



Université d'Oran 2
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Magister
En Sciences de la Terre

**LES FORAMINIFERES BENTHIQUES DU PASSAGE PLIENSBACHIEN-
TOARCIEN DU DJEBEL ES- SAFFEH
(TIARET, ALGERIE OCCIDENTALE).**

Présenté et soutenu publiquement par :

MAHDJOUR ARAIBI Hicham

Devant le jury composé de :

Mme. SEBANE-TOUAHRIA A.	MCA	Université Oran 2	Président
Mr. SEBANE A.	Professeur	Université Oran 2	Rapporteur
Mr. BENHAMOU M.	Professeur	Université Oran 2	Examineur
Mr. KHARROUBI B.	Professeur	Université USTO	Examineur

Oran, 2018

Avant-propos

Avant de présenter ce travail, je tiens à remercier **ALLAH** le tout puissant qui m'a offert la sagesse et la santé afin de réaliser ce modeste travail.

Mes sincères remerciements s'adressent tout d'abord aux membres du Jury :

Monsieur Abbas SEBANE, professeur à l'université d'Oran 2, pour m'avoir proposé ce sujet et guidé ce travail. Il n'a pas cessé de m'encourager au cours de sa réalisation. Il m'a fait bénéficier de son expérience. Son esprit critique et ses remarques précieuses m'ont été d'une grande utilité pour ma formation. Je tiens à lui adresser ma profonde reconnaissance.

Mes remerciements s'adressent à Madame SEBANE-TOUAHRIA Abdia, Maître de Conférences (A) à l'Université d'Oran2 qui m'a fait l'honneur de présider ce Jury. Je tiens à lui adresser ma profonde reconnaissance pour ses conseils fructueux et ses encouragements de mère scientifique de la géologie à l'université d'Oran2.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur BENHAMOU Miloud, professeur à l'Université d'Oran2, qui a accepté d'examiner ce modeste travail. Je tiens à lui adresser ma profonde reconnaissance.

Je remercie vivement Monsieur KHARROUBI Benali, professeur à l'université d'USTO pour avoir accepté d'être dans ce Jury et pour les cours de la géologie minière dispensés en première année de Magistère. Je tiens à lui exprimer toute ma gratitude.

Mes vifs remerciements à ma Grande famille, mes amis Menzoul, Faysel, Oussama, Abdelmoumne, Ibrahim, Abdelkader, Salim, Amine Delhoum, et à notre Cheikh Abou Abd El Moiz.

Merci à Tous

ملخص

- إن الدراسة البتوستراتيغرافية التي أجريت على المجموعة الكلسية (مارن و كلس) الموجودة بمنطقة الفايجة . أظهرت وجود وحدتين أساسيتين من الطبقات الكلسية الغنية بالمنخربات القاعية على حسب الدراسة التي أجريت من طرف صبان (1984). إن التطور العمودي لهذه المنخربات القاعية سمح لنا بالتعرف على مجموعتان: الأولى خاصة بالعصر الدوميري و الأخرى خاصة بالعصر التوارسي, هذه الأخيرة تتميز باحتوائها على منطقة غياب تام للمنخربات (منطقة الانتقال بوليمورفوم/ليفيسوني).

- التحليل المورفولوجي للمنخربات القاعية المتحصل عليها سمحت لنا باستخراج أربعة أطوار تتميز بمستوى انعدام للمستحاثات الدقيقة.

- التحليل الجيوكيميائي و النظائري للعناصر المستقرة للأوكسجين و الكربون أظهرت أربع مراحل تتميز بانحراف سلبي مهم لعنصر الكربون $\delta_{13}C$, و ارتفاع ملحوظ لعنصر الكربون العضوي (COT) لمنطقة الانتقال بوليمورفوم/ليفيسوني. هذه التطورات المهمة تقابل ظاهرة الانعدام المحيطي (EAO). التقرير الخاص بالمنخربات القاعية و الجيوكيمياء يظهر لنا تطابق مماثل بين الاختفاء الكلي للمنخربات و الانحراف السلبي لعنصر $\delta_{13}C$.

- دراسة المضاهاة بين المقطع الخاص بهذه الدراسة و المناطق الأخرى للجزائر الغربية (جبال الترابرة و جبال القصور) سمحت لنا بإظهار حجم و شدة ظاهرة الانعدام المحيطي (EAO) مع بيان تأثيراته على تطور المنخربات القاعية, إضافة إلى مضاهاته مع أشكال الأحواض الرسوبية الأخرى.

- التطور الجغرافي القديم للأحواض الرسوبية الخاصة بالغرب الجزائري خلال العصر الدوميري/التوارسي , أظهرت العلاقة بين التطور الجيوديناميكي و الجيوكيميائي مع إظهار السلوك التطوري للمنخربات القاعية, إضافة إلى التشابه الكبير بين مختلف أحواض الغرب الجزائري.

الكلمات المفتاحية: Bénia (الفايجة), الدوميريان, التوارسيان, المنخربات القاعية, النظرير, ظاهرة الانعدام المحيطي, الانعدام.

Résumé

L'étude lithostratigraphique effectuée dans les marno-calcaires de Bénia montre deux unités lithologiques principales selon Sebane, 1984, riches en foraminifères benthiques. Leur évolution verticale a permis de définir deux associations appartenant respectivement au Domérien et au Toarcien. Cette dernière association est caractérisée par une zone d'absence totale des foraminifères benthiques (la zone de transition Polymorphum-Levisoni).

L'analyse morphologique des foraminifères benthiques permet de distinguer quatre phases évolutives caractérisées par un niveau micropaléontologiquement azoïque.

L'analyse géochimique et isotopique des éléments stables du carbone et de l'Oxygène montrent quatre épisodes caractérisés par une importante excursion négative du $\delta_{13}\text{C}$, et une élévation de la teneur du carbone organique (COT) dans la zone Polymorphum-Levisoni, elle correspond à l'évènement anoxique océanique OAE. Le rapport foraminifères/géochimie montre une parfaite adéquation entre la disparition et l'excursion négative du $\delta_{13}\text{C}$.

L'étude corrélatrice de notre coupe avec les autres régions de l'Algérie occidentale (Monts des Traras et les Monts des Ksours) permet de visualiser l'ampleur et l'intensité de l'évènement anoxique et son impact sur l'évolution des foraminifères benthiques ainsi que leur corrélation avec la physiographie des bassins sédimentaires.

L'évolution paléogéographique des bassins de l'ouest algérien au cours du Domérien-Toarcien montre la relation entre l'évolution géodynamique, géochimique et son influence sur le comportement des foraminifères ainsi que la similitude entre les différents domaines de l'Algérie occidentale.

Mots clés : Bénia, Domérien, Toarcien, Foraminifère, Isotope, OAE, Azoïque.

Abstract

The lithostratigraphic study effected in the Marls and limestone of Benia show two principal lithological unites according to Sebane (1984), rich of benthic foraminifera. Their vertical evolution allow us to define two associations which were go back to the Domerian and Toarcian age, this previous association is characterized by a zone of a total absence of benthic foraminifera (Transition zone Polymorphum-Levisoni).

The morphological analyses of benthic foraminifera allow us to come up with four evolutionary phases characterized by an azoic micropaleontologic level.

The geochemical and isotopic analyses of the stable elements of both Carbone and Oxygen show us four episodes characterized by an important negative excursion of $\delta_{13}\text{C}$ and an elevation of the content of COT in the Polymorphum-Levisoni zone, which correspond to the oceanic anoxic event (OAE). The geochemical/foraminiferous report shows a perfect adequation between the disappearance of benthic foraminifera and a negative excursion of $\delta_{13}\text{C}$.

The correlation study of our section and other western regions of Algeria (Traras Mountains and Ksours Mountains) allow us to visualize the amplitude and the intensity of anoxic event with its impact over the benthic foraminifer evolution, in addition to a correlation with physiographic sedimentary basins.

The paleogeography evolution of western Algeria basins during a Domerian-Toarcian show us the relation between a geodynamic, geochemical evolution and its impact to the foraminifera comportment and also the similarity between the different domains of western Algeria.

Key words: Benia, Domerian, Toarcian, Benthic foraminifera, Isotope, OAE, Azoic.

SOMMAIRE

Avant-propos

Résumé

Abstract

ملخص

	Page
PREMIER CHAPITRE: GENERALITE	
I. INTRODUCTION.....	01
II.CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE.....	01
A. Cadre géographique.....	01
1. Cadre géographique général.....	01
2. Cadre géographique du secteur d'étude.....	03
B. Cadre géologique et structural.....	03
1. Cadre structural des Monts du Nador.....	03
2. Aperçu géologique des Monts du Nador.....	05
C. Cadre stratigraphique.....	05
III. LES PRINCIPAUX EVENEMENTS DU LIAS.....	11
IV. HISTORIQUE DES ETUDES.....	11
V. BUT ET METHODE D'ETUDE.....	14
A. But de travail.....	14
B. Méthode d'étude.....	14
DEUXIEME CHAPITRE: CADRE LITHOSTRATIGRAPHIQUE ET ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE.	
I. INTRODUCTION.....	15

II. LOCALISATION DE LA COUPE ETUDIEE.....	15
III. UNITES LITHOSTRATIGRAPHIQUES.....	17
1. Unité lithologique I	17
2. Unité lithologique II	21
IV. ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE.....	21
1. Cadre biostratigraphique de la limite Pliensbachien-Toarcien.....	21
A. La limite Plienbaschien (Domérien) – Toarcien.....	22
B. Limites de zones au sein du Toarcien inférieur	22
2. Stratotype du Toarcien.....	22
3. Synthèse biostratigraphique.....	22
A/ Association du Domérien supérieur.....	
B/ Association du Toarcien inférieur.....	
 TROISIEME CHAPITRE: ETUDE MORPHOLOGIQUE ET GEOCHIMIQUE.	
A. ETUDE MORPHOLOGIQUE.....	25
I. INTRODUCTION.....	25
II. CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES FORAMINIFERES RECOLTES.....	25
III. METHODE DE CALCUL DES INDICES BIOCOENOTIQUES.....	27
IV. DISCUSSION.....	28
B. ETUDE GEOCHIMIQUE.....	31
I. INTRODUCTION.....	31
II. ANALYSE ET INTERPRETATION.....	31
III. RAPPORT ENTRE FORAMINIFERES ET GEOCHIMIE.....	32

**QUATRIEME CHAPITRE: ETUDE CORRELATIVE ET SYNTHESE
PALEOGEOGRAPHIQUE.**

I. INTRODUCTION.....	38
II. APERÇU DE L'EVOLUTION ET LA CONFIGURATION DES BASSINS OUEST TETHYSIENS AU COURS DU LIAS INFERIEUR.....	38
1. Configuration et particularité des domaines sud téthysiens.....	38
2. Evolution géodynamique /eustatique et paléoenvironnement.....	38
III. VARIATION DU NIVEAU MARIN RELATIF ET RENOUVELLEMENT DES FORAMINIFERES.....	41
1. Identification de la variation du niveau marin relatif.....	41
2. Les peuplements des foraminifères benthiques dans le cortège transgressif.....	42
IV. ETUDE COMPARATIVE.....	43
1. Localisation des coupes et comparaison.....	43
2. Comparaison de notre coupe avec les domaines adjacents (Mellala, Raknet El- Kahla).....	44
V. SYNTHESE PALEOGEOGRAPHIQUE.....	49
CONCLUSION GENERALE.....	51

PREMIER CHAPITRE:

GENERALITE

I. INTRODUCTION :

Notre travail est consacré à l'étude des foraminifères récoltés au niveau de la limite Pliensbachien-Toarcien dans les Monts du Nador (Tiaret, Algérie occidentale). Cette étude a fait l'objet d'une investigation tant sur le plan stratigraphique, sédimentologique que sur le plan paléoenvironnemental. Cette limite, sur le plan biostratigraphique a fait également l'objet de plusieurs études notamment au Portugal dans la coupe de Péniche (Elmi et *al.*, 2007), et à Mellala au Traras (Elmi et *al.*, 2006 ; 2009).

Les ammonites récoltées dans cette intervalle de temps ont permis de reconnaître tous les termes du passage depuis la zone à *Emaciatum* jusqu'à la fin de la zone à *Polymorphum*.

Sur le plan paléoenvironnemental l'évolution des peuplements de foraminifères révèle des changements quantitatifs et morphologiques qui sont en accord avec ceux liés à la tectonique distensive liasique. Elle révèle également un intervalle micropaléontologiquement azoïque au niveau du passage *Polymorphum-Levisoni*, qui correspond à la crise anoxique du Toarcien inférieur.

Notre étude se focalisera sur les indices biostratigraphiques et géochimiques de l'évènement anoxique et les changements morphologiques associés des foraminifères benthiques.

II. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE :

A. Cadre géographique:

1. Cadre géographique générale : (Fig. 1)

Les Monts du Nador correspondent à une suite de chaînes de montagnes orientées SW-NE, ils s'étendent 40 km de longueur, depuis le Djebel En Nador à l'ouest, jusqu'au Djebel Goudjila à l'Est. Ces Monts situés à 20 km environ au SE de la ville de Sougueur, sont limités au Nord par le plateau du Sersou et au Sud par les Hauts Plateaux oranais. La chaîne du Nador est subdivisée en trois groupes de chaînons allongés selon trois directions principales :

- 1- Le chaînon occidental représenté par Beloulid, de direction N70°E, il s'allonge sur 20 km environ. Il comprend les Monts suivants :
 - Djebel En Nador (1455m)
 - Djebel Ben En Nsour (1474m)
 - Djebel Rekbet Er Retem (1428m)

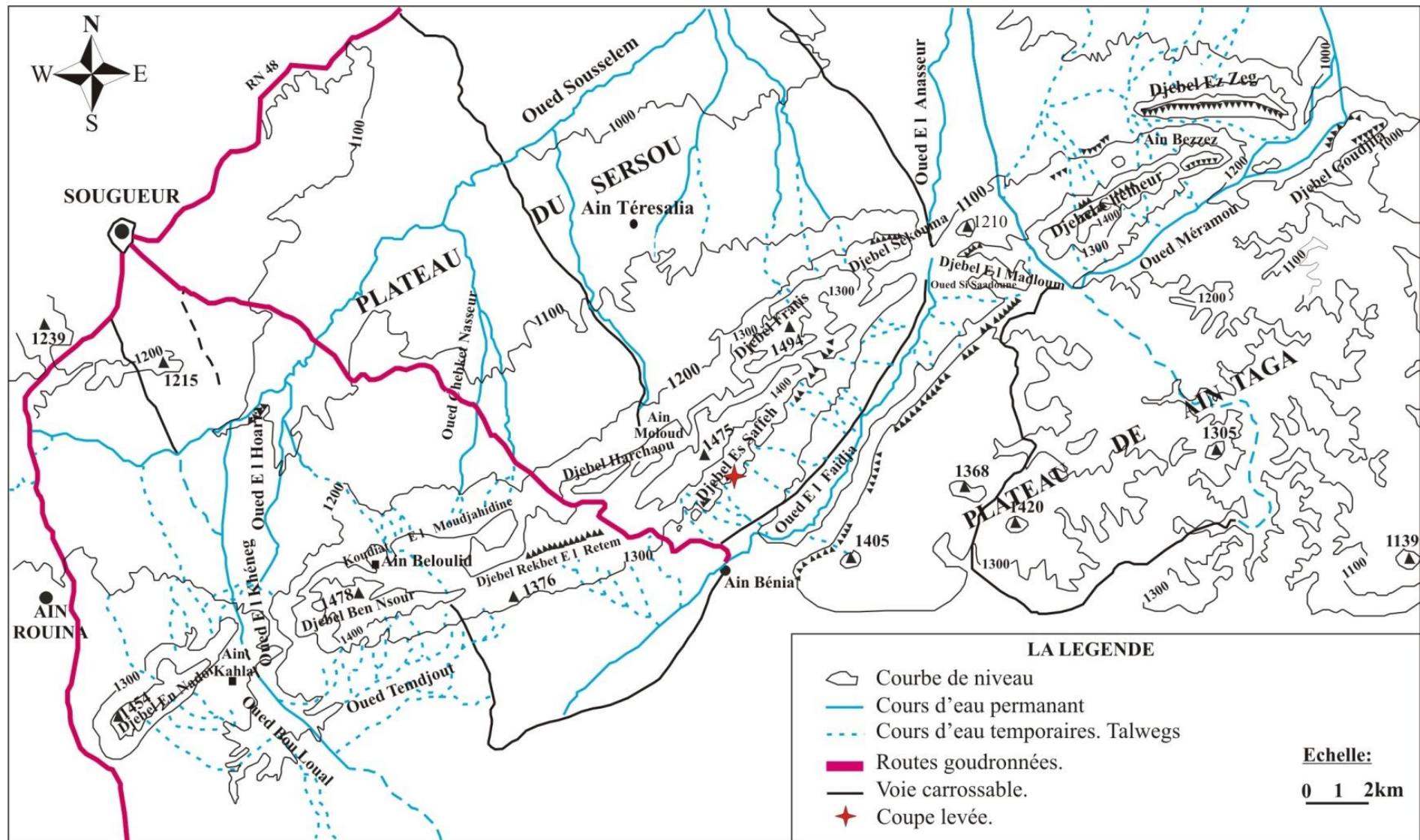


Fig. 1 : Carte de situation géographique des Monts du Nador (Ouared, 1987).

Le chaînon médian représenté par Harmela de direction N 30° à N 50°, il comprend :

- Djebel Harchaou occidentale (1479m)
- Djebel Es Saffeh (1475m)
- Djebel Feratis (1494m)
- Djebel Sekouma (1371m)

2- Le chaînon oriental représenté par Bezzez de direction N70°, il comprend les reliefs suivants:

- Djebel El Medloun (1385m)
- Djebel Chemeur (1500m)
- Djebel Harchaou oriental (1380m)
- Djebel Goudjila (1232m)

2. Cadre géographique du secteur d'étude :

Notre secteur d'étude est localisé dans le Djebel Es Seffah, il se situe à 45 km environ au SE de la ville de Tiaret. Il est limité au Nord par les Hautes Plaines du Sersou, à l'Ouest par la route Sougueur-Bénia, au sud par le village de Faidja (Ain Bénia), le plateau de Taga, et à l'Est par Sidi Saadoune.

B. CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL :

1. Cadre structural des Monts du Nador :

Les Monts du Nador font partie du « domaine Pré-atlasique », ils sont affectés selon Ouared (1987) par un système d'accidents qui s'organisent en trois directions principales : (Fig. 2)

a- Accidents de direction atlasique NE-SW: ils sont disposés du Nord vers le Sud en trois faisceaux subparallèles :

- Le faisceau de l'Ain El Adjar-El Kebar : il sépare la chaîne du Nador et du Plateau de Sersou.

- Le faisceau d'Harmela : il forme une limite entre les formations liasiques et celles du Jurassique supérieur.

- Le faisceau de Faidja : il forme une limite entre la chaîne plissée du Nador et le Plateau d'Ain Taga.

b- Transversales subméridiennes : Elles correspondent à des décrochements dextre et sénestre (Lucas, 1952 et Caratini, 1970). Elles sont parallèle aux deux grandes transversales de direction N 10°, défini par Glangeaud (1951) :

- Transversale de Teniet El Haad affectant la partie orientale du Djebel Nador.
- Transversale d'El Bayadh-Tiaret parcourant la partie occidentale du Djebel Nador.

Elle marque la limite entre le domaine tlemcenien à l'Ouest et le domaine Pré-atlasique à l'Est (Guiraud, 1973).

c- Accidents de direction NW-SE : ils sont peu marqués dans le Djebel Nador. Ils affectent essentiellement les formations dolomitico-calcaires et les calcaires du Jurassique supérieur et Crétacé inférieur reconnues dans le plateau d'Ain Taga.

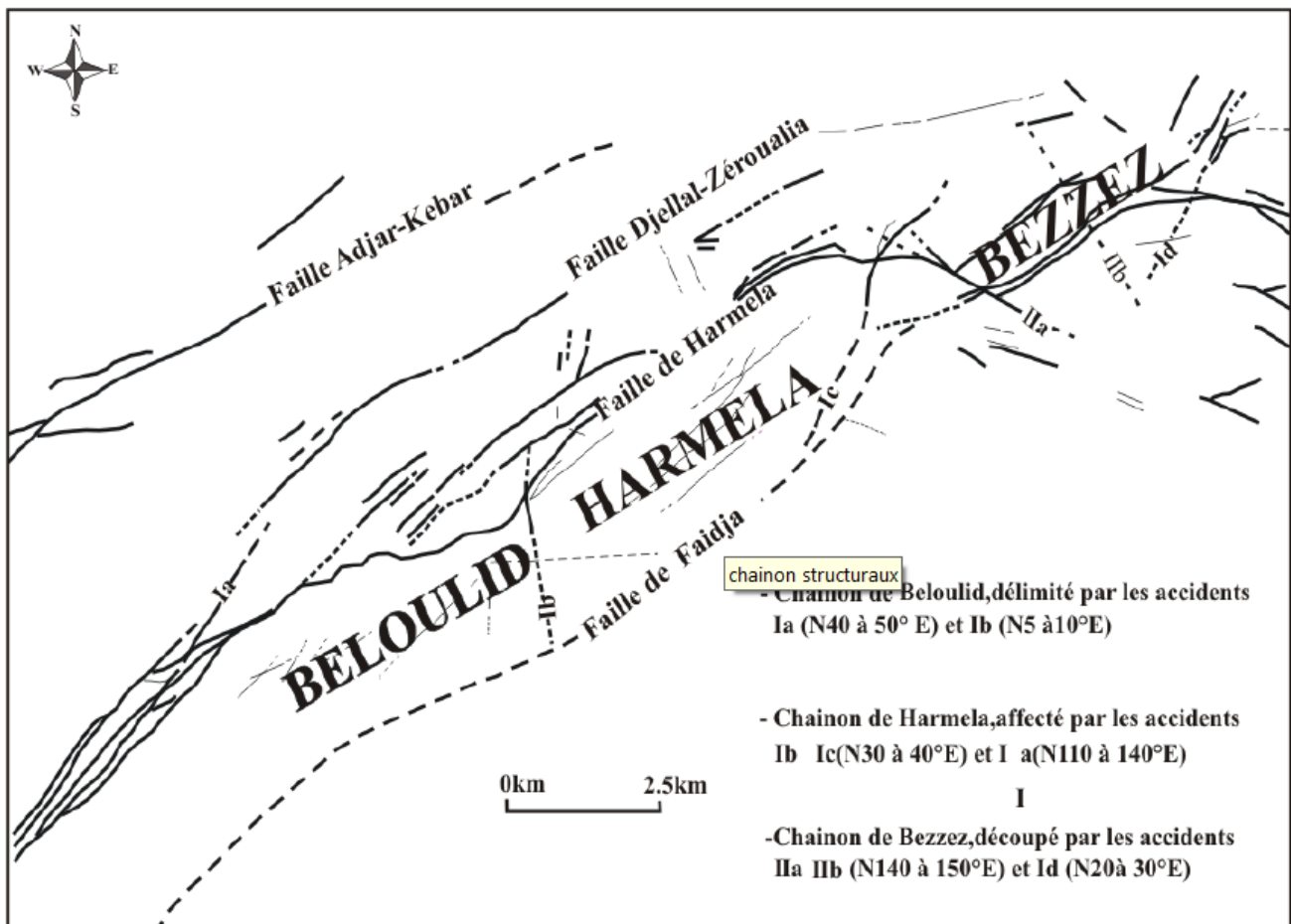


Fig. 2 : Principaux chainons et linéament structuraux des monts du Nador. Ouared, (1987).

