

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

**FACULTE DES HYDROCARBURES, DES ENERGIES RENOUVELABLES
ET DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



Mémoire de Master Académique

Filière : Géologie

Spécialité : Géologie des Bassins Sédimentaires

THEME

**La sédimentation carbonatée du Malm dans les monts de
Chellala « Sud-Est de Tiaret » : Biostratigraphie et
sédimentologie**

Présenté par :

Ouargli Ouissam

Devant le jury : 17/06/2023

Président : Mr. DRAOUI ABDELMALEK

M.C.B Univ. Ouargla

Promoteur : Mr. MAZOUZI ABDELMOUNIM

M.A.A Univ. Ouargla

Co-Promoteur : Melle. ZIOUIT KHALDIA

M.C.B Univ. Ouargla

Examineur : Mr. CHERIF AMINE

Professeur Univ.Ouargla

Invité : Mr. BENKHEDDA ABDELHAKIM

Doctorant Univ.Ouargla

Année Universitaire : 2022/2023

Dedication

*With deep gratitude and sincere words, I dedicate
The fruit of my 17 years of study to my dear parents
Who sacrificed their lives for my success.*

*My mother, the one who was with me every moment of my
life, she always prays for my happiness.*

*My dear father, my role model in life, my source of strength
and inspiration, the man who sacrificed his life for my
comfort.*

To my support in life, my only brother Abdelhak.

*To all my family, friends and teachers who shared their
advice and encouragement to complete this study.*

Acknowledgement

On this occasion, I thank first of all my GOD who has given me the strength and courage to finish this modest work.

*I thank **my family** very much, who helped and encouraged me all the time.*

*Special thanks to my supervisor **Mr. Abdelmounim Mazouzi** for guiding me in carrying out this work.*

*I also thank the Vice-Dean **Mr. Djamel Eddine Chetti**, the Head of Department **Mr. Med Saleh Belksir**, **Mr. Abdelhakim Benkhedda**, **Ms. Khaldia Ziouit** and all the teachers of the department.*

*My thanks and great gratitude to the Department of Geology of CRD SONATRACH for their help and support, especially to **Mrs. Khoual**, **Mr. Ait Iken**, and my supervisor **Mr. Bouaziza***

*To all my friends especially **Aya and Sabrina**.*

To everyone who helped me end this dissertation with a kind word.

ملخص

تم دراسة الجزء الشرقي من جبال شلالة للعصر الجوراسي وبالتحديد في منطقة عين الجرب. تتميز هاته المنطقة بتراكب وحدتين حجريتين بحيث تتميز الوحدة السفلية بتعاقب بين سحن الكلس والغضار يليها الحجر الرملي والغضار ثم وحدة الكربونات العلوية. تم تأريخ هاتين الوحدتين من العصر الكيميريدجي السفلي الى غاية التيثوني.

تظهر دراسة علم المستحاثات الدقيقة للعينات لمجموعة من المنخربات تتكون من 20 نوعا ينتمي البعض منها إلى الأشكال الحبيبية والزجاجية. من الناحية الطباقية الحيوية، يشتمل التوزيع الرأسي للمنخربات على ثلاث مجموعات من العصر الجوراسي العلوي. من الناحية البيئية القديمة، تشير معلومات البيئة القديمة المستندة إلى بيانات المستحاثات الدقيقة للمنخربات إلى تغير العمق من بيئة عميقة على الأرجح إلى بيئة ضحلة.

سمح لنا التحليل الرسوبي القائم على تحديد الرسوبيات وعلم الصخور والمحتوى الحيواني بتسليط الضوء على ثماني سحنات رئيسية. وقد مكنت هذه الأخيرة من اقتراح بيئة بحرية تتراوح بين بيئة تحت المد والجزر والبيئة فوق المدية التي تتناوب رواسبها لتشكيل تسلسل الرسوبيات من الدرجة الثالثة.

الكلمات المفتاحية: جبال شلالة، كيميريدجي، تيتونيك، تحت المد والجزر ، فوق المد والجزر ، التسلسلات.

Résumé

Dans la partie orientale des monts de Chellala, le Jurassique supérieur est bien développé, il correspond dans la localité d'Aïn Djab à la superposition de deux unités lithologiques distinctes. L'unité inférieure matérialisée par des alternances marno-calcaires passant à des grès et des marnes et l'unité supérieure carbonatée. Ces deux unités ont été datées du Kimméridgien inférieur à Tithonien.

L'étude micropaléontologique des prélèvements montre une population de foraminifères qui se constitue de 20 genres appartenant aux formes agglutinantes et hyalines. Sur le plan biostratigraphique, la répartition verticale des foraminifères comporte trois associations d'âge Jurassique supérieur. Sur le plan paléoécologique, des interprétations paléo-environnementales ont été basées sur les données microfaunique de foraminifères indiquent une réduction bathymétrique d'une plate forme relativement profonde vers une plateforme peu profonde.

L'analyse sédimentologique basée sur la détermination des structures sédimentaires, la lithologie et le contenu faunistique nous ont permis de mettre en évidence huit principaux faciès. Ces derniers ont permis de proposer un environnement marin allant d'un milieu subtidal à supratidal dont les sédiments s'alternent pour former des séquences de troisième ordre.

Mots clés : Monts de Chellala, Kimméridgien, Tithonien, Subtidal, Supratidal, Séquences.

Abstract

In the eastern part of the Cellala Mountains, the Upper Jurassic is well developed, it corresponds in the locality of Aïn Djab to the superposition of two distinct lithological units. The Lower unit materialized by marly-limestones alternation overlaid by sandstones and marls and Carbonate unit. These two units have been dated as Lower Kimmeridgian to Tithonian.

The micropaleontological study of the samples shows a population of foraminifera emphasizing 20 genera including agglutinative and hyaline forms.

Biostratigraphically, the vertical distribution of foraminifera suggests the presence of three associations of Upper Jurassic. Paleocologically, paleo-environmental interpretations have been based on foraminifera microfaunal data indicating a shallowing upward from a relatively deep platform to a shallow platform.

Based on the sedimentary structures, lithology and faunal content we get eight main facies. The latter have made it possible to propose a marine environment ranging from a subtidal to supratidal medium whose sediments alternate to form third-order sequences.

Keywords: Chellala Mountains, Kimmeridgian, Tithonian, Subtidal, Supratidal, Sequences.

Table des matières

Dedication

Acknowledgment

Liste des matières

Liste des figures

CHAPITRE 01 : GENERALITE

I. Les principaux domaines structuraux de l'Algérie.....	2
II. Cadre géographique général.....	2
III. Aperçu lithostratigraphique	4
1. Le Trias.....	4
2. Le Jurassique	4
- Dogger	4
- Callovien supérieur-Oxfordien inférieur et moyen	5
- L'Oxfordien terminal.....	5
- Le Kimméridgien inférieur	5
- Le Kimméridgien supérieur- Tithonien	6
3. Le Crétacé	6
- Le Crétacé inférieur	6
- Le Crétacé supérieur	6
4. Le Nummulitique	6
5. Le Miocène	7
6. Dépôts continentaux post-Miocènes	7
IV. Cadre structural et tectonique	7
V. Synthèse des travaux réalisés	9
VI. But et méthode de travail.....	11
A. But de travail	11
B. Méthodologie	11
1. Sur le terrain	11
2. Au laboratoire	11
• Lavage par L'eau	12
• Lames minces	12

CHAPITRE 02 : LITHOSTRATIGRAPHIE

I. Introduction.....	15
II. Description de la coupe.....	15
1. L'unité inférieure	15
2. Sous-unité 1.....	15
2.1. Sous-unité 2	16
3. L'unité supérieure	18
3.2. Sous-unité 1.....	18
3.2. Sous-unité2.....	18
III. Attribution stratigraphique	19

CHAPITRE 03 : ETUDE MICROPALÉONTOLOGIQUE

I. Introduction	21
1. Définition	21
2. Classification	21
II. Inventaire de la microfaune de foraminifères	22
III. Répartition verticale des foraminifères.....	27
IV. Interprétation paléoenvironnemental	28
V. Conclusion	29

CHAPITRE 04 : SEDIMENTOLOGIE ET ANALYSE SEQUENTIELLE

Partie 1 : Sédimentologie.....	31
I. Introduction	31
II. Inventaire de faciès	31
III. Association de faciès	37
IV. Environnement de dépôt	37
V. Conclusion	39
Partie 2 : Analyse séquentielle	40
I. Introduction.....	40
II. Principales discontinuités	40
III. Les séquences	40
IV. Conclusion	42

CONCLUSION GENERALE.....	43
REFERECES BIBLIOGRAPHIQUES.....	46
ANNEXE.....	52

Liste des figures

Figure.01- Les principaux domaines structuraux en Algérie et la méditerranée occidentale.....	2
Figure.02- Position de la région de Kser Chelalla dans la wilaya	3
Figure.03- Les grands ensembles de la chaîne alpine en méditerranée occidentale....	4
Figure. 4- Extrait de la carte géologique de Ouerq au 1/50000.....	5
Figure. 5- Carte structurale de la région de Chellala (Caratini, 1970)	8
Figure. 6- le Kef Serghine et le Djebel Kradou (Caratini, 1970) 1. Crétacé inférieur, gréseux ; 2. Berriasien-Valanginien ; 3. Tithonique ; 4. Oxfordien – Kimméridgien inférieur.....	9
Figure.7- Matériel utilisé au laboratoire.....	12
Figure.8- la préparation des lames minces	13
Figure.9- Présentation photographique de la coupe d'Aïn Djareb.....	15
Figure.10- Colonne lithostratigraphique du Jurassique supérieur d'Ain Djrab.....	17
Figure.11- Répartition Verticale des microfaunes dans la coupe d'Aïn Djrab.....	27
Figure. 12- Présentation des différents faciès de la coupe.....	33
Figure. 13- Principales formes sédimentaires en fonction du régime d'écoulement d'un courant unidirectionnel (d'après Blatt et <i>al.</i> , Reineck et Singh, 1980 ; <i>in</i> Chamley, 1987)	34
Fig. 14- Litages obliques en mamelons HCS (Hummocky Cross Stratification),.....	35
Figure. 15- Différents types de faciès gréseux.....	36
Figure. 16- Evolution séquentielle et environnement de dépôt de la série étudiée.....	41

Chapitre 01 : Généralités

I. Les principaux domaines structuraux de l'Algérie

L'Algérie avec sa position dans le Maghreb et dans la méditerranée occidentale ou dans la partie sud de la Téthys occidentale est subdivisée en trois grands ensembles structuraux (Fig. 1). Il s'agit du nord au sud de la succession suivante :

- 1- Le domaine tellien ;
- 2- Le domaine atlasique ;
- 3- La plate forme saharienne.

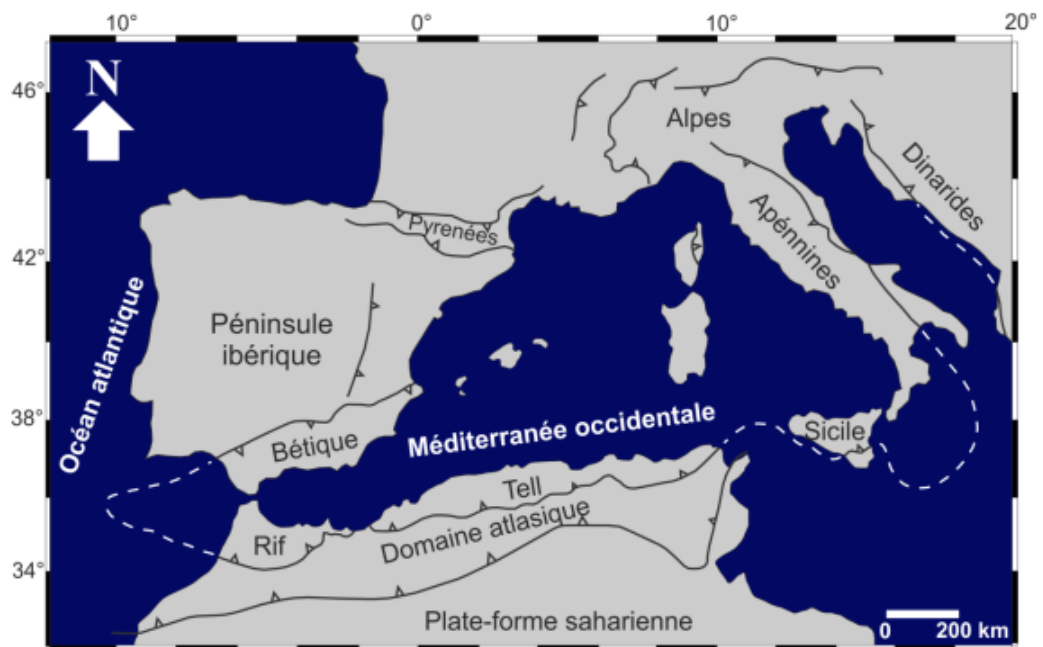


Figure.1- Les principaux domaines structuraux de l'Algérie et de la méditerranée occidentale (*in* Naïmi, 2022)

II. Cadre géographique général

La région de Chellala fait partie de la grande zone steppique centrale, c'est la zone de l'Alfa et de l'Armoise. Elle est située à environ 250 Km au sud d'Alger et à 116 Km à l'extrême est du siège de la Wilaya de Tiaret (Fig. 2).

