introduction-----	8
II. Secteur de Marsat Ben M'hidi -----	8
II. 1. Coupe de Moscarda 2-----	8
II. 2. Description lithologique et paléontologique-----	8
III. Secteur de Beider -----	12
II. 1. Coupe de Oued Aïn Adjroud -----	12
II. 2. Description lithologique et paléontologique-----	12
IV. Attribution biostratigraphique -----	16
IV. 1. Coupe de Moscarda 2 -----	16
IV. 2. Coupe de Oued Aïn Adjroud -----	18
V. Conclusion-----	18

TROISIEME CHAPITRE

Systématique

I. Introduction-----	22
II. Systématique -----	22
II. 1. Sous ordre <i>Lagenina</i> Delage & Herouard, 1896-----	23
II. 2. Sous ordre <i>Miliolina</i> Delage & Herouard, 1896-----	24
II. 3. Sous ordre <i>Rotaliina</i> Delage & Herouard, 1896-----	25
II. 4. Sous ordre <i>Textulariina</i> Delage & Herouard, 1896-----	50
III. Conclusion-----	51

PREMIER CHAPITRE

Généralités

I. Introduction

II. Cadre géographique et géologique

II. 1. Situation géographique

II. 2. Contexte géologique

III. Historique

IV. But de travail

V. Méthodologie

I. Introduction :

Contrairement aux bassins néogènes voisins (bassin de la Tafna et bassin du Bas Chélif) qui constituent des sujets de prédilection pour la plupart des géologues, le bassin de M'sirda reste à ce jour un domaine relativement peu connu. Hormis quelques études lithologiques et stratigraphiques (Gentil *in* Saint Martin, 1990 ; Guardia, 1967 ; 1975), les données et les informations géologiques concernant ce bassin restent rares et fragmentaires. Néanmoins, ces travaux ont apporté d'intéressantes précisions sur la succession lithologique et l'âge de faciès. Cependant, des attributions stratigraphiques incertaines et parfois inexactes n'ont pas permis jusqu'ici d'en avoir des corrélations régionales.

Le bassin de M'sirda est, par sa position, une région importante d'un point de vue géologique. Il constitue d'une part une continuité sédimentaire des dépôts miocènes entre les bassins côtiers d'Algérie et de Maroc et d'autre part il est dans une zone proche du couloir sud rifain. De ce fait, il est susceptible d'enregistrer les conditions paléocéologiques et les changements paléoenvironnementaux qui ont régné au cours du Miocène supérieur.

Dans cette perspective, les foraminifères benthiques sont utilisés à ces fins. En effet, la dépendance des foraminifères benthiques à la nature des fonds marins, ainsi que leur sensibilité aux plus légères variations de certains facteurs abiotiques (température, salinité, lumière, teneur en oxygène, etc.), en font de très bons indicateurs des environnements (Murray, 1991 ; Kaiho, 1994 ; Murray, 2000). En outre, les espèces benthiques récoltées sont toutes encore présentes dans les mers actuelles et leurs distributions étaient contrôlées par les facteurs abiotiques de la même manière au cours du Néogène qu'actuellement (Debenay *et al.* 1996 ; Dayja & Bignot, 2003). C'est en s'appuyant sur cette permanence écologique des espèces au cours des 8 derniers Ma que nous tenterons d'établir, à partir de deux coupes lithologiques, une première esquisse des paléomilieux marins successifs et des masses d'eaux qui les surmontaient.

II. Cadre géographique et géologique :

II. 1. Situation géographique :

En bordure de la côte méditerranéenne, aux confins algéro-marocains, le bassin de M'sirda correspond à une petite dépression orientée SW-NE (Fig. 1). Il est limité, au Nord par le rivage actuel de la méditerranée, à l'Est par le massif des Traras, au Sud par le massif de Fillaoussene et des Beni Snassen. Du côté occidental, ce bassin se prolonge sur la plaine de Trifas, dans le territoire marocain.

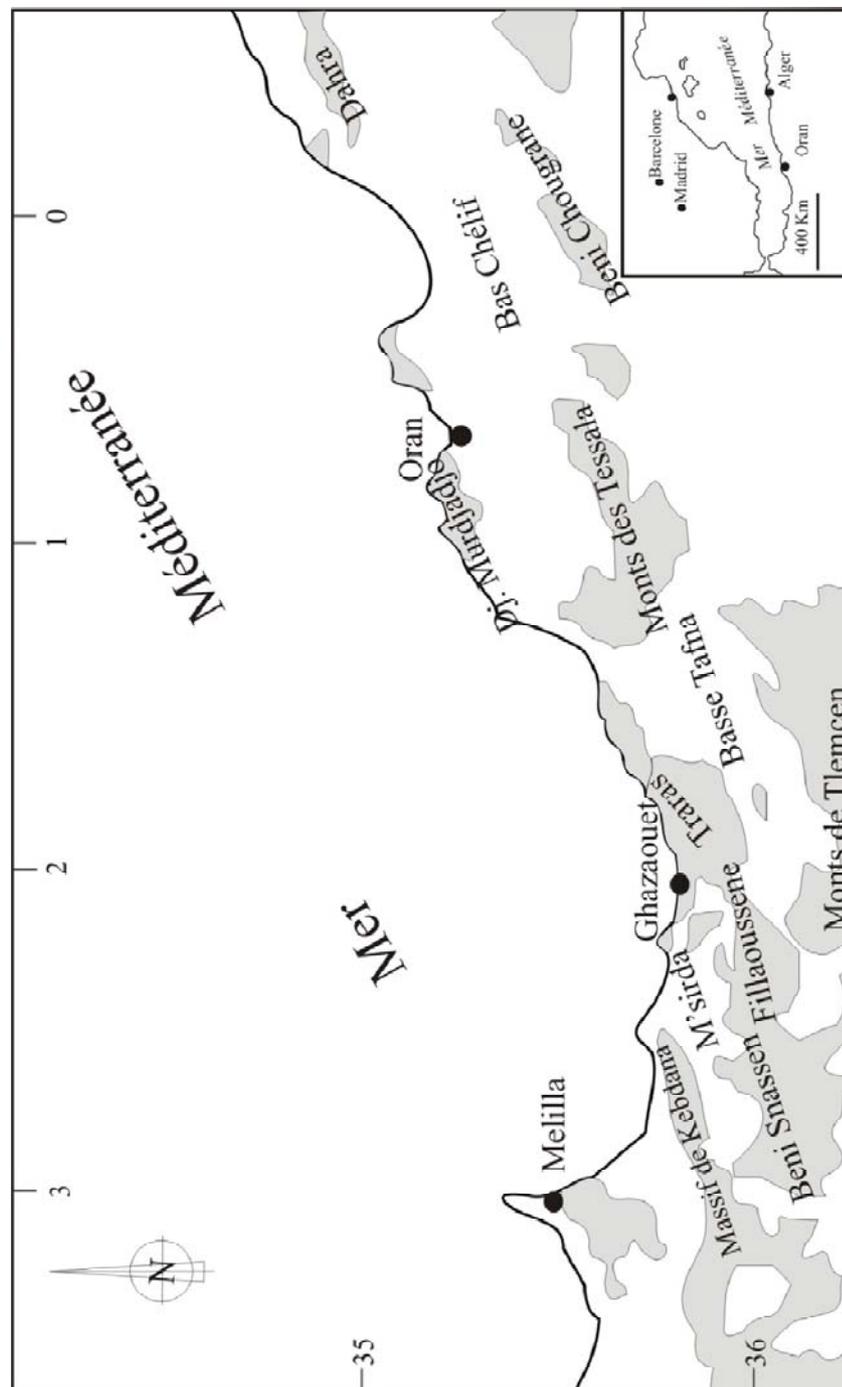


Fig. 1 : Situation géographique générale du bassin de M'sirda (Domzig *et al.*, 2006 ; modifiée).

II. 2. Contexte géologique :

En méditerranée occidentale, le bassin de M'sirda se situe sur la bordure interne de l'Atlas tellien. Comme ceux des bassins sublittoraux néogènes d'Afrique du Nord, ce bassin a pris naissance suite à un régime tectonique extensif survenu au Tortonien supérieur (Muller *et al.* in Cornée *et al.*, 1996). Au cours du cycle Miocène terminal, Guardia (1975) distingue deux bassins sédimentaires, l'un oriental comprenant les affleurements de la basse Tafna et de Sebaa Chioukh, et l'autre occidental limité à la région de M'sirda (Fig. 2). Ces deux bassins sont séparés par le massif des Traras et la chaîne du Filaoussène et ne communiquent entre eux qu'au nord de la zone émergée.

La série sédimentaire du bassin de M'sirda, d'âge Miocène supérieur – Quaternaire, repose, soit en discordance sur des terrains d'âge Crétacé (Guardia, 1975) soit sur des coulées volcaniques d'âge Miocène (Guardia, 1975 ; Bellon *et al.*, 1984 ; Megartsi, 1985 ; Louni-Hacini, 2002).

Gentil *in* Saint Martin (1990) a décrit près de Marsa Ben M'hidi, une série sédimentaire d'âge Sahélien dont il donne la succession lithologique suivante :

- Grès grossier à galets, renfermant en abondance de *Pectinidae*, *Pondylus gaederopus* et *Terebratula sinuosa* ;
- Marnes blanchâtres ou grises;
- Calcaires blancs à polypiers et *Lithothamnium*.

Ce dernier faciès montre un prolongement vers le NW en direction des récifs connus dans les environs de Mellila et le bassin de Boudinar (Saint Martin *et al.*, 1983).

Selon Guardia (1975), ce bassin aurait enregistré trois cycles sédimentaires entre le Miocène supérieur et le quaternaire :

- cycle messinien;
- cycle Pliocène inférieur et moyen ;
- cycle Quaternaire ancien.

Le cycle messinien est représenté par une formation inférieure marine, essentiellement marneuse, surmontée par une dalle calcaire épaisse d'une dizaine de mètres (Fig. 3). C'est la présence de *Globorotalia mediterranea* qui a permis à l'auteur d'attribuer l'âge messinien à ce cycle. Une première étude de leur contenu microfaunistique a été réalisée par Guardia (1975) qui a ainsi fourni une première liste d'espèces de foraminifères benthiques et donné quelques informations sur le paléoenvironnement.

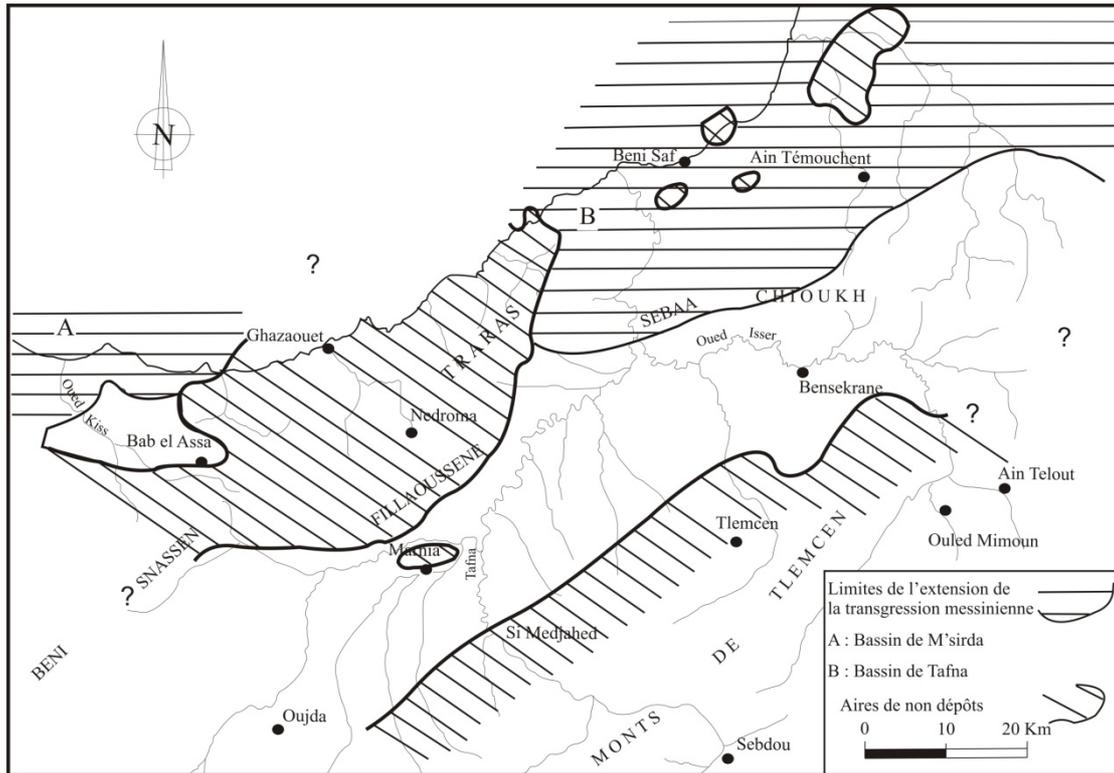


Fig. 2 : Esquisse paléogéographique de l'Algérie nord occidentale (Guardia, 1975 ; modifiée)

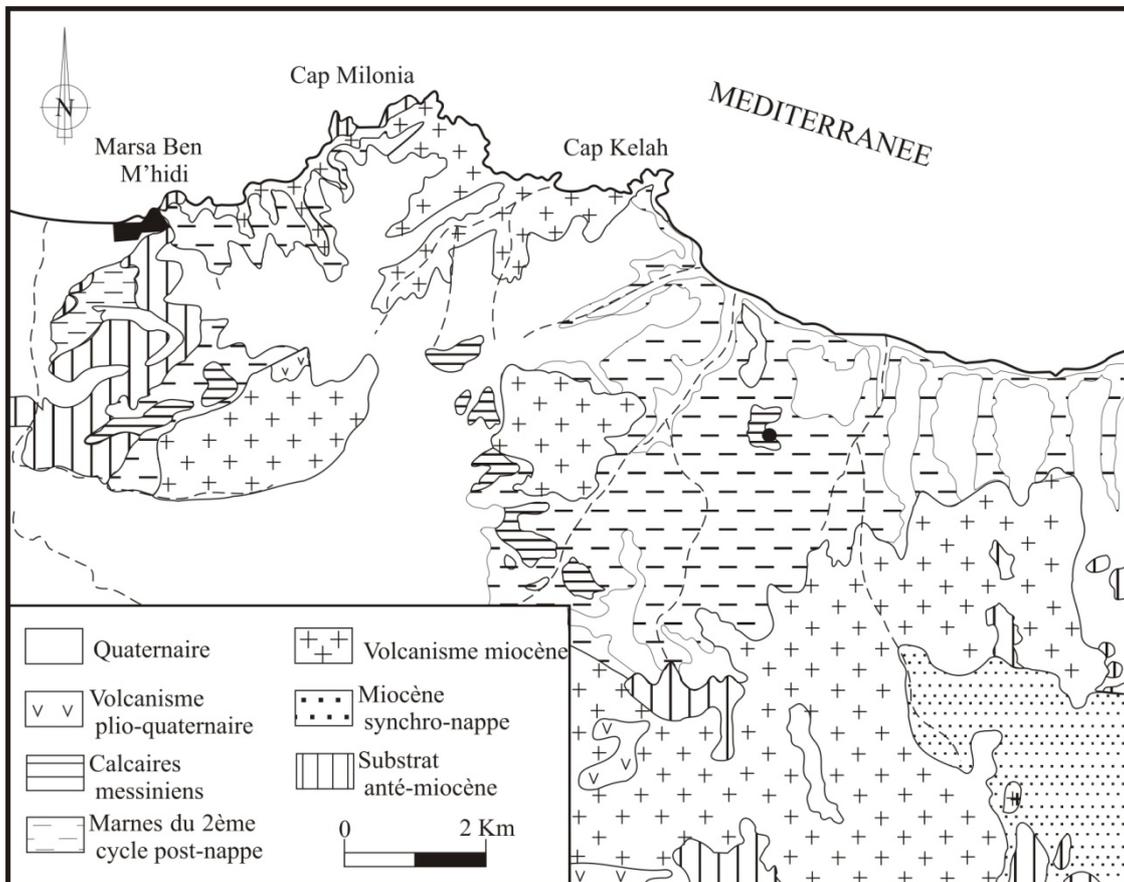


Fig. 3 : Carte géologique de la région d'étude (Guardia, 1975)

Ce bassin a connu au cours du Miocène terminal un certain nombre de mouvements épirogéniques (Guardia, 1975) et un volcanisme polyphasé (Sadran, 1958 ; Megartsi, 1985 ; Louni – Hacini, 2002). Les traces de ce volcanisme se présentent sous forme de cinérites, de tufs pyroclastiques et de coulées basaltiques. Ce volcanisme comprend essentiellement deux secteurs d'importance inégale (Sadran, 1958 ; Guardia, 1975 ; Megartsi, 1985 ; Louni-Hacini, 2002). Le premier secteur constitue le long de la côte, depuis Marsat Ben M'hidi à l'Ouest jusqu'au Cap Kelah à l'Est, une mince lisière composée de coulées et de brèches basaltiques d'âge miocène. Le second secteur, édifice important d'une superficie de 40 Km² (Louni-Hacini, 2002), est réparti autour de la région de Sebabna. Il est caractérisé par des produits andésitiques d'âge miocène supérieur. Ces derniers sont recouverts par endroits de coulées basaltiques plio-quadernaires (Megartsi, 1985, Louni-Hacini, 2002).

Le Pliocène n'affleure qu'au nord de Souahlia ; il est matérialisé par des dépôts grossièrement détritiques, à cachet littoral, renfermant des clypéastres et des bivalves. Cette sédimentation pliocène correspond à une ancienne ligne de rivage (Guardia, 1967)

III. Historique des travaux :

Peu de travaux paléontologiques ont été consacrés à cette région. La plupart des recherches n'ont abordé que l'aspect sédimentologique, pétrographique ou même géodynamique.

Les premières descriptions des faciès néogènes du bassin de M'sirda datent du début du siècle dernier. En effet, la présence de sédiments d'âge Sahélien (Miocène supérieur) a été signalée pour la première fois par Gentil *in* Saint Martin (1990).

En étudiant le volcanisme néogène oranais, Sadran (1958) a détaillé la cartographie des différents centres d'émissions volcaniques, la minéralogie et la géochimie des laves d'Oranie nord occidentale.

Guardia (1975) a identifié une seule formation marine à dominance marneuse recouverte par une dalle calcaire. Il attribue ces dépôts au Messinien et plus précisément à la zone à *Globorotalia mediterranea*.

En 1985, Megartsi distingue plusieurs épisodes éruptifs et il donne une synthèse du volcanisme mio-plio-quadernaire de l'Oranie et du bassin de M'sirda.

Louni –Hacini *et al.*, (2005) proposent de nouvelles datations radiométriques (⁴⁰K⁴⁰Ar) sur la transition du volcanisme calco-alcalin au volcanisme alcalin en Oranie au Miocène supérieur.

Louni- Hacini (2002), à l'instar de Mégartsi, a établi un cadre chronologique précis de la mise en place des dépôts magmatiques de M'sirda en mettant en évidence la nature et le mode de la transition du volcanisme calco-alcalin au volcanisme alcalin.

IV. But de travail :

Cette étude, limitée à la partie septentrionale du bassin, vient compléter les nombreuses investigations effectuées sur les bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie nord occidentale. Elle est, essentiellement, basée sur l'aspect micropaléontologique, paléoécologique et paléoenvironnementale des événements qui se sont succédés au cours du Miocène supérieur.

Ainsi, l'objectif du présent travail consiste à :

- décrire les différentes unités lithologiques identifiées ;
- actualiser les anciennes attributions stratigraphiques et établir un cadre chronostratigraphique bien précis. Toutefois, ces résultats sont appuyés par les datations radiométriques effectuées sur les basaltes de Marsa ben M'hidi ;
- donner un inventaire taxonomique de la microfaune de foraminifères benthiques ;
- analyser l'évolution des assemblages de foraminifères benthiques en soulignant les conditions paléoécologiques qui régnaient puis proposer une reconstitution paléoenvironnementale du milieu de dépôts.

V. Méthodologie :

Sur le terrain, deux coupes géologiques ont été levées. Celles-ci sont situées dans deux secteurs voisins, distants entre eux de 10 Km (Fig. 4). Pour chaque coupe, une description détaillée des faciès est effectuée. Ce travail est accompagné d'un échantillonnage systématique des sédiments afin d'étudier son contenu micropaléontologique.

Au laboratoire, chaque prélèvement (0,250 kg) est plongé dans l'eau jusqu'à désagrégation et est passé sur un tamis de maille de 63 μ m. Après séchage dans une étuve à 50°C, le résidu obtenu est conservé dans une petite boîte numérotée.

Sous une loupe binoculaire Zeiss (\times 50), 300 individus de foraminifères benthiques sont triés, déterminés et recensés. Au terme de ces comptages, la fréquence de chaque taxon

par rapport à l'ensemble des individus contenus dans un échantillon est calculée (voir Annexe).

La détermination spécifique des foraminifères benthiques a nécessité l'utilisation de documents spécialisés D'Orbigny (1846), Marks (1951), Van Der Zwaan (1982), AGIP (1982), Belkebir (1986), Loeblich et Tappan (1987), Hebib (2001) et le concours de Pr. Belkebir (Université d'Oran).

Les espèces dont l'appartenance taxonomique et les conditions du milieu de vie sont similaires ont été groupées pour une interprétation optimale de leur mode de distribution. Des informations complémentaires ont été utilisées pour mieux cerner l'évolution paléocéologique, à savoir l'indice de pélagisme, l'indice de diversité *Shannon – weaver* et l'indice d'équitabilité.

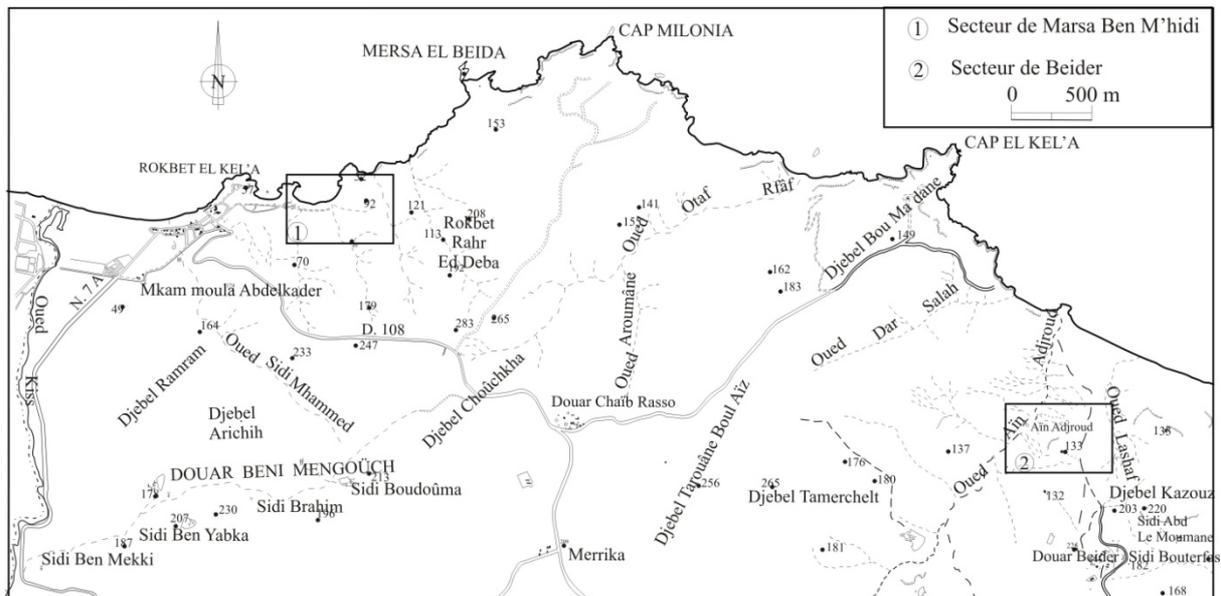


Fig. 4 : Localisation géographique des secteurs d'étude.

DEUXIEME CHAPITRE

Lithostratigraphie

I. Introduction

II. Secteur de Marsat Ben M'hidi

II. 1. Coupe de Moscarda 2

II. 2. Description lithologique et paléontologique

III. Secteur de Beider

II. 1. Coupe de Oued Aïn Adjroud

II. 2. Description lithologique et paléontologique

IV. Attribution biostratigraphique

IV. 1. Coupe de Moscarda 2

IV. 2. Coupe de Oued Aïn Adjroud

V. Conclusion

I. Introduction :

Afin de suivre l'évolution paléoenvironnementale des dépôts sédimentaires du bassin de M'sirda, une analyse lithologique et microfaunistique a été établie à partir de deux levées de coupes géologiques choisies dans deux secteurs voisins (secteur de Marsat Ben M'hidi et secteur de Beider). Le choix de ces coupes a été guidé par la qualité d'affleurement. C'est-à-dire là où le maximum de faciès a été observé.

II. Secteur de Marsat Ben M'hidi :

La ville de Marsat Ben M'hidi (ex. Port Say) est située à l'extrême nord ouest de l'Algérie et 80 Km, à l'est de la ville de Ghazaouet.

1. Coupe de Moscarda 2 :

D'orientation Nord-Sud, la coupe a été levée dans la partie méridionale de la baie de Moscarda 2, à l'est de la ville Marsat Ben M'hidi (fig. 5). Ses coordonnées Lambert sont :

X = 574,42	X = 574,55
A	B
Y = 3882,8	Y = 3882,9

2. Description lithologique et paléontologique :

La succession lithologique nous a permis de distinguer 3 unités (fig. 6):

- Unité I : grès conglomératiques ;
- Unité II : marnes grises ;
- Unité III : marnes sableuses.

2. 1. Grés conglomératiques :

Discordant, par ravinement, sur un substratum basaltique, cette unité est constituée de bas en haut par :

- un banc conglomératique (1 m) formés d'éléments bréchiques, de taille variable (décimétriques à centimétriques) et de nature basaltiques et gréseuse. L'ensemble est emballé dans une matrice gréseuse ;
- un banc microconglomératique (0,40 m) à aspect lenticulaire ;

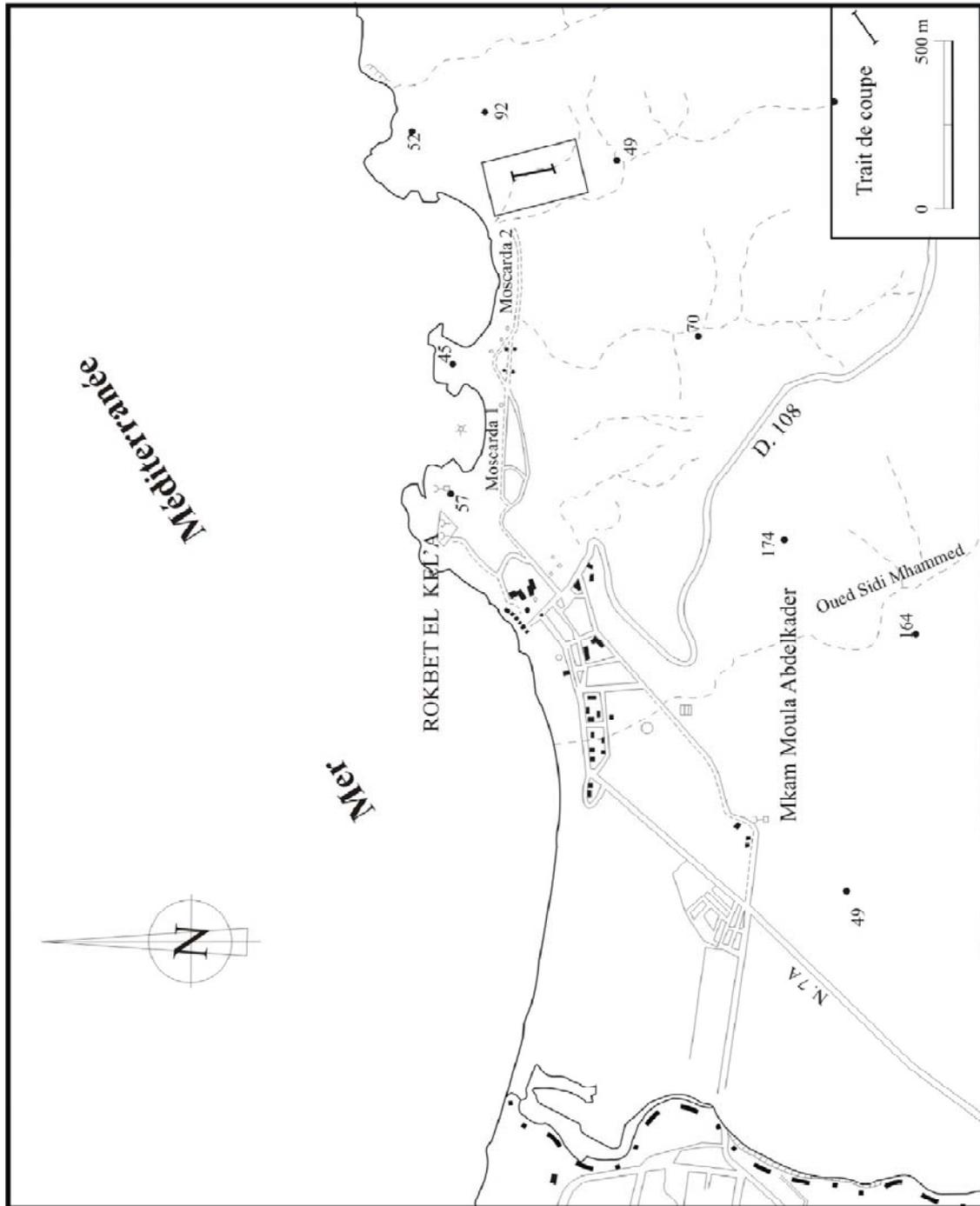


Fig. 5 : Position géographique de la coupe de Moscarda 2.

- une succession de cinq bancs gréseux (0,20 à 0,35 m), de couleur jaunâtre à la patine et brunâtre à la cassure. Ils renferment une très riche macrofaune constituée de gastéropodes et des moules internes de bivalves.

2. 2. Marnes grises :

Elles succèdent en continuité à l'unité précédente et débutent par un niveau cinéritique (1 m) sur lequel se développent, en continuité, un ensemble marneux, puissant de 28 mètres. Les marnes sont gris bleu, indurées, à cassure conchoïdale et très riche en produits volcaniques (biotite). Au-delà de 15 m (à peu près), La sédimentation se poursuit par ces mêmes marnes qui paraissent jaunâtres en surfaces mais grises en profondeur. Ces dernières renferment à leur base un tuf pyroclastique (T) riche en produits volcaniques.

Le résidu de lavage montre une fraction organogène constituée de foraminifères, de radioles d'oursins et de rares ostracodes à carapace lisse. L'état de conservation des tests de foraminifères benthiques est médiocre dans les deux premiers prélèvements (Mc 1 et Mc 2) alors qu'il est optimal dans le reste.

Les foraminifères benthiques y sont abondants et diversifiés. On y reconnaît des *Cibicididae*, *Cassidulinidae*, *Elphidiidae*, *Asterigerinidae*, *Buliminidae* et *Bolivinidae*.

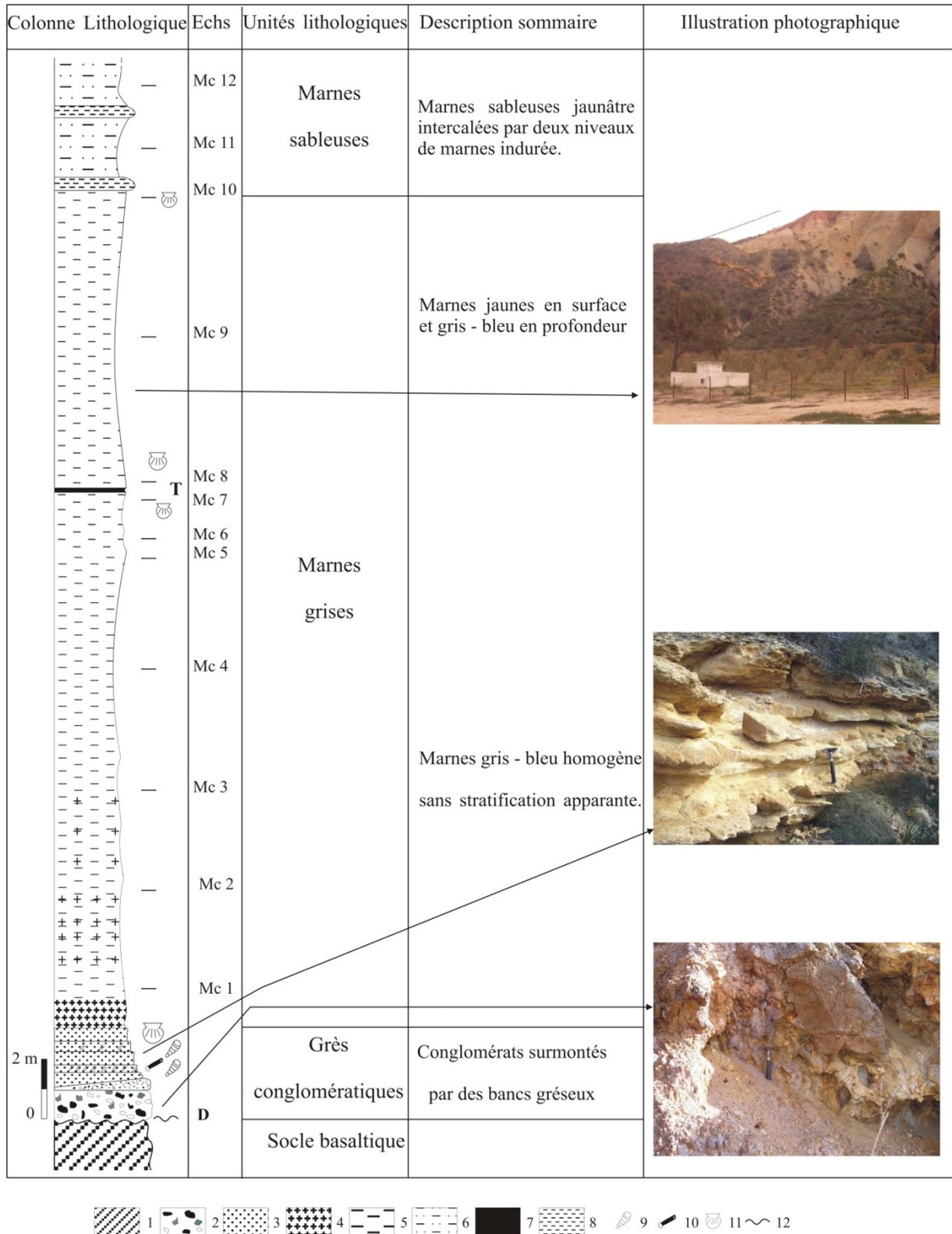
La fraction minérale est composée de grains de quartz anguleux à subanguleux, calcite, gypse, basalte, des fragments de verres volcaniques et des paillettes de biotites. Ces deux derniers éléments sont absents dans les autres prélèvements.

