

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA
FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES 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
Domaine : Sciences de la Terre et l'univers
Filière : Géologie
Spécialité : Géologie des bassins sédimentaires

THEME

**ANALYSE MINÉRALOGIQUE DES MARNES ALBO-
CENOMANIENNES DE LA RÉGION DE BOU SAADA
(MONTS DES OULED NAÏL, ALGERIE)**

Présenté par :
Benkabouya Soufiane
Bensaci Fatma
Soutenu publiquement

Devant le jury :

Président	SAHRAOUI Saleh	M.A.A	Univ-Ouargla
Encadrant	CHEMAM Asma	M.C.B	Univ-Ouargla
Co-Encadrant	CHERIF Amine	PROF	Univ-Ouargla
Examineur	MAZOUZI Abdelmounaim	M.A.A	Univ-Ouargla

Année Universitaire : 2022/2023

Dédicace

*Je dédie mon travail à ceux qui ont sacrifié leur vie pour mon bonheur et
ma réussite*

*Mon cher père, qui a été un modèle pour moi dans ma vie, et ma chère
mère qui m'a donné tant de courage pour ma réussite.*

Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.

*À tous les membres de ma famille (frères, sœurs) et surtout ma grande
sœur*

*En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte
pour vous.*

À tous mes amis, de proches

*À tous mes collègues de l'université pour leur patience et leur soutien tout
au long des périodes d'études.*

Benkabouya Soufiane

Dédicace

Je dédie ce travail à ma famille extraordinaire qui a toujours été à mes côtés,

À ma mère qui ma m'encourageant et me soutenant à chaque étape de ma vie.

A mon merveilleux père décédé, que la terre lui soit légère (Allah yarhmou),

Votre amour inconditionnel et votre soutien constant ont été ma plus grande force et je suis profondément reconnaissant(e) de vous avoir dans ma vie.

À ma chère amie Kaouther et Safa

Ce travail est un témoignage de ma gratitude éternelle envers vous tous.

Bensaci Fatma

Remerciement

En premier lieu, nous tenons à remercier ALLAH, notre créateur pour nous avoir donnés la force pour accomplir ce travail.

Nous tiendrons également à remercier notre encadrant Mlle. CHEMAM Asma pour avoir accepté de suivre cette étude.

Nous tenons aussi à remercier chaleureusement Mr. Cherif Amine pour avoir bien aidés dans la réalisation ce travail

Nous tiens à exprimer mes profonds remerciements aux membres de jury à l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'évaluer ce travail .

Il m'est agréable de remercier tous les enseignants du Département des Sciences de la

Terre de l'université d'Ouargla qui ont contribué à ma formation et à la réalisation de ce travail.

Je n'oublierai pas de remercier mes collègues avec qui j'ai eu le plaisir de travailler et qui m'ont aidé énormément et pour toutes la promotion

Enfin, je réserve mes plus profonds remerciements à mes parents, mes sœur et à toute la famille.

RESUME

Les monts des Ouled Naïl nord-orientaux sont dominés par des terrains d'âge Crétacé. La série sédimentaire est caractérisée par des alternances marno-calcaires datant de l'Albien supérieur – Cénomaniens inférieur au niveau de la coupe du Djebel Azzeddine. Cette dernière a récemment fait l'objet de plusieurs investigations sédimentologiques et ichnologiques qui ont permis de caractériser l'environnement de dépôt. Cependant, ces études ont été effectuées exclusivement sur les calcaires. L'objectif de présente étude se focalise sur la détermination de la composition minéralogique des intervalles marneux. Il s'agit d'abord d'effectuer des observations sous la loupe binoculaire suivie par une analyse en rayon X sur la roche totale. Les résultats préliminaires montrent que les marnes étudiées se manifestent en deux faciès : (i) marnes blanches et (ii) marnes vertes. Minéralogiquement, ces marnes sont constituées essentiellement par de la calcite, la dolomite, le gypse ainsi que du quartz, accompagnés par une phase argileuse. Bien que la plupart des auteurs considèrent que les marnes vertes semblent être riches en glauconie, cependant une étude minéralogique sur la fraction argileuse est nécessaire pour déterminer les minéraux argileux.

Ces résultats ont permis d'identifier les conditions peu-profondes de la mise en place des dépôts sédimentaires.

Mots-clés : Minéralogie ; Crétacé ; Argile ; Chromofaciès ; Monts des Ouled Naïl.

ABSTRACT

The North-eastern Ouled Naïl mountains are dominated by Cretaceous rocks. The sedimentary series are characterized by marlstone-limestone alternations, dated from the Upper Albian–Cenomanian, as well as the Djebel Azzeddine section. This latter has been recently the subject of sedimentological and ichnological study, which have allowed to characterize the depositional environment. The objective of this present dissertation is to determine the mineralogical composition of the marly interlayers. The work consists of make observations under the binocular glass, and X-ray analysis on the total rock. Preliminary results show that the marls are composed mainly of calcite, dolomite, gypsum and quartz, and little amount of clay phase. The most authors consider green marls as rich in glauconia, but our mineralogical study suggests that the presence of this mineral is yet doubtful. The mineralogical composition indicates that the marls of Djebel Azzeddine correspond to shallow conditions of deposition.

Keywords: Mineralogy; Cretaceous; Clay; Ouled Naïl Mountains.

ملخص

تهيمن على جبال أولاد نائل الشمالية الشرقية أرض العصر الطباشيري. تتميز السلسلة الرسوبية بتناوب الحجر الجيري المارل الذي يرجع تاريخه إلى الألبان العلوي - السنوماني السفلي على مستوى قسم جبل عز الدين. وقد كان هذا الأخير مؤخرًا موضوعًا للعديد من التحقيقات الرسوبية والسنوية التي جعلت من الممكن توصيف بيئة الترسبات. ومع ذلك ، أجريت هذه الدراسات حصريًا على الحجر الجيري. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد التركيب المعدني لفترات مارلي. تتمثل الخطوة الأولى في إجراء ملاحظات تحت العدسة المكبرة ثنائية العدسة متبوعة بتحليل بالأشعة السينية على الصخرة بأكملها. تظهر النتائج الأولية أن المارل المدروسة تظهر في وجهتين: (1) مارل بيضاء و (2) مارل خضراء. من الناحية المعدنية ، تتكون هذه المارل بشكل أساسي من الكالسيت والدولوميت والجبس والكوارتز ، مصحوبة بمرحلة من الطين. على الرغم من أن معظم المؤلفين يعتبرون أن المارل الأخضر يبدو غنيًا بالجلوكونيا ، إلا أن الدراسة المعدنية على جزء الطين ضرورية لتحديد معادن الطين.

مكننت هذه النتائج من تحديد الظروف الضحلة لتكوين الرواسب الرسوبية .
كلمات مفتاحية: علم المعادن؛ طباشيري. فخار ؛ صبغيات. جبال أولاد نائل

SOMMAIRE

Dédicace	II
Remerciement	IVI
المخلص	VI
Sommaire	VII
Liste Des Figures	VIII
Liste Des Tableaux	X

INTRODUCTION GENERALITES

I. Introduction	1
II. Objectif de l'étude	1
III. Structure du Mémoire	2

CHAPITRE I: Cadre Géographique Et Géologique

I. Situation géographique et géologique	4
I.1 Situation géographique de la zone d'étude	4
I.2 Situation géologique de la zone d'étude	4
I.3. Aspects structuraux de l'Atlas saharien	5
I.3.1. L'accident Nord Atlasique (ANA) au Nord	6
I.3.2. L'accident Sud Atlasique (ANA) au Sud	6
I.4. Lithostartigraphie	7
I.5. Paléogéographie	8
II. Description de la coupe du Djebel Azzedine	9

CHAPITRE II: MATERIELS ET METHODOLOGIE

I. Introduction	14
II. Préparation des échantillons	14
II.1. Travail de terrain	14
II.2. Travail de laboratoire	14
II.2.1. Lavage et de tamisage	14
II.2.2. Etudes au microscope binoculaire	15
III. Analyse par DRX	16
III.1. Principe de fonctionnement (DRX)	18

III.2.Méthode de préparation	19
------------------------------	----

CHAPITRE III: ETUDE MINERALOGIE

I. Introduction	22
II. Méthode Et Description	22
II.1.Comptage	22
II.2. Description des minéraux	24
II.3. Résultat et discussion	34
II.3.1. Indication des minéraux	34
II.4. Interprétation paléoenvironnementale	35

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION	37
Bibliographies	39

Liste des Figure

CHAPITRE I: Cadre Géographique Et Géologique

Figure 1:	situation géographique de la région Boussaâda.	4
Figure 2:	Carte géologique de l'Atlas saharien (retracée par Nami.2022)	5
Figure 3:	L'accident Nord atlasique au niveau la région de Bou Saada (Nouar, 2003 modifiée).	7
Figure 4:	carte paléogéographique du domaine Atlasique oriental :(1) rampe proximale, (2) rampe médiane, (3) rampe distale et zone de transition au bassin, (4) bassin, (5) limite méridionale de l'allochtone, (6) failles observées, (7) failles supposées (Herkat (2004) et Guiraud,2006).	9
Figure 5:	Photo de la coupe du Djebel Azzedine. Unité A : Marno-calcaires bioturbés à laminations algues (Albien supérieur) ; Unité B : Unité marno-calcaire bioclastique (Albien supérieur) ; Unité C : Unité marno-calcaire supérieure (Albien supérieur-Cénomanién inférieur).	11
Figure 6:	Lithostratigraphic column of the Djebel Azzeddine section (Naimi et Cherif 2021).	12

CHAPITRE II: MATERIELS ET METHODOLOGIE

Figure 7:	photo montrant un tamisage et lavage des échantillons.	15
Figure 8:	Montage des échantillons de marne du (Djebel Azzedine) sur film adhésif.	16
Figure 9:	a) Matériel de préparation des échantillons, b) mise en poudre de.	17
Figure 10:	Démonstration de la loi de Bragg.	18