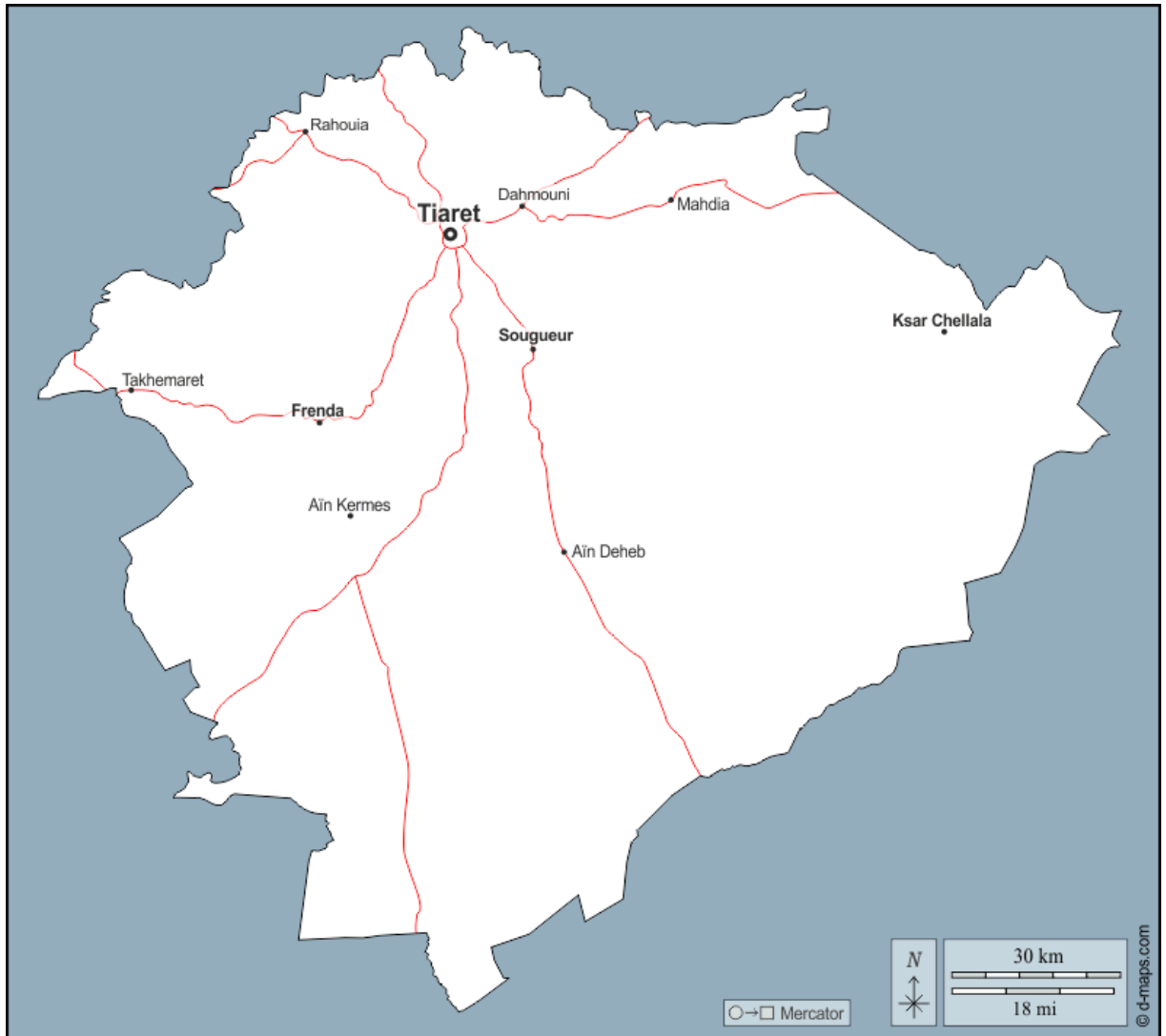


Figure.2- Position de la région de Ksar Chellala dans la wilaya (*Source, Internet*)

Les de monts de Chellala correspondent au domaine des hauts plateaux proprement dit. Ces derniers, délimitent les hautes plaines (plaine de Sersou), et qui prolonge les monts de Nador du coté oriental

Les monts de Chellala sont situés au nord du domaine de l’Atlas saharien en occupant une zone intermédiaire entre le Tel et l’Atlas saharien. Cette zone correspond au domaine dit préatlasique (Guiraud, 1973) situé à l’est du domaine tlémcenien (Fig.3).

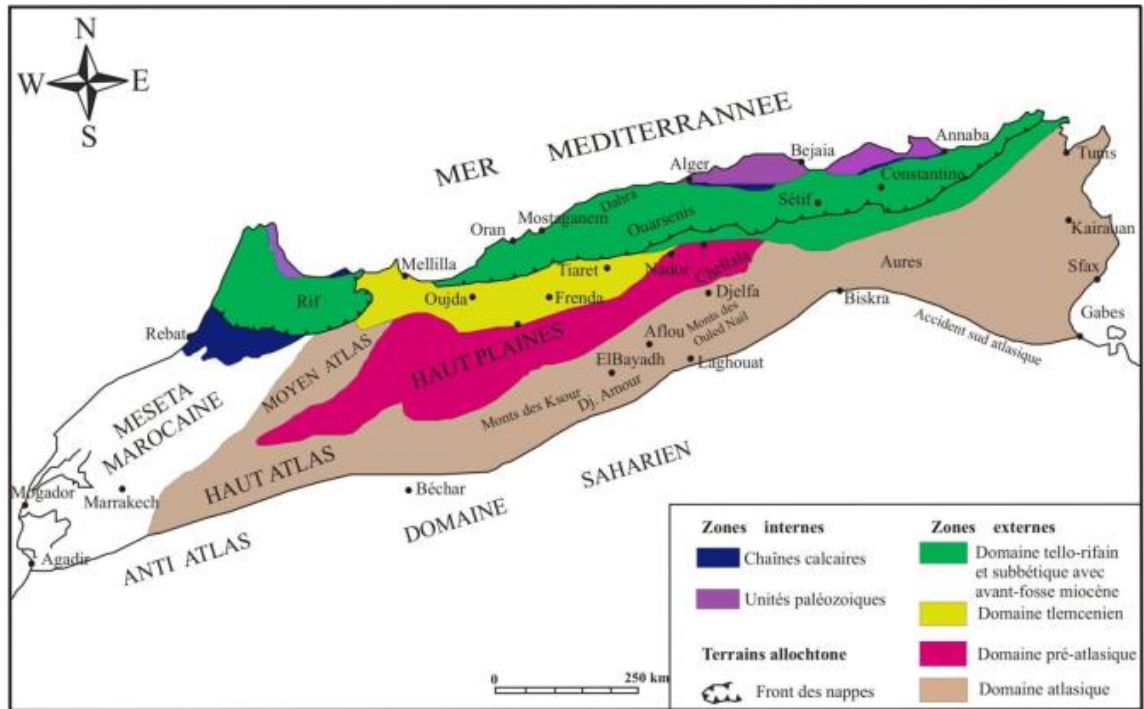


Figure. 3-Les grands ensembles de la chaîne alpine en méditerranée occidentale (Benest, 1985).

III. Aperçu lithostratigraphique

1. Le Trias

Le Trias est représenté en général par des diapirs affleurant au sud-ouest à Djebel Métales (Diapir de Zerga) et au nord-est à Serghine (Diapir d’Ain Djarab). Ils sont matérialisés principalement par des matériaux plastiques représentés principalement de gypses, sels et argilites ainsi que des dolomies (Caratini, 1970).

2. Le Jurassique

- Dogger

Le Dogger affleure uniquement dans la partie occidentale de Djebel Ben Hammad, à Ksar Ben Hammad, occupé par des calcaires à silex (Caratini, 1970).

- **Callovien supérieur-Oxfordien inférieur et moyen**

Cet intervalle est occupé par des marnes argileuses et grès vert. Il affleure partiellement vu les conditions structurales.



Figure. 4-Extrait de la carte géologique de Ouerq au 1/50000.

- **L'Oxfordien terminal**

D'une épaisseur de 160 m. Il est subdivisé en deux formations :

- (1) Formation Marno-calcaire gris bleu fossilifère ;
- (2) Formation Argilo-gréseuse verte, pauvre en fossiles .

- **Le Kimméridgien inférieur**

Il correspond aux formations suivantes (Benest, 1985) :

- (1) Formation des Marno-calcaire de Seba El Abiod;
- (2) Formation des.Grès et argiles de Keskes.

- **Le Kimméridgien supérieur- Tithonien**

Il est caractérisé par la succession des formations à caractères chimiques (Benest, 1985).

- (1) Formation des Dolomies de Seba El Azreg (Kimméridgien supérieur) ;
- (2) Formation des.Marno-calcaires de Seba Mahdjouba (Tithonien).

3. Le Crétacé

- Le Crétacé inférieur

Les formations qui le composent sont les suivantes (Benest, 1985) :

- (1) La Formation de Kef Serghine ;
- (2) La Formation des Marno-calcaires de Fritissa ;
- (3) La Formation des Argiles de Fritissa.

- Le Crétacé supérieur

Il affleure en grande portion dans la partie occidentale des monts de Chellala à Djebel Ben Hammad (Caratini, 1970). Cependant, il présente la succession suivante :

- (1) Formation des grès et argils de Draâ El Lben ;
- (2) Formation des Marno-calcaires de Seba El Hadid.

4. Le Nummulitique

Il s'agit des premiers dépôts discordants non plissés. Ce sont des dépôts détritiques continentaux bien marqués dans cette période (Caratini, 1970). Il s'agit des formations suivantes :

- (1) Conglomérats à galets de dolomie tithonique ;
- (2) Formation des grès de Teneit El Hamra ;
- (3) Formation des argiles rouges de Koudiat El Aldjoun.

5. Le Miocène

La faible tranche d'eau a permis le dépôt des sédiments essentiellement grésocarbonatés (Caratini, 1970).

6. Dépôts continentaux post-Miocènes

Il s'agit d'alluvions et des accumulations de piedmont, des croûtes calcaires et argiles gréseuses de couleur jaunâtre (Caratini, 1970).

IV- Cadre structural et tectonique

La région de Chellala ou les monts de Chellala présentent des caractères structuraux très complexes dans le détail, il s'agit en fait de :

- Un accident important, la « zone faillée de Reibell », allongé suivant une direction N 55° E (direction atlasique) sépare les deux domaines :

(1) Au Sud, un anticlinal principal ;

(2) Au Nord, une région beaucoup moins tectonisée.

- L'anticlinal principal : il est subdivisé en deux ensembles

(1) Djebel Ben Hammad à l'Ouest ;

(2) Massif de Serghine à l'Est (qui est l'objet de notre étude).

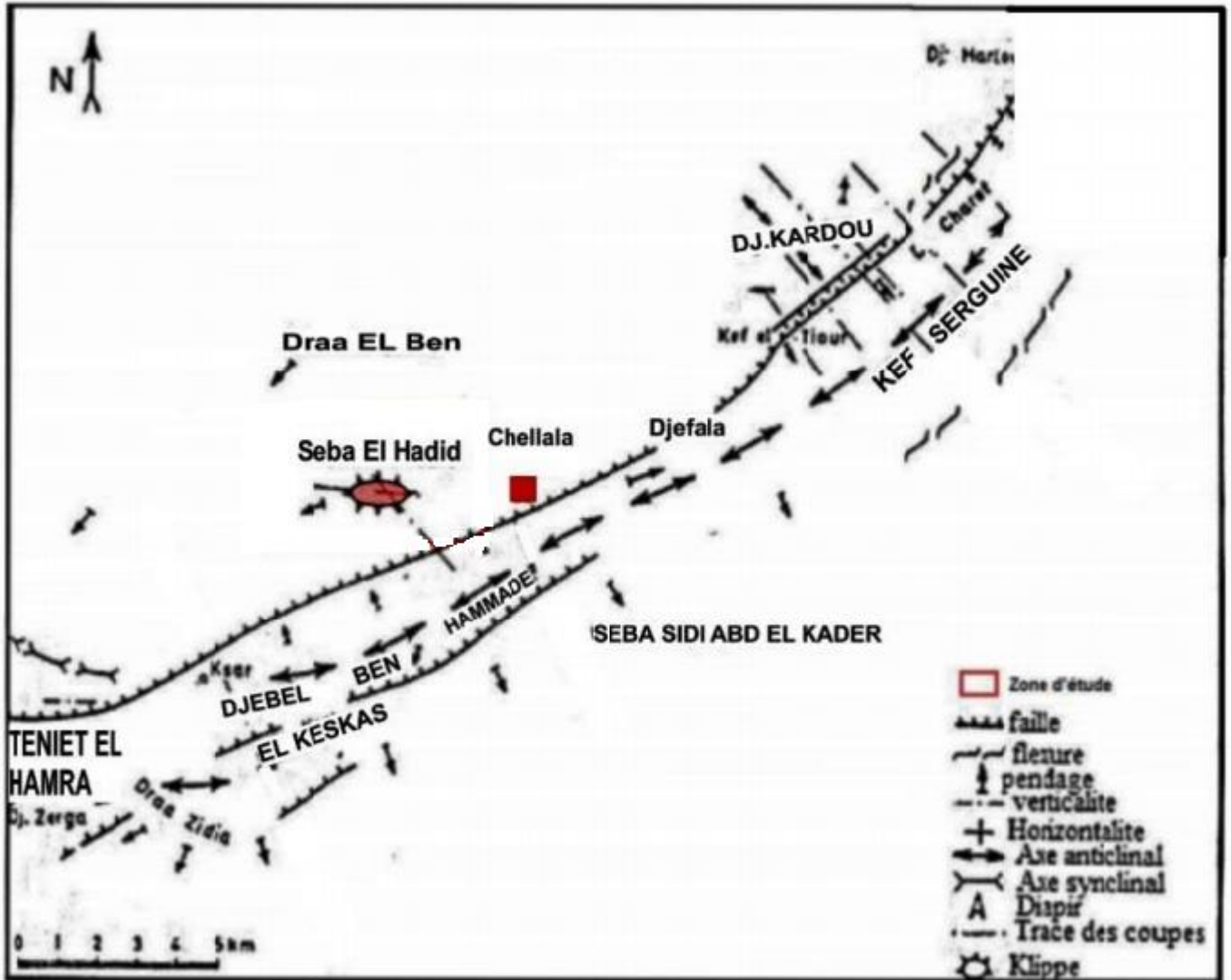


Figure. 5- Carte structurale de la région de Chellala (Caratini, 1970).