2. 3. Marnes sableuses :

Cette unité est très réduite (5m) par rapport aux marnes précédentes. Ce sont des marnes sableuses jaunâtres renfermant deux intercalations marneuses indurées (0.40 et 0.45 m), de couleur beiges à blanchâtre.

Les foraminifères benthiques sont représentés par des *Cibicididae*, *Bolivinidae*, accessoirement par des *Buliminidae*, *Cassidulinidae*, *Uvigerinidae*, *Nonionidae*, *Osangulariidae* et rarement des *Nodosariidae*

La fraction minérale est composée de grains de quartz émoussé luisant, de la calcite et de la glauconie. L'échantillon Mc10 montre des éléments rougeâtres et oxydés ainsi que des foraminifères rubéfiés.



1 : Basalte ; 2 : conglomérats ; 3 : grès ; 4 : cinérite ; 5 : marnes grises ; 6 : marnes sableuses ; 7 : tuf pyroclastique (T) ; 8 : marnes indurées ; 9 : gastéropodes ; 10 : radioles d'oursins ; 11 : test de bivalves ; 12 : surface de ravinement.

Fig. 6 : description lithologique de la coupe de Moscarda 2.

III. Secteur de Beider :

Le village de Beider est situé, à environ 10 Km, à l'Est de la ville Marsat ben M'hidi et à 3 Km au sud de la plage de Beider.

1. Coupe de Oued Aïn Adjroud :

La coupe a été levée sur la rive droite d'oued Aïn Adjroud, au pied du flanc nord ouest de Djebel Kazouz. Elle est orientée, sensiblement, Ouest – Est (fig. 7). Ses coordonnées Lambert sont :

	X = 574,42	X = 574,55
A		B
	Y = 3882,8	Y = 3882,9

2. Description lithologique et paléontologique :

La succession des différents facies permet d'individualiser trois unités lithologiques (fig. 8):

- Unité I : marnes grises ;
- Unité II : marnes gréseuses ;
- Unité III : marnes diatomitiques.

2. 1. Marnes grises :

La limite inférieure de cette unité n'est pas observable à l'affleurement. Seule sa partie supérieure affleure sur plus de 40 m. Il s'agit de marnes gris-bleu homogènes. Elles renferment de minces niveaux, légèrement calcaire, assez indurés et plus ou moins diffus de teintes beiges. Ces niveaux marno-calcaire, séparés les uns des autres par des intervalles marneux (10 m à 2 m), sont difficilement repérables dans le paysage. Vers le sommet, ces marnes renferment un niveau de tuf pyroclastique, analogue à celui de la coupe de Moscarda 2.

L'analyse micropaléontologique des différents échantillons a révélé la présence de foraminifères, radioles d'oursins et ostracodes à carapace lisse et costulée.

Les foraminifères benthiques sont diversifiés et bien conservés. On y reconnaît des *Cibicididae*, *Nonionidae*, *Uvigerinidae*, *Vaginulinidae*, accessoirement des *Rotaliidae* et rarement des *Siphoninidae*.

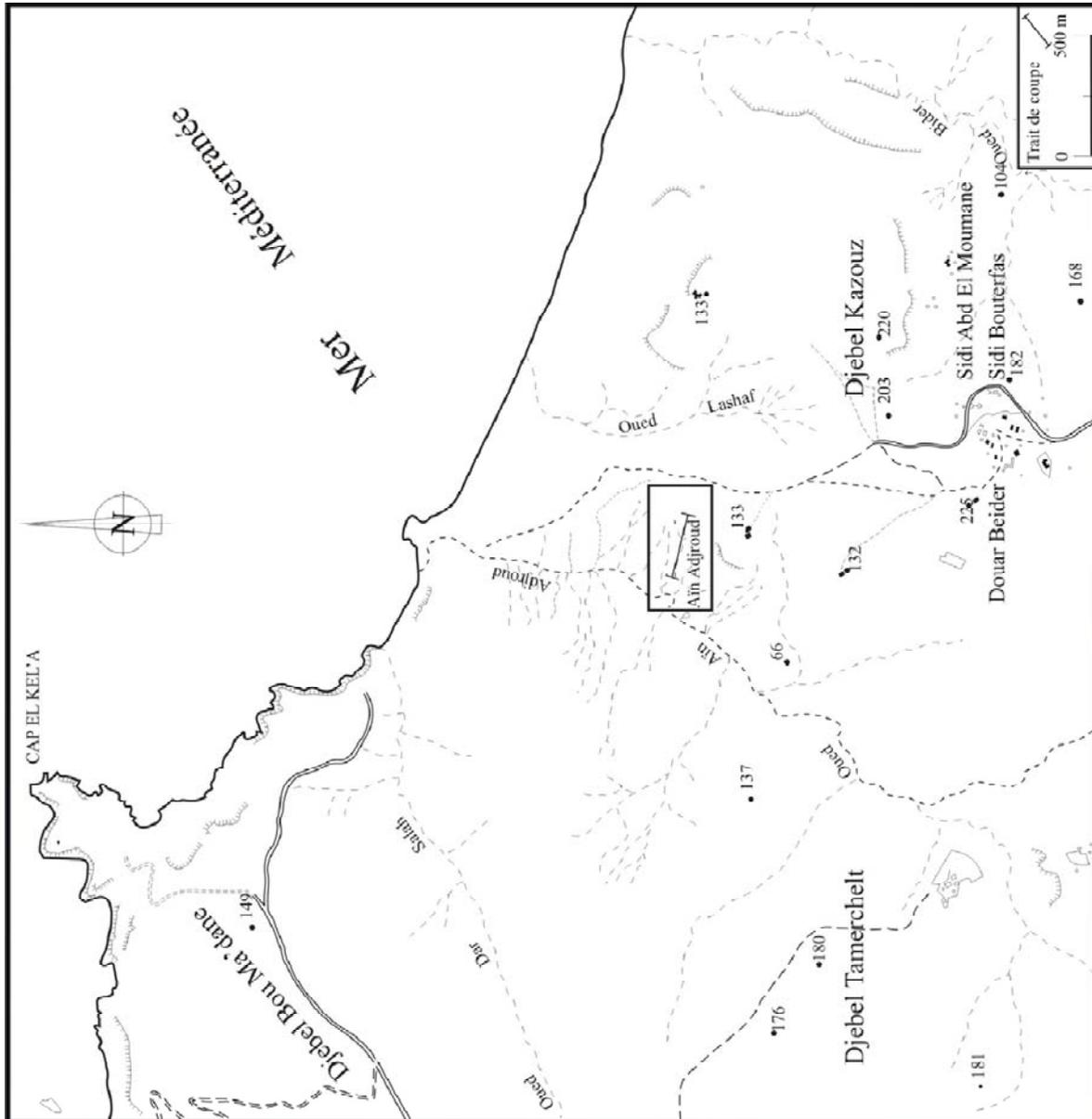


Fig. 7 : Position géographique de la coupe de Oued Aïn Adjrout

A partir des prélèvements Adj 5, Adj 6 et Adj 7, on enregistre une fréquence notable des *Bolivinidae*, *Buliminidae* et accessoirement des *Cibicididae*, *Cassidulinidae*, *Rotaliidae* et rarement des *Nonionidae*. Dans les échantillons Adj 9, Adj 10, Adj 11, à côté des *Bolivinidae* et *Buliminidae* s'ajoutent des *Uvigerinidae* qui domineront dans les deux derniers niveaux.

2. 2. Marnes gréseuses :

Il s'agit d'une alternance de marnes sableuses et de bancs gréseux reposant sur l'unité précédente par l'intermédiaire d'un niveau microconglomératique. Ce dernier montre des éléments, de taille variable et polygénique, emballés dans une matrice où s'observent des fragments des coquilles de bivalves et radioles d'oursins. Les bancs gréseux sont stratodécroissant, à grains fin voire moyen, renfermant des galets mous et des bioturbations. Les bioturbations, disposées horizontalement, se présentent sous forme de remplissages de terriers d'organismes fouisseurs. Ce faciès devient par endroit indurés.

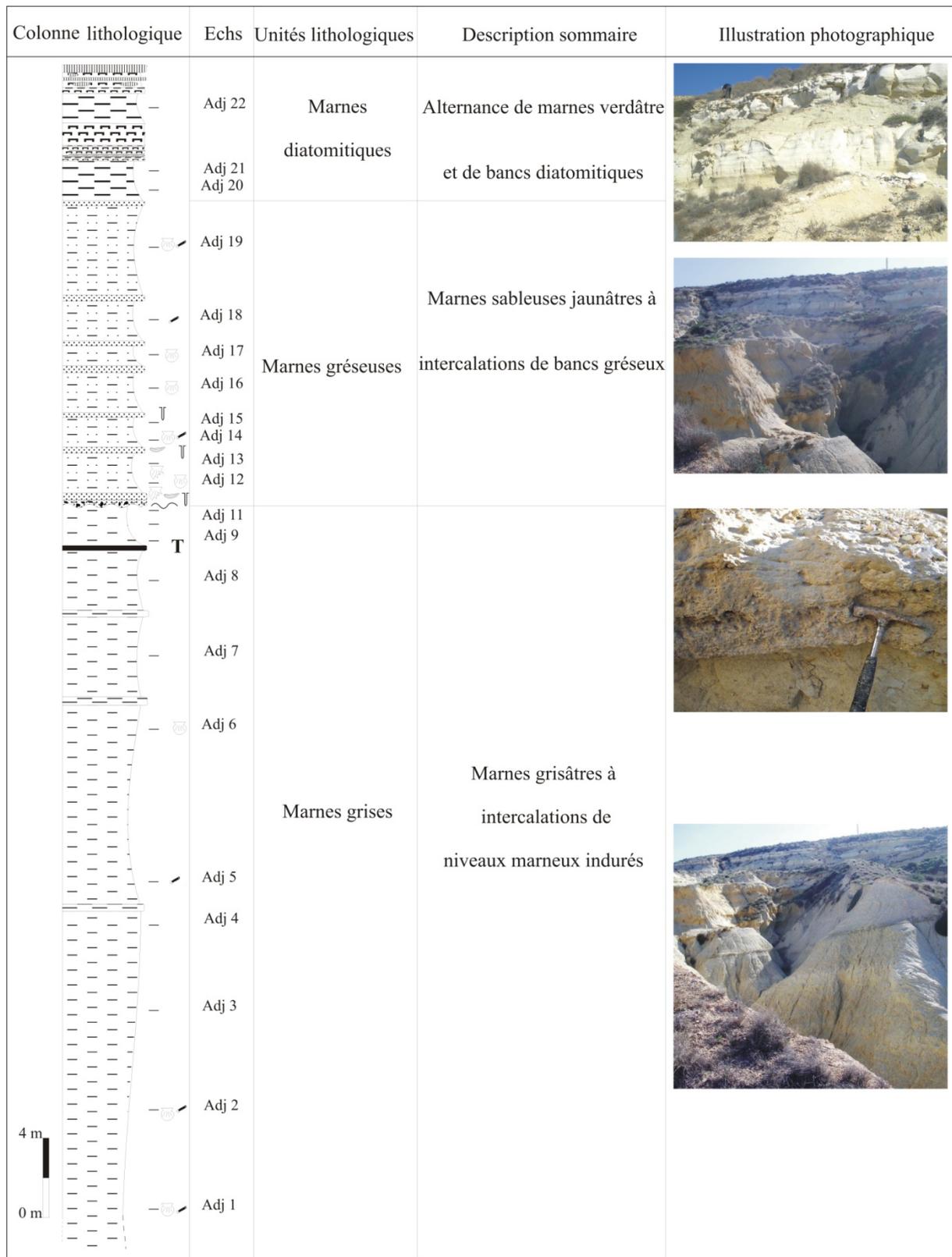
La macrofaune est constituée de coquilles de bivalves, radioles d'oursins et dents de squales.

L'analyse microfaunistique des échantillons prélevés a livré une microfaune représentée par des foraminifères et des ostracodes lisses et ornées (stries et côtes...). Les foraminifères benthiques, à fréquence variable, sont constitués essentiellement par des *Rotaliidae*, *Asterigerinatidae*, *Bolivinidae*, *Buliminidae*, *Cibicididae* et *Angulogerininae*.

2. 3. Marnes diatomitiques :

Aux dépôts sous jacent succèdent en continuité sédimentaire des marnes gris verdâtre, homogènes, moins indurées et où s'intercalent deux bancs diatomitiques.

Le premier banc (2 m) est blanchâtre à aspect massif où s'insèrent des passées marneuses et un niveau cinéritique remanié en forme de boule. Le deuxième banc (1.5 m) est constitué, à la base, par des marnes diatomitiques (0,35 m) et au sommet par un niveau (0,3 m) de diatomites pures, blanchâtres, renfermant des écailles de poissons et des lentilles de diatomites silicifiées. Cette unité est couronnée par deux bancs de diatomites silicifiées (0,40 et 0,25 m). Ces derniers sont séparés, l'un de l'autre, par un mince niveau (0,15 m) de diatomite massive.



1 : marnes grises; 2 : tuf pyroclastique (T); 3 : microconglomérats; 4 : grès; 5 : marnes sableuses; 6 : marnes verdâtres; 7 : marnes diatomitiques; 8 : diatomites; 9 : radioles d'oursins; 10 : test de bivalves; 11 : bioturbation; 12 : discontinuité.

Fig. 8 : Description lithologique de la coupe de Oued Aïn Adjroud.

La microfaune est composée principalement par des foraminifères planctoniques et benthiques dont les tests sont affectés par la dissolution. Les formes benthiques sont dominées par des *Siphogenerinoididae*, *Uvigerinidae*, *Bolivinidae* et des *Buliminidae*.

IV. Attribution biostratigraphique et données chronostratigraphiques :

Avant de développer l'évolution des assemblages de foraminifères benthiques des coupes étudiées, il nous a paru utile de placer celles-ci dans un cadre biostratigraphique et chronostratigraphique. Dans ce contexte, les principaux foraminifères planctoniques (marqueurs) sont utilisés afin d'identifier les différentes biozones.

IV. 1. Secteur de Marsat Ben M'hidi :

1. Coupe de Moscarda 2 (Fig. 9) :

1. 1. Unité I : Grès conglomératique

En absence de couches friables, aucun prélèvement n'a pu être effectué. Cette unité repose, par ravinement, sur des coulées basaltiques dont leurs datations radiométriques ont donné un âge de 9.99 ± 0.37 Ma (Louni-Hacini, 2002 ; Coullon et *al. in* Medini, 2010). Par conséquent, cette unité aurait un âge au plus vieux de Tortonien supérieur.

1. 2. Unité II : Marnes grises

Les prélèvements effectués sur les marnes grises ont livré, à partir de l'échantillon Mc 1, *Neogloboquadrina humerosa* et *Neogloboquadrina dutertrei*. Cette présence permet de situer cette unité dans la biozone à *Neogloboquadrina humerosa* et *N. dutertrei* de Belkebir & Bessedik (1991). Elle appartient au Tortonien supérieur.

1. 3. Unité III : Marnes sableuses

A partir de l'échantillon Mc 10, apparaît l'espèce *Globorotalia mediterranea*. Ce bioévènement indique la base de la biozone à *Globorotalia mediterranea* de Belkebir (1986). Ainsi, ces marnes sableuse sont d'âge messinien.

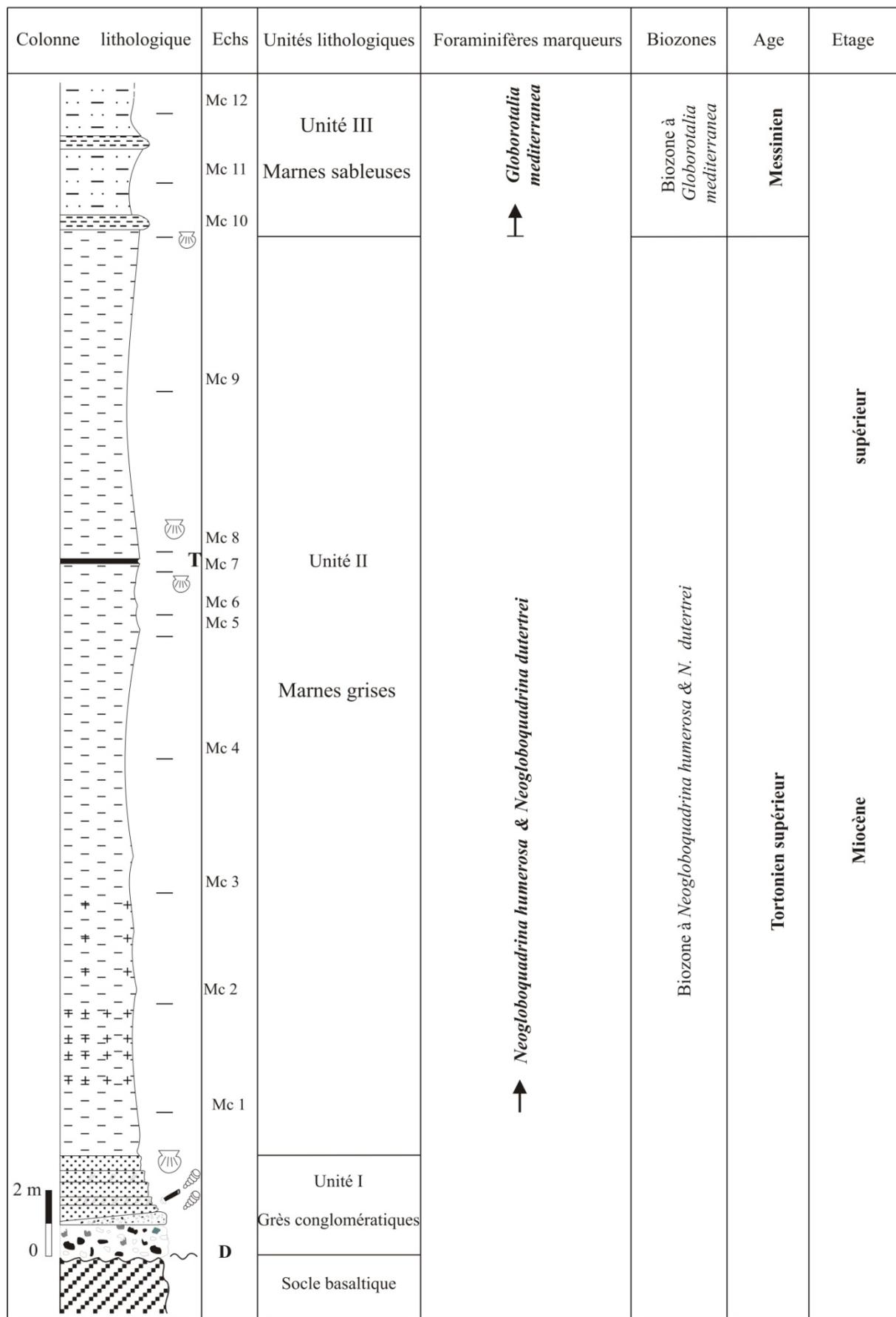


Fig. 9 : Attribution biostratigraphique de la coupe de Moscarda 2.

IV. 1. Secteur de Beider :

1. Coupe de Oued Aïn Adjroud (Fig. 10) :

1. 1. Unité I : Marnes grises

Dès l'extrême base des marnes grises, l'analyse micropaléontologique montre la présence de *Neogloboquadrina humerosa* et *Neogloboquadrina dutertrei*. Ces deux marqueurs permettent de situer cette unité dans la biozone *Neogloboquadrina humerosa* et *N. dutertrei* de Belkebir & Bessedik (1991) et en conséquence, elle serait d'âge Tortonien supérieur.

1. 2. Unité II : Marnes gréseuses

A partir de l'échantillon Adj 14 apparaît *Globorotalia mediterranea*. Cette espèce permet d'envisager la biozone à *Globorotalia mediterranea* de Belkebir (1986), ce qui suggère un âge messinien pour cette unité.

1. 3. Unité III : Marnes diatomitiques

L'analyse micropaléontologique de cette unité montre une continuité de l'extension verticale du marqueur *Globorotalia mediterranea* et par conséquent, l'extension verticale du biozone déjà défini au niveau de l'unité sous-jacente. Cette unité est également attribuée au Messinien.

V. Conclusion :

L'étude lithostratigraphique des coupes de Moscarda 2 et Oued Aïn Adjroud a permis de mettre en évidence quatre unités lithologiques. Leur analyse biostratigraphique, basée sur les foraminifères planctoniques marqueurs, apporte de nouvelles attributions biostratigraphiques et en conséquence des précisions quant à l'âge de la série du bassin de M'sirda.

Unité des grés conglomératiques :

Cette unité n'affleure qu'au niveau de Moscarda 2. Elle est constituée par un faciès conglomératico-gréseux et repose par ravinement sur des coulées basaltiques, datées de 9,99 Ma. Ces éléments suggèrent le début de la transgression marine. Celle-ci est

Colonne lithologique	Echs	Unités lithologiques	Foraminifères marqueurs	Biozones	Age	Etage	
<p>The lithological column shows three units: Unité III (top, diatomitic marls), Unité II (middle, silty marls), and Unité I (bottom, grey marls). A thick black line labeled 'T' is at the base of Unité II. Fossil markers are indicated by arrows and symbols: <i>Neogloboquadrina humerosa</i> & <i>Neogloboquadrina dutertrei</i> at the base, <i>Globorotalia mediterranea</i> in Unité II, and <i>Globorotalia mediterranea</i> in Unité III. A scale bar shows 0 m to 4 m.</p>	Adj 22	Unité III					
	Adj 21 Adj 20	Marnes diatomitiques					
	Adj 19	Unité II Marnes gréseuses	↑ <i>Globorotalia mediterranea</i>	<i>Biozone à <i>Globorotalia mediterranea</i></i>	Messinien	supérieur	
	Adj 18						
	Adj 17						
	Adj 16						
	Adj 15 Adj 14						
	Adj 13 Adj 12						
	Adj 11 Adj 9	Unité I		↑ <i>Neogloboquadrina humerosa & Neogloboquadrina dutertrei</i>	<i>Biozone à <i>Neogloboquadrina humerosa</i> & <i>N. dutertrei</i></i>	Tortonien supérieur	Miocène
	Adj 8						
	Adj 7						
	Adj 6						
	Adj 5						
	Adj 4						
	Adj 3						
	Adj 2						
	Adj 1						

Fig. 10 : Attribution biostratigraphique de la coupe de Oued Aïn Adjroud

probablement l'équivalent de la deuxième phase du deuxième cycle eustatique de Belkebir *et al.*(1996).

Unité des marnes grises :

Dans les deux coupes, ces marnes grises présentent des similitudes faciologiques et micropaléontologiques. De même, le tuf pyroclastique (T) est observable dans les deux secteurs constituant ainsi un niveau lithologique repère dans la région.

La présence de foraminifères marqueurs *Neogloboquadrina humerosa* et *N. dutertrei* permettent de les attribuer au Tortonien supérieur.

Unité des marnes sableuses et marnes gréseuses :

Les marnes gréseuses de Beider sont caractérisées à leur base par une discontinuité de ravinement alors qu'à Marsat Ben M'hidi cette discontinuité n'est pas observable. Cependant, le prélèvement Mc 10 est marqué par la présence d'éléments rougeâtres, oxydés et une microfaune remaniée. Ceci pourrait représenter une discontinuité. En conséquence, ces deux unités semblent être parfaitement corrélables. Elles sont attribuées au Messinien grâce à la présence de *Globorotalia mediterranea*.

Unité des marnes diatomitiques :

Cette unité est observable uniquement dans le secteur de Beider (Coupe de Oued Aïn Adjroud). Elle repose en parfaite continuité sur les marnes gréseuses d'âge messinien. En conséquence, elle serait du même âge.

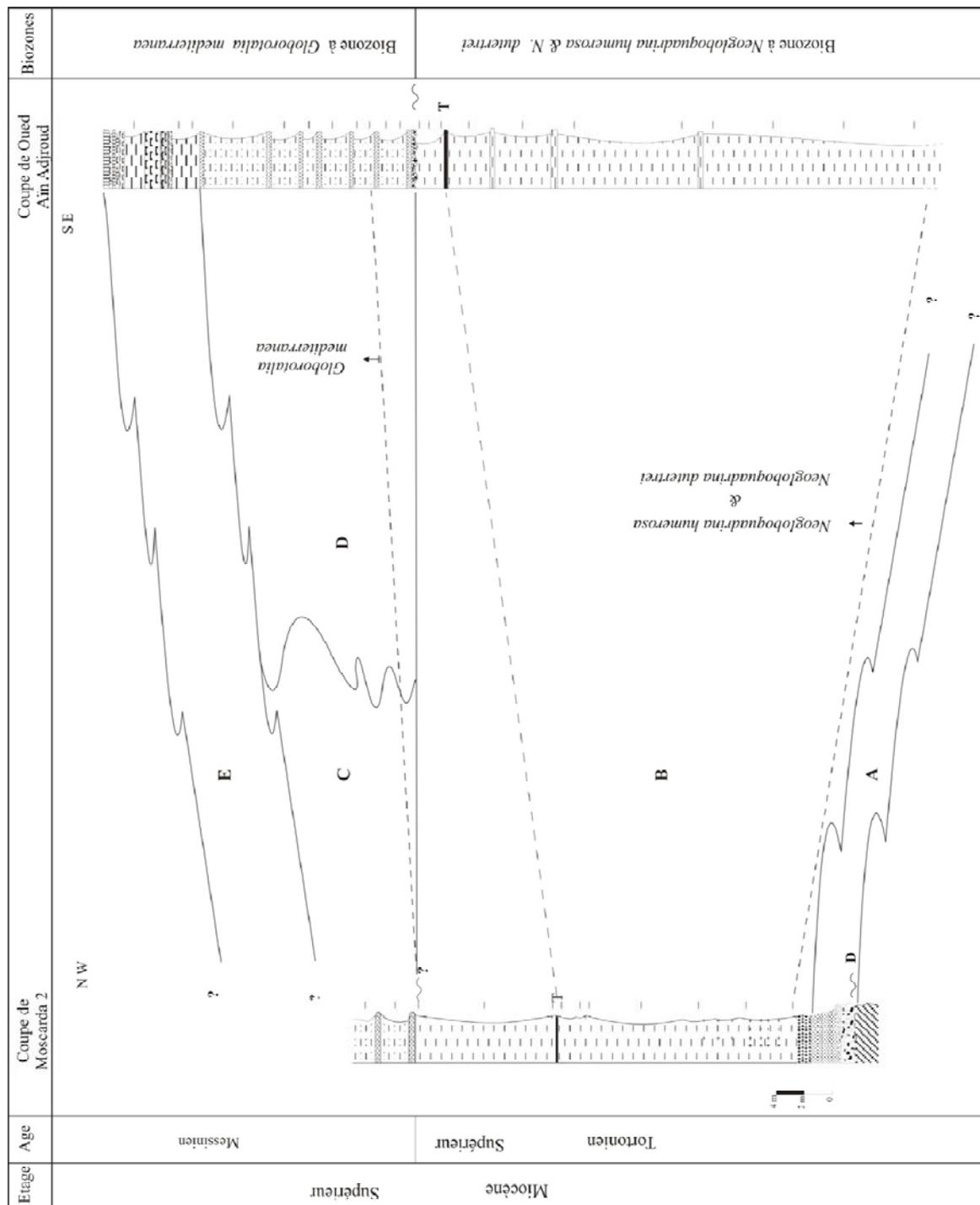


Fig. 11 : Corrélation lithologique et biostratigraphique de différentes unités des coupes étudiées
 A : grès conglomératique ; B : marnes grises ; C : marnes sableuses ; D : marnes gréseuses ; E : marnes diatomitiques.

TROISIEME CHAPITRE

Systematique

I. Introduction

II. Systematique

II. 1. Sous ordre *Lagenina* Delage & Herouard, 1896

II. 2. Sous ordre *Miliolina* Delage & Herouard, 1896

II. 3. Sous ordre *Rotaliina* Delage & Herouard, 1896

II. 4. Sous ordre *Textulariina* Delage & Herouard, 1896

III. Conclusion

I. Introduction :

La classification des organismes est fondamentale pour effectuer des études écologiques de qualité et pour les applications paléontologiques. De ce fait, une étude systématique et synonymique préalable est nécessaire pour identifier correctement les individus. En outre une étude détaillée des foraminifères benthiques du bassin de M'sirda n'a jamais été établie, jusque là.

La subdivision taxinomique des différents groupes de foraminifères est basée sur des critères strictement morphologiques (Loeblich et Tappan, 1964 ; 1987). C'est donc une classification phénétique, qui suppose que le degré de ressemblance entre individus est corrélé au degré de parenté. La nature du test (chitineux, agglutiné ou calcaire), et sa microstructure (porcelané ou hyalin) sont les critères fondamentaux. Cette classification prend aussi en compte d'autres critères issus des classifications proposées auparavant comme l'arrangement des loges (d'Orbigny, 1826), la composition du test (Reuss, 1851), son cloisonnement (Schultze, 1854), ou encore la forme de l'ouverture (Hofker, 1951).

Les noms d'espèces doivent être accordés au genre en latin (International Commission on Zoological Nomenclature — ICZN in Griveau, 2007). Pour les adjectifs, on utilise les terminaisons *-us* pour les genres masculins, *-um* pour les genres neutres, et la terminaison *-a* pour les genres féminins. Il y a cependant quelques exceptions : si le nom de l'espèce est un pronom (ex : *pachyderma*) ou un nom propre au génitif (ex : *soldanii*), il ne s'accorde pas et reste le même quelque soit le genre du genre.

II. Systématique :

La classification des foraminifères retenue dans le cadre de cette étude est celle décrite par Loeblich & Tappan (1987). Il existe selon cette classification 12 sous ordres, 74 super familles 296 familles, 302 sous familles et 2455 genres. Il est important de noter que dans cette étude :

- Nous ne faisons pas la distinction entre *Cibicidoides* et *Cibicides*. Ces deux genres sont morphologiquement très proches et sont par conséquent considérés comme synonymes de *Cibicides* par certains auteurs (Sen Gupta, 1989 ; Schweizer, 2006 ; Whittaker in Griveaud, 2007).
- Le genre *Lobatula* Fleming, 1828 est décrit comme un synonyme de *Cibicides* par Loeblich et Tappan (1964) mais dans leur version de 1988 ils séparent ces deux espèces. Le genre *Lobatula* est uniquement utilisé pour

l'espèce *lobatula*. Pour des raisons historiques et pragmatiques, nous traitons cette espèce dans le genre *Cibicides*.

Les genres dans chaque famille ainsi que les espèces dans chaque genre sont classés par ordre alphabétique. Afin d'éviter la surcharge du texte, seules seront citées les espèces de foraminifères à fréquence importante et/ou qui ont un intérêt écologique pour la reconstitution paléoenvironnementale. Dès que possible, chaque espèce est suivie d'un renvoi à la planche et à la figure correspondante.

Règne : Protistes

Sous règne : Protozoaires

Embranchement : Sarcomastigophora Honiberg & Balamothe, 1963.

Sous embranchement : Sarcodina Schmarda, 1871.

Super classe : Rhizopoda Von Siebold, 1845.

Classe : Granuloreticulosa De Saedeleer, 1934.

Ordre : Foraminiferida Eichwald, 1830.

1 - Sous ordre : *Lagenina* Delage & Herouard, 1896

Super famille : *Nodosariacea* Ehrenberg, 1838

Famille : *Vaginulinidae* Reuss, 1860

Sous famille : *Lenticulininae* Chapman, Parr & Collins, 1934

Genre : *Lenticulina* Lamarck, 1804

Lenticulina rotulata (Lamarck, 1804)

(Pl. III, Fig. 6)

1804 – *Lenticulites rotulata* Lamarck *Ann. Museum*, 5, p. 188, pl. LXII, fig. 11.

1982 – *Lenticulina rotulata* (Lamarck) ; *AGIP SPA*, pl. X, fig. 6

Le test est libre, symétrique et involute. Les lignes de sutures sont droites et délimitent un bouton au niveau de la zone ombilicale.

Ecologie : Comme toutes les formes du même genre, cette espèce a un microhabitat épipélique (Murray, 2006). Elle est prépondérante dans les sédiments vaseux de l'étage bathyal (Blanc-Vernet, 1969).

Lenticulina cultrata (De Montfort, 1808)

1808 – *Robulus cultratus* De Montfort *Conch. Syst.*, 1, P. 214

1846 – *Robulina cultrata* (De Montfort) ; d'Orbigny *Foram. Foss.* Vienne, p. 96, pl. IV, fig. 10-13

1982 – *Lenticulina cultrata* (De Montfort) ; AGIP SPA, pl. IX, fig. 7

2002 – *Lenticulina cultrata* (De Montfort) ; Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p. 40, pl. VII, fig. 4.

Cette forme est caractérisée par une carène bien développée et des lignes de sutures plus incurvées.

2 - Sous ordre : *Miliolina* Delage & Herouard, 1896

Super famille: *Miliolacea*, Ehrenberg, 1839

Famille : *Hauerinidae*, Schwager, 1876

Sous famille : *Sigmoilinitinae*, Luczkowska, 1974

Genre : *Sigmoilinita* Seiglie, 1965

Sigmoilinita tenuis (Czjzek, 1848)

1848 – *Quiqueloculina tenuis* Czjzek *Haid. Nat. Abh.*, Vol. 2, p. 149, pl. 13, fig. 31-34.

