

N° d'ordre :

**UNIVERSITE HASSIBA BENBOUALI-CHLEF**  
**FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE**  
**DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE**



**MEMOIRE DU FIN D'ETUDES**

Présenté pour l'obtention du  
**Diplôme de Master en Géologie**

Option

**Géologie Des Bassins Sédimentaires**

Présenté par

**Ilyes EL ATTAFI**

---

**FORAMINIFERES DU PASSAGE TORTONO-MESSINIEN DE LA COUPE DE AIN BESSALE  
(BASSIN DE LA TAFNA): INVENTAIRE SYSTEMATIQUE ET PALEO-  
BIOENVIRONNEMENT**

---

Soutenu le 18/09/ 2024 devant les membres du jury :

Mawloud ADDA	Maître Assistante (A), Univ. Chlef	Président
Ali MOKHTAR SAMET	Maître de conférences (B), Univ. Chlef	Encadreur
Mahfoud HADJ CHERIF	Maître Assistant (A), Univ. Chlef	Examineur

## DEDICACE

*Je dédie ce travail à:*

*Ma mère, dont l'amour inconditionnel, le soutien indéfectible et les innombrables sacrifices ont été les piliers de ma réussite. Ta présence constante et tes précieux conseils ont illuminé mon chemin. À travers ce modeste travail, je souhaite exprimer toute ma gratitude et mon affection éternelle.*

*Mon père, un homme qui a joué un rôle essentiel dans mon parcours et ma réussite. C'est un hommage à son soutien inconditionnel, sa sagesse et l'amour qu'il m'a toujours prodigué. Cette dédicace témoigne de la profonde gratitude que je ressens pour son influence positive dans ma vie.*

*Mes frères (**Abd Elhak, Sadek et Rayan**) mes compagnons de vie, mes meilleurs amis. Leur présence constante, leur soutien inconditionnel et leur amour profond ont été les piliers de mon parcours, m'aidant à surmonter les obstacles et à atteindre mes objectifs. À travers ces pages, je souhaite exprimer ma gratitude pour leur influence positive dans ma vie et leur contribution à la réussite de ce mémoire.*

*Mes amis (**Abd elghani, lehcen , Ahmed , Yahya et mohammed** )*

*Tous les professeurs qui ont joué un rôle dans mon évolution académique et personnelle. Leur impact a été significatif, et je souhaite exprimer ma gratitude pour leur dévouement, leur passion et leur influence durable sur ma vie. Je tiens à exprimer ma reconnaissance et à reconnaître l'importance de leur contribution à mon épanouissement intellectuel à travers ces pages.*

**AVANT-PROPOS**

## AVANT-PROPOS

Avant tout, je souhaite exprimer ma gratitude infinie envers Allah, le Tout-Puissant, pour nous avoir dotés de la force, de la patience et du courage nécessaires à l'achèvement de ce modeste travail. Sans Sa guidance et Ses bénédictions, je n'aurais pas pu surmonter les défis et les obstacles rencontrés tout au long de ce projet.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers mon encadreur, **Dr. MOKHTAR SAMET Ali**, pour ses précieux conseils et orientations tout au long de ce travail. Sa tolérance et la confiance qu'il m'a accordée ont été essentielles pour mener à bien ce mémoire. Grâce à son approche équilibrée entre autonomie et direction, j'ai pu évoluer et apprendre de manière significative.

Mes sincères remerciements vont à Monsieur **ADDA Mawloud**, Maître Assistante (A) à l'Université de Chlef, qui me fait le grand honneur et le plaisir de présider le jury. Son soutien et ses conseils ont été essentiels pour la réussite de ce projet.

Je tiens à remercier aussi Monsieur **HADJ CHERIF Mahfoud**, Maître Assistant (A) à l'Université de Chlef, pour avoir généreusement accepté de lire et évaluer ce mémoire.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance envers les ingénieurs du Centre de **Recherche et Développement (CRD)** à Boumerdès (Mme. **DJAZAIRI Samira**, **AIT IKENE Amzil** et **RAMDANE Aziz**) dont l'expertise technique et le soutien logistique ont été d'une aide précieuse.

**RESUME**

## RESUME

L'étude des dépôts du Miocène supérieur de la partie orientale du bassin de la Tafna a permis la récolte d'un abondant matériel micropaléontologique. La coupe de Ain Bessale présente deux unités; une première unité (A) désigne les marnes bleues d'âge Tortonien supérieur, et une deuxième unité (B) présente les marno-calcaires gréseuses d'âge Messinien.

Dans les deux unités étudiées, l'inventaire systématique de 18 prélèvements a montré une microfaune diversifiée de foraminifère. L'évolution des indices paléoécologiques nous a permis d'identifier deux environnements. Le premier caractéristique des faciès marneux du l'infralittoral, dysoxique et eutrophe, et le deuxième désigne des faciès marno-calcaire-gréseuse, de l'infralittoral à ciralittoral, oxique et oligotrophe, avec des discontinuations enregistrées par des épisodes pauvre en oxygène.

**Mots-clés:** Bassin de la Tafna, Foraminifère, Tortonien supérieur, Messinien, Micropaléontologie, Paléoécologie, Dysoxie, Eutrophe, Oxique, Oligotrophe.

**ABSTRACT**

## ABSTRACT

The study of Upper Miocene deposits in the eastern part of the Tafna Basin has yielded abundant micropaleontological material. The Ain Bessale section presents two units; the first unit (A) consists of blue marls of Upper Tortonian age, and the second unit (B) consists of sandy marl-limestones of Messinian age.

In both studied units, the systematic inventory of 18 samples revealed a diverse microfauna of foraminifera. The evolution of paleoecological indices allowed us to identify two environments. The first is characteristic of dysoxic and eutrophic infralittoral marl facies, and the second represents oxic and oligotrophic infralittoral to circalittoral marl-limestone-sandstone facies, with discontinuities marked by episodes of low oxygen levels.

**Key-words:** Tafna basin, Foraminifera, Upper Tortonian, Messinian, Micropaleontology, Paleoecology, Dysoxia, Eutrophic, Oxic, Oligotrophic.

## TABLE DES MATIERES

**DEDICACE**  
**AVANT-PROPOS**  
**RESUME**  
**ABSTRACT**

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>p.</b>
	<b>1</b>

### *Premier chapitre : GENERALITES*

<b>I. GENERALITES GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE.....</b>	<b>2</b>
<b>A. Aperçu géographique.....</b>	<b>2</b>
1. Localisation géographique du bassin de la Tafna.....	2
2. Limites du secteur d'étude.....	2
<b>B. Aperçu géologique.....</b>	<b>3</b>
1. Géologie général du bassin de la Tafna.....	3
2. Géologie locale du secteur d'étude.....	5
<b>II. MATERIEL ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL.....</b>	<b>5</b>
<b>A. Sur le terrain.....</b>	<b>5</b>
<b>B. Au laboratoire.....</b>	<b>5</b>
<b>III. la limite Tortonienne/Messinienne (T/M).....</b>	<b>7</b>
<b>A. Historique.....</b>	<b>7</b>
<b>B. Limites de l'étage Messinien.....</b>	<b>7</b>
1. La limite inférieure T/M.....	7

### *Deuxième chapitre : LITHOSTRATIGRAPHIE ET ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE*

<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>10</b>
<b>II. LITHOSTRATIGRAPHIE.....</b>	<b>10</b>
<b>A. Etude de la coupe de Ain Bessale.....</b>	<b>10</b>
1. Localisation de la coupe.....	10
2. Description lithologique.....	11

<b>III. ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE.....</b>	<b>13</b>
---	-----------

*Troisième chapitre : INVENTAIRE SYSTEMATIQUE*

<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>15</b>
<b>II. INVENTAIRES SYSTEMATIQUE.....</b>	<b>15</b>
<b>A. Les foraminifères planctoniques.....</b>	<b>15</b>
<b>B. Foraminifères benthiques.....</b>	<b>26</b>
<b>II. CONCLUSION.....</b>	<b>44</b>

*Quatrième chapitre : INTERPRETATION PALEOECOLOGIQUE*

<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>45</b>
<b>II. INTERPRETATION PALEOECOLOGIQUE.....</b>	<b>45</b>
<b>A. Indice de pélagisme.....</b>	<b>45</b>
1. Définition.....	45
2. Résultats.....	47
<b>B. Indice de diversité.....</b>	<b>47</b>
1. Définition.....	47
2. Résultats.....	47
<b>C. Le rapport épifaune/endofaune.....</b>	<b>47</b>
1. Définition.....	47
2. Résultats.....	49
<b>III. CONCLUSION.....</b>	<b>49</b>

**CONCLUSION GENERALE**

<b>I. SUR LE PLAN LITOSTRATIGRAPHIQUE.....</b>	<b>51</b>
<b>II. SUR LE PLAN MICROPALÉONTOLOGIQUE.....</b>	<b>51</b>
<b>III. SUR LE PLAN BIOSTRATIGRAPHIQUE.....</b>	<b>52</b>
<b>IV. SUR LE PALN PALEOECOLOGIQUE.....</b>	<b>52</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>53</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>60</b>
<b>PLANCHE.....</b>	<b>61</b>

## I. INTRODUCTION

La région d'étude est localisée dans la partie orientale du bassin de la Tafna. Ce dernier fait partie des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie Nord-occidentale, et caractérisé par une importante sédimentation mio-plio-quadernaire.

Multiplies études géologiques menées sur les terrains néogènes de ce bassin, pas loin de la région d'étude notamment; Saint-Martin (1987) sur les récifs, Aneur (1995) sur les rongeurs, et Sator (2012) sur les bivalves. Notre travail est axé essentiellement sur les données micropaléontologiques pour mieux apprécier l'âge relatif des terrains étudiés d'une part, et l'évolution des paramètres paléoenvironnementaux durant la limite tortono-messinienne (paléoprondeur, l'oxygénation et trophisme) d'autre part. De ce fait, les principaux objectifs tracés sont :

- une subdivision lithostratigraphique le long de la coupe de Ain Bessale.
- donner une liste des foraminifères récoltés.
- étudier la répartition verticale des foraminifères. Cette étude servira d'identifier les zonations biostratigraphiques.
- reconstituer les milieux dépôts, en se basant sur une étude paléocéologique.

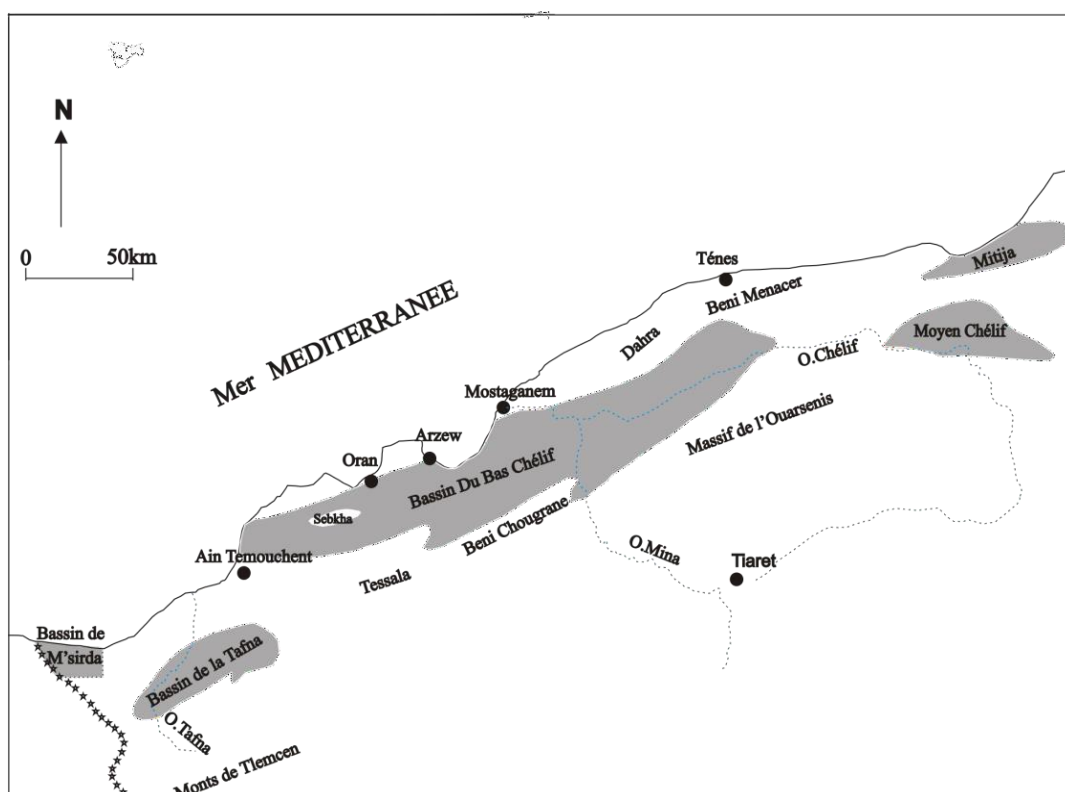
*Premier chapitre* : **GENERALITES**

## I. GENERALITES GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

### A. Aperçu géographique

#### 1. Localisation géographique du bassin de la Tafna

Le bassin de la Tafna est situé dans l'Oranie occidentale (fig. 01), orientée ENE-WSW. Il est localisé dans la plaine de la Tafna. Cette dernière a été subdivisée en trois dépressions ; la vallée de haute Tafna, la vallée de moyenne Tafna et la vallée de basse Tafna (Gentil, 1903). Généralement, autour de cette vallée les affleurements du Miocène supérieur constituent une bande assez étroite, comprise entre la Méditerranée et les collines des Sebaa Chioukh au Sud, et qui s'étend depuis la bordure du massif des Traras à l'Ouest jusqu'aux abords de la Sebkhia d'Oran à l'Est (Saint-Martin, 1987).

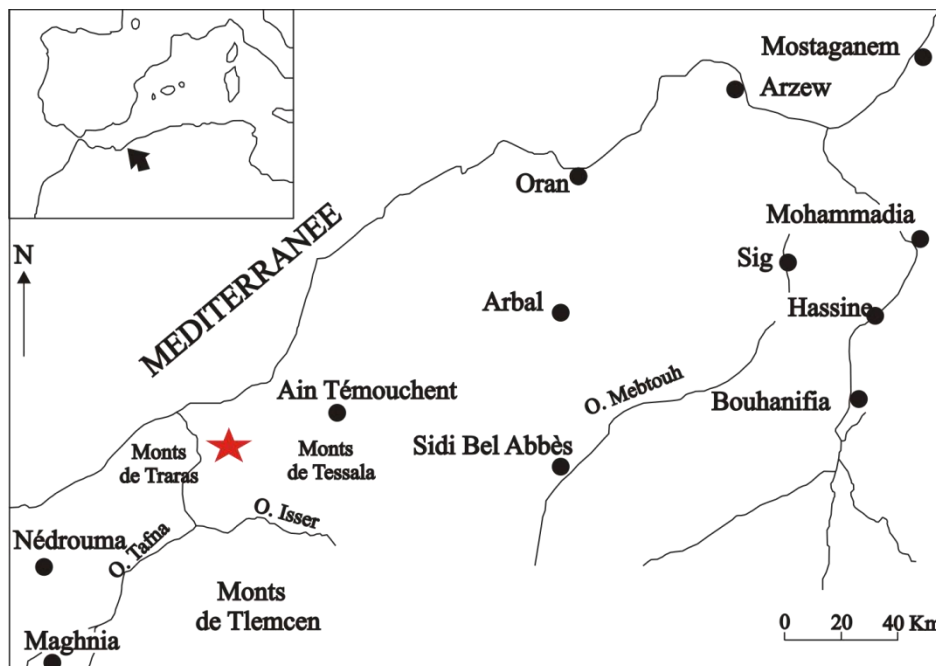


**Fig. 01.** Situation géographique du bassin de la Tafna (d'après Perrodon, 1957)

#### 2. Limites du secteur d'étude

Notre secteur d'étude se localise dans la partie orientale de la basse Tafna. Elle est

limitée au Nord par la Mer Méditerranée, au Sud par les Monts de Tlemcen, à l’Ouest par le Massif de Traras, marqué par sa crête occidentale de djebel Sidi Soufiane et à l’Est par les Monts de Tessala. (fig.02).



**Fig. 02.** Limite du secteur d’étude

(L’étoile indique la position de la coupe considérée).

## **B. Aperçu géologique**

### 1. Géologie général du bassin de la Tafna

Le bassin de la Tafna fait partie des bassins néogènes du nord-ouest algérien. Il s'agit d'un bassin synorogénique lié fortement à la phase paroxysmique de l'orogénèse alpine (Perrodon, 1957 ; Delteil, 1974 ; Guardia, 1975). Ce bassin connaît un cycle sédimentaire complet caractérisant un épisode transgressif (Saint-Martin, 1987) (fig. 03). Au cours de certaines périodes du Miocène supérieur, un dépôt continental représenté par les « couches rouges de la Tafna » succèdent des niveaux laguno-marins qui ont livrés une faune de Vertébrés intéressante (Dalloni, 1915; Ameur, 1979).

Par ailleurs, le Miocène supérieur correspond également à des dépôts franchement marins désignant des marnes bleues à microfaune planctonique dont la partie supérieure attribué au Messinien grâce à la mise en évidence d’une association de foraminifères planctoniques à *Globorotalia mediterranea* (Saint- Martin, 1987).