-Djebel Serghine

Le Djebel Serghine apparait plutôt comme un replat situé dans le prolongement de l'anticlinal de Ben Hammad que comme un véritable pli anticlinal. Les assises, longtemps subhorizontales, se redressent plus ou moins contre la grande faille de Reibell (Chellala) au Nord, tandis qu'au Sud, une flexure brusque les amène à un pendage supérieur à 45°. Plus au Sud, une seconde flexure de concavité opposée, modifie à nouveau l'inclinaison des couches dont le pendage devient alors égal à quelques degrés vers le Sud.

A l'Est, le Djebel Serghine est accidenté par la faille des sources Khradra-Serghine puis le Jurassique terminal et la base carbonatée du Crétacé disparaissent sous des terrains miocènes très peu déformés, avant d'affleurer à nouveau autour du Djebel Daoura.

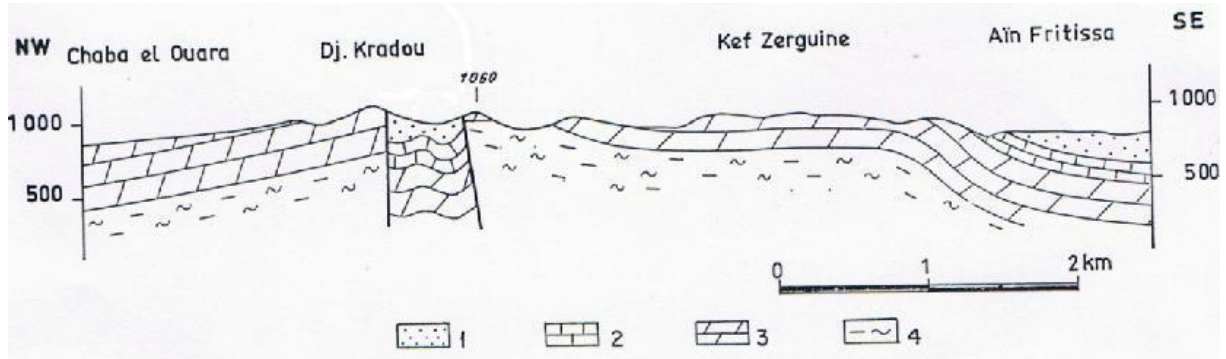


Figure. 6- Coupe à travers le Kef Serghine et le Djebel Kradou (Caratini, 1970).
1. Crétacé inférieur, gréseux ; 2. Berriasien-Valanginien ; 3. Tithonique ; 4. Oxfordien – Kimméridgien inférieur.

V- Synthèse des travaux réalisés

Les premiers travaux consacrés à la géologie dans les monts de Chellala sont liés à la découverte ou à la première récolte de fossiles par [Ville \(1846\)](#) et [Renou \(1848\)](#) et qui ont pu donner une première image sur la géologie de la région. Puis, rapidement, l'intérêt s'est porté sur la région en vue de donner plus sur la géologie des monts de Chellala où [Coquand \(1862\)](#) annonça l'existence du Corallien et du Kimméridgien au massif isolé de Recheiga d'après des fossiles que Ville y avait récoltés.

En se basant sur des travaux de paléontologie déjà effectués dans la région, [Peron \(1883-1869\)](#), a pu donner les premières coupes du massif de Chellala. Puis, les travaux de [Cotteau et al \(1873 et 1883\)](#) et [Gauthier \(1910\)](#) qui ont complété ces derniers. Les études continuent et les travaux ne cessent pas, les contours du massif de Chellala-Reibell ainsi que l'édition de la carte géologique de l'Algérie au 1/500000 en 1952 ont été effectués par [Delau \(1948\)](#) et [Karpoff \(1950\)](#).

[Auclaire et Biehler \(1965\)](#), publiaient pour la première fois les résultats de la SNR epal sur les Hautes plaines oranaises ainsi qu'une note sur les Hauts Plateaux.

En ce qui concerne les travaux ayant permis une meilleure approche dans la connaissance stratigraphique et tectonique surtout des terrains jurassico-crétacé, il convient de citer ceux de [Caratini \(1970\)](#). Ce dernier a présenté une thèse de doctorat intitulé « étude géologique de la région de Chellala-Reibell ». La région d'étude a été bien attribuée au domaine préatlasique par [Guiraud \(1973\)](#) dans une étude détaillée sur l'évolution post triasique de l'Avant pays de la chaîne alpine en Algérie.

A partir des années 80, des révisions stratigraphiques et biostratigraphiques des différentes formations et unités lithologiques en se basant surtout sur les ammonites, les échinides et les calpionelles ont été effectuées. Parmi les recherches les plus complètes, on retiendra essentiellement celles de [Atrops et Benest \(1982\)](#) avec la découverte des ammonites de la zone de Polatynota qui ont permis d'attribuer quelques formations géologiques au Kimméridgien inférieur et exclure des âges proposés déjà par [Caratini \(1970\)](#), la révision du Tithonique de Djebel Recheiga aux environs de Chellala par [Atrops et al \(1983\)](#) et enfin les travaux de [Benest \(1985\)](#) par la présentation d'une thèse de Doctorat sur les dépôts de plate-forme du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur de l'Ouest algérien et du Maroc oriental. Dans cette thèse, cet auteur a pu harmoniser le Jurassique et le Crétacé dans la région de Chellala ainsi que dans le Nador.

Le Tertiaire a pris sa part par [Mabrouk \(1993\)](#) dans une étude systématique et biostratigraphique du Tertiaire continental de l'Algérie en discutant sur le gisement de Koudiet El Aldjoun dans la région de Chellala.

[Benest et al \(1994\)](#), datent pour la première fois le Kimméridgien inférieur des Monts de Chellala grâce à la découverte d'échinides.

VI- But et méthodologie de travail

A- But de travail

Le présent travail est une suite de celui réalisé par Caratini en 1970, qui demeure la seule référence pour tout étude géologique axée principalement sur la stratigraphie. Son objectif est de contribuer à l'analyse sédimentologique et stratigraphique des Monts de Chellala. Donc cette étude repose sur inventaire détaillé des facies permettant de déterminer l'environnement de dépôt, ainsi qu'une recherche de la microfaune en vue d'une datation précise de notre sérié d'étude.

B- Méthodologie

1- Sur le terrain

Une seule coupe géologique a été réalisée, comprenant une description détaillée des facies et leurs contenus fossilifères. Un échantillonnage bien précis a été effectué, prélèvement environ 500g de sédiments pour chaque intervalle. Ensuite, chaque échantillon a été emballé dans un sachet en plastique identifié par une étiquette précisant son emplacement sur la coupe.

2- Au laboratoire

Au niveau du laboratoire, nous avons préparé les échantillons par 02 méthodes. Pour les sédiments meubles on a utilisé la méthode de lavage, et les lames minces pour les échantillons durs.

- **Lavage par L'eau**

Prolongé un échantillon de 200g pour chaque banc dans un bassin d'eau jusqu' à désagrégation et passer par des tamis à différents mailles 250,125, 90 et 63 micromètres, après le séchage on recueillir les résidus dans une boite pour triés sous la loupe binoculaire. Mettez les microfossiles dans des cellules pour faire la détermination et prendre des photos par le MEB (microscope électronique à balayage)

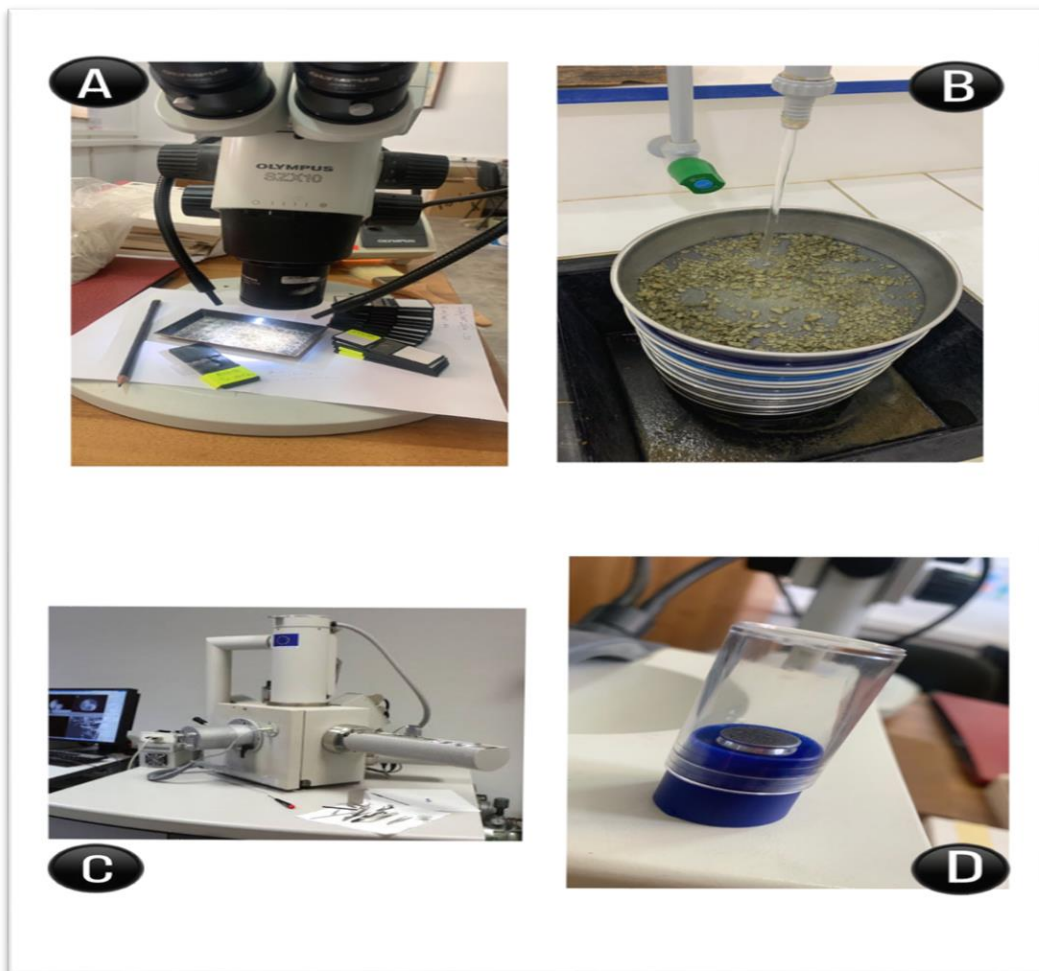


Figure.7-le materielutilise au laboratoire ;(A) : A.Loupe binoculaire ;(B) : Serie des Tamis ; (C) : MEB microscope électronique à balayage ; (D) : Porte objet

- **Lames minces**

Prendre un échantillon rocheux forme d'un cube de sucre et passer sur la rodeuse pour avoir une surface plane et on le colle avec une lame de verre après le rodage et de l'autre face jusqu' a que la roche devienne transparente afin d'être prêt pour déterminer les microfaunes et les microfaciès par un microscope optique.

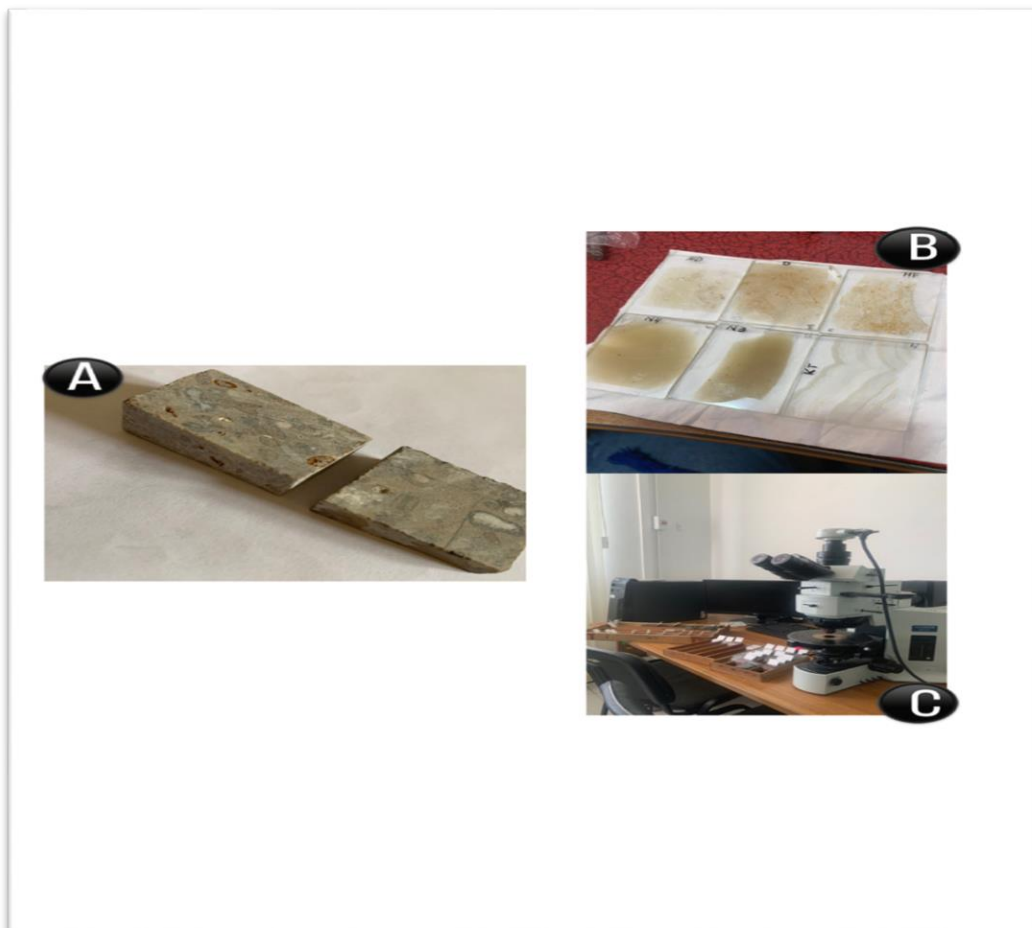


Figure.8-la prép **Figure.8-la** préparation des lames minces
 A- un échantillon sous forme d'un cube ;B- les lames minces;
 C- microscope optique

Chapitre 02 :
Lithostratigraphie

I. Introduction

Dans ce chapitre, la série du Jurassique supérieur sera décrite à partir d'une coupe levée banc par banc en se basant sur la lithologie, la granulométrie, la stratonomie, la couleur, les structures sédimentaires et l'ichnofaciès. Cette étude a été effectuée dans la terminaison orientale des monts de Chellala, aux alentours de la source thermale de Hammam Serghine (Ain Djarab) située à environ 24 Km au nord-est de la ville de Ksar Chellala.