1951 – *Sigmoilina tenuis* (Czjzek) ; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 39, pl. 5, fig. 7.

1979 – *Sigmoilina tenuis* (Czjzek) ; Wiman, *Rev., Esp., Paleont.*, Vol. X, n° 1, pl. 1, fig. 12.

1982 – *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek) ; AGIP SPA, pl. VII, fig. 8.

2002 – *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek) ; Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p. 40, pl. VII, fig. 8.

Le test est elliptique. Les loges se développent suivant une disposition sigmoïde. La zone ombilicale présente une dépression de part et d'autre du test.

Ecologie : Cette forme vasicole est récoltée dès l'étage circalittoral (Blanc – Vernet, 1969).

3 - Sous ordre : *Rotaliina* Delage & Herouard, 1896

Super famille : *Asterigerinacea* d'Orbigny, 1839

Famille : *Asterigerinatidae* Reiss, 1963

Sous famille : *Asterigerinatinae* Reiss, 1963

Genre : *Asterigerinata* Bermudez, 1949

Asterigerinata planorbis (d'Orbigny, 1846)

1846 – *Asterigerina planorbis* d'Orbigny *Foram. Foss.* Vienne, p. 205, pl. 11, fig. 1, 3.

1951 – *Asterigerina planorbis* d'Orbigny; Marks, *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, pl. 8, fig. 1 a-c.

1982 – *Asterigerinata planorbis* (d'Orbigny) ; *AGIP SPA*, pl. XLII. fig. 9.

1986 – *Asterigerinata planorbis* (d'Orbigny) ; Belkebir *Thèse. Doct.* Univ. Provence, p.169, pl. XVII, fig. 7-8.

1992 – *Asterigerina planorbis* d'Orbigny ; Van de Poel, *Scripta Geo.*, pl. 2, fig.15;

C'est une forme plano-convexe avec une bordure anguleuse. Sur la face ventrale, 4 loges sont visibles. Les lignes de sutures sont limbées et obliques sur la face ventrale tandis qu'elles sont radiaires et déprimées sur la face dorsale. La paroi est mince et finement perforée.

Ecologie : cette forme, épiphyte (Murray, 1991), montre une légère tolérance à l'augmentation de la salinité (Van der Zwaan, 1982).

Super famille: *Bolivinacea* Glaessner, 1937

Famille: *Bolivinidae* Glaessner, 1937

Genre: *Bolivina* d'Orbigny, 1839

Bolivina antiqua d'Orbigny, 1839

1839 - *Bolivina antiqua* d'Orbigny Foraminifères, p. 1-224. In R. De la Sagra (eds), Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba. Arthus Bertrand, Paris.

1846 – *Bolivina antiqua* d'Orbigny *Foram. Foss. Vienne*, p. 240, pl. 14, fig. 11-13.

1951 - *Bolivina antiqua* d'Orbigny; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 59.

Le test est très allongé et trois fois plus long que large. La périphérie est arrondie. Les loges, plutôt nombreuses, sont très larges que hautes. Les lignes de sutures sont droites et fortement limbées. La paroi est fine et perforée.

Ecologie : Sa présence suggère de la matière organique à l'interface eau / sédiment (Drinia et al. 2004 a).

Bolivina dilatata Reuss, 1850

1850 – *Bolivina dilatata* Reuss, *Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien*, Vol. 1, p.381, pl. 48, fig. 15 a-c.

1951 – *Bolivina dilatata* Reuss; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 59.

1982 – *Bolivina dilatata* Reuss; *AGIP SPA*, pl. XXIX, fig. 9.

1992 – *Bolivina dilatata* Reuss; Van de Poel, *Scripta Geo.*, pl.1, fig. 7

Le test est moyennement allongé. Les loges sont nombreuses et deux fois plus larges que hautes. La périphérie est arrondie. Les lignes de sutures sont distinctes et légèrement déprimées. Elles ont une tendance à devenir sigmoïde. La paroi, calcaire, est mince et finement perforée. L'ouverture allongée sur la marge interne de la dernière loge.

Ecologie : Cette forme a un microhabitat endopélique superficiel à intermédiaire (Corliss, 1991 ; Barmawidjaja et al. in Jorissen, 1999). Elle est caractéristique des environnements envasés riches en nutriments associés à une dysoxie des eaux (Van Der Zwaan, 1982 ; Elena Pérèz et al., 2001).

Bolivina spathulata (Williamson, 1858)

1858 – *Textularia variabilis* Williamson var. *spathulata* Williamson *Rec. Foram. Gr. Brit. Roy. Soc.*, Vol. 4, p. 76, pl. 6, fig. 164-165.

1951 – *Bolivina spathulata* (Williamson); Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 60.

1982 – *Bolivina spathulata* (Williamson); AGIP SPA, pl. XXXI, fig. 3.

2002 – *Bolivina spathulata* (Williamson); Hebib, *Mém. Magister. Univ. Oran*, pl. II, fig. 8.

Cette forme a un test allongé et aplati. La périphérie est formée d'une carène qui s'élargit graduellement à partir de la base. Les loges sont nombreuses et basses, augmentant graduellement en volume. Les lignes de sutures sont limbées, incurvées et fortement obliques. La paroi est mince et finement perforée. L'ouverture est allongée sur la marge interne de la dernière loge.

Ecologie : *Bolivina spathulata* indiquerait un taux élevé du nutriment associé à une dysoxie (Van Der Zwaan, 1982 ; Murray, 1991 ; Kouwenhouven *et al.*, 1999 ; Drinia *et al.*, 2004 a).

Super famille : ***Buliminacea*** Jones, 1875

Famille : ***Buliminidae*** Jones, 1875

Genre : ***Bulimina*** d'Orbigny, 1826

Bulimina aculeata d'Orbigny, 1826

1826 – *Bulimina aculeata* d'Orbigny *Ann. Sci. Nat.*, Vol. 7. N 7., p 269.

1951 – *Bulimina aculeata* d'Orbigny; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 57.

1982 – *Bulimina aculeata* d'Orbigny; AGIP SPA, pl. XXV, fig. 8

1992 – *Bulimina aculeata* d'Orbigny; Van de Poel, *Scripta Geo.*, pl. 2, fig. 2

Le test, trisérié, est allongé. Les loges sont bombées et augmentent rapidement en volume. Les sutures sont distinctes et déprimées. La paroi, calcaire, est mince et finement

perforée. La partie initiale est ornementée avec de fines épines. L'ouverture est en forme de boucle sur la marge interne de la dernière loge.

Ecologie : *Bulimina aculeata* est une forme endopélique profonde (Murray, 2006). Elle est caractéristique des sédiments de grandes profondeurs (Van Morkhoven et al., 1986). Van Der Zwaan (1982) la cite parmi les espèces vasicoles avec une tolérance au déficit d'oxygène.

Bulimina costata d'Orbigny, 1826

1826 – *Bulimina costata* d'Orbigny *Ann. Sci. Nat.*, Vol. 7. N 3, p. 209.

1982 – *Bulimina costata* d'Orbigny; *AGIP SPA*. pl. XXVII, fig. 6.

1986 – *Bulimina costata* d'Orbigny; Belkebir, *Thèse. Doct.* Univ. Provence., p. 160, pl. XVI, fig. 6.

2002 – *Bulimina costata* d'Orbigny; Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p.49, pl. III, fig. 3.

Cette espèce a un test allongé. Les loges, globuleuses, ont un arrangement trisérié. La surface du test est ornementée par de nombreuses côtes longitudinales à l'exception de la partie supérieure de la dernière loge.

Ecologie : Dans la littérature, cette espèce est considérée comme endopélique (Drinia, 2007). Elle est inféodée (endopélique) dans les fonds vaseux de l'étage bathyal (Blanc-Vernet, 1969 ; Wright in Rachid et al., 1999 ; Goubert et al., 2001).

Bulimina elongata d'Orbigny, 1846

1846 – *Bulimina elongata* d'Orbigny *Foram. Foss.* Vienne, p. 187, pl. 11, fig. 19-20.

1951 – *Bulimina elongata* d'Orbigny; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 57, pl. 7, fig. 12.

1982 – *Bulimina elongata* d'Orbigny; *AGIP SPA*, pl. XXVI, fig. 9.

1992 – *Bulimina elongata* d'Orbigny; Van de Poel, *Scripta Geo.*, pl. 2, fig. 7

2004 – *Bulimina elongata* d'Orbigny; Mendes et al., *Marine. Micropal.*, pl. 1, fig. 8.

Le test, trisérié, est allongé avec 4 à 5 tours. Les loges sont bombées et augmentent graduellement en volume. Les sutures sont déprimées et distinctes. La paroi calcaire est mince, fine et perforée. L'ouverture, en forme de boucle, est située à la base de la dernière loge sur la face orale.

Ecologie : C'est une espèce endopélique et opportuniste (Murray, 2006). Elle reflète la disponibilité permanente de nutriments et la diminution des concentrations d'oxygène dissout dans la masse d'eau (Drinia *et al.* 2007).

Bulimina subulata Cushman & Parker, 1937

(Pl. II, Fig. 7 - 8)

1937 – *Bulimina elongata* d'Orbigny var. *subulata* Cushman & Parker. *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, Vol. 13, pt. 2, p. 51, pl. 7, fig. 6, 7.

1951 – *Bulimina elongata* d'Orbigny var. *subulata* Cushman & Parker; Marks, *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 57, pl. 7, fig. 13 a-b.

1982 – *Bulimina subulata* Cushman & Parker; Van Der Zwaan p. 172, pl. 3, fig. 4-8.

2002 – *Bulimina subulata* Cushman & Parker; Hebib, *Mém. Magister. Univ. Oran*, p.49, pl. III, fig. 6-8.

Cette forme diffère de l'espèce précédente par le développement des épines à la base des tours.

Ecologie : L'abondance de cette forme indiquerait un stress écologique (Kouwenhoven et Van Der Zwaan, 2006).

Bulimina lappa Cushman & Parker, 1937

1937 – *Bulimina elongata* d'Orbigny var. *lappa* Cushman et Parker. *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, Vol. 13, pt. 2, p. 51, pl. 7, fig. 8.

1951 – *Bulimina elongata* d'Orbigny var. *lappa* Cushman et Parker ; Marks, *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 57, pl. 7, fig. 14.

Celle-ci diffère de *Bulimina elongata* par le développement de petites épines arrondies sur la partie inférieure du test.

Ecologie : Même écologie que la forme précédente (Drinia *et al.*, 2007).

Famille : *Reussellidae* Cushman, 1933

Genre : *Reussella* Galloway, 1933

Reussella spinulosa (Reuss, 1850)

(Pl. II, Fig. 1)

1850 – *Verneuilina spinulosa* Reuss *Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien.*, Vol.1, p. 374, pl. 47, fig. 12.

1951 – *Reussella spinulosa* (Reuss) ; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 61.

1982 – *Reussella spinulosa* (Reuss) ; AGIP SPA, pl. XXXII, fig. 6.

2002 – *Reussella spinulosa* (Reuss) ; Hebib, *Mém. Magister. Univ. Oran*, p. 50, pl. VIII, fig. 7.

Le test est trisérié et triangulaire en section transversale. La périphérie est quelque peu anguleuse. L'ouverture est en forme de boucle située à la base de la dernière loge.

Ecologie : Elle a une préférence pour les vases terrigènes côtières (Blanc- Vernet, 1969).

Famille *Siphogenerinoididae* Saidova, 1981

Sous famille *Tubulogenerininae* Saidova, 1981

Genre *Rectuvigerina* Mathews, 1945

Rectuvigerina cylindrica (d'Orbigny, 1826)

(Pl. II, Fig. 3 - 4)

1826 – *Clavulina cylindrica* d'Orbigny *Ann. Sci. Nat.*, p.268

1982 – *Uvigerina cylindrica cylindrica* (d'Orbigny); Van der Zwaan, p. 193, pl. 11, fig. 5-6.

1992 – *Rectuvigerina cylindrica* (d'Orbigny) f. *cylindrica* (Thomas); Van de Poel, *Scripta Geo.*, pl. 2, fig. 5

2002 – *Rectuvigerina cylindrica cylindrica* (d'Orbigny); Hebib, *Mém. Magister*. Univ. Oran, p. 51, pl. II, fig. 9.

2006 – *Uvigerina cylindrica* (d'Orbigny); Schweizer p. 129, pl. 14, fig. d, e, f, g, h.

Les individus récoltés sont légèrement affectés par la dissolution du test. Ce qui rend parfois leur détermination difficile.

Cette espèce a un test allongé et de petite taille. Elle présente un premier stade trisérié et devient bisérié puis unisérié. Le test est ornementé de fines côtes. L'ouverture est terminale bordée d'une mince lèvre.

Ecologie : *Rectuvigerina cylindrica* est enregistrée en abondance dans les environnements à forte productivité primaire et moins oxygénés (Van Der Zwaan, 1982 ; Murray, 2006 ; Altenbach *et al.* in Schweizer, 2006).

Famille: *Uvigerinidae* Haeckel, 1894

Sous famille: *Angulogerininae* Galloway, 1933

Genre: *Angulogerina* Cushman, 1927

Angulogerina angulosa (Williamson, 1858)

1858 – *Uvigerina angulosa* Williamson, *Recent Foram.* Great Brit., p. 67, pl. 5, fig. 140.

1951 – *Angulogerina angulosa* (Williamson); Marks, *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 63, pl. 7, fig. 16.

1982 – *Trifarina angulosa* (Williamson); *AGIP SPA*, pl. XXXVII, fig. 3.

2000 – *Trifarina angulosa* (Williamson); Baggley, *Palaeontology*, Vol. 43, part 6, pl. 3, fig. 20–21.

Le test est allongé et quelque peu fusiforme. Au stade initial, il est trisérié et tend à devenir unisérié au stade final. Les loges sont globuleuses et augmentent rapidement en volume. Les lignes de sutures sont distinctes et déprimées. La paroi fine, perforée et ornementée de fines côtes longitudinales. L'ouverture, terminale, est portée par un col et bordée d'une lèvre.

Ecologie : C'est une espèce épipélique (Murray, 2006). Elle est commune dans les sédiments vaseux sableux des plates formes externes et au bord du talus (Mackensen et *al.*, 1985 ; Harloff and Mackensen *in* Murray, 2006). Elle pourrait survivre dans des conditions à faible taux d'oxygène dissout (Baggley, 2000).

Genre: *Trifarina* Cushman, 1923

Trifarina bradyi Cushman, 1923

1923 – *Trifarina bradyi* Cushman, *U. S. Nat. Mus. Bull.* 104, p. 99, pl. 22, fig. 3-9.

1982 – *Trifarina bradyi* Cushman; *AGIP SPA*, pl. XXXVII, fig. 5.

1986 – *Trifarina bradyi* Cushman; Belkebir, *Thèse. Doct. Univ. Provence.*, p. 164, pl. XVII, fig. 8.

1988 – *Trifarina bradyi* Cushman; Van Marle, *Marine. Micropal.*, 13, p. 69, pl. 5, fig. 10.

Cette espèce est caractérisée par un test lisse et une certaine torsion des loges.

Ecologie : *Trifarina bradyi* tolérerait l'anoxie (Sen Gupta *et al.* *in* Murray, 2006) mais elle est aussi largement répandue dans les milieux marins stables (Murray, 2006). Elle est caractéristique des eaux profondes de l'étage bathyal supérieur (Baggley, 2000).

Sous famille : *Uvigerininae* Haeckel, 1894

Genre : *Uvigerina* d'Orbigny, 1826

Uvigerina peregrina Cushman, 1923

(Pl. II, Fig. 5- 6)

1923 – *Uvigerina peregrina* Cushman *U. S. Nat. Mus. Bull.*, 100, pt. 4, p. 166, pl. 42, fig. 7-10

1969 – *Uvigerina peregrina* Cushman; Blanc – Vernet, p.203

1982 – *Uvigerina Peregrina* Cushman; *AGIP SPA*, pl. XXXIV, fig. 1.

1982 – *Uvigerina peregrina* Cushman ; Van der Zwaan, p. 154, pl. 11, fig. 9

2002 – *Uvigerina peregrina* Cushman; Hebib, *Mém. Magister*. Univ. Oran, p. 54, pl. IX, fig. 6.

2005 – *Uvigerina peregrina* Cushman; Licari & Mackensen, pl. 1, fig. 1-2.

2006 – *Uvigerina peregrina* Cushman; Schweizer P.131, pl. 17.

Cette espèce présente un renflement du test très caractéristique. La surface du test est couverte de côtes longitudinales. Le proloculus et la dernière loge sont souvent épineuses. L'ouverture est terminale portée sur un col.

Ecologie : C'est une forme endopélique superficiel (Baggley, 2000 ; Fontanier *et al.*, 2002 ; Murray, 2006, Griveau, 2007), vasicole et eurybathe (Baggley, 2000). Elle tolérerait les conditions écologiques instables, riches en nutriment et moins oxygénées (Murray, 2006).

Uvigerina pygmaea d'Orbigny, 1826

1826 – *Uvigerina pygmaea* d'Orbigny *Ann. Sci. Nat.*, 7, p. 269, pl.12, fig. 8-9.

1951 – *Uvigerina pygmaea* d'Orbigny; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p.62.

1982 – *Uvigerina pygmaea* d'Orbigny; *AGIP SPA*, pl. XXXIV, fig. 3-3 bis.

1986 – *Uvigerina pygmaea* d'Orbigny; Belkebir *Thèse Doct.* Univ. Provence, p. 163, pl. XVII, fig. 4.

2002 – *Uvigerina pygmaea* d'Orbigny; Hebib, *Mém. Magister*. Univ. Oran, p. 55, pl. IX, fig. 7.

Uvigerina pygmaea et *U. peregrina* pourront être des synonymes (Borsetti *et al.*, 1986 ; Verhallen *in* Schweizer, 2006).

Le test est allongé. Les loges ont un arrangement trisérié. Les sutures sont distinctes et déprimées. Seule la partie inférieure du test est recouverte de côtes. L'ouverture est terminale portée sur un col.

Uvigerina rutila Cushman & Todd, 1941

1941 – *Uvigerina rutila* Cushman & Todd *Contr. Cushm. Lab. Foram. Res.*, 17 (2), p. 78, pl. 20, fig. 16-22.

1982 – *Uvigerina rutila* Cushman & Todd; *AGIP SPA*, pl. XXXIV, fig. 5.

2002 – *Uvigerina rutila* Cushman & Todd; Hebib, *Mém. Magister*. Univ. Oran, p. 56, pl. IX, fig. 8.

2006 – *Uvigerina rutila* Cushman & Todd; Schweizer p.133, pl.19.

C'est une forme de grande taille. Le test est ornementé de fines côtes à l'exception de la dernière loge qui est souvent lisse. L'ouverture est portée par un col situé dans une dépression.

Ecologie : Elle est fréquente dans la zone bathyale (Schweizer, 2006). Boresetti *et al.*, (1986) suggère que cette espèce ne tolère pas un taux élevé d'oxygène dans la colonne d'eau.

Super famille : *Discorbacea* Ehrenberg, 1838

Famille : *Bagginidae* Cushman, 1927

Sous famille : *Baggininae*, Cushman, 1927

Genre : *Valvulineria* Cushman, 1926

Valvulineria complanata (d'Orbigny, 1846)

1846 – *Rosalina complanta* d'Orbigny *Foram. Foss.* Vienne, p. 175, pl. 10, fig. 13-15.

1951 – *Valvulineria complanata* (d'Orbigny); Marks, *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 64, pl. 6, fig. 13 a-c.

1982 – *Valvulineria complanata* (d'Orbigny); *AGIP SPA*, pl. XXXIX, fig. 4.

Cette forme à un enroulement trochospiralé, deux tours sont visibles sur la face ventrale. La périphérie est subanguleuse à arrondie. La face ventrale est bombée ; les loges sont globuleuses, particulièrement la dernière loge. Les lignes de sutures sont obliques et incurvées. La paroi est mince, fine et perforée. L'ouverture est large et s'étend de la zone ombilicale jusqu'à la périphérie.

Ecologie : Jorissen (1987) enregistre cette espèce en grande fréquence dans des conditions stressantes. D'après Gooday (1993) ce taxon, opportuniste à habitat peu profond, profite de la disponibilité de la matière organique à l'interface eau/sédiment.

Valvulineria bradyana (Fornasini, 1900)

1900 – *Discorbina bradyana* Fornasini *Mem. Acad. Sci. Bologna*. Série, 5 a, Vol. 8, p.393, fig. 48.

1958 – *Valvulineria bradyana* (Fornasini); *AGIP SPA*, pl. XXXIX, fig. 3.

1986 – *Valvulineria bradyana* (Fornasini); Belkebir, *Thèse. Doct. Univ. Provence*. p. 166, pl. XVII, fig. 10-12

2002 – *Valvulineria bradyana* (Fornasini); Hebib, *Mém. Magister. Univ. Oran*, p. 57, pl. VI, fig. 8 - 9

Cette espèce diffère de la précédente par une face ombilicale plus convexe ainsi que par une taille plus petite.

Ecologie : C'est une forme endopélique superficiel (Fontanier et *al.*, 2002). Elle est caractéristique de la vase terrigène côtière ou profonde (Blanc – Vernet, 1969).

Famille : *Sphaeroidinidae* Cushman, 1927

Genre : *Sphaeroidina* d'Orbigny, 1826

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny, 1826

(Pl. I, Fig. 2)

1826 – *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny *Ann. Sci. Nat. Paris*, 7, p. 267,

1951 – *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny; Marks, *Contr. Cushman. Found. Foramin. Res.*, Vol. II, part., 2, p.70

1982 – *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny; *AGIP SPA*, pl. XLV, fig. 2.

1988 – *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny; Van Marle *Mar. Micropal.*, 13, p. 69, pl. 2, fig. 11.

Le test est formé par un nombre variant de loges arrangées dans une spire fortement involute. Elles sont globuleuses et augmentent rapidement en volume. L'ouverture est semi-circulaire située à la base de la dernière loge.

Ecologie : Cette espèce ne tolère pas les faibles concentrations d'oxygène (Murray, 2006). Elle est abondante dans les zones profondes (Van Marle, 1988 ; Murray, 2006).

Super famille : *Cassidulinacea* d'Orbigny, 1839

Famille : *Cassidulinidae* d'Orbigny, 1839

Sous famille : *Cassidulininae* d'Orbigny, 1839

Genre : *Cassidulina* d'Orbigny, 1826

Cassidulina laevigata d'Orbigny, 1826

(Pl. II, Fig. 2)

1826 – *Cassidulina laevigata* d'Orbigny *Ann. Sci. Nat.*, Vol. 7, p. 282, pl. 15, fig. 4-5.

1951 – *Cassidulina laevigata* d'Orbigny; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 68.

1982 – *Cassidulina laevigata* d'Orbigny; *AGIP SPA*, pl. KLIII, fig. 5.

1986 – *Cassidulina laevigata* d'Orbigny; Belkebir, *Thèse. Doct.*, Univ. Provence, p. 169, pl. XVII, Fig. 11, 12.

2002 – *Cassidulina laevigata* d'Orbigny; Hebib, *Mém. Magister*. Univ. Oran, p. 57, pl. VI, fig. 8 - 9

Cette forme a une bordure anguleuse. Les loges ont un arrangement bisérié dans un enroulement planispiralé. Généralement, cinq loges sont visibles. Les lignes de sutures sont légèrement déprimées. La paroi est mince et perforée. L'ouverture forme un arc étroit parallèlement à la périphérie.

Ecologie : C'est une forme endopélique (Murray, 2003 ; 2006). Sa prolifération dépend de la profondeur, elle est rare dans les eaux littorales (Mendes *et al.*, 2004). Elle semble être tolérante aux conditions instables (Seidenkrantz *et al.*, 2000).

Cassidulina crassa d'Orbigny, 1839

1839 – *Cassidulina crassa* d'Orbigny *Foram. Amer. Merid.*, p. 56, pl. 7, fig. 18-20.

1846 – *Cassidulina crassa* d'Orbigny, *Foram. Foss.* Vienne, p. 213, pl. 21, fig. 42-43.

1951 – *Cassidulina crassa* d'Orbigny; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, Part., 2,

1982 – *Cassidulina crassa* d'Orbigny; *AGIP SPA*, pl. XLIII, fig. 4.

C'est une forme à aspect circulaire et involute avec une périphérie largement arrondie. Les loges ont un arrangement bisérié dans un enroulement planispiralé. Les sutures sont déprimées et distinctes. La paroi, calcaire, est fine, mince et finement perforée.

Ecologie : Cette espèce a un microhabitat endopélique (Murray, 2003)

Genre : *Globocassidulina* Voloshinova, 1960

Globocassidulina subglobosa (Brady, 1881)

1881 – *Cassidulina subglobosa* Brady *Quat. Journ. Sci.*, XXI, n. s, p. 60, pl. 54, fig. 17 a - c

1982 – *Globocassidulina subglobosa* (Brady); *AGIP SPA*, pl. XLIII, fig. 8.

1988 – *Globocassidulina subglobosa* (Brady); Van Marle, *Mar. Micropal.*, 13, p. 63, pl. 5, fig. 22.

2002 – *Globocassidulina subglobosa* (Brady); Hebib, *Mém. Magister*. Univ. Oran, p. 60, pl. VI, fig. 7.

C'est une espèce de petite taille et globulaire. L'ouverture, en forme de boucle, est située à la base de la dernière loge.

Ecologie : Murray (1991) la considère comme une forme vasicole et peut survivre au déficit d'oxygène.

Super famille : *Chilostomellacea* Brady, 1881

Famille : *Gavelinellidae* Hofker, 1956

Sous famille : *Gavelinellinae* Hofker, 1956

Genre : *Gyroidina* d'Orbigny, 1826

Gyroidina soldanii d'Orbigny, 1826

(Pl. II, Fig. 4)

1826 – *Gyroidina soldanii* d'Orbigny *Ann. Sci. Nat.*, 7, p. 278.

1846 – *Rotalia soldanii* d'Orbigny, *Foram. Foss.* Vienne, p. 155, pl. 8, fig. 10-12.

1951 – *Gyroidina soldanii* d'Orbigny; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 64.

1982 – *Gyroidina soldanii* d'Orbigny; *AGIP SPA*, pl. XL, fig. 1.

2002 – *Gyroidina soldanii* d'Orbigny; Hebib, *Mém. Magister*. Univ. Oran, p. 62, pl. VI, fig. 2-3.

Le test a un enroulement trochospiralé, planoconvexe. Les loges sont nombreuses et augmentent graduellement en volume. Les lignes de sutures sont droites et limbées sur la face spirale.

Ecologie: Elle prolifère dans la vase bathyale (Blanc – vernet, 1969).

Genre: *Hanzawaia* Asano, 1944

Hanzawaia boueana (d'Orbigny, 1846)

1846 – *Truncatulina boueana* d'Orbigny, *Foram. Foss.* Vienne, p. 169, pl. 9, fig. 24 – 26.

1951 – *Cibicides boueanus* (d'Orbigny); Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, Part., 2, p. 72, pl. 8, fig. 8 a-b.

1982 – *Hanzawaia boueana* (d'Orbigny); *AGIP SPA*, pl. L, fig. 9.

2002 – *Hanzawaia boueana* (d'Orbigny); Hebib, *Mém. Magister*. Univ. Oran, p. 63, pl. VII, fig. 1-2.

Le test est plano-convexe avec une face ventrale convexe et une face dorsale plate à concave. Les loges sont un peu globuleuses à l'exception de la dernière loge. Les sutures sont limbées et incurvées. La périphérie est anguleuse et carénée. La paroi, calcaire, est fine et perforée. L'ouverture est ventrale à la base de la dernière loge.

Ecologie : Selon Jorissen (1988) la morphologie du test de *Hanzawaia boueana* reflèterait un mode de vie épiphyte. Synder et *al.* in Steffahn & Mechalzick (2000) l'ont récolté dans des conditions marines normales et bien aérées. Sa répartition bathymétrique s'étend de la plate forme interne jusqu'au externe (Murray in Steffahn & Mechalzic, 2000).

Sous famille : *Gyroidinioidinae* Saidova, 1981

Genre : *Gyroidinoides* Brotzen, 1942

Gyroidinoides altiformis (Stewart & Stewart, 1930)

(Pl. II, Fig. 3)

1930 – *Gyroidina soldanii* d'Orbigny var. *altiformis* Stewart and Stewart, *Journ. Pal.*, vol. 4, no. 3, p. 67, pi. 9, fig. 2.

1982 – *Gyroidinoides altiformis* (Stewart & Stewart); *AGIP SPA*, pl. XXXIX, fig. 9.

2002 – *Gyroidinoides altiformis* (Stewart & Stewart); Hebib, *Mém. Magister. Univ. Oran*, p. 63, pl. VI, fig. 4 - 6.

Cette forme présente un enroulement trochospiralé. Les lignes de sutures sont droites et radiaires sur la face ventrale tandis qu'elles sont obliques sur la face spirale. L'ouverture est interiomarginale en forme de fente.

Famille : *Oridorsalidae* Loeblich & Tappan, 1984

Genre : *Oridorsalis* Anderson, 1961

Oridorsalis umbonatus (Reuss, 1851)

1851 – *Rotalina umbonata* Reuss *Deutch. Geol. Ges.*, p. 75, pl.5, fig. 35

1982 – *Oridorsalis umbonatus* (Reuss); *AGIP SPA*, pl. XL, fig. 10.

2002 – *Oridorsalis umbonatus* (Reuss); Hebib, *Mém. Magister. Univ. Oran*, p. 64, pl. VIII, fig. 1-2.

Cette espèce est planoconvexe. Les lignes de sutures sont droites et radiaires sur la face ombilicale.

Ecologie : Cette espèce aurait un microhabitat épipélique (Jorissen et al., 1998). Elle est considérée comme une forme indicatrice de la bonne oxygénation des eaux avec une légère tolérance de l'augmentation de la salinité (Van Der Zwaan, 1982).

Super famille : *Nonionacea* Scultze, 1854

Famille : *Nonionidae* Scultze, 1854

Sous famille : *Nonioninae* Scultze, 1854

Genre : *Nonion* De Montfort, 1808

Nonion boueanum (d'Orbigny, 1846)

1846 – *Nonionina boueana* d'Orbigny *Foram. Foss.* Vienne, p. 108, pl. 5, fig. 11-12.

1951 - *Nonion boueanum* (d'Orbigny); Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, Part., 2, p. 48, pl. 5, fig. 17 a – b.

1982 – *Florilus boueanum* (d'Orbigny); *AGIP SPA*, pl. XX, fig. 9.

2002 – *Florilus boueanum* (d'Orbigny); Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p.65, pl. IV, fig. 1.

Le test a un enroulement planispiralé et involute. Les loges sont nombreuses et légèrement globuleuses. Les sutures sont limbées et fortement incurvées. La paroi est mince et finement perforée. La zone ombilicale est profonde et remplie de granule. La bordure est arrondie et parfois subanguleuse. L'ouverture est basse située à la base de la dernière loge.

Ecologie : cette espèce est caractéristique des sédiments fins de l'étage infralittoral (Blanc – Vernet, 1969 ; Boukli – Hacène, 2000).

Sous famille : *Pulleniinae* Schwager, 1877

Genre : *Melonis* De Montfort, 1808

Melonis barleeanus (Williamson, 1858)

1858 – *Nonionina barleeanus* Williamson *Rec. Foram. Gr. Brit. Roy. Soc.*, Vol. 4,

1979 – *Melonis barleeanum* (Williamson); Wiman, *Rev., Esp., Paleont.*, Vol. X, n° 1, pl. 7, fig. 5.

1989 – *Melonis barleeanum* (Williamson); El- Houari, *Thèse Magister*, USTHB, Alger, p. 84, pl. 8, fig. 3.

2002 – *Melonis barleeanum* (Williamson); Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p. 66, pl. VII, fig. 6.

Le test est libre, planispiralé à l'âge adulte, symétrique et involute. L'ombilic est profond, il est visible sur chaque face. Chaque tour compte une dizaine de loges, les sutures sont peu marquées. La paroi calcitique est perforée de larges pores. L'ouverture s'étend latéralement jusqu'à l'ombilic de chaque face.

Ecologie : Cette forme à un microhabitat endopélique (Murray, 2003). Corliss (1991) la considère comme une espèce endopélique de moyenne profondeur (1 – 4 cm).

Genre: *Pullenia* Parker & Jones, 1862

Pullenia bulloides (d'Orbigny, 1826)

(Pl. III, Fig. 1)

1826 – *Nonionina bulloides* d'Orbigny *Ann. Sci. Nat.*, Vol. 7. N 7, p. 293.

1951– *Pullenia bulloides* (d'Orbigny); Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, Part., 2,

1982– *Pullenia bulloides* (d'Orbigny); *AGIP SPA*, pl. XLIV, fig. 8.

1986– *Pullenia bulloides* (d'Orbigny); Belkebir, *Thèse. Doct. Univ. Provence.*, p. 169, pl. XVIII, fig. 3-6.

1988 – *Pullenia bulloides* (d'Orbigny); Van Marle, *Marine. Micropal.*, 13, P. 68, Pl. 3, Fig.4

2002 – *Pullenia bulloides* (d'Orbigny); Hebib, *Mém. Magister. Univ. Oran*, p. 67, pl. VIII, fig. 3 - 4.

Cette espèce a un enroulement planispiralé, involute, subglobulaire et comportant 4 à 5 loges au dernier tour. Les loges, uniforme, augmentent graduellement en volume. Les lignes de sutures sont droites, radiaires et légèrement déprimées. La paroi, calcaire, est finement perforée. L'ouverture est très basse et s'étend entre les deux ombilics.

Ecologie : c'est une forme endopélique (Murray, 2006). Elle est rencontrée dans des conditions de bonne oxygénation (Synder *et al. in* Steffahn & Michalzick, 2000). Sa répartition bathymétrique s'étend de la plate forme distale jusqu'au bathyal (Murray *in* Steffahn & Michalzick, 2000).

Super famille : *Planobulinacea* Schwager, 1877

Famille : *Cibicididae* Cushman, 1927

Sous famille : *Cibicidinae* Cushman, 1927

Genre : *Cibicides* De Montfort, 1808

Cibicides dutemplei (d'Orbigny, 1846)

(Pl. I, Fig. 3 - 4)

1846 – *Rotalina dutemplei* d'Orbigny, *Foram. Foss.* Vienne, p. 157, pl. 8, fig. 19, 21.