CHAPITRE III: ETUDE MINERALOGIE

Figure 11:	comptage de la présence de chaque minéral dans l'échantillon M3.	22
Figure 12:	Photographies au microscope binoculaire des marnes du Djebel Azzedine unité A (albien supérieur).	23
Figure 13:	photo au microscope binoculaire du grain A) quartz, B) calcite, C) gypse, D) dolomite.	24
Figure 14:	Diffractogramme du rayon X échantillon M3.	24
Figure 15:	comptage de la présence de chaque minéral dans l'échantillon M5.	25
Figure 16:	Photographies au microscope binoculaire des marnes du Djebel Azzedine unite B (albien supérieur).	26
Figure 17:	photo au microscope binoculaire du grain A) quartz, B) calcite, C) dolomite, D) gypse.	27

Figure 18:	diffractogramme des rayon X échantillon M5.	27
Figure 19:	comptage de la présence de chaque minéral dans l'échantillon M6.	28
Figure 20:	Photographies au microscope binoculaire des marnes du Djebel Azzedine unité B (albien supérieur).	29
Figure 21:	Diffractogramme des rayon X échantillon M6.	29
Figure 22:	photo au microscope binoculaire du grain A) quartz, B) gypse, C) dolomite, D) calcite.	30
Figure 23:	comptage de la présence de chaque minéral dans l'échantillon M7	31
Figure 24:	Photographies au microscope binoculaire des marnes du Djebel Azzedine unité C (albien supérieur-cénomancien inferieur).	32
Figure 25:	photo au microscope binoculaire du grain A) quartz, B) calcite, C) dolomite, D) gypse, E) glauconie.	33
Figure 26:	Diffractogramme des rayon X échantillon M7.	34

Liste des Tableaux

Chapitre III : Etude Minéralogie		
Tableaux 1:	Pourcentage de minéraux l'échantillon M3	22
Tableaux 2:	Pourcentage de minéraux l'échantillon M5	25
Tableaux 3:	Pourcentage de minéraux l'échantillon M6	28
Tableaux 4:	Pourcentage de minéraux l'échantillon M7	31

Introduction

Générale

Introduction Générale

I. Introduction

Les marnes sont des roches sédimentaires composées de particules fines (inférieures à 0,063 mm) de carbonate de calcium et des argiles. Ces derniers peuvent former 35 % de la composition des marnes, les calcaires environ 65 %, une composition intermédiaire peut exister entre les calcaires marneux (5 à 35 %) d'argile et les argiles calcareuse ou marnes argileuses (65 à 95 %) d'argile. On parle d'argile calcaire (parfois « argile calcareuse » ou « argile calcarifère »). Les marnes se forment généralement dans des environnements de dépôt calmes, ou de faible énergie (les fonds de lagunes, les fonds marins).

Les marnes sont couramment considérées comme importants faciès, car elles peuvent contenir des microfossiles d'animaux et/ou végétaux, ainsi que des isotopes pour la datation et la caractérisation des environnements de dépôt. Les marnes sont également utilisées comme source de matière première pour la fabrication du ciment et d'autres matériaux de construction. Les marnes peuvent contenir aussi des quantités variables de pyrite, (un sulfure de fer), qui donne souvent une teinte jaunâtre à la roche. Ce minéral est un indicateur des conditions défavorables (milieu fermée à circulation restreinte et riche en matière organique)

Les dépôts marins transgressifs albo-cénomaniennes situées dans la région de Bou Saada (Djebel Azzedine) dans les Monts des Ouled Naïl en Algérie sont caractérisé par des alternances marno-calcaire. Dans la coupe de Djebel Azzedine se trouve deux faciès marneux (marne blanche e marne vertes). Ces formations sédimentaires, datant du Crétacé inférieur à moyen, ont été examinées par Naimi et Cherif (2021) ainsi que par Naimi (2022). Elles renferment deux types de faciès marneux, l'un vert et l'autre blanc, qui présentent une composition minéralogique riche et méritent une attention particulière. Cela nous amène à nous interroger sur la raison pour laquelle les marnes vertes affichent cette couleur distinctive ?

II. Objectif de l'étude

L'objectif principal de cette étude est d'effectuer une analyse détaillée de la composition minéralogique des deux faciès marneux. Nous cherchons à identifier les minéraux présents dans les échantillons de marnes en utilisant l'observation au microscope binoculaire et la confirmation de l'étude précédentes par la diffraction des rayons X et. Cette analyse nous permettra de quantifier leur abondance relative et de caractériser leur distribution spatiale dans les échantillons.

Introduction Générale

De plus, cette étude vise à établir des liens entre la minéralogie des marnes et les implications paléoenvironnementales telles que les variations climatiques, les conditions de sédimentation et les changements océaniques. En comprenant la relation entre la composition minéralogique des marnes et ces facteurs environnementaux, nous pourrions mieux interpréter les conditions passées qui ont influencé la formation de ces dépôts marins transgressifs.

III. STRUCTURE DU MEMOIRE

Ce mémoire est organisé en trois chapitres afin de fournir une structure claire et cohérente à l'étude :

Chapitre I: Cadre géographique et géologique de la région d'étude (région de Bou Saada) et la lithostratigraphie de du Djebel Azzedine

Chapitre II: Matériels et méthodes

Chapitre III: Etude Minéralogie

Premier Chapitre

I. Cadre géographique et géologique

I.1. Cadre géographique de la zone d'étude

La ville de Bou Saâda est une située dans les monts des Ouled Nail nord-orientaux, dans le nord-est de l'Algérie. Cette ville est localisée à environ 270 km au sud-est d'Alger. Elle est limitée au Nord-Est au Sud par les monts du Honda, et au Sud-Ouest par la plate-forme saharienne. Le Djebel Azzedine se situe au Nord-Ouest de la ville de Bou Saâda. La zone d'étude s'intègre dans la partie orientale de l'Atlas Saharien, Les coordonnées géographiques de cette zone sont $35^{\circ}10'55''$ Nord et $4^{\circ}09'01''$ Est.

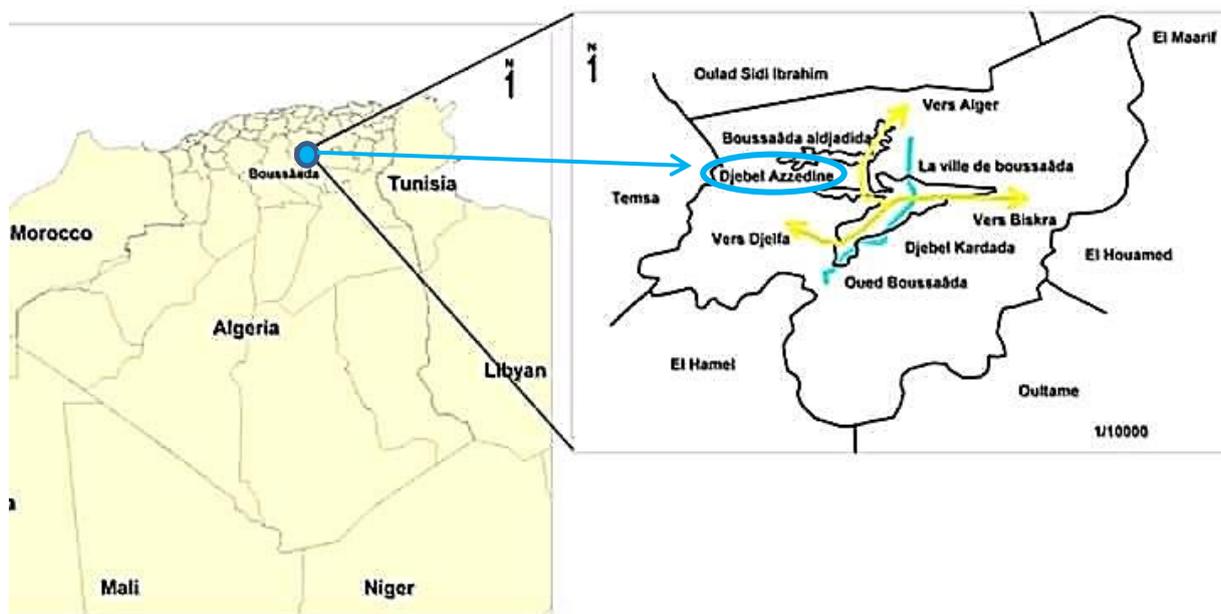


Figure 1 : situation géographique de la région Boussaâda.

I.2. Cadre géologique de la zone d'étude

Le domaine de l'Atlas Saharien oriental est une chaîne de montagnes qui s'étend sur plusieurs pays d'Afrique du Nord, dont l'Algérie, il représente une transition entre les reliefs de l'Atlas et le Sahara. L'Atlas Saharien est caractérisé par une série de plissements et de failles résultant de l'orogénèse atlasique.

L'Atlas Saharien est une chaîne de montagnes intracratonique autochtone. Il s'étend sur environ 650 km de long et 90 à 140 km de large, entre le Haut Atlas marocain à l'ouest et les monts des Ziban dans la région de Biskra à l'est (Guiraud, 1973). Il est bordé par deux domaines géologiques relativement stables :

Chapitre I : Cadre géographique et géologique

1. Les Hauts Plateaux au Nord : Les Hauts Plateaux correspondent à une région géologique située au nord de l'Atlas Saharien. Cette zone est caractérisée par des terrains relativement plats et légèrement ondulés, composés principalement de couverture sédimentaire d'âge mésozoïque.

2. La Plate-forme Saharienne au Sud : La Plate-forme saharienne est une vaste étendue de terrains plats et désertiques qui s'étend au sud de l'Atlas Saharien. Cette région est caractérisée par des dépôts sédimentaires anciens et des formations rocheuses, témoignant d'une histoire géologique plus ancienne. La Plate-forme saharienne constitue la limite sud de l'Atlas saharien.