La succession lithologique montre la superposition de deux grandes unités, une unité inférieure marno-calcaire et une unité supérieure carbonatée.

II. Situation géographique de la coupe

Cette coupe a été levée à environ 24 km au Nord du village de Serguine, à l'environ du Hammama (Fig. 9).



Figure. 9- Photo panoramique de la coupe levée (A-B : Trait de coupe).

III. Description

1. Unité inférieure (76.5 m).

1.1.Sous-unité 1 (56.5 m)

Il s'agit en fait, d'une série marneuse admettant par endroit des alternances de marnes et de calcaires rapprochées. Les marnes sont de couleur verte, légèrement gréseuse à la base ayant livrées des foraminifères benthiques et quelques ostracodes.

Tandis que les calcaires sont grisâtres à aspect noduleux, parfois en plaquettes, micritiques stratodécroissants. Le microfaciès de ces calcaires montre en général une biomicrite wackstone à mudstone à foraminifères (Fig 10).

Cette sous-unité contient également vers le sommet quelques niveaux de calcaires oolithiques, microsparitiques et bioclastiques riche en bioclasts : tiges de crinoïdes, polypiers, spongiaires, gastéropodes, bivalves et gastéropodes et quelques intraclastes carbonatés de formes variables.

1.2.Sous-unité 2 (20m)

Elle commence par une série marneuse d'environ 21m admettant un banc de calcaire massif. Ces marnes présentent les mêmes caractéristiques que celles de la première sous-unité et se termine par une dizaine de mètres de grès délimités par des niveaux marneux. Les grès se présentent sous forme de bancs stratodécroissants, de couleur jaunâtre, à grains fins, bioturbés avec quelques traces horizontales, subhorizontales et verticales.

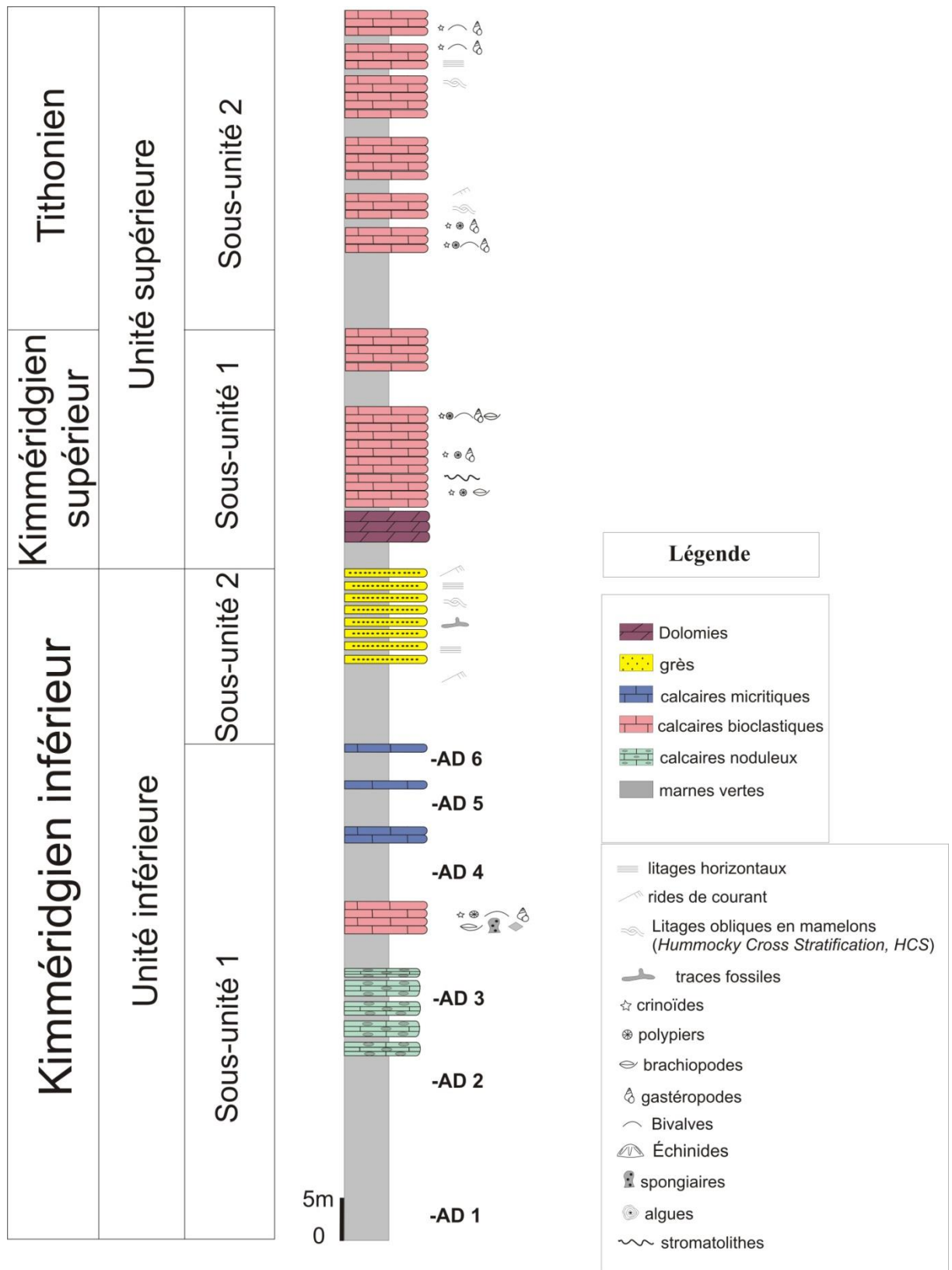


Figure.10- Colonne lithostratigraphique du Jurassique supérieur d'Ain Djab.

2. L'Unité supérieure (63.5 m).

Il se présente sous forme d'une falaise de barres carbonatées. Elle est subdivisée en deux sous-unités.

2.1.Sous-unité 1

Cette sous-unité est marquée par deux barres séparées par des interlits marneux de couleur verte. Les barres s'organisent en bancs de calcaires généralement de l'ordre métrique. La base de cette unité est caractérisée par des marnes surmontées par des dolomies passant à des calcaires bioclastiques légèrement dolomités. Ces calcaires sont biomicritiques à biomicrosparitiques, riches en faunes benthiques en particulier des tiges de crinoïdes, polypiers, gastéropodes, brachiopodes et des bivalves. Ils correspondent à des packstones, grainstones voire bindstones, s'alternant avec des niveaux micritiques à litages horizontaux. Tandis que les calcaires bioclastiques et peu dolomités sont par endroit marqués par une bioconcentration de gastéropodes et séparés par un horizon stromatolithique vers la base. Le sommet de cette sous-unité est matérialisé par des calcaires avec des fragments de brachiopodes.

2.2.Sous-unité 2

Dans cette sous-unité, c'est la même succession connue dans la sous-unité précédente. Il s'agit d'une superposition de masses carbonatées et de marnes vertes. Ces masses carbonatées marquées par l'enchaînement de calcaires massifs biomicritiques à faunes benthiques (tiges de crinoïdes, polypiers, gastéropodes, brachiopodes et bivalves) dans des conditions hydrodynamiques différentes attestées par des litages horizontaux, des rides de courant et des litages obliques en mammelons (*Hummocky Cross Stratification* ou *HCS*).

1. Attribution stratigraphique

L'unité inférieure de notre série d'étude est attribuée au Kimméridgien inférieur grâce aux ammonites récoltées par [Atrops & Benest \(1982\)](#) et [Benest \(1985\)](#) dans des séries équivalentes à la nôtre dans la partie occidentale des monts de Chellala, il s'agit des ammonites appartenant à la zone à *Platynota* et à la zone à *Hypselocyclus*. Cette datation a été également confirmée dans des études récentes effectuées par [Benest et al. \(1994\)](#) dans les monts de Chellala grâce aux échinides.

La sous-unité 1 de l'unité supérieure est datée du Kimméridgien supérieur grâce aux ammonites appartenant à la Zone à *Acanthicum* ([Benest, 1985](#)) récoltées dans des séries analogues situées à l'extrémité occidentale des monts de Chellala. Alors que, La sous-unité 2 de cette unité supérieure est attribuée au Tithonien indiqué par des calpionelles appartenant à *Crassicollaria intermedia* des sous-zones à *Intermedia A2 + A3* ([Boughdiriet et al., 2006](#)) citées par [Caratini \(1970\)](#).

Chapitre 03 :
Biostratigraphie

I. Introduction

Dans le cadre d'une étude micropaléontologique des foraminifères de la coupe d'Aïn Djab, cette partie de notre étude est basée sur un inventaire détaillé des foraminifères afin d'apporter des nouvelles interprétations surtout sur le plan paléoenvironnemental.

1. Définition

Les foraminifères sont des protozoaires appartenant à la classe des Rhizopodes, correspondant des organismes marins benthiques et planctoniques avec une taille varie de 38 µm à 1 mm. Leur régime alimentaire est constitué de bactéries, d'algues, de larves de mollusques, de crustacés et de déchets variés. L'abondance des foraminifères dans les sédiments marins permet d'entreprendre des études biostratigraphiques et paléocéologiques fiable. Dans notre travail les foraminifères étudiés dans la coupe d'Aïn Djab, constituent de bons marqueurs de milieux.

2. Classification

Les foraminifères récoltés dans la coupe d'Aïn Djab proviennent de six (06) niveaux dans l'unité inférieure de la coupe d'Aïn Djab soit par la technique de lavage et tamisage des argiles sous l'eau de robinet soit par des lames minces.

L'étude systématique des peuplements de foraminifères étudiés est basée sur la détermination taxonomique et la classification de foraminifères de : Loeblich et Tappan, 1987 ; Loeblich et Tappan, 1998 ; qui est basé principalement sur :

- La nature du test (calcitique, chitineux, hyalin, agglutinées), la microstructure du test (porcelané, ou hyalin).
- Les critères morphologiques selon Loeblich et Tappan 1988, Gupta 1999)
- D'autre critères de classification sont adopté comme l'arrangement des loges (Orbingy, 1826), la cloisement de Test (Schultze, 1854), la forme et la position de l'ouverture (Hofker, 1951).

Les observations micropaléontologiques dans la région étudiée relèvent l'existence deux associations.

- **Association 1** : caractérisée par des foraminifères à test agglutinées qui représente le groupe le plus abondant.
- **Association 2** : représentée par des foraminifères à test calcaire hyalin.

II. Inventaire de la microfaune.

Ammobaculites, CUSHMAN, 1910

➤ Description

Les genres *Ammobaculites* sont des foraminifères agglutinés présentant une partie spirale suivie d'une partie déroulée unisériée.

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique
- **Répartition dans la coupe** : Aïn Djabl

Genre : *Verneuilinoïdes* LOEBLICH & TAPPAN, 1949

➤ Description

Test calcitique de forme conique. Les loges sont plus larges dans la partie supérieure par rapport au partie inférieure et leur agencement n'est pas bien claire.

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique – Crétacé
- **Répartition dans la coupe** : AD1, AD3.

Genre : *Triplasia* REUSS, 1854

➤ Description

Test de taille moyen, comprenant un stade planispiralé très réduit et peu visible. Les loges unisériées de la partie déroulée ont une section transversale étoilée à 3 branches.

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique moyen-supérieur.
- **Répartition dans la coupe** : AD 1, AD 3, AD 4 et AD 6.

***Textularia*, DEFRANCE, 1824**➤ **Description**

C'est une forme bisériée, aplaties, très étroites, à loges allongées à des formes plus épaisses, plus larges et à loges plus rondes. Les sutures obliques sont peu enfoncées mais toujours visibles.

- **Répartition stratigraphique** : Bajocien – kimmeridgien
- **Répartition dans la coupe** : AD 3

***Proteonina* WILLIAMSON, 1858**➤ **Description :**

Le test ne comporte qu'une seule loge en forme de sac ovoïde prolongé par un col. Le test est imprégné de matière ferrugineuse.

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique supérieur.
- **Répartition dans la coupe** : AD3.

Genre : *Reophax*, MONTFORT, 1808➤ **Description :**

Test unisérié agglutinée, cette espèce se présente sous de petites formes à loges allongées peu nombreuses et à sutures profondes.

- **Répartition stratigraphique** : Bajocien-kimméridgien
- **Répartition dans la coupe** : AD 3, AD6.

Genre : *Ramulina* JONES, 1875➤ **Description :**

Test agglutinée avec des loges ronds ou allongées, plus au moins symétriques.

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique moyenne- Jurassique supérieur.
- **Répartition dans la coupe** : AD 6.