2. Aperçu géologique des Monts du Nador: (Fig. 3, 4)

Les Monts du Nador font partie du domaine pré-atlasique qui est bordé au Nord par la zone externe du domaine tellien, au SE par le domaine atlasique, au Sud par les Hautes plaines Oranaises et à l'Ouest par le domaine tlemcenien.

La chaîne du Nador s'organise en trois unités topographiques disposées du Nord au Sud comme suit :

- *La chaîne du Nador :*

Elle correspond à un anticlinal à cœur liasique déversé vers le NW, le flanc Sud est nettement moins perturbé et montre un bon développement de la série Jurassique (Elmi et *al.*, 1974).

- *La vallée de Faâdja :*

Elle est occupée par des marnes du Jurassique supérieur (Oxfordien). Ces dépôts sont parfois recouverts par des sédiments du Miocène et du Plio-Quaternaire.

- *Le plateau de Taga :*

Il occupe le flanc Sud de la structure anticlinale du Nador. Il correspond à des formations dolomitico-calcaires du Jurassique supérieur qui montrent un faible pendage et une grande extension vers le Sud.

C. Cadre stratigraphique: (Fig.4, 5)

La série stratigraphique des Monts du Nador, définie par les anciens auteurs et montre de bas en haut :

Le Trias : d'après Ouared (1987)

Les formations triasiques se présentent sous un faciès argileux rouge violacés, gypseux à nombreux débris de quartz bipyramidés et des rhomboèdres microscopiques de dolomite.

Le passage entre le Trias et le Lias inférieur dolomitique est marqué par une limite tectonique, indiquée par une zone bréchique.

Le Lias inférieur :

Il est formé par une épaisse série dolomitique correspondant à la partie basale des « Calcaires de Bouloual » (Augier, 1967) qui se présente sous forme de gros bancs bien lités et épais. Aucune faune n'a été récoltée dans cette formation ; les seuls arguments permettant l'attribution d'un âge Lias inférieur, sont le contexte stratigraphique, car elle repose normalement sur les argiles gypseuses du Trias.

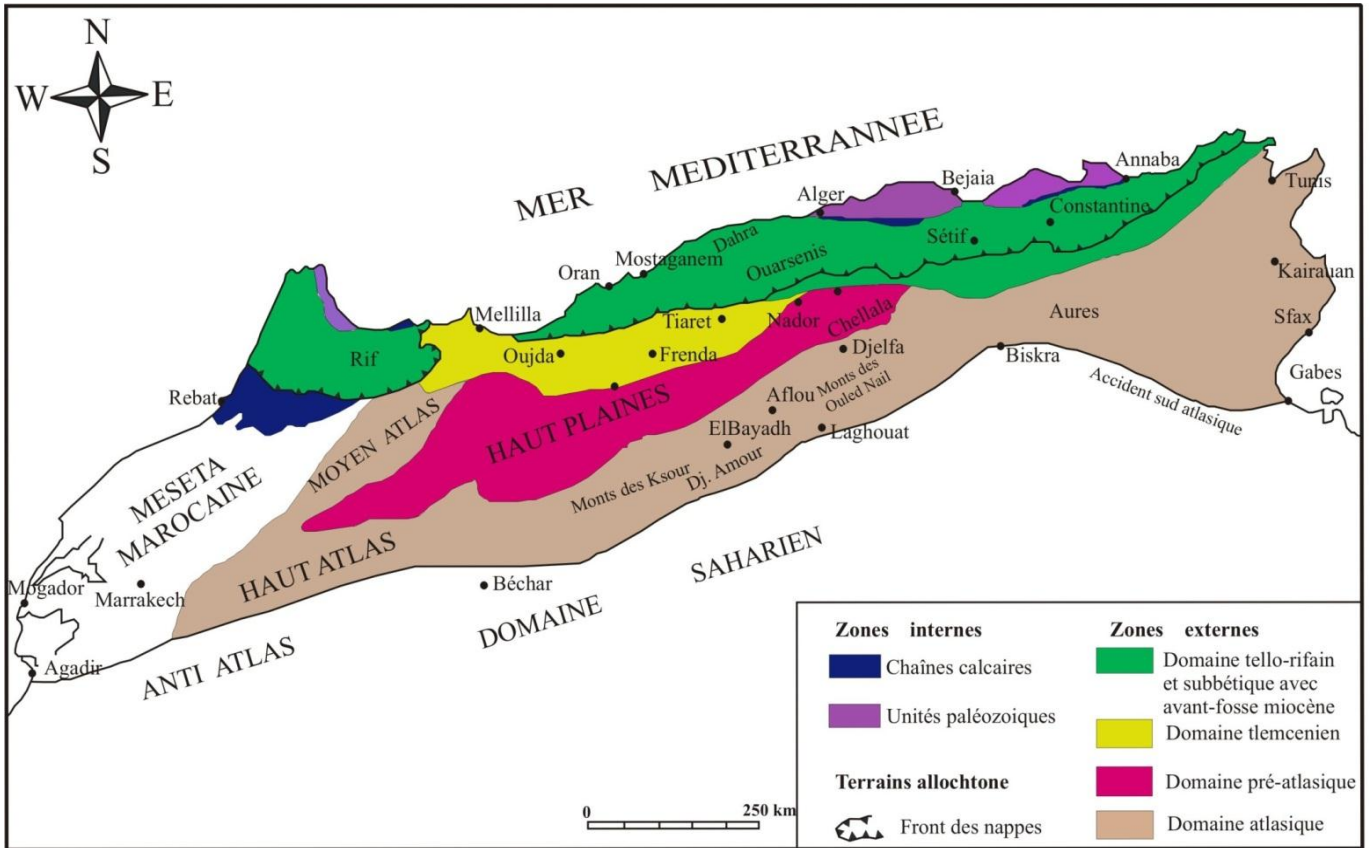


Fig.3 : Les grands ensembles géographiques de la chaîne Alpine en Méditerranée occidentale (Benest, 1985).

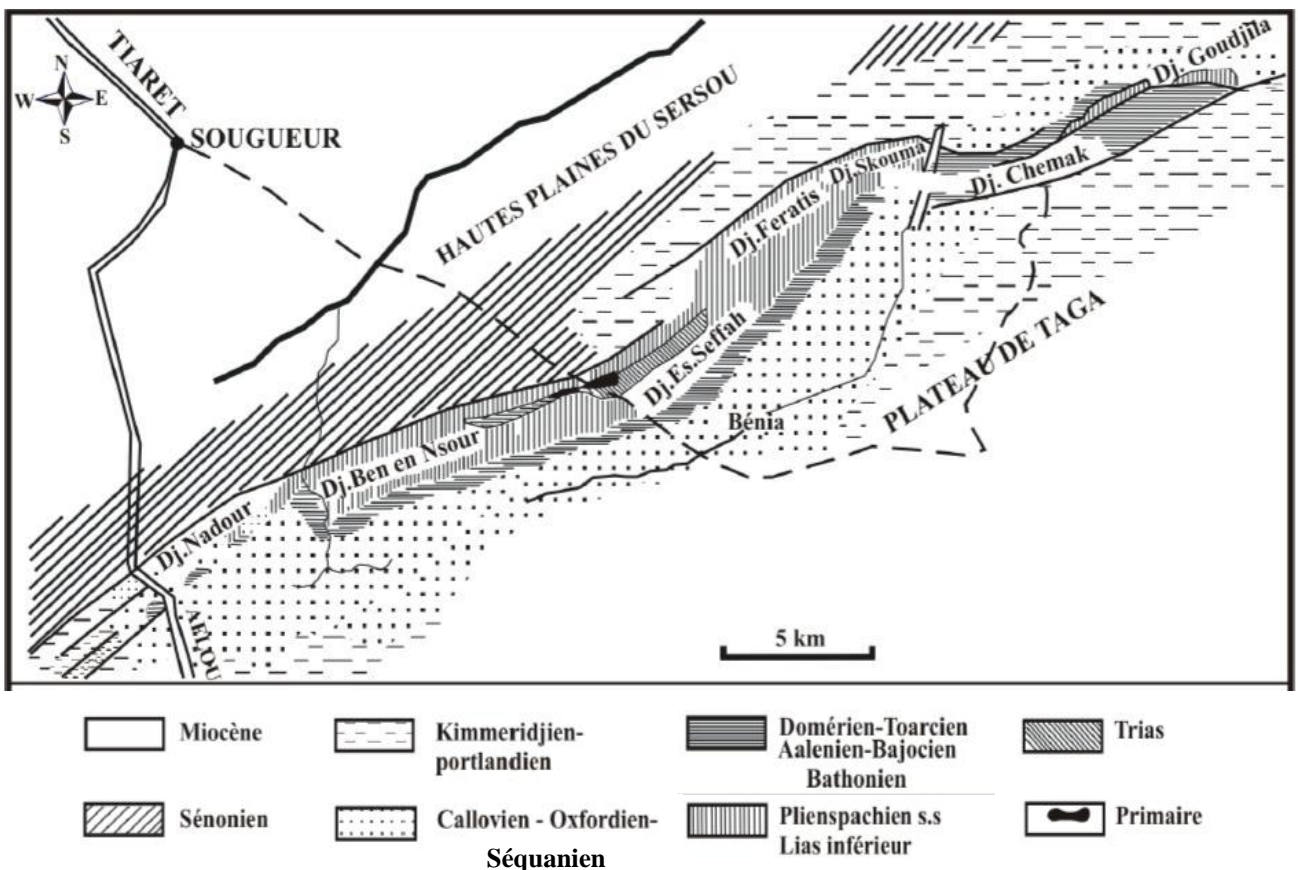


Fig. 4 : Carte géologique des Monts du Nador d'après Lucas (1952) in Sebane (1984).

Le Lias moyen : (Carixien-Domérien)

Il débute par la formation des « calcaires à silex inférieur » attribués aux Carixien par Elmi et *al.*, 1974. Ce sont des calcaires marneux à silex.

La partie sommitale correspond aux « Marno-calcaires de Bénia » (Caratini, 1970 et Elmi et *al.*, 1974) ayant pour l'équivalent les « marnes d'Es Saffeh » (Augier, 1967). Elle est composée de six termes dont deux appartiennent au Lias moyen : (Tab. 1)

Terme a (7 m) : alternance de marnes et de calcaires à *Protogrammoceras* et *Fuciniceras* (Elmi et *al.*, 1974).

Terme b (6 m) : alternance rapprochée de marnes et de calcaires, riche en trace d'ammonites visibles sur les sommets des bancs. Elle a livré dans sa partie moyenne des *Amaltheus margaritatus* (Domérien moyen) et dans sa partie supérieure des *Emaciatoceras* et des *Canavaria* (Domérien supérieur).

Le Lias Supérieur :

Toarcien inférieur : il comprend deux termes.

Terme c (11.5 m) : il correspond à des marnes verdâtres laissant apparaître quelques bancs calcaires discontinus (0.05 à 0.20m) qui montrent souvent une allure noduleuse. Les marnes sont très tendres à la base, ensuite elles deviennent de plus en plus compactes vers le sommet. Plusieurs niveaux fossilifères y sont repérés (Elmi et *al.*, 1974) :

- Niveau à *Dactylioceras* (*Orthodactylites*) cf, *Semicelatum* (Simps) (Sous-zone à *Semicelatum*).
- Niveau à *Paltarpites* ou *Ovaticeras*.
- Niveau à *Harpocertoides*.
- Niveau à *Nodicoeloceras*, *Dactylioceras*, *Harpoceratoides*, *Hildaites*.

Cette association, défini par Elmi et *al.*, 1974, a permis de reconnaître les zone à *Polymorphum* et à *Levisoni* du Toarcien inférieur.

Terme d (9 m) : correspond au faciès « Ammonitico-rosso », il se présente sous forme d'une alternance de marnes et de calcaires marneux noduleux parfois grumeleux, de couleur lie-de-vin, tacheté de vert. Deux niveaux fossilifères y sont repérés :

- Niveau à *Lytoceras* sp, *Mercaticeras* sp.
- Niveau à *Lytoceras* sp.

Cette association a permis à Elmi et *al.*, 1974 de reconnaître la zone à Levisoni du Toarcien inférieur.

Toarcien moyen :

Terme e (5 à 10 m) : représenté par une alternance de marnes gris verdâtre et de calcaires. La base de ce terme montre une affinité avec l'ammonitico-rosso. Dans la partie médiane, l'ensemble est à prédominance marneuse. La partie supérieure s'enrichit en bancs calcaires qui deviennent plus continus.

Les interbancs marneux compacts à la base, montrent un aspect plus feuilletés au sommet. Plusieurs niveaux fossilifères sont individualisés (Elmi et *al.*, 1973, 1974) :

- Niveaux calcaires à ammonites de la zone à Bifrons : *Hildoceras sublevisoni* (Fuc), *Hildoceras lusitanicum* (MEisi), *Hildoceras Bifrons* (Bruck), *Hildoceras semipolitum* BUCK.
- Niveaux à ammonites de la zone à Gradata : *Collina* (*Collina*) *gemma* BON.

Toarcien supérieur et Aalénien :

Terme f (9 m) : il s'agit de bancs calcaires à surfaces irrégulières et à *zoophycos* associés à des traces de pyrite. La faune est abondante et indique un âge Toarcien supérieur (zone à Meneghini).

Tab. 1 : Tableau comparatif des principales formations du Nador et leurs attributions stratigraphiques in Zouit,2008.

AGE	AUGIER, 1967	CARATINI, 1970	ELMI <i>et al.</i> , 1974	SEBANE, 1984	OUARED, 1987			
					Secteur occidental	Secteur médian	Secteur oriental	
Bathonien	Calcaires du Nador	Calcaires à filaments du Nador	Calcaires à silex supérieurs	Unité lithologique III	Calcaires du Nador			
Bajocien					Marmocalcaires de Bénia	Dolomies du N'Sour	Marmocalcaires de Bénia	Calcaires de Sidi Laoumi
Aalénien sup.								
Aalénien inf.	Marnes d'Es-Safeh	Marmocalcaires de Bénia	Calcaires à filaments du Nador	Unité lithologique II	Marmocalcaires de Bénia	Calcaires de Sidi Laoumi		
Toarcien							Terme e	Terme d
Domérien	Calcaires de Bouloual	Calcaires à silex inférieurs	Calcaires à silex inférieurs	Unité lithologique I	Marmocalcaires de Bénia	Calcaires de Sidi Laoumi	Calcaires de Sidi Laoumi	
Carixien								Membre inférieur
Lias inf.	Membre supérieur		Dolomies de Bouloual	Dolomies de Bouloual	Calcaires d'Aïn Kahla	Dolomies de Bouloual		
Trias	Argiles et évaporites							

III. LES PRINCIPAUX EVENEMENTS DU LIAS :

À l'échelle globale, le Lias est caractérisé par de nombreux événements (Hermoso, 2007) :

(1) **Géodynamiques** avec un *rifting*, associé à un contexte de volcanisme intense, qui provoque la dislocation de la Pangée et l'ouverture de l'Atlantique central.

Cette structuration a conduit à l'effondrement des plates-formes carbonatées au début du Toarcien et une configuration du domaine téthysien en "microbassins".

(2) **Biologiques** avec de nombreuses extinctions floro-faunistiques à la limite Plienbaschien-Toarcien et au Toarcien inférieur.

(3) **Sédimentologiques** avec un Événement Anoxique Océanique ("T-OAE") associé à une sédimentation à dominante détritique fine.

(4) **Géochimiques** avec une évolution à long terme du rapport isotopique du carbone ($\delta^{13}C$) marquée par une augmentation progressive, interrompue à court terme par une excursion négative et inhabituelle dans son amplitude (-3‰ à -7‰).

Les extinctions floro-fauniques de cette période définissent un contexte de crise biologique mineure, parfois désigné comme une extinction de masse de second ordre (Raup et Sepkoski, 1984). En réalité, deux crises sont présentes (Hermoso, 2007):

- La première survient à la limite entre le Plienbaschien et le Toarcien, il a principalement affecte les organismes benthiques vivant sur les plates-formes continentales: brachiopodes, ostracodes, foraminifères benthiques, bivalves suivi par des renouvellements fauniques chez les ammonites et les bélemnites.

Les ammonites ont été profondément affectées à travers ces deux crises (Hallam, 1996 ; Macchioni et Cecca, 2002 ; Cecca et Macchioni, 2004).

- La seconde dans le Toarcien inférieur, coïncide par ailleurs avec le début de la période d'anoxie généralisée définie par l'accumulation de matière organique.

IV. HISTORIQUE DES ETUDES :

Les premiers géologues qui ont traversé les Monts du Nador sont E. Renou (1843) et L. Ville (1852), l'étude régionale de la partie occidentale de la province d'Oran entreprise par Ville (1852) lui permet de reconnaître l'aspect métallifère des dolomies du Jurassique.

H. COQUAND (1962) entreprend une étude géologique comparative entre la province Constantinoise et la partie occidentale d'Oran. Elle lui permet de signaler l'existence du Corallien et du Kimméridgien au Djebel Rechiga (NE du Nador).

P. DELEAU (1935-1948) a établi la première carte géologique du Nador et donne une synthèse des grands traits structuraux de la chaîne. Ses travaux sur la coupe située au Nord du Four à chaux de Bénia lui ont permis de reconnaître un âge allant du Domérien au Toarcien.

LUCAS (1952) a fait une étude synthétique sur la bordure des Hautes Plaines oranaises. Elle lui a permis d'apporter des précisions sur la stratigraphie et la paléogéographie du Jurassique du Djebel Nador.

J. LASNIER (1965) étudia les séries du Jurassique des Hautes Plaines algériennes. Son étude micropaléontologique lui a permis de signaler la richesse de la microfaune (Foraminifères et Ostracodes) dans les séries liasiques du Djebel Nador.

C. AUGIER (1967) réalise une synthèse stratigraphique de la couverture mésozoïque des Hautes plaines. Elle lui permet de distinguer trois grands groupes d'âge Jurassique à Crétacé, ce sont de base en haut :

- Groupe carbonaté inférieur : Lias inférieur et moyen.
- Groupe carbonaté détritique : Callovien à Séquanien.
- Groupe carbonaté supérieur : Kimméridgien à Barrémien.

C. CARATINI (1965, 1967, 1970) entreprend une étude géologique et structurale de la région Chellala-Reibell et du Nador, et apporte des précisions lithostratigraphiques qui lui permettent de reconnaître dans le groupe carbonaté inférieur quatre grandes formations :

- Formation des « Dolomies de l'oued Bou-loual ».
- Formation des « Calcaires à silex inférieur ».
- Formation des « Marno-calcaires de Bénia ».

- Formation des « Calcaires à silex supérieur ».

La richesse de la faune récoltée dans la formation de « Marno-calcaires de Bénia » lui a permis de subdiviser celle-ci en cinq termes successifs (a, b, c, d et e).

S. ELMI, F. ATROPS et CH. MANGOLD (1973, 1974) établissent une biostratigraphie précise des séries du Domérien au Toarcien de l'Algérie occidentale et complètent le cadre biostratigraphique établi par Caratini (1970) en y ajoutant un nouveau terme f correspondant aux calcaires à silex supérieur et à zoophycos.

P.A. BALOGE (1981) étudie le contenu micropaléontologique du Lias (Domérien-Toarcien) de la coupe du Djebel Es Safeh (Benia). Il met en évidence une microfaune (foraminifères et ostracodes) assez variée et très mal conservée.

SEBANE. A (1984) réalise une étude systématique et paleoécologique de la microfaune au Lias moyen et supérieur du secteur médian du Nador (Djebel Es Saffeh). Elle lui a permis de mettre en évidence deux écoséquences compatibles avec la dynamique sédimentaire et un événement micropaléontologiquement azoïque contemporains à la crise anoxique du Toarcien inférieur.

S. BOUREZG (1984) entreprend une étude structurale qui lui permet de mettre en évidence une tectonique polyphasée.

S. ELMI et ALMERAS (1982, 1984) réalisent une synthèse paléogéographique de l'Algérie occidentale. Ils ont mis en évidence les rapports qui existent entre la physiographie du bassin et la composition faunique.