L'Atlas saharien est composé de plusieurs sous-unités montagneuses, dont les monts des Ksour à l'ouest, le Djebel Amour au centre et les monts des Ouled Nail à l'est. Ces sous-unités présentent des caractéristiques géologiques spécifiques, notamment des structures tectoniques et des séquences sédimentaires distinctes.

Une analyse sommaire des cartes géologiques de ces régions respectives nous permet de distinguer l'Atlas saharien est délimité au nord par l'accident nord atlasique qui le sépare de la chaîne du Hodna (Hauts Plateaux) représentant l'autochtone sud-tellien et au sud par l'accident sud atlasique qui sépare l'Atlas saharien de la plateforme Saharienne.

Chapitre I : Cadre géographique et géologique

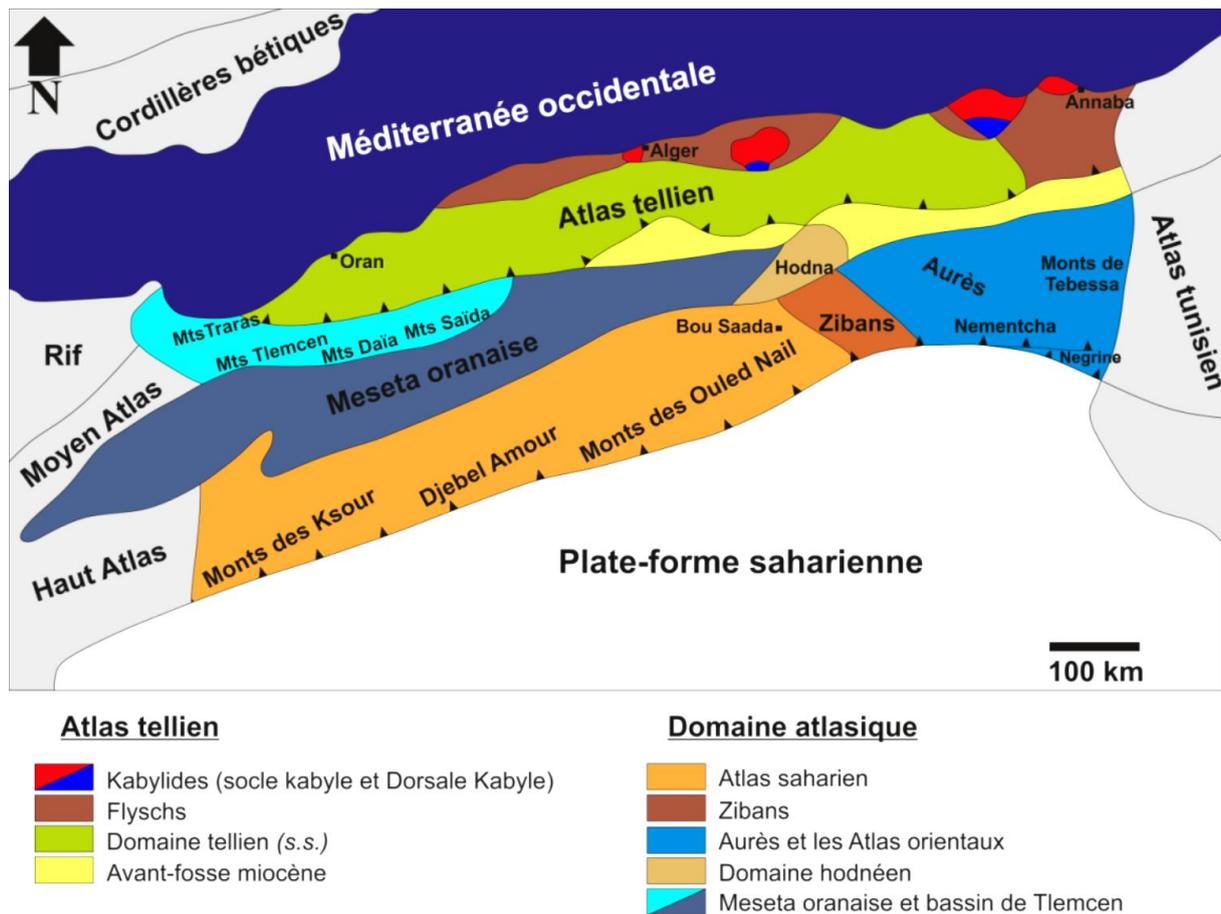


Figure 2 : Les éléments morphostructuraux de l'Atlas saharien (retracée par Nami.2022).

I.3. Aspects structuraux de l'Atlas saharien

L'Atlas saharien correspond à une chaîne intracratonique (Mattauer et al 1977) Il est délimité par deux accidents :

I.3.1. L'Accident Nord Atlasique (ANA) au Nord

Qui sépare les Hauts Plateaux de l'Atlas Saharien (Cornet.1952 ; Guiraud.1973, 1990) subdivisent l'Atlas saharien en deux zones : pré-atlasique et Atlasique *sensu-stricto*.

Cet accident de socle se manifeste d'une manière irrégulière en affleurement. Il apparaît localement au niveau des Monts des Ksour sous forme de relais de direction NE-SO (Cornet1952) et sous forme d'un accident orienté E-W indique un mouvement horizontal, dans la région de Bou Saâda. Cet accident a fonctionné à plusieurs reprises pendant l'histoire de la chaîne alpine; au Jurassique (Harkat 1992), au Crétacé et à l'Eocène moyen et même postérieurement (Kazi-Tani.1986).

Chapitre I : Cadre géographique et géologique

I.3.2. L'Accident Sud Atlasique (ASA) au Sud

Qui le sépare du domaine saharien de la plate-forme saharienne, il s'étend d'Agadir au Maroc jusqu' à Gabés en Tunisie.

Cet accident formé d'une série de flexures est une zone de déformation fragile ayant été réactivée à plusieurs reprises, les failles mesurées sont d'orientation NE- SW. (Laffite 1939)

Les structures dans l'Atlas saharien sont représentées par des plis et des failles, ainsi que anticlinaux et synclinaux.

Trois familles principales de failles parmi les plus importantes nous distinguons les directions, ont été détectées par (Guiraud 1990) :

- Les failles N-S et N 60 E en écharpe les structures monoclinales.
- Les failles de direction E-W les plus importantes est la faille de Bou Saada et déterminant les flexures sud aurésienne et sud atlasique.
- Les failles NW-SE sont très rares dans l'Atlas saharien.

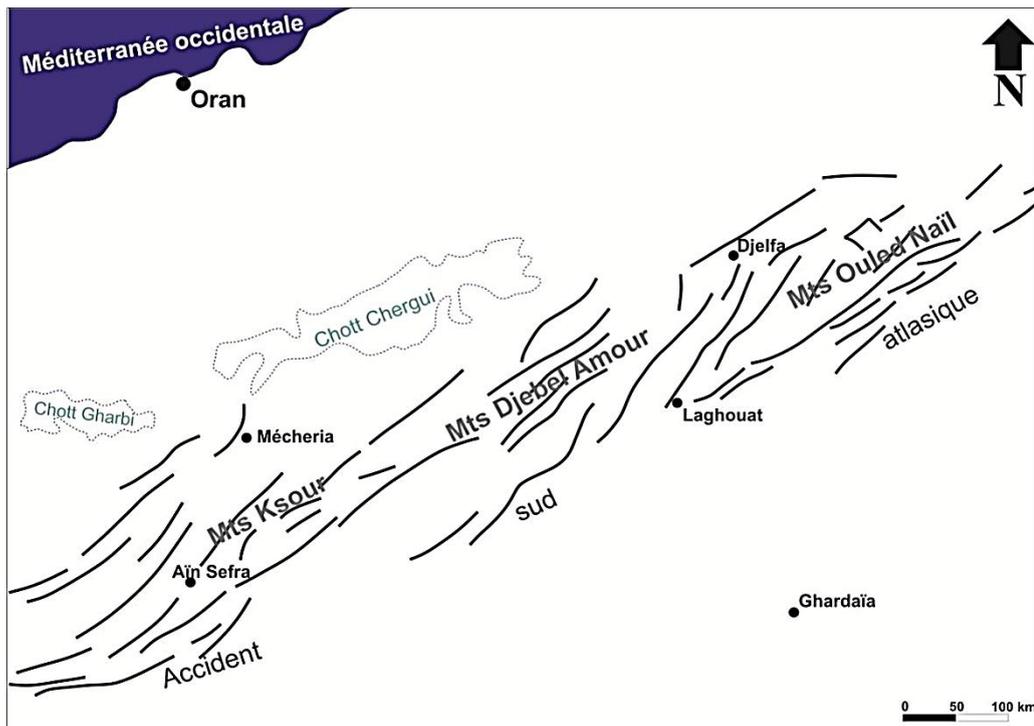


Figure 3 : L'accident Nord atlasique au niveau la région de Bou Saada (Nouar, 2003 modifiée).

I.4. Lithostartigraphie

La série stratigraphique dans la région de Bou Saâda est caractérisée principalement par des formations méso-cénozoïques.

Le Trias

Il est essentiellement diapirique (position anormale), il affleure au Sud de Djbel Kerdada, il comprend des blocs de dolomies, des argiles versicolores, des grés et des roches vertes magmatiques (ophites).

Le Jurassique supérieur (Kimméridgien)

Il occupe le cœur de l'anticlinal de Djbel Kerdada, composé par des calcaires dolomitiques

Le Néocomien Barrémien

Il est représentés par des grés et argiles formant les flancs de Djbel Kerdada et le cœur de l'anticlinal Moubakhira.

Chapitre I : Cadre géographique et géologique

Aptien

La base de la barre aptienne est formée par des bancs de calcaires, alors que le sommet de est riche en Orbitolines et en traces fossiles.