***Spirillina*, EHRENBERG, 1843**

➤ **Description**

Espèce très peu variable, caractérisée par une coquille petite, circulaire et planspiralée, consistant en un petit proloculus suivi d'une chambre tubulaire organisée en 4 à 6 tours, augmentant faiblement et régulièrement en diamètre. Ouverture ronde, terminale.

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique
- **Répartition dans la coupe** : AD 3

Paalzowella, CUSHMAN, 1933

➤ **Description :**

La coquille est trochospiralée, conique et de petite taille, la section de la spire est nettement supérieure à la hauteur, la base est plane ou légèrement convexe.

- **Répartition stratigraphique** : Aalénien-kimmeridgien
- **Répartition dans la coupe** : AD 3, AD 4

Genre : *Eoguttulina* CUSHMAN & OZAWA, 1930

➤ **Description**

Une coquille lisse avec des loges ovales séparées par des sutures.

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique.
- **Répartition dans la coupe** : AD 4.

Lenticulina munsteri (ROEMER), 1839, mg. *Lenticulina*

➤ **Description**

La coquille est enroulée, lisse, à contour circulaire, la section est large. La présence de la « bosse ombilical » est le caractère essentiel. La tendance au déroulement peut s'observer chez certaines formes. Les sutures deviennent obliques, déprimées.

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique
- **Répartition dans la coupe** : AD 1 et AD 6

Lenticulina quenstedti GUMBEL, 1862, mg. *Lenticulina*

➤ **Description :**

La coquille est enroulée avec un contour subcirculaire, caractéristique par ses fortes côtes suturales qui se rejoignent vers le centre pour former une couronne ombilicale. L'ornementation est un caractère très variable. La couronne ombilicale et les côtes suturales peuvent être plus ou moins marquées ou remplacées par des séries de pustules.

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique
- **Répartition dans la coupe** : AD 6.

Lenticulina munsteri (ROEMER), 1839 mg Astacolus

- **Description**

Forme planispiralée, les loges sont nombreuses croissantes en direction de la dernière loge ; elles sont séparées par des sutures à peine visibles et légèrement incurvées en direction de la marge périphérique qui développe parfois une carène. Ouverture terminale.

- **Répartition stratigraphique** : Lias- Malm.
- **Répartition dans la coupe** : AD 1 et AD 6.

Genre : *Dentalina* RISSO, 1826

- **Description**

Test lisse avec des loges presque de mêmes tailles, les sutures sont très claires horizontalement.

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique supérieur
- **Répartition dans la coupe** : AD 3.

D'autres formes de microfossiles sont observées dans la coupe d'Ain Djab sont représentées par des ostracodes et quelques concrétions ferrugineuses non identifiables.

Dorothia, CONULUS, 1844

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique supérieur
- **Répartition dans la coupe** : AD 1, AD 3 et AD 4

Marginulina, TRUJILO, 1960

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique supérieur
- **Répartition dans la coupe** : AD 1

Lenticulina, TERQUEM, 1870 mg *planularia*

- **Répartition stratigraphique** : Bajocien-Malm
- **Répartition dans la coupe** : AD 1

Lenticulina meunsteri mg. *Marginolinopsis*

- **Répartition dans la coupe** : AD 6

Pseudomarssonella

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique supérieur
- **Répartition dans la coupe** : AD 3

Ophthalmidium, DEECKE, 1886

- **Répartition stratigraphique** : Jurassique supérieur.
- **Répartition dans la coupe** : AD 3

Ostracodes

- **Description**

Sont moins abondants dans tous les niveaux avec une variété d'espèces, ces ostracodes sont à carapace lisses comme le parasyris, et il y a d'autres qui sont agglutinés.

- **Répartition dans la coupe** : AD 1, AD 3, AD 4 et AD 5

Les formes ferrugineuses

- **Description**

Sont très riches presque dans toute la coupe surtout le niveau 6 est marqué par une richesse de ces formes, elles sont une forme sphérique, bombées à test agglutinées de couleur ferrugineuses, probablement sont des charophytes.

- **Répartition dans la coupe** : AD 1, AD 3, AD 4, AD 5 et AD 6

III. Répartition verticale des foraminifères

La répartition verticale des foraminifères observée dans la formation carbonatée de Aïn Djab nous a permis de distinguer 03 assemblages microfauniques qui se relaient dans le temps.

Assemblage 1 :

La microfaune de foraminifères récolté à la base de la formation de Ain Djab est principalement représentée par les individus suivants: *Marginulina* sp, *Ammobaculite* sp, *Verneulinoides* sp, *Dorothia* sp, *Triplasia* sp.

Assemblage 2 :

Cet assemblage est caractérisé par une grande abondance et une grande diversité matérialisé surtout par *Pseudomarssonella* associé avec d'autres formes tels que : *Textularia* sp, *Dentalina* sp, *Protamina* sp, *Spirilina* sp, *Ophthalmidium* sp, *Reopax* sp, *Paalzowella* sp , *Dorothia* sp, *Triplasia* sp et *Eguttalina* sp.

Assemblage 3 :

Cet assemblage est caractérisé par l'abondance des formes hyalines surtout les lenticulines : *Lenticulina munsteri* mg. *Planularia*, *Lenticulina quendesti* mg. *Lenticulina*, *Lenticulina munsteri* mg. *Lenticulina*, *Lenticulina munsteri* mg. *Astacolus*, *Lenticulina meunsteri* mg. *Marginolinopsis* sp, *Ramulina* sp.

Ces assemblages de foraminifères indiquent un âge jurassique supérieur.

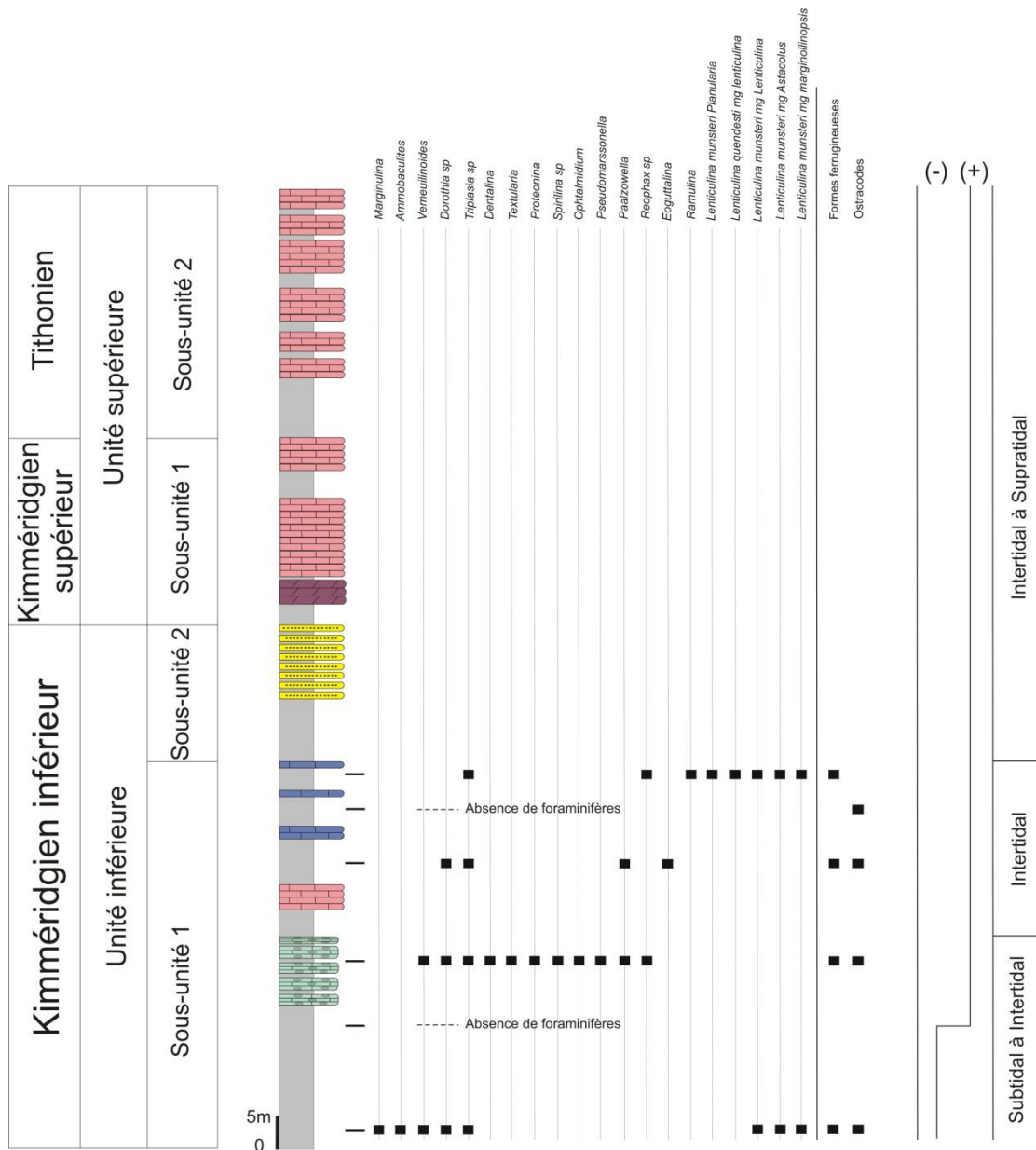


Figure.11- la répartition verticale des microfaunes dans la coupe d'Ain Djab.

IV. Interprétation paléoenvironnementale

La plupart des taxons de foraminifères peuvent être utilisés comme indicateurs de milieu (bathymétrie), mais la connaissance taxonomique suffisante des foraminifères ne peut être acquise en peu de temps.

Nous retenons que la sédimentation et la bathymétrie sont en rapport avec la disparition ou l'apparition d'un groupe (ou association faunique) elle est due également à des facteurs d'ordre écologique. L'influence du milieu s'inscrit dans la composition spécifique des assemblages fossiles.

La répartition verticale des foraminifères dans la coupe d'Ain Djabr montre des changements paléoenvironnementaux marqués par trois assemblages :

- Le premier assemblage est caractérisé par une abondance moyenne à faible des foraminifères, où on note que la microfaune est généralement représentée par des formes agglutinées, *Ammobaculites*, *Dorothia* et *Triplasia* associées à quelques formes hyalines comme : *Martginulina* et *Lenticulina* ; cet assemblage indique probablement un milieu profond riche en matière terrigène.

Le passage entre le l'assemblage 1 et 2 marqué par un niveau azoïque caractérisé par l'absence totale des foraminifères.

- Le deuxième assemblage est marqué par l'apparition de nouvelles formes avec une grande abondance et une grande diversité telle que : *Textularia*, *Pseudomarssonella*, *Dentalina sp*, *Protamina*, *Spirilina sp*, *Ephtalinidi*, *Reopax sp*, *Paalzowella*. Ces caractères indiquent un milieu marin de plateforme très favorable pour la vie surtout benthique.

Le passage entre l'assemblage 2 et 3 marqué par un niveau azoïque caractérisé par l'absence totale des foraminifères avec une richesse des formes ferrugineuses et quelques genres des ostracodes.

- Le dernier assemblage représente une abondance faible à moyenne où les taxons sont moins abondants par rapport à l'assemblage précédent, les individus sont marqués par la prédominance des formes hyalines : *Lenticulina* avec une variété d'espèces (*Lenticulina munsteri* mg. *Planularia*, *Lenticulina quendesti* mg. *Lenticulina*, *Lenticulina munsteri* mg. *Lenticulina*, *Lenticulina munsteri* mg. *Astacolus*, *Lenticulina*

munsteri mg. *Marginolinopsis*) ; cet assemblage indique un milieu peu profond de plateforme.

Des variations du niveau marin avec une instabilité eustatique ont été enregistrées durant cette période, elles sont bien matérialisées par les variations des assemblages de foraminifères qui sont séparés aussi par des périodes d'absence totale de foraminifères.

V. Conclusion

L'étude micropaléontologique de ces 6 niveaux de la coupe d'Ain Djab dans la série du Kimméridgien inférieur dans cette région des monts de Chellala permet de subdiviser la série en 3 assemblages regroupant 20 genres des foraminifères benthiques qui indiquent le Jurassique supérieur. Au point de vue paléoenvironnemental, l'analyse de la distribution verticale des foraminifères indique une variation paléoenvironnementale d'un milieu marin profond à un milieu peu profond.

Chapitre : 04
Sédimentologie et Analyse
Séquentielle

Partie 1 : Sédimentologie

I. Introduction

L'étude sédimentologique de la série du Jurassique supérieur dans le secteur d'étude nous a permis de définir les principaux faciès. Elle est basée essentiellement sur plusieurs critères notamment la lithologie, la granulométrie, la couleur et les structures sédimentaires. La dynamique de dépôt a été entamée en se basant sur plusieurs éléments tels que le faciès, l'hydrodynamisme et l'ichnofaciès.

II. Inventaire de faciès

Huit principaux faciès ont été définis dans la série d'étude dans le secteur d'étude, il s'agit des faciès suivants :

- **Faciès des marnes vertes (F1)**

Ce faciès très fréquent dans notre série d'étude, correspondant soit à des interlits centimétriques qui délimitent les bancs calcaires et gréseux, soit il forme des combes métriques (Fig.12-A). Ces marnes fossilifères ont livré plusieurs individus des foraminifères benthiques et des ostracodes.

Interprétation : Les marnes caractérisent des milieux calmes dont le seul processus dans la mise en place est la décantation, à la suite de décélération des différentes actions hydrodynamiques. Il s'agit de la chute libre et lente des particules vers le fond, sans transport horizontal ou oblique brutal.

- **Faciès des calcaires micritiques (F2)**

Ce faciès a été observé dans les deux unités, sous forme de bancs noduleux à la base de la sous-unité (1) de l'unité inférieure, à nodules de silice et qui se présente en bancs stratodécroissants, délimités par des interlits marneux (F1) formant une série

d'alternance rapprochée. Ils s'organisent également sous-forme de bancs centimétriques à métriques occupant des barres métriques (Fig.12-B).