1951 – *Cibicides dutemplei* (d'Orbigny) ; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, Part., 2,

1982 – *Cibicides dutemplei* (d'Orbigny); Van Der Zwaan, *Utrecht*, p. 145, pl. 5, fig. 1, 2.

1986 – *Cibicides dutemplei* (d'Orbigny) ; Van Morkhoven *et al.*, pp. 112-113, pl. 35, fig. 1-2.

2002 – *Cibicides dutemplei* (d'Orbigny) ; Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p. 68, pl. IV, fig. 1-4.

2006 – *Cibicides dutemplei* (d'Orbigny) ; Schweizer, p. 123, pl. 2

Le test est plano-convexe ou légèrement biconvexe et grossièrement perforé. Sur la face dorsale, les deux premiers tours peuvent être légèrement "umbonate". La périphérie est anguleuse et imperforée. La face ombilicale est très convexe avec des loges légèrement globuleuses. L'ouverture périphérique s'étend de la base de la dernière loge jusqu'à la face spirale. Le mode "Pinwheel" des sutures de la face ombilicale est un caractère distinctif des autres espèces (Van Morkhoven *et al.*, 1986).

Ecologie : cette espèce a un microhabitat vaseux dans des eaux peu profondes avec une faible tolérance à la salinité et la déficience d'oxygène (Hageman, 1979 ; Van Der Zwaan, 1982)

Cibicides lobatulus (Walker & Jacob, 1798)

1798 – *Nautilus lobatulus* Walker & Jacob, *Adams Essays on the Microscope.* p. 642, pl. XIV, fig. 36.

1962 – *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob) ; Dupeuble, *Revue Micropal.* Vol. 4, n° 4, p. 197, pl. 1- 2, fig. 1, 7.

1982 – *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob); AGIP SPA, pl. LI, fig. 6

1982 – *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob) ; Van der Zwaan, p. 146, pl. 7, fig. 1-2.

2002 – *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob); Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p. 69, pl. V, fig. 1 - 3.

2003 – *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob); Murray, p. 21, fig. 6, 13-15.

2006 – *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob); Schweizer, p. 124, pl. 5.

Cette espèce a un enroulement trochospiralé avec un test grossièrement perforé. La face dorsale, évolutive, est plate à légèrement concave, la face ventrale, involutive, est convexe. Les sutures sont limbées et incurvées sur la face dorsale, déprimées et droites sur la face ventrale.

Ecologie : *Cibicides lobatulus* est une forme épipélique (Blanc-Vernet, 1969 ; Murray, 2006). Elle occupe des microhabitats élevés tels que les débris de coquilles, des cailloux et *Posidonia* (Schweizer, 2006). Elle peut aussi avoir un mode de vie vagile (Wollenburg & Mackensen in Schweizer, 2006). Parmi toutes les espèces de *Cibicides*, *C. lobatulus* semble être la plus tolérante à l'augmentation de la salinité (Van Der Zwaan, 1982)

Cibicides pseudoungerianus (Cushman, 1922)

(Pl. I, Fig. 7 - 8)

1922 – *Trunculina pseudoungerianus* Cushman, Pro. Paper US. Geol. Surv. 129, p. 97, pl. 20, fig. 9.

1969 – *Cibicides pseudoungerianus* (Cushman) ; Blanc-Vernet, Thèse. Doct. Etat. Univ. Provence., Sci. Nat., p. 280, pl. XIV, fig. 16.

2002 – *Cibicides pseudoungerianus* (Cushman); Hebib, Mém. Magister. Univ. Oran, p. 70, pl. IV, fig. 8.

2006 – *Cibicides pseudoungerianus* (Cushman); Schweizer, p. 125, pl. 7

Cette espèce est très proche morphologiquement de *Cibicides ungerianus*. Elle se différencie de *C. ungerianus* par une paroi plus épaisse et des sutures moins courbées sur la face ombilicale et une absence de carène (Cushman, 1922). Cette espèce est biconvexe avec une face ombilicale plus convexe. Elle est caractérisée par un bouton en calcite qui se développe sur la face spirale et seulement le dernier tour qui est visible.

Ecologie : même écologie que la précédente, mais elle pullule dans les zones profondes (Schweizer, 2006).

Cibicides refulgens De Montfort, 1808

- 1808 – *Cibicides refulgens* De Montfort *Conchliologie. Syst.*, 1, p.123, pl. on p. 122.
1982 – *Cibicides refulgens* De Montfort ; *AGIP SPA*, pl. LII, fig. 2.
1982 - *Cibicides lobatulus* type *refulgens* de Montfort ; Van der Zwaan, pl. 7, fig. 4.
2003 – *Cibicides refulgens* De Montfort ; Murray, p. 21, fig. 7, 1-2.
2006 – *Cibicides refulgens* De Montfort ; Schweizer, p. 126, pl. 8

Cette espèce est morphologiquement proche de la précédente. Sa face ombilicale est fortement convexe tandis que la face spirale est plate. La périphérie est anguleuse. Les lignes de sutures sont déprimées.

Ecologie : cette forme est épipélique (Mullineaux & De Iaca *in* Schweizer, 2006 ; Murray, 2006) et vit fixé sur des substrats variés (Schweizer, 2006, Murray, 2006). Dans la méditerranée, les individus ont été trouvés fixés sur des algues alors que ceux de l'Antarctique sont attachés sur des coquilles.

Cibicides ungerianus (d'Orbigny, 1846)

(Pl. I, Fig. 5 - 6)

- 1846 – *Rotalina ungeriana* d'Orbigny, *Foram. Foss.* Vienne, p. 157, pl. 8, fig. 16-18.
1951 – *Cibicides ungerianus* (d'Orbigny); Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p.73, pl. 8, fig. 2 a - b.
1982 – *Cibicides ungerianus* (d'Orbigny); *AGIP SPA*, pl. LII, fig. 4
1982 – *Cibicides ungerianus* (d'Orbigny); Van Der Zwaan, *Utrecht*, p.147, pl.6, fig. 2a-b .
2002 – *Cibicides ungerianus* (d'Orbigny); Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p. 70, pl. IV, fig. 5 - 7.
2006 – *Cibicides ungerianus* (d'Orbigny); Schweizer, p. 127, pl. 10

Cette forme a un test plutôt planoconvexe, suborbiculaire et fortement caréné, avec des loges oblongues et recourbées. Une légère dépression au niveau de l'ombilic est visible sur la face ventrale. Les dernières loges de la face dorsale sont de plus en plus grandes, et courbées. La paroi, calcaire, est mince et très perforée. L'ouverture est en forme de fente à la base de la dernière loge et s'étend de la face ombilicale jusqu'à la face spirale.

Dans la littérature, plusieurs formes intermédiaires ont été observées entre *Cibicides ungerianus*, *C. pseudoungerianus* et *C. duemplei* (Van der zwaan, 1982 ; Schweizer, 2006 ; Griveaud, 2007).

Ecologie : c'est une espèce des zones néritiques (Blanc – Vernet et *al. in* Schweizer, 2006) mais elle peut se trouver souvent dans les substrats vaseux de la zone sub-littorale (Schweizer, 2006). Elle ne tolère pas le déficit d'oxygène ou l'augmentation de la salinité (Van Der Zwaan, 1982).

Famille : *Planulinidae* Bermudez, 1952

Genre : *Planulina* d'Orbigny, 1826

Planulina ariminensis d'Orbigny, 1826

(Pl. I, Fig. 1)

1826 – *Planulina ariminensis* d'Orbigny; *Ann. Sci. Nat.* p. 280, n° 1, pl. 14, fig. 1-3.

1982 – *Planulina ariminensi* d'Orbigny; *AGIP SPA*, pl. L, fig. 4-4 bis.

1986 – *Planulina ariminensis* d'Orbigny; Van Morkhoven *et al.*, *Bull. Cent. Rech. Expl. Prod.* Elf – Aquitaine, Mem 11, p. 38, pl.

2000 – *Planulina ariminensi* d'Orbigny ; Baggley, *Palaeontology*, Vol. 43, part 6, pl. 2, fig. 3.

Cette espèce est facilement reconnaissable par ses sutures très épaisses et très incurvées. Le test est mince et aplati. La face spirale est évolutive alors que la face ombilicale est partiellement involutive. L'ouverture est périphérique en fente et bordée d'une fine lèvre.

Ecologie : C'est une espèce épipélique (Linke et Lutze *in* Jorissen, 1999 ; Murray, 2006). Elle est enregistrée dès l'étage de circalittoral et abonde dans l'étage bathyal (Van Morkhoven *et al.*, 1986).

Planulina wüellerstorfi (Schwager, 1866)

1866 – *Anomalina wüellerstorfi* Schwager, *Wien. Geol. Theil. Bd.* Abt. 2, p. 258, Pl. 7, fig. 105-107.

1982 – *Planulina wüellerstorfi* (Schwager) ; *AGIP SPA*, pl. L, fig. 7.

1986 – *Planulina wüellerstorfi* (Schwager) ; Van Morkhoven *et al.*, *Bull. Cent. Rech. Expl. Prod.* Elf – Aquitaine, Mem 11, pp. 48-50, pl.14, fig. 1-2.

1988 – *Planulina wüellerstorfi* (Schwager) ; Van Marle, *Marine. Micropal.*, 13, P. 68, Pl. 3, fig. 18-19 -20

Cette espèce est citée dans la littérature comme *Fontobotia*, *Cibicidoides*, *Cibicides* et *planulina wüellerstorfi*. Elle diffère de la précédente par une face ventrale plus convexe que la face dorsale avec une périphérie anguleuse. L'ouverture est basse arquée à la base de la dernière loge.

Ecologie : *Planulina wüellerstorfi* (citée comme *Fontobotia wüellerstorfi*) est une forme épipélique (Murray, 2006). Elle est caractéristiques des zones de grandes profondeur (Van Morkhoven et *al.*, 1986 ; Gebhardt, 1999).

Super famille : *Siphoninacea* Cushman, 1927

Famille : *Siphoninidae* Cushman, 1927

Sous famille : *Siphonininae* Cushman, 1927

Genre : *Siphonina* Reuss, 1850

Siphonina planoconvexa (Silvestri, 1898)

(Pl. III, Fig. 2)

1898 – *Truncatulina reticulata* (Czjzek) var. *planoconvexa* ; Silvestri *Mem. Accad. Pont. Nuov. Lincei.*, 15, p. 300, pl. 6, fig.12.

1982 – *Siphonina planoconvexa* (Silvestri) ; AGIP SPA, pl. XLII, fig. 1.

1986 – *Siphonina planoconvexa* (Silvestri) ; Belkebir *Thèse. Doct. Univ. Provence*, p.169, pl. XIX, fig. 1-3.

2000 – *Siphonina planoconvexa* (Silvestri) ; Baggley, *Palaeontology*, Vol. 43, part 6, pl. 2, fig. 3.

2002 – *Siphonina planoconvexa* (Silvestri) ; Hebib, *Mém. Magister. Univ. Oran*, p. 73, pl. VIII, fig. 5-6.

Cette forme est planoconvexe munie d'une carène radiée. La face ventrale est ornée de pustules bien développées. L'ouverture, périphérique, est portée par un petit col bordé d'une lèvre.

Ecologie : elle est épiphyte (Van Der Zwaan, 1982).

Super famille: *Rotaliacea* Hernberg, 1839

Famille: *Elphidiidae* Galloway, 1933

Sous famille : *Elphidiinae* Galloway, 1933

Genre : *Elphidium* De Montfort, 1808

Elphidium crispum (Linné, 1758)

1758 – *Nautulus crispum* Linné *Syst. Nat.* Edit. 10, t. 1, p. 709, pl. 1, fig. 2 d-f.

1951 – *Elphidium crispum* (Linné) ; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p.51.

1962 – *Elphidium crispum* (Linné) ; Chierici et al., *Revue Micopal.* n° 2, pl. 1, fig. 2

1969 – *Elphidium crispum* (Linné) ; Blanc-Vernet, *Thèse Doct. Etat*, Univ. Provence, p.211, pl. XII, fig.11.

1982 – *Elphidium crispum* (Linné) ; AGIP SPA, pl. XXII, fig. 1.

2000 – *Elphidium crispum* (Linné) ; Baggley, *Palaeontology*, Vol. 43, part 6, pl. 2, fig. 4.

Le test a un enroulement planispiralé et complètement involute. La périphérie est anguleuse et légèrement carénée. La zone ombilicale est remplie de granules. Les loges, nombreuses, sont très et étroites.

Ecologie : c'est une espèce caractéristique des milieux peu profonds, elle est épiphyte avec une tolérance de l'augmentation de la salinité (Van Der Zwaan, 1982 ; Murray, 1991).

Elphidium advenum (Cushman, 1922)

1922 – *Polystomella advena* Cushman, *Carnegie Inst. Washington*, Pub. 311, p. 56, pl. 9, fig. 11-12.

1951 – *Elphidium advenum* (Cushman) ; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p.51, pl. 6, fig. 9-10 b.

1982 – *Elphidium advenum* (Cushman) ; AGIP SPA, pl. XXI, fig. 9.

2002 – *Elphidium advenum* (Cushman) ; Hebib, *Mém. Magister*. Univ. Oran, p. 73, pl. V, fig. 7.

Cette espèce a une périphérie anguleuse avec une carène bien développée. Les loges sont moins nombreuses que *E. crispum*. L'ouverture comporte plusieurs orifices sur la face orale.

Ecologie : même écologie que la précédente.

Elphidium fichtellianum (d'Orbigny, 1846)

1846 – *Elphidium fichtellianum* d'Orbigny *Foram. Foss.* Vienne, p. 125, pl. 6, fig. 7-8.

1951 – *Elphidium fichtellianum* (d'Orbigny) ; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p.52, pl. 6, fig. 12 a-b.

1982 – *Elphidium fichtellianum* (d'Orbigny) ; *AGIP SPA*, pl. XXI, fig.10.

2000 – *Elphidium fichtellianum* (d'Orbigny) ; Baggley, *Palaeontology*, Vol. 43, part 6, pl. 2, fig. 5.

2002 – *Elphidium fichtellianum* (d'Orbigny) ; Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p. 73, pl. V, fig. 8.

Cette forme a un test aplati avec une périphérie anguleuse.

Ecologie : Elle a été récoltée à des profondeurs de 200 m (Poignant & Moissette, 1992).

Famille : *Rotaliidae* Hernberg, 1839

Sous famille : *Ammoniinae* Saidova, 1981

Genre : *Ammonia* Brünich, 1772

Ammonia beccarii (Linné, 1758)

1758 – *Nautilus beccarii* Linné, *Nat.* Edit. 10, t. 1, p. 710, pl. 1, fig. 1 a-c.

1982 – *Ammonia beccarii* (Linné) ; *AGIP SPA*, pl. XLI, fig. 3.

2002 – *Ammonia beccarii* (Linné) ; Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p. 75, pl. I, fig. 1-3.

C'est une espèce planoconvexe. Elle est caractérisée par le développement de granules au niveau des lignes de sutures de la face ombilicale. L'ouverture est interiomarginale.

Ecologie : cette forme prolifère dans les sédiments côtiers à grains grossiers (Blanc-Vernet, 1969).

Ammonia inflata (Senguenza, 1862)

1862 – *Rosalina inflata* Senguenza *Rizop. Foss. Catania*, p. 106, pl. 1, fig. 6.

1982 – *Ammonia inflata* (Senguenza) ; *AGIP SPA*, pl. XLI, fig. 4.

2002 – *Ammonia inflata* (Senguenza) ; Hebib, *Mém. Magister. Univ. Oran*, p. 75, pl. I, fig. 4-5.

Cette forme diffère de la précédente par une face spirale plus convexe.

Ecologie : même écologie que la précédente.

Super famille: *Turrilinacea* Cushman, 1927

Famille: *Stainforthiidae* Reiss, 1963

Genre: *Hopkinsina* Howe & Wallace, 1933

Hopkinsina bononiensis (Fornasini, 1888)

1888 – *Uvigerina bononiensis* Fornasini *Boll. Soc. Geol. Ital.*, Vol. 7, Fasc. 1, p. 27, pl. 3, fig. 12-12 a.

1951 – *Hopkinsina bononiensis* (Fornasini) ; Marks, *Contr. Cushman Found. Foramin. Res.*, Vol. II, part., 2, p.62, pl. 7, fig. 8.

1982 – *Hopkinsina bononiensis* (Fornasini) ; *AGIP SPA*, pl. XXXIV, fig. 10.

1982 – *Uvigerina bononiensis* Fornasini ; Van der Zwaan, p. 193, pl. 11, fig. 2-3.

2002 – *Hopkinsina bononiensis* (Fornasini) ; Hebib, *Mém. Magister. Univ. Oran*, p. 75, pl. IX, fig. 3.

2006 – *Hopkinsina bononiensis* (Fornasini) ; Schweizer p. 129, pl. 8

Le test est allongé et légèrement compressé. Au stade initial, les loges ont un arrangement bisérié et deviennent tisérié au stade final. La paroi, calcaire, est ornée de fines stries ou côtes longitudinaux. L'ouverture est portée sur un petit col.

Ecologie : cette forme est prépondérante dans des milieux à faible teneur en oxygène associés à un taux élevé en éléments nutritifs ; elle est caractéristique des plates-formes de profondeur moyenne (Boukli-Hacène, 2000).

4 - Sous ordre : *Textulariina* Delage & Herouard, 1886

Super famille : *Spiroplectamminacea* Cushman, 1927

Famille : *Spiroplectamminidae* Cushman, 1927

Sous famille : *Spiroplectammininae* Cushman, 1927

Genre : *Spiroplectammina* Cushman, 1927

Spiroplectammina carinata (d'Orbigny, 1826)

(Pl. III, Fig. 5)

1826 – *Textularia carinata* d'Orbigny, *Ann. Sci. Nat.*, Vol. 7. n° 7., p 269.

1846 – *Textularia carinata* d'Orbigny, *Foram. Foss.* Vienne, p. 247, pl. 14, fig. 32-34.

1951 – *Spiroplectammina carinata* (d'Orbigny) ; Marks, *Contr. Cushm. Found. Foram. Res.*, Vol. II, part., 2, p. 35, pl. 6, fig. 2 a-b.

1982 – *Spiroplectammina carinata* (d'Orbigny) ; AGIP SPA, pl. II, fig. 2.

2000 – *Spiroplectammina carinata* (d'Orbigny) ; Baggley, *Palaeontology*, Vol. 43, part 6, pl. 2, fig. 23.

2002 – *Spiroplectammina carinata* (d'Orbigny) ; Hebib, *Mém. Magister.* Univ. Oran, p. 36, pl. IX, fig. 2.

Le test est allongé avec une périphérie anguleuse, souvent dentée. Les premières loges ont un enroulement planispiralé puis un arrangement bisérié au stade adulte. Elles sont distinctes, deux fois plus large qu'élévée. Les sutures sont obliques et légèrement incurvées. L'ouverture est terminale, interiomarginale et bordée d'une lèvre.

Ecologie : Elle prolifère dans des sédiments à grains grossiers à faible hydrodynamisme (Blanc-Vernier, 1969). Elle préfère les conditions marines stables sans variations d'oxygénation ou salinité des eaux (Van Der Zwaan, 1982).

Super famille : *Textulariaceae* Ehrenberg, 1838

Famille: *Textulariidae* Ehrenberg, 1838

Sous famille: *Textulariiane*, Ehrenberg, 1838

Genre: *Textularia* DeFrance, 1824

Textularia warreni Cushman & Ellisor, 1931

1931 – *Textularia warreni* Cushman & Ellisor *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, Vol. 7, p. 51, pl. 7, fig. 2 a-b.

Cette espèce a un test large muni d'une périphérie subanguleuse. Les loges sont peu nombreuses et plus large que basse. Les lignes de sutures sont légèrement incurvées.

Ecologie : les espèces de ce genre abondent dans le détritique côtiers (Blanc-vernet, 1969).

III. Conclusion :

L'étude taxonomique des coupes étudiées a permis d'identifier 177 espèces appartenant à 68 genres, 34 familles et 4 sous ordres.

QUATRIEME CHAPITRE

Paléoenvironnement

I. Foraminifères benthiques et reconstitution des paléoenvironnements

- 1. Introduction**
- 2. Le microhabitat**
- 3. La bathymétrie**
- 4. Le nutriment**
- 5. Oxygénation**
- 6. La salinité**
- 7. les indices paléoécologiques**

II. Analyse paléoenvironnementale

II. 1. Introduction

II. 2. 1. Secteur de Marsat Ben M'hidi

1. Coupe de Moscarda 2

- 1. 1. Analyses des indices paléoécologiques**
- 1. 2. Analyse des assemblages**
- 1. 3. Interprétation paléoenvironnementale**
- 1. 4. Conclusion**

II. 3. 1. Secteur de Beider

1. Coupe de Oued Aïn Adjroud

- 1. 1. Analyses des indices paléoécologiques**
- 1. 2. Analyse des assemblages**
- 1. 3. Interprétation paléoenvironnementale**
- 1. 4. Conclusion**

II. 4. Comparaison & Discussion

I. Foraminifères benthiques et reconstitution des paléoenvironnements:

I. 1. Introduction :

Constituant la majeure partie des protistes dans de nombreux écosystèmes marins (Murray, 1991), les foraminifères sont des organismes unicellulaires eucaryotes (= Protistes) étant apparus au Cambrien (Sen Gupta, 1999). Près de 2455 genres et 30000 espèces de foraminifères vivants et fossiles sont répertoriés actuellement. Les foraminifères sont dits benthiques lorsqu'ils vivent sur et/ou dans le sédiment qui tapisse les fonds océaniques, à la différence des foraminifères planctoniques, qui vivent dans la colonne d'eau. Omniprésents dans le milieu marin, les foraminifères benthiques occupent de très nombreuses niches écologiques aussi variées que les plaines abyssales oligotrophes, les zones de résurgence hydrothermales et les zones lagunaires hypersalines (Debenay *et al.*, 1997 ; Sen Gupta, 1999 ; Murray, 2006), et ont également colonisés certains environnements d'eaux saumâtres et d'eaux douces (Pawłowski, 2000).

Une caractéristique remarquable des foraminifères benthiques (et planctoniques) est leur capacité à protéger leur cellule protoplasmique dans une enveloppe plus ou moins rigide appelée test. Le test (parfois baptisé coquille), comprenant une ou plusieurs chambres (ou loculis ou loges), est muni d'un ou plusieurs foramens (orifices). Leur taille varie généralement de 38 µm à 1 mm. Les tests des foraminifères benthiques sont soit de nature organique, soit fait de particules terrigènes et biogènes agglutinées, soit constitués de biocristaux d'aragonite et de calcite biominéralisés par les organismes (Fontanier, 2003). Ils ont un fort potentiel de fossilisation qui dépend tant de leur nature propre que des conditions physico-chimiques du milieu sédimentaire où ils sont enfouis.

Du fait de leur adaptation rapide aux changements de leur environnement, leur ubiquité et leur richesse dans le milieu marin (des zones côtières aux plaines abyssales), leur potentiel de fossilisation (on les trouve du Cambrien à l'actuel), ainsi qu'une méthode d'analyse relativement simple, ces organismes benthiques sont appréciés pour les reconstitutions du gradient paléoenvironnemental.

I. 2. Le microhabitat :

Les foraminifères benthiques ne vivent pas exclusivement à l'interface eau / sédiment mais ils sont inféodés à des profondeurs considérables dans les sédiments marins. En général, ils sont retrouvés vivants jusqu'à 10 cm (Jorissen, 1999). Cette répartition verticale

d'un taxon vivant représente le microhabitat. Celui-ci est contrôlé par l'action composée de tout les processus physiques, chimiques et biologiques (Corliss, 1985).

Comprendre le microhabitat des foraminifères benthiques est important car il permet de préciser les exigences écologiques de chaque espèce au sein d'un assemblage de foraminifères benthiques. Corliss (1991) a distingué quatre types de microhabitat (fig. 11) :

- Les formes épipéliques (0-1 cm) ;
- Les formes endopéliques superficiels (1 – 2 cm) ;
- Les formes endopéliques intermédiaires (2 – 4 cm) ;
- Les formes endopéliques profondes (> 4 cm).

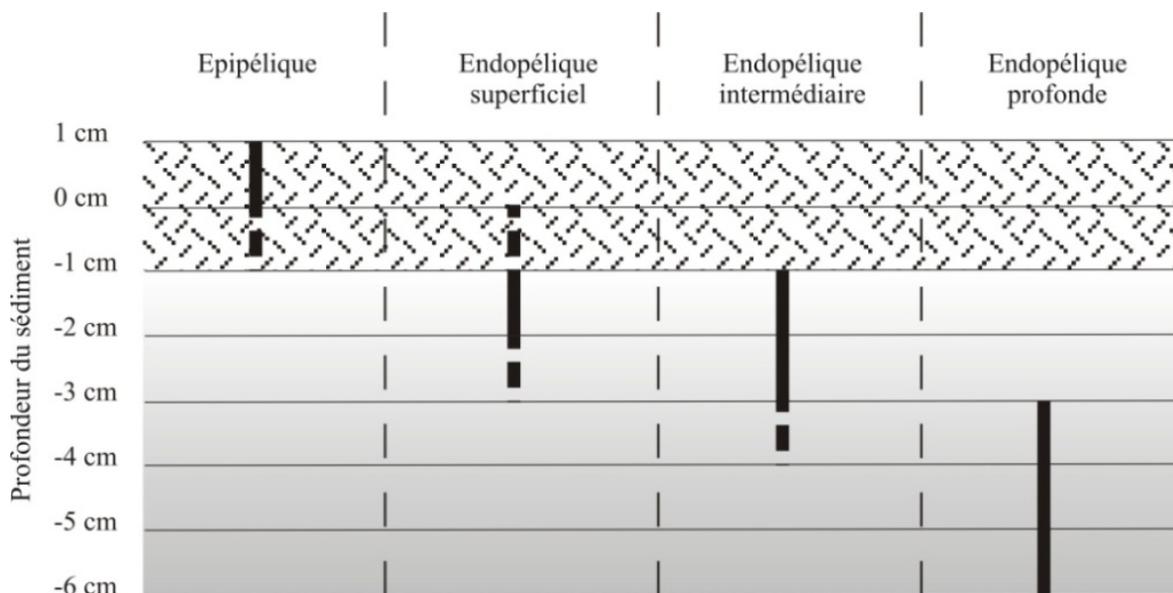


Fig. 12: Schéma représentatif des différents types de microhabitat des foraminifères benthiques (selon Corliss, 1991).

Certains auteurs (Buzas *et al.* in Jorissen, 1999) suggèrent que le terme épipélique devrait être utilisé uniquement pour les espèces vivantes fixées sur des substrats durs, comme des cailloux, des mollusques, ou les coraux. Tandis que d'autres auteurs (Lutze et Thiel in Jorissen, 1999) proposent le terme épipélique élevé.

Chaque espèce a son microhabitat préférentiel, dans lequel elle trouve les conditions optimales à sa survie. Souvent, plus de 75% des stocks des foraminifères benthiques vivent dans le premier centimètre de sédiment (Fontanier *et al.*, 2002). Les ressources, qu'elles soient sous forme de bactéries, de matière organique dissoute, y sont plus abondantes, facilement assimilables et consommées rapidement. Certaines espèces sont pourtant inféodées à des microhabitats profonds, telles que par exemple *Globobulimina*.

Plusieurs raisons peuvent entraîner les foraminifères à vivre dans ces couches plus profondes du sédiment :

- (1) éviter la prédation par la macrofaune ou l'ingestion passive par des dépositivores ;
- (2) éviter la compétition pour la nourriture avec d'autres foraminifères ou avec d'autres types d'organismes ;
- (3) chercher des types de nourriture spécifique disponibles dans les couches profondes de sédiment (Goldstein et Corliss, *in* Griveaud, 2007).

Plusieurs études ont tenté d'établir un rapport entre la morphologie du test et le microhabitat (Corliss, 1985 ; Corliss et Chen, 1988 ; Corliss, 1991, Jorissen, 1991). La mise en évidence d'une telle relation serait très importante. Elle nous permettrait de déduire les microhabitats des taxons fossiles et donc d'extraire des informations essentielles sur le paléoenvironnement. Les formes épipéliques auraient plutôt un test planoconvexe ou biconvexe (comme les *Cibicides*) avec des pores sur une seule face, alors que les formes endopéliques auraient un test plus allongé avec des périphéries très arrondies (par exemple *Bulimina* et *Fursenkoina*) avec des pores distribués sur tout le test. Toutefois, ces observations ne sont pas très robustes entre morphologie du test et profondeur de vie de l'organisme dans le sédiment (Buzas *et al.* *in* Griveaud, 2007). En effet, certaines espèces (ex : *Melonis barleeanus*), ont un test biconvexe aplati et vivent dans un microhabitat endopélique intermédiaire.

I. 3. La bathymétrie :

Plusieurs travaux ont montré que certaines espèces de foraminifères benthiques sont restreintes à des gammes bathymétriques spécifiques (Blanc- Vernet, 1969 ; Pujo Lamy, 1973 ; Pflum & Frerichs, 1976 ; Van Marle, 1988 ; Bellier *et al.*, 2010).

Dans l'étage infralittoral, l'eau est constamment en mouvement et vit généralement une microfaune épipélique attachée au substrat (Murray, 2006). En outre, cet étage est généralement caractérisé par le développement des mattes algaires et tapis végétatifs. Ces derniers, quand ils existent, sont colonisés par des formes épiphytes (*Asterigerinata planorbis*, *Cibicides lobatulus*). A cette profondeur, les eaux subissent également de grandes variations de salinité (surtout la dessalure) d'où le développement d'une microfaune (*Ammonia beccarii*, *Haynesina germanica*) adaptée aux variations de ce paramètre.

Dans l'étage Circalittoral, les peuplements de foraminifères benthiques sont caractérisés par une grande diversité (Murray, 1991). En plus des formes épiphytes citées

précédemment, ils sont généralement représentés par des formes épipéliques (*Cibicides*, *Gyroidinoides*, *Hanzawaia*, *Planuliuna*, *Lenticulina*, *Textularia*) et des formes endopéliques (*Bulimina*, *Bolivina*, *Cassidulina*, *Uvigerina*, *Discorbis*, *Nodosaria*).

En domaine bathyal, les assemblages comportent en majeure partie des taxons benthiques typiques: *Epistominella*, *Hoeglundina*, *lagenidae*, *Nodosaria*, *Oridorsalis*, *Pullenia*, *Pyrgo*, *Rectuvigerina*, *Sphaeroidina*, *Uvigerina*.

La profondeur influence également sur la quantité de la matière organique atteinte sur le sédiment. En effet, plus la profondeur est importante la quantité de la matière organique sera faible.

I. 4. Le nutriment :

Les foraminifères benthiques sont généralement considérés comme des organismes organohétérotrophes détritivores. Ils sont capable de se nourrir soit de particules organiques en suspension au dessus du sédiment (suspensivores) soit de détritits déposés sur et dans le sédiment (détritivores) soit de bactéries endopéliques (bactériophages).

Les apports en matière organique proviennent essentiellement de production primaire des eaux de surfaces (Brasier *in* Gebhardt, 1999). Cette matière organique est constituée le plus souvent d'agrégats de micro-algues. Elle constitue une source indispensable pour les besoins métaboliques des foraminifères benthiques (Fontanier, 2003). Une seconde source importante de matière organique est d'origine continentale (Seiglie, 1968 ; Jorissen, 1987 ; Van der Zwaan et Jorissen, 1991 ; Mendes *et al.*, 2004). Celle-ci, transportés par les vents et les fleuves dans les domaines marins, est de nature variables. Il s'agit, entre autres, de cuticules de feuilles, des fragments de tissus vasculaires de plantes supérieures et de grains de pollens. Pour certains auteurs, cette matière organique serait inutilisable et difficilement hydrolysable par les organismes (Grémare *et al.*, 2002). Cependant, l'impact direct de ce type de nutriment sur les foraminifères benthiques est probablement limité aux zones proches des embouchures des fleuves et des rivières (Van der Zwaan et Jorissen, 1991, Mojtahid, 2007).

Les foraminifères benthiques répondent rapidement aux influx de matière organique (Jorissen *et al.*, 1995 ; Fontanier *et al.*, 2003 ; Linke & Lutze *in* Jorissen *et al.*, 2005). Les apports en matière organique influencent également la répartition des espèces dans la colonne du sédiment et donc sur leurs microhabitats (Corliss, 1985 ; Jorissen *et al.*, 1995). A ce titre, ils sont employés pour reconstruire la paléoproduktivité organique (Altenbach et Sarthein *in* Griveaud, 2007).

Les milieux riches en matière organique sont caractérisés par le développement des espèces endopéliques superficielles à profondes (Corliss, 1985 ; Corliss et Chen, 1988 ; Jorissen *et al.*, 1992 ; Sen Gupta et Machain-Castillo, 1993 ; Jorissen *et al.*, 1995 ; Schmiedl *et al.*, 2003).

Les environnements à faibles teneurs en nutriments sont composés essentiellement par des espèces épipéliques (Jorissen *et al.*, 1995). Ces conditions trophiques empêchent le développement des formes endopéliques (Jorissen *et al.*, 1995 ; Griveaud, 2007).

Les apports en nutriments influencent sur les concentrations d'oxygène. Ces deux facteurs sont inter-reliés. En effet, l'accumulation de matière organique provoque la consommation de l'oxygène pour sa dégradation. Les zones riches en matière organique sont souvent appauvries en oxygène et à l'inverse des zones pauvres en matière organique sont souvent bien oxygénées.

I. 5. Oxygénation :

La teneur de l'eau en oxygène est d'une importance capitale dans les écosystèmes marins car elle peut affecter directement les organismes en agissant sur leur métabolisme. L'oxygène joue un rôle essentiel dans la vie et la biodiversité des foraminifères benthiques (Mojtahid, 2007).

Plusieurs classifications ont été proposées pour les environnements marins en fonction de leurs teneurs en oxygène (Tab. 1). Cependant, il existe une confusion dans la littérature concernant l'usage des termes "dysoxic" et "suboxic" (Jorissen *et al.*, 2005). Ces termes désignent des concentrations d'oxygène très différentes d'une classification à une autre. Le terme précis d'anoxie est utilisé souvent pour les environnements où les concentrations d'oxygène sont au dessous des limites de détection.