Les dépôts messiniens ont évolué vers des récifs et des calcaires à algues sur les points

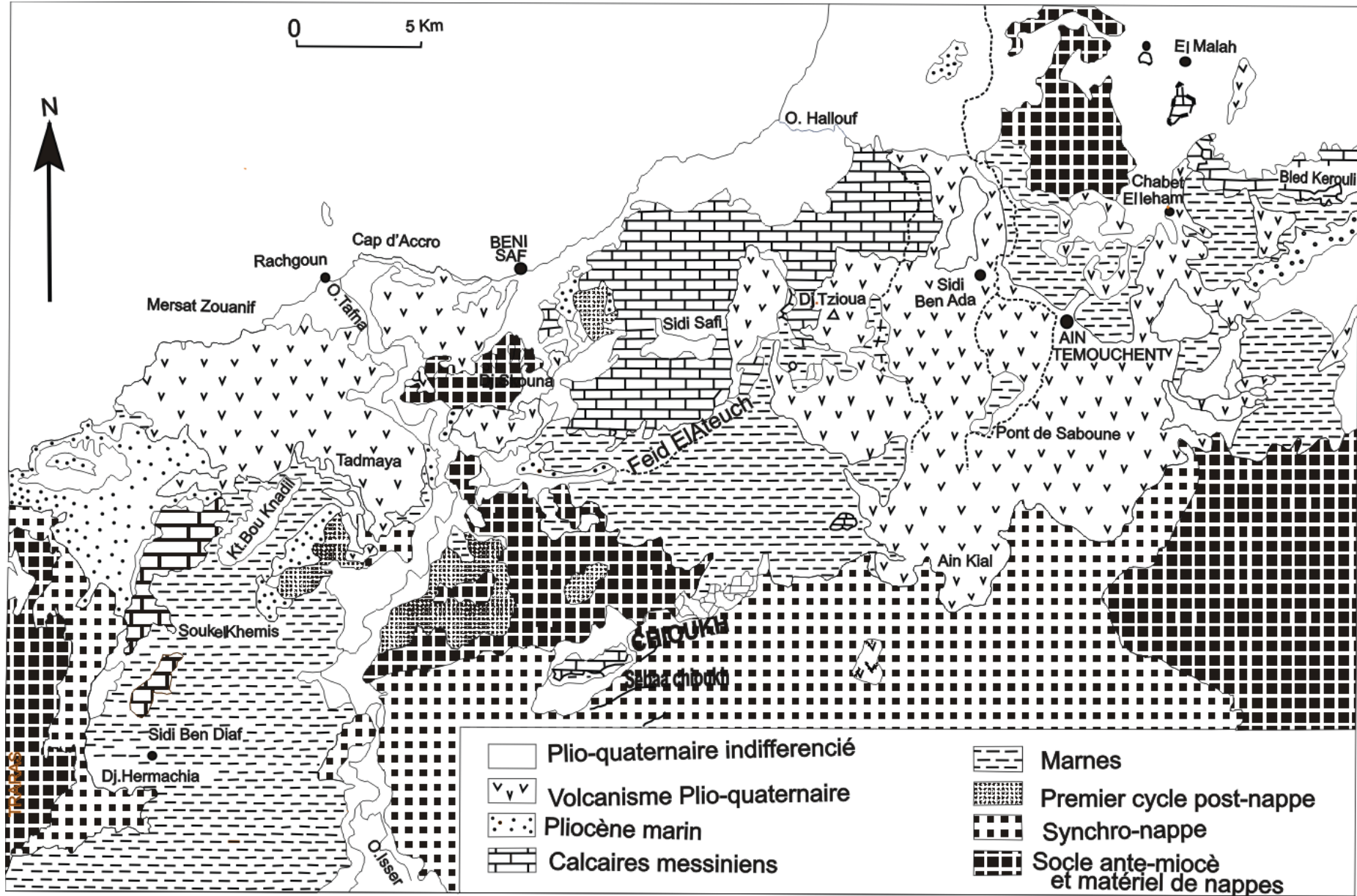


Fig. 03. Carte de faciès simplifiée d'Oranie occidentale (d'après Guardia, 1975) (modifier)

hauts tels que (Sebaa Chioukh, Souk elkhmis, Skouna, Sidi Safi). Après cette phase d'intense construction récifale, il n'existe pas en effet, sauf très localement des marnes à huitres qui correspondent à des dépôts post-récifaux (Saint-Martin, 1987).

Enfin, une activité volcanique intense amène l'abondance des deux laves basaltiques dans le bassin de la Tafna. La première se situant dans la moyenne Tafna dont la nature des roches saturées et sursaturées, microlithiques porphyriques avec olivine, donne un âge allant du Miocène jusqu'au Pliocène (Megharsti, 1985). La seconde se localise dans la basse Tafna, d'âge Plio-Quaternaire de nature alcaline ( Bendoukha, 1987), qui couvre et masque souvent complètement les niveaux récifaux Messéniens : volcans des environs d'Ain Témouchent (Tzioua, Sidi Ben Adda), de Beni Saf, de plateau de Tadmaya (Gentil, 1903 ; Sadran, 1958).

## 2. Géologie locale du secteur d'étude

Le secteur d'étude est caractérisé par des terrains autochtone (fig. 04), et présentent le deuxième cycle post-nappe qui a été subdivisé en deux parties ; une première partie datée du Miocène supérieur (Tortonien supérieur-Messinien inférieur) et constituée par des alluvions continentaux de couleur rouge brique, des marnes saumâtre et des marnes marines. La seconde partie de ce cycle est datée du Messinien et correspond à des calcaires à algues et à polypiers, bien développés de la carrière de Bled Es Safah.

## II. MATERIEL ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL

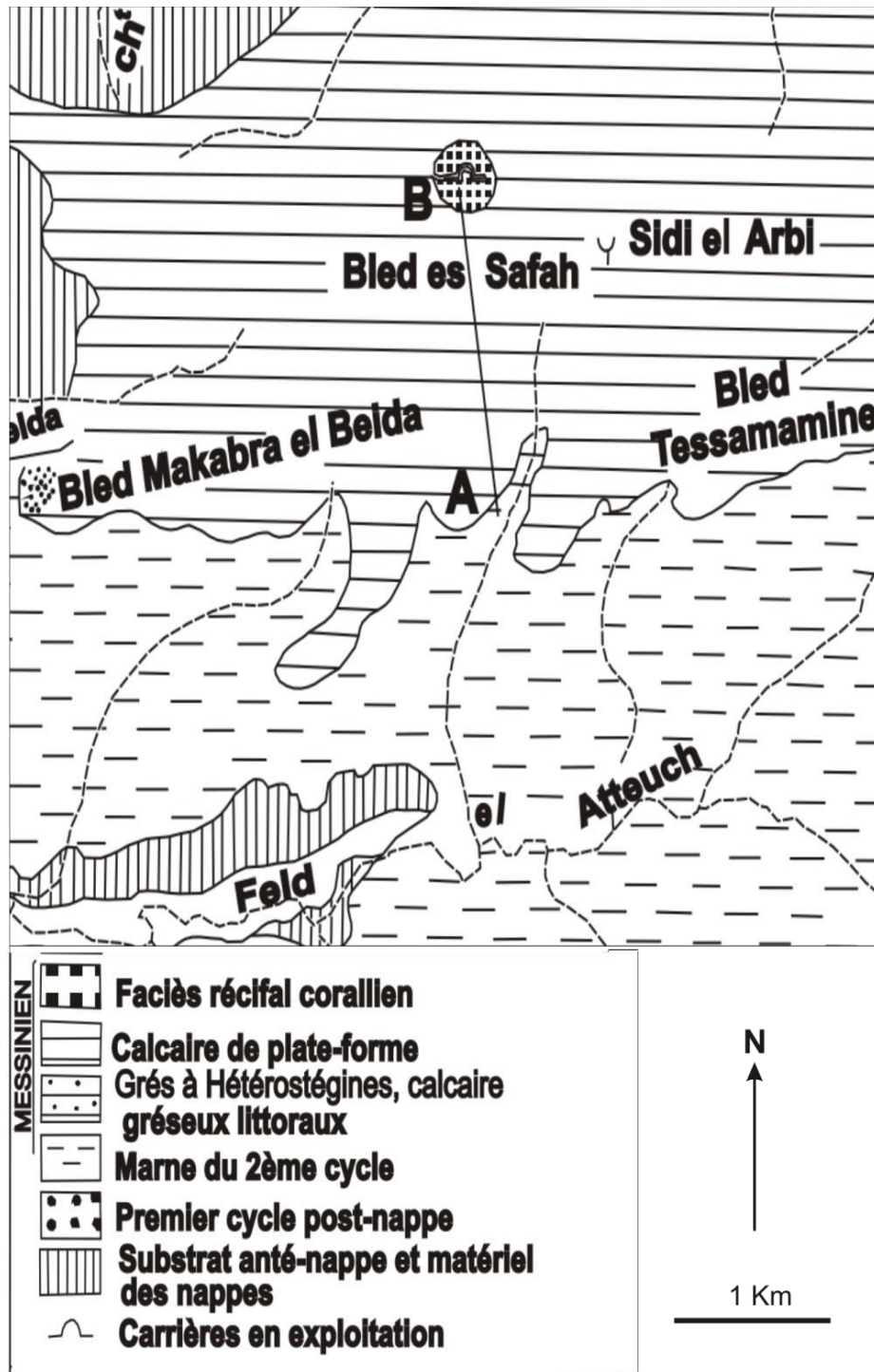
Les résultats obtenues dans ce mémoire proviennent des observations et des essais effectuées sur le terrain et au laboratoire.

### A. Sur le terrain

Tous les faciès à grains fins (marne) ont été échantillonnés le long de la coupe étudiée afin d'établir la réponse des foraminifères aux changements paléoenvironnementaux.

### B. Au laboratoire

Au niveau du laboratoire pédagogique de géologie à l'Université de Chlef, les résultats présentés dans ce travail reposent sur le traitement et l'analyse de 18 échantillons prélevés sur la coupe étudiée (Ain Bessale). Les échantillons ont été lavés à travers trois tamis (250, 125 et 63  $\mu\text{m}$ ) et les assemblages de foraminifères de la fraction de 125  $\mu\text{m}$  ont été analysés quantitativement, déterminant au niveau de l'espèce (dans la mesure du possible) au moins 100 individus par échantillon. Il convient de noter que la fraction de 125  $\mu\text{m}$  a été sélectionnée car il s'agit de la fraction la plus couramment étudiée dans les recherches



**Fig. 04.** Présentation géologique du secteur d'étude (d'après Saint-Martin, 1987)

équivalentes analysant les enregistrements des foraminifères messiniens (par exemple, Seidenkrantz et al. 2000 ; Sierro et al. 2001 ; Blanc-Valleron et al. 2002 ; Kouwenhoven et al. 2003, 2006 ; Kouwenhoven et Van der Zwaan 2006 ; Antonarakou et al. 2007 ; Drinia et al. 2007 ; Pérez-Asensio et al. 2012a ; Karakitsios et al. 2017) et en utilisant une analyse paléopathymétrique (par exemple, Van der Zwaan et al. 1990 ; Van Hinsbergen et al. 2005).

### **III. la limite Tortonienne/Messinienne (T/M)**

#### **A. Historique**

Les grands doutes initiales de l'âge des limites de la période néogène avait été réduites avec la première publication de K/Ar datant les successions marines en Méditerranée (Eberhardt et Ferrara, 1962 ; Tongiorgi et Tongiorgi, 1964 ; Choubert et al., 1968). Il était prévu que l'application de l'échelle de temps de polarité géomagnétique qui venait juste d'être établie à ce moment. Par exemple, en 1968 Heitzler et al. devrait même produire plus de précision de la détermination de l'âge. Mais malgré ces bonnes perspectives, l'âge de la limite T/M est resté un sujet très discuté en géochronologie et chronostratigraphie néogène lors des décennies. Les études magnétostratigraphiques des sédiments d'eau profonde ont donné des estimations d'âge variant de 5,6 à 6,5 Ma, en attendant la synchrone ou la diachroneité des bio-événements et l'étalonnage exact des enregistrements magnétostratigraphiques à l'échelle de temps de polarité géomagnétique (Langereis et al., 1984 ; Berggren et al., 1985 ; Channell et al., 1990 ; Kastens, 1992). Le problème de l'âge a culminé avec la publication d'une évaluation de l'âge K/Ar beaucoup plus ancienne de 7,26 Ma pour la limite T/M dans le Nord des Apennins (Vai et al., 1993).

#### **B. Limites de l'étage Messinien**

Le choix d'une section appropriée pour déterminer le GSSP messinien n'était pas une tâche difficile, malgré l'inadéquation des sections Falconara et Capodarso-pasquasia. Il existe nombreuses sections disponibles pour définir l'intervalle critique dans une succession marine continue (Monte del Casino dans le nord de l'Italie ; Faneromeni, Potamidha et Kastelli en Crète (Grèce) ; Metochia on Gavdos en Grèce ; Oued Akrech au Maroc). Toutes ces sections ont été datées astronomiquement et corrélées cyclostratigraphiquement (Krijgman et al., 1995 ; 1997), et remplissent les exigences recommandées par l'ICS (Remane et al., 1996). Parmi ces sections, Oued Akrech au Maroc (Hilgen et al., 2000a, b) et Eraclea Minoa en Sicile (Van Couvering et al., 2000), qui se distinguent comme étant les sections les plus appropriées pour valider définitivement le GSSP du Messinien.

##### **1. La limite inférieure T/M**

Les marnes bleues classique de l'atlantique du Maroc ont fait l'objet de nombreuses études, reflétant les progrès réalisés dans la biostratigraphie du Néogène et la stratigraphie intégrée (par exemple, Choubert et al., 1964 ; Feinberg et Lorenz, 1970 ; Bossio et al., 1976 ;

Moreau et al., 1985 ; Wernli, 1977, 1988 ; Benson et al., 1991, 1995 ; Hodell et al., 1989, 1994). L'ensemble du tronçon de la route de Oued Akrech a été étudié par Wernli (1977), Cita et Ryan (1978), Benson et ses collègues (Benson et Rakic-El Bied, 1996) et Barbieri (1998), tandis que Sierro et al., (1993) et Hilgen et al.,(2000a, b) ont concentré leurs études uniquement sur la partie inférieure qui est bien exposée.

La limite inférieure du Messinien a été validée officiellement au Maroc par Hilgen et al., 2000a, b). Cette limite est tracée dans la section de l'Oued Akrech (fig. 05). Cette dernière a fourni un excellent biostratigraphie du plancton carbonaté (foraminifère), magnétostratigraphie et cyclostratigraphie à travers la limite d'intervalle (Tortonien/Messinien). Les foraminifères planctoniques ont été étudiés par Feinberg et Lorenz (1970), Bossio et al., (1976), Wernli (1977), Cita et Rayan (1978), Benson et al., (1991), Barbieri (1998) et Hilgen et al., (2000). L'enregistrement quantitatif du marqueur le plus important permet de reconnaître quatre événements distincts qui, dans l'ordre stratigraphique, sont la dernière occurrence commune (LCO) de *Globorotalia menardii* 4 de Tjalsma (1971) (=PF-Event 1 de Sierro et al., 1993), la première occurrence commune (FCO) de *Globorotalia menardii* 5 avec un enroulement dextre de Tjalsman (1971) (= PF-Event 2 de Sierro et al., 1993), un changement d'enroulement senestre à dextre important du groupe *Globorotalia scitula* (= PF- Event A de Sierro et al., 1993) et la première occurrence régulière (FRO) du groupe *Globorotalia miotumida* (= PF- Event 3 de Sierro et al., 1993 et la première occurrence régulière (FRO) du groupe *Globorotalia conomiozea* de Krijgsman et al., 1995). Le GSSP se situe dans la zone sub-tropicale M13b (*Globigérinoïdes extremus* / *Globorotalia plesiotumida*-*Globorotalia linguaensis* de la sous zone d'intervalle de Berggren et al., (1995) et la sous zone de *Globorotalia suturae* d'Iccarino (1985), et coïncide avec la limite de transition des zones Mt9-Mt10 ( *Globorotalia conomiozea* / *Globorotalia mediterranea* – sous zone d'intervalle de *Globorotalia sphericomiozea*) de Berggren et al., (1995).

Les nanofossiles calcaires ont été étudiés par Benson et Rakic El-Bied (1996) et Hilgen et al., (2000). Les données quantitatives révèlent les principaux événements suivants dans l'ordre stratigraphique : la première occurrence des espèces *Amaurolithus primus*, *Reticulofenestra rotaria*, *Amaurolithus* aff. *amplificus*, la première occurrence commune de *Reticulofenestra rotaria*, la première occurrence commune de *Amaurolithus delicatus*. Le GSSP se situe dans la zone NN1 1b de Martini (1971) et la zone CN9b de Okada et Bukrg (1980).



**Fig. 05.** Vue panoramique de la section de Oued Akrech montrant le stratotype de la limite Tortonien-Messinien à la base d'un lit rougeâtre du cycle OA-15 (d'après Hilgen & *al.*, 2000b).

Des études magnétostratigraphiques ont été réalisées par Benson et ses collègues (Benson et Rakic-El Bied, 1996, Hodell et al., 1989) et Hilgen et al.,(2000). La magnétostratigraphie la plus récente est de très bonne qualité à travers la limite et son étalonnage au GPTS est simple grâce aux corrélations stratigraphiques intégrées aux coupes méditerranéennes bien calibrées. Les deux intervalles de polarité normale enregistrés et intervenant l'intervalle inversé correspond de bas en haut C3Br. 1n, C3Br. 1r et C3Bn.

Un enregistrement d'isotopes stables benthiques de résolution relativement faible a été établie pour Oued Akrech (Hodell et al., 1989) dans laquelle le changement de chronographie mondiale (global) carbon 6 peut être reconnu. Ce changement de carbone peut être plus facilement reconnu dans l'enregistrement des isotopes à plus résolution (Hodell et al., 1994).