Interprétation : Les calcaires micritiques correspondent à l'origine à une boue carbonatée déposée à l'abri des énergies (tempête ou marées...), en dessous de la limite de vagues de tempêtes, caractérisant des plates formes protégées (Gonzalez, 1996 ; Dupraz, 1999).

- **Faciès des calcaires bioclastiques (F3)**

Ce faciès domine surtout l'unité supérieure. Il est riche en faune benthique (tiges de crinoïdes, polypiers, gastéropodes, brachiopodes, bivalves, échinides et spongiaires) (Fig. 12-C), associés à des algues, des oncolithes et à litages horizontaux et des HCS.

Interprétation : La présence des bioclastes fragmentés, oncolithes et des algues atteste un milieu marin peu profond, alors que la présence des HCS et des litages horizontaux typiques des tempestites.

- **Faciès des calcaires stromatolithiques (F4)**

Les calcaires stromatolithiques caractérisent l'unité supérieure, présentés en lamines millimétriques régulières ou ondulées, montrant une succession d'échelles (Fig. 13-D).

Interprétation : Les stromatolithes correspondent à des dépôts formés par l'action entre les organismes benthiques, les sédiments chimiques sous les conditions physico-chimiques du milieu (Burne & Moore, 1987 ; Duprazet *al.*, 2009 ; Antunes *et al.*, 2022). Elles sont caractéristiques de la zone intertidale à supratidale (Shinn, 1983).

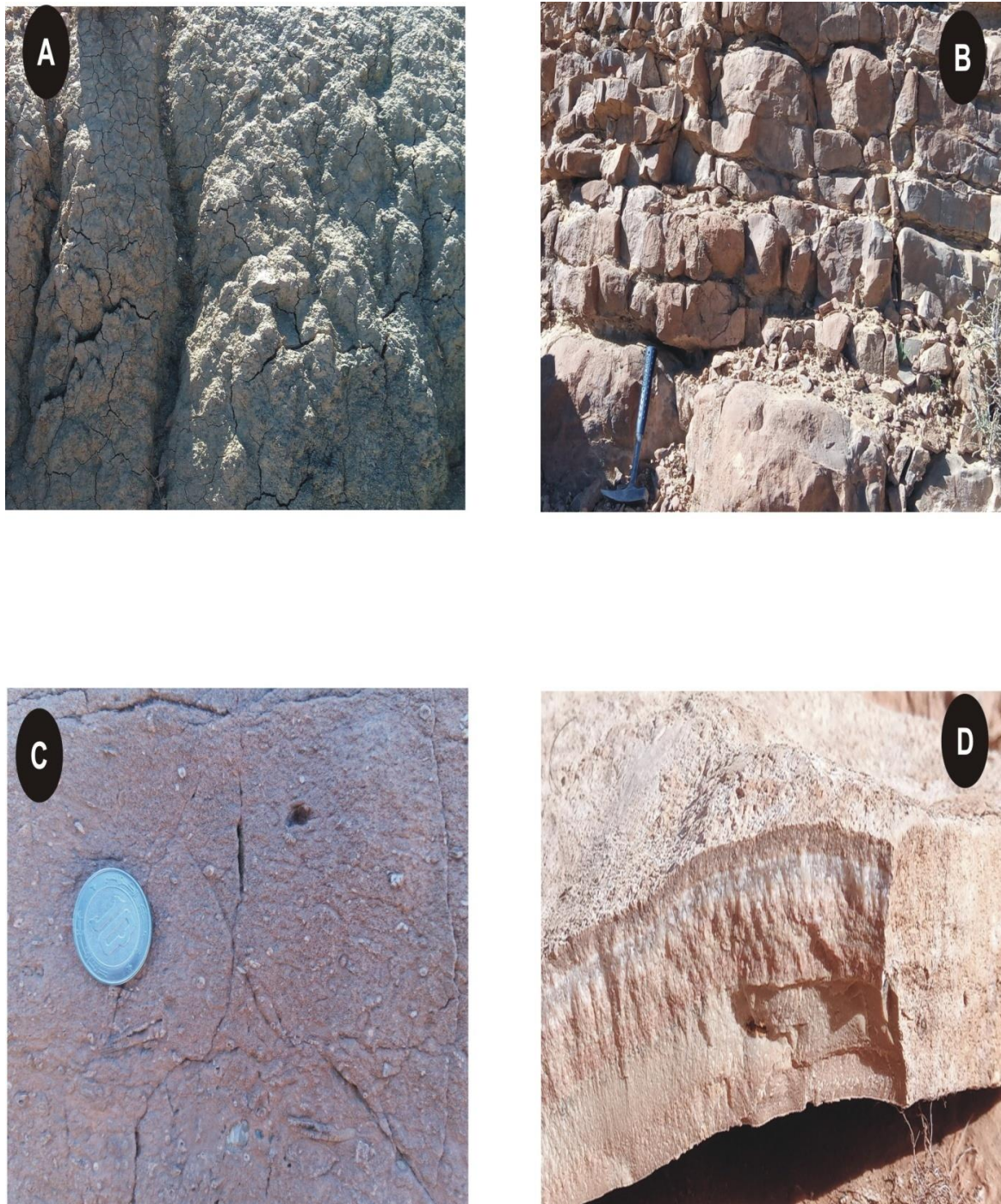


Figure. 12- Illustration photographique des différents faciès.(A) : Faciès des marnes (F1) ;(B) : Faciès des calcaires micritiques (F2) ;(C) : Faciès des calcaires bioclastiques (F3) ;(D) : Faciès des calcaires stromatolithiques (F4).

- **Faciès des grès à litages horizontaux (F5)**

Il est présent dans les unités inférieure et supérieure de la série étudiée, ces grès s'intercalent avec des marnes vertes (F1) (Fig. 13) et (Fig. 12-A).

Interprétation : Les litages horizontaux résultent d'un courant unidirectionnel de fond par l'action de traction et de classement des particules (Wendy *et al.*, 2007). Le flot est provoqué par un régime d'écoulement inférieur ou supérieur (Payroset *et al.*, 2000). Ils sont généralement liés aux régimes de marées ou des tempêtes dans les milieux marins peu profonds (Wendy *et al.*, 2007).

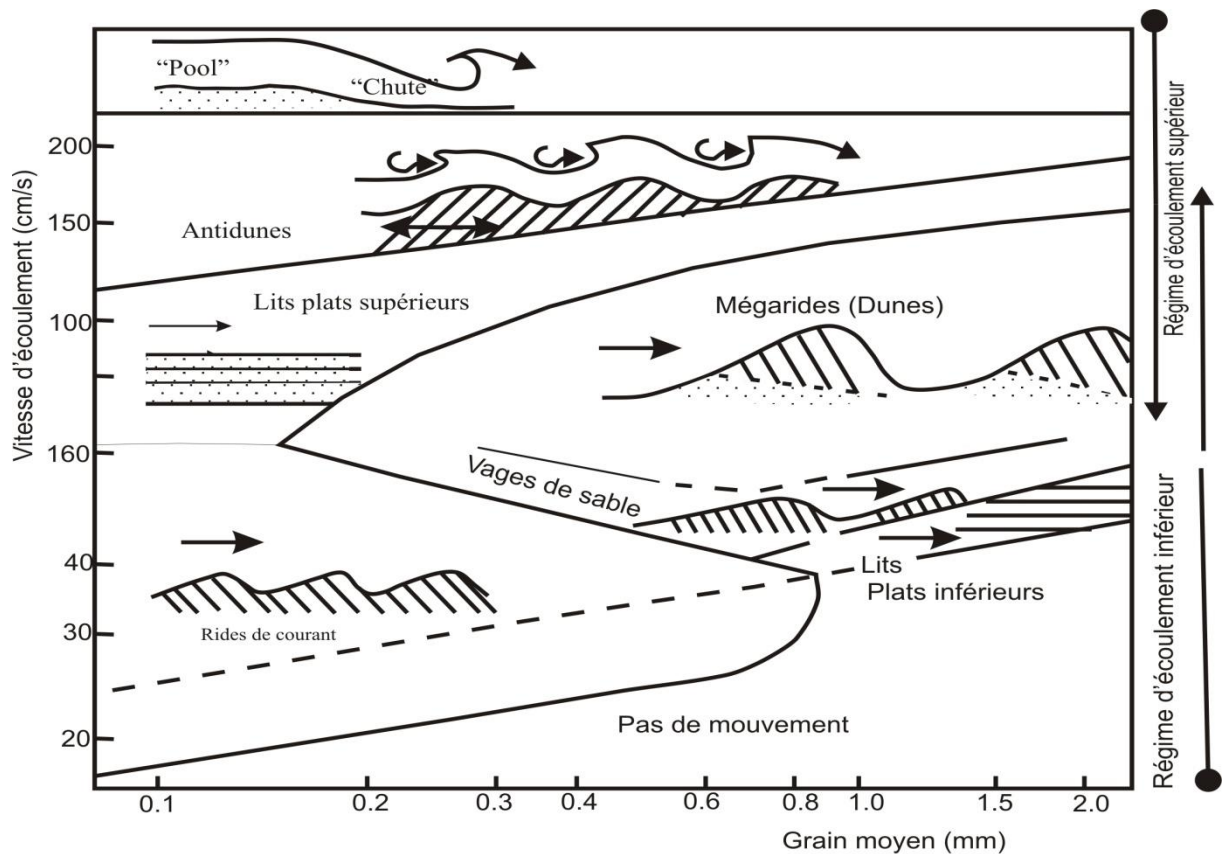


Figure. 13- Principales formes sédimentaires en fonction du régime d'écoulement d'un courant unidirectionnel (d'après Blatt *et al.*, Reineck et Singh, 1980 ; in Chamley, 1987)

Faciès des grès à litages obliques en mamelons (HCS) (F6)

Il est observé dans la sous-unité (2) de l'Unité inférieure. Ce faciès est caractérisé par des bancs gréseux centimétriques, à bases érosives, parfois surmonté de litage horizontal et à surface de rides de courant (Fig. 14) et (Fig. 15-B).

Interprétation : Les *HCS* caractérisent les plate-formes marines à action de tempêtes (Harms, 1975). Ces structures ont été signalées dans les anciens dépôts de tempêtes comme les environnements littoraux actuels dominés par les vagues de tempêtes (Yang *et al.*, 2006). Selon plusieurs auteurs, la présence des *HCS* signifie des épisodes des grandes tempêtes et même des tsunamis affectant les zones littorales (Kreisa&Bambach, 1982 ; Ito *et al.*, 2001). Leur mode de formation est lié à l'écoulement combiné oscillatoire et multidirectionnel induit par les tempêtes.

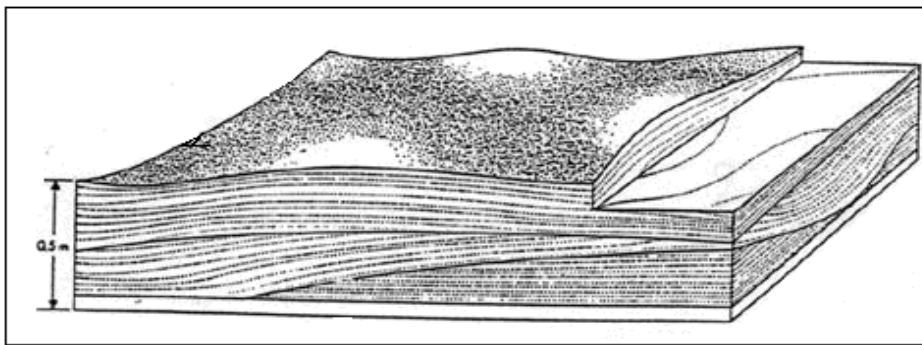


Figure. 14- Litages obliques en mamelons HCS (Hummocky Cross Stratification), (D'après Harms (1975))

- **Faciès des grès bioturbés (F7)**

Ce faciès correspond à des grès jaunes riches en traces fossiles notamment des traces horizontales, subhorizontales à subverticales, observé surtout au niveau de la sous-unité (2) de l'Unité inférieure (Fig. 15-C).

Interprétation : Les traces fossiles observées caractérisent en général un milieu marin peu profond.