L'Albien inférieur

Il est formé par des dépôts de grés fins parfois à dragées de quartz, dont les bancs présentent des stratifications entrecroisées, avec la présence du bois silicifiées. Les barres gréseuses sont séparées par des niveaux argileux verdâtres ou versicolres. La limite entre l'Albien inférieur et supérieur est manifestée par des grès et argiles.

L'Albien supérieur

Il est caractérisé par des calcaire dolomitiques, dans sa partie supérieure, il est similaire au Cénomaniens inférieur.

Le Cénomaniens

Il est formé des marnes et calcaires avec la présence du silex, des coquilles d'Huitres et des ammonites.

I.5. Paléogéographie

L'Atlas saharien est un bassin complexe et fortement submergé avec un remplissage d'âge secondaire, matérialisé par des carbonates et détritiques. Pendant le Trias, les sédiments évaporitiques représentent une période régressive, dont les évaporites se généralise en fonction du climat dominat. Une transgression durant le Lias provoque la formation de sédiments côtiers d'abord, puis sur le plateau continental au cours du Lias supérieur. Par la suite, l'arrivée de matériel silicicallitique dès la fin du Lias en marquera le début de l'installation du complexe deltaïque jusqu'au début du Crétacé. L'effondrement de la marge nord-africaine entraîne un approfondissement important des bassins de l'Atlas saharien et le régime devient franchement continental au Crétacé inférieur. Ceci est favorisé par la régression marine et par l'abondance de matériaux détritiques résultant de la destruction intense des massifs anciens du Sahara central. Au Crétacé supérieur, la sédimentation s'est développée sous l'influence de la grande transgression cénomaniens d'est en ouest (Emberger,1960)

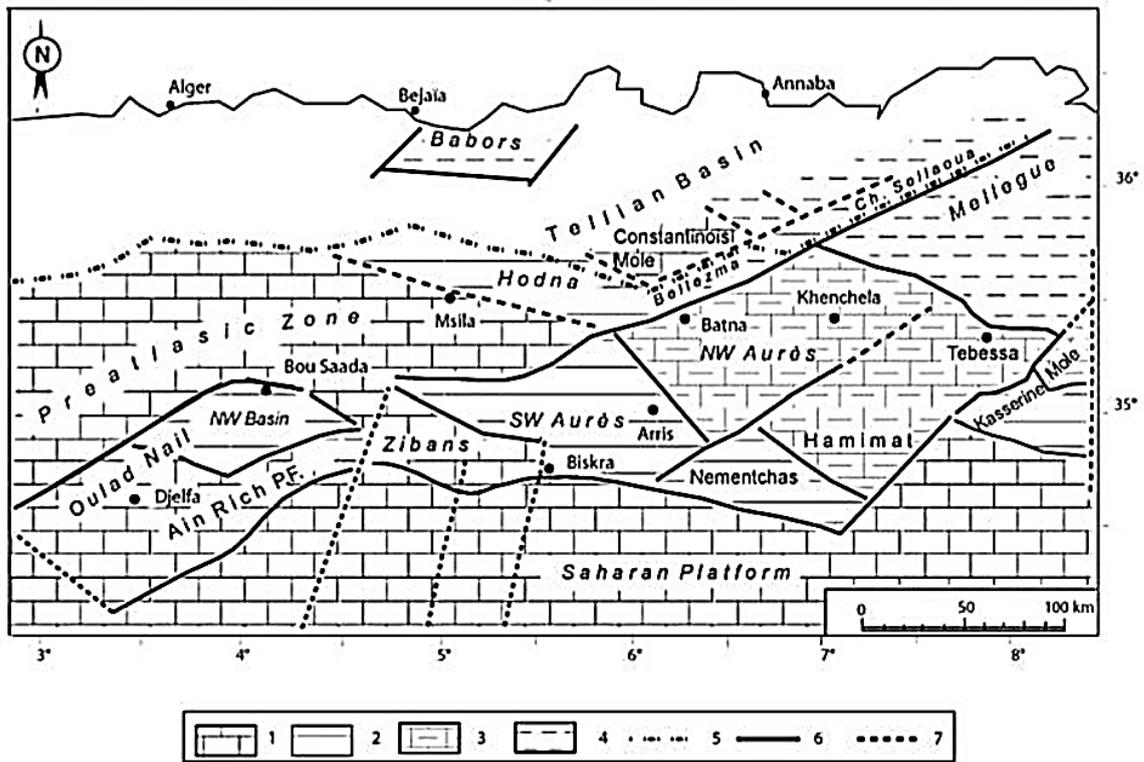


Figure 4 : carte paléogéographique du domaine Atlasique oriental : (1) rampe proximale, (2) rampe médiane, (3) rampe distale et zone de transition au bassin, (4) bassin, (5) limite méridionale de l'allochtone, (6) failles observées, (7) failles supposées (Herkat (2004) et Guiraud(2006).

II. Description de la coupe du Djebel Azzedine

La série sédimentaire du Djebel Azzedine est composée de grès, de calcaires et de marne d'âge Crétacé inférieur-supérieur, qui ont subi des plissements et des déformations pendant l'orogénèse alpine du Tertiaire.

La description des unités est basée sur des critères lithologiques, sédimentologies, ichnologiques et paléontologiques (Naimi & Cherif, 2021). Trois unités ont été distinguées notée unité A à C qui sont:

Unité A : Unité Marno-calcaires bioturbés (Albien Supérieur) :

Cette unité est d'environ de 52 m d'épaisseur, la limite basale a été endommagée par l'urbanisation récente. Cette unité est composée d'une alternance rythmique de calcaire ou de calcaire dolomitique et de marnes vertes. Les calcaires sont durs, d'aspect massif, ou noduleux, beige brun, riches en *Thalassinoïdes* de grandes tailles. La faune est principalement

Chapitre I : Cadre géographique et géologique

dominée par les huîtres, gastéropodes et oursins. Cette unité offre également des brèches rouges loféritiques, fentes de dessiccations, litages parallèles, hummocky cross stratification (HCS), laminations algaïres, nodules de silex, des structures de tepee. Le sommet montre un hard-ground associé à des gastéropodes monospécifique (*Actinonella Delgado*).

Unité B : Unité inférieure marno-calcaire (Albien supérieure)

Cette unité de 22,5 m d'épaisseur est constituée d'une alternance de marnes blanchâtres à verdâtres et des calcaires coquilliers massifs, grisâtre à jaunâtre. Les bancs calcaires sont souvent pseudo-noduleux à noduleux, bioturbés, chenalisés, riches en bioclastes, organisés en texture packstone. La partie centrale de cette unité est représentée par des bancs calcaires bioturbés riches en bivalves monospécifiques (*Cuculles* sp.) et gastéropodes. Ils contiennent des laminations entrecroisées, des rythmites tidales et des rides de vagues. Les traces fossiles de cette unité sont représentés par *Gyrolithes* et *Tisoa siphonalis*. Le sommet de cette unité est représenté par une dalle à ammonites de grande taille (*Mortoniceras* et *Pervinqueria*). C'est un banc de grès calcaire à glauconite ? jaunâtre à grisâtre, de 0,8 cm. Ces ammonites sont en position post-mortem, et associés aux moules de *Cucullaea*, des huîtres, rares inocerames et gastéropodes.

Unité C : Unité marno-calcaire bioclastique supérieure (Albien supérieur-Cénomanién inférieur)

La partie inférieure de cette unité de 18 m d'épaisseur est composée d'une alternance de marnes blanches (2 à 3 m) et calcaires massifs blanchâtres avec sporadique, mince, bivalves, lits de coquille de *Cucullaea* sp. Ces calcaires les lits sont durs, les galeries inclinées de sable jaune-rouge comme *Planolites* isp. , stratifications hummocky-cross (HCS), stratifications croisées (SCS) et parallèles et croisées stratifications. La dolomite de 2 à 3 m d'épaisseur au milieu de cette unité est caractérisés par des empreintes de dinosaures associées avec des galeries verticales attribuées à *Skolithos*, ainsi qu'un riche assemblage de moules usés et recristallisés de bivalves et les gastéropodes. La partie supérieure de la succession étudiée se compose d'alternances régulières de marnes molles vert clair à blanc et de mollusques riches, calcaires, composés de coquilles de mollusques désarticulées et fragmentées ou entières, y compris les bivalves et les gastéropodes.