*Deuxième chapitre :* **LITHOSTRATIGRAPHIE ET ATTRIBUTION  
BIOSTRATIGRAPHIQUE**

Deuxième chapitre : **LITHOSTRATIGRAPHIE ET ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE**

## I. INTRODUCTION

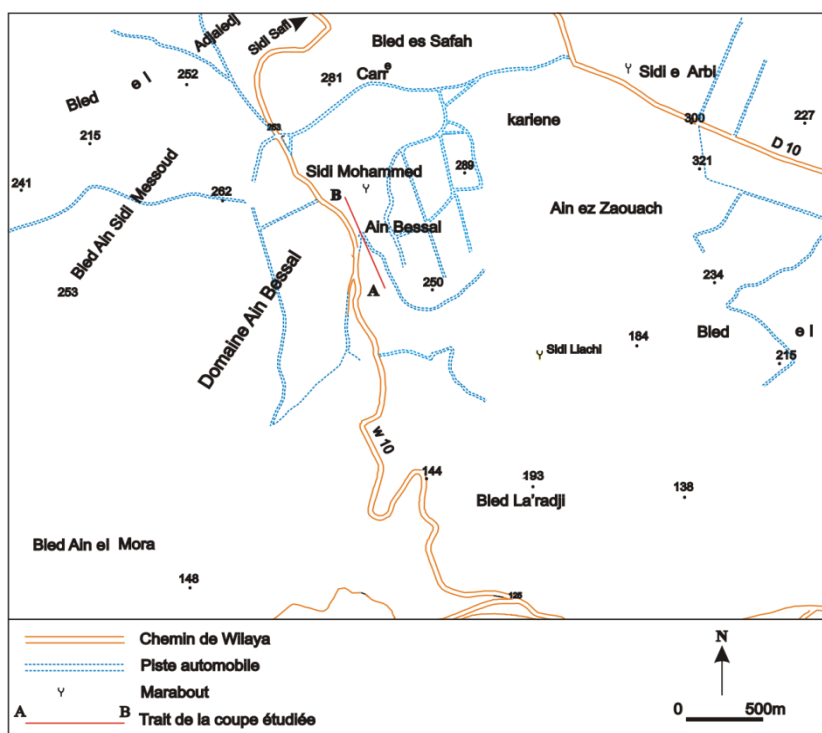
Dans ce chapitre, la coupe de Ain Bessale est représentée lithostratigraphiquement par des marnes jaunâtres, qui passent directement à une alternance à plusieurs termes (Grès-Marne) et (Calcaire-Marne). Ce chapitre s'intéresse également à l'étude micropaléontologique des foraminifères et les fossiles associés.

## II. LITHOSTRATIGRAPHIE

### A. Etude de la coupe de Ain Bessale

#### 1. Localisation de la coupe

Notre trait de coupe se localise à proximité de le chemin wilaya W10, selon une direction sensiblement NNE-SSW (fig. 06). Il est limité au Nord par le marabout de Sidi Mohammed, au Sud par Bled La'radji, à l'Est par Ain ez Zaouach et à l'Ouest par Domaine Ain Bessale.



**Fig. 06.** Localisation de la coupe de Ain Bessale.

## 2. Description lithologique

La coupe de Ain Bessale à une épaisseur totale de 117 m (fig. 07). Dans cette coupe, les caractéristiques lithologiques nous a permis de donner une idée sur la succession de deux unités lithostratigraphiques bien distinctes (fig. 08).



**Fig. 07.** Vue panoramique de la coupe de Ain Bessale.

### 2.1. Unité de marnes bleues (AB1-AB7) (Ep = 35m)

Elle est essentiellement marneuse, dont la partie inférieure est commencée par des marnes bleuâtre à la patine et à la cassure, passant verticalement à des marnes indurées, le long de 20m d'épaisseur, de couleur jaune à la patine et gris à la cassure, riche en moules internes et externes de bivalves, gastéropodes, plaques d'échinodermes et les dents de squales.

Sur le plan micropaléontologique, le lavage des niveaux marneux a révélé une riche microfaune carbonatée (foraminifères planctoniques et benthiques).

### 2.2. Unité de marno-calcaire gréseuse (AB7- AB18) (Ep = 82m)

Cette unité lithostratigraphique est repose directement sur les marnes grises tortoniennes. Elle montre généralement une couleur jaunâtre. Les critères lithologiques et l'organisation stratonomique permettant de distinguer deux sous unités.

#### Sous-unité (A) (AB7- AB16) (Ep = 74m)

Cette sous-unité présente une alternance de marnes et des bancs de grès où la partie inférieure montre des marnes sableuses de couleur jaune à 4m d'épaisseur. Les bancs de grès sont centimétriques de couleur jaunâtre et les marnes (0,70 à 05 m d'épaisseur) sont de teinte

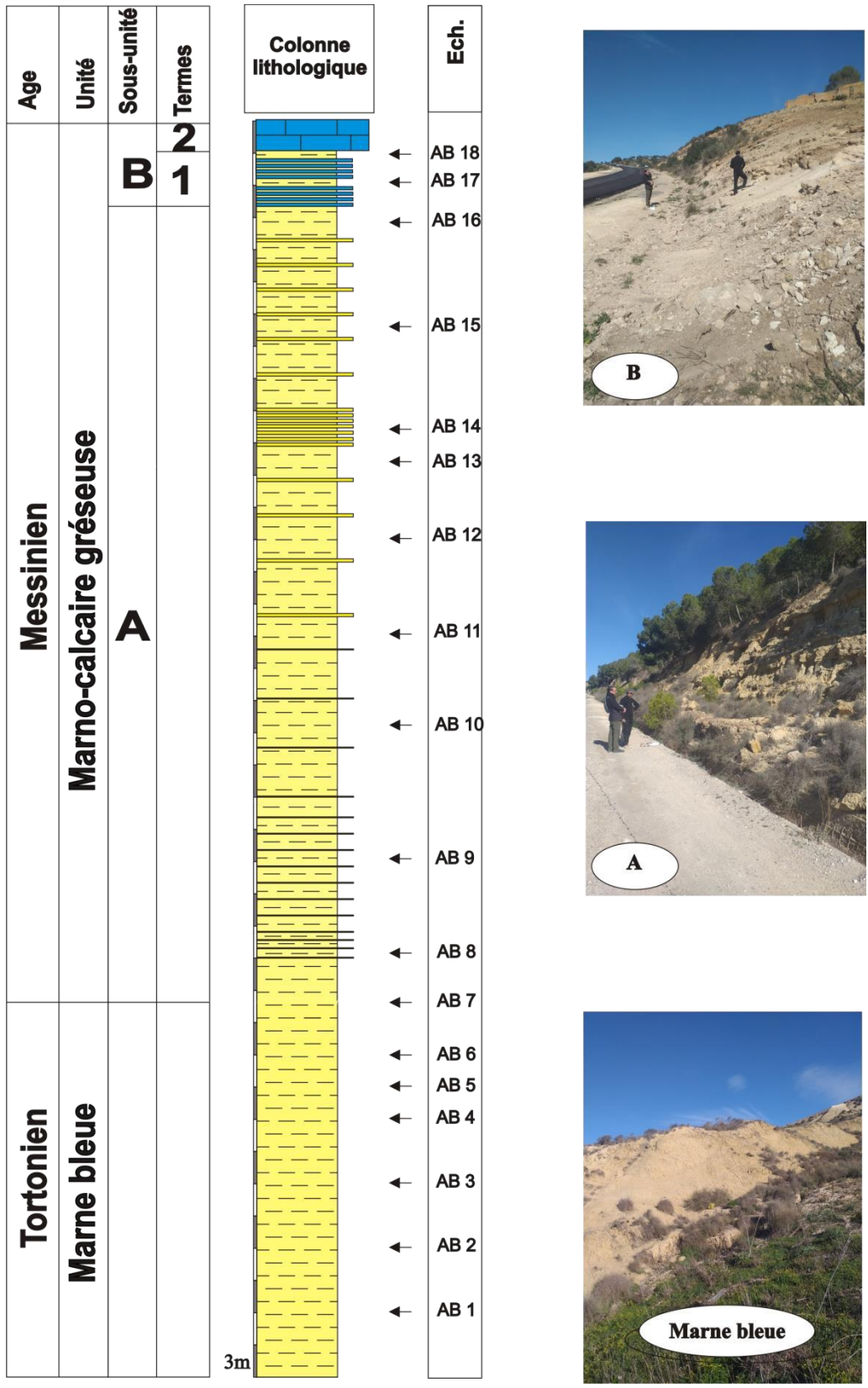


Fig. 08. Succession lithostratigraphique de la coupe de Ain Bessale.

 1     
  2     
  3

1 : Marnes ; 2 : Grès ; 3 : Calcaires

jaune. La malacofaune est abondante et diversifiée, regroupe les bivalves, les gastéropodes et les échinides. Alors que les échantillons prélevés ont livrés une microfaune essentiellement carbonatée représentée par des foraminifères.

#### Sous-unité (B) (AB17–AB18) (Ep = 8m)

Cette deuxième sous-unité à prédominance carbonatée, et elle est subdivisée en deux termes, avec de bas en haut:

*Terme 1 (5m)* : Il s'agit de huit séquences à deux termes (calcaire-marne). Les bancs de calcaire peuvent atteindre 1m d'épaisseur, de couleur grisâtre, renferment parfois des nodules de fer. Par ailleurs, les marnes (0,16 à 0,9m d'épaisseur), montrent une teinte jaunâtre. La macrofaune est représentée par les bivalves et les échinides. De plus, le contenu micropaléontologique est représentées par les foraminifères benthiques et planctoniques.

*Terme 2 (3m)* : de couleur grisâtre, correspond à des calcaires à terriers, massifs de couleur grisâtre à la patine et à la cassure, durs. Il comporte des bivalves, des gastéropodes et des échinides.

### **III. ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE**

Dans la première unité de la coupe de Ain Bessale, les marnes jaunes renferment simultanément deux marqueurs; *Neogloboquadrina dutertrei* et *Neogloboquadrina humerosa* qui correspondent à la biozone à *N. dutertrei* et *N. humerosa* attribuée au Tortonien supérieur (fig. 09). Par ailleurs, dans la seconde unité à *Globorotalia mediterranea*, le début du Messinien est marqué au niveau de l'échantillon AB7 par la FO de *Globorotalia conomiozea*.

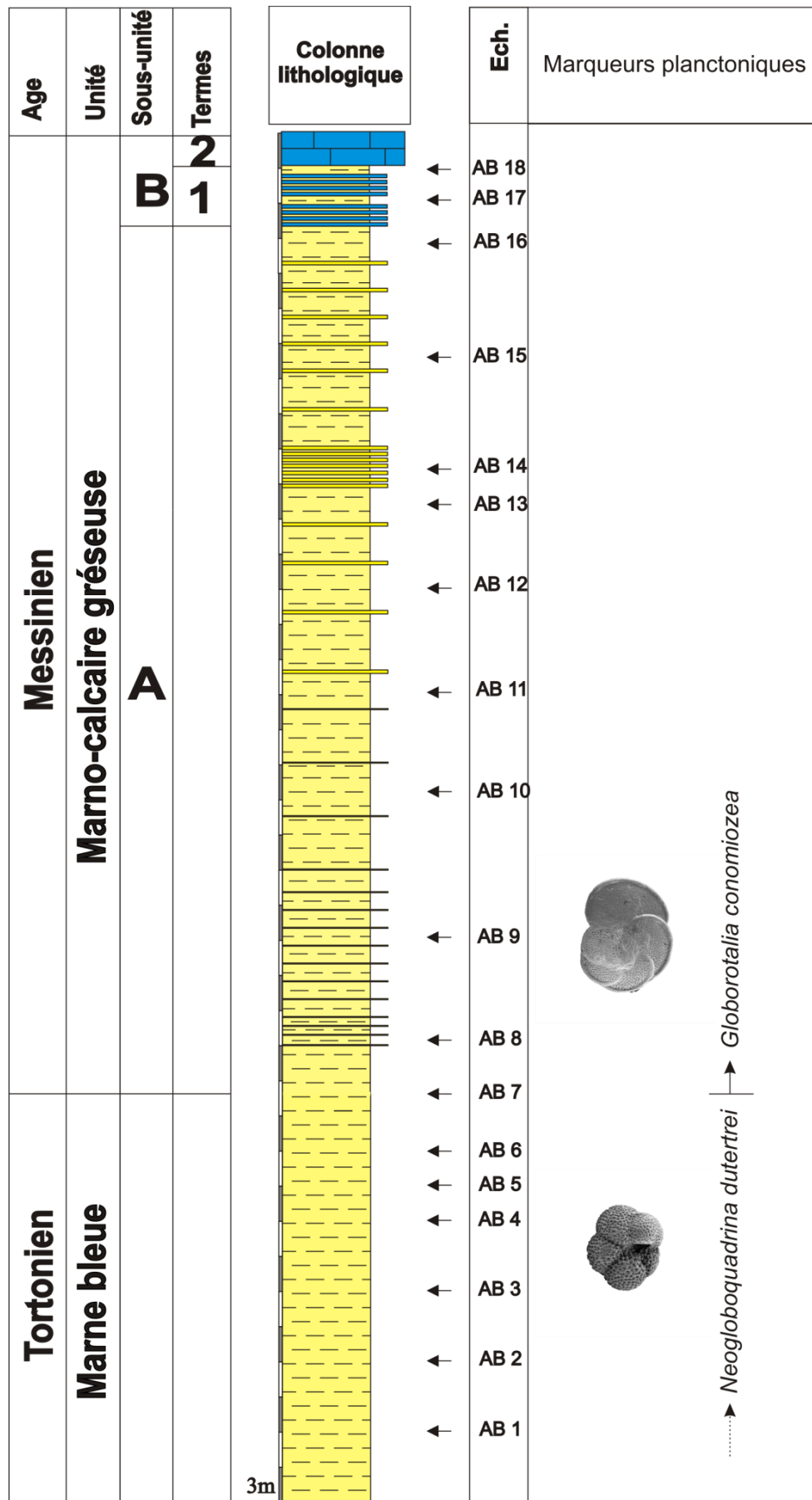


Fig. 09. Attribution biostratigraphique de la coupe de Ain Bessale.

*Troisième chapitre :* **INVENTAIRE SYSTEMATIQUE**

## **I. INTRODUCTION**

Comme dans toute étude paléontologique, nous insistons sur le rôle important de la systématique pour guider et préciser nos attributions stratigraphiques. Dans ce travail, chaque taxon récolté est directement comparé avec les formes citées, décrites ou illustrées dans des publications et les ouvrages de micropaléontologie

## **II. INVENTAIRES SYSTEMATIQUE**

### **A. Les foraminifères planctoniques**

Famille : **Globigerinidae** Carpenter, Parker & Jones, 1862.

Genre : *Globigerina* d'Orbigny, 1826.

Espèce : *Globigerina apertura* Cushman, 1918.

#### **Référence :**

1918- *Globigerina apertura* Cushman: U.S.Geol.Serv. Bull. N°676, 57, Pl.12, fig.8a-c.

1969- *Globigerina bulloides apertura* Cushman: Blow, Proc. Inter. Conf. Plankt. Microfossils, Geneva, 1967,1967, 1, P.317, Pl. 12, fig.8.

**Description :** Le test est multiloculaire, composé de 5 à 6 loges globuleuses sur la face ombilicale, une ouverture primaire ombilicale plus ou moins circulaire.

**Niveau:** AB1, AB15, AB12.

Espèce : *Globigerina nepenthes* Todd, 1957

#### **Référence:**

1957- *Globigerina nepenthes* Todd: p. 301 pl. 78, fig.7.

1993- *Globigerinanepenthes* Todd: Chaisson et Leckie, p. 169 pl. 1; fig. 12.

**Description:** L'enroulement de *Globigerina nepenthes* commence d'une manière très serré jusqu'aux les dernières loges qui deviennent plus spirales et montrant un contour allongé caractéristique. La forme de dernière loge est haute avec une grande ouverture généralement

bordée d'un bourrelet épais. Le test est de forme générale allongé avec quatre loges globulaires.

**Niveau:** AB4, AB11, AB14.

Espèce: *Globigerina bulloides* d'Orbigny, 1826.

**Référence:**

1826- *Globigerina bulloides* d'Orbigny: Ann. Sci. Nat. 7, n°1, P.277.

1972- *Globigerina bulloides* d'Orbigny: Bizon et Bizon, Edit. Technip, Paris, p. 156, fig.1-4.

1975- *Globigerina bulloides* d'Orbigny: Yassiny, Riv. Ital. Paleont., 81, pl.13, fig.7-9.

1976- *Globigerina bulloides* d'Orbigny: Berggren & Bilal Ul Haq, Palaeogeogr, Palaeoclim. 20, pl.VII, fig.1, 1a.

1987- *Globigerina bulloides* d'Orbigny: Sierrro, Paleont.Neog.Huelva, pl.IV, fig.7-9.

**Description :** Cette espèce caractérisée par un test multiloculaire composé de 4 à 5 loges globuleuses avec une ouverture ombilicale, asymétrique, large et profond.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB4, AB5, AB7, AB8, AB9, AB10, AB11, AB12, AB13, AB14, AB15, AB16, AB17, AB18.

Espèce: *Globigerina concinna* Reuss, 1850

**Référence :**

1850- *Globigerina concinna* Reuss : p.375, pl. 47, fig. 8 (Ellis et Messina, 1940)

1979- *Globigerina concinna* Reuss: Serrano, p. 96, pl. I, fig. 12.

1985- *Globigerina concinna* Reuss: Rögl, p. 322, figs. 4.17-20; 3.

**Description :** Cette forme ressemble de *Globigerina bulloides*. Elle montre cinq loges subsphériques. L'ouverture petite intra-ombilicale d'une forme subrectangulaire.