S.ELMI ET B.CALLO-FORTIER (1985) établi une étude de la position stratigraphique de plusieurs groupe d'ammonites à affinités mésogéennes : *Paradumortieria* et *Pleydellia flamandi* du début de la zone à Aalensis. Grace à cette étude, ils ont pu mettre en évidence certaine polarité évolutive chez les *Pleydellia* (modification de l'aire ombilicale) et *Nodorites* (section verticale et ornementation).

O. OUARED (1987) a présenté une étude sédimentologique sur la transition «plate-forme carbonatée – Bassin» du Jurassique inférieur et moyen des Monts du Nador. Cette étude lui a permis de subdiviser la série carbonatée Lias – Dogger en trois grandes mégaséquences :

- ensemble carbonaté inférieur ;

- ensemble médian calcaire et marno-calcaire ;
- ensemble carbonaté supérieur.

Du point de vue géodynamique, O. Ouared signale l'existence de deux principales phases tectoniques :

- phase distensive qui exprime une évolution de type atlasique ;
- phase distensive qui détermine une évolution de type tlemcénien.

Cette observation lui a permis de considérer les Monts du Nador comme un domaine « atlasico-tlemcenien ».

A.SEBANE et A. TOUAHRIA (2017) ont réalisé une étude micropaléontologique et géochimique pour mettre en évidence la crise anoxique du Toarcien inférieur et voir son effet sur le comportement des foraminifères benthiques.

A. TOUAHRIA et A.SEBANE (2017) ont réalisé une étude statistique des ammonites du Toarcien en vue de comprendre leur comportement face aux conditions qui ont prévalu pendant cet intervalle de temps.

V. BUT ET METHODE D'ETUDE:

A. But de travail :

Ce travail porte sur l'étude des peuplements de foraminifères benthiques récoltés dans les niveaux marno-calcaires de la formation de Bénia du Lias moyen et supérieur.

L'étude de ces foraminifères a permis d'analyser la réponse morphologique et morphométrique des foraminifères adoptées face aux changements paléoenvironnementaux plusieurs associations assujetties à ces variations morphologiques.

B. Méthode d'étude:

Elle comporte les étapes suivantes :

- Documentation bibliographique sur le secteur d'étude.
- Prélèvements de 34 échantillons dans les niveaux marneux.
- Lavage des 34 prélèvements en utilisant la série de tamis suivante : 0,5- 0,25- 0,125- 0,063mm.
- Tri avec une loupe binoculaire. La détermination des foraminifères dégagés a été faite par Monsieur Sebane Abbas.

DEUXIEME CHAPITRE:

**LITHOSTRATIGRAPHIE ET
ATTRIBUTION
BIOSTRATIGRAPHIQUE**

I. INRODUCTION :

Les foraminifères étudiés dans ce travail proviennent de la coupe de Bénia, qui est située sur le flanc sud du Djebel Es Saffeh. Elle est caractérisée par une alternance marno-calcaire d'âge Domérien supérieur à Toarcien inférieur.

II. LOCALISATION DE LA COUPE ETUDIEE:

La coupe étudiée a été levée à proximité de l'ancien « Four à chaux » qui se situe à 2 km au NW de village de Bénia (Fig. 6, 7). Elle a pour coordonnées Lambert les points suivants :

X1 : 408.7

X2 : 408.2

Y1 : 202.7

Y2 : 203.2

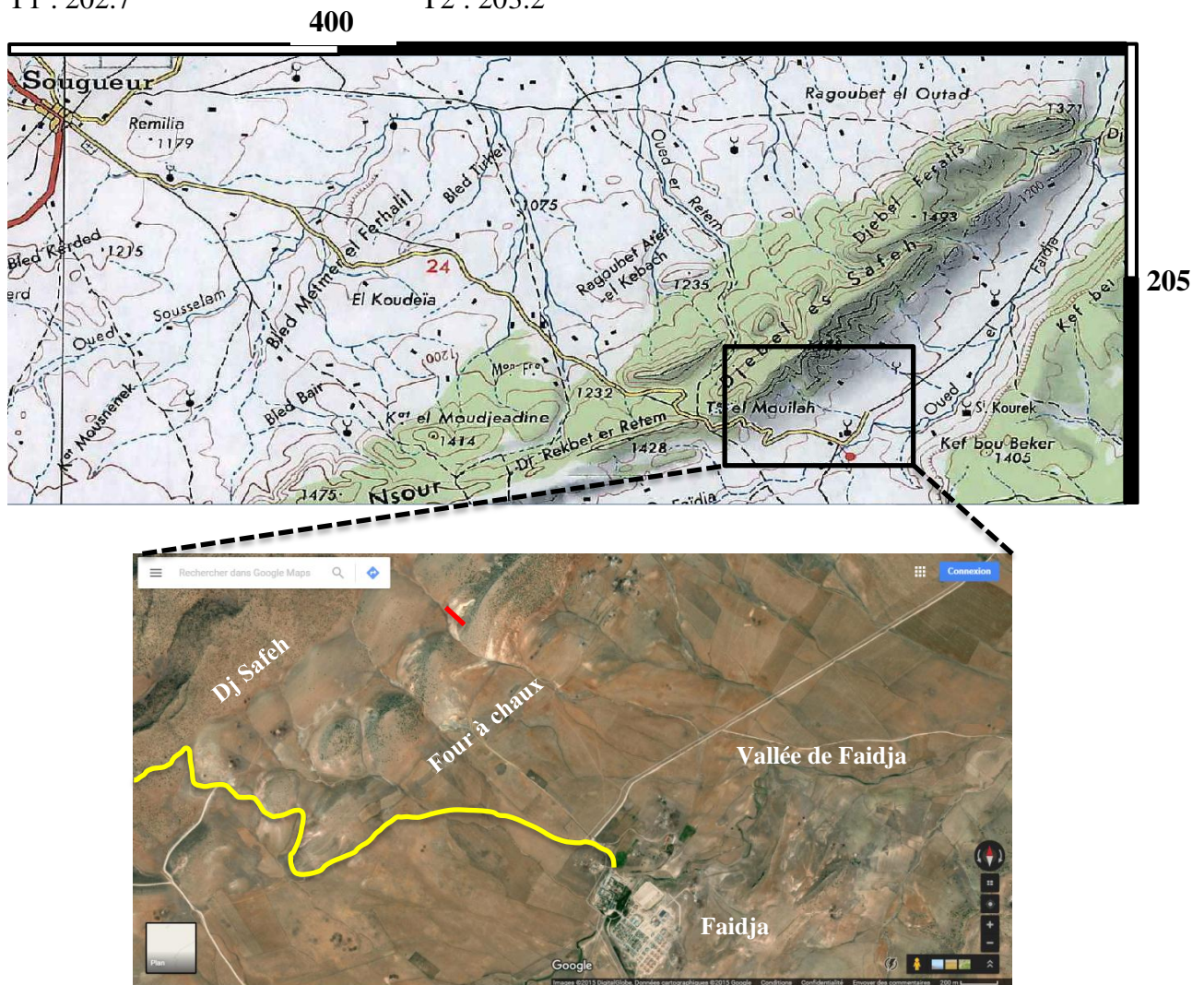




Fig. 6 : Localisation géographique de la coupe étudiée.

 La coupe levée

 La route Faidja vers Sougueur

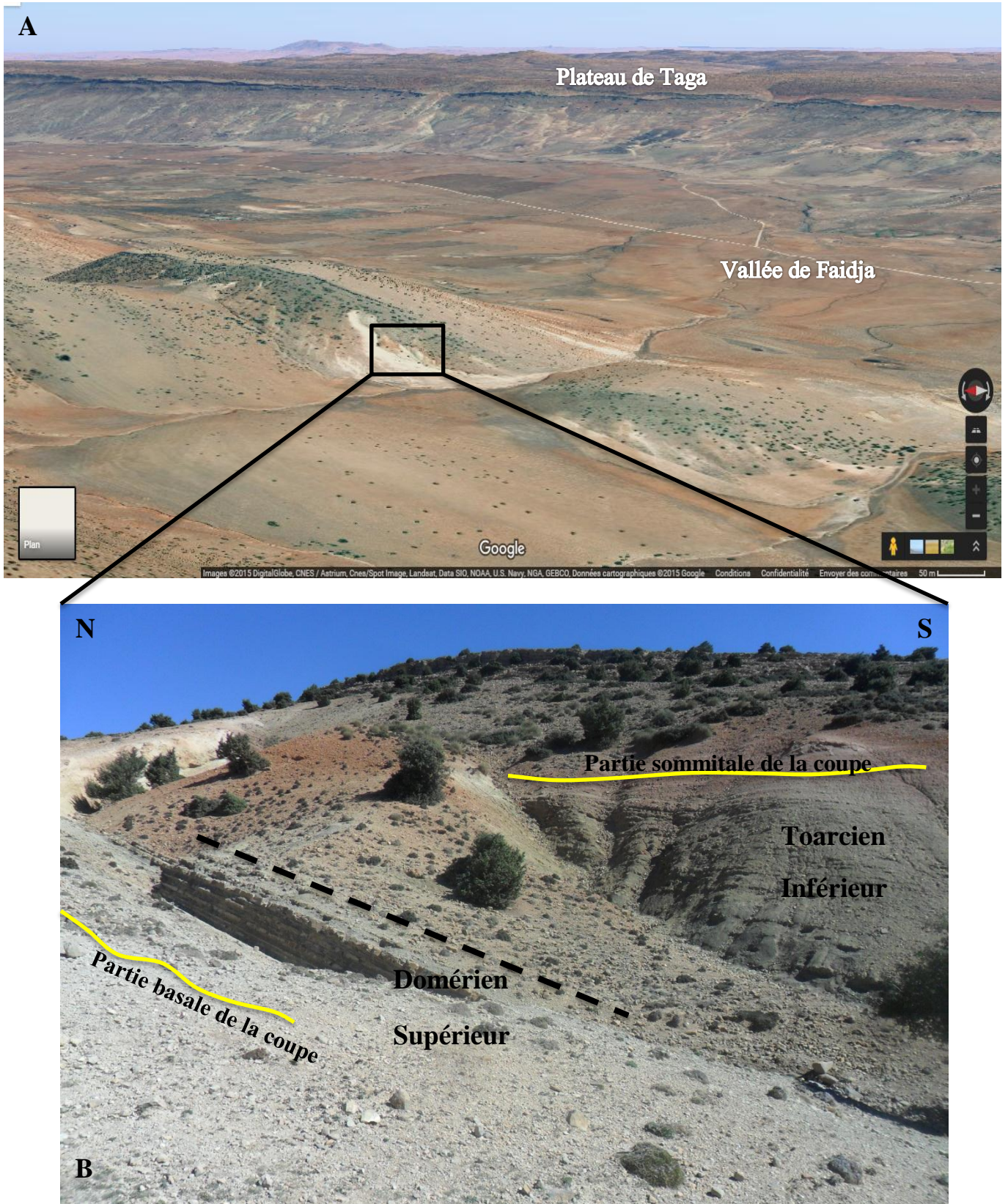


Fig. 7: A- Photo satellitaire montrant la morphologie de secteur d'étude et l'emplacement de la coupe.

B- Photo panoramique de la coupe étudiée.

III. UNITES LITHOSTRATIGRAPHIQUES:

La coupe décrite dans ce travail a déjà fait l'objet de plusieurs études stratigraphiques qui ont permis de subdiviser la formation des « Marno-calcaire de Bénia » en plusieurs termes (a - f), (C. Caratini., 1970 et Elmi et *al.*, 1974).

Dans ce travail, nous allons retenir la dernière subdivision établie par Sebane (1984) (Tab.1), qui se résume en deux unités lithologiques : (Fig.8, 9)

1- Unité lithologique I : Calcaires argileux sublithographiques (4m)

a- Description :

Il s'agit d'une alternance rapprochée de marnes et de calcaires regroupant les termes « a et b » de Caratini (1970). Les bancs calcaires sont épais plus ou moins argileux, parfois compacts ou délités (Fig. 9, Ph A).

Dans la partie supérieure, les bancs calcaires sont mieux délimités et leurs surfaces supérieures sont soulignées par les accumulations d'ammonites, de bélemnites, et de pistes d'organismes benthiques. Les niveaux marneux de couleur gris verdâtre, sont peu minces, et contiennent une abondante microfaune.

b- Microfaciès :

Le microfaciès correspond à une biomicrite à débris d'organismes, généralement des sections d'ostracodes (*Ogmoconcha* sp). Les foraminifères sont rares voire absents.

Les foraminifères benthiques prélevés dans ces niveaux marneux, sont généralement bien conservés et peu diversifiés.

c- Attribution stratigraphique :

Les ammonites récoltés par Elmi et *al.*, 1974 et par Sebane, 1984 dans cette limite constituent deux groupes :

- Le premier comprend des *Arieticeras* gr. *Amaltheus* (Oppel), *Emaciaticeras* type *E. Villae* (Gemm) et *Amaltheus margaritatus* (Month). Cette association indique un âge Domérien moyen.

- Le second contient des *Canavaria* (*Canavaria*) sp, *Emaciatoceras* sp, *Canavaria* (*Canavaria*) gr, *Zancliana* (Fuc). Cette association indique le Domérien supérieur (zone à *Emaciatum*).

d- Milieu de dépôt :

La nature lithologique des sédiments (marnes et calcaires), ainsi que l'abondance des céphalopodes et les radiolaires indiquent un milieu marin ouvert.

2- Unité lithologique II : (Assises marneuses avec des niveaux grumeleux)

a- Description : (Fig.9)

Elle regroupe les termes (c et d) de Caratini, 1970.

- Le terme c correspond à une assise marneuse verdâtre laissant apparaître des petits niveaux calcaires gris-verdâtres qui passent vers le sommet à des petits bancs discontinus et grumeleux (Ph C, D).
- Le terme d correspond à « l'ammonitico-rosso » argileux. Il débute par des niveaux noduleux à grumeleux (Ph F), de couleur verdâtre, devenant au sommet rougeâtres (Ph D).

Les niveaux calcaires sont séparés par des niveaux rougeâtres grumeleux.

b- Microfaciès :

Il s'agit d'une biomicrite silteuse contenant très peu de bioclastes : des débris de coquilles très fines et recristallisées, associées à de rares *Nodosariides* et ostracodes.

c- Attribution stratigraphique :

Les ammonites récoltées dans cette unité permettent de distinguer deux intervalles successifs :

- Le premier contient des *Dactyloceras* sp, *Dactyloceras delicatum* (Bean-Simp), *Dactyloceras tuberculatum* (Guex), de rare *Hildaiites gyralis* (Buck) et des *Hildaiites* sp. Cette faune indique le Toarcien inférieur (zone à *Polymorphum*).
- Le deuxième intervalle a livré des *Hildaiites* cf, *Subserpentinus* (Buck), *Hildaiites* cf. *borialis* (Seeback) et de rares *Harpoceratooides* sp. Cette association indique le Toarcien inférieur (zone à *Levisoni*).

d- Milieu de dépôt :

Le milieu de dépôt est enregistré au Toarcien par des séries marneuses riche en foraminifères à intercalation petits bancs de calcaire argileux, ces caractères hémipélagique indique un milieu marin profond (bassin isolé). Cet enregistrement est suivi par l'installation de dépôt liée au pente représenté par une alternance très sérié de marne et de calcaire discontinus et grumeleux riche en ammonite surmontée par l'ammonitico-rosso qui forme un bon indicateur de pente.

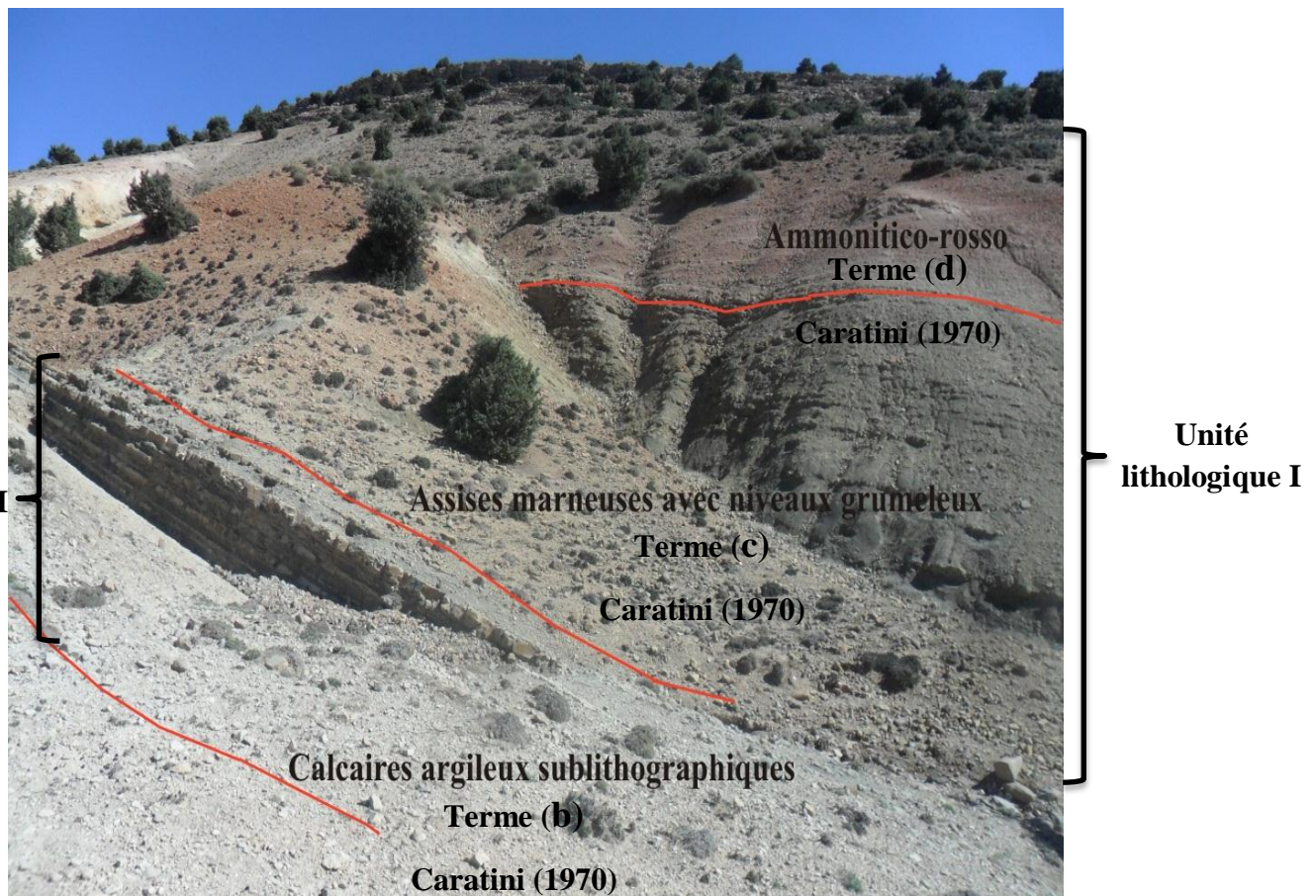


Fig. 08: Photo montrant le découpage lithologique de la coupe de Bénia.

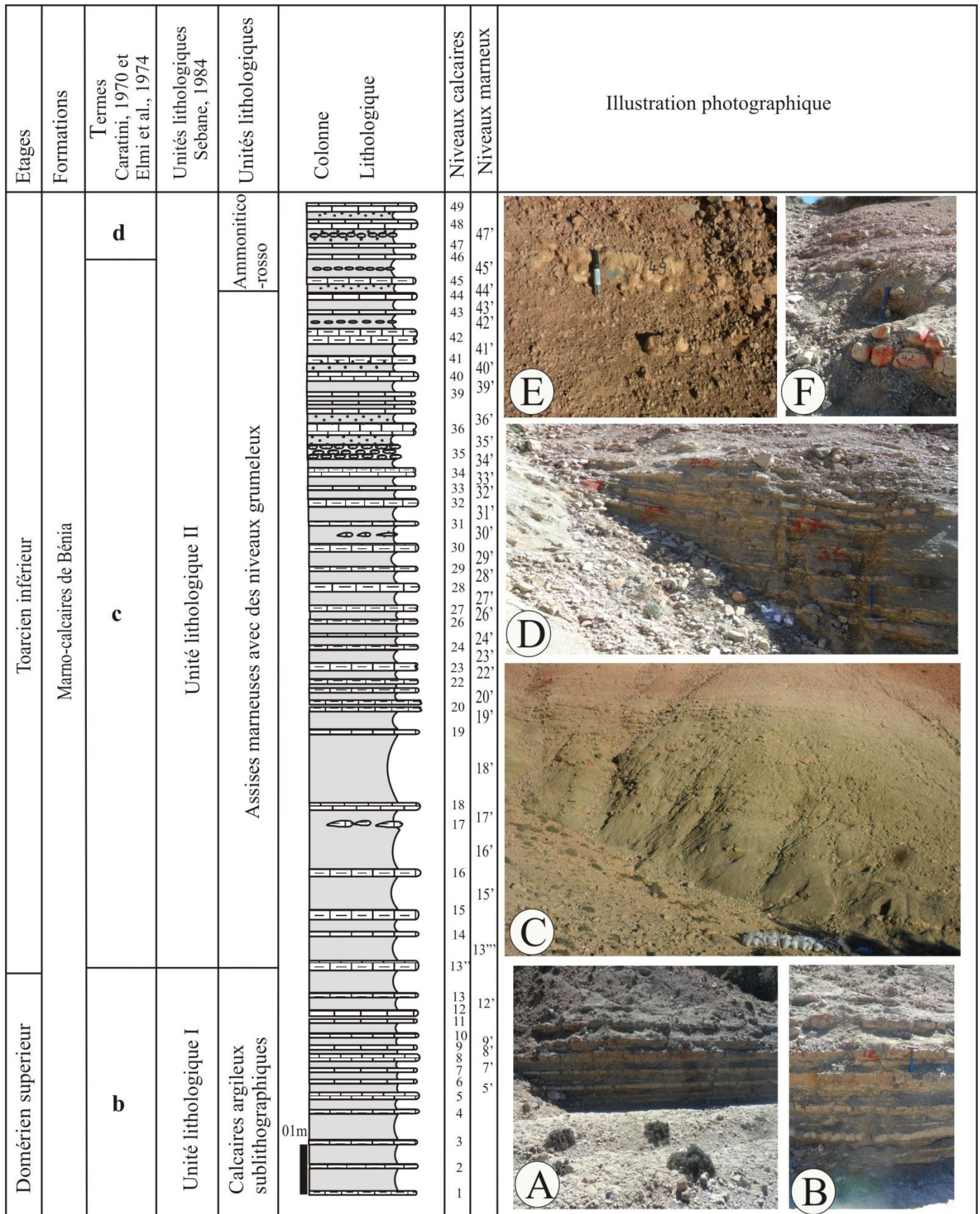


Fig. 9: Colonne lithologique et illustration photographique de la coupe de Bénia (Monts du Nador, Algérie occidentale).