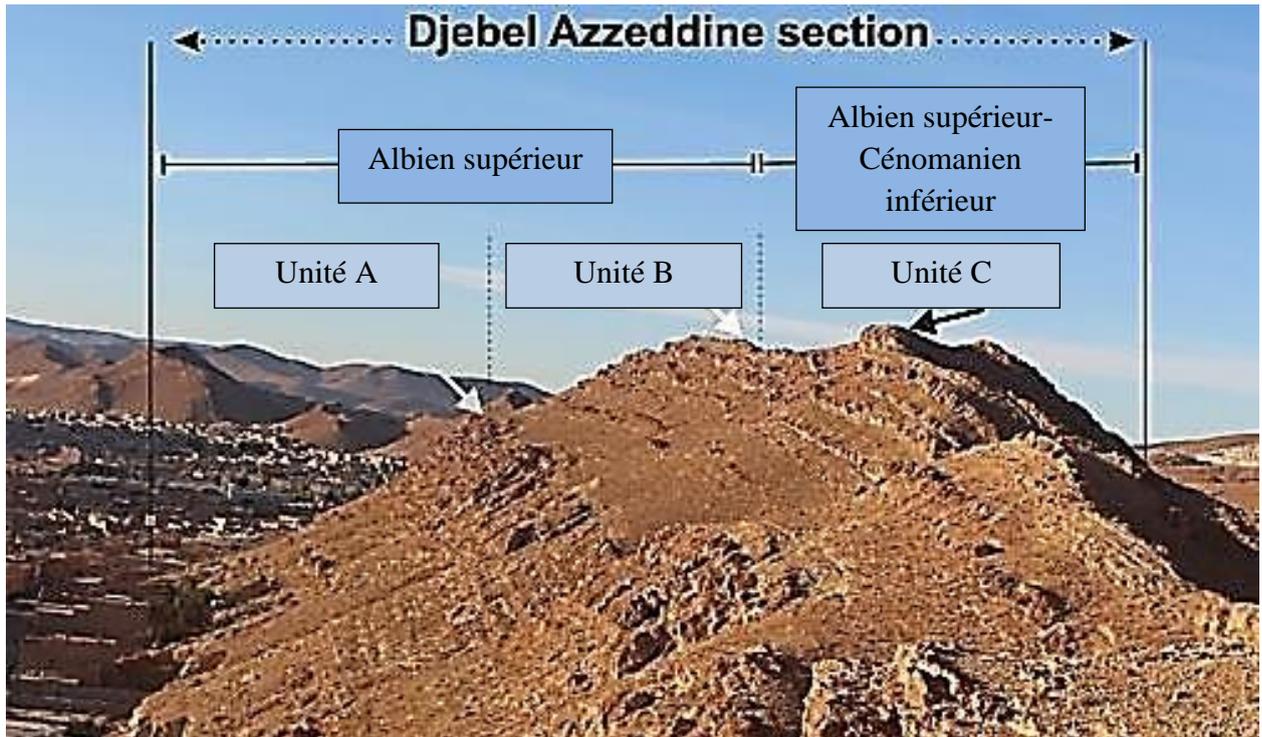


Figure 5 : Photo de la coupe du Djebel Azzeddine. Unité A : Marno-calcaires bioturbés à laminations algues (Albien supérieur) ; Unité B : Unité marno-calcaire bioclastique (Albien supérieur) ; Unité C : Unité marno-calcaire supérieure (Albien supérieur-Cénomanien inférieur).

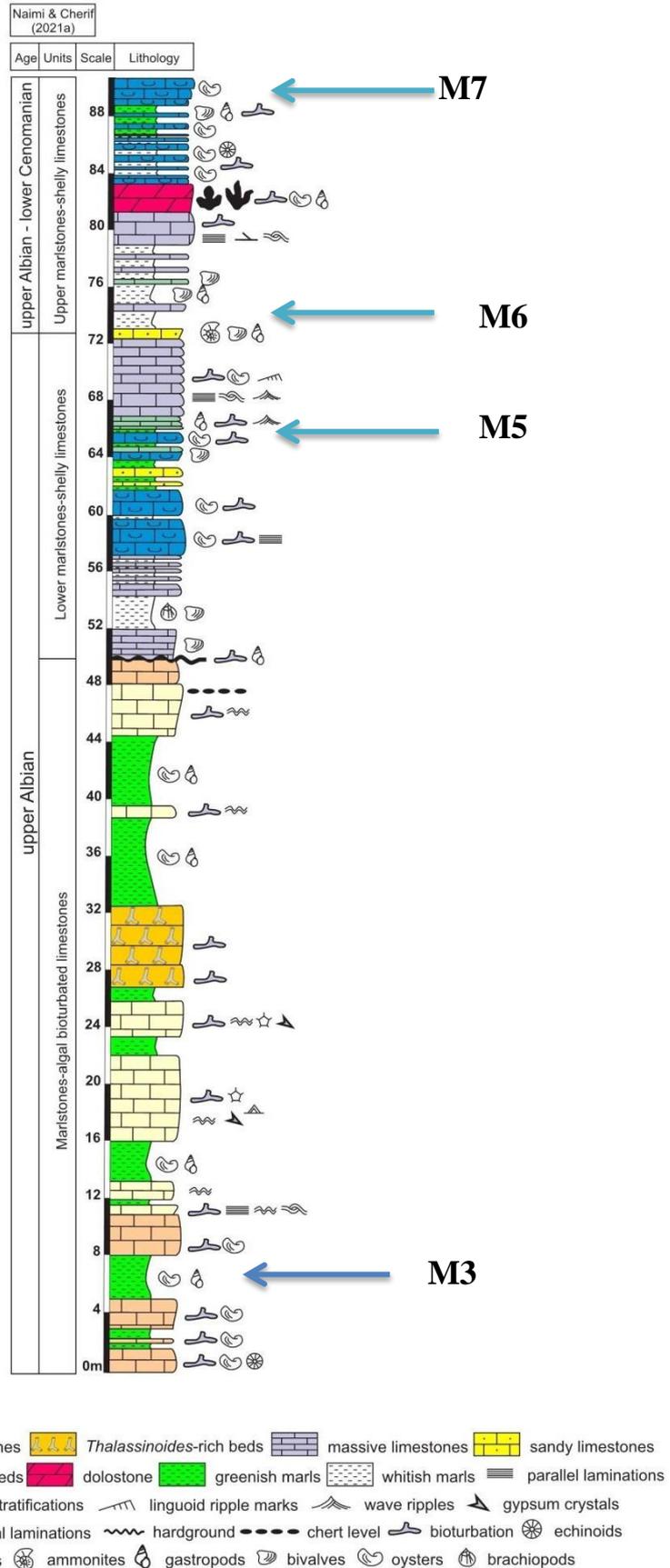


Figure 6 : Lithostratigraphic column of the Djebel Azzeddine section (Naimi et Cherif 2021).

Deuxième

Chapitre

Chapitre II : Matériels et Méthodologie

I. Introduction

Plusieurs techniques ont été utilisées pour la caractérisation de nos échantillons.

Dans ce qui suit nous allons rappeler les principes de fonctionnement de quelques méthodes en indiquant les conditions de mesure pour chaque méthode.

La démarche comporte deux étapes principales :

- Des travaux de terrain (choix du site, échantillonnage).
- Des travaux de laboratoire (analyse granulométrique, minéralogique).

II. Préparation des échantillons

II.1. Travail de terrain

Une mission de terrain de 07 jours a été effectuée dans les Monts des Ouled Nail (aux environs de Bou Saada par Dr. Naimi M et Pr. Cherif A, dans le but de s'appuyer sur un levé de coupe détaillé du Crétacé moyen et d'effectuer un échantillonnage le plus exhaustif. Ces échantillons ont fait l'objet d'un traitement approprié au laboratoire. La coupe faisant l'objet de ce travail du Djebel Azzedine, qui se situe dans les Monts des Ouled Nail, au nord-ouest de la ville de Bou Saada.

L'échantillonnage a été effectué de manière sélective sur les niveaux bitumineux. 04 échantillons ont été prélevés et collectés dans des sachets plastiques scellés étiquetés avec le numéro d'échantillon ainsi que le nom des pièces (leur provenance).

II.2. Travail de laboratoire

Cette étape consiste à préparer les échantillons de marne aux différents essais et analyse. Chaque échantillon est divisé en trois parties dédiées à trois analyses, qui sont les suivantes : analyse binoculaire pour la déterminer les minéraux dans les marnes, analyse par diffraction des rayons X (DRX) pour la confirmer l'analyse minéralogique précédente.

Ces analyses ont été réalisées au Centre de Recherche Scientifique, Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, de l'Université Ouargla.

II.2.1. Lavage et de tamisage

300 grammes de chaque échantillon prélevé sur le terrain, sont plongés dans une bassine d'eau jusqu'à désagrégation et passés sous des tamis de maille décroissante (500 μ m, 250 μ m, 125 μ m et 80 μ m), après le tamisage les échantillons sont déposés pour le séchage. Pour éviter tous risques de contamination et après chaque lavage, les tamis sont lavé puis trempé dans une solution de bleu de méthylène.



Figure 7 : photo montrant un tamisage et lavage des échantillons.

II.2.2. Etudes au microscope binoculaire

Détermination des minéraux dans les marnes. La première détermination de la composition minéralogique a été réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire. Cette étape a permis de distinguer un groupe de minéraux dominants. Afin de faciliter l'observation des marnes minérales, elles ont été montées sur un film adhésif .



Figure 8: Montage des échantillons de marne du (Djebel Azzedine) sur film adhésif.

Chapitre II : Matériels et Méthodologie

III. Analyse par DRX :

Etude Minéralogique par Mesure de Diffraction (DRX) : Cette étape a été effectuée avant que les observations ne soient faites au la loupe binoculaire. L'analyse XRD a été réalisée au centre recherche scientifique de l'université des sciences de la terre Ouargla. Les échantillons ont été réduits en poudre (Fig. 10b) et placés dans le porte-échantillon (Fig10c) puis placés dans un diffractomètre de type BTX-716 (Fig. 10d). La composition minérale est obtenue sous la forme d'un diagramme de diffraction (Fig. 10 e).

Mais comment cette technologie fonctionne-t-elle?



Figure 9 : a) Matériel de préparation des échantillons, b) mise en poudre de l'échantillon, c) porte-échantillon, d) appareil de diffractométrie de type BTX-716, e) Exemple de composition minéralogique du marne de Djebel Azzedine.

III.1. Principe de fonctionnement (DRX)

La diffraction des rayons X (DRX) est une technique d'analyse physico-chimique, elle est fondée sur la diffraction des rayons X sur la matière et elle ne fonctionne que sur la matière cristallisée (minéraux, métaux, céramique, polymères semi-cristallins et produits organiques cristallisés).

Elle est considérée comme étant l'un des outils de caractérisation le plus important, utilisée dans la science de matériaux pour la détermination du pourcentage semi-quantitatif des minéraux argileux et non argileux. Elle permet aussi de reconnaître les produits ayant la même composition brute, mais une forme de cristallisation différente (les silicates, les alumines,...etc.)