**Niveau:** AB5-AB8-AB9-AB11-AB15.

Espèce: *Globigerina falconensis* Blow;1959.

**Référence:**

1959- *Globigerina falconensis* Blow: Bull. Amer. Pal. Lthaca, N.Y., 39, n°178, P.177.

1965- *Globigerina falconensis* Blow: Cita et al., Riv. Ital. Paleont., 71, n°1, pl.25, fig. 9a-11c.

1975- *Globigerina falconensis* Blow: Yassini, Riv. Ital. Paleont., 81, pl.13, fig.4-6.

1985- *Globigerina falconensis* Blow: Bolli et Saunders, Cambridge Univ. Press. P. 303, fig.5, 2a-c.

**Description :** Ce test est caractérisé par une forme biconvexe a un enroulement trochospiralé, le test est pluriloculaire composé de 4 loges globuleuses, les sutures sont légèrement déprimées, l'ouverture est ombilicale basse bordé par une lèvre caractéristique.

**Niveau:** AB8, AB17.

Espèce:*Globigerina praecalida* Parker, 1962.

**Référence:**

1969- *Globigerina praecalida* Blow, p. 380, pl. 13, figs. 7-8, pl. 14, fig.3 1979-  
*Globigerina praecalida* Blow: Serrano, p. 101, Pl. II, figs. 7-9.

1987- *Globigerina praecalida* Blow: Sierro, pl. 5, figs. 1-3.

**Description :** Espèce très proche de *Globigerina bulloides* dont elle se distingue par 4 à 5 loges globulaires dans le dernier tour et une ouverture intra-ombilicale légèrement asymétrie.

**Niveau:** AB5, AB7, AB8, AB9, AB15.

Espèce:*Globigerina* sp.

**Description :** Cette espèce possède un test trochospiralé , quatre à cinq loges dans le dernier tour et une ouverture primaire ombilicale symétrique de taille et de forme très variables (carrée, subcarrée, arquée). Son ombilic est souvent grand ouvert, laissant voir les ouvertures des loges précédentes.

**Niveau:** AB1, AB2, AB6, AB12.

Genre:*Globigerinella* Cushman, 1927.

Espèce:*Globigerinella aequilateralis* Brady, 1879.

**Référence:**

1884- *Globigerina aequilateralis* Brady, pl. 80; fig. 18-21.

1985- *Hastegerina aequilateralis* Brady: Bolli et al., p. 251, 252, figs. 42. 6, 43.5-7, 9-10, 7. 10, 11.

**Description** : montrant un enroulement trochospiralé, et présente 5 ou 6 loges globuleuses. L'ouverture est intério-marginale peut être asymétrique.

**Niveau:** AB4.

Espèce : *Globigerinella praesiphonifera* d'Orbigny, 1839.

**Référence:**

1839- *Globigerina siphonifera* d'Orbigny, p.83, pl.4, figs.15-18.

1960- *Hastigerina siphonifera* d'Orbigny: Banner et Blow, p.22, figs. 2a-c.

1985- *Hastigerina siphonifera* d'Orbigny: Bolli et al., p. 251, 252, figs. 42.1-4, 43.1-2, 8; 7, 10, 11.

**Description** : Espèce considéré par de nombreux taxonomistes comme synonyme de *Globigerinella aquilateralis*. Elle en diffère par des loges plus grandes et une ouverture extra-ombilicale.

**Niveau:** AB5, AB13, AB14.

Genre: *Globigerinoïdes* Cushman, 1927.

Espèce: *Globigerinoïdes bulloïdeus* Crescenti, 1996.

**Référence:**

1966- *Globigerinoides bulloideus* Crescenti, p.43, text-fig. 8, n. 3 et 3a; text-fig. 9.

1983- *Globigerinoides bulloideus* Crescenti: Kennett et Srinivasan, p.60 pl. 12; fig. 7-9.

1985- *Globigerinoides obliquus extremus* Bolli et Bermudez: Bolli et al., p. 194, fig. 20.9.

**Description** : ressemblera *Globigerina bulloides* sauf l'existence des ouvertures secondaire sur la face spiral de cette espèce.

**Niveau:** AB5, AB9, AB10, AB15.

Espèce: *Globigerinoides quadralobatus* d'Orbigny 1846.

**Référence :**

1846- *Globigerina quadrilobata* d'Orbigny, p.164, pl. 9, figs 7-10.

1960- *Globigerina quadrilobata* d'Orbigny: Banner et Blow, p. 17, pl. 4, fig. 3 (lectotype).

1983-*Globigerinoïdes quadrilobatus* (d'Orbigny): Kennett et Srinivasan, p. 66. Pl. 14, figs, 1-3.

1985- *Globigerinoïdes quadrilobatus* (d'Orbigny): Bolli et al.,p.196, fig. 20.17, 18.

**Description:** La dernière loge, chez cette espèce, est plus grande que chez les espèces ressemblantes.

**Niveau:** AB15.

Espèce: *Globigerinoïdes obliquus* Bolli, 1957.

**Référence:**

1957- *Globigerinoïdes obliquus* Bolli, Planktonik foraminifera from the Oligocene-Miocene Ciperó and Lengua Formations of Trinidad, B. W. I., U. S. Nat. Mus. Bull., 215, p.113, pl. 25, fig.10a-c.

1965- *Globigerinoïdes obliqua* Bolli: Cita et al., Riv. Ital. Paleont., 71, n°1, pl. 28, fig. 1a-2c.

1972- *Globigerinoïdes obliquus* Bolli: Bizon et Bizon, Edit. Technip, Paris, p. 220, fig. 3.

1985- *Globigerinoïdes obliquus obliquus* Bolli: Bolli et Saunders, Cambridge. Univ. Press,p. 194, fig. 20, 12 a-c.

**Description :** Test trochospiralé basse. Les loges sont sphériques sauf la dernière qui est obliquement comprimées. L'ombilic est étroit, l'ouverture primaire est intériomarginale, ombilicale, en forme d'arche haute et limitée par un rebord. Une petite ouverture secondaire est opposée à l'ouverture primaire.

**Niveau:** AB3, AB9, AB12, AB17.

Espèce:*Globigerinoïdes ruber* d'Orbigny, 1839

**Référence:**

1972- *Globigerina ruber* d'Orbigny: Bizon et Bizon, Edit.Technip, Paris, p.247, fig.12.

1983- *Globigerinoïdes ruber* (d'Orbigny): Kennett et Srinivasan, Hutch. Ross Publ. Comp., p.78, pl.17, fig.1-3.

1987- *Globigerinoïdes ruber* d'Orbigny: Sierro, Paleont. Neog. Huelva, pl. IX, fig.1.

**Description :** C'est une forme à trois loges subsphériques, la dernière loge plus petite que les précédentes, les ouvertures primaires et secondaires sont toujours symétriquement placées au-dessus de la suture entre les deux loges précédentes

**Niveau:** AB4, AB11, AB14, AB15, AB17.

Espèce:*Globigerinoïdes sacculifer* Brady, 1877.

**Référence:**

1972- *Globigerinoïdes sacculifer* (Brady): Bizon et Bizon, Edit. Technip, Paris, p. 236-237, fig.1-6.

1975- *Globigerinoïdes sacculifer sacculifer* (Brady): Yassini, Rev. Ital. Paleont., 81, pl. 12, fig.1, 4, 5.

1983- *Globigerinoïdes sacculifer* (Brady): Kennett et Srinivasan, Hutch. Ross Publ. Comp., p. 66, pl. 14, fig. 4-6.

**Description :** Cette forme est trochospiralé, biconvexe avec un test pluriloculaire composé de 3 à 4 loges, la dernière est allongée et étirée en forme de sac ou capuchon. L'ouverture primaire intério-marginale, ombilicale. La face spirale montre trois ouvertures secondaires.

**Niveau:** AB4.

Espèce :*Globigerinoïdes sp.*

**Description :** Test trochospiralé biconvexe. Les loges sont hémisphériques au nombre de quatre à la face ombilicale. L'ouverture est hémisphérique ombilicale, symétrique. Cette forme présente des ouvertures secondaires à la face spirale.

**Niveau:** AB3.

Espèce:*Globigerinoïdes trilobus* Reuss, 1850.

**Référence:**

1972- *Globigerinoïdes trilobus* (Reuss):Bizon et Bizon, Edit.Technip, Paris, p.225-253, fig.1-5.

1975- *Globigerinoïdes trilobus* (Reuss):Yassini, Rev.Ital.Paleont., 81, p.105, pl.11, fig.5, 6,9.

1983- *Globigerinoïdes triloba* (Reuss): Kennett et Srinivasan, Hutch. Ross Publ. Comp., p.62, pl.13, fig.7-9.

1985- *Globigerinoïdes trilobus trilobus* (Reuss): Bolli et Saunders, Cambridge Univ. Press, p. 196, fig.20, 15 a-c.

**Description :** Test pluriloculaire composé de 3 à 3,5 loges subsphériques et de taille relativement identique. L'ouverture principale est intériomarginale et ombilicale. la face spirale est caractérisé par la présence de trois ouvertures secondaires plus ou moins visibles.

**Niveau:** AB4.

Genre:*Orbulina* d'Orbigny, 1829

Espèce:*Orbulina suturalis* Bönnimann, 1951.

**Référence:**

1965- *Orbulina suturalis* Bönnimann: Cita et al., Riv. Ital. Paleont., 71, n°1, pl. 31, fig.9.

1975- *Orbulina suturalis* Bönnimann : Yassini, Rev. Ital. Paleont., 81, p. 107, pl. 12, fig.6.

1983- *Orbulina suturalis* Bönnimann: Kennett et Srinivasan, Hutch. Ross Publ.Comp., p. 86, pl. 20, fig. 1-3.

**Description :** Le test est subsphérique. Les loges sphériques. La dernière est beaucoup plus grande et très enveloppante, ne laisse voir que la face spirale du stade juvénile. Les ouvertures sont de petites perforations scirculaire distribuées à la surface de la dernière loge.

**Niveau:** AB2, AB4, AB11, AB13, AB18.

Espèce:*Orbulina universa* d'Orbibgny, 1839.

**Référence:**

1965- *Orbulinauniversa* d'Orbigny: Cita et al., Riv .Ital. Paleont., 71, n°1, pl. 31, fig. 11.

1975- *Orbulina universa* d'Orbigny: Yassini, Rev. Ital. Paleont., 81, p. 107, pl.12, fig. 9.

1983- *Orbulina universa* d'Orbigny: Kennett et Srinivasan, Hutch. Ross Publ. Comp., p.86, pl. 20, fig. 4-6.

**Description :** Cette espèce est caractérisée par la dernière loge complètement enveloppante. Elle ne présente que des ouvertures dispersées sur toute la surface.

Niveau: AB2, AB4, AB5, AB6, AB7, AB8, AB11, AB12, AB13, AB15, AB16, AB17, AB18.

Genre: *Praeorbulina* Olsson, 1964.

Espèce: *Praeorbulina glomerosa circularis* (Blow 1956)

**Référence:**

1956- *Globigerinoides glomerosa circularis* Blow, p.65, text-figs.2.3-4.

1985- *Praeorbulina glomerosa circularis* Blow: Bolli et al., p.200, figs.23.3, 24.4; 7, 9, 12.

**Description :** test à dernière loge globulaire, gonflée enveloppant une grande partie du test. Ouvertures subcirculaires, situées dans les points de suture entre la dernière loge et les loges précédentes.

**Niveau:** AB7, AB13, AB16, AB17.

Famille : **Globorotaliidae** Cushman, 1927.

Genre : *Globorotalia* Cushman, 1927.

Espèce: *Globorotalia conomiozea* Kennett, 1966.

**Référence:**

1975- *Globorotalia conomiozea* Kennett: D'onofrio et al., Boll Soc. Paleont. Ital. 14, pl.4, fig.1a-2c.

1986- *Globorotalia conomiozea* Kennett: Sierro, Stud. Geol. Salmanticensis, XXIII, pl.2, fig.7-8.

1994- *Globorotalia conomiozea* Kennett: Van De Poel, Strata, sér.2, 23, p. 79, pl.I, fig.13a-c.

1996- *Globorotalia conomiozea* Kennett: Belkebir, Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, pl. XI, fig.1-3.

**Description :** A un enroulement trochospiralé bas, le test est pluriloculaire composé de 4 loges triangulaires, l'ouverture est ombilicale à intéro-marginale. La face spirale est généralement faiblement renflée, la face ombilicale est convexe.

**Niveau:** AB7, AB8, AB12.

Espèce: *Globorotalia menardii* d'Orbigny, 1972.

**Référence:**

1965- *Globorotalia menardii* (d'Orbigny) : Cita et al., Riv. Ital. Paleont., 71, n°1, pl. 20, fig. 1a-c, pl. 31, fig. 12 a-c.

1972- *Globorotalia menardii* (d'Orbigny): Bizon et Bizon, Edit. Technip, p 86-87, fig. 1-9.

1975- *Globorotalia (Globorotalia) cultrate menardii* Parker, Jones et Brady: Yassini, Riv. Ital. Paleont., 81, 17, fig. 1-5.

1985- *Globorotalia menardii* Parker, Jones et Brady: Bolli et Saunders, Cambridge University. Press, p. 228, fig. 34, 5-7.

**Description :** Aune forme carénée, avec un test pluriloculaire composé de 5 ou 6 loges triangulaires. L'ouverture est intério-marginale. Cette espèce est caractérisée par une carène épaisse.

**Niveau:** AB5.

Espèce: *Globorotalia aff. nicolae* Catalano et Sprovieri, 1971.

**Référence:**

1971- *Globorotalia nicolae* Catalano et Sprovieri, p. 234, pl. 2, figs. 1-2;tf. 9.

1975- *Globorotalia nicolae* Catalano et Sprovieri: D'Onofrio et al., p. 189, pl. 2, figs. 3-4.

1988- *Globorotalia nicolae* Catalano et Sprovieri: Wernli: p. 148, 149 ; figs 107-113.

**Description :** Espèce qui se distingue par 5 loges globulaire dans le dernier tour, un petit apex spiral et un ombilic large et profond.

**Niveau:** AB12.

Espèce: *Globorotalia obesa* Bolli, 1957.

**Référence:**

1957- *Globorotalia obesa* Bolli, U. S. Nat. Mus. Bull., 215, p. 119, pl. 29, fig. 2a-c.

1972- *Globorotalia obesa* Bolli: Bizon et Bizon, Edit. Technip, Paris, p.100, fig.1-3.

1983- *Globigrinella obesa* Bolli : Kennet et Spinivasan, Hutch. Ross. Pub. Comp., p. 134, pl. 59, fig.3-5.

**Description :** Test trochospiralé basse, plane à faiblement convexe. Les loges sont globuleuses. Les sutures sont déprimées. L'ouverture est intério-marginale en forme de fente large.

**Niveau:** AB12.

Espèce: *Globorotalia* sp.

**Description:** Le test est trochospiralé faiblement ombiliqué, comporte 5 loges dans à la face ombilicale.

**Niveau:** AB5, AB9, AB12.

Genre: *Neogloboquadrina* Bandy, Frerichs & Vincent, 1967.

Espèce: *Neogloboquadrina acostaensis* Blow, 1959.

**Référence:**

1971- *Globorotalia acostaensis* Blow: Postuma, Elsevier. Publ. comp., Amsterdam, p.314-315.

1972- *Globorotalia acostaensis* Blow: Bizon et Bizon, Edit. Technip, Paris, p. 11-14, fig.1-10.

1994- *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow): Van De Poel, Strata, sér. 2, 23, p. 81, pl. II, fig.12 a-b.

2000- *Neogloboquadrina acostaensis* Blow: Boukli-Hacene, Thèse Doct. Etat. Univ. Etat. Univ. Prov. pl. VI, fig.3.

**Description :** Cette forme présente un test multiloculaire avec 4 à 5 loges globuleuse. L'ouverture ombilicale à extra-ombilicale et dont le rebord est bordée par une lèvre épaisse.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB5, AB6, AB7, AB8, AB9, AB12, AB17.

Espèce: *Neogloboquadrina aff. pachyderma* Erenberg, 1861.

**Référence:**

1972- *Globigerina pachyderma* Erenberg: Bizon et Bizon, p.172, figs.1-3.

1983- *Neogloboquadrina pachyderma* Erenberg: Kennett et Srinivasan, pl.47, figs.2,6-8.

1988- *Globorotalia pachyderma* Erenberg: Wernli, p.144, figs.99-100.

**Description:** forme trochospiralée basse comportant quatre loges subégales dans le dernier tour. L'enroulement du test est compact, la paroi granuleuse et l'ouverture le plus souvent extraombilicale en fente assez basse avec un bord épais.

**Niveau:** AB7, AB9, AB14.

Espèce: *Neogloboquadrina incompta* Cifelli, 1961.

**Référence:**

1961- *Globigerina incompta* Cifelli, p. 83, pl. 4, figs. 1-7.

1988- *Globorotalia incompta* (Cifelli): Wernli, p. 143, figs. 93-96.

**Description :** Elle est représentée par un test multiloculaire. Les loges sont globuleuses. Il se distingue par son contour assez quadrangulaire. Sa face ombilicale montre un ombilic ouvert avec une ouverture arquée, possédant une lèvre.

**Niveau:** AB4, AB7, AB9, AB10, AB13.

Espèce: *Neogloboquadrina duterteri* (d'Orbigny, 1839)

**Référence:**

1839- *Globigerina duterteri* d'Orbigny: d'Orbigny, p.84, pl 4, figs 19-21.

1983- *Neogloboquadrina duterteri* d'Orbigny: Kennett et Srinivasan, p.198, pl 48, figs 7-9.