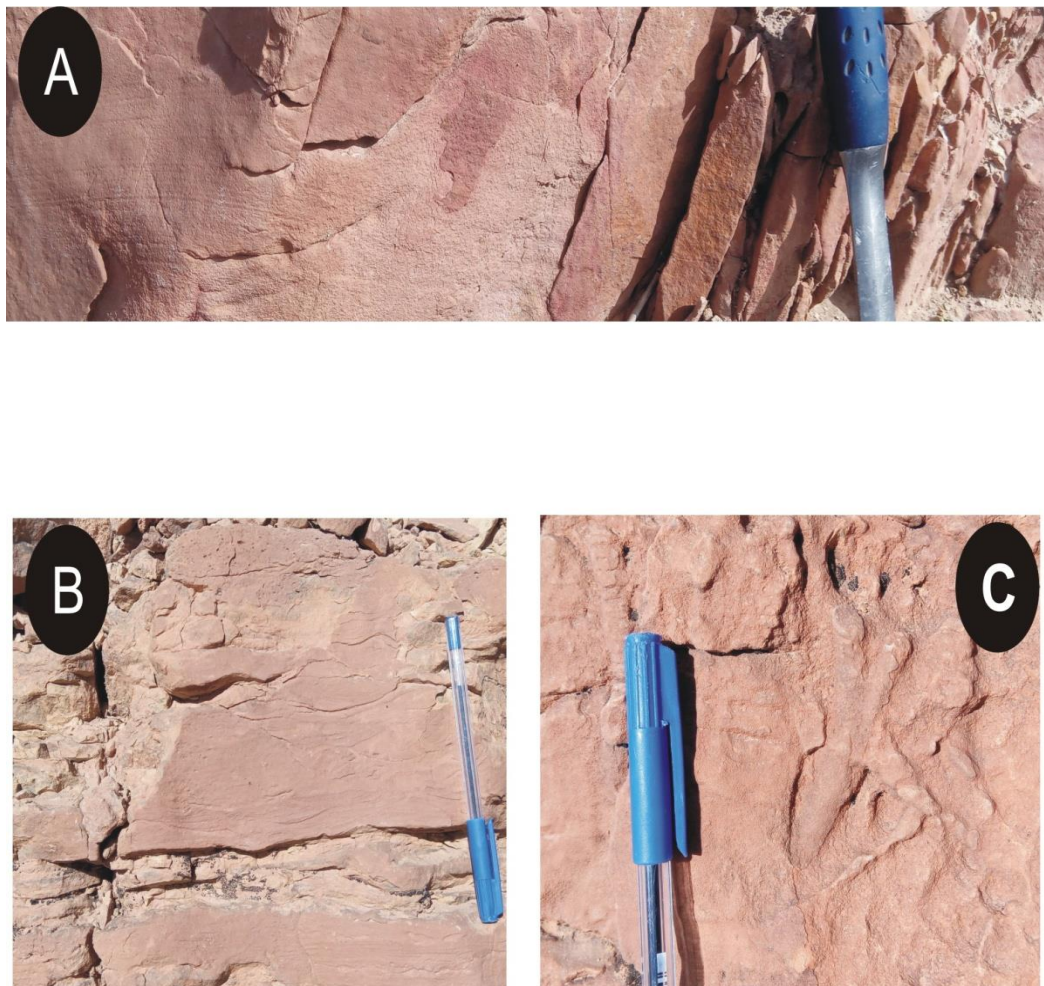


Figure. 15- Illustration des faciès gréseux.

(A) : Grès à litages horizontaux ; (B) : Grès à litages obliques en mamelon (HCS)
; (C) : Grès bioturbés;

- **Faciès des dolomies (F8)**

Les dolomies affleurent à la base de la sous-unité (1) de l'unité supérieure, représenté par une barre d'environ 3.5 m d'épaisseur. Ces dolomies n'ont livré aucun fossile et ne présentent pas de structures physiques et biologiques.

Interprétation : Les dolomies représentent une véritable diminution de la bathymétrie, liée à une baisse marine. Ce sont interprétées comme des faciès caractéristiques des zones supratidales.

III. Association de faciès

La description précédente des faciès (F1 à F8) dans les deux ensembles de la série étudiée nous a montré que les huit faciès peuvent s'associer pour former un enchainement vertical de lithologie ainsi que de structures. Plusieurs associations de faciès ont été déterminées, citons :

AF 1 : marnes vertes (F1) et calcaires noduleux micritiques (F2).

AF 2 : marnes vertes (F1), grès à litages horizontaux (F5) et grès à HCS (F6), grès bioturbés (F7).

AF 3 : marnes vertes (F1), dolomies (F8), calcaires bioclastiques (F3), calcaires stromatolithiques (F4),

IV. Environnement de dépôt

La définition de l'environnement de dépôt dépend essentiellement de la profondeur, la lithologie, la nature et l'emplacement des organismes et les structures physiques et biologiques.

La coupe levée montre des particularités et caractéristiques très importantes pour la détermination du milieu de dépôt. Ces particularités se résument dans les points suivants :

- la sédimentation marneuse riche en microfaune ;
- les alternances marno-calcaires ;
- le développement de la sédimentation détritique représentée essentiellement par des grès ;
- la mise en place de barres dolomitiques ;
- la présence de faciès carbonaté représenté par des calcaires bioclastiques et stromatolithiques ;
- la présence de litages obliques en mamelons (HCS ou Hummocky Cross Stratification) ;
- les litages horizontaux ;
- la présence des structures bioturbées marquées par différentes traces horizontales, subhorizontales à subverticales.

L'ensemble des caractères faciologiques déterminés dans l'unité inférieure, nous ont permis de mettre en évidence deux principaux environnements de dépôt, il s'agit d'un milieu généralement intertidal caractérisant les marnes gréseuses qui ont livré foraminifères et ostracode à subtidal pour la sous-unité 1 où l'action hydrodynamique est carrément absente témoignée par la sédimentation marneuse, l'absence des structures sédimentaires ainsi que la présence des calcaires noduleux généralement déposés dans des milieux marin ouvert et pélagique (Elmi & Ameer, 1984). Tandis que, la sous-unité 2, formée essentiellement par une sédimentation détritique où l'action hydrodynamique est fortement présente, ainsi qu'une intense bioturbation représentée exclusivement par différentes traces horizontales, subhorizontales à subverticales, marquant tous des conditions énergétiques fortes dans un milieu peu profond de l'intertidal.

L'unité supérieure quant à elle, constituée principalement de marnes vertes, dolomies, calcaires bioclastiques et calcaires stromatolithiques, caractérisés par l'abondance d'une faune benthique, la présence des algues et les stromatolithes ainsi

qu'un hydrodynamisme élevé témoignent un environnement marin peu profond marqué au moins par la zone intertidale à supratidale.

V. Conclusion

L'analyse sédimentologique de la série du Jurassique supérieur dans le nord-est des monts de Chellala, dans la localité d'Ain Djab nous a permis d'identifier huit faciès. L'association de ces faciès et leurs interprétations en termes hydrodynamiques permettent de proposer un milieu marin pour notre série étudiée. Il s'agit d'un passage d'un milieu relativement profond (subtidal) marqué par l'absence de l'action hydrodynamique à un milieu peu profond énergétique (intertidal à supratidal).

Partie 2 : Analyse séquentielle

I. Introduction

Plusieurs discontinuités ont été mises en évidence qui vont permettre un découpage séquentiel. Cependant, la succession verticale des dépôts sera abordée par l'application des concepts de l'analyse séquentielle au sens de Lombard (1956), Delfaud (1973 ; 1974) et Kazi-Tani (1986).

II. Principales discontinuités

Les discontinuités qui ont été définies dans notre série d'étude sont les suivantes :

(Dis 1) : elle marque la limite inférieure de l'unité inférieure de notre série d'étude.

(Dis 2) : elle coïncide avec la fin des alternances marno calcaires.

(Dis 3) : elle caractérise la fin de la sous-unité inférieure de l'unité basale.

(Dis 4) : c'est le sommet de l'unité inférieure de notre série d'étude, il s'agit d'une discontinuité lithologique marquant le passage à la sédimentation carbonatée et à la limite inférieure de l'unité supérieure.

(Dis 5) : elle se situe au sommet de la sous-unité inférieure de l'Unité supérieure.

(Dis 6) : c'est la limite supérieure de notre série d'étude.

III. Les séquences

Cinq séquences d'ordre trois (3) ont été définies regroupant des séquences d'ordre deux (2) au sens de (Delfaud, 1973 ; Kazi-Tani, 1986).

Séquence 1 : Elle est limitée par les deux discontinuités (Dis 1) et (Dis 2), débutant par des marnes légèrement gréseuses à la base déstabilisées par la sédimentation de calcaires noduleux micritiques stratodécroissants, marquant une diminution de profondeur dans un milieu subtidal.

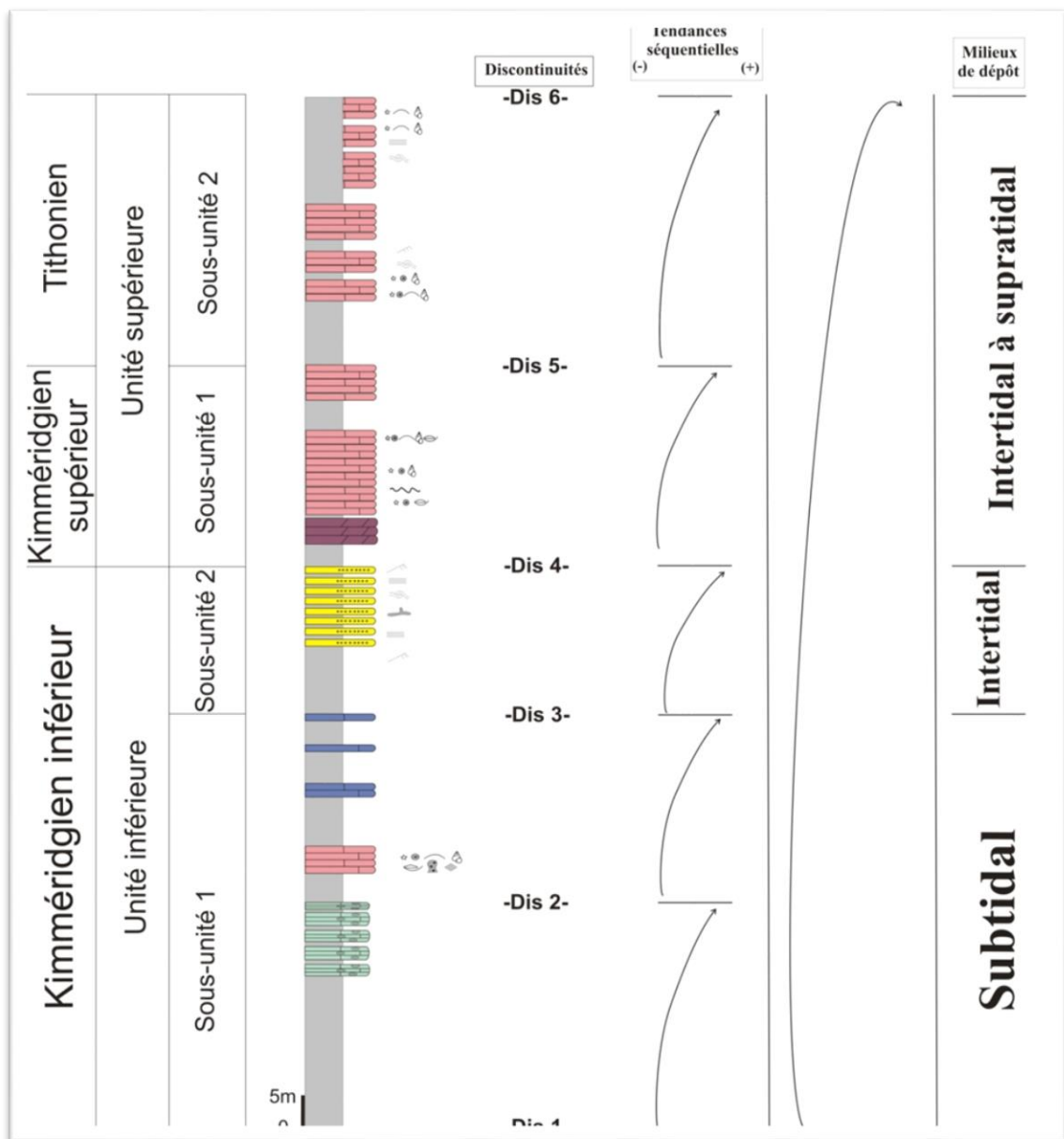


Figure. 16- Evolution séquentiel et environnement de dépôt de la série étudiée.

Séquence 2 : Elle est presque identique à la précédente, les calcaires bioclastiques montrant une légère diminution du niveau marin avec toujours des calcaires micritiques au sein des marnes.

Séquence3 : Elle est limitée par les deux discontinuités (Dis 3 et 4), caractérisée par un apport détritique très important avec une légère stratodécroissance. L'activité hydrodynamique notamment les HCS ainsi que les litages horizontaux et les traces fossiles attestent un milieu marin peu profond.

Séquence 4 : Cette séquence correspond à la sous-unité inférieure de l'unité supérieure marquée par la mise en place des calcaires bioclastiques, stromatolithiques et des dolomies attestant tous une diminution du niveau marin.

Séquence 5 : Elle marque le sommet de la succession, marquée toujours par le développement des carbonates indiquant une phase de comblement. Les HCS et les litages horizontaux caractérisent des tempêtes dans un milieu marin peu profond.

IV. Conclusion

Dans la série étudiée, les séquences qui ont été définies traduisent toutes un remplissage d'une unité, ces séquences sont d'ordre 3 significatives d'une diminution de l'énergie, d'un milieu relativement profond (subtidal) à un milieu peu profond (intertidal à supratidal).

Conclusion Générale

Conclusion Générale

La série du Jurassique supérieur étudiée s'étend sur l'ensemble des monts de Chellala au sud-est de Tiaret. Cependant, elle correspond à la succession de deux unités, : l'unité inférieure est caractérisée par la présence de deux sous-unités représentant un passage d'un pôle chimique à un pôle détritique et l'unité supérieure marquée par une sédimentation généralement carbonatée. Cette série a été datée du Kimméridgien-Tithonien grâce aux ammonites des zones à *Pltynota*, à *Hypselocyclum* et à *Acanthicum*.

La coupe d'Ain Djabr enregistre à la base une sédimentation chimique fine dans des conditions faiblement énergétiques succédant à une sédimentation gréseuse à grain fin marquant une nette influence des conditions des tempêtes. L'alternance des tempestites, les niveaux bioturbés et les marnes enregistrent la variabilité des conditions de la sédimentation. À partir de ces données, on a proposé un environnement marin pour l'unité inférieure allant d'un milieu subtidal relativement profond à un milieu intertidal peu profond.

L'étude micropaléontologique de 06 prélèvements dans l'unité inférieure de la partie inférieure de la coupe d'Ain Djabr relevé une microfaune de foraminifères, très diversifiée renfermant 20 genres des foraminifères benthiques répartis en trois assemblages d'âge Jurassique supérieur. Leur distribution verticale permis de mettre en évidence trois associations microfauniques riches en formes agglutinantes et en formes hyalines évoluées dans des milieux allant d'une plate-forme profonde vers une plate-forme peu profonde.