Les rayons X sont des ondes électromagnétiques formant une série continue dont les longueurs d'onde λ varient des ondes radios aux ondes cosmiques. La diffraction des rayons X sur la matière cristalline permet d'avoir accès à des informations physiques sur les cristaux (la texture, les contraintes et les paramètres cristallins). La condition pour que les radiations s'exprime par la loi de Bragg donnée par l'équation ci-après :

$$2d \sin \theta = n \lambda$$

d : Espace basal, en angströms (Å)

θ : Angle de diffraction

n : Nombre entier correspondant à l'ordre de la diffraction

λ : Longueur d'onde du rayonnement utilisé

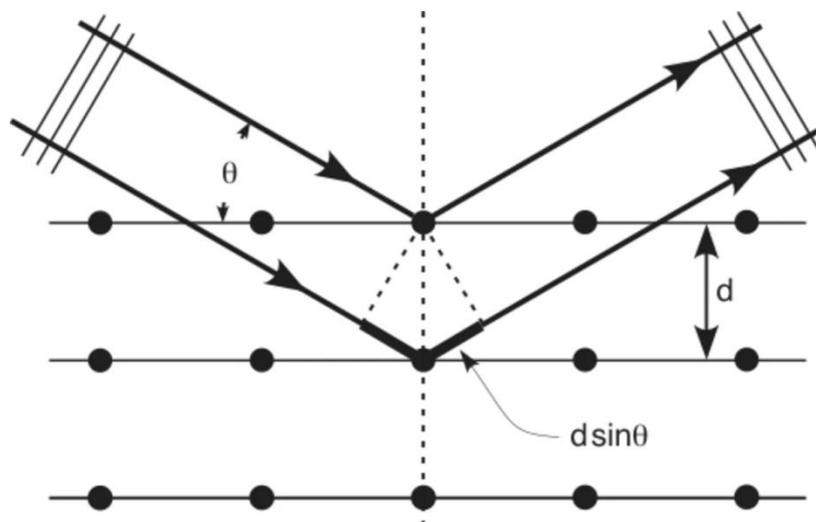


Figure 10 : Démonstration de la loi de Bragg

III.2. Méthode de préparation

La méthode utilisée pour d'analyse des échantillons prélevés est la suivante :

a. Broyage des échantillons : L'échantillon ainsi broyé est divisé en deux parties. Une partie est mise sur un porte échantillon adéquat et qui servira à l'étude des minéraux non argileux et la seconde partie sera destinée à l'étude de minéraux argileux après extraction de la fraction fine.

b. Traitement chimique : Il s'agit de la dispersion de la fraction dans une solution d'HCL à 0,1 molaire pour supprimer les carbonates de la fraction argileuse. Cette phase est suivie par la phase de la centrifugation puis le renouvellement de l'opération jusqu'à disparition des bulles.

c. Préparation de l'échantillon sous la forme d'une poudre aplanie dans une coupelle ou bien sous la forme d'une plaquette solide plate. On envoie par la suite des rayons X sur cet échantillon et un détecteur fait le tour de l'échantillon pour mesurer l'intensité des rayons X selon la direction.

Pour des raisons pratiques, on fait tourner l'échantillon en même temps, ou éventuellement on fait tourner le tube produisant les rayons X.

d. Les traitements spéciaux : l'analyse aux rayons X des minéraux argileux et non argileux est basée sur la connaissance des distances réticulaires (001). On cherche à renforcer les réflexions (001) en orientant les particules suivant le plan (001) qui est le plan de développement des minéraux argileux. Pour certains minéraux argileux, les distances réticulaires (001) varient d'une manière caractéristique après certains traitements.

e. Obtenus une diagrammes de diffraction.

Troisième

Chapitre

I. Introduction

L'objectif principal de cette étude est de comprendre la composition minéralogique des marnes et d'évaluer leur impact sur l'environnement paléontologique. Ces marnes sont localisées dans les dépôts marins transgressifs de l'Albien supérieur des monts des Ouled Naïl, qui se superposent au Continental Intercalaire. Dans la région proche de la ville de Boussaâda, la coupe géologique du Djebel Azzedine offre une opportunité d'observer ces marnes et d'analyser leurs caractéristiques minéralogiques afin d'approfondir notre compréhension des processus géologiques passés et de leur influence sur l'environnement fossilifère.

II. Méthode Et Description

Les proportions des différents minéraux sont à l'origine de la variation de la composition minéralogique des marnes. Pour déterminer cette composition, plusieurs méthodes ont été employées, on utilise le microscope binoculaire pour déterminer et compter les minéraux et confirme par la diffraction des rayons X et l'observation à l'aide d'une loupe binoculaire.

II.1. Comptage

Permet la déterminant les proportions de chaque minéral présent dans les marnes, offrant ainsi une meilleure compréhension de leur composition minéralogique.

Tableaux 1: proportion relative des minéraux dans l'échantillon M3



Echantillon	Moyenne
M3	
Calcite	95
Dolomite	36
Gypse	75
Quartz	104.33
Argile	09

Figure 11 : comptage de la présence de chaque minéral dans l'échantillon M3

Les résultats de comptage minéralogique ont révélé la composition minérale des marnes de l'échantillon M3. Les principaux minéraux identifiés comprennent le quartz de 104.33 %, la calcite 36 %, le gypse 75 %, la dolomite de 36 %, et l'argile 9 %. Le quartz est le minéral prédominant.

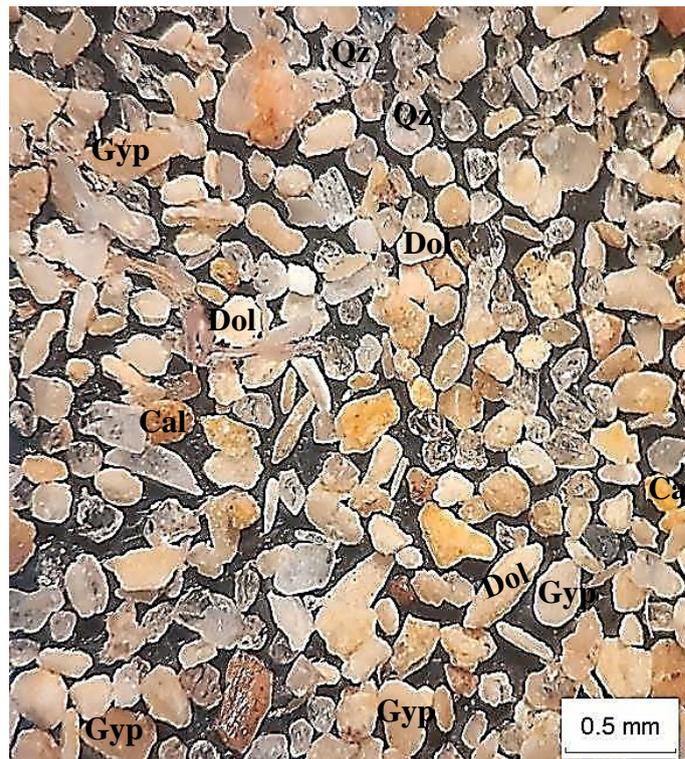


Figure 12 : Photographies au microscope binoculaire des marnes du Djebel Azzedine unité A (albien supérieur)

II.2. Description des minéraux

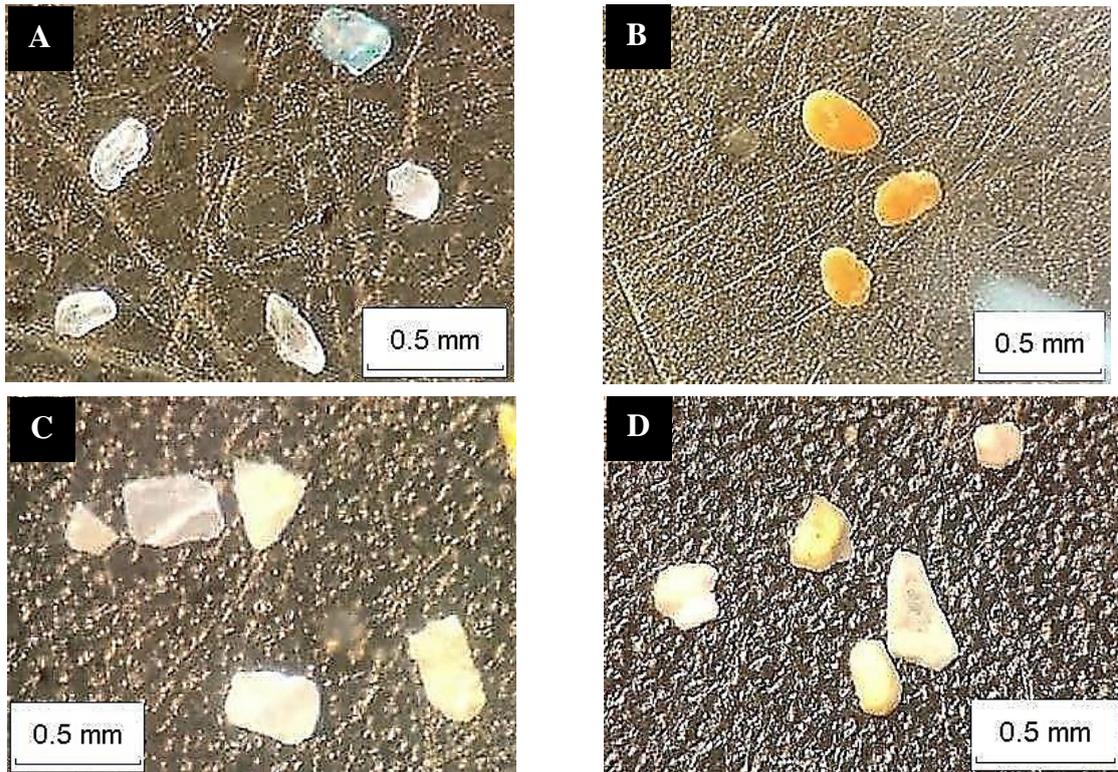


Figure 13 : photo au microscope binoculaire du grain A) quartz, B) calcite, C) gypse, D) dolomite