1985- *Neogloboquadrina duterteri* (d'Orbigny): Bolli et al., p. 208-209, figs. 27.1-4, 28.1-8: 6. 10. 11.

**Description:** cette forme est subglobuleuse et à trochospire moyenne à haute. Ce dernier argument c'est le plus utilisé pour faire la différence entre cette espèce et les deux autres taxons de *Neogloboquadrina acostaensis* et *Neogloboquadrina humerosa*.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB5, AB6.

Espèce: *Neogloboquadrina humerosa* (Takayanagi et Saito, 1962)

**Référence:**

1962- *Globorotalia humerosa* Takayanagi et Saito: Takayanagi et Saito, p. 78, pl. 28, figs. 1-2.

1983- *Neogloboquadrina humerosa* Takayanagi et Saito: Kennett et Srinivasan, pl. 48, figs. 4-6.

1985- *Globorotalia humerosa humerosa* Takayanagi et Saito: Bolli et al.: p. 208-209, figs. 27.8. 28.15.6. 10. 11.

**Description:** Ce taxon se diffère de *Neogloboquadrina acostaensis* par son ouverture plus ouverte. Il montre généralement cinq à six loges à la face ombilicale. Cette espèce se distingue de *Neogloboquadrina duterteri* par sa trochospire basse.

**Niveau:** AB1, AB4, AB5, AB6.

Espèce: *Neogloboquadrina* sp.

**Description :** Le test est globuleux. Les 5 à 6 loges du dernier tour présentent un accroissement rapide. Sur la face spirale plus ou moins convexe, les loges sont globuleuses et les sutures légèrement courbes et déprimées. L'ouverture est une fente étroite, ombilicale à extra-ombilicale, bordée par une lèvre épaisse.

**Niveau:** AB12.

### **B. Foraminifères benthiques**

Famille: **Bagginidae** Cushman, 1927.

Genre: *Cancris* de Montfort, 1808.

Espèce: *Cancris* sp.

**Description :** Test calcaire perforé, à structure radiale, allongé. La face spirale est évoluée. La face ombilicale possède un ombilic ouvert. L'ouverture située sur la face ombilicale, porte une lèvre projetée vers l'ombilic.

**Niveau:** AB2-AB3-AB6.

Famille: **Rotaliidae** Ehrenberg, 1839.

Genre: *Ammonia* Brunnich, 1772.

Espèce: *Ammonia beccarii* Linnaeus, 1758.

### **Référence:**

1758- *Nautilus beccarii* Linnaeus, Cd. 10,v. 1, p. 1-824,G.

1982- *Ammonia beccarii* Linnaeus: Agip. SPA. Pl. XLI. Fig.3.

**Description:** Cette forme est caractérisée par un enroulement trochospiralé et elle est biconvexe, avec des sutures légèrement courbées, épaisses et déprimées. La face ombilicale montre des granules, les loges sur la face spirale sont séparées par des sutures épaisses. L'ouverture est intério-marginale.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB5, AB6, AB8, AB12, AB18.

Espèce: *Ammonia inflata* Seguenza, 1862.

**Référence:**

1862- *Rosalina inflata* Senguenza, p. 106, pl. 1, fig. 6.

1982- *Ammonia inflata* (Senguenza): Agip Spa, pl. XLI, fig. 4.

2002- *Ammonia inflata* (Senguenza): Hebib, p. 75, pl. I, fig. 4-5.

**Description:** Le test montre une dissymétrie, avec une face spirale presque plane et une face ombilicale enflée et granuleuse. Les lignes de sutures sont limbées sur la face spirale et déprimée sur la face ombilicale. L'ouverture en fente se situe sous la dernière loge.

**Niveau:** AB5.

Famille: **Lagenidae** Reuss, 1862.

Genre: *Lagena* Walker&Jacob, 1798.

Espèce: *Lagena* sp.

**Description:** Test uniloculaire, présentant une seule loge globulaire. Il se termine par un col avec une ouverture basale arrondie.

**Niveau:** AB9.

Famille : **Cibicididae** Cushman, 1927.

Genre: *Cibicides* De Montfort, 1808.

Espèce: *Cibicides dutemplei* d'Orbigny, 1846.

**Référence:**

1846- *Rotalina dutemplei* d'Orbigny, p.157, pl.8, fig.19,21.

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

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

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

**Description:** Le test est plano-convexe ou légèrement biconvexe et grossièrement perforé. 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.

**Niveau:** AB13.

Espèces: *Cibicides* sp.

**Description:** Le test est trochospiralé légèrement aplati, toutes les loges sont visibles sur la face spirale les lignes de sutures sont déprimées.

**Niveau:** AB1, AB2, AB6.

Genre: *Cibicoides* Thalmann, 1939.

Espèce: *Cibicoides ungerianus* d'Orbigny, 1846 .

**Référence:**

1846- *Rotalia ungeriana* d'Orbigny: Foram. Foss. Bass. Vienne, p. 157, pl. 8, fig.16- 18.

1982- *Cibicoides ungerianus* (d'Orbigny) : Agip spa, pl.LI, fig.4.

1982- *Cibicoides ungerianus* (d'Orbigny) : Van Der Zwaan, Utrecht, P. 147, PL. 6, fig. 2.

2002- *Cibicoides ungerianus* (d'Orbigny): Hebib, Thèse Magi. Unive. Oran, P. 70, PL. IV, fig. 5-7.

**Description :** Cette espèce a un test trochospiralé et légèrement aplati. Toutes les loges sont visibles sur la face spirale où s'observe des perforations près des sutures. L'ouverture est en périphérie à la base de la dernière loge.

**Niveau:** AB4, AB7, AB8, AB10, AB11, AB13, AB14, AB15, AB16, AB17, AB18.

Espèce : *Cibicoides pseudoungerianus* Cushman, 1922 .

**Référence:**

1922- *Trucatulina pseudoungerianus* Cushman : U. S. Geo. Surv. Prof. Paper. 129E, P97, PL. 20. Fig. 9.

1960- *Cibicoides pseudoungerianus* (Cushman): Barker, Soc. Econ. Paleont. Miner. Sp. Pub. N°9, PL. XCIV, fig. 9.

1967- *Cibicoides pseudoungerianus* (Cushman) : Blanc-Vernet, p. 280.pl. XIV, fig. 16.

2002- *Cibicoides pseudoungerianus* (Cushman) : Hebib,p. 70, PL. IV, fig. 8.

**Description** Les loges présentent un enroulement trochospiralé. La face spirale du test est plane et présente une surface poreuse et porte une masse calcaire centrale.

**Niveau:** AB5, AB10, AB13.

Espèce: *Cibicoides italicus* Di Napoli Alliata, 1952 .

**Référence:**

1952- *Cibicidesitalicus* Di Napoli Alliata, pp. 1-3. pl. 1, figs. 1-7.

1982- *Cibicidesitalicus* Di Napoli: Agip spa, pl. LI, fig. 5.

2000- *Cibicidesitalicus* Di Napoli Alliata: Kouwenhoven, pl. 3, figs. 2a-c.

**Description:** *Cibicoides italicus* possédant un test hyalin à paroi épaisse. La face ombilicale ombilicale est concave alors que la face spirale est fortement convexe et hémisphérique et montre un grand nombre de loges.

**Niveau:** AB8.

Espèce: *Cibicoides* sp.

**Description:** Ce taxon présent un enroulement trochospiralé légèrement aplatie. Les loges sont visibles. L'ouverture est périphérique à la base de la dernière loge.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB5, AB12.

Genre: *Anomalinoïdes* Brotzon, 1942

Espèce: *Anomalinoïdes* sp.

**Description:** Le test est planispiralé, plus ou moins aplati. La dernière loge a tendance à se décaler légèrement par rapport au plan d'enroulement des loges précédentes donnant au test un aspect légèrement dissymétrique. La périphérie est arrondie

**Niveau:** AB1, AB2, AB, -AB12.

Famille: **Nodosariidae** Ehrenberg, 1838

Genre: *Amphicoryna* Shlumberger, 1881.

Espèce: *Amphicoryna scalaris* Batsch, 1791.

**Référence:**

1791- *Nautilus (Orthoceras) scalaris* Batsch, Conchyliendes seesandes, N° 4, PL. 2, fig. a, c.

1974- *Amphicoryna scalaris* (Batsch): Levy et al., pl. II, figs. 10, 11, 12.

1982- *Amphicoryna scalaris* (Batsch): Agip spa, pl. XIX, fig. 7.

1997- *Amphicoryna scalaris* (Batsch): Debenay et Redois, pl. 2, fig. 17.

**Description:** Cette espèce présente un test calcaire, allongé et unisériel. L'ouverture est terminale portée par un col. Les lignes de sutures sont obliques et deviennent horizontales au dernier stade.

**Niveau:** AB5, AB7, AB8, AB13.

Espèce: *Amphicoryna* sp.

**Description:** Le test est allongé. Les loges du premier tour sont compressées, puis sont développées. Les sutures d'abord oblique, s'étranglent et deviennent horizontales au dernier stade. L'ouverture terminale radiée est portée par un col distinct.

**Niveau:** AB4, AB5, AB10.

Genre: *Nodosaria* Lamarck 1812

Espèce: *Nodosaria* sp.

**Description :** Le test est allongé, pluriloculaire, montre des loges de taille égale.

**Niveau:** AB18.

Genre: *Marginulina* D'Orbigny, 1826.

Espèce: *Marginulina costata* (Batsch, 1791)

**Référence:**

1927- *Marginulina costatus* (Batsch), Plummer, p. 107, pl. 5, fig.8.

1992- *Marginulina costata* (Batsch), Hussein, p. 110, fig. 2.2.

2000- *Marginulina costata* (Batsch), Abul-Nasr, p. 72, fig. 15.9.

2009- *Marginulina costata* (Batsch), Anan, PL. I, fig. 11.

**Description:** Le test est pluriloculaire. La section transversale des loges varie de subcylindrique à ovale. Les loges sont modérément compactes, et sont caractérisées par des côtes longitudinales. L'ouverture radiale est terminale et marginale (avec ou sans col court)..

**Niveau:** AB8.

Famille: **Hauerinidae**, Schwager, 1876.

Genre: *Sigmoilinita* Seiglie, 1965.

Espèce: *Sigmoilinita tenuis* Czjzek, 1848

**Référence:**

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.

**Description:** 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.

Niveau: AB10, AB11, AB14, AB15, AB16, AB17.

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

Espèce: *Quinqueloculina* sp.

**Description:** Test pelotonné. Les loges sont disposées dans plusieurs plans. L'ouverture est simple et arbore une dent.

**Niveau:** AB16.

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

Genre: **Globobulimina** Cushman, 1927.

Espèce: **Globobulimina sp.**

**Description:** Le test est lisse, ovale avec une base plane. L'arrangement des loges est trisériel  
L'ouverture est allongée au sommet de la dernière loge.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB6, AB11, AB12, AB18.

Genre : **Bulimina** D'Orbigny, 1826 .

Espèce: **Bulimina aculeata** D'Orbigny, 1826.

**Référence:**

1826- *Bulimina aculeata* D'Orbigny, Ann. Sci. Nat., sér. 1, 7, p. 269, n° 7.

1982- *Bulimina aculeata* D'Orbigny: Van der Zwaan, pl. 2, figs. 1-2, text fig. 61.

2002- *Bulimina aculeata* D'Orbigny: Kaminski et al., pl. III, Fig. 3.

2005- *Bulimina aculeata* D'Orbigny: Van Hinsbergen et al., pl. III, fig. 11-12.

**Description:** Le test est plus ou moins allongé. Les dernières loges, volumineuses, sont désaxées par rapport au reste du test.

**Niveau:** AB4, AB15.

Espèce: **Bulimina subulata** Cushman & Parker, 1937.

**Référence:**

1937- *Bulimina elongata* D'Orbigny, Contr. N°. 13, p. 49, pl. 7, figs. 6,7.

1956- *Bulimina elongata* D'Orbigny: Longinelli, p. 151, pl.

13, fig. 6.

2012- *Bulimina subulata* Cushman et Parker: Pérez et al., p. 143, fig. 6J.

**Description:** C'est une forme trapue. Les deux dernières loges constituent plus des 2/3 du test.  
La base est recouverte de pustules ou d'épines.

**Niveau:** AB3, AB12.

Espèce: *Bulimina costata* d'Orbigny, 1852.

**Référence:**

1852- *Bulimina costata* d'Orbigny: Ann. Sci. Nat., 7, n°3, p. 209.

1960- *Bulimina costata* d'Orbigny: Barker, Soc. Econ. Paleont. Miner., Sp. Pub. N°9, pl. LI, Fig. 11, 13.

1982- *Bulimina costata* d'Orbigny: Agip Spa, pl. XXVII, fig. 6.

1982- *Bulimina costata* d'Orbigny: Van Der Zwaan, Utrecht Micropal. Bull. v. 25 p. 177, pl. 3. fig. 9

**Description:** Cette espèce ayant un test trisérié, allongé. Les loges sont globuleuses. La surface externe est ornementée par de nombreuses côtes longitudinales à l'exception de la partie supérieure de la dernière loge.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB5, AB6.

Famille: **Bolivinidae** Cushman, 1927.

Genre: *Bolivina* d'Orbigny, 1839.

Espèce: *Bolivina dilatata* Reuss, 1850.

**Référence:**

1850- *Bolivina dilatata* Reuss: K, Akad. Wiss.Math.Naturw.,Wien, Bd. 1, p. 301.

1959- *Bolivina dilatata* Reuss: Dieci, Paleont. Ital., 54, sér.n°24, p. 67, pl. 5,fig. 29-30.

1992- *Bolivina dilatata* Reuss: Poignant et Morissette, pl. 1, fig. 11.

**Description:** Cette espèce a une forme allongée due au gonflement de la deuxième partie du test. La dernière loge se termine par une ouverture allongée.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB6, AB12, AB14.

Espèce: *Bolivina dentellata* Tavani, 1955 .

**Référence:**

1955- *Bolivina dentellata* Tavani, p. 145, tf. 1, figs. 1-3.

1980- *Bolivina dentellata* Tavani: Orszag-Sperber, pl.2, fig. 5.

1982- *Bolivina dentellata* Tavani: Van Der Zwaan, p. 172, pl. 2, figs. 3-4.

1992- *Bolivina dentellata* Tavani: Poignant et Moissette, pl. 1, fig. 12.

**Description:** Le test est allongé, à structure radiée. Les lignes de sutures sont incurvées. L'ouverture est en forme de boucle allongée avec une dent.

**Niveau:** AB7, AB7, AB12.

Espèce: *Bolivina punctata* (d'Orbigny), 1839

**Référence:**

1975- *Bolivina punctata* d'Orbigny : Yassini, pp. 229-249, pl. 3, fig. 39.

1982- *Bolivina punctata* d'Orbigny): Agip spa, pl. XXIX, fig. 9.

1992- *Bolivina punctata* d'Orbigny : Poignant et Moissette, pp .657-674 Stuttgart, Nov. Pl. 3, fig. 2.

**Description:** Cette forme a un test allongé et aplati avec une ouverture allongée dans le sens de l'aplatissement. L'arrangement des loges est bisérié et la paroi calcaire est finement perforée.

**Niveau:** AB5.

Espèce: *Bolivina spathulata* Williamson, 1858.

**Référence:**

1951- *Bolivina spathulata* (Williamson); Marks, Contr. Cushman 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.

**Description:** 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 incurvées et fortement

obliques. La paroi est mince et finement perforée. L'ouverture est allongée sur la marge interne de la dernière loge.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB6, AB12.

Espèce: *Bolivina* sp.

**Description:** Le test est allongé, les sutures sont droites. L'ouverture est en forme de boucle allongée avec une dent.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB6, AB9, AB14, AB15, AB16, AB17, AB18.

Genre: *Brizalina* Costa, 1856.

Espèce: *Brizalina arta* MacFadyen, 1930 .

**Référence:**

1930- *Bolivina arta* MacFadyen, P. 58, PL. 5, fig. 21.

1959- *Bolivina arta* (Macfadyen): Deici, Paleont. Ital. 54, Sér. N°24, p. 67, pl. 5, fig. 27-28.

1982- *Brizalina arta* MacFadyen: Agip spa, pl.XXIX, fig.2.

**Description:** Test est pluriloculaire bisérié, allongé et aplati avec des lignes de sutures droites à légèrement incurvées. L'ouverture est terminale.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB6, AB12.

Espèce: *Brizalina* sp.

**Description:** Le test est bisérié, allongé. L'ouverture est en forme de boucle allongée avec une dent.

Niveau: AB4, AB9, AB10, AB11, AB13, AB14.

Famille: **Nonionidae** Schultze, 1854.

Genre: *Melonis* Montfort, 1808

Espèce: *Melonis* sp.

**Description :** Le test libre, involute, a une symétrie bilatérale. Les loges ont un enroulement trochospiralé au stade jeune et planispiralé au stade adulte. La paroi est finement perforée. L'ouverture interio-marginale est en fente reliant les deux faces.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB5, AB6, AB12.

Genre: *Florilus* De Montfort ,1808 .

Espèce: *Florilus boueanus* d'Orbgny,1846.

**Référence:**

1846- *Nonionina boueana* d'Orbigny : For .Foss.Bass.Vienne ,p.108,

1959- *Nonionina boueana* (d'Orbigny) : Dieci,Paleont.Ital.54,sér.n°24 , p53

1982- *Florilus boueana* (d'Orbigny): Agip spa, pl.XX

2002- *Florilus boueana* (d'Orbigny): Hebib, p 65 , pl VI.

**Description :** Test calcaire involute à structure granulaire, planispiralé, pouvant être parfois asymétrique, involute avec accroissement rapides des loges en largeur et en épaisseur. La region ombilicale est de primee. L'ouverture étroite interio-marginale.