VI. ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE :

1. Cadre biostratigraphique de la limite Pliensbachien-Toarcien :

L'échelle biostratigraphique (Tab.2) adoptée dans ce travail est celle établie par le groupe français du Jurassique (1994) et Elmi *et al.*, 1997 pour la province méditerranéenne.

Etage	Sous-Etage	Province NW Européenne		Province Méditerranéenne	
Toarcien	Inférieur	Sous-Zones	Zones	Zones	Sous-Zones
		Falciferum	Serpentinum <i>Syn.</i> Falciferum	Levisoni	Falciferum
		Elegantulum			Levisoni
		Semicelatum	Tenuicostatum	Polymorphum	Semicelatum
		Paltus			Mirabile
Pliensbaschien	(Domérien)	Hawskerense	Spinatum	Emaciatum	Elisa
				Solare	
		Apyrenum		Algovianum	Levidor

Tabl. 2 : Biozonation du Plienbaschien terminal et du Toarcien inférieur (d'après Elmi *et al.*, 1997).

A. La limite Plienbaschien (Domérien) – Toarcien :

Le Toarcien est caractérisé par l'apparition des Dactylioceratidés (*Eodactylites*). Ce bio-évènement est fiable et permet des corrélations entre les domaines boréal et méditerranéen. Toutefois, une lacune stratigraphique à la limite entre les deux étages entraîne l'absence commune de la sous-zone à Paltus (*Mirabile*, *méd.*) de la base du Toarcien basal dans ces deux domaines.

B. Limites de zones au sein du Toarcien inférieur :

Le biozone à *Tenuicostatum* (*Polymorphum*, *méd.*) est défini par l'apparition de l'espèce index *Dactylioceras tenuicostatum* dont l'extension géographique est principalement centrée sur la Grande-Bretagne (Yorkshire), ce qui pose un problème de corrélation avec les faunes plus méridionales.

La zone à *Serpentinum*, synonyme de *Falciferum* (*Levisoni*, *méd.*) a d'abord été caractérisée par l'espèce index de l'horizon à *Harpoceras serpentinum*. Depuis les travaux du

GFEJ, c'est l'horizon à *Eleganticerias elegantulum* qui sert de standard marquant le début de la seconde zone à ammonites du Toarcien inférieur. En domaine méditerranéen, l'apparition du genre *Hildaites* est parfois utilisée comme indicateur de cette transition. Ainsi, au fil des changements d'espèces-index, la position de ce biozone a été modifiée selon le taxon considéré. Ceci montre déjà les difficultés de nomenclature biostratigraphique au sein d'une même province paléobiogéographique.

2. Stratotype du Toarcien :

Le Toarcien est le dernier étage du Jurassique inférieur. Défini par d'Orbigny (1852), il a été subdivisé en trois sous-étages selon les propositions du colloque du Jurassique du Luxembourg en 1962 (Gabilly, 1962). Les derniers âges radiochronométriques établis par Gradstein et *al.* (2004) datent la base du Toarcien (limite supérieure du Plienbaschien) à $183,0 \pm 1,5$ et sa limite supérieure (base de l'Aalénien) à $175,6 \pm 2,0$ millions d'années. Historiquement, l'étage a été défini à partir de la coupe de Vrines, près de Thouars (Deux-Sèvres, France) comme stratotype d'unité.

3. Synthèse biostratigraphique : (Fig.10, 11).

La répartition verticale des foraminifères benthiques de la coupe de Bénia, nous a permis de mettre en évidence deux associations principales de foraminifères, qui se succèdent du Domérien supérieur (zone à *Emaciatum*) jusqu'au Toarcien inférieur (zone à *Polymorphum-Levisoni*).

A/ Association du Domérien supérieur :

1- Zone à *Emaciatum* :

Cette zone est caractérisée par l'apparition des *Canavaria* gr. *Zancleana* (Fuc.) associés à *Emaciaticerias* sp., et *Tauromeniceras*. (Elmi et *al.*, 1974 et Sebane 1984).

L'association des foraminifères présente dans les niveaux marneux est composée par : *Lenticulina sublaevis* mg. *Saracenaria*, *Lenticulina speciosa* mg. *Marginulinopsis*, *Marginulina prima*, *Lingulina tenera*, *Lingulina carinata*.

B/ Association du Toarcien inférieur:

1- Zone à *Polymorphum* : est définie par l'apparition des *Dactylioceras* (*Eodactylites*) *pseudocommune*, et *Dactyloceras* (*Orthodactylites*) *semicelatum*.

L'association des foraminifères est caractérisée par la persistance des formes domériennes associées à de nouvelles espèces connues au Toarcien: *Pseudonodosaria multicosata*, *Pseudonodosaria tenuis*, *Nodosaria fontinensis*, *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina*, *Dentalina torta*, *Dentalina exilis*, *Lenticulina obonensis* mg. *Planularia*, *Nodosaria oculina*, *Nodosaria* sp1, *Nodosaria* sp2, *Lenticulina cordiformis* mg. *Planularia*, *Lenticulina filosa* mg. *Planularia*, *Lenticulina deslongchampsii* mg. *Falsopalmula*, *Eoguttulina bilocularis*.

L'espèce *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina*, est une forme caractéristique du Toarcien.

2- Zone à Levisoni : Cette zone est indiquée par la présence des *Telodactylites achermanii*, *Nodicoeloceras incrassatum*, *Hildoceratoides* cf, *serpentinus*, *Hildaiites serpentiformis*, *Harpoceratoides* cf, *alternans involutum*, *Calliphylloceras capitanoi*, *phyloceras* sp, *Polyplectus pluricosatus*, H. aff. *Propeserpentinus*. Elle contient les mêmes foraminifères que la zone sous-jacente. Ils sont en plus associés à *Lenticulina obonensis* mg. *Planularia* et *Citharina proxima*.

Le passage de la zone à Polymorphum à la zone à Levisoni est marqué par la disparition totale des foraminifères benthiques. On a remarqué un renouvellement de quelques formes propre à la précédente zone: *Nodosaria fontinensis*, *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina*, *Dentalina torta*, *Dentalina exilis*, *Lenticulina filosa* mg. *Planularia*, *Lenticulina deslongchampsii* mg. *Falsopalmula*, *Lenticulina cordiformis* mg. *Planularia*, *Eoguttulina bilocularis*.

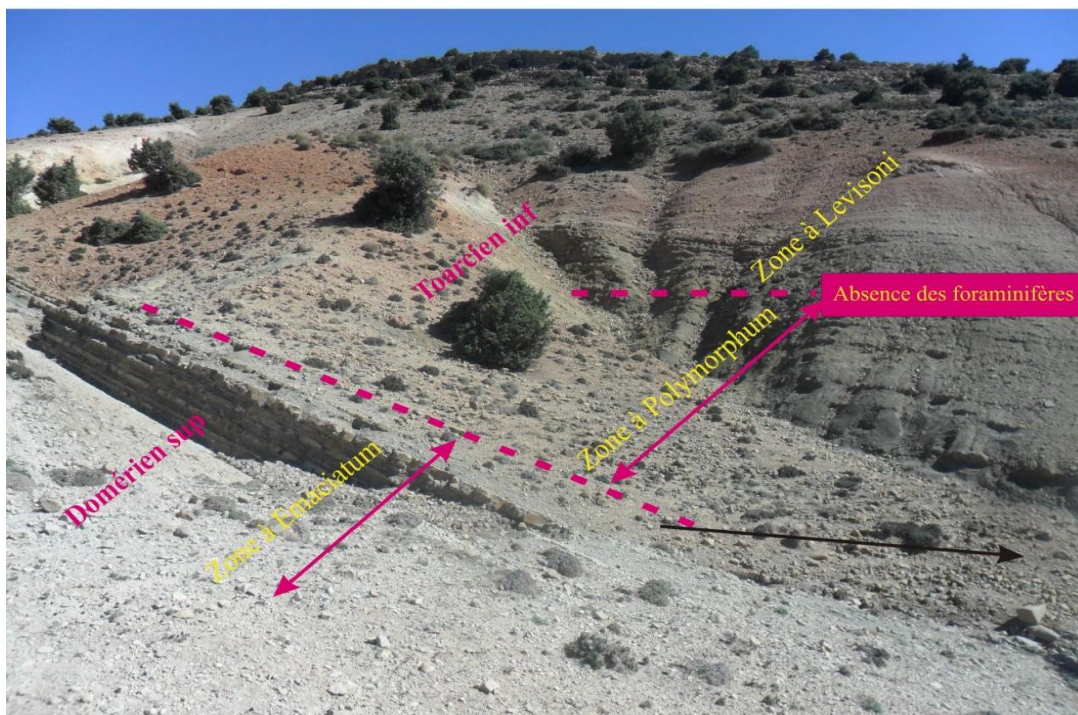


Fig. 10: Photo montrant le découpage biozonale de la coupe de Béni. (Sebane et Touahria., 2017)

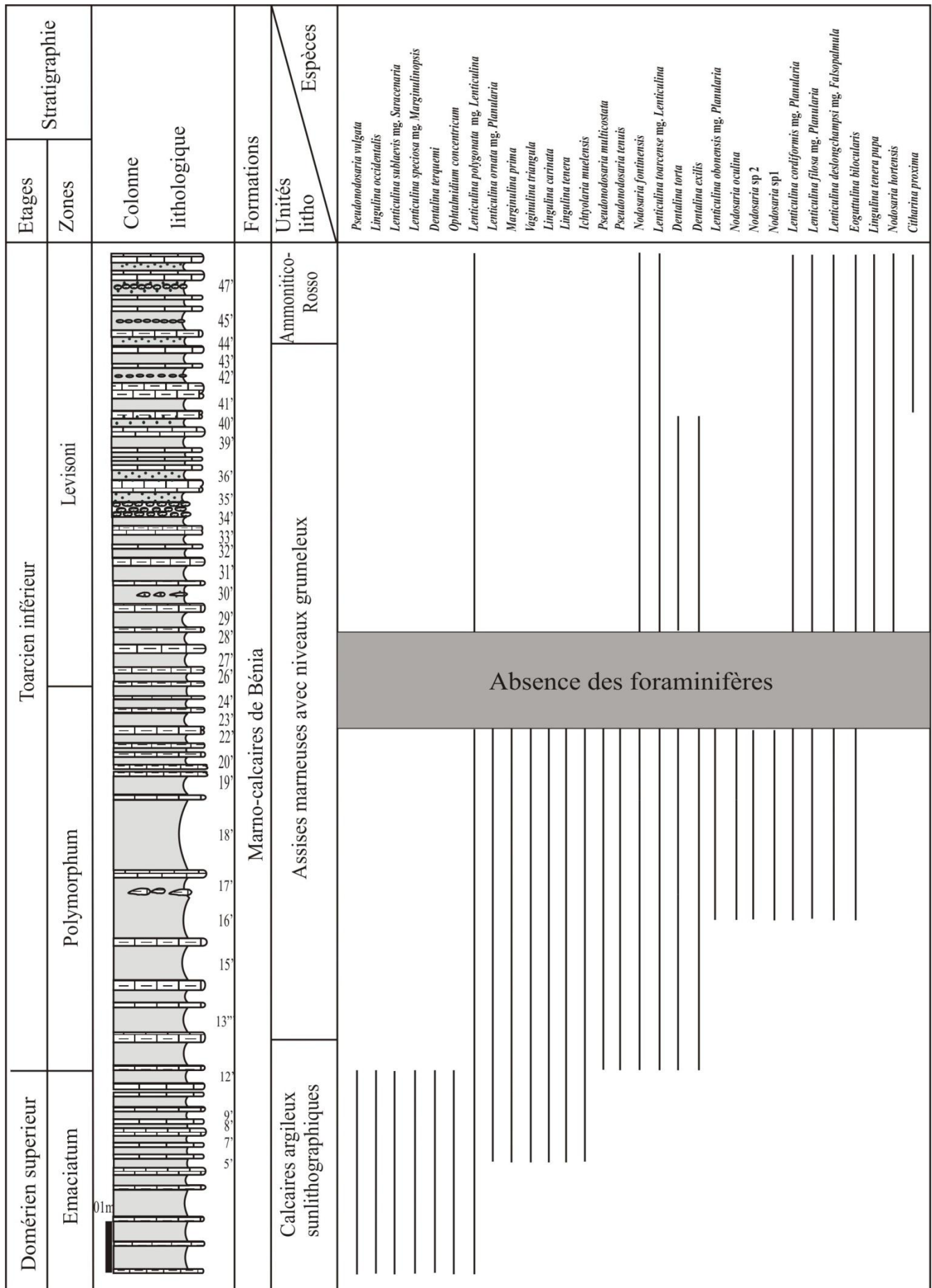


Fig.11 : Répartition stratigraphique des foraminifères benthiques de la coupe de Bénia.

TROISIEME CHAPITRE:

ETUDE

MORPHOLOGIQUE

ET GEOCHIMIQUE

A- ETUDE MORPHOLOGIQUE

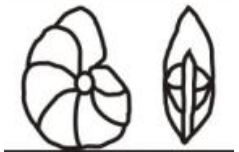


I. INTRODUCTION :

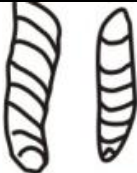








Dans ce chapitre l’analyse de la succession verticale des foraminifères benthiques, au niveau du passage Domérien-Toarcien, montre des changements morphologiques et morphométriques remarquable qui sont vraisemblablement engendrés par les fluctuations des paramètres physico-chimiques et trophiques du benthos. Pour visualiser les changements qui sont exprimés par principalement deux formes, enroulées et déroulées, nous avons utilisé des méthodes de calcul des indices biocénotiques, permettant de quantifier les indices d’enroulements et de déroulement ainsi que le taux de renouvellement des foraminifères au cours de cet intervalle de temps.

II. CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES FORAMINIFERES RECOLTEES :

L’analyse des résidus de 34 échantillons de marnes, montre trois principales familles de foraminifères qui sont présentées par : *Nodosariidae* à prédominance, *Polymophiniidae*, et *Nuberculariidae* d’abondance limité.

On a constaté 14 genres et 31 espèces, qui sont présentés par les principales formes considérées dans le tableau suivant : (Tabl. 3)

Formes	Familles	Genres	Caractéristiques morphologiques		
			Section	Ouverture	Dessin
Enroulées	<i>Nodosariidae</i>	<i>Lenticulina</i> LAMARCK, 1804	Biconvexe	Terminale simple ou radiée	
Déroulées Section plate	<i>Nodosariidae</i>	<i>Planularia</i> DEFRANCE in BLAINVILLE, 1824	Lenticulaire	Terminale radiée	
		<i>Falsopalmula</i> BARTENSTEN, 1948	Lenticulaire	Terminale radiée	

		<i>Vaginulina</i> D'ORBIGNY, 1826	Portion déroulées comprimée, Lenticulaire	Terminale radiée	
		<i>Lingulina</i> D'ORBIGNY, 1826	Elliptique	Terminale en fente	
		<i>Ichtyolaria</i> WEDEKIND, 1937	Elliptique ou lenticulaire	Terminale radiée parfois portée par un col	
		<i>Citharina</i> D'ORBIGNY, 1839	Monocarénée , bicarénée ou tricarénée parfois lenticulaire	Terminale radiée sur le bord dorsal	
Déroulées Section allongées	<i>Nodosariidae</i>	<i>Dentalina</i> RISSO, 1826	Circulaire	Terminale radiée	
		<i>Nodosaria</i> LAMARCK, 1812	Arrondie	Terminal radiée parfois portée un col	
		<i>Marginulina</i> D'ORBIGNY, 1826	Circulaire ou semi- circulaire	Terminale radiée	
Divers	<i>Polymorphinidae</i> D'ORBIGNY, 1839	<i>Eoguttulina</i> CUSHMAN et OZAWA, 1930	Allongée fusiforme ou polygonale	Ronde au sommet de la loge parfois radiée	
	<i>Nubeculariidae</i> <i>JONES, 1875</i>	<i>Ophtalmidium</i> KUBLER et ZWINGLI, 1870	Allongée ovoïde ou parfois losangique	Terminal rende portée par un col	

Tabl. 3: Définition et présentation des principaux genres récoltés dans la coupe de Bénia.

III. METHODE DE CALCUL DES INDICES BIOCENOTIQUE :

a- Taux de renouvellement (Tr) :

La formule appliquée pour calculer le taux de renouvellement entre deux niveaux stratigraphiques est celle de JARVINEN(1979) in Sebane, 2007.

$$\text{Tr} = \frac{\text{N.app.ij} + \text{N.disp.ij}}{\text{Ni} + \text{Nj}}$$

N.app.ij : Nombre d'apparitions entre les niveaux successifs i et j.

N.disp.ij : Nombre de disparitions entre les niveaux successifs i et j.

Ni : Nombre de taxons dans le niveau i.

Nj : Nombre de taxons dans le niveau j.

b- Indice de déroulement (ID):

Le calcul de cet indice est exprimé par l'équation suivante :

$$\text{ID} = \frac{\text{Formes enroulées} + \text{formes déroulées} + \text{formes en voie de déroulement}}{\text{Nombre total des Nodosariidés}}$$

c- Indice d'enroulement (IE):

Cet indice est calculé par la formule suivante :

$$\text{IE} = \frac{\text{Formes enroulées}}{\text{Nombre total des Nodosariidés}}$$

IV. DISCUSSION :

L'analyse des indices biocoénotiques des foraminifères benthiques au cours du passage Domérien-Toarcien inférieur montre des fluctuations qui s'expriment par quatre phases: (Fig.12)

1- La première phase : correspond à la période allant de la zone à Emaciatum à la partie basale de la zone à Polymorphum. Le taux de renouvellement est peu significatif ; il est exprimé par des valeurs minimales allant de 0,10 à 0,20. Dans le début de la zone à Polymorphum, nous observons une légère augmentation de taux de renouvellement pour atteindre des valeurs de l'ordre 0,60.

En revanche, l'indice de déroulement au niveau de la zone à Emaciatum montre un léger pic qui est exprimé par une valeur moyenne de l'ordre de 0,60. L'indice d'enroulement montre des valeurs plus élevées (0,60 à 1), les observations permettent de noter l'abondance des formes enroulées par rapport à celles dites déroulées. Elle s'explique vraisemblablement par l'instabilité du milieu dans un contexte environnemental favorable au développement de la vie benthique.

2- La deuxième phase : correspond à la zone à Polymorphum, elle est marquée par plusieurs fluctuations, notamment celles du taux de renouvellement qui sont exprimés par des valeurs minimales comprises entre 0,20 à 0,50. L'indice de déroulement augmente considérablement par rapport à la première phase, il atteint des valeurs supérieures à 0,60 pour atteindre 1.

En revanche, l'indice d'enroulement subit une diminution, les changements indiqués dans cette phase, bien entendu par rapport à la première phase sont en accord avec le contexte paléoenvironnemental pendant cet intervalle de temps. L'augmentation de l'indice de déroulement s'explique par le fait qu'elle soit inscrite dans une phase transgressive engendrée par la distension liasique (Cubaynes et Ruget, 1986 ; Boutakiout, 1990 ; Sebane, 2007). Tandis que la diminution des formes enroulées s'explique par l'instabilité du milieu provoquée par l'effondrement de la plate-forme et l'installation du bassin.

3- La troisième phase : (passage de la zone à Polymorphum- zone à Levisoni) est caractérisée par un évènement micropaléontologiquement azoïque.

4- La quatrième phase : (sommet de la zone à Levisoni) est caractérisée par un pic du taux de renouvellement. Il survient après les épisodes d'instabilités, le renouvellement est marqué par la disparition de toutes les formes domériennes.

Il est le même que celui connu en Afrique du nord (Boutakiout, 1990, Boudchiche, 1994, Sebane, 1984 et 2007) et en Europe occidentale (Ruget, 1985).

Il s'opère dans un intervalle transgressif, la variation des autres indices de déroulement et d'enroulement sont en rapport avec la dynamique sédimentaire qui s'inscrit dans une tendance de comblement du bassin, améliorant les conditions de vie et rendant plus favorable le développement de la vie benthique.