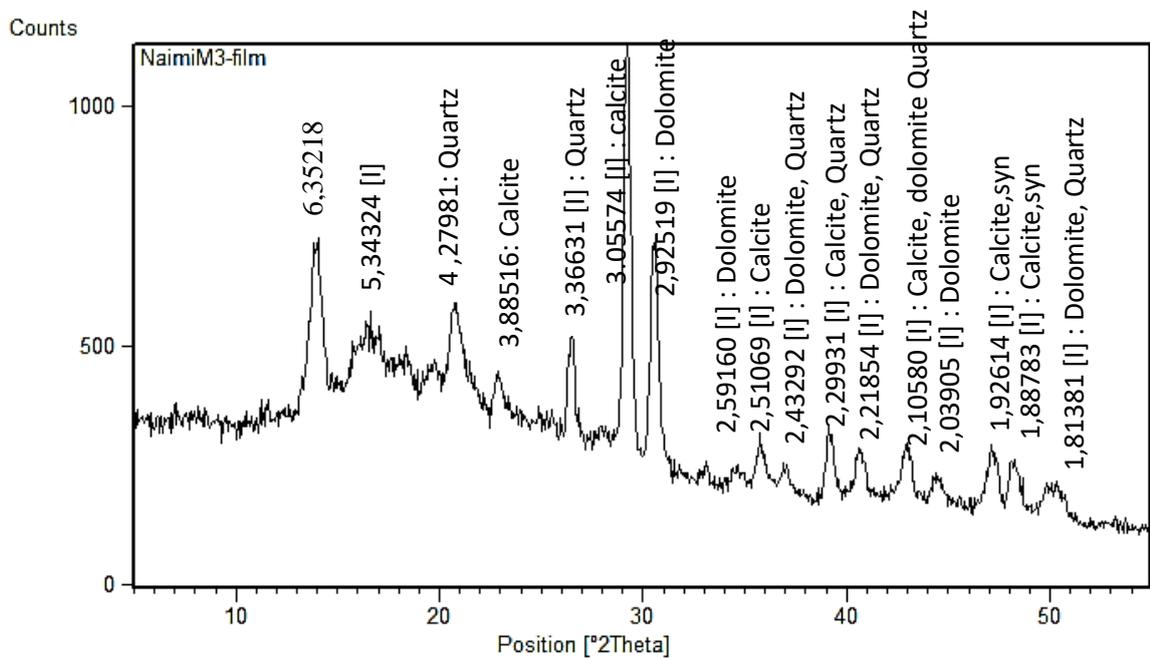


Figure 14 : Diffractogramme du rayon X échantillon M3

Chapitre III : Etude Minéralogie

- **Quartz:** Le quartz peut être observé sous forme arrondie ou sub-arrondie, é mousse luisant généralement incolore transparents, bien qu'elle puisse varier par fois du jaune au fumé. Il peut également se présenter sous forme de grains dispersés dans les marnes. (Fig.13 et 14a).
- **La calcite :** Est souvent rencontrée sous forme de débris sub-arrondis et sa couleur est généralement jaune. (Fig.13 et 14b).
- **Le gypse :** Ils sont présente sous forme de cristaux incolores à blancs, mais peut également être teinté de différentes nuances de gris, de jaune, Les cristaux de gypse ont une structure tabulaire et peuvent former des agrégats fibreux. (Fig.13 et 14c).
- **Dolomite :** La dolomite peut être observée soit sous forme de cristaux é mousse luisants , soit sous forme de grains dispersés. Sa couleur varie entre le blanc et le grisâtre (Fig.13 et 14d).

Tableaux 2: proportion relative des minéraux dans l'échantillon



Echantillon M5	Moyenne
Calcite	59.66
Dolomite	99.66
Gypse	81
Quartz	203.33
Argile	5

Figure 15 : comptage de la présence de chaque minéral dans l'échantillon M5

Les résultats de comptage minéralogique ont révélé la composition minérale des marnes de l'échantillon M5 Les principaux minéraux identifiés comprennent le quartz de 203.33 %, la calcite 59.66 % , le gypse 81 % , la dolomite de 99.66 %, et l'argile 9 %, Le quartz est le minéral prédominant .

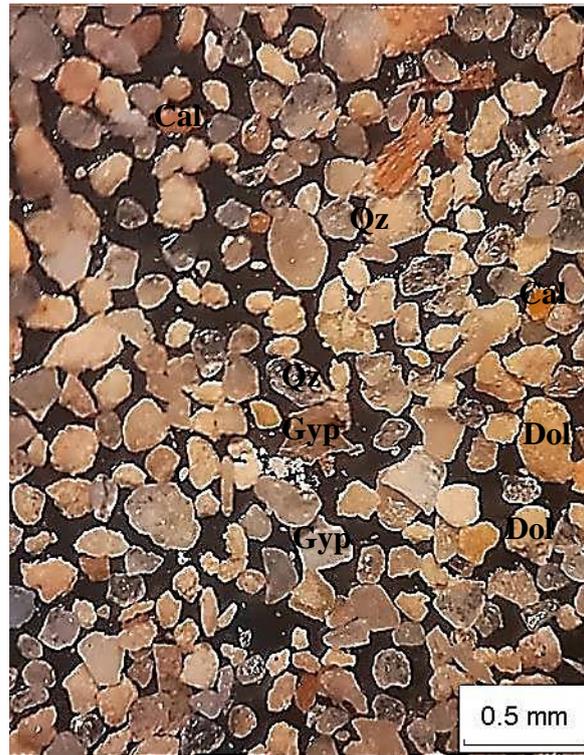


Figure 16 : Photographies au microscope binoculaire des marnes du Djebel Azzedine unité B (albien supérieur).

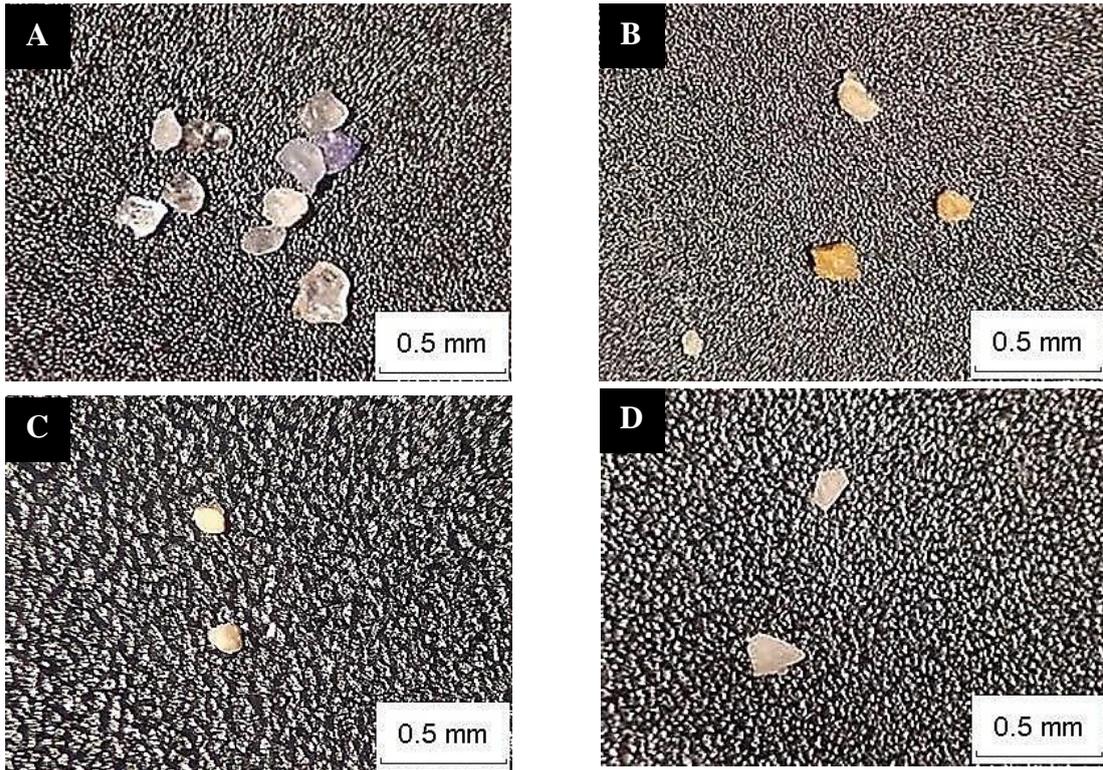


Figure 17 : photo au microscope binoculaire du grain A) quartz , B) calcite, C) dolomite, D) gypse.