**Niveau:** AB10, AB15.

Genre : *Heterolepa* Franzenau, 1884

Espèce: *Heterolepa bellincionii* Gianini e Tavani, 1960.

**Référence:**

1982- *Heterolepa bellicionii* (Gianini e Tavani) : Agip spa, pl. XL, 6.

**Description:** Cette forme est biconvexe, à périphérie épaisse et des loges trochospiraleés. L'ouverture en fente interiomarginale, s'étend de l'ombilic jusqu'à la face spirale.

**Niveau:** AB5, AB7, AB10.

Espèce : *Heterolepa dertonensis* Ruscelli, 1953.

**Référence:**

1982- *Cibicides mexicanus* Nuttall var. *dertonensis* (Ruscelli): Agip spa, PL. LI. fig. 8.

**Description:** Test trochospiralé, il est orné de granules. L'ouverture basale est en fente.

**Niveau:** AB10.

Genre: *Pullenia* Parker et Jones, 1862.

Espèce: *Pullenia bulloides* d'Orbigny, 1826.

**Référence:**

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, p.169,pl. XVIII, fig. 3-6.

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

**Description:** Cette forme montre un enroulement planispiralé, et contient 4à5 loges au dernier tour. Les loges, uniforme, augmentent graduellement en volume. Les lignes de sutures sont droites, radiaires et légèrement déprimées. La paroi est finement perforée. L'ouverture est très basse et s'étend entre les deux ombilics.

**Niveau:** AB3, AB6, AB12.

Famille: **Gavelinellidae** Hofker, 1956.

Genre: *Hanzawaia* Asano, 1944.

Espèce: *Hanzawaia boueana* d'Orbigny, 1846.

**Référence :**

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.

**Description:** Le test est plano-convexe avec une face ombilicale convexe et une face spirale plate à concave. Les loges sont un peu globuleuses à l'exception de la dernière loge. Les

sutures sont courbées. La périphérie est anguleuse et carénée. L'ouverture est ventrale à la base de la dernière loge.

**Niveau:** AB1, AB6, AB8, AB11, AB12.

Famille: **Planulinidae** Bermudez, 1952

Genre: *Planulina* D'Orbigny, 1926

Espèce: *Planulina wüellerstorfi* Schwager, 1866.

**Référence:**

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.

1988– *Planulina wüellerstorfi* (Schwager): Van Marle, p. 68, Pl. 3, fig. 18-19 -20

**Description:** *Planulina wüellerstorfi* se distingue 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.

**Niveau:** AB7, AB10, AB11.

Espèce: *Planulina ariminensis* d'Orbigny, 1826.

**Référence:**

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

1982– *Planulina ariminensis* d'Orbigny: Agip spa, pl. L, fig. 4-4 bis.

2000– *Planulina ariminensis* d'Orbigny: Baggeley, Palaeontology, Vol. 43, part 6, pl. 2, fig. 3.

**Description:** Cette espèce présente un test pluriloculaire aplati et facilement reconnaissable par ses sutures très épaisses et très courbées. 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.

**Niveau:** AB5, AB7, AB9, AB10, AB13, AB14.

Espèce: *Planulina* sp.

**Description :** Test calcaire, discoïdal, compressé, à trochospire faible, à face spirale évolutive et face ombilicale partiellement évolutive, à périphérie tronquée et bordée d'une carène épaisse. Les lignes de sutures sont épaisses et fortement arquées. Le test est couvert de fines perforations et des pores séparés.

**Niveau:** AB5, AB14, AB16, AB17, AB18.

Famille: **Siphoninidae** Cushman, 1927.

Genre: *Siphonina* Reuss, 1850.

Espèce: *Siphonina reticulata* Czjzek, 1848.

**Référence:**

1930- *Siphonina reticulata* (Czjzek): MacFadyen, Mioc. For. Egypt, p.39, pl.4, fig.9

1959- *Siphonina reticulata* (Czjzek): Dieci, Palaeont, Ital., 54, sér. n°24, p.82, pl.7, fig.2.

1982- *Siphonina reticulata* (Czjzek) : Agip spa, pl. XLII, fig. 2.

1985- *Siphonina reticulata* (Czjzek): Belkebir, p.168, pl. XIX, fig 4-6

**Description :** Un test est biconvexe. Les sutures sont légèrement déprimées. L'ornementation correspond des pustules peu développées.

**Niveau:** AB10.

Famille: **Uvigerinidae** Cushman, 1913.

Genre: *Uvigerina* d'Orbigny, 1826.

Espèce: *Uvigerina striatissima* Perconig, 1955.

**Référence:**

1955- *Uvigerina striatissima* Perconig: Boll. Ital. Serv. Geol., 57, fasc. 2-3, p.187, pl.3, fig. 1-4.

1992- *Uvigerina striatissima* Perconig: Van de Poel, pl. I, fig. 5.

2006- *Uvigerina striatissima* Perconig: Schweizer, p. 78, fig. 6.1, i.

2012- *Uvigerina striatissima* Perconig: Pérez et al., p.143, fig. 6R.

**Description:** Ce taxon présente un test allongé. L'ornementation est représentée par des fines côtes longitudinales très serrées et un col bien observé.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB4, AB5, AB6, AB13, AB15.

Espèce: *Uvigerina rutila* Cushman & Todd, 1941

**Référence:**

1982– *Uvigerina rutila* Cushman & Todd: Agip spa, pl. XXXIV, fig. 5.

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

2006– *Uvigerina rutila* Cushman & Todd: Schweizerp. 133, pl. 19.

**Description:** Le test est orné 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.

**Niveau:** AB4, AB5, AB7, AB8, AB10, AB11, AB13, AB15, AB16, AB17.

Espèce: *Uvigerina peregrina* Cushman, 1982.

**Référence:**

1950- *Uvigerina hollicki* Thalmann : Contr. Cushman Found. Foramin. Res., vol. 1, p. 45.

1982- *Uvigerina peregrina* Cushman: Agip spa, pl. XXXIV, fig. 1.

1986- *Uvigerina peregrina hollicki* Thalmann: Van Der Zwaan et al., p. 222 partim, pl. 13, fig. 1-7, pl. 14, fig. 14.

**Description:** La surface du test est hispide, les postules sont disposées sur une ou deux rangées entre les côtes et limitées par les lignes de suture. Le test tend à devenir briésié

**Niveau:** AB4, AB7, AB8, AB9, AB10, AB14, AB15, B16, AB17, AB18.

Espèce: *Uvigerina* sp.

**Description :** Test est multiloculaire trisériel, allongé, fusiforme. Les loges sont globuleuses. La surface du test recouverte de côtes. L'ouverture terminale est arrondie, portée par un col.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB5, AB12, AB16, AB17.

Genre: *Trifarina* Cushman, 1923.

Espèce: *Trifarina bradyi* Cushman, 1923.

**Référence:**

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, p. 164, Pl. XVII, Fig. 8.

1988- *Trifarina bradyi* Cushman: Van Marle, Marine. Micropal., 13, P. 69, Pl. 5, Fig. 10.

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

**Niveau:** AB2, AB3.

Genre: *Rectuvigerina* Mathews, 1845.

Espèce: *Rectuvigerina cylindrica* d'Orbigny, 1994.

**Référence:**

1980- *Uvigerina cylindrica gaudryinoïdes* Lipparini: Thomas, p.150-151,pl.1,fig.2a-c,pl.4,fig.5-6,pl.5,fig.2,4,7.

1982- *Rectuvigerina gaudryinoïdes* (Lipparini): Agip spa, pl.XXXIV, fig.7.

1986- *Uvigerina cylindrica gaudryinoïdes* Lipparini: Van Der Zwaan et al., p. 232 partim, pl.18,fig.3-5.

1994- *Rectuvigerina cylindrica* (d'Orbigny) var. *goudryinoïdes* (Lipparini): Van De Poel, p.81, pl.II, fig.6.

**Description :** Le test est épais et leur surface est finement striée. Un arrangement bisérié des loges avec un court stade terminal unisérié mais sur une faible portion du test.

**Niveau:** AB1, AB2, AB3, AB6, AB9, AB10, AB11, AB13, AB14, AB17.

Famille : **Vaginulinidae** Reuss, 1860.

Genre: *Lenticulina* Lamarck, 1804.

Espèce: *Lenticulina* sp.

**Description :** Le test présente une forme de lentille symétrique et involute, les sutures sont droites. Elles bordent un bouton dans la zone ombilicale.

**Niveau:** AB10, AB14.

Espèce: *Lenticulina rotulata* Lamarck, 1804.

**Référence :**

1804- *Lenticulina rotulata* Lamarck: Ann Museum.5, p.188, Pl. LXII, fig. 11.

1849- *Robulus rotulatus* Bermudez: For. Tert. Domain, Rep. P. 130, Pl. VII, fig.3-4.

1982- *Lenticulina rotulata* (Lamarck) : Agip spa, PL. X, Fig. 6.

**Description:** Elle a des lignes de sutures droites qui délimitent un bouton ombilical large.

**Niveau:** AB10, AB15.

Espèce: *Lenticulina cultrata* Montfort, 1808 .

**Référence:**

1808- *Robulus cultrata* de Montfort : Conch, Sys.1, P. 214.

1846- *Robulina cultrata* d'Orbigny :Foram.foss Bass. Test. Vieun, P. 96, PL. IV, fig.10.13.

1982- *Lenticulina cultrata* (Montfort) : AGIP SPA, PL. IX, fig. 7.

2002- *Lenticulina cultrata* (Linné) : Hebib, p. 39, pl. VII, fig. 4.

**Description :** Elle est caractérisée par une carène très développée et des lignes de sutures très incurvées. Elle comporte un bouton central hyalin d'aspect lisse et une ouverture radiée.

**Niveau:** AB10.

Espèce: *Lenticulina echinata* d'Orbigny,1846 .

**Référence:**

1846- *Robulina echinata* d'Orbigny: Foram. Foss. Bass. Test. Vienne. P.1 00, PL. IV, Fig.21-22.

1982- *Robulina echinata* (d'Orbigny): Agip spa, P. IIX, Fig.10.

**Description:** Elle a un test de grande taille, avec une surface présentant parfois une ornementation en côte. Les lignes de sutures sont incurvés, l'ouverture terminale est radiée.

**Niveau:** AB7, AB14, AB15, AB16.

Espèce: *Lenticulina calacar* Linné, 1767.

**Référence:**

1767- *Lenticulina calacar*, Sys. Nat. 12eme édit. P. 1162

1767- *Lenticulina calacar* (Linné): Cushman, Foram. Harv. Univ. Press. p. 213, PL. 20, fig. 4.

1982- *Lenticulina calacar* (Linné) : Agip spa. Pl. fig. 3-3bis.

2002- *Lenticulina calacar* (Linné) : Hebib, p. 38, PL. VII, Fig. 3.

**Description:** Le test est lisse de nature hyalin, et souvent de grande taille, la périphérie comporte une carène épineuse.

**Niveau:** AB2, AB3, AB6, AB7, AB12.

Famille: **Cassidulinidae** d'Orbigny, 1826.

Genre: *Cassidulina* d'Orbigny, 1826.

Espèce: *Cassidulina laevigata* d'Orbigny, 1826.

**Référence:**

1826- *Cassidulina laevigata* d'Orbigny: Ann. Sci. Nat. Paris, sér. 1, f. 7, p. 282, pl. 15, fig. 45, 5bis.

1982- *Cassidulina laevigata* d'Orbigny: Agip spa, Pl. XXV, fig. 5.

1986- *Cassidulina laevigata* d'Orbigny : Belkbir, pl. XVII, fig.10-12.

2002- *Cassidulina laevigata* d'Orbigny : Hebib, p. 59, PL. III, fig. 9.

**Description :**La bordure de cette espèce est subanguleuse. L'ouverture forme un arc étroit qui occupe les 2/3 de la dernière loge.

**Niveau:** AB2.

Famille : **Elphidiidae** Galloway, 1933.

Genre : *Elphidium* Montfort, 1808.

Espèce : *Elphidium crispum* Linné, 1758.

**Référence:**

1758- *Nautilus crispum* Linné: Sust. Nat. éd.10, t.1, p. 709, pl. 1, fig. 2d-f.

1967- *Elphidium crispum* (Linné) : Blanc-Vernet, p. 211, pl. XII, fig. 11.

1982- *Elphidium crispum* (Linné): Agip spa, pl. XXII, fig. 1.

**Description:** Cette forme présente un test biconvexe constitué de très nombreuses loges, et portant un bouton ombilical sur les deux faces.

**Niveau:** AB4, AB6, AB10, AB15, AB17.

Famille : **Spiroplectamminidae** Cushman, 1927

Genre : *Vulvulina* D'Orbigny, 1826

Espèce : *Vulvulina pennatula* (Batsch, 1791)

**Référence :**

1922– *Bigenerina pennatula* (Batsch): Cushman, p.27, pl.5, fig. 4.

1986– *Vulvulina pennatula* (Batsch): Belkebir, pl. XII, fig. 2.

1988- *Vulvulina pennatula* (Batsch): Rezqi, pl. V, fig. 16.

1997- *Vulvulina pennatula* (Batsch): Schönfeld, pl. 1, fig. 13.

**Description:** Le test est allongé, aplati, évasé avec une périphérie aiguë. Nombreuses loges sont larges, basses et légèrement gonflées. Elles ont une croissance rapide et fortement courbées vers le bas. Les sutures sont courbées et profondes. La surface externe du test est finement agglutinée.

**Niveau:** AB15.

### III. CONCLUSION

Les foraminifères (benthiques et planctoniques) déterminés dans les différents niveaux des unités étudiées correspondent à 82 espèces qui se répartissent en 35 genres, appartenant à 17 familles des foraminifères benthiques et 02 familles des foraminifères planctoniques.

*Quatrième chapitre* : **INTERPRETATION PALEOECOLOGIQUE**

## **I. INTRODUCTION**

Pour terminer ce travail, une étude paléoécologique sera interprétée ici pour mieux comprendre l'évolution verticale des paramètres paléoenvironnementaux (paléobathymétrie, oxygénation et trophisme) le long de la coupe de Ain Bessale d'âge Tortono-Messinien.

## **II. INTERPRETATION PALEOECOLOGIQUE**

### **A. Indice de pélagisme**

#### 1. Définition

L'indice de pélagisme d'une population de foraminifères (Gibson, 1989) est le rapport quantitatif entre le nombre de planctoniques et le nombre total d'individus (benthiques + planctoniques) présents dans le sédiment  $i = (P / P + B) \times 100$

P est le nombre de foraminifères planctoniques comptés dans un volume défini de sédiment ; B est le nombre de foraminifères benthiques comptés dans le même volume. P + B devrait être compris entre 100 et 300.

La productivité optimale des foraminifères planctoniques se situe dans les eaux marines non côtières. Les foraminifères benthiques, quant à eux, prolifèrent sur les plate-formes continentales. L'indice d'océanité permet donc d'évaluer la bathymétrie, et, par voie de conséquence, les différents milieux allant de la plate-forme continentale au domaine abyssal.

D'après des études réalisées dans différentes régions du Globe, la proportion de 50% de foraminifères planctoniques est atteinte entre 100 m et 200 m de profondeur et correspond à la zone externe de la plate-forme continentale (étage circalittoral). La proportion augmente très rapidement sur le rebord de la plate-forme et au delà de 200 m de profondeur l'indice d'océanité dépasse 80%.

Ce premier indice permet de distinguer l'environnement marin franc, des environnements sous influence continentale (estuaires, lagunes, lagons, *etc.*).

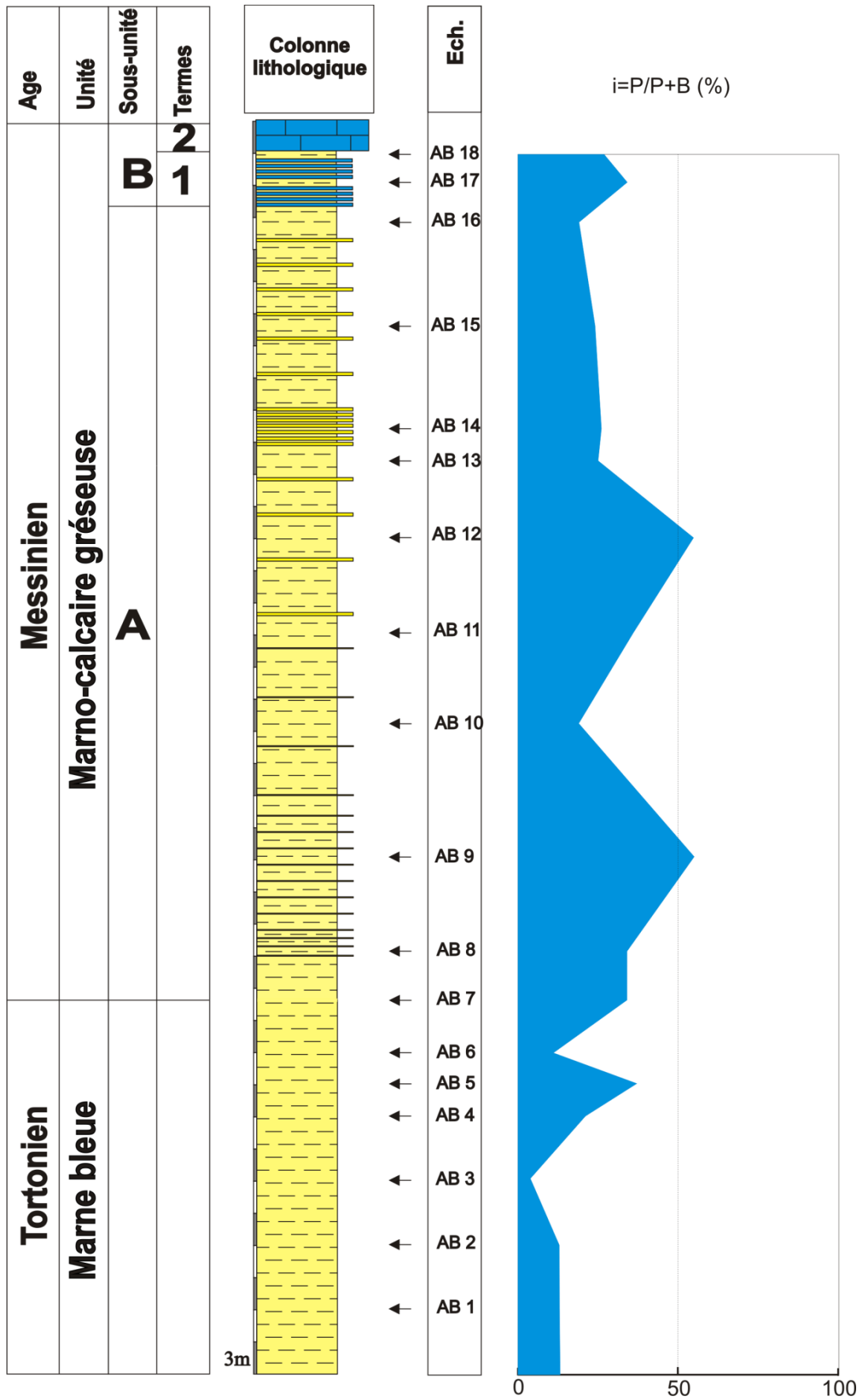


Fig. 10. Evolution de l'indice de pélagisme dans la coupe de Ain Bessale.