Jorissen *et al.*, (2005) suggèrent d'utiliser le terme hypoxique pour les environnements où les foraminifères peuvent être influencés par les faibles concentrations d'oxygène.

Depuis les années 70 , une abondante microfaune de foraminifères benthiques a été enregistrée dans de nombreux milieux sous oxygénés (Phleger et Soutar, 1973). Des études récentes ont montré que ce type d'environnement présente une composition taxonomique très caractéristique, généralement dominée par des *Bolivinidae*, *Buliminidae* et *Uvigerinidae* ainsi que d'autres espèces (Van Der Zwaan, 1982 ; Sen Gupta et Machain-Castello, 1993; Bernhard et Sen Gupta, 1999, Jorissen *et al.*, 2005). Ces espèces ont des tests allongés, bisériés et

trisériés correspondant à des microhabitats endopéliques profonds (Bernhard, 1986; Corliss et Chen, 1988; Corliss, 1991).

	Tyson and Pearson (1991)	Bernhard and Sen Gupta (1999)	Kaiho (1994)	
	Oxic	Oxic	High oxic	3 ml/l
2 ml/l			Low oxic	1.5 ml/l
	Dysoxic	1 ml/l	Suboxic	
0.2 ml/l		Dysoxic	Dysoxic	0.3 ml/l
	Suboxic			0.1 ml/l
0 ml/l		Microoxic	Anoxic	
0 ml/l	Anoxic	Anoxic/ Postoxic		

Tab. 1 : Classification des environnements marins en fonction des concentrations d'oxygène (Jorissen *et al.*, 2005).

De ce fait, leur fréquence relative ou leur comptage semi-quantitatif est souvent utilisé comme un indice d'oxygénation de la colonne d'eau (Kaiho, 1994 ; Kouwenhoven et Van Der Zwaan, 2006)

Les environnements bien oxygénés sont caractérisés par une diversité élevée et par des formes épifaunales plano-convexe, biconvexe et trochospirales (Corliss et Chen, 1988; Corliss, 1991). Ces espèces exigent des concentrations élevées en oxygène (Kaiho, 1994 ; Jannink *et al.*, 2001).

Toutefois, il n'est pas exclu qu'un nombre d'espèces indicatrices des conditions hypoxiques peuvent se trouver dans des milieux bien oxygénés (Gebhardt, 1999 ; Jorissen *et al.*, 2005).

I. 6. Salinité :

Les foraminifères benthiques sont retrouvés dans des eaux saumâtres à hyposalines (0-33‰), euhalines ou marines normales (33-37‰) ou dans des eaux hypersalines (> 37‰). La salinité influence les organismes principalement à travers l'osmose cellulaire. En dessous d'une salinité de 10-12 ‰ une cellule peut s'arrêter de fonctionner. C'est pourquoi, la majorité des espèces ainsi que les plus fortes biodiversités sont rencontrées dans les eaux de salinité normale (Murray, 2006).

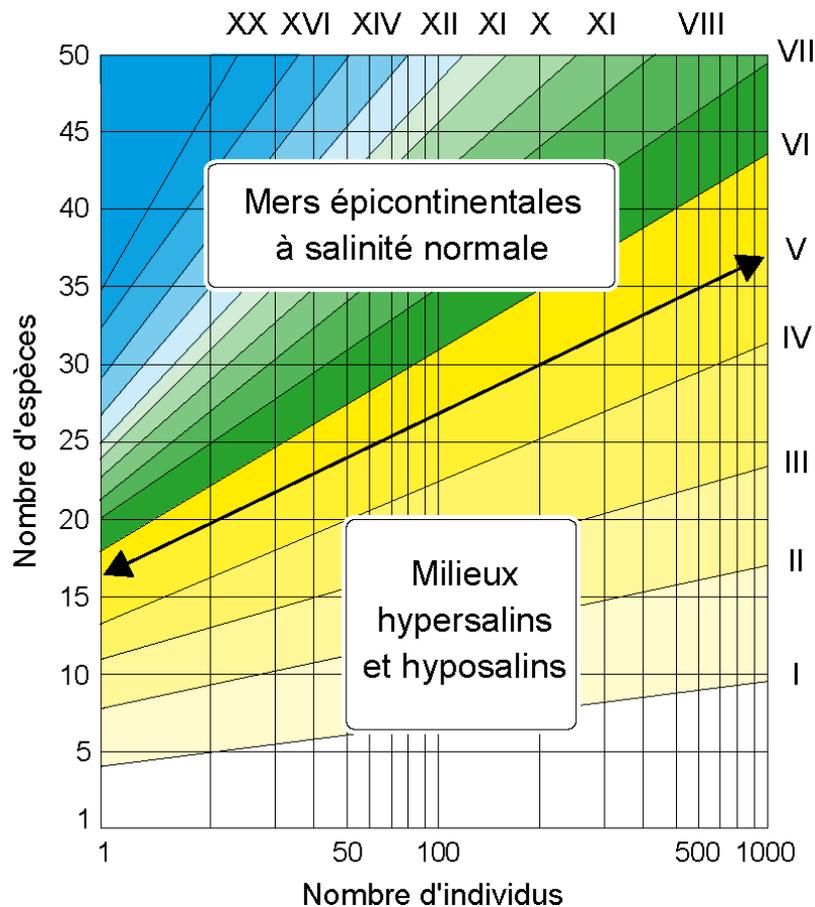


Fig. 13 : Indice de diversité (Murray *in* Bellier *et al.*, 2010) :
hyosalin < 33‰, normal = 33-37‰, hypersalin > 37‰.

I. 7. Indices paléocéologiques :

Associés aux exigences écologiques des différentes espèces benthiques, les indices paléocéologiques donnent des indications complémentaires quant à la structure des peuplements et la façon dont les individus sont répartis entre les différentes espèces (Daget *in* Bouchet, 2007).

I. 7.1. Indice de pélagisme :

Cet indice est le rapport des foraminifères planctoniques sur l'ensemble des foraminifères planctoniques et benthiques :

$$\text{IP \%} = \left(\frac{nP}{nP + nB} \right) \times 100$$

nP : le nombre des foraminifères planctoniques.

nB : le nombre des foraminifères benthiques.

Actuellement, il est devenu de plus en plus évident que l'accroissement du pourcentage des foraminifères planctoniques est proportionnel avec l'augmentation de la bathymétrie (Grimsdale et Van Morkhoven, 1955 ; Boltovskoy and Wright, 1976; Gibson *in* Rachid *et al.*, 1999 ; Van der Zwaan *et al. in* Drinia *et al.*, 2007). Gibson *in* Drinia *et al.* (2007) explique cette évolution par un taux de reproduction élevé des formes planctoniques. Par conséquent, la densité des foraminifères planctoniques dépend du degré d'ouverture vers le domaine océanique (Gibson *in* Drinia *et al.*, 2007).

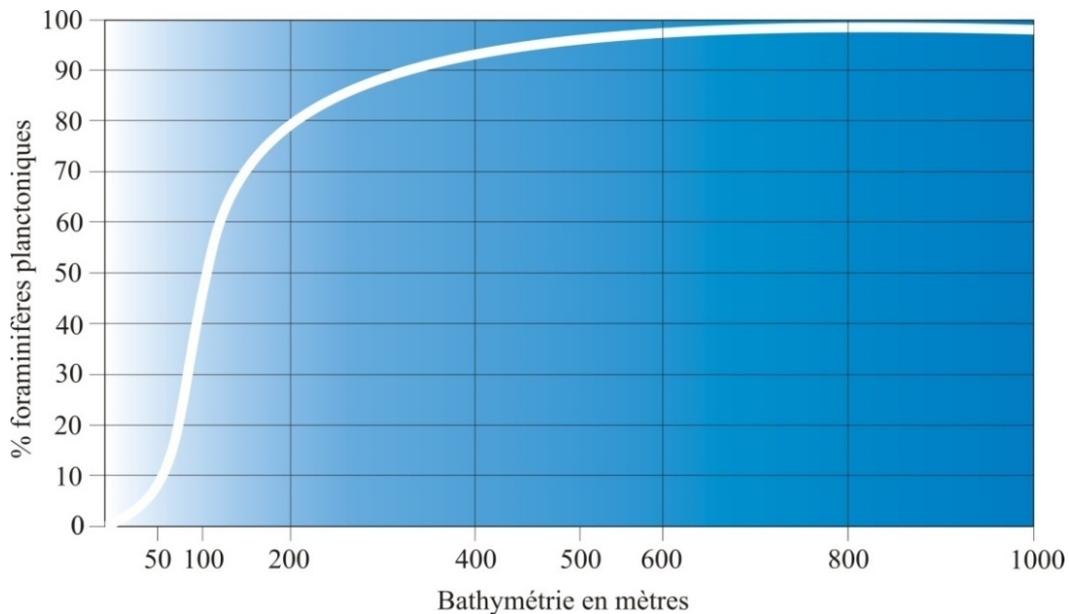


Fig. 14 : Indice de pélagisme (Gibson *in* Bellier *et al.*, 2010).

Par ailleurs, plusieurs auteurs (Van Der Zwaan *et al.* ; Leckie *et al. in* Drinia *et al.*, 2007) ont souligné l'influence des substances nutritives sur le rapport P / B. En effet, le taux de reproduction des foraminifères benthiques dépend de la quantité de la matière organique

atteinte au fond océanique. Durant la chute le long de la colonne d'eau, cette matière organique diminue considérablement par oxydation et dégradation. Donc, le pourcentage des foraminifères benthiques est inversement proportionnel avec la profondeur. En conséquence, ce rapport est l'un des indices paléocéologiques le plus cohérent pour évaluer le gradient paléobathymétrique (Grimsdale et Van Morkhoven, 1955 ; Van der Zwaan *et al. in* Drinia *et al.*, 2007).

Cependant, l'utilisation systématique de cet indice se heurte à quelques problèmes (Wilson, 2006). Dans certaines conditions, l'indice de pélagisme ne donne pas des indications fiables. Par exemple, les mouvements des masses d'eaux, du large vers les zones côtières, causent un taux élevé de foraminifères planctoniques au sein des assemblages peu profonds (Kouyoumouzakakis, 1987 ; Wilson, 2006). Aussi, la dissolution chimique par le biais des processus *post mortem* affecte les formes benthiques à tests agglutinés et par conséquent on arrive à une surestimation de l'indice de pélagisme (Debenay *et al.*, 1997 ; Wilson, 2006). Pour De Rijk *et al. in* Wilson, (2006), le calcul de cet indice pourrait fournir des résultats erronés comme c'est le cas des zones sous influence des deltas et des estuaires chargés en éléments détritiques entravant le développement des formes planctoniques.

Hormis ses indications bathymétriques, certains auteurs (Mathieu, 1986 ; Rachid *et al.*, 1997) considèrent cet indice comme un indicateur des périodes à fortes productivité ou des *upwellings*. Pour Murray (1991) l'indice de pélagisme indiquerait le degré d'isolation ou d'ouverture du milieu sur le large et des informations concernant les courants marins.

1. 7. 2. La diversité spécifique :

La diversité se définit comme la variété des êtres vivants dans un milieu donné. Pour le paléontologue, la diversité correspond à la variété des organismes fossiles dans un gisement donné (Botquelen, 2003). Ainsi, elle fournit des informations sur la manière dont les espèces se partagent les ressources du milieu et nous renseigne sur les changements de composition taxonomique le long des gradients environnementaux.

Classiquement, la diversité est évaluée à partir d'indices utilisés par les écologistes et les paléocéologues. L'indice de Shannon-Weaver ***H*** (1948), utilisé dans cette étude, est le plus fréquemment employé dans les études d'écologie benthique. Cet indice se base sur l'hypothèse qu'un événement apporte d'autant plus d'information que sa probabilité d'occurrence est faible (Le Bris *in* Bouchet, 2007). L'indice de Shannon (***H***) se calcule avec la formule suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \times \text{Log}_2 P_i$$

$P_i = n_i / N$: n_i est le nombre des individus d'une espèce et N le nombre des individus de l'échantillon.

L'indice de Shannon (H) est minimal quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce. H est maximal (théoriquement infini) lorsque chacun des individus appartient à une espèce différente. La diversité maximale est donc $\text{Log}_2(N)$.

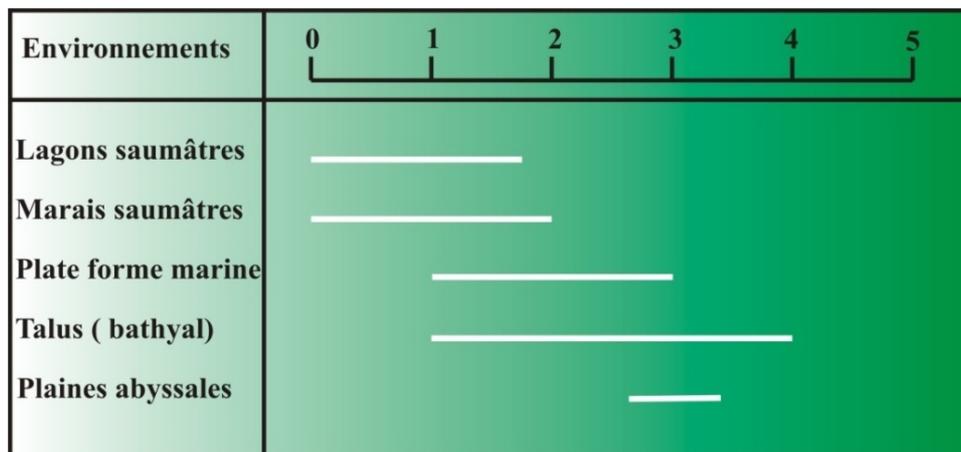


Fig. 15 : Indice de diversité des assemblages de foraminifères benthiques actuels dans les différents environnements (Murray *in* Labdi, 2000).

1. 7. 3. Indice d'équitabilité :

Cet indice est une traduction du terme *evenness*, introduit en écologie par Pielou (1966). Il dépend de la taille du prélèvement en raison de la relation qui existe entre le nombre d'espèce et le volume prélevé (Pielou, 1966). Il est aussi appelé régularité (Frontier *in* Bouchet, 2007) ou équirépartition (Blondel *in* Bouchet, 2007).

Cet indice permet de différencier les niveaux où un petit nombre d'espèce domine (H faible) de ceux où plusieurs espèces ont une importance équivalente (H élevé). De ce fait, l'indice d'équitabilité délimite les seuils d'équilibre des assemblages spécifiques. Il s'exprime par la relation :

$$J = H / \text{Log}_2 S$$

H : l'indice de diversité Shannon ;

S : le nombre des espèces de l'échantillon

II. Analyse paléoenvironnementale :

II. 1. Introduction :

L'étude micropaléontologique des échantillons prélevés dans les deux coupes a révélé une riche microfaune de foraminifères benthiques. Seuls les individus ayant subi peu ou pas de transport *post-mortem* ont été pris en compte. En effet, L'autochtonie absolue de tels microorganismes à l'état fossile demeure invérifiable. Néanmoins, les individus ayant un test saint, non usé ou brisé pourront être considérés comme autochtone. De plus, la forme du test et le mode de vie de l'espèce indiquent si l'individu a subi un éventuel transport important ou non. En conséquence, nous considérons les individus de foraminifères benthiques déterminés comme témoins d'un faible transport entre leur milieu de vie et leur lieu de fossilisation.

Le découpage bathymétrique adopté est celui de Pérès & Picard (1964), repris et simplifié par Goubert *et al.* (2001). Ces auteurs ont défini, en Méditerranée, dans le plateau continental deux étagements à savoir, l'infra littoral et le circa littoral. L'étage bathyal correspond à la transition du talus continental.

Pour mieux visualiser les tendances écologiques, les espèces récoltées, dont leur appartenance taxonomique et leurs exigences écologiques sont similaires, ont été groupées comme *Cibicides* spp. (*Cibicides ungerianus*, *Cibicides pseudoungerianus*, *Cibicides dutemplei...*), *Bolivina dilatata* (*Bolivina dilatata*, *Bolivina spathulata*, *Bolivina tortuosa...*) et *Bulimina subulata* (*Bulimina subulata*, *Bulimina elongata*, *Bulimina lappa...*). Aussi et pour des raisons de clarté de lecture, seules les espèces dont la densité relative est supérieure à 5% ont été placées sur les graphes.

L'abondance relative des taxons a été définie en utilisant les limites de Fatela *in* Mendes *et al.* (2004) : dominant (> 20%), abondant (10-20%), fréquent (5-10%) et rare (1-5%). Ainsi, plusieurs assemblages de foraminifères benthiques ont été définis. Ces assemblages sont appelés par le nom du taxon dominant et taxon abondant.

II. 2. 1. Secteur de Marsat Ben M'hidi :

1. Coupe de Moscarda 2 :

L'analyse quantitative des foraminifères benthiques de la coupe de Moscarda 2 (12 prélèvements) a permis d'identifier 132 espèces réunies en 55 genres. La majorité des espèces ont un test hyalin (123 espèces). Les formes agglutinées sont peu représentées (7 espèces) et les porcelanés sont représentés par deux espèces.

1. 1. Analyses des indices paléoécologiques :

1. 1. 1. Evolution de l'indice de pélagisme :

Fluctuant entre 34,33 et 76,66 %, l'indice de pélagisme augmente progressivement dans les cinq premiers niveaux, ce qui peut traduire un approfondissement de la partie basale de la coupe (Fig. 16). Une chute dans le pourcentage de cet indice est enregistrée au niveau de Mc 6, Mc 7, Mc 8. Ceci pourrait évoquer un isolement de la mer ouverte et / ou une réduction bathymétrique.

Les échantillons Mc 9 à Mc 12 montrent une augmentation du stock de foraminifères planctonique suggérant une réouverture du paléomilieu vers le large.

1. 1. 2. Indice de diversité Shannon Weaver (H') :

Il oscille entre 2,74 et 3,58. D'une manière générale, cet indice montre des fluctuations presque analogue à celles observées dans l'indice de pélagisme (Fig. 16).

La diminution du taux de cet indice dans les échantillons Mc 6, Mc 8, Mc 9 indique des conditions hostiles à la prolifération et la diversification des foraminifères benthiques. Dans le reste des prélèvements, il est supérieur à 3,13 témoignant des conditions marines plus ou moins stables.

1. 1. 3. Indice d'équitabilité :

Cet indice est généralement homogène tout au long de la coupe (Fig. 16). A l'exception de la partie médiane, ses valeurs sont supérieures à 0.83 témoignant ainsi d'un milieu équilibré.

C'est au niveau des échantillons Mc 6 à Mc9 que cet indice enregistre ses valeurs les plus faibles (0.74). Cette diminution dénote un léger déséquilibre affectant le biotope (Debenay, 1985).

1. 2. Analyse des assemblages :

1. 2. 1. Définition des assemblages :

La répartition verticale des taxons les plus abondants a permis de distinguer trois assemblages de foraminifères benthiques (Fig.17):

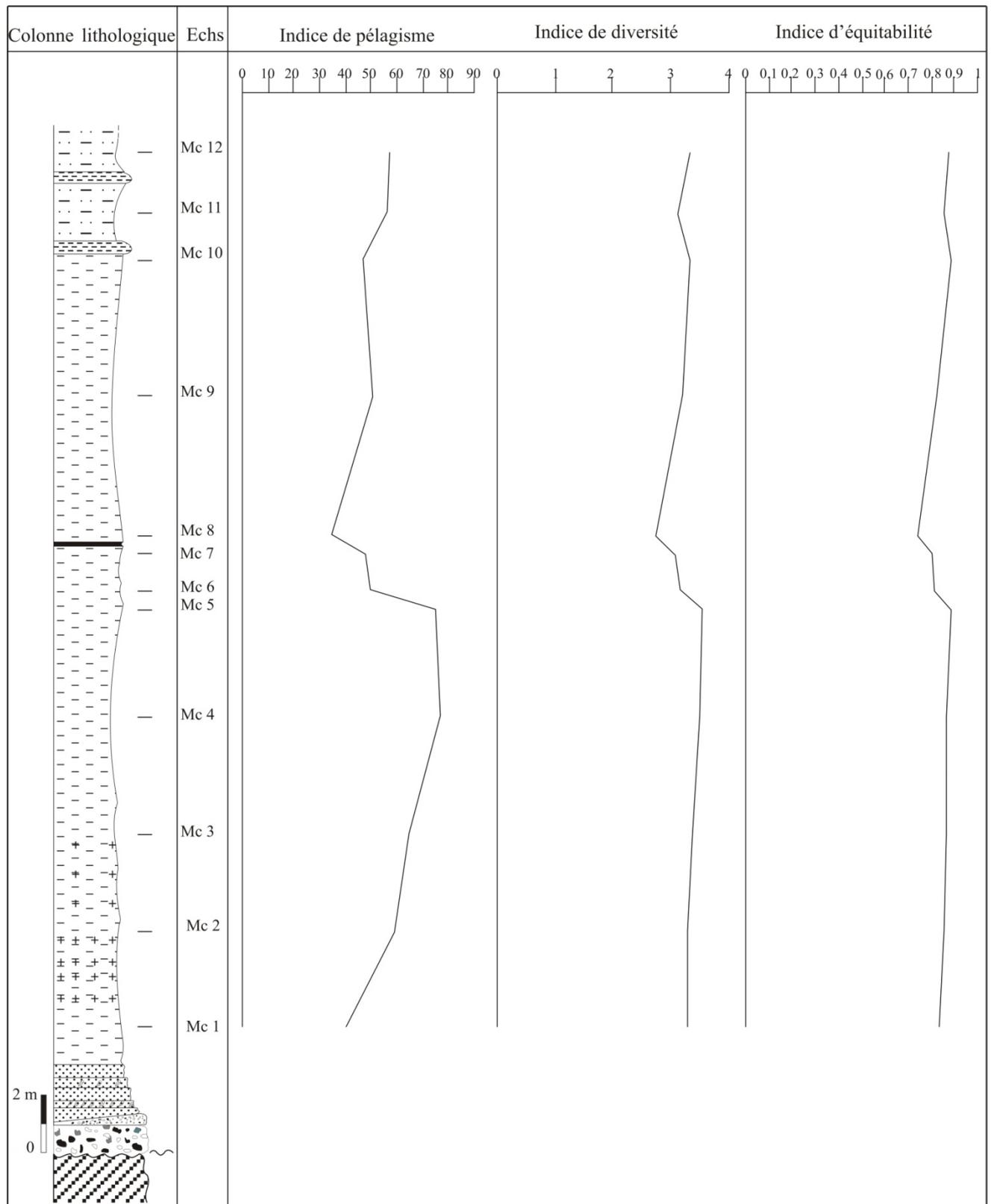


Fig. 16 : Evolution des indices paléoécologiques de la coupe de Moscarda 2.

1. Assemblage à *Cibicides* spp. / *Hanzawaia boueana* :

Taxons dominants : *Cibicides* spp.

Taxons abondants : *Hanzawaia boueana*.

Taxons fréquents : *Asterigerinata planorbis*, *Bolivina* spp., *Bulimina* spp., *Cassidulina laevigata*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium crispum*.

Taxons rares: *Cancris oblongus*, *Eggerella bradyi*, *Fissurina bradyana*, *Nonion boueanum*, *Globocassidulina oblonga*, *Gyroidinoides laevigatus*, *Gyroidinoides longispira*, *Heterolepa praecineta*, *Karrerella bradyi*, *Lagena costata*, *Lenticulina curvisepta*, *L. rotulata*, *Lingulina multicostata*, *Melonis padanum*, *Planulina ariminensis*, *Praeglobobulimina pupoides*, *Pullenia bulloides*, *Quinqueloculina seminulum*, *Reussella spinulosa*, *Sigmoilinita tenuis*, *Sphaeroidina bulloides*, *Trifarina bradyi*, *Uvigerina peregrina*, *U. pygmaea*

2. Assemblage à *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata* :

Taxons dominants : *Cibicides* spp.

Taxons abondants: *Bolivina dilatata*, *Bulimina subulata*.

Taxons fréquents : *Hanzawaia boueana*, *Uvigerina* spp.

Taxons rares : *Ammonia beccarii*, *Ammonia inflata*, *Amphicoryna sublineata*, *Asterigerinata planorbis*, *Cancris oblongus*, *Cassidulina laevigata*, *Elphidium aculaetum*, *E. advenum*, *Fissurina marginata*, *F. seguenziana*, *Nonion boueanum*, *Fursenkoina schreibersiana*, *Globocassidulina oblonga*, *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidina soldanii*, *Gyroidinoides altiformis*, *Gyroidinoides laevigatus*, *Gyroidinoides longispira*, *Gyroidinoides neosoldanii*, *Heterolepa praecineta*, *Hopkinsina bononiensis*, *Lagena striata*, *Lenticulina gibba*, *L. rotulata*, *Lingulina multicostata*, *Oolina hexagona*, *Planulina wuellerstorfi*, *Pullenia bulloides*, *Reussella spinulosa*, *Planulina ariminensis*, *Trifarina bradyi*, *Siphonina planoconvexa*, *Sphaeroidina bulloides*, *Spiroplectammina carinata*, *Angulogerina angulosa*, *Valvulineria bradyana*, *V. complanata*

3. Assemblage à *Bolivina dilatata* / *Bulimina subulata* :

Taxons dominants : *Bolivina dilatata*

Taxons abondants : *Bulimina subulata*

Taxons fréquents : *Cibicides* spp.

Taxons rares : *Ammonia beccarii*, *Amphicoryna scalaris*, *Asterigerinata planorbis*, *Cancris oblongus*, *Elphidium advenum*, *E. complanatum*, *E. fichtellianum*, *Fissurina globosa*, *F.*

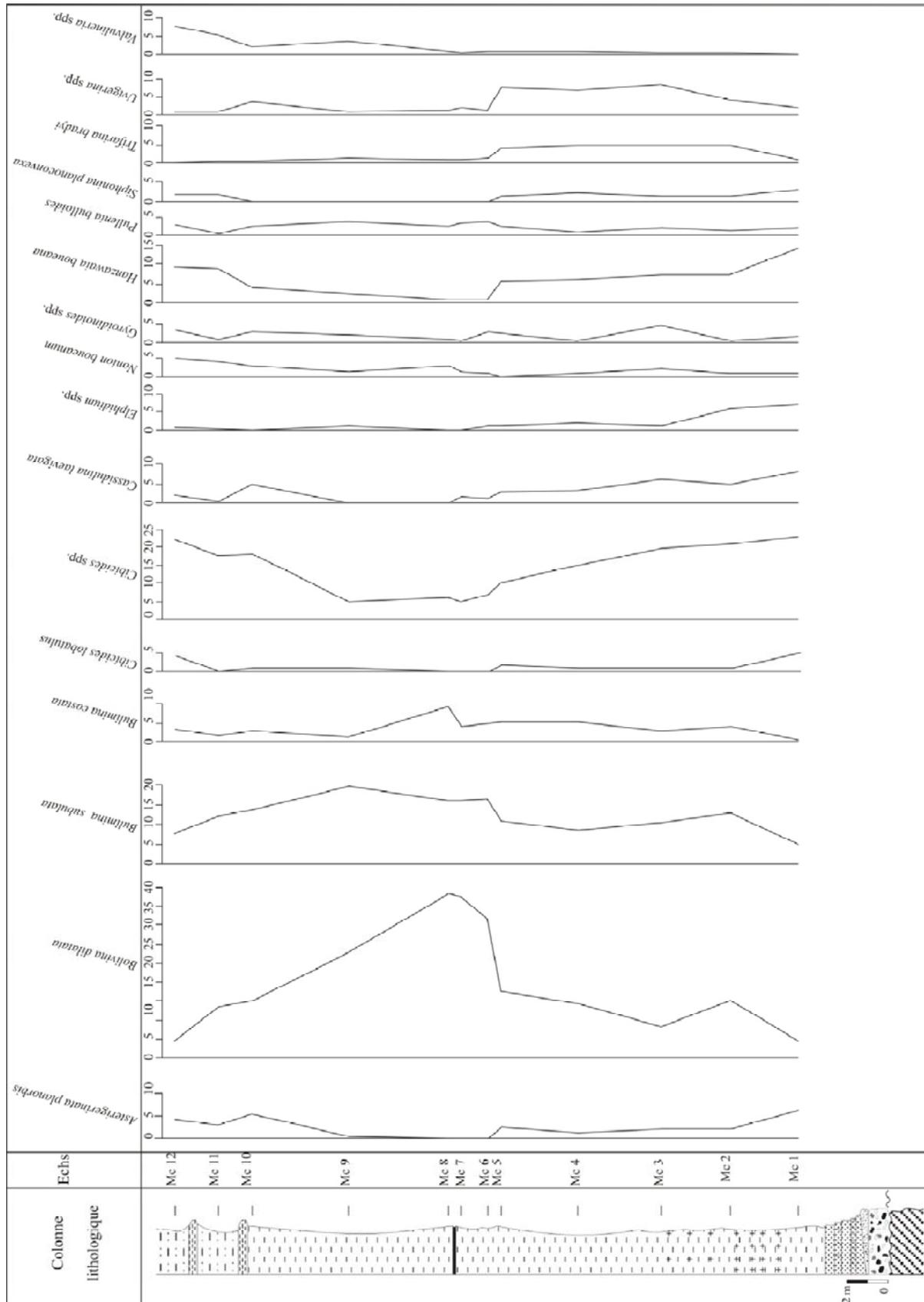


Fig. 17: Répartition verticale des principaux taxons de foraminifères benthiques de la coupe de Moscarda 2

marginata, *Nonion boueanum*, *Fursenkoina schreibersiana*, *Globocassidulina oblonga*, *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidina soldanii*, *Gyroidinoides altiformis*, *Gyroidinoides laevigatus*, *Gyroidinoides longispira*, *Hanzawaia boueana*, *Heterolepa praecineta*, *Karreriella bradyi*, *Lagena striata*, *Lenticulina curvisepta*, *L. inornata*, *L. rotulata*, *Lingulina multicostata*, *Neocorbina orbicularis*, *Neoeponides*, *Nonion scaphum*, *Oridorsalis umbonatus*, *Orthomorphina tenuicostata*, *Planularia auris var.cymba*, *Pullenia bulloides*, *Pullenia quinqueloba*, *Rectuvigerina cylindrica*, *Reussella spinulosa*, *Sigmoilinita tenuis*, *Siphonina planoconvexa*, *Spiroplectamina carinata*, *Sphaeroidina bulloides*, *Textularia aff. warreni*, *T. conica*, *Angulogerina angulosa*, *Valvulineria bradyana*, *V. complanata*,

1. 2. 2. Evolution des assemblages et leurs significations écologiques :

Les assemblages de foraminifères benthiques montrent des variations le long de la coupe autant en ce qui concerne les espèces dominantes, que les espèces abondantes et fréquentes (Fig.18).

L'assemblage à *Cibicides* spp. / *Hanzawaia boueana* est défini à la base des marnes grises (Ech. Mc 1). Il est caractérisé par la prédominance des *Cibicides* spp. (*Cibicides ungerianus*, *C. dutemplei* et *C. pseudoungerianus*) et *Hanzawaia boueana* accompagné de *Cassidulina laevigata*, *Elphidium crispum*, *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens* et *Asterigerinatata planorbis*.

De part leur microhabitat épipélique (Corliss, 1985), les représentants du *Cibicides* sont utilisés comme des indicateurs de zones de faibles productivités (Altenbach et Sarthein, in Griveaud, 2007). Dans la littérature, les *Cibicidae* sont décrits dans des conditions marines stables et riches en oxygènes et il semble qu'ils ne tolèrent pas les environnements stressants, particulièrement le déficit en oxygène de la colonne d'eau (Van Der Zwaan, 1982 ; Murray, 1991; Kaiho, 1994 ; Drinia *et al.*, 2004 a et b ; Drinia, 2007).

Cibicides dutemplei est une forme qui vit actuellement dans le pacifique de l'Indonésie à des rangées bathymétriques de 60 à 150 m (Van Marle, 1988). Elle est présente dans les sédiments vaseux des eaux relativement profondes avec une légère tolérance de l'augmentation de la salinité (Van Der Zwaan, 1982). *Cibicides ungerianus* est une espèce néritique (Blanc-Vernet *et al.*, in Schweizer, 2006), mais elle peut se trouver dans les sédiments fins de la zone sub-littorale (Schweizer, 2006).

La deuxième espèce dominante *Hanzawaia boueana* est souvent décrite dans des milieux moyennement profond, à l'interface eau / sédiment (Van der Zwaan, 1982, Murray, 1991 ; Boukli-Hacène, 2000 ; Steffahn & Michalzik, 2000, Goubert *et al.*, 2001 ; Drinia *et al.*,

2004 **a** et **b**). Elle est souvent récoltée dans des conditions marines normales et bien aérées (Synder *et al.* in Steffahn & Mechalzic, 2000 ; Drinia *et al.*, 2004 **a**). Sa répartition bathymétrique s'étend de la plate forme proximale jusqu'au distale (Murray in Steffahn & Mechalzic, 2000). Dans la mer Adriatique, Jorissen (1987) a récolté cette espèce vivante dans des substrats sableux à des profondeurs de 60 à 100 m.

Les espèces espèces épiphytes telles que *Elphidium crispum*, *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens* et *Asterigerinata planorbis* (Van der Zwaan, 1982, Murray, 1991 ; Jorissen, 1987 ; Boukli-Hacène, 2000), sont typiques des eaux peu profondes et oxygénées (Goubert *et al.*, 2001).

A la lumière de ces données, cet assemblage est caractéristique d'un milieu peu profond de l'étage circalittoral haut, bien oxygéné et à proximité d'un couvert végétal.

Le deuxième assemblage *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata* est mis en évidence au niveau des marnes grises (Echs. Mc2 à Mc5) et dans les marnes sableuses (Ech. Mc 10 à Mc 12). Il est dominé par *Cibicides* spp. et *Bolivina dilatata* accompagné de *Bulimina* et *Hanzawaia boueana*.