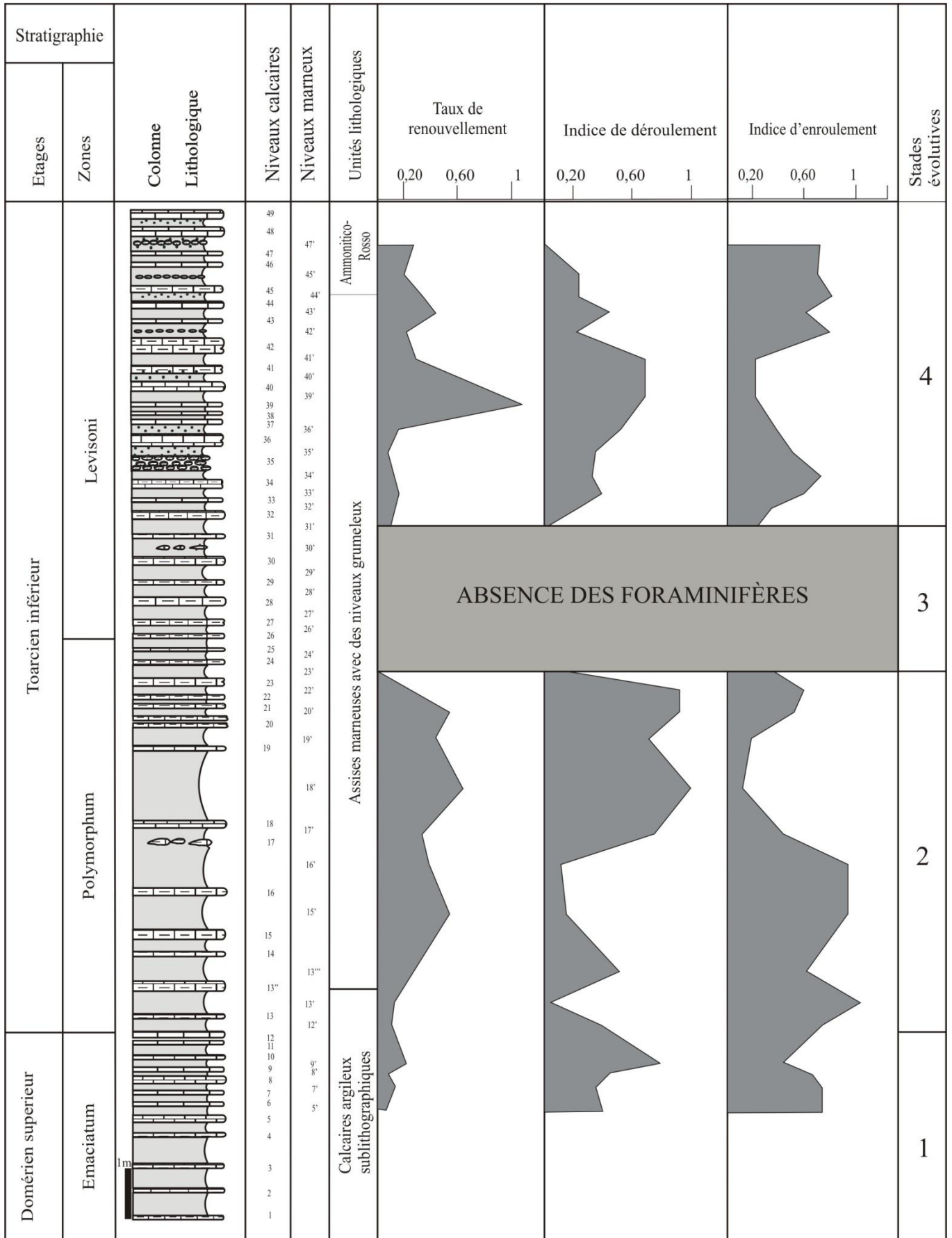


Fig. 12 : Fréquence relative des foraminifères benthiques de la coupe de Bénia.

A- ETUDE GEOCHIMIQUE:

I. INTRODUCTION :

Depuis une trentaine d'année, la géochimie est devenue un outil indispensable dans les reconstitutions des paléo-environnements et du paléoclimat, le principe de cette approche basée essentiellement sur l'analyse des fluctuations des teneurs des isotopes stables tels que le carbone, l'oxygène et la matière organique.

Dans ce travail, plusieurs analyses réalisées par A. Sebane et *al.*, 2017 sur des roches dures (Carbonates et Argiles), nous ont permis de quantifier les valeurs des isotopes stables (Carbone et Oxygène), les taux de la matière organique (COT) et du Ca CO_3 de chaque niveau argileux ou calcaire, en vue de suivre leur évolution et leur incidence sur les peuplements de foraminifères au niveau de la limite Pleinsbachien-Toarcien.

II. ANALYSE ET INTERPRETATION : (Fig. 13)

La lecture des courbes représentées dans la figure 13 a permis de mettre en évidence quatre épisodes :

- **Première épisode :**

Il correspond au Domérien supérieur, il est marqué par un taux de CaCO_3 de l'ordre de 6 ‰. Le taux de la matière organique est réduit voire faible, il est de l'ordre 0,9 à 1%, les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ varient entre 0 et -1 ‰. La même observation est faite pour les valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ qui montrent une fluctuation variant entre -3 à -6 ‰.

- **Deuxième épisode :**

Il correspond à la zone à Polymorphum, les caractéristiques de ce deuxième épisode se distinguent du premier par :

- une diminution du taux de CaCO_3 , de l'ordre de 2%.
- une importante augmentation du taux de matière organique de l'ordre de 1,5 à 2%.
- une augmentation des valeurs du $\delta^{13}\text{C}$ (1 à 2 ‰) avec une excursion positive.
- une forte fluctuation du $\delta^{18}\text{O}$ avec des valeurs négatives de l'ordre de -3 à -6 ‰.
- inversion des valeurs positives vers des valeurs négatives du $\delta^{13}\text{C}$ au sommet de la zone à Polymorphum.

- **Troisième épisode :**

Il correspond au niveau du passage de la zone à Polymorphum à la zone à Levisoni ; il est marqué par un intervalle micropaléontologiquement azoïque. Le taux de CaCO_3 montre une faible diminution par rapport aux deux premiers épisodes, les valeurs sont de l'ordre de moins de 20%.

Le taux de la matière organique augmente sensiblement pour atteindre des valeurs de l'ordre de 2%. Le $\delta^{13}\text{C}$ enregistre une forte excursion négative de l'ordre de -2 à -3 ‰, le $\delta^{18}\text{O}$ enregistre des valeurs faibles qui fluctuent entre (-2 à -6 ‰).

- **Quatrième épisode :**

Il correspond à la zone à Levisoni ; il survient au niveau micropaléontologique azoïque. Ce dernier épisode se différencie du précédent par :

- une augmentation du taux de CaCO_3 : 20 à 40%.
- une diminution du taux du COT.
- une inversion vers des valeurs positives du $\delta^{13}\text{C}$.
- une diminution des valeurs de $\delta^{18}\text{O}$.

III. RAPPORT ENTRE FORAMINIFERES ET GEOCHIMIE : (Fig.14, 15)

Dans cette partie, nous allons tenter d'identifier les rapports qui existent entre l'aspect morphologique des foraminifères benthiques, leur stratégie, face à la complexité des événements liasiques et les variations isotopiques du carbone et de l'oxygène ainsi que celles du CaCO_3 et du COT.

L'analyse des figures 14 et 15 montre une écoséquence d'ouverture exprimée par un changement morphologique des foraminifères benthiques qui est vraisemblablement en accord avec les variations géochimique et isotopiques. Quatre stades sont distingués :

Premier stade : (Domérien supérieur-partie médiane de la zone à Polymorphum).

Il correspond à un changement environnemental, nous avons un milieu de plate-forme ouvert caractérisé par une abondance des Nodosariidés, de Lituolidés et de Spirillinidés, les formes enroulées sont abondantes, la sédimentation est essentiellement argileuse. Ce milieu est

marqué par des taux de CaCO_3 élevés, des valeurs du COT faible voire réduites, et des valeurs isotopiques notamment celles de $\delta^{13}\text{C}$ proche de zéro (Fig. 15).

Les observations complétées par l'étude microfaçologique indiquent un milieu oxygéné, dépourvu de conditions anoxiques avec une abondance de formes (ammonites, bélemnites, brachiopodes), favorable au développement de la vie benthique. Ce stade est comparable à celui défini dans les Monts des Ksours (Sebane, 2007).

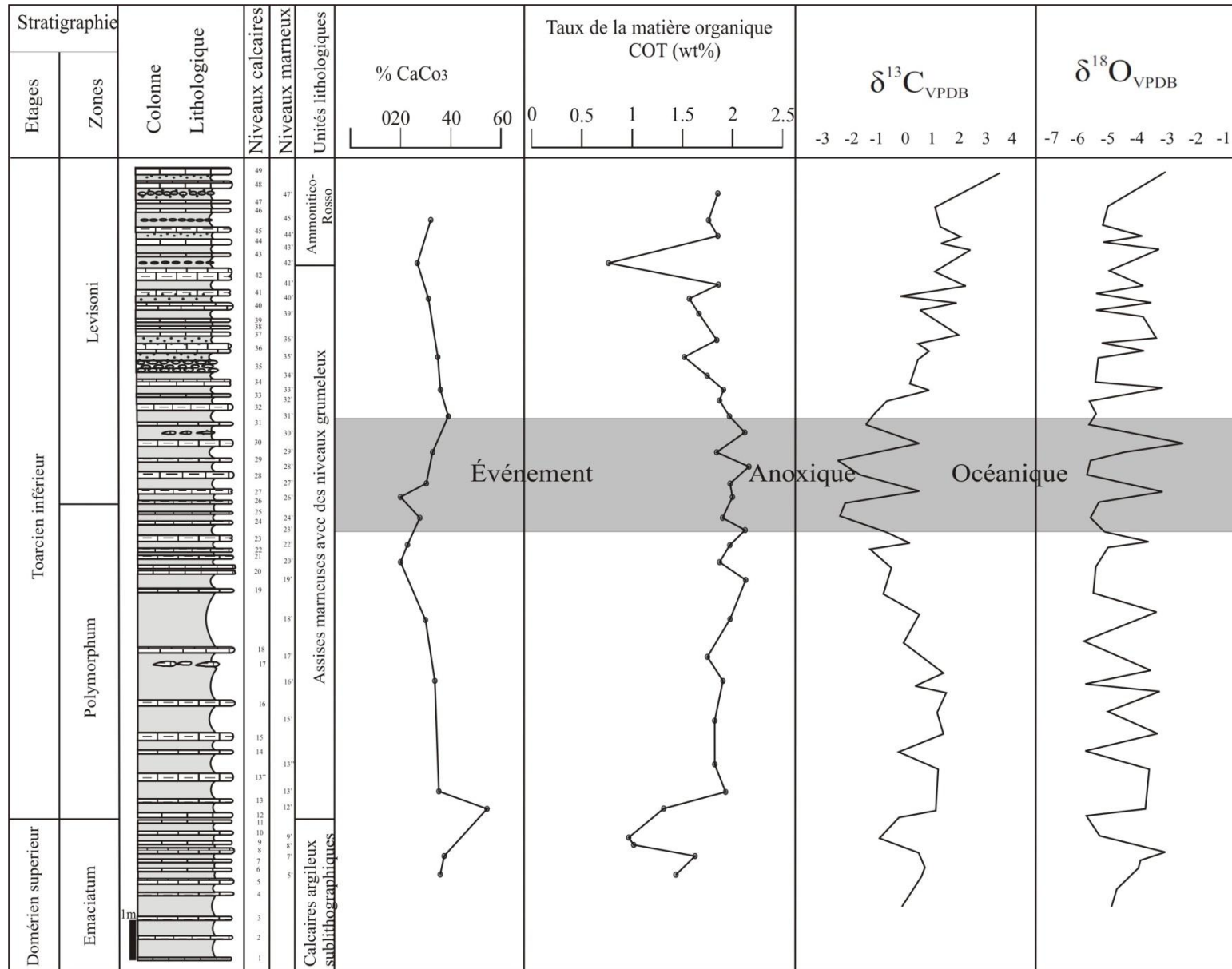


Fig.13 : Tableau récapitulatif des courbes de COT, CaCO₃, $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{18}\text{O}$ de la coupe de Bènia (Sebane et Touahria, 2017).

Deuxième stade : (partie supérieure de la zone à Polymorphum)

Il est marqué par un approfondissement généralisé provoquant l'individualisation d'un ombilic dans lequel se dépose une alternance très épaisse stratocroissante de marnes et de calcaires argileux, les foraminifères rencontrés dans ce stade s'enrichissent en formes déroulées. Ils se distinguent de ceux du premier stade par l'apparition de taxons liés à des conditions de confinement : les *Eoguttulina* (Polymorphonidés) et formes atypiques (*Nodosaria* sp1, *Nodosaria* sp2).

Dans ce stade, on note l'abaissement de la courbe relative aux formes apparues, une excursion négative du $\delta^{13}\text{C}$, une tendance vers l'augmentation du COT, et une baisse du taux de CaCO_3 (Fig. 15). Ce stade correspond au stade de survie défini par Sebane (2007) dans les monts des ksours.

Troisième stade : (passage de la zone à Polymorphum à la zone à Levisoni)

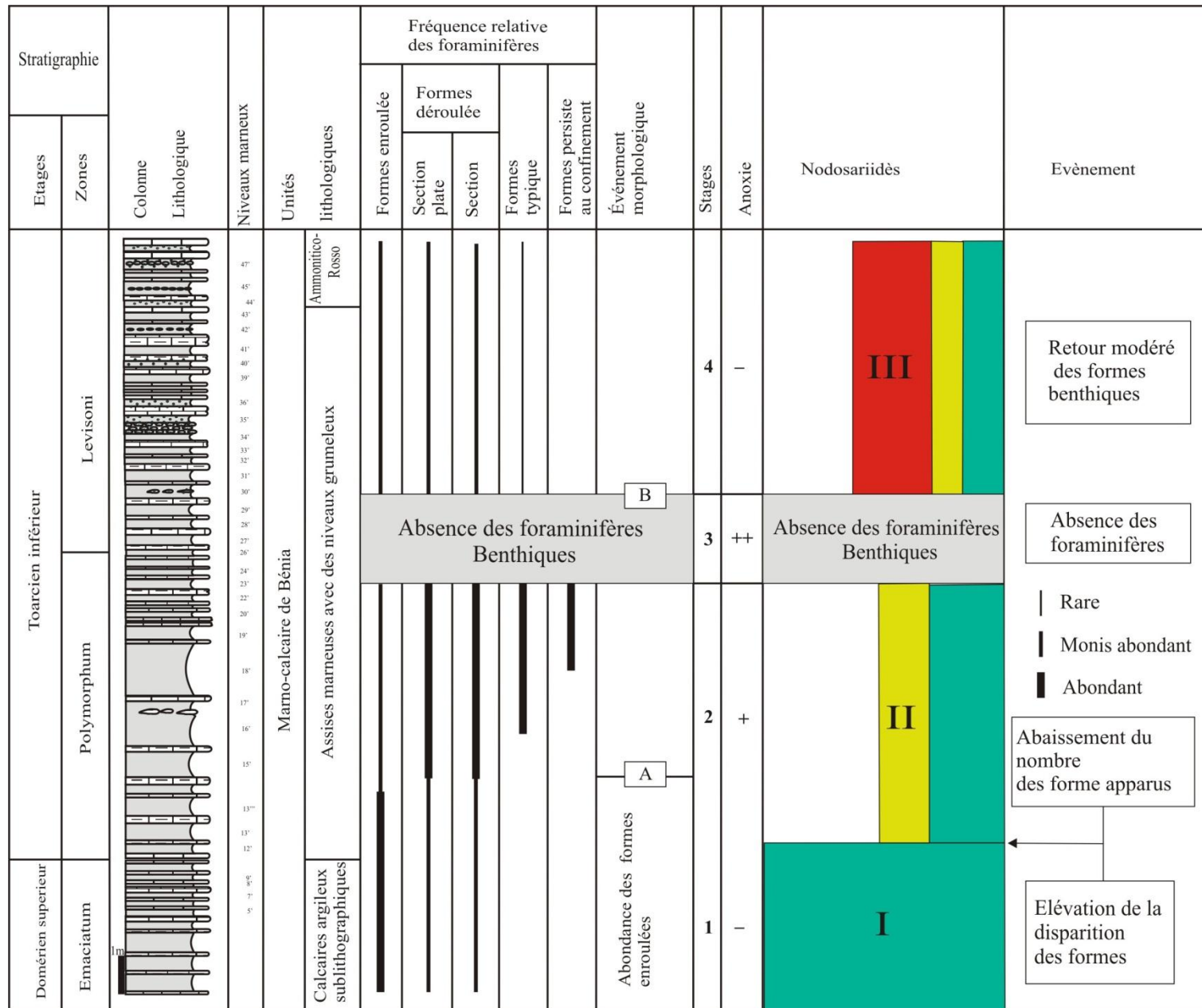
Ce stade est matérialisé par un événement micropaléontologiquement azoïque. L'excursion négative importante du $\delta^{13}\text{C}$ ainsi que le taux du COT atteignent des valeurs maximales de l'ordre de 2 à 2,5% (Fig. 15). Les conditions deviennent létales au développement de la vie benthique.

Ce stade correspond au stade d'extinction de Sebane (2007).

Quatrième stade : (la suite de la zone à Levisoni)

Ce stade est marqué par un retour modéré des formes benthiques essentiellement des formes enroulées associées à très peu de formes déroulées ; du point de vue sédimentologique, on note la mise en place des faciès ammonitici-rosso. Ce changement morphologique peut s'expliquer par l'inversion de l'écoséquence, en réponse du comblement des zones profondes dans un environnement plus ouvert et plus oxygéné (stade repopulation de Sebane, 2007).

Dans ce stade on note une atténuation des conditions anoxiques et le retour vers la vie normale. On note également une inversion de l'excursion négative du $\delta^{13}\text{C}$ vers des valeurs positives, une diminution des valeurs de COT et une augmentation du CaCO_3 (Fig. 15).



Légende :

- I :** Espèces apparues au Pliensbachien.
- II :** Espèces apparues dans la zone à Polymorphum.
- III :** Espèces apparues dans la zone à Levisoni.
- A :** Augmentation des formes déroulées.
- B :** Retour vers l'équilibre entre les formes enroulées et déroulées.

Fig. 14 : Distribution morphologique des foraminifères benthiques dans la coupe de Bénia (Sebane ; Touahria, 2017).

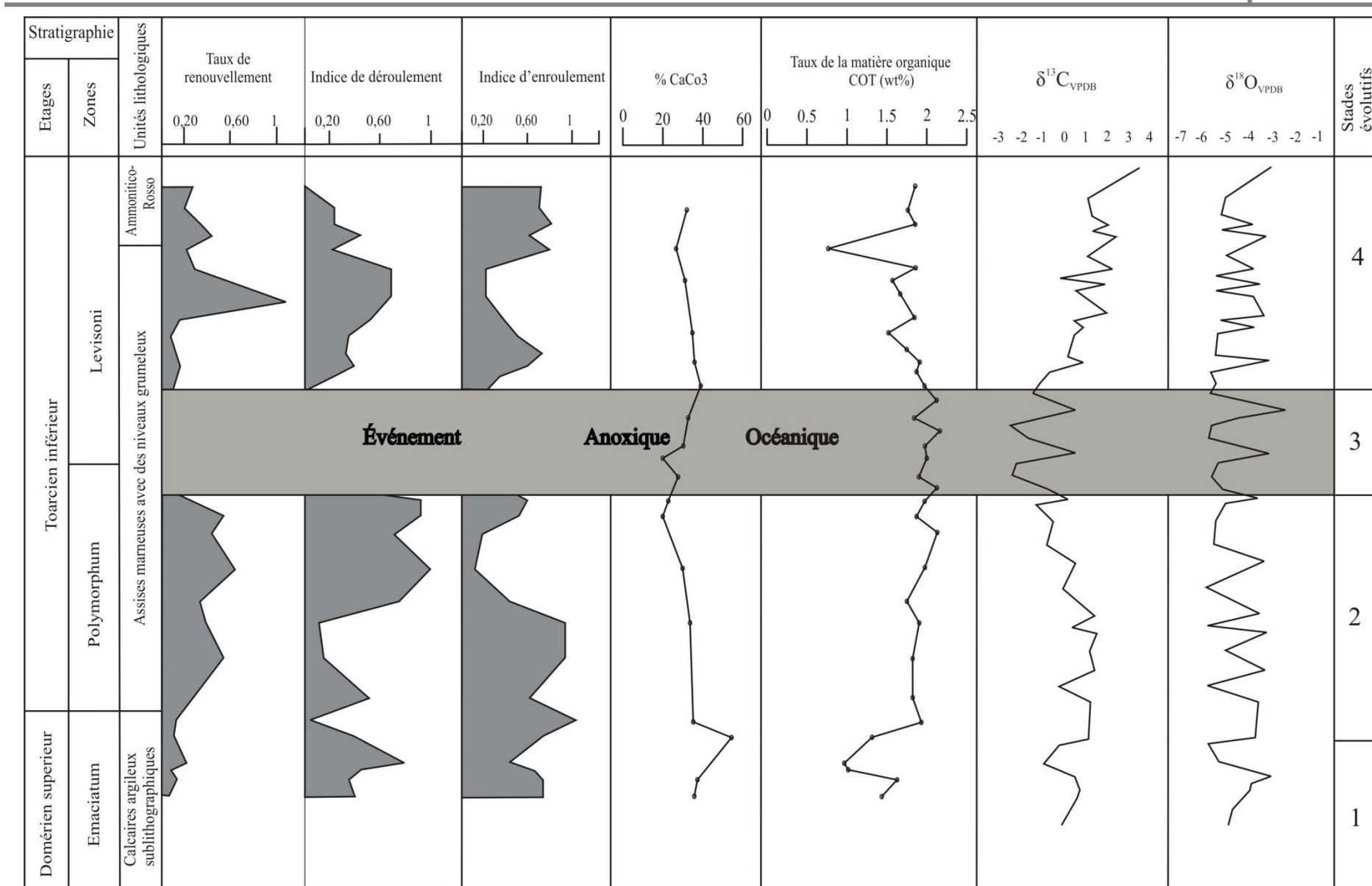


Fig. 15 : Tableau comparatif des indices biocénotiques et les résultats géochimiques de la coupe de Bénia.