## 2. Résultats

Les valeurs de l'indice de pélagisme le long de la coupe de Ain Bessale (fig.10) comprises entre 13% et 37%. Ce qui peut reconstituer des profondeurs inférieure de 100m. L'ensemble de ces valeurs enregistrées, nous laisse concevoir pour les dépôts étudiés un environnement marin sous influence continentale. Il est à noter également, dans les deux niveaux AB9 et AB12, cet indice augmente légèrement et prend des valeurs de 55% et correspond à la zone externe de la plate-forme continentale où la profondeur peut atteindre entre 100 m et 200 m (étage circalittoral).

### **B. Indice de diversité**

#### 1. Définition

Cet autre indice permet de distinguer les différents environnements sous influence continentale (Murray, 1991) ; les foraminifères benthiques sont alors seuls pris en considération.

La meilleure manière d'exprimer la diversité spécifique est de mettre en relation, dans une population de foraminifères, le nombre d'individus et le nombre d'espèces auxquelles ils appartiennent. Dans sa forme la plus simple, la diversité spécifique est le nombre d'espèces présentes.

$H_d = -\sum[(q_i/Q) \ln (q_i/Q)]$ ,  $Q$ , nombre total d'individus pour chaque niveau ;  $q_i$ , nombre d'individus comptés pour chaque espèce.

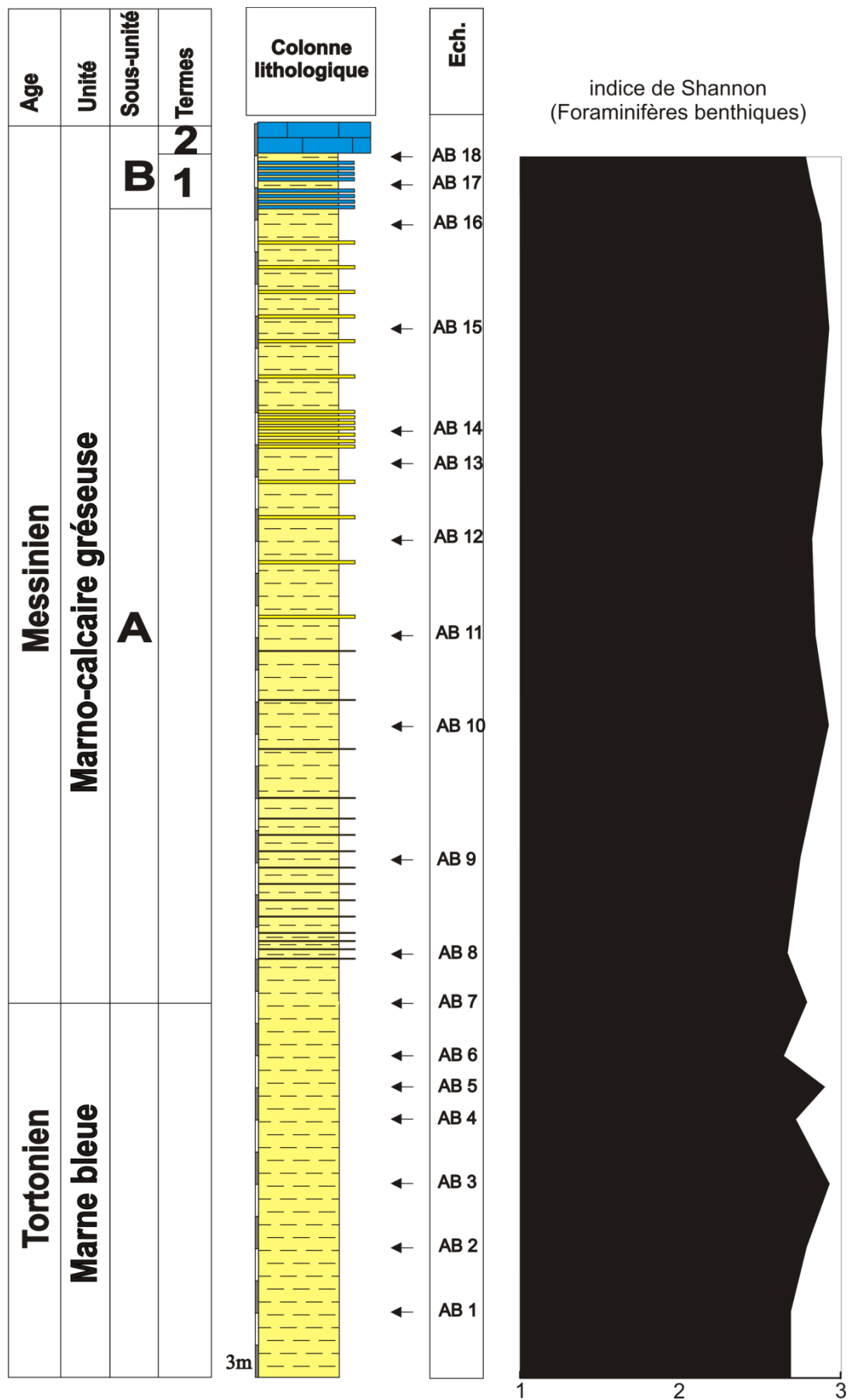
#### 2. Résultats

L'indice de Shannon des foraminifères benthiques prend des valeurs inférieures de 2,8 dans la plupart des échantillons analysés et proche de 2,5 (fig.11). Selon Murray(1991), ces valeurs de l'indice de diversité indiquent des conditions marines moins stables. En revanche, l'augmentation des valeurs de cet indice dans les niveaux; AB3, AB5, AB10, AB13, AB14, AB15 et AB16 prouve un environnement à des conditions marines normales.

### **C. Le rapport épifaune/endofaune**

#### 1. Définition

Étant donné que les foraminifères endofauniques deviennent plus abondants dans des



**Fig. 11.** Evolution de l'indice de diversité dans la coupe de Ain Bessale.

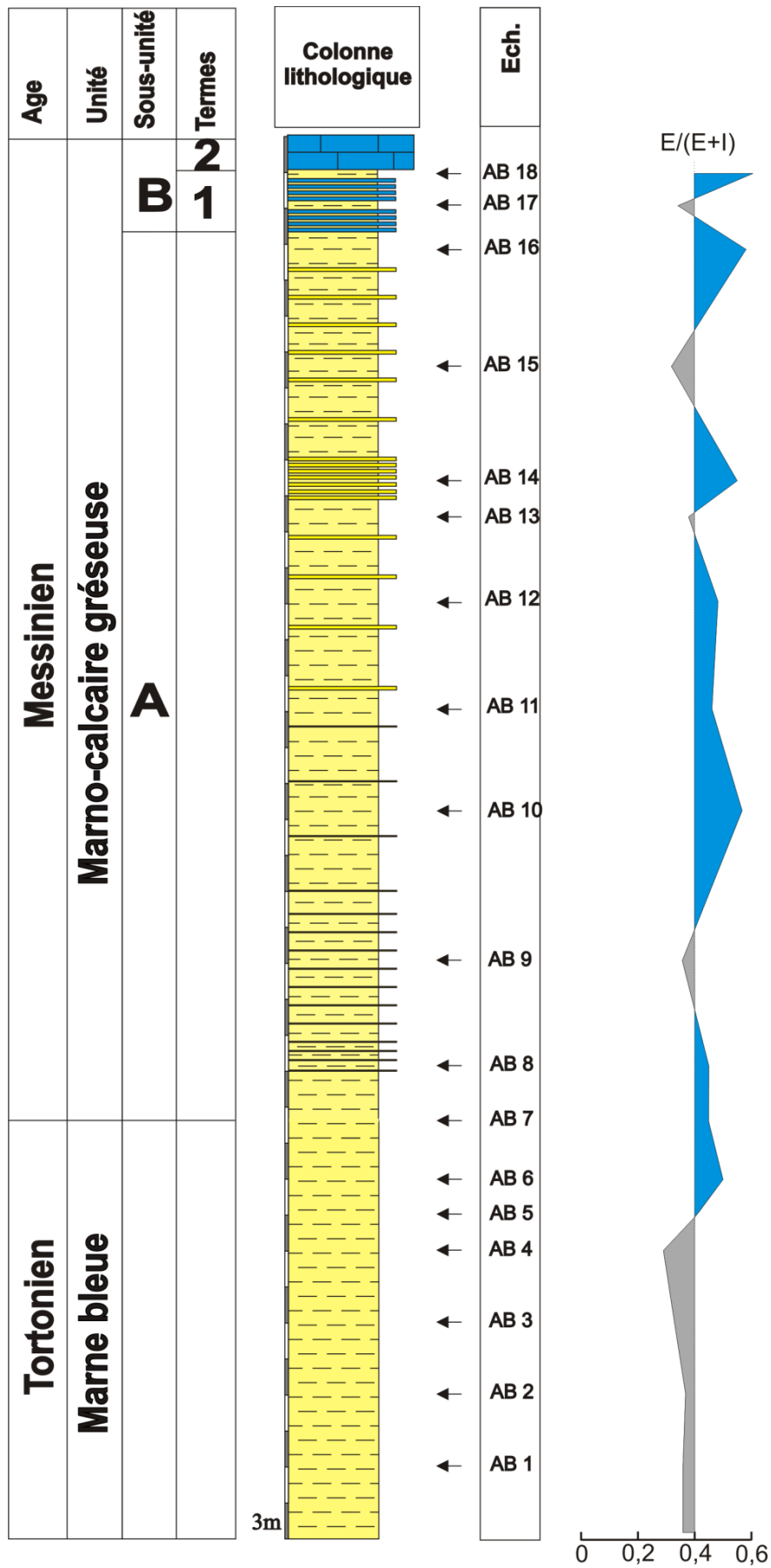
conditions de faible teneur en oxygène et/ou de flux élevés de matière organique, tandis que les espèces épifauniques (c'est-à-dire vivant à l'interface sédiment-eau ou au-dessus) sont moins tolérantes aux faibles niveaux d'oxygène (Corliss et Chen, 1988 ; Jorissen et al., 1995 ; Gooday, 2003), le rapport épifaunique/endofaunique (E/I) peut mettre en évidence les changements dans l'oxygénation des eaux de fond. Ce rapport est exprimé comme  $E/(E + I)$  où E est la somme des abondances relatives des foraminifères benthiques épifauniques et I des foraminifères benthiques endofauniques.

## 2. Résultats

Simultanément au changement dans l'assemblage des foraminifères benthiques, le rapport E/(E+I) affiche une chute radicale des valeurs à la partie inférieure de la coupe (fig.12) (AB1, AB2, AB3 et AB4). Ce qui indique l'installation des conditions de faible teneur en oxygène et/ou de flux élevés de matière organique. Vers le sommet de la coupe étudiée, une oxygénation du fond marin a été enregistrée avec des discontinuités marquées par des épisodes dysoxique.

## III. CONCLUSION

La région de Ain Bessale est marquée durant le Tortonien supérieur par un milieu infralittoral avec l'installation des conditions de faible taux d'oxygène dissous dans les eaux profondes et l'accumulation des particules nutritives. Après la limite tortono-messinienne, ce milieu devient infralittoral-circalittoral, oxygéné à des conditions marines normales, discontinu par des épisodes dysoxiques.



**Fig. 12.** Evolution de l'oxygénation des eaux de fond dans la coupe de Ain Bessale.

## **CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

L'analyse micropaléontologique de la faune récoltée dans la partie orientale du bassin de la Tafna a permis de donner des informations biostratigraphiques et paléoécologiques intéressantes. A cet effet, une coupe (Ain Bessale) a été étudiée en détail pour dégager les conditions paléoenvironnementales enregistrées durant la limite tortono-messinienne.

### I. SUR LE PLAN LITOSTRATIGRAPHIQUE

Les sédiments étudiés sont représentés par une succession de deux unités lithostratigraphiques bien distinctes :

- Unité de marnes bleues : elle est constituée essentiellement par des marnes.
- Unité de marno-calcaire gréseuse: repose en concordance sur l'unité précédente (marne bleue), et montre une teinte jaunâtre. Les critères lithologiques permettant de distinguer deux sous unités. La première sous-unité (A) désigne une alternance rythmique de grès et marnes, et la seconde sous-unité (B) à prédominance carbonaté.

### II. SUR LE PLAN MICROPALEONTOLOGIQUE

La microfaune identifiée dans les dépôts étudiés d'âge Tortono-messiniens correspond à 82 espèces qui se répartissent en 35 genres, appartenant à 17 familles des foraminifères benthiques et 02 familles des foraminifères planctoniques.

#### a. Les foraminifères benthiques

Ils sont représentés par 17 familles (Bagginidea, Rotalidae, Lagenidae, Cibicididae, Nodosaridae, Hauerinidae, Buliminidae, Bolivinidae, Nonionidae, Gavelinellidae, Planulinidae, Siphoninidae, Uvigerinidae, Vaginulinidae, Cassidulinidae, Elphidiidae, Spiroplectamminidae), et 28 genres.

#### b. Les foraminifères planctoniques

Moins abondants que les foraminifères benthiques, et ils sont représentés par deux familles seulement (Globigerinidae, Globorotaliidae), et 07 genres.

### **III. SUR LE PLAN BIOSTRATIGRAPHIQUE**

A partir des caractères micropaléontologiques des foraminifères étudiés, les planctons ont été définis pour dater les dépôts étudiés. Il s'agit de la présence des marqueurs planctoniques; *Neogloboquadrina dutertrei* et *Neogloboquadrina humerosa* du Tortonien supérieur dans la première unité (Marne bleue). De plus, les sédiments de la deuxième unité (marno-calcaire gréseuse) ont évolués dans l'âge Messinien grâce à la première apparition d'un taxon index *Globorotalia conomiozea*.

### **IV. SUR LE PALN PALEOECOLOGIQUE**

L'évolution verticale des indices paléoécologiques le long de la coupe de Ain Bessale évoque la présence d'un événement dysoxique durant le Tortonien supérieur. En revanche, au Messinien, on enregistre l'installation d'un milieu oxique, qui est interrompue par des épisodes pauvres en oxygène.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Ameur, N** (1995) - Etude paléontologique et stratigraphique des gisements à micromammifères du Miocène supérieur de Feid El Atteuch (Bassin Tafna) et de Sig (Bas Chelif). 5. pl, 24. fig, 74 p. *Mémoire d'ingénieur d'état*, 74 p, 24 fig, 5 pl.

**Ameur R** (1979) - Biochronologie des formations continentales du Néogène et du Quaternaire de l'Oranie. Contribution des Micromammifères. *Thèse 3<sup>ème</sup> cycle*, Oran : 77 p.

**Antonarakou A, Drinia H, Tsaparas N, Dermitzakis MD** (2007) - Micropaleontological parameters as proxies of late Miocene surface water properties and paleoclimate in Gavdos Island, eastern Mediterranean. *Geodiversitas* 29(3):379–399

**Barbieri, R** (1998) - Foraminiferal paleoecology at the Tortonian-Messinian boundary, Atlantic coast of northwestern Morocco: *J. Foram. Res.*, v. 28, pp. 102-123.

**Bendoukha R.,** (1987) - Etude dynamique, pétrographique et géochimique d'un complexe volcanique plio-quaternaire de la basse Tafna (Oranie occidentale). *Thèse de magister* (pétrologie structurale). IST/USTHB.159 p.

**Benson, R.H., Hayek, L.-A., Hodell, D.A., and Rakic-El Bied, K** (1995) - Extending the climatic precession curve back into the late Miocene by signature template comparison: *Paleoceanography*, v. 10, pp. 5-20.

**Benson, R.H. and Rakic-El Bied, K** (1996) - The Bou Regreg section, Morocco: Proposed Global Boundary Stratotype Section and Point of the Pliocene: *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc.*, v. 383, pp. 51-150.

**Benson, R.H., Rakic-El Bied, K., and Bonaduce, G** (1991) - An important current reversal (influx) in the Rifian Corridor (Morocco) at the Tortonian-Messinian boundary: The end of Tethys Ocean: *Paleoceanography*, v. 6, pp. 164-192.