Les *Cibicides* sont représentés essentiellement par *C. pseudoungerianus*. Celle-ci est décrite dans des eaux plus ou moins profondes de l'étage circalittoral jusqu'au bathyal (Frerichs, 1970; Hermelin, 1989; Lutze & Thiel, 1989; Altenbach *et al.*, 2003). Cette forme vasicole est caractéristique des milieux marins ouverts au large (Schweizer, 2006), sans tolérance du déficit d'oxygène ou l'augmentation de la salinité (Van der Zwaan, 1982).

Le taxon *Bolivina* est représenté principalement par *Bolivina dilatata*. Cette espèce est enregistrée à partir de 75 m de profondeur dans la méditerranée occidentale (Bizon et Bizon, 1984) et au delà de 100 m dans la mer Adriatique (Chierci *et al.*, 1962).

Cet assemblage est marqué par la présence fréquente des espèces *Uvigerina peregrina* (4 à 8 %) *Planulina ariminensis* et *Trifarina bradyi* et. Dans la littérature, ces espèces sont souvent décrites dans des environnement relativement profonds à substrat vaseux (Van Morkhoven *et al.*, 1986 ; Murray, 1991 ; Gebhardt, 1999 ; Baggely, 2000).

De ce fait, cet assemblage reflèterait un milieu de dépôt plus profond que le précédent correspondant à l'étage circalittoral bas, bien oxygéné et à substrat vaseux.

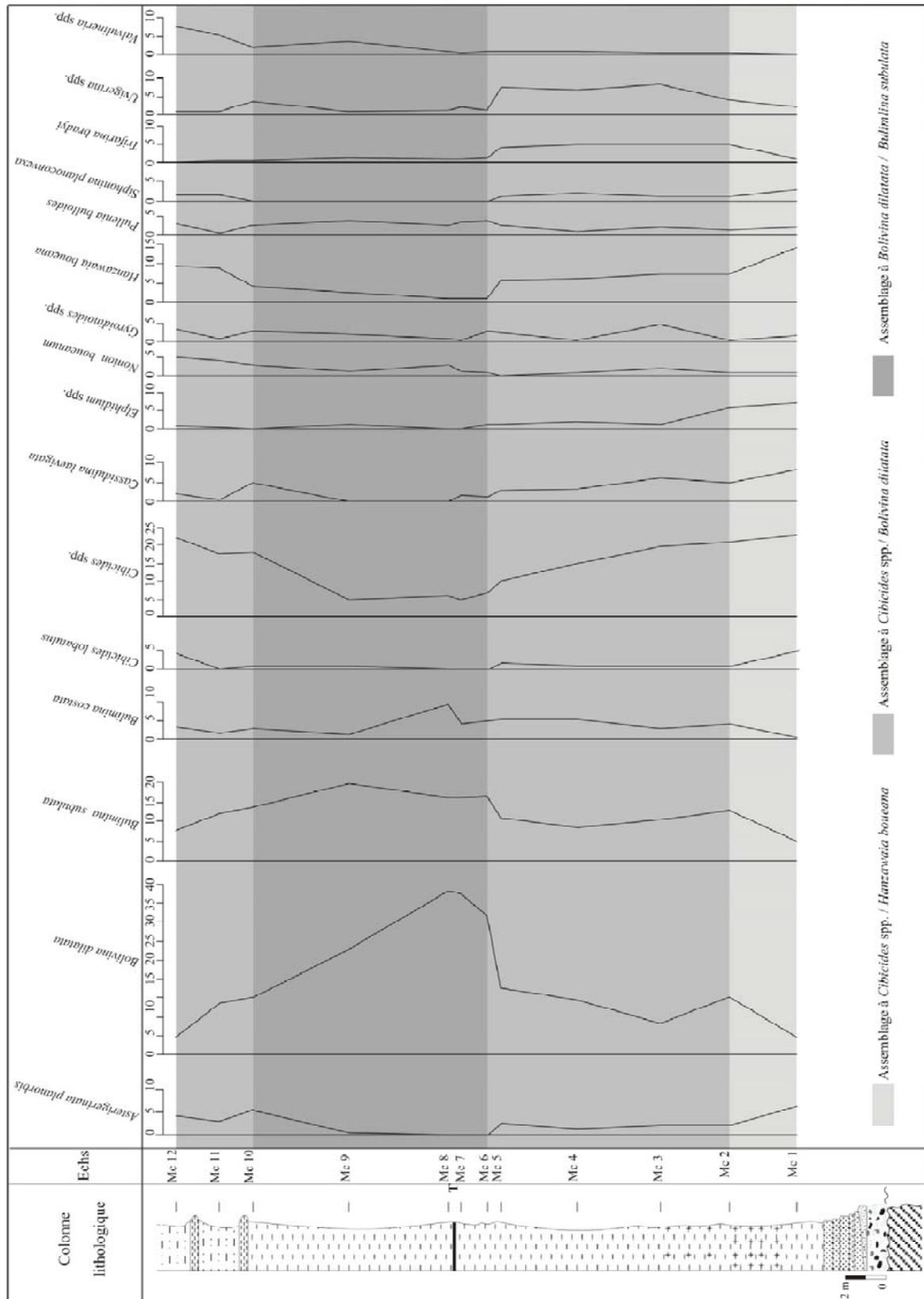


Fig. 18 : Répartition verticale des assemblages de foraminifères benthiques de la coupe de Moscarda 2

L'assemblage à *Bolivina dilatata* / *Bulimina subulata* est observé au niveau des prélèvements Ech. Mc 6 à Mc 9. Cet assemblage est largement dominé par *Bolivina dilatata* (23 à 29,33%) et *Bulimina subulata* (10 à 12,33%), accompagné de *Cibicides* spp. et *Hanzawaia boueana*.

Les *Bolivinidae* et *Buliminidae* sont des formes vasicoles (Mathieu, 1986), opportunistes (Jorissen *et al.*, 1998) et endopéliques (Corliss, 1985). Elles préfèrent les aires riche en substances nutritives et tolèrent les milieux moins oxygénés (Barmawidjaja *et al.*, 1992).

Le genre *Bolivina* (*B. spathulata*, *B. dilatata*...) est connu pour sa tolérance à des environnements moins oxygénés (Murray, 1991). De même, Kaiho (1991 ; 1994) le considère comme un indicateur typique des conditions hypoxiques. Selon Van Der Zwaan (1982), Verhallen (1991), Jorissen *et al.*(1992), Kaiho (1994), Loubère (1996 ; 1997) et Pérès *et al.*(2001) ces deux espèces abondent dans les environnements riches en matière organique.

Les espèces du genre *Bulimina* (*B. elongata*, *B.subulata*, *B. aculaeta*...) sont souvent récoltées en association avec les *Bolivinidae* (Van Der Zwaan *in* Rachid *et al.*, 1997 ; Drinia *et al.*, 2004 a et b). Etant leur mode de vie endopélique profond (Jorissen *et al.*, 1998), ces espèces préfèrent les biotopes vaseux (Mathieu, 1986). Elles sont très abondantes dans les milieux eutrophiques et moins oxygénés (Debenay et Redois, 1997 ; De Rijk *et al.*, 2000).

L'ensemble de ces caractères reflèterait un environnement marin instable, à substrat vaseux, riche en nutriment et relativement sous oxygéné.

1. 3. Interprétation paléoenvironnementale :

L'évolution verticale des foraminifères benthiques a permis de définir trois assemblages, chacun d'eux exprime une information paléoenvironnementale différente (Fig. 19).

Dès la base des marnes grises s'installe une microfaune de foraminifères benthiques riche et diversifiée. Celle-ci est composée essentiellement de *Cibicides* spp. , *Hanzawaia boueana*, accompagnée des espèces épiphytes (*Elphidium crispum*, *Cibicides lobatulus*, et *Asterigerinatata planorbis*). En effet, Drinia *et al.* (2004 a) ont décrit, dans le Pliocène du Bassin Iraklion en Crète, un assemblage presque similaire indicatif de conditions marines stables avec de fortes concentrations d'oxygène.

Les espèces du genre *Cassidulina* enregistrent les valeurs les plus élevées au sein de cet assemblage (8%). Elles sont caractéristiques des sédiments fins profonds mais elles

peuvent se trouver dans les milieux côtiers (Debenay et Redois, 1997). Cependant, l'occurrence du genre *Cassidulina* avec des taxons épiphytes au sein du même assemblage pourrait indiquer l'ouverture du milieu vers le large (Drinia, 2007).

Par conséquent, cet assemblage indiquerait un environnement marin de l'étage ciraclittoral haut, soumis à une bonne oxygénation, à proximité d'un couvert végétal. Cette constatation s'accorde avec les résultats obtenus de l'indice de pélagisme, de diversités et d'équitabilité.

Au dessus, le milieu accuse un approfondissement marqué par la prolifération des *Bolivinidae* et *Buliminidae* à côté de *Cibicides* spp et *Hanzawaia boueana*. L'augmentation des valeurs de l'indice de pélagisme corrobore cette constatation. L'occurrence de ces taxons au sein du même assemblage reflète clairement une succession verticale de microhabitats. Ceci implique des concentrations d'oxygène élevées à la surface du sédiment (Jorissen *et al.*, 1995). Les formes endopéliques tolèrent les conditions écologiques stressantes (défiance en oxygène) mais elles peuvent être trouvées dans des environnements bien oxygénés (Gebhardt, 1999). L'abondance de *C. pseudoungerianus* est en relation avec une forte productivité primaire (Altenbach *et al.*, 1999). En effet, certains auteurs (Fontanier *et al.*, 2002) ont montré que cette espèce aurait des exigences trophiques élevées par rapport aux autres espèces du même genre. De ce fait, cette partie de la coupe pourrait être déposée dans un milieu marin franc, oxygéné et riches en nutriments

Postérieurement, les paléopeuplements de foraminifères benthiques montrent une grande abondance et une faible diversité ($H = 2.74$). Ils sont constitué en majorité par des espèces appartenant au *Bolivinidae* et *Buliminidae* (Assemblage à *Bolivina dilatata* / *Bulimina subulata*). Ceci suggère un enrichissement du milieu en éléments nutritifs associé à de faibles teneurs en oxygène. Leur morphologie allongée et aplatie serait une adaptation à des conditions moins oxygénées (Bernhard *in* Drinia *et al.*, 2008). Ce type d'environnement pourrait être lié soit à une réduction de la circulation verticale des eaux (Van Der Zwaan, 1982, Van Der Zwaan et Gudjonson *in* Drinia *et al.*, 2004) soit à la présence des upwellings (Phleger et Soutar, 1973). Cependant, les faibles valeurs de l'indice de pélagisme (40 à 30 %) ne permettent pas d'envisager le fonctionnement d'upwellings. Selon Berger et Diester-Haass, (1988), les zones d'upwellings sont souvent associées à un taux élevé des foraminifères planctoniques. Par conséquent, la première hypothèse

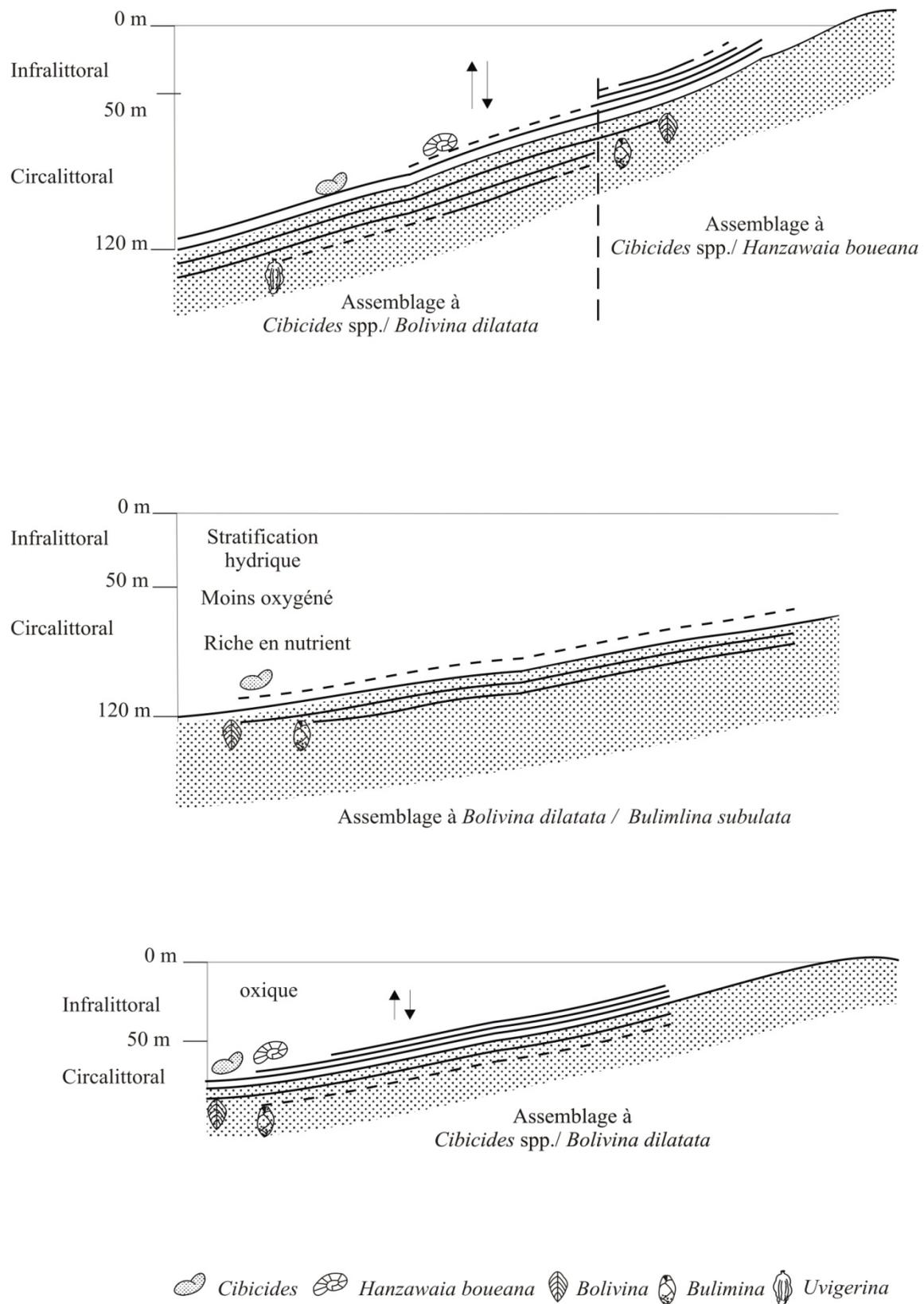


Fig. 19 : Schéma représentatif des aires de répartitions des assemblages de foraminifères benthiques et évolution paléoenvironnementale à Moscarda 2

(Stratification des eaux) semblerait beaucoup plus appropriée provoquant ainsi une détérioration des conditions écologiques du fond.

A partir de l'échantillon Mc 10, un changement dans la distribution des foraminifères benthiques est illustré par un renouvellement qualitatif de la microfaune benthique aboutissant à l'installation de l'assemblage *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata*. Ce dernier est marqué par la réapparition et la prolifération de *Cibicides ungerianus*, *Hanzawaia boueana* aux quelles s'ajoutent des taxons (*Valvulineria* spp.). Ceci annonce le passage d'un milieu réducteur riche en nutriments vers un milieu peu profond et oxygéné. Ces conditions sont favorables au développement de la microfaune, aussi bien benthique ($H' = 3$) que planctonique (IP = 60 %). Par ailleurs, il est très intéressant de signaler la présence fréquente de *Valvulineria* spp. dans cette partie de la coupe. Ces espèces sont souvent récoltées vivantes dans la vase terrigène côtière (Blanc – Vernet, 1969 ; Jorissen, 1987).

Cet épisode correspond à une réoxygénation de l'environnement avec quelques modifications du milieu notamment de la profondeur et la nature du fond qui devient plus sableux.

1. 4. Conclusion :

L'étude des foraminifères benthiques de la coupe de Moscarda 2 a révélé une diversité importante avec 132 espèces appartenant à 55 genres. Elles se répartissent en trois assemblages, chacun caractéristiques d'un paléoenvironnement distincts. Leur distribution se corrèle très bien avec les valeurs des indices paléocéologiques permettant ainsi de déceler la bathymétrie et les particularités des masses d'eaux qui les recouvrent.

L'assemblage *Cibicides* spp. / *Hanzawaia boueana* se développe à la base des marnes grises (Ech. Mc 1). Il indique un milieu bien oxygéné de l'étage circalittoral haut à proximité d'un couvert végétal. Par la suite, s'installe l'assemblage *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata*. Celui-ci souligne un milieu de dépôt profond correspondant à l'étage circalittoral bas, bien oxygéné et à substrat vaseux.

Défini à la moitié supérieure des marnes grises, l'assemblage à *Bolivina dilatata* / *Bulimina subulata* reflèterait un environnement à fond vaseux, hypoxique, riche élément nutritifs, sous une colonne d'eau stratifiée. Les faibles valeurs de l'indice de pélagisme et de diversité corroborent cette évolution.

A partir de l'échantillon Mc 10, La microfaune s'enrichit et se diversifié à nouveau aboutissant à la réapparition de l'assemblage *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata*.

Ceci implique un retour aux conditions normales d'oxygénation mais dans un contexte moins profond de l'étage circalittoral à fond plus sableux.

II. 2. Secteur de Beider :

1. Coupe de Oued Ain Adjroud :

La microfaune de foraminifères benthiques analysée, dans les 22 prélèvements, a fourni 158 espèces appartenant à 61 genres. Le groupe des hyalins domine avec 146 espèces, les agglutinés sont représentés par 12 espèces alors que les porcelanés sont absents.

1. 1. Analyse des indices paléocéologiques :

1. 1. 1. Evolution de l'indice de pélagisme :

Cet indice montre des variations considérables (0 à 95 %), le long de la coupe (Fig. 20). Les plus faibles valeurs sont enregistrées à la base et au sommet des marnes grises. Une variation timide s'observe au niveau de Adj 5, 6 et 7 où l'indice de pélagisme arrive à la valeur 40 % suggérant des fluctuations continues de la tranche d'eaux et / ou des restrictions périodiques avec le large.

Ce n'est qu'à partir de l'échantillon Adj 12 où l'indice de pélagisme enregistre ses valeurs les plus élevées (60 à 95 %) traduisant ainsi un milieu en communication aisée avec la mer ouverte et sans doute relativement profond au moment de la sédimentation.

1. 1. 2. Indice de diversité Shannon Weaver (H') :

Tout au long de la coupe, l'indice de diversité est supérieur à 3 (Fig. 20). Ceci pourrait refléter des conditions marines stables de bonne oxygénation des eaux. C'est au niveau des prélèvements Adj 4, Adj 9 à Adj 11 et Adj 20 à Adj 22 qu'il enregistre une diminution pour atteindre les 2.48. Cette diminution indique probablement des variations dans le taux d'oxygénation des eaux inhibant la diversification des foraminifères benthiques.

1. 1. 3. Indice d'équitabilité :

D'une manière générale, la courbe d'équitabilité est de l'ordre 0.8 à 0.9 suggérant un milieu équilibré. Toutefois, certains niveaux (Adj 4, Adj 20 à

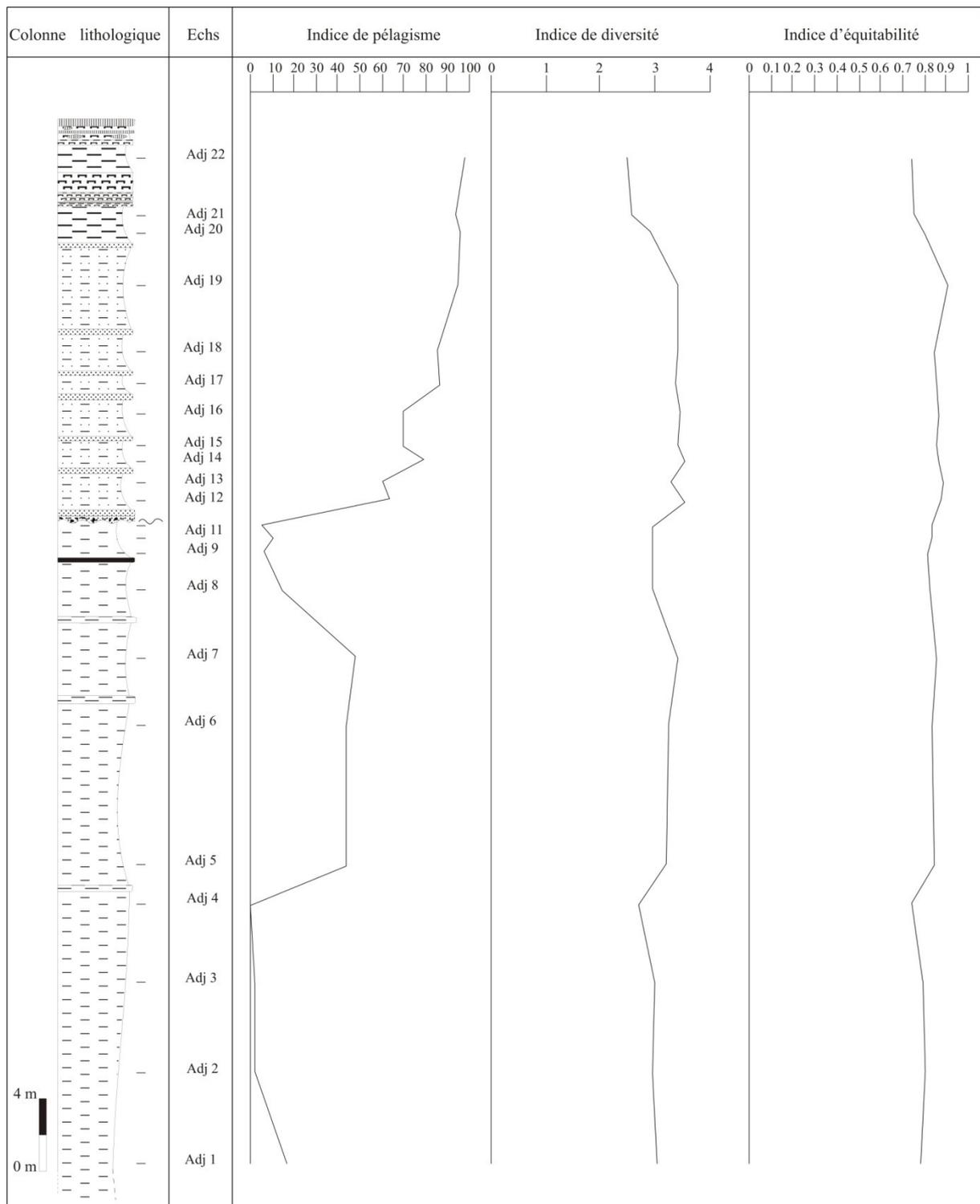


Fig. 20 : Evolution des indices paléoécologiques de la coupe de Oued Aïn Adjroud.

Adj 22) montrent un léger déséquilibre comme en atteste la diminution des valeurs de cet indice (0.74).

1. 2. Analyse des assemblages :

1. 2. 1. Définition des assemblages :

1. Assemblage à *Cibicides* spp. / *Sphaeroidina bulloides* :

Taxons dominants : *Cibicides* spp.

Taxons abondants : *Sphaeroidina bulloides*, *Pullenia bulloides*.

Taxons fréquents : *Uvigerina rutila*.

Taxons rares: *Angulogerina angulosa*, *Bolivina* spp., *Bulimina* spp., *Cancris oblogus*, *Cassidulina* spp., *Melonis barleeanus*, *Marginulina costata*, *Lagena striata*, *Hopkinsina bononiensis*, *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidina soldanii*, *Gyroidinoides* spp., *Hanzawaia boueana*, *Hoeglandina elegans*, *Neoeponides schreibersii*, *Nonion boueanum*, *Oridorsalis umbonatus*, *Orthomorphina tenuicostata*, *Planulina ariminensis*, *Planulina wuellerstorfi*, *Siphonina planoconvexa*, *Spiroplectammina carinata*, *Stainforthia complanata*, *Reussella spinulosa*, *Rectuvigerina cylindrica*, *Textularia* spp., *Trifarina bradyi*, *Uvigerina peregrina*, *Valvulineria bradyi*.

2. Assemblage à *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata*:

Taxons dominants : *Cibicides* spp.

Taxons abondants : *Bolivina dilatata*

Taxons fréquents : *Ammonia* spp., *Bulimina subulata*, *Pullenia bulloides*, *Uvigerina rutila*.

Taxons rares: *Amphicoryna scalaris*, *Asterigerinata planorbis*, *Angulogerina angulosa*, *Bolivina reticulata*, *Cancris oblogus*, *Cassidulina crassa*, *Eggerella bradyi*, *Elphidium advenum*, *Nonion boueanum*, *Globocassidulina subglobosa*, *Globulina tuberculata*, *Gyroidina soldanii*, *Gyroidinoides* spp., *Hanzawaia boueana*, *Hoeglandina elegans*, *Lenticulina* spp., *Marginulina costata*, *Nodosaria pentacostata*, *Nonion depressulum*, *Oridorsalis umbonatus*, *Planulina ariminensis*, *Siphonina planoconvexa*, *Sphaeroidina bulloides*, *Spiroplectammina carinata*, *Textularia* aff, *sagitula*, *Uvigerina peregrina*, *Vaginulopsis sulcata*, *Vaginulina bradyi*, *Valvulineria bradyi*.

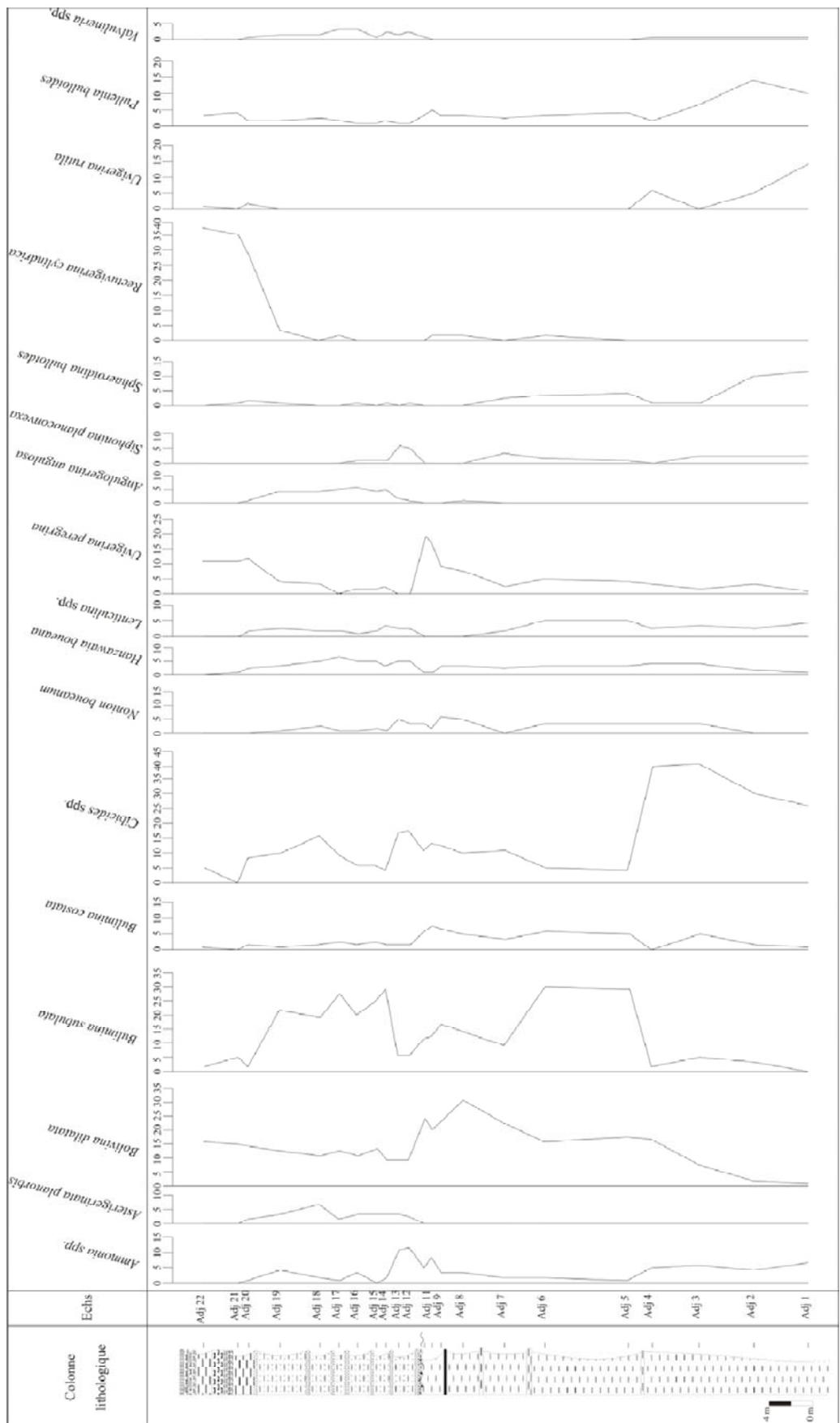


Fig. 21 : Répartition verticale des principaux taxons de foraminifères benthiques de la coupe de Oued Aïn Adjrout

3. Assemblage à *Bulimina subulata* / *Bolivina dilatata* :**Taxons dominants** : *Bulimina subulata***Taxons abondants** : *Bolivina dilatata***Taxons fréquents** : *Angulogerina angulosa*, *Hanzawaia boueana*, *Cibicides* spp.**Taxons rares** : *Ammonia* spp., *Amphicoryna scalaris*, *Asterigerinata planorbis*, *bolivina reticulata*, *Cassidulina laevigata*, *Dentalina aciculata*, *Eggerella bradyi*, *Fissurina bradyana*, *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidinoides altiformis*, *Lagena striata*, *Lenticulina* spp., *Marginulina costata*, *Marginulina hirsuta*, *Melonis barleeanus*, *Oridorsalis stellatus*, *Oridorsalis umbonatus*, *Planularia auris*, *Pullenia bulloides*, *Reussella spinulosa*, *Rectuvigerina cylindrica*, *Siphonina planoconvexa*, *Sphaeroidina bulloides*, *Spiroplectammina carinata*, *Textularia* spp., *Uvigerina peregrina*, *Valvulineria bradyana*.**4. Assemblage à *Bolivina dilatata* / *Bulimina subulata*:****Taxons dominant** : *Bolivina dilatata***Taxons abondants** : *Bulimina subulata*, *Uvigerina peregrina***Taxons fréquents** : *Cibicides* spp.**Taxons rares** : *Ammonia* spp., *Amphicoryna scalaris*, *Asterigerinata planorbis*, *Cancris oblongus*, *Cassidulina laevigata*, *Dentalina lenguminiformis*, *Elphidium crispum*, *Fursenkoina schreibersiana*, *Gyroidinoides neosoldanii*, *G. altiformis*, *Globocassidulina aff. subglobosa*, *Globocassidulina subglobosa*, *Hanzawaia boueana*, *Hopkinsina bononiensis*, *Lagena striata*, *Lenticulina* spp., *Melonis barleeanus*, *Marginulina hirsuta*, *M. costata*, *Orthomorphina tenuicostata*, *Planulina ariminensis*, *Pleurostomella* sp., *Pullenia bulloides*, *Rectuvigerina cylindrica*, *Sphaeroidina bulloides*, *Spiroplectammina carinata*, *Stainforthia complanata*, *Trifarina bradyi*, *Valvulineria bradyana*, *Valvulineria complanata*.**5. Assemblage à *Cibicides* spp. / *Ammonia beccarii* :****Taxons dominant** : Aucun**Taxons abondants** : *Cibicides* spp., *Ammonia beccarii*, *Bolivina dilatata*.**Taxons fréquents** : *Bulimina* spp., *Nonion boueanum*, *Hanzawaia boueana*, *Siphonina planoconvexa*.**Taxons rares** : *Amphicoryna sublineata*, *Amphicoryna proxima*, *Asterigerinata planorbis*, *Astronion stelligerum*, *Cancris oblongus*, *Cassidulina laevigata*, *Cassidulina neocarinata*, *Criboelphidium decipiens*, *Gyroidina soldanii*, *Gyroidinoides* spp., *Lenticulina costata*, *Lenticulina rotulata*, *Marginulina hirsuta*, *Martinotiella aff. communis*, *Nonion boueanum*,

Neocorbina orbicularis, *Melonis barleeanus*, *Oridorasalis umbonatus*, *Orthomorphina tenuicostata*, *Planulina wuellerstorfi*, *Pullenia bulloides*, *Reussella spinulosa*, *Spiroplectammina carinata*, *Spiroplectammina wrighti*, *Textularia aff. sagittula*, *Trifarina bradyi*, *Angulogerina angulosa*, *Valvulineria bradyana*

6. Assemblage à *Rectuvigerina cylindrica* / *Bolivina dilatata* :

Taxons dominant : *Rectuvigerina cylindrica*

Taxons abondants : *Uvigerina peregrina*, *Bolivina dilatata*.

Taxons fréquents : *Bulimina* spp.

Taxons rares: *Angulogerina angulosa*, *Cancris oblongus*, *Cassidulina laevigata*, *Globocassidulina oblonga*, *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidinoides altiformis*, *Hanzawaia boueana*, *Hopkinsina bononiensis*, *Lenticulina inornata*, *Melonis barleeanus*, *Melonis pompoides*, *Neoeponides schreibersii*, *Praeglobobulimina ovata*, *Pullenia bulloides*, *Pullenia quinqueloba*, *Sphaeroidina bulloides*, *Valvulineria bradyana*.

2. 2. Evolution des assemblages et leurs significations écologiques :

L'évolution de l'abondance relative des différents taxons rencontrés a permis de définir six assemblages (Fig. 22) différents par leur distribution bathymétrique et leurs exigences écologiques.

L'assemblage à *Cibicides* spp. / *Sphaeroidina bulloides* a été défini à la base des marnes grises (Ech. Adj. 1 à Adj. 2). Il est composé essentiellement de *Cibicides dutemplei*, *Sphaeroidina bulloides*, *Pullenia bulloides* et en moindre fréquence *Uvigerina rutil*. Ces espèces sont souvent décrites dans les milieux marins profonds à substrat vaseux, de l'étage bathyal supérieur (Van der Zwaan, 1982 ; Van Morkhowen *et al.*, 1986 ; Jorissen, 1987 ; Van Marle, 1988 ; Gebhardt, 1999 ; Synder *et al. in* Steffahn & Michalzick, 2000 ; Kouwenhoven *et al.*, 2003 ; Murray, 2006 ; Schweizer, 2006).