QUATRIEME CHAPITRE:

CORRELATION GEOCHIMIQUE

ET

SYNTHESE PALEOGEOGRAPHIQUE

I. INTRODUCTION :

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la relation entre l'évolution paléogéographique des bassins de l'ouest algériens, l'événement anoxique enregistré au cours du Toarcien inférieur et leur incidence sur la vie benthique des peuplements de foraminifères. Une étude comparative entre la coupe de Bénia (Dj. Nador) et deux autres coupes situées respectivement dans les Monts des Ksour et dans les Monts des Traras est entreprise la coupe de Raknet El Kahla (Sebane, 2007, Réolid *et al.* 2014) est située dans les Monts des Ksour et l'autre, la coupe de Mellala (Monts des Traras) (Elmi *et al.* 2009 ; Réolid *et al.* 2014)

II. APERÇU DE L'EVOLUTION ET LA CONFIGURATION DES BASSINS DE L'OUEST TETHYSIENS AU COURS DU LIAS INFÉRIEUR :

1. Configuration et particularité des domaines Ouest téthysiens :

Les bassins ouest-téthysiens correspondent à une vaste plate-forme de topographie généralement peu marquée. Ce domaine marin peu profond est subdivisé en micro-bassins plus ou moins confinés, individualisés les uns des autres par des hauts fonds et des terres émergées (Fig. 16). Cette structuration s'explique par la tectonique distensive en blocs basculés (Lucas, 1952 ; Bassoulet et Baudin, 1994 ; Dromart *et al.*, 1996 ; Le Solleuz, 2003) qui affecte cette région charnière de la Téthys.

Ainsi, cette vaste surface épicontinentale, comparable à un vaste archipel, s'oppose à la physiographie d'un domaine plus ouvert et profond de la Téthys orientale (fig.16).

À cette époque, les domaines téthysiens communiquent avec le domaine européen et boréal par l'intermédiaire d'un large corridor orienté Nord-Sud dont l'ouverture semble avéré au Toarcien (Bjerrum *et al.*, 2001). Ce corridor peut expliquer le passage de faunes d'affinité boréale vers les domaines téthysiens.

2. Evolution géodynamique /eustatique et paléoenvironnement:

Le Lias est marqué par une accélération de la subsidence des bassins (Guillocheau, 1991;Guillocheau *et al.*, 2000) permettant de définir des cycles d'ordres inférieurs. Le Toarcien inférieur s'inscrit ainsi dans un cycle transgressif allant du Plienbaschien terminal à l'Aalénien inférieur, coïncidant au maximum d'inondation du cycle ligure. Cette élévation considérable du

niveau marin est généralement dénommée "transgression liasique". Son pic transgressif se situe au Toarcien inférieur, au niveau de la base de la sous zone à Levisoni.

Le passage du Domérien au Toarcien inférieur coïncide avec l'enfoncement brutal de la plate-forme carbonatée dans tous les bassins. Cet effondrement résulte d'une action probablement combinée de la tectonique et de l'élévation eustatique globale (Hallam, 1988; Vail et *al.*, 1987; Ruget et Nicollin, 1997).

Ce passage est marqué par l'installation de milieux argileux profonds riches en microfaune qui se généralisent lors de l'élévation eustatique de cette époque. Ils sont bien développés dans les bassins de l'ouest algérien. Il coïncide également avec un épisode anoxique global signalé dans plusieurs points de la Téthys (Jenkyns, 1988; Baudin, 1989; Baudin et Bassoulet, 1991; Qajoun, 1994; Sebane, 2007; Sebane et *al.*, 2007; Reolid et *al.*, 2012 et 2014).

La dislocation des plates-formes domériennes, favorise les migrations fauniques et micro-fauniques qui se répandent au Toarcien inférieur. Des communications marines franches et directes s'établissent entre le domaine pré-atlasique et les domaines périphériques d'une part et les domaines septentrionaux d'autre part. Les échanges micro-fauniques se réalisent selon une direction N-S.

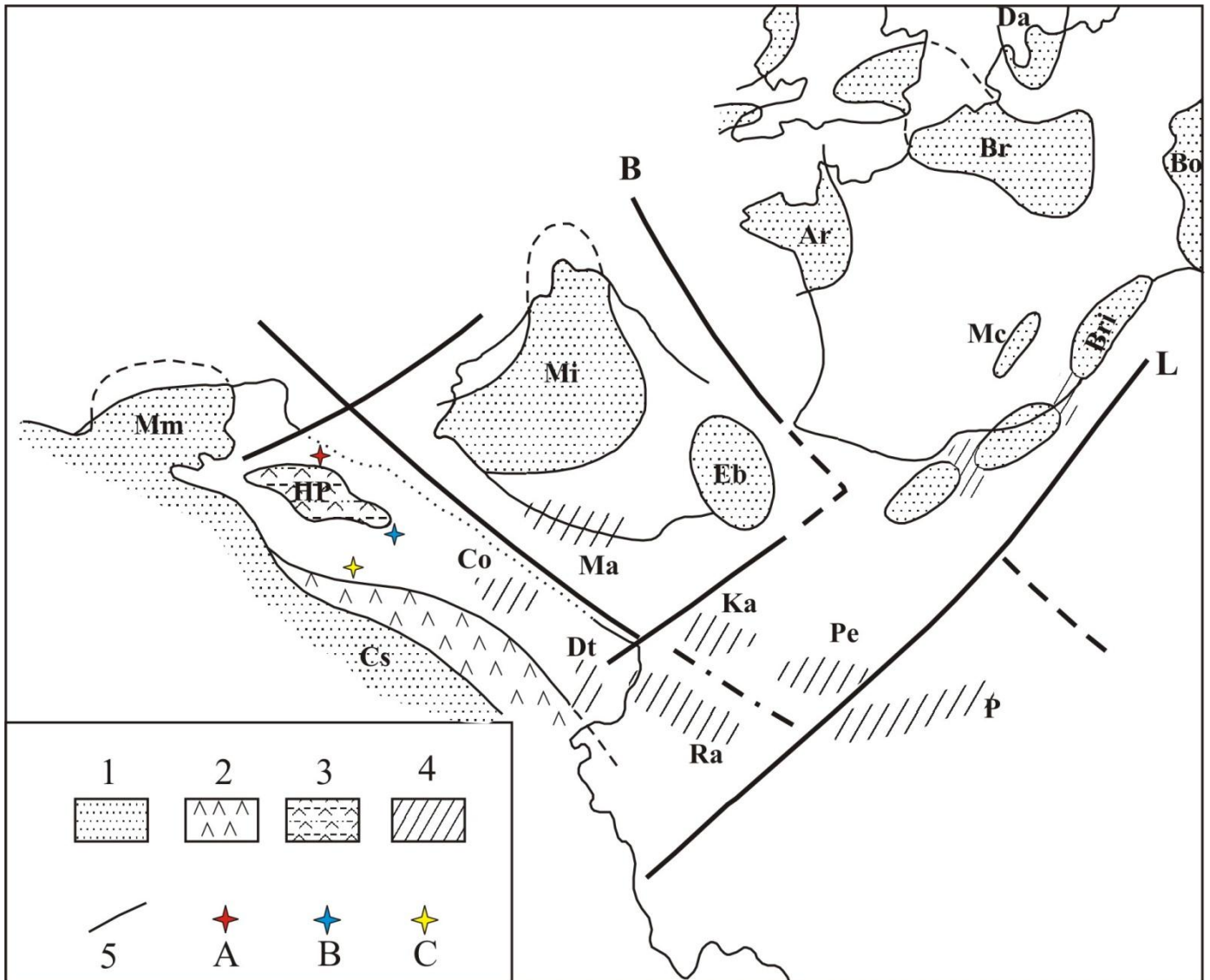


Fig.16 : Paléogéographie de la Téthys occidentale au début du Toarcien (S. Elmi et L. Rulleau, 1988).

Figurés et symboles:

1: Terres émergées. 2: Bassins confinés. 3: Sebkhâ (avec transgressions et émergences temporaires)
 4: Zones stables résistant à l'effondrement. 5: Grande linéaments structuraux (B: Rift de Biscaye, L: Rift ligure); A: Mellala; B: Nador; C: Raknet Elkahla.

Principaux domaines paléogéographiques:

Ap: Apulie; Ar: Terre armoricaine; Bo: Terre de Bohême; Br: Terre de Braba et terre rhénane; Bri: Zone Briançonnais; Co: Môle de Constantine; Cs: Craton Saharien; Dt: Axe Nord-Sud de Tunisie; Eb: Terre de l'Ebre; HP: Hautes plaines oranaises; Ka: Kabylie; Ma: Malaguides; Mi: Meseta ibérique; Mm: Meseta Marocaine; Pe: Péloritains; Ra: Plateau de Raguse.

III. VARIATION DU NIVEAU MARIN RELATIF ET RENOUVELLEMENT DES FORAMINIFERES : (Fig.17)

1. Identification de la variation du niveau marin relatif :

L'examen des résultats acquis par la stratigraphie et la sédimentologie ont permis d'identifier un événement transgressif enregistré pendant le Lias supérieur. Il est le même que celui connu dans la Téthys occidentale, notamment dans les Monts des Ksour (Ait. Ouali, 1991 ; Mekahli, 1998 ; Sebane, 2007), au Maroc (Boutakiout, 1990 ; Boutakiout et Elmi, 1996), et en France (Cubayues, 1986 ; Cubayues et *al*, 1995 ; Vail et *al*, 1987)

Cet événement fait suite à une tendance régressive enregistrée pendant le Domérien supérieur (zone à Emaciatum). Il survient après un enfoncement paroxysmal de la plate-forme carbonatée domérienne, permettant ainsi dans les zones les plus actives l'installation d'un bassin à sédimentation essentiellement argileuse au cours des zones à Polymorphum et à Levisoni.

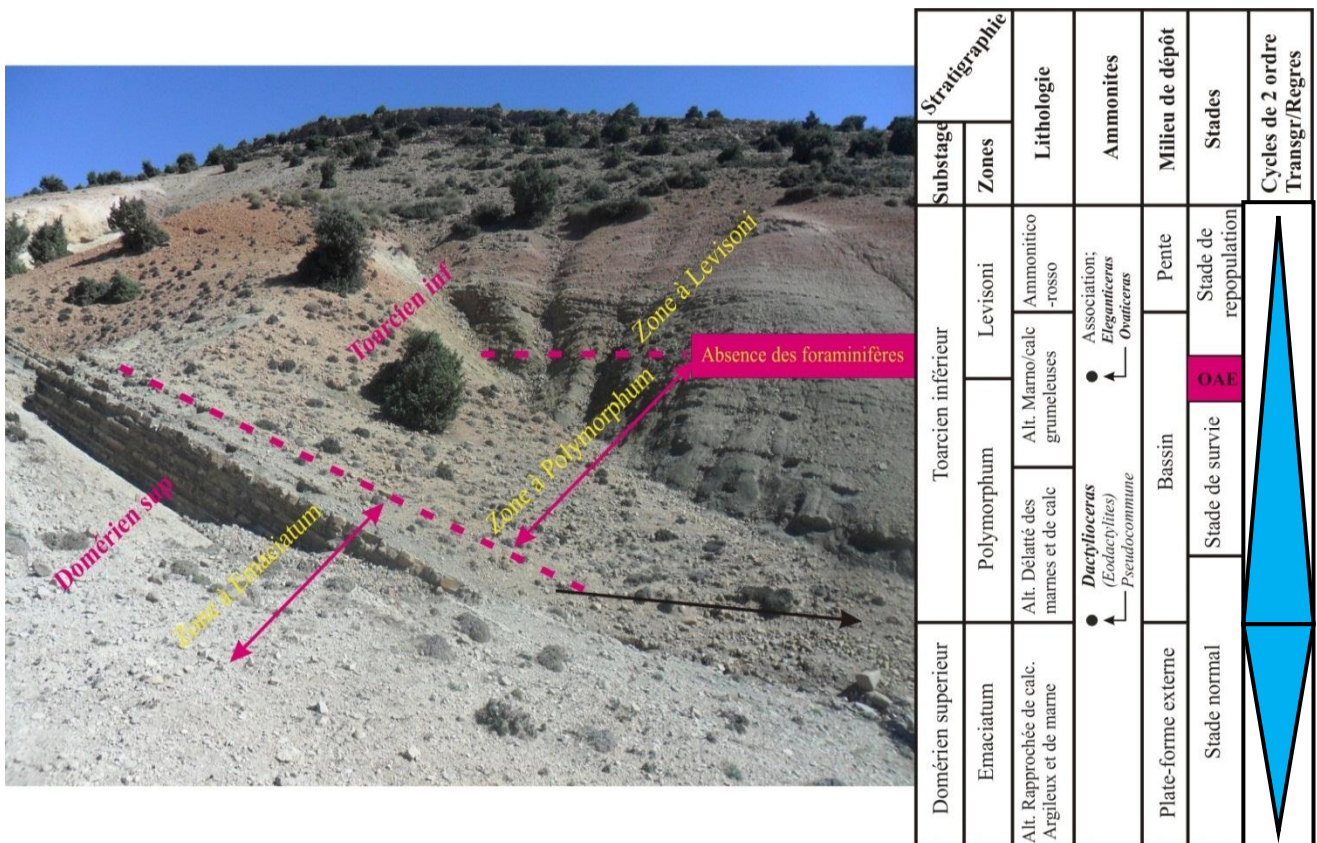


Fig. 17 : Vue panoramique de la limite Domérien-Toarcien dans la coupe de Bénia (Sebane.A ; Touahria. A, 2017).

2. Les peuplements des foraminifères benthiques dans le cortège transgressif :

Dans la coupe de Bénia, les peuplements de foraminifères benthiques du passage Domérien-Toarcien présentent une sensibilité aux variations de l'espace disponible. L'organisation des assemblages de foraminifères est influencée par les fluctuations du niveau marin relatif.

Deux événements de foraminifères benthiques ont été reconnus, indiquant deux cortèges ; un cortège de diminution de la profondeur et un cortège d'approfondissement :

- Le premier a eu lieu pendant le Domérien supérieur (zone à *Emaciatum*) :

Il est caractérisé par une abondance des *Nodosariidés*, des *Lituolidés*. Le pourcentage des formes enroulées est important.

- Le deuxième, très reconnaissable, correspond à une phase d'approfondissement, il a eu lieu pendant le Toarcien inférieur (zone à *Polymorphum-Levisoni*). Le faciès est bien marqué surtout par la sédimentation argileuse et l'ammonitico-rosso, contenant une abondante faune pélagique. Les foraminifères subissent l'effet de cet approfondissement et développent une stratégie bien différente de celle remarquée précédemment.

La morphologie de leur test subit des modifications en réponse de l'acuité de l'approfondissement. Elle s'organise en une écoséquence d'ouverture comprenant deux associations fauniques (Sebane, 1984) l'une à *Dentalina*, *Eoguttulina* et l'autre à *Nodosaria* et à *Citharina*.

Cette écoséquence évolue d'un stade initial représenté par une forte proportion de formes enroulées associées à des formes déroulées fines (*Dentalina*). Elle s'enrichit ensuite lors de la remontée du niveau marin en *Polymorphinidés* (*Eoguttulina*) et en formes atypiques (*Nodosaria* sp1, sp2) pour transiter par un intervalle riche en pyrite et sans foraminifères qui s'installe lors du découplage tectonique responsable de la mise en place des ombilics ou des bassins subsidents. Cet intervalle est caractérisé par des faciès anoxiques riches en matière organique et par une excursion négative du $\delta^{13}\text{C}$.

Le cortège se poursuit par une réapparition des foraminifères benthiques qui se traduit par un renouvellement de la microfaune permettant le développement des formes ornées telles que *Nodosaria*, *Citharina*.

IV. ETUDE COMPARATIVE :

1. Localisation des coupes étudiées:

Dans cette étude comparative, nous avons choisi trois coupes qui sont réparties dans trois différents domaines de l'ouest algérien (Fig.18).

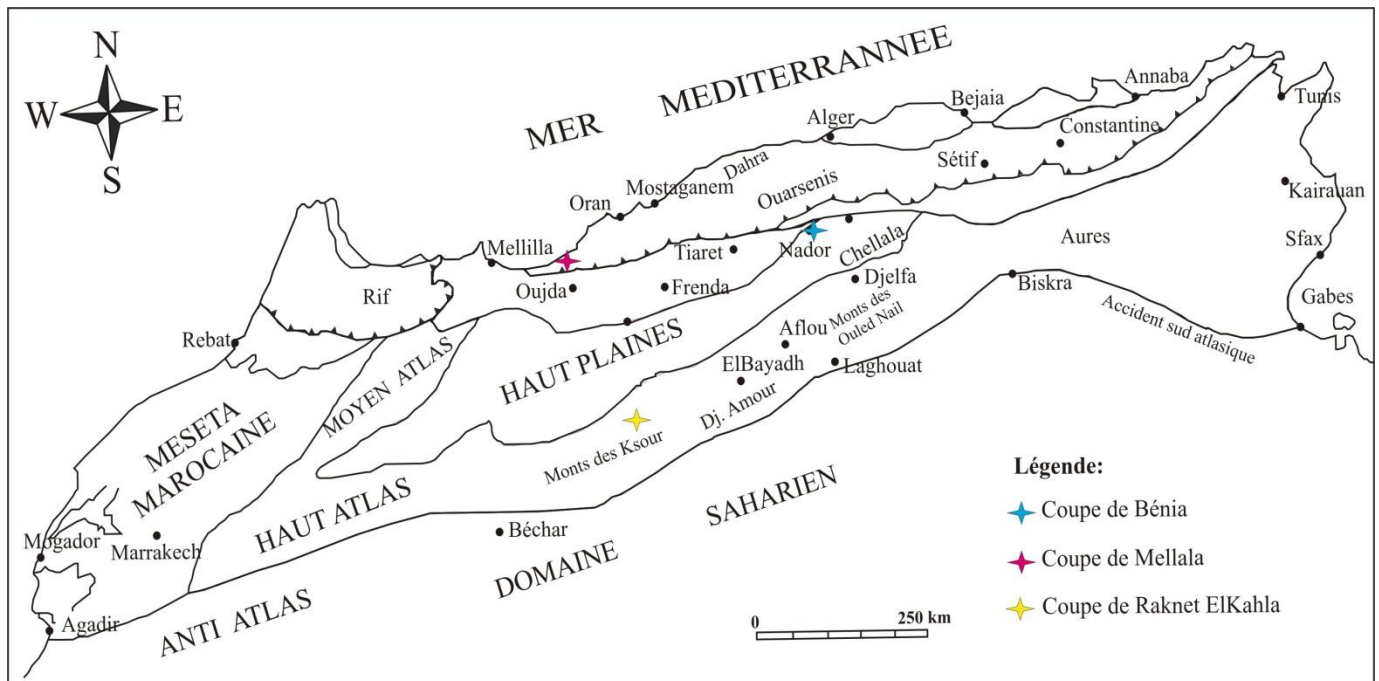


Fig. 18 : Carte géologique 1/200000 de l'Algérie (Elmi et al. 1984).

- **Le domaine Tlemcenien** : (Monts des Traras)

La coupe de Mellalla est représentée par la formation des « Marno-calcaires de Bayada ». Elle se situe au nord des monts des Traras ($x=93.8$ à 93.2 ; $y=206.4$ à 205.8), elle occupe la partie occidentale du village de Mellalla (Béni Menir). (Elmi et al., 2006 A,B)

- **Le domaine Pré-atlasique** : (Monts du Nador)

La coupe de Bénia est située sur le flanc sud de Djebel Es-Saffeh près de village de Bénia. Elle est représentée par la formation des « Marno-calcaires de Bénia » (Augier, 1967 ; Elmi et al., 1974, Sebane, 1984 ; Ouared, 1987).

- **Le domaine Atlasique** : (Monts des Ksour)

La coupe de Raknet- El Kahla est située dans la zone d'Ain Ouarka, et correspond à une série marno-calcaires attribuée au Toarcien (Bassoulet, 1973 ; Mekahli, 1998 ; Sebane, 2007 ; Sebane et al., 2007 ; Reolid et al.2012).

2. Comparaison de notre coupe avec les coupes de Mellala et Raknet El-Kahla) :
(Fig. 20)

L'évolution similaire des bassins de l'ouest algérien au cours du Lias, nous a conduit à faire une corrélation régionale entre les trois coupes citées ci-dessous.

Durant la période du Domérien supérieur la sédimentation carbonatée est dominée dans tous les bassins (Pré-atlasique, Tlemcenien et Atlasique) par l'installation d'un environnement de plates-formes carbonatées qui s'enregistre dans un cortège régressif. Il est présenté par une alternance marno-calcaire très serrée (Bénia et Mellala et Raknet El Kahla.) Plusieurs assemblages des foraminifères benthiques ont colonisé les fonds de ces bassins durant l'intervalle de temps Pliensbachien-Toarcien.

La ressemblance frappante des foraminifères benthiques récoltés en Algérie occidentale (Sebane, 1984 ; Sebane, 2007 ; Sebane et *al.*, 2007) avec celle des autres pays : Maroc, Espagne, Portugal et France (Exton, 1979 ; Ruget, 1985, 1988; Boutakiout, 1990 ; Herrero, 1993, 2006 ; Ruget et Nicollin, 1997), permet de montrer des échanges microfauniques existant durant l'intervalle Pliensbachien-Toarcien. Cette zone de transition est caractérisée dans les bassins de l'ouest Algérien par la présence de formes ornées qui constituent un bon indicateur de faciès de la normalisation d'Oxygène (Sebane, 1984 ; Sebane, 2007 ; Sebane et *al.*, 2007 ; Bernhard, 1986 in Reolid et *al.*, 2014).

La plus part des associations de foraminifères benthiques domériennes rencontrées dans la coupe de Bénia sont similaires à celles identifiées dans Mellala et Raknet El Kahla. Elles indiquent un milieu peu profond de la zone à Emaciatum tels que : *Dentalina terquemi*, *Marginulina prima*, *Vaginulina triangula*, *Lingulina tenera*, *Lenticulina speciosa* mg. *Falsopalmula* (Tabl.4).

Au cours du Toarcien inférieur, la tectonique distensive et différentielle s'intensifie et conduit vers une sédimentation à caractère hémipélagique. Cette dernière se répand à l'échelle de toute l'Algérie occidentale et remplace les plates-formes carbonatées domériennes. Elle est constituée par une alternance dilatée de marnes et de calcaires argileux, indiquant une élévation du niveau marin relatif (cortège transgressif) (Fig. 20).