**Berggren, W.A., Kent, D.V., and van Couvering, J.A** (1985) - Neogene geochronology and chronostratigraphy,. In Snelling, N.J., ed., The chronology of the geological record: *Geol. Soc. London Mem.* v. 10, pp. 211-250.

**Berggren, W.A., Kent, D.V., Swisher C.C., and Aubry, M. P** (1995) - A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy,. in Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlatio, SEPM Spec. *Publ.*,v. 54, pp. 129-212.

**Blanc-Valleron MM, Pierre C, Caulet JP, Caruso A, Rouchy JM, Cespuglio G, Sprovieri R, Pestrea S, Stefano ED** (2002) - Sedimentary, stable isotope and micropaleontological records of paleoceanographic change in the Messinian Tripoli Formation (Sicily, Italy). *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 185(3):255–286.

**Bossio, A., Rakic-El Bied, K., Gianelli, L., Mazzei, R., Russo A., and Salvatorini, G** (1976) - Correlation de quelques sections stratigraphiques du bassin Méditerranéen sur la base des Foraminifères planktoniques, nannoplankton calcaire et ostracodes: *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem.*, v.83, pp. 121-137.

**Channell, J.E.T., Torii, M., and Hawthorne, T** (1990 - Magnetostratigraphy of sediments recovered at Sites 650, 651, 652 and 654 (Leg 107, Tyrrhenian Sea): *Proc. ODP Sci. Results*, v. 107, pp. 335-346.

**Choubert, G., Charlot, R., Faure-Muret, A., Hottinger, L., Marçais, J, Tisserant, D., and Vidal, P** (1968) - Note préliminaire sur le volcanisme messinien-(pontien) au Maroc: *C. R. Acad. Sci. Paris*, v. 266, pp. 197-199.

**Choubert G., Hottinger L., Marçais J. & Suter G.** (1964) - Stratigraphie et micropaléontologie du Néogène au Maroc septentrional: Inst. "Lucas Mallada", C.S.I.C. (España). *Cursillos Y Conferencias*, 9, pp. 229-257.

**Cita, M.B. and Ryan, W.B.F** (1978) - The Bou Regreg section of the Atlantic Coast of Morocco. Evidence, timing and significance of a late Miocene regressive phase: *Riv. Ital. Paléont.*, 84, 1051-1082.

**Corliss, B.H., Chen, C** (1988) - Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology* 16 (8), 716–719.

**Dalloni M** (1915) - Recherches sur la période néogène dans l'Algérie occidentale. *Bull Soc Géol Fr*, Paris, 4<sup>e</sup> s., t. XV: 428-457.

**Delteil J.** (1974) - Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Tell oriental (Monts de la Mina, Beni Chougrane, Dahra). *Thèse de Doctorat Etat*, Université de Nice, 249 p.

**Drinia H, Antonarakou A, Tsaparas N, Kontakiotis G** (2007) - Palaeoenvironmental conditions preceding the Messinian Salinity Crisis: a case study from Gavdos Island. *Geobios* 40(3):251–265

**Eberhardt, P. and Ferrara, G** (1962) - Confirmation of the absolute age of the granodiorite outcrop in Elba Island with potassium-argon measurements: *Nature*, v. 196, pp. 665-666.

**Feinberg H. & Lorenz H.G.** (1970) - Nouvelles données stratigraphiques sur le Miocène supérieur et le Pliocène du Maroc Nord Occidental: *Notes et Mémoires Service Géologique du Maroc*, 30, pp. 21-26.

**Gentil I** (1903) – Etude géologique du bassin de la Tafna. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, (2), 4, 425p.

**Gibson T.G** (1989).- Planktonic benthonic foraminiferal ratios: Modern patterns and Tertiary applicability. *Marine Micropaleontology*, vol. 15, no. 1-2, p. 29-52.

**Gooday, A.J** (2003) - Benthic foraminifera (Protista) as tools in deep-water palaeoceanography: environmental influences on faunal characteristics. *Adv. Mar. Biol.* 46, 1–90.

**Guardia P.** (1975) - Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord-occidentale (Algérie), relation structurales et paléogéographiques entre Rif externe et le Tell de l'avant pays atlasique. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université de Nice, 289 p.

**Heirtzler, J.R., Dickson, G.O., Herron, E.M., Pitman III, W.C., and LePichon, X** (1968) - Marine magnetic anomalies, geomagnetic field reversals, and motion of the ocean floor and continents: *J. Geophys. Res.*, 73, 2119-2136.

**Hilgen F.J., Bissoli L., Iaccarino S., Krijgsman W., Meijer R., Negri A. & Villa G.** (2000a) - Integrated stratigraphy and astrochronology of the Messinian GSSP at Oued Akrech (Atlantic Morocco). *Earth and Planetary Science Letters*, 182, pp. 237-251.

**Hilgen F.J., Iaccarino S., Krijgsman W., Villa A.G., Langereis C.G. & Zachariasse W.J.** (2000b) - The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Messinian Stage (uppermost Miocene). *Episodes*, (23), 3, pp. 172-178.

**Hodell, D.A., Benson, R.H., Kennett, J.P., Boersma, A., and Rakic-El Bied, K** (1989) - Stable isotope stratigraphy of latest Miocene sequences in northwest Morocco: The Bou Regreg section: *Paleoceanography*, v. 4, pp. 467-482.

**Hodell, D.A., Benson, R.H., Kent, D.V., Boersma, A., and Rakic-El Bied, K** (1994) - Magnetostratigraphic, biostratigraphic, and stable isotope stratigraphy of an Upper Miocene drill core from the Salé Briqueterie (northwestern Morocco): A high-resolution chronology for the Messinian stage: *Paleoceanography*, v. 9, pp. 835-855.

**Iaccarino S.** (1985) - Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera, *In* Bolli, H.M., Saunders, J.B. & Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*, University of Cambridge, Press, pp. 283-314.

**Jorissen, F.J., de Stigter, H.C., Widmark, J.G** (1995) - A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Mar. Micropaleontol.* 26 (1-4), 3-15.

**Karakitsios V, Roveri M, Lugli S, Manzi V, Gennari R, Antonarakou A, Triantaphyllou M, Agiadi K, Kontakiotis G, Kafousia N, Rafelis M** (2017) - A record of the Messinian salinity crisis in the eastern Ionian tectonically active domain (Greece, eastern Mediterranean). *Basin Res* 29(2):203-233

**Kastens, K.A** (1992) - Did glacio-eustatic sea level drop trigger the Messinian salinity crisis? New evidence from Ocean Drilling Program Site 654 in the Tyrrhenian Sea: *Paleoceanography*, v. 7, pp. 333-356.

**Kouwenhoven TJ, Hilgen FJ, Van der Zwaan GJ** (2003) - Late Tortonian-early Messinian stepwise disruption of the Mediterranean-Atlantic connections: constraints from benthic foraminiferal and geochemical data. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 198(3):303-319

- Kouwenhoven TJ, Morigi C, Negri A, Giunta S, Krijgsman W, Rouchy JM** (2006) - Paleoenvironmental evolution of the eastern Mediterranean during the Messinian: constraints from integrated microfossil data of the Pissouri Basin (Cyprus). *Mar Micropaleontol* 60(1):17–44
- Kouwenhoven TJ, Van der Zwaan GJ** (2006) - A reconstruction of late Miocene Mediterranean circulation patterns using benthic foraminifera. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 238(1):373–385
- Krijgsman, W., Hilgen, F.J., Langereis, C.G., Santarelli, A., and Zachariasse, W.J** (1995) - Late Miocene magnetostratigraphy, biostratigraphy and cyclostratigraphy from the Mediterranean: *Earth Planet. Sci. Lett.*, v. 136, pp. 475-494.
- Krijgsman, W., Hilgen, F.J., Negri, A., Wijbrans, J., and Zachariasse, W.J** (1997) - The Monte del Casino section (northern Apennines, Italy): A potential Tortonian/Messinian boundary stratotype?: *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, v. 133, pp. 27-47.
- Langereis, C.G., Zachariasse, W.J. and Zijderveld, J.D.A** (1984) - Late Miocene magnetobiostratigraphy of Crete: *Mar. Micropaleont.*, v. 8, pp. 261-281.
- Martini, E** (1971) - Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation: *Proc. II Planktonic Conf.*, Roma 1970, v. 2, pp. 739-785.
- Megartsi M** (1985) - Le volcanisme mio-plio-quaternaire de l'Oranie nord-occidentale. - *Thèse Doct. Etat.* Univ. Alger, USTHB. 270 p.
- Moreau, M.G., Feinberg, H., and Pozzi, J.P** (1985) - Magnetobiostratigraphy of a Late Miocene section from the Moroccan Atlantic margin: *Earth Planet. Sci Lett.*, v. 76, pp. 167-175.
- Murray J.W** (1991).- Ecology and palaeoecology of benthic foraminifera. *Longman Scientific & Technical*, Harlow, 397 p.
- Okada, H. and Bukry, D** (1980) - Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975): *Mar. Micropaleont.*, v. 51, pp. 321-325.

**Pérez-Asensio JN, Aguirre J, Schmiedl G, Civis J** (2012a) - Messinian paleoenvironmental evolution in the lower Guadalquivir Basin (SW Spain) based on benthic foraminifera. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 326:135–151

**Perrodon A.** (1957) - Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Bulletin du Service de la Carte géologique d'Algérie*, 12, 328 p.

**Remane, J., Bassett, M.G., Cowie, J.W., Gohrbrandt, K.H., Richard Lane, H., Michelsen, O., and Naiwen, W** (1996) - Revised guidelines for the establishment of global chronostratigraphic standards by the International Commission on Stratigraphy (ICS): *Episodes*, v. 19, pp. 77-81.

**Sadran G** (1958) - Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du Tell oranais. *Publ Serv Carte Géol Algérie*, nouv Sér 18:1–533

**Saint-Martin J.P.** (1987) - Les formations récifale coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. Aspects paléoécologiques et paléogéographiques. *Thèse Doctorat*, Université d'Aix-Marseille 1, 214 p.

**Satur L** (2012) - Les bivalves du Néogène de l'Algérie nord-occidentale : systématique et Paléoécologie. *Thèse de Doct.*, Univ. Oran. 312 p.

**Seidenkrantz MS, Kouwenhoven TJ, Jorissen FJ, Shackleton NJ, Van Der Zwaan GJ** (2000) - Benthic foraminifera as indicators of changing Mediterranean–Atlantic water exchange in the late Miocene. *Mar Geol.* 163(1):387–407.

**Sierro F.J., Flores J.A., Civis J., Gonzalez Delgado J.A., & Frances G.** (1993) - Late Miocene globorotaliid event-stratigraphy and biogeography in the NE-Atlantic and Mediterranean. *Marine Micropaleontology*, 21, pp. 143-168.

**Sierro FJ, Hilgen FJ, Krijgsman W, Flores JA** (2001) - The Abad composite (SE Spain): a Messinian reference section for the Mediterranean and the APTS. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 168(1–2): 141–169

**Tjalsma, R.C** (1971) - Stratigraphy and foraminifera of the Neogene of the Eastern Guadalquivir basin, S. Spain: *Utrecht Micropaleont. Bull.*, v. 5, 109 pp.

**Tongiorgi, E. and Tongiorgi, M** (1964) - Age of the Miocene-Pliocene limit in Italy: *Nature*, v. 201, pp. 365-367.

**Vai, G.B., Villa, I.M. and Colalongo, M.L** (1993) - First direct radiometric dating of the Tortonian/Messinian boundary: *C. R. Acad. Sci. Paris*, v. 316, pp. 1407-1414.

**Van Couvering J.A., Castradori D., Cita M.B., Hilgen F.J. & Rio D.** (2000) - The base of the Zanclean stage and of the Pliocene series. *Episodes*, 23, pp. 179-186.

**Van der Zwaan GJ, Jorissen FJ, De Stigter HC** (1990) - The depth dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios: constraints and applications. *Mar Geol* 95(1):1-16

**Van Hinsbergen DJJ, Kouwenhoven TJ, Van der Zwaan GJ** (2005) - Paleobathymetry in the backstripping procedure: correction for oxygenation effects on depth estimates. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 221(3-4):245-265

**Wernli, R.** (1977) - Les Foraminifères planktoniques de la limite mio-pliocène dans les environs de Rabat (Maroc): *Ecl. Geol. Helv.*, 70, 143-191.

**Wernli, R** (1988) - Micropaléontologie du Néogène post-nappe du Maroc septentrional et description systématique des Foraminifères planctoniques: *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, v. 331, pp. 1-270.

## **LISTE DES FIGURES**

## LISTE DES FIGURES

<b>Fig. 01.</b> Situation géographique du bassin de la Tafna (d'après Perrodon, 1957) .....	2
<b>Fig. 02.</b> Limite du secteur d'étude .....	3
<b>Fig. 03.</b> Carte de faciès simplifiée d'Oranie occidentale (d'après Guardia, 1975) (modifier).....	4
<b>Fig. 04.</b> Présentation géologique du secteur d'étude(d'après Saint Martin, 1987).....	6
<b>Fig. 05.</b> Vue panoramique de la section de Oued Akrech montrant le stratotype de la limite Tortonien-Messinien à la base d'un lit rougeâtre du cycle OA-15 (d'après Hilgen & <i>al.</i> , 2000b).....	9
<b>Fig. 06.</b> Localisation de la coupe de Ain Bessale.....	10
<b>Fig. 07.</b> Vue panoramique de la coupe de Ain Bessale.....	11
<b>Fig. 08.</b> Succession lithostratigraphique de la coupe de Ain Bessale.....	12
<b>Fig. 09.</b> Attribution biostratigraphique de la coupe de Ain Bessale.....	14
<b>Fig. 10.</b> Evolution de l'indice de pélagisme dans la coupe de Ain Bessale.....	46
<b>Fig. 11.</b> Evolution de l'indice de diversité dans la coupe de Ain Bessale.....	48
<b>Fig. 12.</b> Evolution de l'oxygénation des eaux de fond dans la coupe de Ain Bessale.	50

## **LES PLANCHES**

## PLANCHE 1

( Figures obtenue par MEB au CRD-SONATRACH à Boumerdès, 2024)

Fig. 1- *Neogloboquadrina duterteri* (d'Orbigny, 1839) ; face ombilicale.

Fig. 2- *Globorotalia conomiozea* ( Kennett, 1966) ; face spirale.

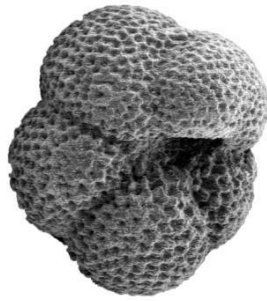
Fig. 3, 4 - *Rectuvigerina cylindrica* (d'Orbigny, 1994) ; vue de profil.

Fig. 5 - *Lenticulina calacar* (Linné, 1767 ) ; face spirale.

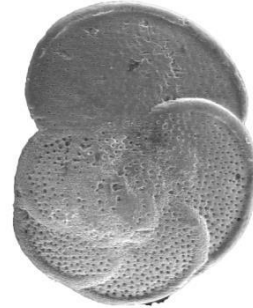
Fig. 6 - *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow, 1959) ; face ombilicale.

*L'échelle représente 50 µm*

1



2



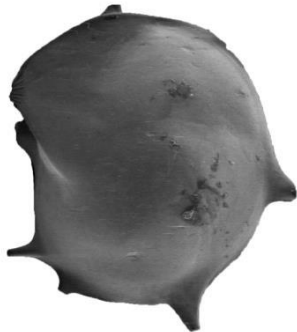
3



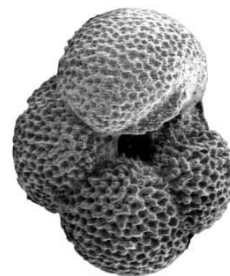
4



5



6



## RESUME

L'étude des dépôts du Miocène supérieur de la partie orientale du bassin de la Tafna a permis la récolte d'un abondant matériel micropaléontologique. La coupe de Ain Bessale présente deux unités; une première unité (A) désigne les marnes bleues d'âge Tortonien supérieur, et une deuxième unité (B) présente les marno-calcaires gréseuses d'âge Messinien.

Dans les deux unités étudiées, l'inventaire systématique de 18 prélèvements a montré une microfaune diversifiée de foraminifère. L'évolution des indices paléoécologiques nous a permis d'identifier deux environnements. Le premier caractéristique des faciès marneux du l'infralittoral, dysoxique et eutrophe, et le deuxième désigne des faciès marno-calcaire-gréseuse, de l'infralittoral à circalittoral, oxique et oligotrophe, avec des discontinuations enregistrées par des épisodes pauvre en oxygène.

**Mots-clés:** Bassin de la Tafna, Foraminifère, Tortonien supérieur, Messinien, Micropaléontologie, Paléoécologie, Dysoxie, Eutrophe, Oxique, Oligotrophe.

## ABSTRACT

The study of Upper Miocene deposits in the eastern part of the Tafna Basin has yielded abundant micropaleontological material. The Ain Bessale section presents two units; the first unit (A) consists of blue marls of Upper Tortonian age, and the second unit (B) consists of sandy marl-limestones of Messinian age.

In both studied units, the systematic inventory of 18 samples revealed a diverse microfauna of foraminifera. The evolution of paleoecological indices allowed us to identify two environments. The first is characteristic of dysoxic and eutrophic infralittoral marl facies, and the second represents oxic and oligotrophic infralittoral to circalittoral marl-limestone-sandstone facies, with discontinuities marked by episodes of low oxygen levels.

**Key-words:** Tafna basin, Foraminifera, Upper Tortanian, Messinian, Micropaleontology, Paleoecology, Dysoxia, Eutrophic ,Oxic , Oligotrophic .