Les espèces du genre *Cibicides*, en particulier *C. dutemplei*, ont un microhabitat épipélique (Corlis, 1991). Elles ne tolèrent pas les périodes d'hypoxies (Van der Zwaan, 1982) et / ou l'enrichissement du milieu en matière organique (Murray, 1991). De même, ce taxon est considéré comme un indicateur typique des eaux oxygénées (Kaiho, 1994).

Sphaeroidina bulloides et *Pullenia bulloides* ont un microhabitat endopélique intermédiaire (Corlis, 1991). Elles sont considérées comme des espèces suboxiques (Kaiho, 1994). *Pullenia bulloides* ne tolère pas les faibles teneurs d'oxygène (Murray 2006).

Par conséquent, cet assemblage atteste un milieu de dépôt profond de l'étage bathyal supérieur à substrat vaseux et bien oxygéné.

Spécifique aux échantillons Adj 3 et Adj 4, l'assemblage à *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata* est caractérisé par la prépondérance de *Cibicides ungerianus* et *Bolivina dilatata* et en moindre fréquence *Pullenia bulloides* et *Uvigerina rutila*.

Cibicides ungerianus est très répandue dans les sédiments vaseux du plateau continental (Schweizer, 2006). Elle ne tolère pas la déficience d'oxygène (Van der Zwaan, 1982).

Bolivina dilatata est aussi fréquente les milieux relativement profonds de l'étage circalittoral à bathyal supérieur. Son abondance est liée aux apports d'éléments nutritifs.

De ce fait, cet assemblage reflèterait un milieu moyennement profond de l'étage circalittoral bas et bien oxygéné.

L'assemblage à *Bulimina subulata* / *Bolivina dilatata* été mis en évidence dans la partie médiane des marnes grises (Ech. Adj. 5, Adj. 6) et dans les marnes gréseuses (Ech. Adj. 14 à Adj. 19). Il est caractérisé par la prédominance de *Bulimina subulata* et *Bolivina dilatata*. Ces deux taxons adoptent un mode de vie opportuniste (Jorissen *et al.*, 1992 ; Drinia *et al.*, 2007). Ils sont connus pour leur cohabitation du même biotope à des profondeurs allant de l'étage circalittoral jusqu'au bathyal.

Le taxon *Bulimina subulata* est prépondérant dans les régions à forte productivité organique associés à de faibles concentrations d'oxygène (Corliss, 1985; Corliss et Chen, 1988; Gupta, 1997 ; Debenay et Redois, 1997; Bernhard et Sen Gupta, 1999 ; Drinia *et al.*, 2007). Dans les mers actuelles, ce taxon est utilisé comme un marqueur des phénomènes d'*upwelling* (Phleger et Soutar, 1973 ; Debenay et Redois, 1997 ; Li *et al.*, 1999 ; Mendes *et al.*, 2004).

Les espèces du genre *Bolivina* sont présentes dans des environnements variés du plateau continental au bathyal. Elles sont souvent abondantes dans des zones très pauvres en oxygènes les tels que les Zones à Oxygène Minimum (=OMZ ; Mullins *et al. in* Drinia *et al.*, 2004) et les zones d'*upwellings* (Phleger et Soutar, 1973). Elles sont en effet connues pour leur tolérance à l'hypoxie (Kaiho, 1994).

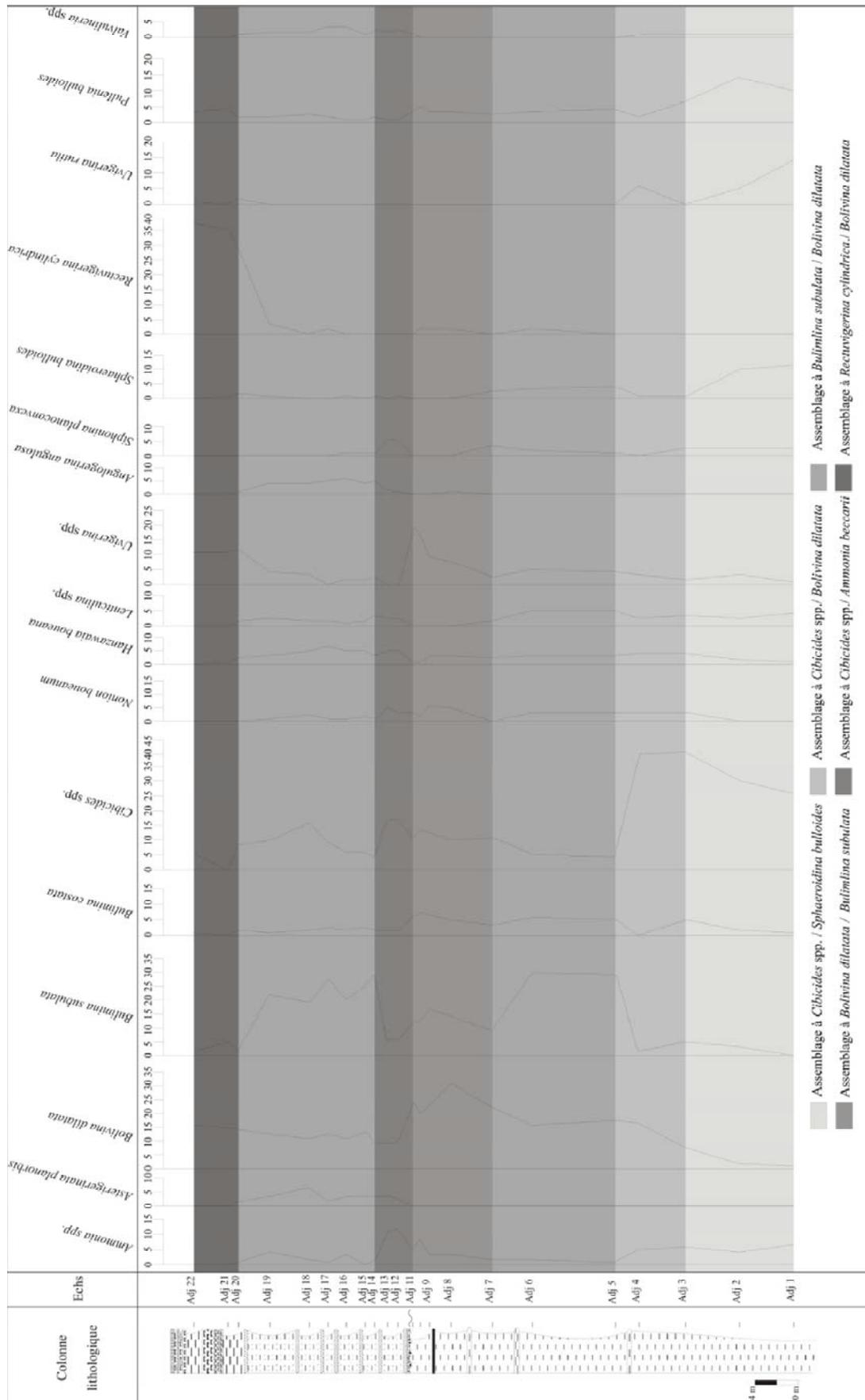


Fig. 22 : Répartition verticale des assemblages de foraminifères benthiques de la coupe de Qued Aïn Adjrout

Ainsi, cet assemblage suggère un milieu de dépôts moyennement profond de l'étage circalittoral bas, riche en substances nutritives.

Défini da la partie supérieure des marnes grises (Adj. 7 à Adj. 11), l'assemblage à *Bolivina dilatata* / *Bulimina subulata* est caractérisé par la dominance de *Bolivina dilatata*, *Bulimina subulata* et *Uvigerina peregrina*. L'abondance de ce type de taxons au sein du même assemblage reflèterait un stress écologique du biotope (Seidenkrantz *et al.*, 2000; Drinia, 2007). Dans ce contexte, *Bolivina dilatata* est considéré comme un composant typique des environnements riche en matière organique associés à des conditions hypoxiques (Van Der Zwaan, 1982 ; Verhallen, 1991 ; Jorissen *et al.*, 1992 ; Caralap, 1989 ; Gooday, 1993 ; Van Der Zwaan *et al.*, 1999 ; Pérez *et al.*, 2001).

Les Uvigérines sont essentiellement représentées par *Uvigerina peregrina*. Celle-ci a un microhabitat endopélique superficiel, vivant juste à la surface du sédiment (Fontanier *et al.*, 2002, Fontanier *et al.*, 2003 ; Griveaud, 2007). *Uvigerina peregrina* est considérée comme typique des sédiments fins (Mathieu *in* Griveaud, 2007). Sa répartition bathymétrique s'étale de la zone néritique jusqu'aux plaines abyssales (Van Marle, 1988 ; Fontanier *et al.*, 2002 ; Schweizer, 2006). Dans le Golf de Gascogne, Griveau (2007) a récolté l'espèce *Uvigerina peregrina* à partir de 140 m à 2800 m de profondeur. Dans l'actuel, elle est abondante sur le plate forme externe (>120 m) du plateau continental sénégalais (Debenay et Redois, 1997).

Dans la littérature, la distribution est fortement influencée le flux de la matière organique. En effet, *Uvigerina peregrina* aurait un microhabitat caractérisé par de hautes concentrations de bactéries et est typique des sédiments enrichis en matière organique et appauvris en oxygène (Altenbach et Sarnthein, 1989 ; Van Der Zwaan *et al.*, *in* Griveaud, 2007). Elle ne peut pas tolérée les environnements anoxiques (Fontanier *et al.*, 2002).

Cet assemblage évoque un milieu de dépôts relativement profond correspondant à la limite entre l'étage circalittoral et bathyal supérieur, riche en nutriments et moins oxygéné.

A la base marnes gréseuses (Ech. Adj. 12 et 13), s'installe une riche microfaune caractérisé par l'assemblage à *Cibicides* spp. / *Ammonia beccarii*. Aucune dominance n'a été enregistrée au sein de cet assemblage. Il caractérisé par l'abondance de *Cibicides ungerianus*, *Ammonia beccarii*, *Bolivina dilatata* et accompagné par *Hanzawaia boueana* et *Siphonina planoconvexa*.

Le genre *Cibicides* est représenté essentiellement par *C. ungerianus*. Cette espèce est souvent récoltée dans les biotopes oxygénés et moyennement profonds (Schweizer, 2006).

L'espèce *Ammonia beccarii* très rare dans les sédiments précédents, atteint des proportions appréciables dans cet assemblage. Dans les mers actuelles marocaines, son milieu de vie ne dépasse 50 m de profondeur, et son abondance maximale se situe en domaine infralittoral (Mathieu, 1986).

Cet assemblage se situe à l'étage circalittoral haut, bien oxygéné et riche en fraction terrigène

Défini dans les marnes diatomitiques, l'assemblage à *Rectuvigerina cylindrica* / *Bolivina dilatata* est peu diversifié avec une tendance à l'oligospécificité. Il est fortement dominé par *Rectuvigerina cylindrica*, qui représente à seule, approximativement 30 %. Cette dernière est une espèce d'habitat marin vaseux à des rangées bathymétriques de l'ordre de 200 à 500 m (Lutze in Poignant et Moissette, 1992 ; Altenbach *et al.* in Schweizer, 2006 ; Murray, 2006). Elle se développe dans des conditions extrêmes de déficience d'oxygène avec un enrichissement du milieu en particules nutritives (Thomas, 1980 ; Van Der Zwaan, 1982 ; Van Der Zwaan et Den Hartog Jager, 1983 ; Kouwenhoven *et al.*, 2003 ; Kouwenhoven et Van Der Zwaan, 2006 ; Altenbach *et al.* in Schweizer, 2006 ; Murray, 2006).

L'ensemble de ces indications permet d'attribuer à cet assemblage un paléoenvironnement relativement profond de l'étage bathyal à substrat vaseux, hypoxique et riche en éléments nutritifs.

3. 3. Interprétation paléoenvironnementale :

L'analyse de l'abondance relative des foraminifères benthiques de la coupe de Oued Aïn Adjroud a permis de mettre en évidence six assemblages et d'en déduire des informations paléoécologiques liées aux milieux de dépôts (Fig. 23).

L'assemblage à *Cibicides* spp. / *Sphaeroidina bulloides* est défini dans la base des marnes grises (Ech. Adj 1 et Adj 2). Il reflèterait un milieu profond de l'étage bathyal supérieur, à substrat vaseux et bien oxygéné.

Au dessus, les *Cibicidae* demeurent toujours dominantes dans les prélèvements Adj 3 et Adj 4 (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata*). Toutefois, On assiste d'une part à un remplacement de *Cibicides dutemplei* par *C. ungerianus* et *C. pseudoungerianus* et d'autre

part à une diminution des espèces *Sphaeroidina bulloides* et *Pullenia bulloides*. Ceci indiquerait un environnement bien oxygéné de l'étage circalittoral bas.

Cependant, il est important de noter que les informations paléocéologiques fournies par ces deux premiers assemblages sont en contradiction avec les valeurs de l'indice de pélagisme et de diversité. En effet, le premier indice est très faibles (IP = 16 à 0) et le deuxième indice est faible ($H = 3,01$ à $2,69$). Dans ces deux cas, la préservation semble être le principal facteur expliquant cette contradiction. En effet, la préservation est différente d'une espèce à l'autre en fonction de la fragilité du test. De nombreuses espèces calcaires peuvent être assujetties à la dissolution (Murray, 1991 ; 2006). Les espèces à test épais et robuste sont censées être plus résistants que les espèces à test fragile.

Dans notre cas, les espèces dominantes (*Cibicides* spp., *Sphaeroidina bulloides*, *Pullenia bulloides* et *Uvigerina bulloides*) ont un test très robuste et il est probable que leur bonne préservation cause une légère augmentation de leur pourcentage dans ces assemblages.

Par la suite, les *Buliminidae* et les *Bolivinidae* prolifèrent au niveau des échantillons Adj 5 et 6 (Assemblage à *Bulimina subulata* / *Bolivina dilatata*). Ceci est conjoint à une augmentation des valeurs de l'indice de pélagisme (44%). Cette simultanéité pourrait être le résultat d'une part d'un changement dans la circulation verticale des eaux (Drinia, 2007) et d'autre part d'une forte productivité primaire (Seidenkrantz *et al.*, 2000). Ces conditions sont typiques des aires influencées par les courants *d'upwellings*.

Postérieurement, le taxon *Bolivina dilatata* devient plus abondant que *Bulimina subulata*, accompagné de *Uvigerina peregrina* et *Bulimina costata*. La présence de cette dernière est sporadique dans les prélèvements. Son pic de fréquence est enregistré dans cette partie de la coupe. Dans les assemblages faiblement diversifiés, *Bulimina costata* indiquerait un stress écologique (Drinia *et al.*, 2007). Elle est connue pour sa tolérance de déficience d'oxygène (Brosetti *et al. in* Drinia *et al.*, 2007). Dans ce contexte, L'occurrence de *Bolivina*, *Uvigerina* et *Bulimina costata* reflèterait des conditions marines faiblement oxygénés (Drinia, 2007). L'ensemble de ces caractéristiques suggère un milieu de dépôt relativement profond et faiblement oxygéné.

A la base des marnes gréseuses, la microfaune benthique est composée essentiellement de formes peu profondes (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Ammonia beccarii*). Ceci implique une réduction bathymétrique du milieu considéré. La prédominance des taxons épipéliques témoigne d'un retour aux conditions normales d'oxygénation. De même, les valeurs de l'indice de pélagisme et de diversité sont de l'ordre, respectivement, de 60 et 3.

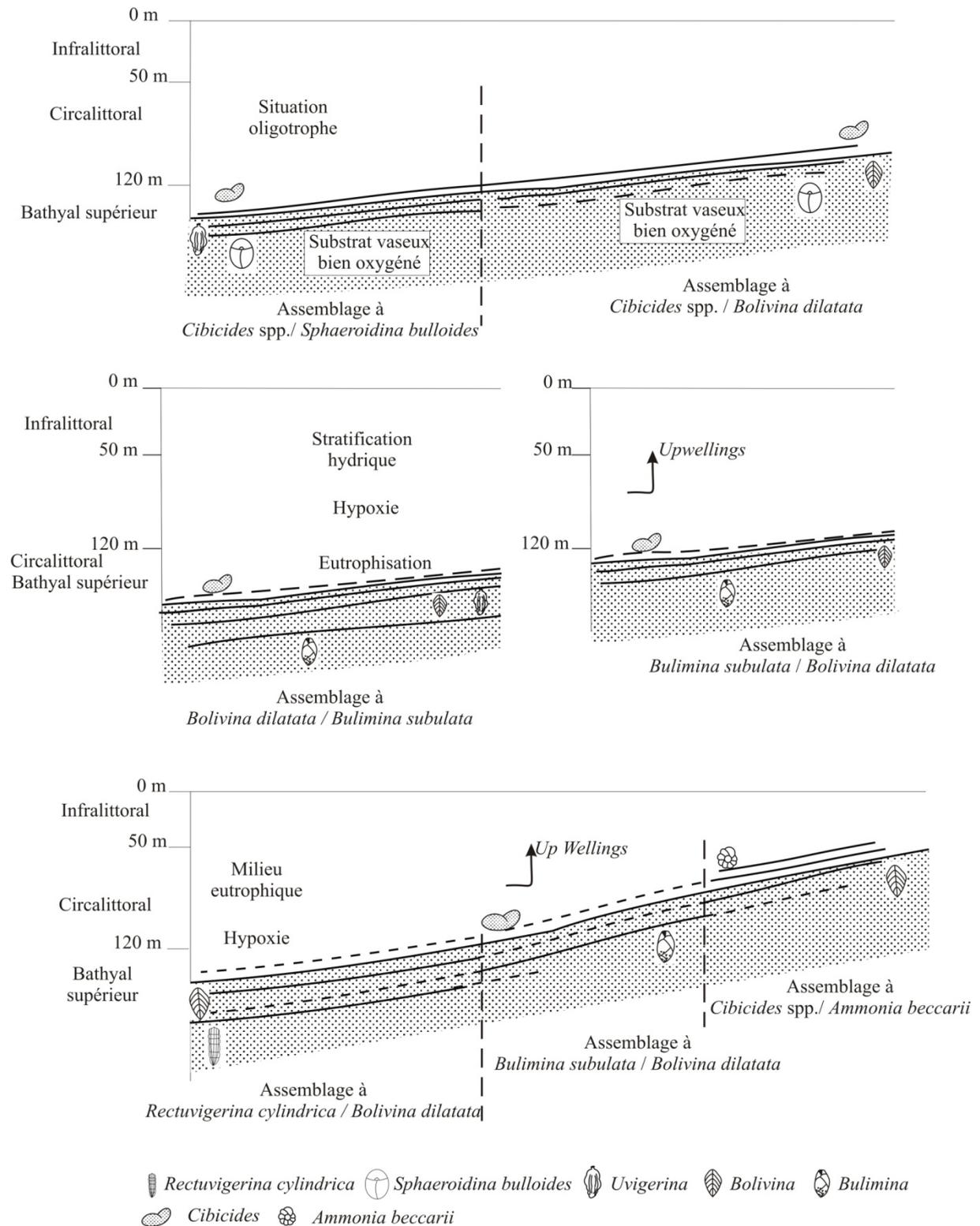


Fig. 23 : Schéma représentatif des aires de répartition des assemblages de foraminifères et évolution paléoenvironnementale à Oued Aïn Adjroud

En suite, les *Buliminidae* et les *Bolivinidae* se développent considérablement. Traditionnellement, ces deux taxons, opportunistes, sont connus pour leur préférence des zones à forte productivité. Le genre *Bulimina* est représenté essentiellement par *Bulimina subulata* et *Bulimina elongata*. Cette dernière est habituellement cantonnée dans les sédiments profonds. Néanmoins, on peut la trouver dans les milieux peu profonds où les conditions écologiques sont propices pour son développement (Jorissen, 1987). En effet, Mendes *et al.* (2004) ont récolté cette espèce dans des sédiments peu profonds sous d'un hydrodynamisme élevé. Il est important de signaler que *Angulogerina angulosa* et *Hanzawaia boueana* montrent des valeurs appréciables (5 %) dans cette partie de la coupe. L'espèce *Angulogerina angulosa* est commune dans les sédiments sableux benthiques influencés par les courants de fonds (Mackensen *et al.*, 1985 ; Harloff and Mackensen in Jorissen *et al.*, 2005). Il en est de même pour *Hanzawaia boueana* qui a été décrite dans des sables à grains grossiers à des profondeurs entre 60 – 100 m (Jorissen, 1987).

L'appauvrissement des peuplements aboutisse à l'installation d'un assemblage oligospécifique où subsistent seules les taxons endopéliques. Cet assemblage est caractérisé par l'abondance de *Rectuvigerina cylindrica* et en moindre fréquence de *Bolivina*, *Bulimina* et *Uvigerina*. L'occurrence de ces taxons, dans cet assemblage, serait liée à leur tolérance à l'hypoxie et l'enrichissement du milieu en matière organique. Cette association est souvent évoquée dans les environnements à forte productivité organique et pauvre en oxygène, caractérisant les zones d'*upwellings* (Van Der.Zwaan, 1982).

3. 4. Conclusion :

L'étude des foraminifères benthiques de la coupe de Oued Aïn Adjroud a permis d'identifier 158 espèces appartenant à 61 genres. Leur analyse quantitative et qualitative nous a permis de distinguer six assemblages de foraminifères benthiques.

L'assemblage à *Cibicides* spp. / *Sphaeroidina bulloides* est défini dans la base des marnes grises (Adj 1 à Adj 2). Il indique un milieu profond de l'étage bathyal supérieur, à substrat vaseux et bien oxygéné. Au dessus, une bathydécroissance se fait sentir par l'installation de l'assemblage à *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata*

Un changement dans la circulation des eaux se fait sentir, au niveau de Adj 5 et 6, par une augmentation de l'indice de pélagisme et par l'apparition des taxons opportunistes profondes (Assemblage à *Bulimina subulata* / *Bolivina dilatata*). Ceci pourrait être lié au fonctionnement des *upwellings*.

A partir du prélèvement Adj 7, les valeurs de l'indice de pélagisme diminuent progressivement. Aussi, la microfaune de foraminifères benthique montre un développement des *Bolivinidae*, *Buliminidae* et *Uvigerinidae* (Assemblage à *Bolivina dilatata* / *Bulimina subulata*). La co-existence de ces taxons suggère un milieu eutrophique et faiblement oxygéné. Ces conditions sont probablement engendrées par une stratification de la masse d'eaux.

A la base des marnes gréseuses, la microfaune s'enrichit et se diversifie à nouveau (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Ammonia beccari*). Ce changement dans la composition microfaunistique de foraminifères benthiques annonce le passage d'un milieu réducteur et hypoxique vers un milieu aéré et oxygéné.

Au dessus, les formes endopéliques (Assemblage à *Bulimina subulata* / *Bolivina dilatata*) prédominent suggérant un milieu soumis aux actions d'*upwellings*. L'occurrence *Angulogerina angulosa* et *Hanzawia boueana* indiquerait un substrat vaso-sableux à fort hydrodynamisme.

Dans les marnes diatomitiques, les paléocommunautés de foraminifères benthiques deviennent oligospécifiques (Assemblage à *Rectuvigerina cylindrica* / *Bolivina dilatata*). La suprématie de *Rectuvigerina cylindrica* atteste un environnement profond, moins oxygéné et eutrophique, lié probablement aux courants d'*upwelling*.

4. Comparaison et discussion :

L'analyse quantitative et qualitative des foraminifères benthiques des deux coupes étudiées de Moscarda 2 et Oued Aïn Adjroud a permis de mettre en évidence une succession d'évènement paléocéologique ayant régi l'évolution du bassin de M'sirda. La répartition des assemblages de foraminifères benthiques dans ces deux coupes est sensiblement la même. Cependant, certaines différences résident dans l'abondance et diversité des espèces.

Ainsi, dans la partie inférieure des marnes grises de Moscarda 2, la sédimentation s'est effectuée dans un milieu marin de l'étage circalittoral haut à proximité d'un substrat végétal (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Hanzawia boueana*) évoluant vers un milieu profond de l'étage Circalittoral bas (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata*). Tandis qu'à Oued Aïn Adjroud, dont la base de l'unité II n'est pas visible, l'environnement est profond de l'étage bathyal supérieur (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Sphaeroidina bulloides*) passant à l'étage circalittoral bas (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata*).

Postérieurement, sur l'ensemble des deux coupes, le milieu devient riche en nutriment et moins oxygéné attesté par l'installation d'une microfaune adaptée à ces situations confinées

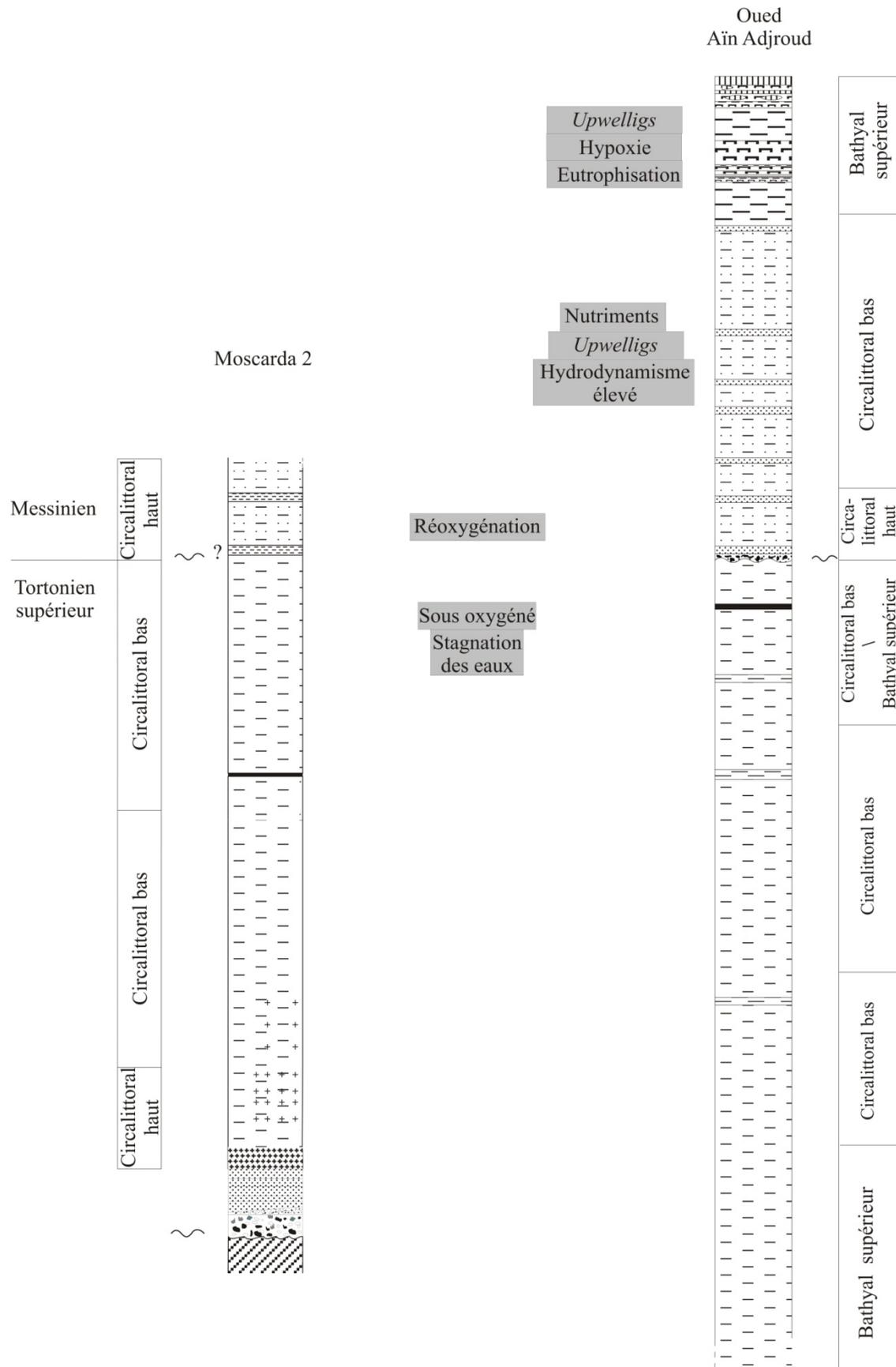


Fig. 24 : Evolution paléoenvironnementale de la coupe de Moscarda 2 et de Oued Aïn Adjroud au cours du Tortonien supérieur et du Messinien.

et hypoxiques (Assemblage à *Bolivina dilatata* / *Bulimina subulata*). Ces conditions paléoécologiques sont probablement engendrées par une stratification ou du moins un ralentissement de la circulation verticale des eaux. De même, la stratification des eaux a été également remarquée en Méditerranée au Tortonien terminal (Kouwenhoven *et al.*, 1999), dans les sédiments pré-évaporitiques du bassin de Sorbas au SE de l'Espagne (Sierro *et al.*, 1999 ; Vazquez *et al.*, 2000 ; Goubert *et al.*, 2001) et dans le bassin de Guercif au Maroc (Dayja et Bignot, 2003).

Au terme de cette phase, le milieu connaît d'une part une réoxygénation des eaux attestée par un renouvellement et une diversification microfaunistique (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Ammonia beccarii*) et d'autre part une réduction paléobathymétrique qui se traduit par la présence des formes à cachet littoral. Ceci implique un changement des conditions paléoenvironnementales. Elles deviennent moins drastiques que celles qui ont prévalu auparavant.

Ultérieurement, l'environnement est de type circalittoral bas à substrat sablo-vaseux soumis à l'action d'*upwelling*. En effet, ces courants riches en nutriments favorisent la prolifération des taxons opportunistes (*Bulimina subulata*, *B. elongata*, *B. aculaeta*).

Enfin, dans les marnes diatomitiques, la microfaune s'appauvrit et deviennent moins diversifiée, où prédomine *Rectuvigerina cylindrica*, annonçant clairement une phase d'hypoxie et de forte productivité, souvent associée aux phénomènes d'*upwelling*. De même, *Rectuvigerina cylindrica* est décrite dans des sédiments à faibles teneur en oxygène du bassin du bas Chélif (Poignant et Moissette, 1992 ; Boukli-Hacène, 2000) suggérant l'existence des *upwellings* au Messinien en Méditerranée (Van Der Zwaan, 1982). Par ailleurs, plusieurs travaux (Mansour *et al.*, 1995 ; Mansour et Saint Martin, 1999 ; Mansour, 2004, Mansour *et al.*, 2008) ont mis l'accent sur le rôle éventuel des courants d'*upwelling* dans la prolifération des diatomées et la génération d'une sédimentation diatomitique dans le bassin du Bas Chélif au Messinien.

Conclusion générale

Situé à l'extrême nord ouest d'Algérie, le bassin néogène de M'sirda a révélé de nouvelles résultats sur le point biostratigraphique, paléontologique et paléoenvironnemental.

L'étude lithostratigraphique des deux coupes de Moscarda 2 (secteur Marsa Ben M'hidi) et de Oued Aïn Adjroud (secteur de Beider) a permis d'individualiser quatre unités lithologiques :

Unité I : Grès conglomératique

Unité II : Marnes grises

Unité III : Marnes sableuses qui passe latéralement vers l'Est à des marnes gréseuses

Unité IV : Marnes diatomitiques

Leur analyse biostratigraphique, basée sur les foraminifères planctoniques marqueurs, a permis d'identifier la biozone à *Neogloboquadrina humerosa* et *N. dutertrei* de Belkebir & Bessedik (1991) et la biozone de à *Globorotalia mediterranea* de Belkebir (1986), correspondant, respectivement, au Tortonien supérieur et Messinien.

L'étude micropaléontologique des 34 prélèvements a révélé une microfaune de foraminifères benthiques, inégalement répartie sur les deux coupes étudiées. Très diversifiées, cette microfaune renferme 177 espèces regroupées en 68 genres 34 familles et 4 sous ordres.

L'analyse quantitative et qualitative des foraminifères benthique a permis de définir plusieurs assemblages des foraminifères benthiques. Dans les deux coupes, ces assemblages montrent une similitude microfaunistique et paléoécologiques grossièrement semblables.

A Marsat Ben M'hidi (Moscarda 2), le milieu accuse un approfondissement graduel. La sédimentation s'est effectuée dans un milieu marin peu profond de l'étage circalittoral haut (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Hanzawaia boueana*) évoluant vers un milieu marin profond de circalittoral bas (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata*). Tandis qu'à Beider (Oued Aïn Adjroud), dont la base de l'unité II n'est pas visible, l'environnement accuse une bathydéroissance de l'étage bathyal supérieur (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Sphaeroidina bulloides*) vers l'étage circalittoral bas Assemblage à *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata*).

Postérieurement, sur l'ensemble des deux coupes, l'environnement devient riche en nutriments et faiblement oxygénés (Assemblage à *Bolivina dilatata* / *Bulimina subulata*), dû probablement à une stratification de la colonne d'eau. Cette stagnation des eaux a été également ressentie dans plusieurs bassins périphériques de la méditerranée occidentale.

Au début du Messinien, le biofacies révèle un changement microfaunistique (Assemblage à *Cibicides* spp. / *Bolivina dilatata* et Assemblage à *Cibicides* spp. / *Ammonia beccarii*) et paléoenvironnemental brutal. Il s'agit d'un retour aux conditions marines d'oxygénation normale mais une réduction paléobathymétrique du paléomilieu (circalittoral haut).

Par la suite, l'environnement est de type circalittoral bas à substrat sablo-vaseux, soumis à l'action des courants *d'upwelling* (Assemblage à *Bulimina subulata* / *Bolivina dilatata*).

Enfin, dans les marnes diatomitiques, la microfaune s'appauvrit et deviennent moins diversifiée (Assemblage à *Rectuvigerina cylindrica* / *Bolivina dilatata*) annonçant clairement une phase d'hypoxie et de forte productivité, souvent associée aux phénomènes *d'upwelling*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Référence bibliographique

Référence bibliographique

AGIP S.P.A. (1982) - Foraminiferi Padani, (second edition). AGIP S.P.A. San Donato Milanese, Milano.