Vers le sommet, la sédimentation devient purement carbonatée marquée par une diversité faunistique (tiges de crinoïdes, polypiers, gastéropodes, brachiopodes et des bivalves) notamment dans les calcaires bioclastiques ainsi que d'importantes conditions hydrodynamiques où des litages obliques en mamelons (HCS), des litages horizontaux, des rides de courant ainsi que des lamines stromatolitiques ont été signalées, reflètent un régime à caractère marin dans un milieu peu profond de l'intertidal à supratidal.

La période du Kimméridgien inférieur est marquée par la mise en place d'une série marneuse reflétant un régime transgressif attestant la remontée du niveau marin et surmonté par une série carbonatée datée du Kimméridgien supérieur à Tithonien dans

Conclusion Générale

des conditions hydrodynamiques très élevées, reflétant un régime régressif attestant une diminution du niveau marin.

Références Bibliographiques

Antunes G. C., Warren L. V., Okubo J., Fairchild T. R., Varejão F. G., Uhlein G. J., Inglez L., Poiré D. G., Bahniuk A. M. & Simões M. G. 2022. The rise and fall of the giant stromatolites of the Lower Permian Irati Formation (Paraná Basin, Brazil): A multi-proxy based paleoenvironmental reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 606: 111246.

ATROPS F. & BENEST M. (1982). Découverte de faunes d'ammonites de la zone à Platynota (Kimméridgien inférieur) dans les Monts de Chellala (Avant-pays tellien, Algérie) ; Conséquences stratigraphiques et paléogéographiques. *Géobios*, 15, (6) :951-957.

ATROPS F., BENEST M. & LE HEGARAT G. (1983) - Caractérisation du Tithonique supérieur au Djebel Recheiga (avant-pays tellien de la région de Tiaret, Algérie) ; milieu de dépôt. *Geobios*. Lyon, n° 16, fasc. 3, p. 387-390, 2 fig.

AUCLAIR R. & BIEHLER J. (1967) - Etude géologique des Hautes Plaines oranaises entre Tlemcen et Saïda. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie, Alger, n. sér., n° 34, p. 3-45, 4 fig., 1 pl., 6 pl. h.t.*

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. 1-58, 145 fig., 23 pl.

BENEST M., ATROPS F., & CLAVEL B. (1994) - Les échinides du Kimméridgien inférieur des Monts de Chellala (Ouest Algérien); révision, paléoenvironnement et eustatisme. *Géobios*, 27, 1 : 61-71. Villeurbanne.

BENEST M., ELMI S., OUARDAS T., PERRIAUX J., GHALI M., & BENHAMOU M. (1995) - Dynamique de mise en place d'un cône détritique d'âge Callovo-Oxfordien intracratonique du Nador de Tiaret sur la marge téthysienne de l'Ouest algérien. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t.321, série II a, p.103-110.

BENEST M., GHALI M., OUARDAS T. & PERRIAUX J. (1993)- Découverte de repères biochronologiques d'âge Kimméridgien, Tithonien et Berriasien dans l'Atlas saharien central : corrélations avec l'avant-pays et le domaine tellien (Algérie), *C. R. Acad. Sc. Paris*, 317, série II, pp.1089-1096.

BLATT H., MIDDELTON G. & MURRAY R. (1980) – Origin of sedimentary rocks. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 782 p.

CARATINI C. (1970) - Etude géologique de la région de ChellalaReibell. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie*, Alger, n. sér., n° 40, 2 vol., p. 1-311, 107 fig., 8 pl.

CHERIF A., BERT D., BENHAMOU M. & BENYOUCEF M. 2015. La Formation des Argiles de Saïda (Jurassique supérieur) dans le domaine tlemcénien oriental (Takhemaret, Algérie) : données biostratigraphiques, ichnologiques et sédimentologiques. *Revue de Paléobiologie*, 34(2) : 363-384.

COQUAND. H. (1862). 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.

COTTEAU G., PERRON A., & GAUTHIER V. (1873) - Echinides fossiles d'Algérie. Terrains jurassiques. *Annales des sciences de géologie*. Masson éd., Paris, 4 : 29 p.

COTTEAU G., PERRON A., & GAUTHIER V. (1883) - Echinides fossiles d'Algérie. Masson éd., Paris, 1 : Terrains jurassiques. 29 p.

Références Bibliographiques

DELFAUD J. (1973) – Sur l'appartenance de certains pseudo-flyschs aux faciès prodeltaïques de plate-forme. C. R. Acad. Sc., Paris, t. 277, sér. D, p. 1125-1128, pl.h. t.

DELFAUD J. (1974) – Typologie scalaire des séquences sédimentaires en fonction du milieu de dépôt. Bull. Soc.Géol. France, (7), XVI, n°6, p. 643-650.

DELEAUD P. (1935). Présence du Lias au Djebel Nador (Département d'Oran), C.R. Acad. Sci., t. CC., p. 2101.

Dpraz C. 1999. *Paléontologie, paléoécologie et évolution des faciès récifaux de l'Oxfordien Moyen-Supérieur (Jura suisse et français)*. Thèse, Université de Fribourg, Suisse, 200 p.

Elmi S. & Aneur M. 1984. Quelques environnements des faciès noduleux mésogéens. *Geologica Romana*, 23 : 13-22.

GAUTHIER E. F. (1910) - Les Hauts plateaux algériens. *La Géographie*, t. 21, pp. 89-93, 3 cartes.

Gonzalez R. 1996. Response of shallow-marine carbonate facies to third-order and high-frequency sea-level fluctuations: Hauptrogenstein Formation, northern Switzerland. *SedimentaryGeology*, 102 : 111-130.

GUIRAUD R. (1973) - Evolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. Thèse Sciences, Nice, ronéoL, 270 p., 1 14 fig., XII pl. h. t.

dans les Monts de Chellala. Sédimentologie et application de la télédétection.

Harms J. C. 1975. Stratification and sequences in prograding shoreline deposit. *In:* Harms J. C., Southard J. B., Spearing D. R. & Walker R. G. (Eds). Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. *Society of Economic Palaeontologists Mineralogists, short course notes*, 2: 81-102.

Ito M., Ishigaki A., Nishikawa T. & Saito T. 2001. Temporal variation in the wavelength of hummocky-cross stratification: implications for storm intensity through Mesozoic and Cenozoic. *Geology*, 29 : 87-89.

KARPOFF R. (1950) - Le Jurassique supérieur au SW du Djebel Nador de Trézel (Dpt d'Oran). C.R. som. *Soc. géol. France*. Paris, fasc. 13, p. 235-237.

KAZI-TANI N. (1986) – Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine : le domaine intra-plaque nord-algérien. Approche mégaséquentielle. Thèse Doc. Sc., n°53, Univ. Pau et Pays de l'Adour, 2 t., 871 p., 970 fig.

Kreisa R. D. & Bambach R. K. 1982. The role of storm processes in generating shell beds in Paleozoic shelf environments. *In:* Einsele G. & Seilacher A. (Eds). Cyclic and Event Stratification. *Springer Verlag*: 200-207.

LOEBLICH, A. R.; TAPPAN, H. (1987): Foraminiferal Genera and their Classification. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 970pp.

LOMBARD A. (1956) – Géologie sédimentaire. Les séries marines. Masson (éd.), Paris, 772 p., 180 fig., 13 pl. h. t.

MABROUK F. (1993)- Charophytes du Tertiaire continental de l'Algérie. Systématique et biostratigraphie. Mémoire de Magister, Université d'Oran : 173 p.

MAHDJOUR ARABI H. (2018) - Les foraminifères benthiques du passage Pleinsbachien- Toarcien du Djebel Es-Saffeh (Tiaret, Algérie occidentale). *Mém. Magister*. Univ Oran 2. 60 p. 20 Fig. 4 Tab

Références Bibliographiques

, part Q, Arthropoda 3. Geological Society of America, University of Kansas Press.

NAIMI M. N. (2022) - Dynamique sédimentaire et reconstitution paléoenvironnementale de la série mésocrétacée (Albien-Turonien) des monts des OuledNaïl (Atlas saharien oriental, Algérie). Thèse Doctorat 3eme cycle ; Univ Ouargla, Algérie, 176 p.

Payros A., Astibia H., Cearreta A., Pereda-Suberbiola X., Murelaga X. & Badiola A. 2000. The Upper Eocene South Pyrenean Coastal Deposits (Liedena Sandstone, Navarre): Sedimentary Facies, Benthic Foraminifera and Avian Ichnology. *Facies*, 42 : 107-132.

PERON A. (1869) - Sur les terrains jurassiques supérieurs en Algérie. *B. S. G. F.* XXVI, pp. 517-529.

PERON A. (1883) - Essai d'une description géologique de l'Algérie pour servir de guide aux géologues dans l'Afrique. *Ann. Sci. Géol., Masson éd., Paris*, t. XIV, pp.1-199.

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

Shinn E. A. 1983. Birdseyes, fenestrae, shrinkage pores, and loferites: a reevaluation. *Journal of Sedimentary Petrology*, 53(2): 619-628.

Wendy J. Matthews G. H., Bruce D. T., John R. & Underhill L. 2007. Controls on fluviolacustrine reservoir distribution and architecture in passive salt-diapir provinces: Insights from outcrop analogs. *AAPG Bulletin*, 91: 1367-1403

Yang B., Dalrymple R. W. & Chun S. 2006. The significance of hummocky cross-stratification (HCS) wavelengths; evidence from an open-coast tidal flat, South Korea. *Journal of Sedimentary Research*, 76: 2-8.

Annexe

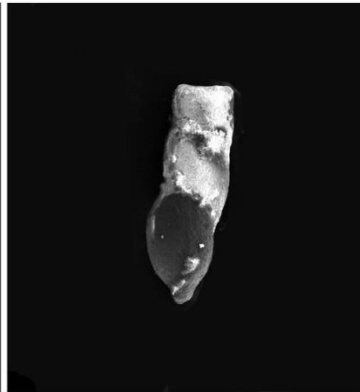
Annexe



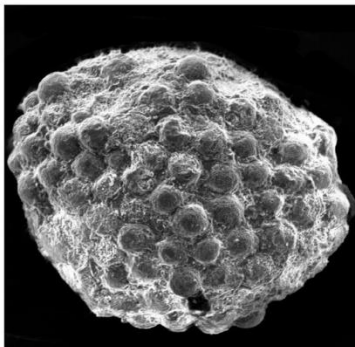
Lenticulina sp



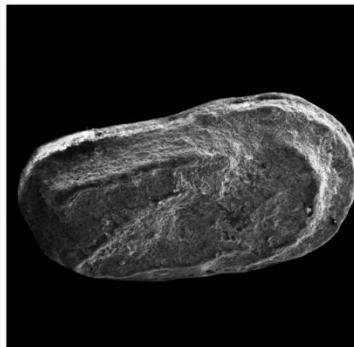
Un genre des
foraminifères



Dentalina



Forme ferrugineuse

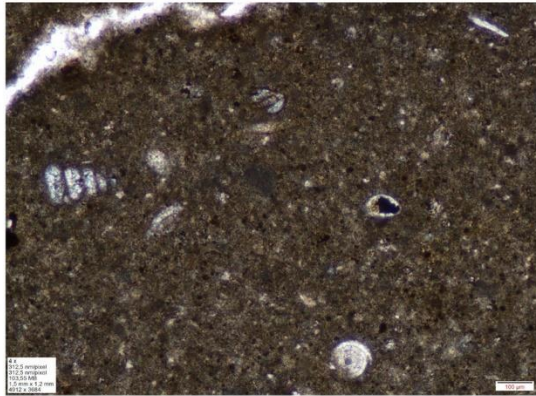


Ostracode

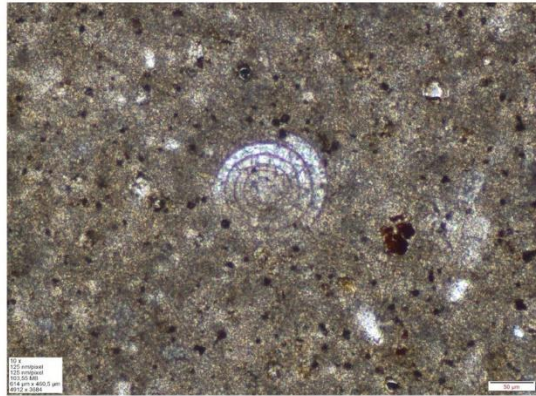


Ostracode(parasitisme)

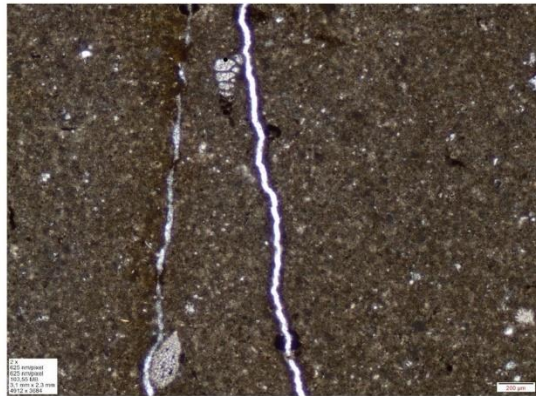
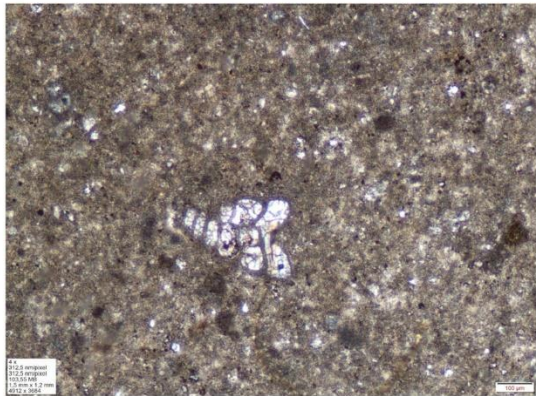
Annexe



Dorothia sp



Spirulina sp



Textularia