Etage	Zones	Espèces	Bénia	Mellala	Raknet Elkahla
Toarcien inférieur	Levisoni	<i>Citharina proxima</i>	●		
		<i>Lenticulina chicheryi</i> mg. <i>Astacolus</i>	●	●	●
		<i>Lenticulina cordiformis</i> mg. <i>Planularia</i>	●		
		<i>Lenticulina obonensis</i> mg. <i>Planularia</i>	●	●	●
	Polymorphum	<i>Lenticulina filosa</i> mg. <i>Planularia</i>	●		
		<i>Lenticulina preobonensis</i> mg. <i>Planularia</i>		●	
		<i>Lingulina pupa</i>		●	
		<i>Dentalina torta</i>	●		●
		<i>Nodosaria fontinensis</i>	●		
		<i>Eoguttulina bilocularis</i>	●		●
		<i>Reiholdella</i> sp.			●
		<i>Pseudonodosaria tenuis</i>	●		
		<i>Pseudonodosaria multicostata</i>	●		
		<i>Lenticulina munsteri</i> mg. <i>Lenticulina</i>			●
		<i>Lingulina tenera</i>	●	●	●
<i>Ichtyolaria sulcata</i>		●			
<i>Lenticulina toarcense</i> mg. <i>Lenticulina</i>	●	●	●		
Domérien supérieur	Emaciatum	<i>Lingulina tenera pupa</i>	●	●	●
		<i>Spirillina infima</i>	●	●	
		<i>Lingulina tenera</i>	●	●	●
		<i>Lingulina carinata</i>	●		
		<i>Vaginulina triangula</i>	●	●	●
		<i>Marginulina prima</i>	●	●	●
		<i>Ammodiscus siliceus</i>		●	●
		<i>Ammobaculites fontinensis</i>		●	●
		<i>Ammobaculites agglutinans</i>		●	●
		<i>Dentalina terquemi</i>	●	●	●
		<i>Pseudonodosaria multicostata</i>		●	
		<i>Lenticulina inaequistriata</i> mg. <i>Planularia</i>			●
		<i>Lenticulina insignis</i> mg. <i>Falsopalmula</i>		●	
		<i>Lenticulina sublaevis</i> mg. <i>Saracenaria</i>	●	●	
		<i>Lenticulina spesiosa</i> mg. <i>Marginulinopsis</i>	●	●	●
		<i>Ophthalmidium concentricum</i>	●	●	
<i>Lingulina occidentalis</i>	●	●	●		

Tabl 4: Présence des principaux foraminifères benthiques au niveau du passage Domérien/Toarcien dans les secteurs de Bénia, Mellala, et Raknet El Kahla.

L'intensité de la tectonique distensive liasique responsable de la mise en place des blocs basculés ainsi que des bassins subsidents dans les domaines pré-atlasique, atlasique et tlemcenien (Fig. 20 G, H) est responsable de l'isolement des bassins et de leur confinement.

Au début du Toarcien (Zone à Polymorphum), le changement significatif, des foraminifères benthiques dans notre secteur (Bénia), est remarquable ; il est observé également dans les autres coupes de Mellala et Raknet El-kahla. Il est marqué par une diminution de la diversité des foraminifères et la prédominance de *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina* et *Lingulina tenera* qui indique la perturbation des conditions paléoécologies dans ces bassins (Reolid et al, 2014). L'apparition des espèces *Eoguttulina bilocularis* dans les coupes de Bénia et Raknet El Kahla ainsi que *Reinholdella* dans le domaine atlasique), indique des changements de conditions de vie et deviennent, en raison de la pauvreté en oxygène, contraignant à la vie benthique. En revanche la présence de *Lenticulina preobonensis* mg. *Planularia* dans la coupe de Mellala (domaine tlemcenien) indique la normalisation des conditions et le maintien de vie benthique.

Ces informations nous conduisent à distinguer une différence d'intensité du confinement dans les deux domaines (Pré-atlasique et Atlasique) par rapport au domaine tlemcenien (Fig. 19).

Le passage des zones Polymorphum/Levisoni est caractérisé par une importante excursion négative du $\delta^{13}\text{C}$ au niveau des trois domaines (Sebane et al, 2017), il atteint son maximum dans le domaine atlasique ($-8^0/00$). Cette excursion négative affecte la vie benthique ; elle est exprimée par l'absence totale des foraminifères benthiques dans les coupes de Bénia et Raknet El Kahla. En revanche pour la coupe de Mellala, le passage est progressif et ne montre aucune disparition de la vie benthique. Il est caractérisé par un passage progressif, non brutal, d'un environnement de plate-forme externe vers le bassin. La présence de *Lenticulina preobonensis* mg. *Planularia* dans la coupe de Mellala confirme l'atténuation de la crise anoxique océanique (OAE). (Fig. 20).

Après cet événement anoxique les rapports isotopiques de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{18}\text{O}$ reviennent normaux dans tous les domaines (Fig. 20). Ceci est étayé par l'apparition de nouvelles formes telles que *Citharina proxima*, *Nodosaria* dans la coupe de Bénia et d'autres formes héritées de la zone précédente telles que *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina*. Ce renouvellement de la vie benthique est associé à la normalisation de l'oxygène et s'inscrit dans une phase d'abaissement du niveau marin relatif (Fig. 20).

Les assemblages des foraminifères benthiques sont considérés par leur sensibilité ainsi que leur réponse morphologique et morphométrique comme de bons indicateurs des changements paléoécologiques.

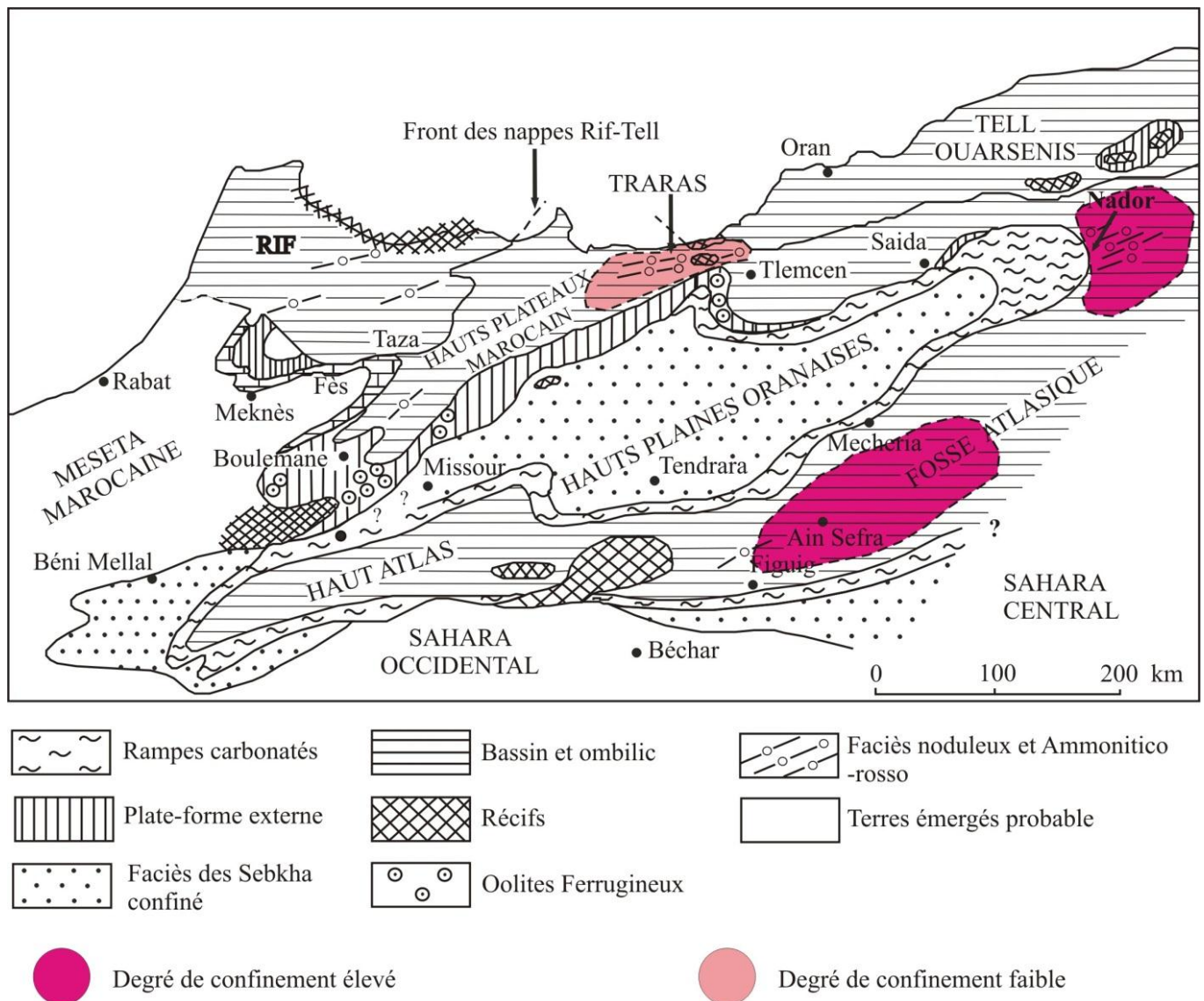


Fig. 19: Le degré de confinement dans les bassins de l'ouest algérien pendant le Toarcien inférieur et son incidence sur l'évolution des foraminifères.

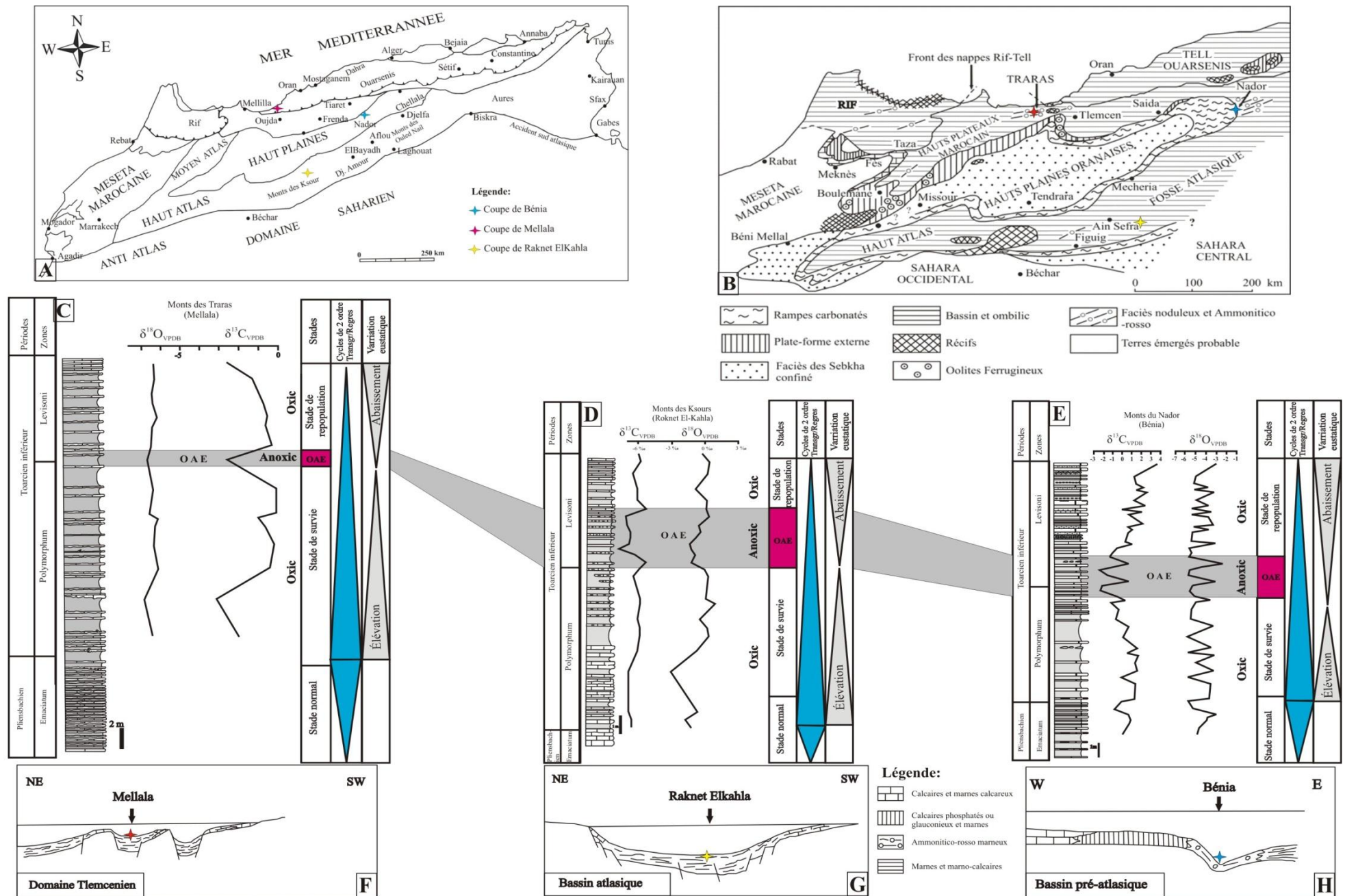


Fig. 19: Corrélation lithostratigraphique et isotopique ($\delta^{13}C_{VPDB}$ $\delta^{18}O_{VPDB}$) entre la coupe de Béni, Mellala et Raknet El Kahla. (A) localisation des coupes corrélées. (B) reconstitution paléogéographique des Domaines Ouest Algérien et Marocains pendant le Toarcien (redrawn from Elmi, Benshili 1987). (C) l'évolution isotopique verticale de la coupe de Mellala. (D) l'évolution isotopique verticale de la coupe de Raknet El Kahla. (E) l'évolution isotopique verticale de la coupe de Béni. (F, G, H) Paléogéographie des bassins de l'Ouest Algérienne.

V. SYNTHÈSE PALEOGEOGRAPHIQUE :

A partir de l'étude lithostratigraphique, biostratigraphique et géochimique de la coupe de Bénia (Sebane et al, 2017) comparée à celles des coupes de Mellala (Elmi et al, 2007 ; Reolid et al. 2014) et Raknet El Kahala (Sebane et al. 2007 ; M. Reolid et al. 2014), nous avons fait une extrapolation pour montrer le degré de ressemblance de l'évolution spatio-temporel des bassins des trois différents domaines. Les observations permettent de mettre en évidence l'existence de l'OAE durant le Toarcien inférieur, associé à une intensité différentielle exprimée par des changements dans le comportement morphologique et morphométrique des foraminifères benthiques face à cet événement dans ces bassins.

A partir des résultats obtenus, on a tenté de faire une synthèse paléogéographique globale qui se résume comme suit :

- **Au Domérien :**

L'évolution des bassins de l'ouest algérien indique un environnement de plates-formes carbonatées qui évolue dans un cycle régressif.

La diversité générique et spécifique observée dans les différents bassins indique un milieu oxygéné favorable au développement de la vie benthique.

- **Au Toarcien :**

Une importante subsidence marquée par l'effondrement brutal des plates-formes carbonatées domériennes, associée à une élévation de niveau marin (transgression liasique) sont responsables de l'installation d'un milieu profond et confiné caractérisé par des dépôts marneux à intercalation de calcaires marneux à caractères hémipélagique.

Le développement des foraminifères est réduit en raison du changement progressif des conditions paléocéologiques. Il est exprimé par la disparition des formes domériennes et l'apparition des formes toarciennes dont certaines telles que : *Eoguttulina* et *Reinholdella* sont considérées comme des formes liées au confinement.

Au niveau de la zone de transition Polymorphum/Levisoni, une importante excursion négative du $\delta^{13}\text{C}$, associée à une augmentation du COT avec des valeurs de l'ordre de 2%, est signalée dans les bassins de l'ouest algérien. Elle coïncide avec la disparition totale des foraminifères dans les bassins atlasique et pré-atlasique. En revanche dans le secteur de Mellala (bassin tlemcenien), la diminution brutale de la diversité des foraminifères benthiques, n'est pas enregistrée. L'incidence de la crise anoxique océanique est très atténuée et permet à la vie

benthique de persister (présence de *Lenticulina obonensis* mg. *Planularia*, associée à *Lenticulina praeobonensis* mg. *Planularia*).

Après la disparition de la crise la vie benthique reprend normalement. Les foraminifères reprennent vie et se développent normalement. Les formes ornées prolifèrent également.

Cette prolifération des foraminifères benthiques indique l'oxygénation de milieu et la disparition du confinement du milieu.

Les résultats obtenus à partir des études micropaléontologiques et biostratigraphiques soutenus par des analyses géochimiques et isotopiques dans les bassins de l'ouest algérien (Mellala, Raknet El Kahla, et Bénia) montrent une similitude avec les bassins marocains d'une part et avec les bassins Nord Européen d'autre part. Cette ressemblance indique que l'événement anoxique océanique (OAE) du Toarcien inférieur, s'est répandu à l'échelle de toute la Téthys.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE :

Le présent travail, consacré à l'étude de la coupe de Bénia, située près du village de Bénia dans les Monts du Nador, s'intéresse à l'étude des peuplements de foraminifères prélevés dans les niveaux marneux du passage Pleinsbachien-Toarcien.

L'étude lithostratigraphique et biostratigraphique de cette coupe, nous a permis de subdiviser la succession lithologique en deux membres principales selon Sebane (1984) :

Unité I : présentée par des calcaires argileux sublithographiques attribués au Domérien supérieur (zone à Emaciatum).

Unité II : correspond à des assises marneuses avec des niveaux grumeleux surmontés par des faciès ammonitico-rosso (Toarcien inférieur).

La répartition stratigraphique des foraminifères benthiques nous a permis de distinguer deux associations qui se succèdent du Domérien supérieur jusqu'au Toarcien inférieur :

A/ Association du Domérien supérieur :

1- Association de la zone à Emaciatum : est caractérisée par l'apparition des formes suivantes : *Lenticulina sublaevis* mg. *Saracenaria*, *Lenticulina speciosa* mg. *Marginulinopsis*, *Marginulina prima*, *Lingulina tenera*, *Lingulina carinata*.

B/ Association du Toarcien inférieur:

1- Association de la zone à Polymorphum : est présentée par *Pseudonodosaria multicosata*, *Pseudonodosaria tenuis*, *Nodosaria fontinensis*, *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina*, *Dentalina torta*, *Dentalina exilis*, *Lenticulina obonensis* mg. *Planularia*, *Eoguttulina bilocularis*.

2- Association de la zone à Levisoni : Elle contient les mêmes foraminifères que la zone sous-jacente. Ils sont en plus associés à *Lenticulina obonensis* mg. *Planularia* et *Citharina proxima*. La zone de transition des zones Polymorphum-Levisoni est caractérisée par un événement micropaléontologiquement azoïque.

Sur le plan morphologique et géochimique, on note qu'au cours de cette période l'évolution verticale des foraminifères benthiques montrent quatre phases évolutives qui se présentent comme suit :

- **La première phase** : comprend un taux de renouvellement moyen à prédominance des formes enroulées (élévation de l'indice d'enroulement par rapport à l'indice de déroulement).
- **La deuxième phase** : caractérisée par l'augmentation de l'indice de déroulement par rapport au taux de renouvellement minimal.
- **La troisième phase** : caractérisée par un événement micropaléontologiquement azoïque.
- **La quatrième phase** : marquée par l'élévation du taux de renouvellement et le retour vers l'état normal.

L'étude géochimique de la coupe étudiée a permis de montrer quatre épisodes successifs :

- **Premier épisode** : présenté par un taux de CaCO_3 moyen et un taux faible de COT, le rapport isotopique de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ reste stable.
- **Deuxième épisode** : caractérisé par l'augmentation des valeurs du COT, et une diminution du taux de CaCO_3 . Une excursion vers des valeurs négatives de $\delta^{13}\text{C}$ et une forte perturbation de $\delta^{18}\text{O}$.
- **Troisième épisode** : Le taux de la matière organique augmente sensiblement pour atteindre des valeurs de l'ordre de 2%. Le $\delta^{13}\text{C}$ enregistre une forte excursion négative de l'ordre de -2 à -3 ‰, le $\delta^{18}\text{O}$ enregistre des valeurs faibles qui fluctuent entre (-2 à -6 ‰).
- **Quatrième épisode** : est caractérisé par une augmentation du taux de CaCO_3 de l'ordre de 20 à 40% et une diminution du taux du COT. Il coïncide avec une inversion vers des valeurs positives du $\delta^{13}\text{C}$ et une diminution des valeurs de $\delta^{18}\text{O}$.

Dans la dernière partie portant sur l'étude paléogéographique et corrélatrice des rapports isotopiques des trois coupes : Mellala, Bénia, et Raknet El Kahla, nous signalons :

- la ressemblance remarquable des excursions négatives des rapports de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{18}\text{O}$ au Toarcien inférieur confirmant la généralisation de l'événement anoxique à l'échelle de tous les bassins de l'ouest algérien.

A partir des données lithostratigraphique, biostratigraphique et géochimique nous avons synthétisé l'évolution spatiotemporelle comme suit :

- **Au Domérien** : on note une installation des plates-formes carbonatées servant de siège à une sédimentation marno-calcaire riche en microfaunes benthiques composées essentiellement de formes déroulées.

- **Au Toarcien** : on note l'effondrement des plates-formes carbonatées domériennes et une élévation du niveau marin relatif (transgression liasique) qui est responsable de l'installation et généralisation des dépôts marneux et de calcaires marneux à caractères hémipélagique. On note également l'installation d'un événement anoxique à l'échelle de tous les bassins étudiés au niveau du passage de la zone à Polymorphum-Levisoni. Il est marqué par une excursion négative des isotopes $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, comparable à celle enregistrée dans les bassins nord téthysiens. Il coïncide avec l'absence totale, généralisée à tous les bassins sud téthysiens, des foraminifères benthiques.

LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LES REFFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AIT. OUALI. (1991). Le rifting des Monts des Ksour au Lias. Organisation du bassin, diagenèses des assises carbonatées, place dans les ouvertures Mésozoïques au Magreb, *Thèse d'état*, Alger, 298p.

AUGIER C. (1967). Quelques éléments, essentiels de la couverture sédimentaire des Hauts Plateaux. *publ. serv. Carte Géol. Algérie*, Alger, sér. n°34, p.47-80, 8 fig. 2 tab. 6 pl.h.t.

BALOGUE. P.A. (1981). Foraminifères et Ostracodes dans les faciès « Ammonitico-Rosso » et associés du Lias (Domérien -Toarcien) du Djebel Nador, Algérie, in A. FARINACCI et S. ELMi, éd. *Rosso-Ammonitico, symp. Proc. Ediz. Tecno - scienza Roma*, p.26-37, 1 pl.

BASSOULET. J. P, (1973). Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). *Thèse. Sci. Univ. Paris VI*, 497 p., 50 fig., 32 pl.

BASSOULET, J.P & BAUDIN, F. (1994). Le Toarcien inférieur : une période de crise dans les bassins et les plates-formes carbonatées de l'Europe du nord-ouest de la Téthys. *3d Intern. Symp. Jur. Strati.*, Poitiers, in Geobios, Lyon.

BAUDIN, F. (1989). Caractérisation géochimique et sédimentologique de la matière organique du Toarcien téthysien (Méditerranée, Moyen-Orient), significations paléogéographiques. *Thèse Université Pierre et Marie Curie*, Paris, France, 246 pages.

BAUDIN F. BASSOULET J.-P (1991). La crise toarcienne en Europe du Nord-Ouest et dans les régions Téthysiennes : signaux géochimiques et biologiques, in: *Proc. 3rd. Int. Symp., Jurassic Stratigraphy*, Poitiers, p. 17.

BENEST M. (1985). Evolution de la plate-forme de l'Ouest Algérien et du Nord-Est Marocain, au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé : stratigraphie, milieux de dépôts et dynamique sédimentaire. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n° 95, fasc. 1-2, p. 1-581, 145 fig., 23 pl.

BERNARD, J.M. (1986). Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic-rich deposits: Jurassic through Holocene. *Journ. Foram. Res.* 16, pp. 207-215.

BJERRUM, C.J., SURLYK, F., CALLOMON, J.H. ET SLIGNERLAND, R.L. (2001). Numerical paleoceanographic study of the Early Jurassic Transcontinental Laurasian Seaway. *Paleoceanography* 16, pp. 390-404.

BOUDCHICHE. L, (1994). Le Lias-Dogger des Beni snassen orientaux (Maroc nord oriental) : Succession stratigraphique, évolution tectono-sédimentaire et micropaléontologique. *Thèse d'état, Univ. Med. 1^{er}*, Oujda, 253 p., 92 fig., 13 pl.

BOUREZG. S. (1984). Evolution géodynamique de la bordure fragile sud messénienne (Djebel Nador de Tiaret-Algérie). Etude sédimentologique et structural. *Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Pau*, n° 187, p. 1-215. 68 fig. 22pl. (Inédit)

BOUTAKIOUT. M, (1990). Les foraminifères du Jurassique des rides Sud-Rifaines et des régions voisines (Maroc). *Documents des laboratoires de Géologie. Lyon.* 112, 1-247.

BOUTAKIOUT, M., ELMI, S. (1996). Tectonic and eustatic controls during the lower and middle Jurassic of the South Rif Ridge (Morroco) and their importance for the foraminifera-communities. In: Riccardi, A. C (Ed.), *Advances in Jurrasic Research, Georesearch forum*, vols. 1,2, pp. 237-247.

CARATINI C. (1965). Age de l'orogénèse du Djebel Nador (Département de Tiaret) et des Monts de Chellala Reibel (Département de Médéa), Algérie C. R. *Soc. Géol. France*, Paris, fasc. 10, p 324-395.

CARATINI C. (1967). Histoire géologique de la région de la Chellala Reibel (Département de Médéa et de Tiaret, Algérie). *Act Soc. Linn. Bordeaux*, t. 104, sér. B, n° 2,p 1-9, 6 fig.

CARATINI C. (1970). Etude géologique de la région de Chellala-Reibel. *Publ. serv. géol. Algérie* Alger, NS n° 40, t.1-2, 311 p., 107 fig., 8 pl.

CECCA, F. et MACCHIONI, F. (2004). The two Early Toarcian (Early Jurassic) extinction events in ammonoids, *Lethaia* **37**, pp. 35-36.

COQUAND. H. (1962). Géologie et Paléontologie de la région Sud de la province de Constantine, *Arnaud et Cie impr.*, Marseille, texte, 341 p., 59 fig., atlas : 35 pl.

CUBAYNES, R. (1986). Le Lias du Quercy méridional : étude lithologique, biostratigraphique, paléoécologique et sédimentologique. *Strata* **6**, pp. 159-481.

CUBAYNES R., RUGET C., (1986). Relation séquence d'ouverture/déroulement du genre *Lenticulina* (Foraminifère). Un exemple dans le Domérien du Sud-Quercy, *Cah. Inst. Cathol. Lyon* (1) 113–122.

CUBAYNES. R, RUGET. C, REY. J, BONNET. L, BRUNEL. F. (1995). Communautés de foraminifères benthiques et variation de niveau dans le Lias moyen du bassin d'aquitaine. *Geobios*, M. S. 18, p. 101-111.

DELEAU P. (1935). Présence du Lias au Djebel Nador, *C.R. Acad. Sci., Paris*,t. 200, p. 1-3.

DELEAU P. (1948). Le Djebel Nador. Etude stratigraphique et paléontologique. *Bull. serv. carte Géol. Algérie*, 2e sér. Stratigr. N°17, cf. p.68.

DROMART, G., ALLEMAND, P., GARCIA, J.P. ET ROBIN, C. (1996). Variation cyclique de la production carbonatée au Jurassique le long d'un transect Bourgogne-Ardèche, Est-France. *Bull. Soc. géol. Fr.* **167**, pp. 423-433.

ELMI S. (1973). Les Amaltheides (Ammonites) du Maroc et de l'Ouest algérien, interprétation paléogéographique. *C.R. Acad., Paris*, t. 276, Sér. D, p.1413-1415.

ELMI S, ATROPS. F, MANGOLD. C. (1974). Les zones d'ammonites du Domérien-Callovien de l'Algérie occidentale. – première partie : Domérien-Toarcien. *Docum. Lab. Géol. Sci. Lyon*, 61, p.1-84
17 fig. 4 pl.

ELMI S, ALMERAS. Y, AMEUR. M, ATROPS. F, BENHAMOU. M, MOULIN. G. (1982). La dislocation des plates-formes carbonatées liasique en Méditerranée occidentale et ses implications sur les échanges fauniques. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, t. XXIV, n° 5-6, p 1007.

ELMI, S., ALMERAS, Y. (1984). Phisography, Palaeotectonics and Palaeoenvironnements as controls of changes in ammonite and brachiopod communities (an Example from the Early and Middle Jurassic of Western Algeria). *Palaeogeogr. Palaeoclimato. Palaeoecol.* 47, 347-360.

ELMI S, & CALOO-FORTIER B. (1985). Eléments essentiels des peuplements d'ammonites du Toarcien terminale-Aalénien en Oranie (Algérie occidentale). *Cahiers Inst. Catholique Lyon*, n° 14, p.43-56, 2 pl.

ELMI S, BENSILI. K (1987). Relations entre la structuration tectonique, la composition des peuplements et l'évolution; exemple du Toarcien du Moyen-Atlas meridional (Maroc). *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, **26**, 1/2: 46-62.

ELMI S & RULLEAU. L (1988). Le genre *Pseudolillia* (Ammonitina, Graphoceratinae) dans le Toarcien supérieur (France, Espagne, Portugal, Maroc). *2^{eme} Congr. Intern. « Fossili, Evoluzione, Ambienti »*. Pergola, 22 p., 5fig., 7pl.

ELMI, S., RULLEAU, L., GABILLY, J. ET MOUTERDE, R. (1997). Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen : zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. Cariou, E. et Hantzpergue, P. (Eds.), *Bull. cent. Rech. Elf Exploration- Production*, Pau, Mémoire **17**, pp. 25-36.

ELMI S., MAROK A., SEBANE A. AND ALMERAS Y. (2006A). Intérêt de la coupe de Mellala (Monts des Traras, Algérie occidentale pour les corrélations de la limite Pliensbachien-Toarcien. *12eme Séminaire national des Sciences de la Terre, Oran, Mars 2006*: 29-30.

ELMI S., MAROK A., SEBANE A. AND ALMERAS Y. (2006B). Importance of the Mellala section (Traras Mountains, north-western Algeria) for the correlations of the Pliensbachian-Toarcian

boundary. *7th International Congress on the Jurassic System, 6-18 September 2006, Kraków, Poland. Volumina Jurassica*, 4: 158-160.

ELMI S (2007). Pliensbachien/Toarcian boundary; the proposed GSSP of Peniche (Portugal). In *R. B. Rocha (Ed), the Peniche section (Portugal). Contribution to the definition of the Toarcian GSSP*, pp. 7-16, 2 fig.

ELMI S., MOUTERDE. R., ROCHA. R. B. & RUGET. C (2007). Toarcian GSSP candidate: the Peniche section at Ponta do Trovão. *Ciências Terra (UNL)*, Lisboa, nº 16, pp. 25-35, fig., 2 pl.

ELMI S., MAROK A., SEBANE A. & ALMERAS Y. (2009). Importance of the Mellala section (Traras Mountains, northwestern Algeria) for the correlation of the Pliensbachian-Toarcian boundary. *Volumina Jurassica*, vol. VII, pp. 37-45.

EXTON, J. (1979). Pliensbachien and Toarcian microfauna of Zambujal, Portugal: Systematic Paleontology. *Calton University Geological Paper 79*, pp. 1-104.

GABILLY, J. (1962). Stratigraphie et limites de l'étage Toarcien à Thouars et dans les régions voisines. *Colloque du Jurassique, Luxembourg, Volume des comptes-rendus et mémoires*, pp. 193-215.

GLANGEAUD. L. (1951). Interprétation tectonophysique des caractères structuraux et paléogéographique de la Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. Géol. France, Paris, sér.6, t.I, p.735-762*, 3 fig.

GRADSTEIN, F.M. ET 39 COLLABORATEURS (2004). A Geologic Time Scale. *Cambridge University Press*, 589 pages.

GUILLOCHEAU, F. (1991). Mise en évidence de grands cycles transgression-régression d'origine tectonique dans les sédiments mésozoïques du Bassin de Paris. *C. r. Acad. sci., Sér. 2*, 312, pp. 1587-1593.

GUILLOCHEAU, F., ROBIN, C., ALLEMAND, P., BOURQUIN, S., BRAULT, N., DROMART, G., FRIEDENBERG, G., GARCIA, J.-P., GAULIER, J.-M., GAUMET, F., GROSDOY, B., HANOT, F., LE STRAT, P., METTRAUX, M., NALPAS, T., PRIJAC, C., RIGOLLET, C., SERRANO, O., VAIRON, J. ET GRANJEAN, G. (2000). Mesocenozoic geodynamic evolution of the Paris Basin: 3D stratigraphic constraints. *Geodin. Acta 13*, pp. 189-246.

GUIRAUD. (1973). Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine de l'Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. *Thèse. Sci. Nice, N° A0 8603*, 270 p, 114 fig.

HALLAM, A. (1988). Major bio-events in the Triassic and Jurassic, in Wallister, O. H., ed., *Global Events and Event Stratigraphy*: Berlin, Springer, p. 265-283.

HALLAM, A. (1996). Recovery of the marine fauna in Europe after the end-Triassic and early Toarcien mass extinction. In : Hart M.B. (Ed) – Biotic recovery from mass extinction events. *J. Geol. Soc. (Lond.)* **102**, pp. 231-236.

HERMOSO M. (2007). Les perturbations environnementales au cours du Toarcien inférieur, Apport de l'étude sédimentologique et géochimique de séries boréales et Ouest-Téthysiennes. *Thès. Doct. Univ, Pierre Et Marie Curie. Paris 6.*, 1-18 p, 1-3 fig.

HERRERO, C. (1993). Los foraminiferos del Toarciense inferior de la Cordillera Ibérica. *Coleccion Tesis Doctorales*, vol. 87, 524 pp.

HERRERO, (2006). Sucesion de asociaciones de foraminiferos en el transito Pliensbachiense-Toarciense en Almonacid de la Cuba (Zaragoza, España). *Rev. Esp. Micropaleontol.* 38, 339-354.

JARVINEN O. (1979). Géographical gradients of stability in European land bird communities, *Oecologia*, 38 :51-69.

JENKYNS, H.C. (1988). The early Toarcian (Jurassic) event: stratigraphy, sedimentary and geochemical evidence. *Am. j. sci.* **288**, pp. 101-151.

LASNIER. J. (1965). Contribution à l'étude stratigraphique et paléontologique du Jurassique des Hautes Plaines algériennes (Ain Sefra, Méchria, Nador, Hodna), *thèse 3^{ème} cycle, université de Paris*, (171 p.).

LE SOLLEUZ, A. (2003). Modélisation stratigraphique et thermomécanique de la subsidence d'un bassin intra-cratonique: Le bassin de Paris. *Thèse Université Pierre et Marie Curie, Paris, France*, 224 pages.

LUCAS G. (1952). Bordure Nord des Hautes Plaines dans l'Algérie occidentale. Primaire, Jurassique. Analyse structurale. *XIX ème Congr. Géol. intern, Alger, Monogr. Région.*, 1^{ère} sér. N° 25, 139 p., 59 fig.

MACCHIONI, F. ET CECCA, F. (2002). Biodiversity and biogeography of middle-late liassic ammonoids: implications for the Early Toarcian mass extinction. *Geobios Mém. spec.* 24, pp. 165-175.

MEKAHLI, L. (1998). Hettangien-Bajocien supérieur des Monts des Ksours. Biostratigraphie, sédimentologie. Evolution paléogéographique et stratigraphie séquentielle. *Doc. Lab. Géol. Lyon* 147, 1-254.

ORBIGNY. D, A. (1852). Neuvième étage : Toarcien. In : Cours élémentaire de paléontologie et géologie stratigraphiques, *Masson, Paris*, pp. 463-477.

OUARED. O (1987). La transition « plate-forme carbonatée-bassin » dans le jurassique inférieur et moyen des Monts du Nador (Tiaret, Algérie occidentale) : *Thèse. Doct. Univ, Claude Bernard, Lyon I*, 206 p., 59fig.

QAJOUN A. (1994). Le Toarcien du Quercy septentrional: stratigraphie et micropaléontologie. - *Strata*, Toulouse, vol. 22, 268 p.

RAUP, D.M. et SEPKOSKI, J.J.JR. (1984). Periodicity of extinctions in the geological past. *National Academy of Science Proceeding* **81**, pp. 801-805.

REOLID. M, RODRIGUEZ-TOVAR. F. J, MAROK. A, SEBANE. A. (2012). The Toarcian Oceanic anoxic Event in the Western Sahara, Algeria (North African Paleomargin): Role of anoxia and productivity. *Geol. Soc. Am. Bull.* 124, p 1646-1664, doi: 10.1130/B30585.1.

REOLID. M, MAROK. A, SEBANE. A. (2014). Foraminiferal assemblages and geochemistry for interpreting the incidence of Early Toarcian environmental changes in North Gondwana paleomargin (Traras Mountains, Algeria). *Pub. Journal of African Earth Sciences.* 105-122p.

RENOU. E. (1848). Description géologique de l'Algérie, Bull. Exp. Sc. De l'Algérie, pp 56-134.

RUGET, C. (1985). Les foraminifères (Nodosariidés) du Lias de l'Europe occidentale. *Documents des laboratoires de Géologie.* Lyon, vol. 94, 272 pp.

RUGET, C. (1988). Essai de biozonation biostratigraphique du Lias par les foraminifères (Nodosariidés). *Revue de paléontologie*, vol. Spéc. 2, pp. 197-201.

RUGET, C., NICOLLIN (1997). Les petits foraminifères benthiques dégagés. Colloque sur la biostratigraphie du jurassique ouest-européen et méditerranéen. *GFEJ*, p 281-291, 3 tab., 2 pl.

SEBANE A. (1984) - Etude systématique et paléoécologique de la microfaune du Lias moyen et supérieur du Djebel Nador (Tiaret -Algérie). *Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Claude Bernard, Lyon*, inédite, 136p. 23 fig. 4 pl.

SEBANE A., MAROK A. & ELMIS. (2007). Evolution des peuplements de foraminifères pendant la crise toarcienne à l'exemple des données des Monts des Ksour (Atlas saharien occidental, Algérie). *C.R. Palevol.*, vol.6, n°3, p.189-196

SEBANE A. (2007). Les foraminifères du Jurassique des Monts des Ksour. Etude biostratigraphique et paléoécologique. *Doctorat d'Etat. Univ. Oran*, 211 p., 45 fig., 25 pl.

SEBANE A., TOUAHRIA A. (2017). Palaeoenvironment and morphology of the foraminifera of the upper Domerian-lower Toarcian of Benia (Tiaret, Western Algeria). *Inter. Workshop on the Toarcian OAE*, Espagne., 111 p.

TCHOUNEV D, KANTCHEV J. (1968). Carte géologique de l'Algérie occidental 1/50000 (SAHARI). *Bull. Serv. Géol. Algérie.*

TOUAHRIA A, DOUAS BENGOUDIRA, SEBANE A. (2017). Biostratigraphic overview on the Toarcian of Djebel Es-Saffeh (Nador Mountains, Tiaret, Western Algeria). *Inter. Workshop on the Toarcian OAE*, Espagne., 121p.

VAIL P R, J P COLIN, ROGER JAN DU CHENE, J KUCHLY, FRANCIS MEDIAVILLA, V TRIFILIEFF. (1987). La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le jurassique du bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. France* n° 7, pp 1301-1321.

VILLE L. (1852). Notice géologique et minéralogique sur la partie occidentale de la province d'Oran. *Bull. Soc. Géol. France.*, Paris, sér. 2, t.9, p.363-380.

ZIOUIT, Kh. (2008). Application d'une méthode statistique sur les foraminifères benthiques du Lias moyen et supérieur du Djebel Nador (Tiaret - Algérie). *Mém. Ing. Univ, Oran*, 16 p. 06 fig.

LISTE DES FIGURES :	Page
Fig. 1 : Carte de situation géographique des Monts du Nador (Ouared, 1987).....	2
Fig. 2 : Principaux chainons et linéament structuraux des monts du Nador Ouared, (1987)....	4
Fig. 3 : Les grands ensembles géographiques de la chaîne Alpine en Méditerranée occidentale (Benest, 1985).....	6
Fig. 4 : Carte géologique des Monts du Nador d'après Deleau (1948) et Eerriard-Dubreuil et Lucas (1952) in Sebane (1984).....	6
Fig. 5 : Coupe géologique des monts du Nador de direction NNW-SSE (carte géologique 1/50000 de l'Algérie occidentale, SAHARI), D. Tchounev, J. Kantchev (1968).....	9
Fig. 6 : Photo satellitaire la localisation de la coupe étudiée.....	15
Fig. 7: A. Photo satellitaire montrant la morphologie de secteur d'étude et l'emplacement de la coupe.....	16
B. Photo panoramique de la coupe étudiée.....	16
Fig. 8: Photo montrant le découpage lithologique de la coupe de Bénia.....	19
Fig. 9: Colonne lithologique et illustration photographique de la coupe de Bénia (Monts du Nador, Algérie occidentale).....	20
Fig. 10: Photo montrant le découpage biozonale de la coupe de Bénia (Sebane et Touahria, 2017).....	23
Fig.11 : Répartition stratigraphique des foraminifères benthiques de la coupe de Bénia.....	24
Fig. 12 : Fréquence relative des foraminifères benthiques de la coupe de Bénia.....	30
Fig. 13 : Tableau récapitulatif des courbes de COT, CaCO ₃ , δ ¹³ C et δ ¹⁸ O de la coupe de Bénia (Sebane et Touahria, 2017).....	34
Fig. 14 : Distribution morphologique des foraminifères benthiques dans la coupe de Bénia (Sebane ; Touahria, 2017).....	36
Fig. 15 : Tableau comparatif des indices biocénotiques et les résultats géochimiques de la coupe de Bénia.....	37
Fig. 16 : Paléogéographie de la Téthys occidentale au début du Toarcien (S. Elmi, L. Rulleau, 1988).....	40

Fig.17: Vue panoramique de la limite Domérien-Toarcien dans la coupe de Bénia (Sebane.A ; Touahria. A, 2017).....	41
Fig. 18 : Carte géologique 1/200000 de l'Algérie (Elmi et <i>al.</i> 1984).....	43
Fig. 19: Le degré de confinement dans les bassins de l'ouest algérien pendant le Toarcien inférieur et son incidence sur l'évolution des foraminifères.....	47
Fig.20: Corrélation lithostratigraphique et isotopique entre la coupe de Bénia, Mellala, et Raknet El Kahla. (redrawn from Elmi, Benshili 1987, modifier).....	48

LISTE DES TABLEAUX :

Page

Tabl. 1 : Tableau comparatif des principales formations du Nador et leurs attributions stratigraphiques in Zouit. Kh(2008).....	10
Tabl. 2 : Biozonations du Plienbaschien terminal et du Toarcien inférieur (d'après Elmi <i>et al.</i> , 1997).....	21
Tabl. 3 : Définition et présentation des principaux genres récoltés dans la coupe de Bénia.....	26
Tabl. 4: Présence des principaux foraminifères benthiques au niveau du passage Domérien/Toarcien dans les secteurs de Bénia, Mellala, et Raknet El Kahla.....	45