ALTENBACH A. V., PFLAUMANN U., SCHIEBEL R., THIES A., TIMM S. ET TRAUTH. M. (1999) - Scaling percentages and distributional patterns of benthic foraminifera with flux rates of organic carbon. *Journal of Foraminiferal Research* 29 (3), pp.173-185.

ALTENBACH A. V., LUTZE G. F., SCHIEBEL R. ET SCHÖNFELD J.(2003) - Impact of interrelated and interdependent ecological controls on benthic foraminifera: an example from the Gulf of Guinea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 197 (3-4), pp.213 - 238.

BAGGLEY K. A. (2000) - The late Tortonian early Messinian foraminiferal record of the Abad member (Turre formation), Sorbas basin, Almeria South-East Spain. *Palaeontology*, Vol. 43, Part 6, 2000, pp. 1069-1112, 3 pls.

BELKEBIR L. (1986) - Le Néogène de la bordure nord-occidentale du massif du Dahra (Algérie) : biostratigraphie, paléocéologie et paléogéographie. *Thèse de Doctorat*, Univ. de Provence, Marseille, France, 249 p. (Inédit)

BELKEBIR L. ET BESSEDIK M. (1991) - Synthèse biostratigraphique du Miocène post-nappe et synchronappe en Oranie (Tafna, Bas Chélib). *II ème Sém. Géol. Pétrol. Sonatrach*, Boumerdes, pp. 32 – 34.

BELLIER J. P., MATHIEU R. ET GRANIER B. (2010) - Court traité de foraminiférologie (L'essentiel sur les foraminifères actuels et fossiles) [Short Treatise on Foraminiferology (Essential on modern and fossil Foraminifera)].- *Carnets de Géologie - Notebooks on Geology*, Brest, Livre 2010/02 (CG2010_B02), 104 p., 15 figs, 10 pls.

BELLON H., GUARDIA P. ET MAGNE J. (1984) - Les associations volcaniques du Miocène supérieur de la région oranaise (Algérie occidentale). Conséquences géodynamiques. *Géol. Méditerranéenne*, XI, 255-264.

BERNHARD J. M. (1986) - Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic-rich deposits; Jurassic through Holocene. *Journal of Foraminiferal Research* 16(3): pp. 207-215.

- BERNHARD J. M. ET SEN GUPTA B. K. (1999)** - Foraminifera of oxygen-depleted environments. In: Sen Gupta B.K. (Eds.), *Modern Foraminifera. Kluwer Academic Press*, pp. 201-216.
- BERGER W.H. ET DIESTER-HAASS L. (1988)** - Paleoproductivity: the benthic/planktonic ratio in foraminifera as productivity index. *Marine Geology*, 81, pp.15-25.
- BIZON G. ET BIZON J. J. (1984)** - Ecologie des foraminifères en Méditerranée Nord occidentale. Association Française des Techniciens du Pétrole. 'ECOMED', pp. 81-139.
- BLANC – VERNET L. (1969)** - Contribution à l'étude des foraminifères de Méditerranée. Relation entre la microfaune et le sédiment. Biocoenoses actuelles, thanatocoenose pliocène et quaternaire. *Thèse de Doctorat d'État*, Univ. Marseille, France, 281 p. (Inédit)
- BORSETTI A. M., IACCARINO S., JORISSEN F. J., POIGNANT A., SZTRAKOS K., VAN DER ZWAAN G. J., VERHALLEN P. J. J. M. (1986)** - The Neogene development of *Uvigerina* in the Mediterranean. Atlantic-European. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, 35: 183-235.
- BOUCHET V. M. P. (2007)** - Dynamique et réponse fonctionnelle des foraminifères et de la macrofaune benthiques en zone Ostreicole dans les Oertuis charentais. *Thèse Doctorat*. Univ. Angers, 404 p.
- BOUKLI – HACENE S. (2000)** - Evolution des assemblages de foraminifères benthiques à la transition plate forme – bassin : exemple du Messinien de Méditerranée occidentale. *Thèse Doct.* Univ. Provence (Aix – Marseille I), 213 p., 9 pl., 42 fig., 26 tab. (Inédit)
- CHIERICI M. A., BUSI M. T. ET CITA M. B. (1962)** - Contribution à une étude écologique des foraminifères dans la mer Adriatique. *Revue de micropaléontologie*. 5, pp. 123-142.
- CORLISS B. H. (1985)** - Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments. *Nature* 314, pp. 435–438.
- CORLISS B. H. ET CHEN C. (1988)** - Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology*, 16, pp. 716-19.
- CORLISS B. H. (1991)** - Morphology and microhabitat preferences of benthic foraminifera from the northwest Atlantic Ocean. *Marine Micropaleontology*, 17, pp. 195-236.
- CORNEE J. J., SAINT MARTIN J. P., CONESA G., ANDRE J. P., MULLER J. ET BENMOUSSA A. (1996)** - Anatomie de quelques plates-formes carbonatées progradantes messiniennes de Méditerranée. *Bul. Soc. Géol. de France* 167: 495-507.
- CUSHMAN J. A. (1922)** - The foraminifera of the Atlantic Ocean 3: *Textulariidae*. *United States National Museum Bulletin* 104: 1-149.

- DAYJA D. ET BIGNOT G. (2003)** - L'évolution paléoenvironnementale du bassin de Guercif (Corridor sud-rifain, Maroc septentrional) et son implication dans la crise de salinité messinienne. *Bull. Soc. Géol. France* 174 (2), 177–185.
- DEBENAY J. P. (1985)** - Recherches sur la sédimentation actuelle et les thanatocoenoses des foraminifères de grande taille dans le lagon sud-ouest et sur la marge insulaire sud de Nouvelle-Calédonie. *Thèse Doct d'Etat-Sciences*. Univ. Aix-Marseille II., 178 p. (Inédit)
- DEBENAY J. P., PAWLOWSKI J. ET DECROUEZ D. (1996)** - Les foraminifères actuels. *Masson.*, Paris, 329 p.
- DEBENAY J. P. ET REDOIS F. (1997)** - Distribution of the twenty seven dominant species of shelf benthic foraminifers on the continental shelf, north of Dakar (Senegal). *Marine Micropaleontology*, 29, pp. 237-255.
- DE RIJK S., JORISSEN F. J., ROHLING E. J., TROELSTRA S. R. (2000)** - Organic flux control on bathymetric zonation of Mediterranean benthic foraminifera. *Marine Micropaleontology* 40: 151-166.
- DOMZIG A., YELLES K., LE ROY C., DEVERCHERE J., BOUILLIN J. P., BRACENE R., DE LEPINAY B. M., LE ROY P., CALAIS E., KHERROUBI A., GAULLIER V., SAVOYE B. ET PAUC H. (2006)** - Searching for the Africa–Eurasia Miocene boundary offshore western Algeria (MARADJA'03 cruise). *C. R. Geoscience* 338, pp. 80–91
- D'ORBIGNY A. (1826)** - Tableau méthodique de la classe des céphalopodes. *Annales des Sciences naturelles* 7: 245-314.
- D'ORBIGNY A. (1846)** - Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne (Autriche). Paris, Classics in Paleontology, McLean Paleontological Laboratory, *Gide et Cie*, Alexandria, Virginia, 303 p.
- DRINIA H., ANTONARKOU A., TSAPARAS N., DERMITZAKIS M. D. ET KONTAKIOTIS G. (2004)** - Foraminiferal record of environmental changes : preevaporitic diatomaceous sediment from Gavdos Island, Southern Greece. *Bull. Geol. Soc. Greece*, Vol. XXXVI, pp. 782-791.
- DRINIA H., ANTONARKOU A. ET TSAPARAS N. (2004)** – Diversity and abundance trends of benthic foraminifera from the Southern part of the Iraklion basin, central Crete. *Bull. Geol. Soc. Greece*, Vol. XXXVI, pp. 772-781.
- DRINIA H., ANTONARAKOU A., TSAPARAS N. ET KONTAKIOTIS G. (2007)** - Palaeoenvironmental conditions preceding the Messinian Salinity Crisis: A case study from Gavdos Island, *Geobios* 40, pp.251–265.

- DRINIA H. (2007)** - Foraminiferal biofacies and paleoenvironmental implications of the Early Tortonian deposits of Gavdos Island (Eastern Mediterranean). *Revue de micropaleontologie*, pp.1-15.
- DRINIA H., ANTONARKOU A. ET KONTAKIOTIS G. (2008)** - On the occurrence of the early Pliocene marine deposits in the Lerapetra Basin, Eastern Crete, Greece. *Bull. Geoscience*, Vol. 83, 1, pp. 63-78.
- FONTANIER C., JORISSEN F. J., LICARI L., ALEXANDRE A., ANSHCUTZ P. ET CARBONEL P. (2002)** - Live benthic foraminiferal faunas from the bay of Biscay: faunal density, composition, and microhabitats. *Deep sea research*, parti, 49, pp. 751-785.
- FONTANIER C. (2003)** - Ecologie des foraminifères benthiques du golf de Gascogne : Etude de la variabilité spatiale et temporelle des faunes de foraminifères benthiques et de la composition isotopique ($\delta^{18}O$, $\delta^{13}C$) de leurs tests. *PhD thesis*. Univ. Bordeaux 1, 471 p.
- GEBHARDT H. (1999)** - Middle to Upper Miocene benthonic foraminiferal palaeoecology of the Tap Marls (Alicante Province, SE Spain) and its palaeoceanographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 145, pp. 141–156
- GOODAY A. (1993)** - Deep-sea benthic foraminifera species which exploit phytodetritus: characteristic features and controls on distribution. *Marine Micropaleontology* 22, 187–205.
- GOUBERT E., NERAUDEAU D., ROUCHY J. M. ET LACOUR D. (2001)** - Foraminiferal record of environmental change: Messinian of the Los Yesos area (Sorbas Basin, SE Spain). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **175**, pp. 61-78.
- GRIMSDALE T. F. ET VAN MORKHOVEN F. P. C. M. (1955)** - The ratio between pelagic and benthonic foraminifera as a means of estimating depth of deposition of sedimentary rocks. *4th World Petroleum Congress*, Proceedings, Section I/D4, 473-491.
- GRIVEAU C. (2007)** - Influence des conditions écologiques sur la composition isotopique ($\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$) du test de foraminifères benthiques actuels. *PhD thesis*. Univ. d'Angers, 326 p.
- GUARDIA P. (1967)** - Esquisse structurale de la région côtière comprise entre le cap milonia et l'îlot d'el mokreum (Algérie occidentale). *Publ. Serv. Géol. Algérie*, Série n° 35, pp. 51-61
- GUARDIA P. (1975)** - Géodynamique de la marge alpine du continent Africain d'après l'étude de l'Oranie Nord occidentale. *Thèse d'état*. Univ. Nice, 289 p. (Inédit)
- GUPTA A.K. (1997)** - Paleoceanographic and paleoclimatic history of the Somali Basin during the Pliocene- Pleistocene: Multivariate analyses of benthic foraminifera from DSDP Site 241 (Leg 25). *Journ. Foram. Res.*, 27, pp. 196-208.

- HEBIB H. (2002)** - Evolution des assemblages de foraminifères benthiques du Miocène supérieur (Exemple de la marge sud du bassin du Bas Chélif). *Mém. Magister*. Univ. Oran, 140 p., 22 fig., 10 pl., 6 tab. (Inédit)
- HOFKER J. (1951)** - The foraminifera of Siboga expedition, 3: Ordo Dentata, sub-ordines Protoforaminiata, Biforaminiata, Deuteroforaminiata, Siboga Expeditie. Brill, Leiden.
- JORISSEN F. J. (1987)** - The distribution of benthic foraminifera in the Adriatic Sea. *Marine Micropaleontology* 12, 21–48.
- JORISSEN F. J., BARMAWIDJAJA D. M., PUSKARIC S. & VAN DER ZWAAN G. J. (1992)** - Vertical distribution of benthic Foraminifera in the Northern Adriatic Sea. The relation with high organic flux. *Marine Micropaleontology*, 19, pp. 131-146.
- JORISSEN F. J., DE STIGTER H. C. ET WIDMARK J. G. V. (1995)** - A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Marine Micropaleontology*, 22, pp. 3-15.
- JORISSEN F. J., WITTLING I., PEYPOUQUET J.P., RABOUILLE, C. ET RELEXANS J.C. (1998)** - Live benthic foraminiferal faunas off cape blanc nw-africa: community structure and microhabitats. *Deep-Sea Research* 45, pp. 2157–2188.
- JORISSEN F. J. (1999)** - Benthic foraminiferal microhabitats below the sediment-water interface. In SEN GUPTA B. K. (Eds.), *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers. Great Britain, pp.161–179
- JORISSEN F. J., FONTANIER C. ET THOMAS E. (2005)** - Paleoceanographical proxies based on deep-sea benthic foraminiferal assemblage characteristics. *Methods in Late Cenozoic Paleoceanography*, Vol. 1, 90 p.
- KAIHO. (1991)** - Global changes of Paleogene aerobic/anaerobic benthic foraminifera and deep sea circulation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 83, pp. 65-86.
- KAIHO K. (1994)** - Benthic foraminiferal dissolved-oxygen index and dissolved- oxygen levels in the modern ocean. *Geology*, 22, pp. 719-722.
- KOUWENHOVEN T. J., SEIDENKRANTZ M-S. ET VAN DER ZWAAN G. J. (1999)** - Deep-water changes: The nearsynchronous disappearance of a group of benthic foraminifera from the late Miocene Mediterranean, *Paleogeography paleoclimatology paleoecology*, 152, pp. 259-281.
- KOUWENHOVEN T. J., HILGEN F.J. ET VAN DER ZWAAN G. J. (2003)** - Late Tortonian^early Messinian stepwise disruption of the Mediterranean^Atlantic connections: constraints from benthic foraminiferal and geochemical data. *Paleogeography paleoclimatology paleoecology*, 198, pp. 303^319.

- KOUWENHOVEN T. ET VAN DER ZWAAN G. J. (2006)** - A reconstruction of late miocene mediterranean circulation patterns using benthic foraminifera. *Paleogeography paleoclimatology paleoecology*, doi:10.1016/j.palaeo.2006.03.035
- KOUYOUMONTZAKIS G. (1987)** - le rôle des foraminifères benthiques dans l'identification de l'étage bathyal sur le plateau continental congolais. *Géol. Médit.*, Tome XIV, n° 1, pp. 15 – 23.
- LABDI A. (2002)** - **La série inférieure du djebel Meni (Dahra Sud-occidentale) : intérêt biostratigraphique paléocéologique. *Mém. Ing. Univ. Oran*, 71 p. (Inédit)**
- LOEBLICH A.R. AND TAPPAN H. (1964)** - Sarcodina, Chiefly 'Thecamoebians' and Foraminiferida. In Moore R.C. (Eds) Treatise on Invertebrate Paleontology, , *Geological Society of America*, Boulder, Part C, v. 1–2, 900 pp.
- LOEBLICH A.R. AND TAPPAN H. (1987)** - Foraminifera Genera and their Classification. *Van Nostrand Reinhold*, New York, 970pp.
- LOUBÈRE P. (1996)** - The surface ocean productivity and bottom water oxygen signals in deep water benthic foraminiferal assemblages. *Mar. Micropaleontol.*, **28**, pp. 247-261.
- LOUBÈRE P. (1997)** - Benthic foraminiferal assemblage formation, organic carbon flux and oxygen concentrations on the outer continental shelf and slope, *Jour. Foram. Res.*, 27, pp. 93-100.
- LOUNI-HACINI A., BELLON H., MAURY R.C., MEGARTSI M., SEMROUD B., COTTEN C. ET COUTELLE A. (1995)** - Datation $^{40}\text{K}^{40}\text{Ar}$ de transition du volcanisme calco-alcalin au volcanisme alcalin en Oranie au Miocène Supérieur. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 321, 975-982.
- LOUNI-HACINI A. (2002)** - La transition du magmatisme calco-alcalin au magmatisme alcalin dans l'oranie (Algérie nord occidentale). *Thèse d'état*. Univ. USTHB, Alger, 183p. (Inédit)
- MANSOUR B., MOISSETTE P., NOËL D. ET ROUCHY J. M. (1995)** - L'enregistrement par les associations de diatomées des environnements messiniens : l'exemple de la coupe de Sig (bassin du Chéelif-Algérie). *Geobios* 28 (3): pp. 261-279.
- MANSOUR B. ET SAINT MARTIN J. P. (1999)** - Conditions de dépôt des diatomites messiniennes en contexte de plate-forme carbonatée d'après l'étude des assemblages de diatomées : exemple du Djebel Murdjadjo (Algérie). *Geobios* 32 (3), pp.395-408.
- MANSOUR B. (2004)** - Diatomées messiniennes du bassin du bas Chéelif (Algérie nord-occidentale). *Thèse Doctorat d'état*, Univ. Oran, Algérie, 285 p. (Inédit)

- MANSOUR B., BESSEDIK M., SAINT MARTIN J.-P. ET BELKEBIR L. (2008)** - Signification paléocéologique des assemblages de diatomées du Messinien du Dahra sud-occidental (bassin du Chéelif, Algérie nord-occidentale). *Geodiversitas* 30 (1) pp. 117-139
- MARKS P. (1951)** - A revision of the smaller foraminifera from the Miocene of the Vienna Basin. *Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research* 2 (2): 33-73.
- MATHIEU R. (1986)** - Sédiments et foraminifères actuels de la marge continentale atlantique du Maroc. *Thèse*, Univ. P. et M. Curie, Paris, 8614, 1-356.
- MEDINI S. (2010)** - Les minéralisations hydrothermales liées à l'activité volcanique calco-alcaline du complexe des M'sirda (Oranie nord occidentale). *Mém. Magister*. Univ. Oran, 118 p., 27 fig., 57 ph., 5 tab. (Inédit).
- MEGARTSI M. (1985)** - Le volcanisme mio-plio-quaternaire de l'Oranie nord-occidentale (Algérie). *Thèse d'Etat*. Univ. d'Alger, 296 p. (Inédit).
- MENDES I., GONZALEZ R., DIAS J. M. A., LOBO F. ET Martins V. (2004)** - Factors influencing recent benthic foraminifera distribution on the Guadiana shelf (Southwestern Iberia). *Marine Micropaleontology* 51, pp. 171– 192.
- MOJTAHID M. (2007)** - Les foraminifères benthiques : bio-indicateurs d'eutrophisation naturelle et anthropique en milieu marin franc. *PhD thesis*. Univ. Angers. 389 p.
- MURRAY J. W. (1991)** - Ecology and paleoecology of benthic foraminifera. Longman Sc. Tech., Harlow, 1-397.
- MURRAY J. W. (2003)** - an illustrated guide to the benthic foraminifera of the hebridean shelf, west of scotland, with notes on their mode of life. *Palaeontologia Electronica* 5(1):31pp,
- MURRAY J. W. (2006)** - Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. *Cambridge University Press*, New York, 440 p.
- PAWLOWSKI J. (2000)** - Introduction to the molecular systematics of foraminifera. *Micropaleontology* 46 (supplement 1), pp. 1-12.
- PÉRÈS J. M. ET PICARD J. (1964)** - Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Bull. Rech. Trav. Stat. Marit*. Endoume. 31, 47, 137 p., 8 figs.
- PEREZ M. E., CHARLES C. D. ET BERGER W. H. (2001)** - Late Quaternary productivity fluctuations off Angola: evidence from benthic foraminifera, Site 1079. *In* : WEFER G., BERGER W.H. ET RICHTER C. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*, 175, pp. 1–19
- PFLUM C. E. ET FRERICHS. W. E. (1976)** - Gulf of Mexico deep-water Foraminifera. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication* 14: 1-125.

- PHLEGER F. B. ET SOUTAR A. (1973)** - Production of benthic foraminifera in three east Pacific minima. *Micropaleontol.*, 19, pp. 110-115.
- PIELOU E.C. (1966)** - Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and mesure. *Amer. Nature*, 100: 463-465.
- POIGNANT A. ET MOISSETTE P. (1992)** - Foraminifères benthiques des intercalations marneuses d'une série diatomitique du Messinien d' Algérie. *N. Jb. Geol. Palaont. Mh.*, H. 11, pp. 657-674
- PUJOS-LAMY A. (1973)** - Répartition bathymétrique des foraminifères benthiques du Golfe de Gascogne. *Revista Española De Micropaleontologia*, 5, pp. 213-234.
- RACHID A., EL HADJADJI KH. ET BEN MOUSSA A. (1997)** - Les associations de foraminifères benthiques des séries marno-diatomitiques messiniennes du bassin du Nador-Melilla (Maroc nord occidental). *Géol. Médit.* Tome XXIV n° 1-2, pp. 29-49.
- RACHID A., EL HADJADJI K.K., POIGNANT A. ET CIVIS J. (1999)** - Les associations des foraminifères benthiques et relation avec plancton, des séries messiniennes du bassin de Zeghanghane (Maroc Nord Oriental). *Rev. Soc. Geol. Espana*, 12 (1), pp. 137-145 ;
- REUSS A. E. (1851)** - Ueber die fossilen Foraminiferen und Entomostraceen der Septarienthone der Umgegend von Berlin. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*.
- SADRAN. (1958)** - Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du Tell oranais. *Publ. Serv. Carte. Géol. Algérie*, Série n° 18, 533 p.
- SAINT MARTIN J. P. (1990)** - Les formations récifales coralliennes du miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. *Mem. Mus. Hist. Nat.* c 56, 1-351 p.
- SAINT MARTIN J. P., CHAIX C. ET MOISSETTE P. (1983)** - Le Messinien récifal d'Oranie : une mise au point. *C. R. Acad.Sc. Paris*, t. 297, série II, pp. 545 - 547
- SCHWEIZER M. (2006)** - Evolution and molecular phylogeny of *Cibicides* and *Uvigerina* (Rotaliida, Foraminifera), *Geologica Ultraiectina*, No 261
- SCHMIEDL G., MITSCHLE A., BECK S., EMEIS K. C., HEMLEBEN C., SCHULZ H., SPERLING M. & WELDEAB S. (2003)** - Benthic foraminiferal record of ecosystem variability in the eastern Mediterranean Sea during times of sapropel S5 and S6 deposition. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 190, pp. 139-164.
- SCHULTZE M. S. (1854)** - Über den Organismus der Poluthalamien (Foraminiferen), nebst Bemerkungen über die Rhizopoden im Allgemeinen. Engelmann W., Leipzig.
- SEN GUPTA K. B. (1999)** - Systematics of modern foraminifera. In : SEN GUPTA B. K. (Eds.), *Modern Foraminifera. Kluwer Academic Publishers.* Great Britain, pp. 7-36

- SEN GUPTA B. K. ET MACHAIN-CASTILLO M. L. (1993)** - Benthic foraminifera in oxygen-poor habitats. *Marine Micropaleontology*, 20, 3-4.
- SEIDENKRANTZ M. S., KOUWENHOVEN T. J., JORISSEN F. J., SHACKLETON N. J. ET VAN DER ZWAAN G. J. (2000)** - Benthic foraminifera as indicators of changing Mediterranean-Atlantic water exchange in the late Miocene, *Marine Geology*, 163, pp. 387-407.
- SEIGLIE G. A. (1968)** - Foraminiferal assemblages as indicators of high organic carbon content and of polluted waters. *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.* 52, pp. 2231-2241.
- SHANNON C. E. ET WEAVER W. (1948)** - The mathematical theory of communication. *Univ. Illinois. Press.* Urbana III, USA, 117 P.
- SIERRO F.J., FLORES J.A., ZAMARRENO I., VAZQUEZ A., UTRILLA R., FRANCES G., HILGEN F.J. ET KRIJGSMAN W. (1999)** - Messinian pre-evaporite sapropels and precession-induced oscillations in western Mediterranean climate. *Marine Géologie*, 153, pp. 137-146.
- STEFFAHN J. ET MICHALZIK D. (2000)** - Foraminiferal paleoecology and biostratigraphy in the pre- and post-evaporitic late Miocene (Messinian) of the Lorca Basin, SE Spain. *Neues Jahrb. Geol. Palaeont. Abh.* 217, pp. 267-288.
- THOMAS E. (1980)** - Details of *Uvigerina* development in the Cretan Mio-Pliocene. *Utrecht Micro-paleontological Bulletins* 23: 167.
- VAN DER ZWAAN G. J. (1982)** - Paleoecology of late Miocene Mediterranean foraminifera. *Utrecht Micropaleont. Bull.*, 25, 1-155.
- VAN DER ZWAAN G.J. ET DEN HARTOG JAGER D., (1983)** - Paleoecology of late Miocene benthic foraminifera. *Proceedings KNAW, Series B* 86 (2), pp.211-223.
- VAN DER ZWAAN G. J. ET JORISSEN F. J. (1991)** - Biofacial patterns in river-induced shelf anoxia. *In: Tyson, R.V., Pearson, T.H. (Eds.), Modern and Ancient Continental Shelf Anoxia. Geol. Soc. London Spec. Publ.* 58, pp. 65-82.
- VAN DER ZWAAN G. J., DUIJNSTEE I. A. P., DEN DULK M., ERNST S. R., JANNINK N. T. ET KOUWENHOVEN T. J. (1999)** - Benthic foraminifers: proxies or problems? A review of paleoecological concepts. *Earth-Science Reviews* 46: 213-236.
- VAN MARLE L. J. (1988)** - Bathymetric distribution of benthic foraminifera on the Australian-Irian Jaya continental margin, eastern Indonesia. *Marine Micropaleontology* 13: 97-152

VAN MORKHOVEN F. P. C. M., BERGGREN W. A. ET EDWARDS A. S. (1986) - Cenozoic cosmopolitan deep water benthic foraminifera. *Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine*, Pau, Mém., **11**, 1-421.

VAZQUEZ A., UTRILLA R., ZAMARRENO I., SIERRO F.J., FLORES J.A., FRANCES & BARCENA M.A. (2000) - Precession-related saproplites of the Messinian Sorbas Basin (South Spain) : paleoenvironmental significance. – *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 158, pp. 353-370.

WILSON B. (2006) - Using Foraminifera to estimate trends in ancient sea-levels. *Blackwell Publishing Ltd, Geology Today*, Vol. 22, No. 4, pp; 159 – 162.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : Situation géographique générale du bassin de M'sirda.

Figure 2 : Esquisse paléogéographique de la région d'étude.

Figure 3 : Carte géologique de la région d'étude.

Figure 4 : localisation géographique des coupes étudiées.

Figure 5: localisation géographique de la coupe de Moscarda 2.

Figure 6 : Description lithologique de la coupe de Moscarda 2.

Figure 7 : localisation géographique de la coupe de Oued Aïn Adjroud.

Figure 8 : Description lithologique de la coupe de Oued Aïn Adjroud.

Figure 9 : Attribution biostratigraphique de la coupe de Moscarda 2.

Figure 10 : Attribution biostratigraphique de la coupe de Oued Aïn Adjroud.

Figure 11 : Fig. 11 : Corrélation lithologique et biostratigraphique des différentes unités de la coupe de Moscarda 2 et Oued Aïn Adjroud.

Figure 12: Schéma représentatif des différents types de microhabitat des foraminifères benthiques

Figure 13 : Indice de diversité

Figure 14 : Indice de pélgisme

Figure 15 : Indice de diversité des assemblages de foraminifères benthiques actuels dans les différents environnements

Figure 16 : Evolution des indices paléoécologiques de la coupe de Moscarda 2

Figure 17: Répartition verticale des principaux taxons de foraminifères benthiques de la coupe de Moscarda 2

Figure 18 : Répartition verticale des assemblages de foraminifères benthiques de la coupe de Moscarda 2

Figure 19 : Schéma représentatif des aires de répartitions des assemblages de foraminifères benthiques et évolution paléoenvironnementale à Moscarda 2

Figure 20 : Evolution des indices paléoécologiques de la coupe de Oued Aïn Adjroud

Figure 21 : Répartition verticale des principaux taxons de foraminifères benthiques de la coupe de Oued Aïn Adjroud

Figure 22 : Répartition verticale des assemblages de foraminifères benthiques de la coupe de Oued Aïn Adjroud

Figure 23 : Schéma représentatif des aires de répartitions des assemblages de foraminifères benthiques et évolution paléoenvironnementale à Oued Aïn Adjroud

Fig. 24 : Evolution paléoenvironnementale de la coupe de Moscarda 2 et de Oued Aïn Adjroud au cours du Tortonien supérieur et du Messinien.

LISTE DES TABLEAUX :

Tab. 1 : Classification des environnements marins en fonction des concentrations d'oxygène.

PLANCHES

PLANCHE I

- 1 – *Planulina ariminensis* d'Orbigny, 1826, (Ech. Mc. 3).
- 2 – *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny, 1826 (Ech. Adj 1) ; face aperturale
- 3 – *Cibicides dutemplei* (d'Orbigny, 1846), (Ech. Adj 1) ; face spirale.
- 4 – *Cibicides dutemplei* (d'Orbigny, 1846) ; face ombilicale.
- 5 – *Cibicides ungerianus* (d'Orbigny, 1846), (Ech. Mc 10) ; face spirale.
- 6 – *Cibicides ungerianus* (d'Orbigny, 1846) ; face ombilicale.
- 7 – *Cibicides pseudoungerianus* Cushman, 1922, (Ech. Mc 5) ; face ombilicale.
- 8 – *Cibicides pseudoungerianus* Cushman, 1922 ; face spirale.

L'échelle représente 100 μ m

PLANCHE I

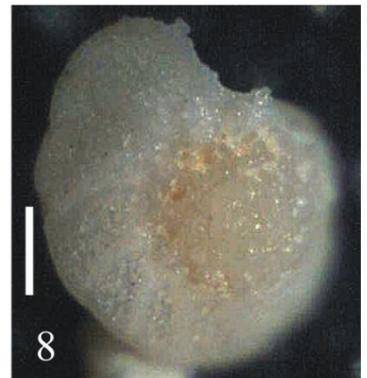
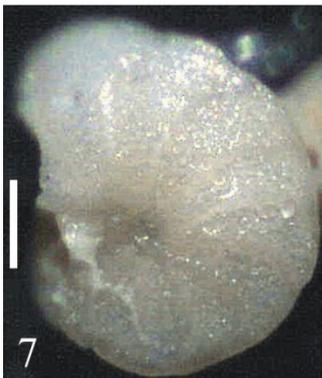
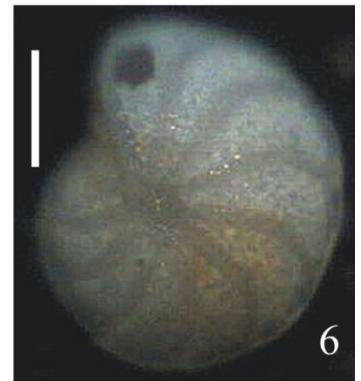
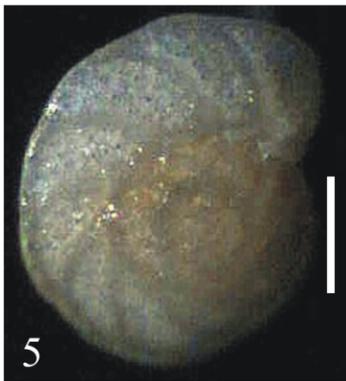
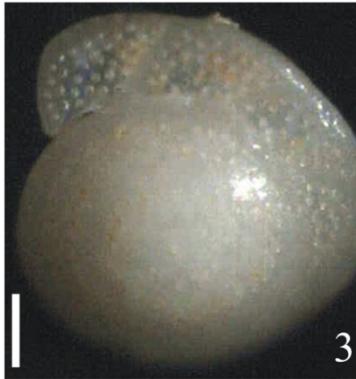
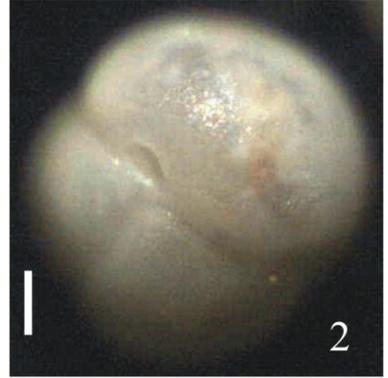


PLANCHE II

- 1 – *Reussella spinulosa* (Reuss, 1850) (Ech. Adj 1)
- 2 – *Cassidulina laevigata* d'Orbigny, 1826 (Ech. Mc 1) ; face dorsale.
- 3 – *Rectuvigerina cylindrica* (d'Orbigny, 1826), (Ech. Adj 22)
- 4 – *Rectuvigerina cylindrica* (d'Orbigny, 1826), (Ech. Adj 19)
- 5, 6 – *Uvigerina peregrina* Cushman, 1923 (Ech. Adj 10)
- 7, 8 – *Bulimina subulata* Cushman & Parker, 1937

L'échelle représente 100 µm

PLANCHE II

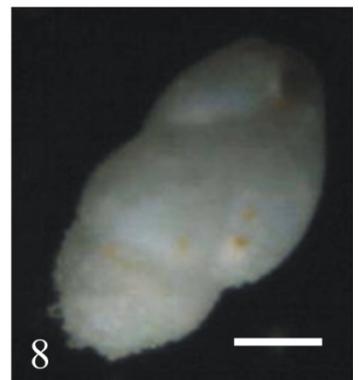
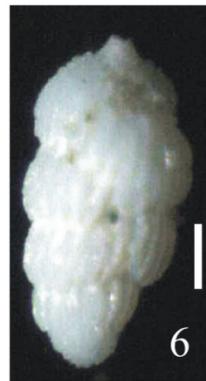


PLANCHE III

- 1 – *Pullenia bulloides* (d'Orbigny, 1826), (Ech. Adj. 1)
- 2 – *Siphonina planoconvexa* (Silvestri, 1898), (Ech. Mc. 1) ; face spirale.
- 3 – *Gyroidinoides altiformis* (Stewart & Stewart, 1930), (Ech. Adj. 1) ; face ombilicale.
- 4 – *Gyroidina soldanii* d'Orbigny, 1826, (Ech. Mc. 4) ; face ombilicale.
- 5 – *Spiroplectammia carinata* (d'Orbigny, 1826), (Mc. 10)
- 6 – *Lenticulina rotulata* (Lamarck, 1804), (Ech. Adj. 5)

L'échelle représente 100 µm

PLANCHE III