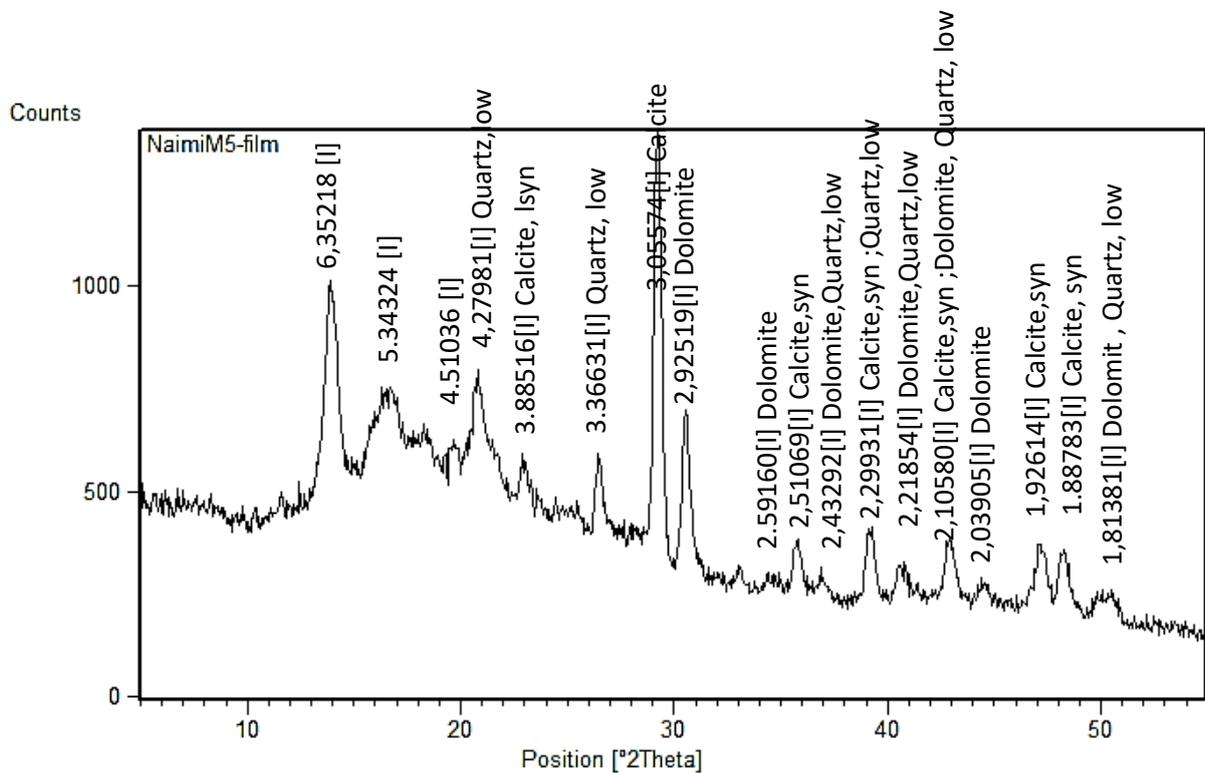


Figure 18 : Diffractogramme des rayons X échantillon M5

Chapitre III : Etude Minéralogie

• **Quartz** : Le quartz peut être observé sous forme arrondie ou sub-arrondie, rond mat sa couleur transparente (Fig.17 et 18a).

La calcite : Est souvent rencontrée sous forme de débris xénomorphe et sa couleur est généralement jaune (Fig.17 et 18b).

• **Le gypse** : Est présente sous forme de cristaux incolores à blancs, mais peut également être teinté de différentes nuances de gris, de jaune, Les cristaux de gypse ont une structure tabulaire (Fig.17 et 18d).

• **Dolomite** : peut être observée soit sous forme de cristaux arrondis, soit sous forme de grains dispersés. Sa couleur varie entre le blanc et le grisâtre (Fig.17 et 18c).

Tableaux 3: proportion relative des minéraux dans l'échantillon



Echantillon M6	Moyenne
Calcite	109
Dolomite	46.33
Gypse	71.66
Quartz	190
Argile	6.8

Figure 19 : comptage de la présence de chaque minéral dans l'échantillon M6

Les résultats de comptage ont révélé la composition minérale des marnes de l'échantillon M5 Les principaux minéraux identifiés comprennent le quartz de 190 %, la calcite 109 % , le gypse 71.66 % , la dolomite de 46.33 %, et l'argile .8 %, Le quartz est le minéral prédominant et l'argile est de présence minimale dans les échantillons M3, M5, M6.



Figure 20 : Photographies au microscope binoculaire des marnes du Djebel Azzedine unité B (albien supérieur).

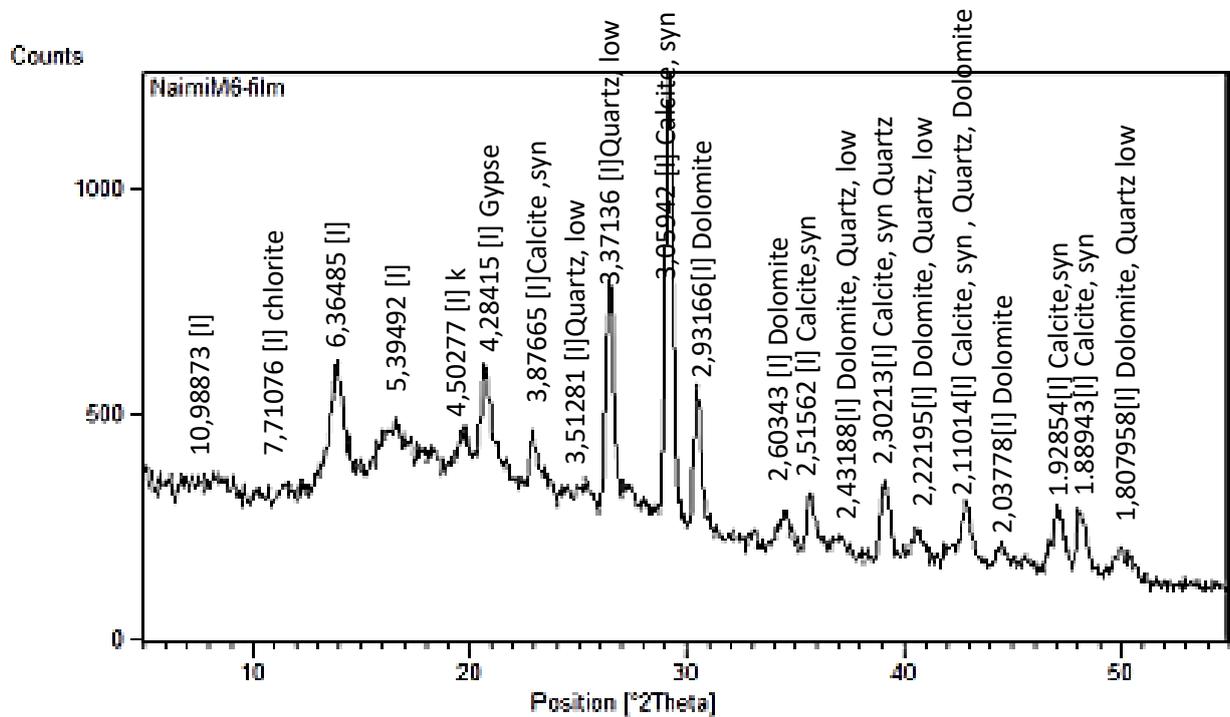


Figure 21 : Diffractogramme des rayon X échantillon M6

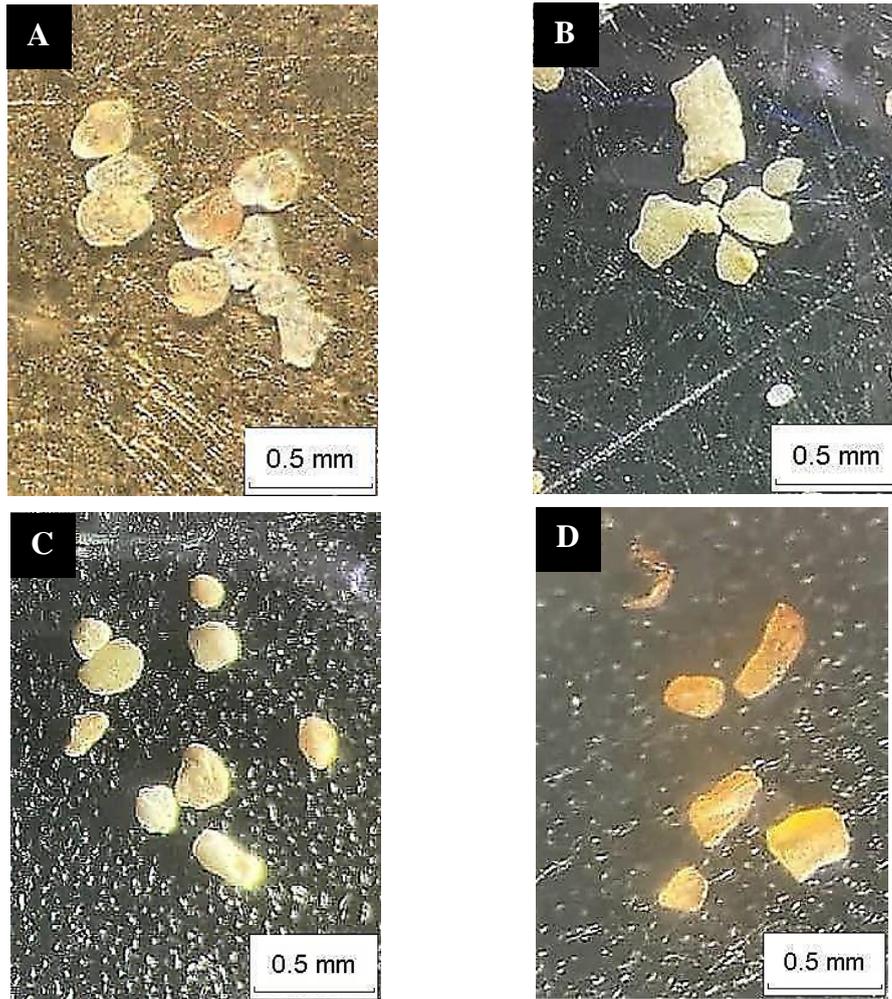


Figure 22 : photo au microscope binoculaire du grain A) quartz, B) gypse, C) dolomite, D) calcite.

- **Gypse** : Les grains de gypse sont blancs ou bien jaune. Ils présentent une forme des cristaux allongés parfois sub-arrondie et fins ressemblant. Avec une forme des agrégats fibreux (Fig.21 et 22b).
- **Quartz** : Les grains de quartz, sont incolores , Ils présenter une forme des cristaux forme sub-arrondie, émoussé luisant avec des contours lisses (Fig.21 et 22a).
- **Calcite** : La calcite, sont incolores a jaune, la forme des cristaux est allongé et sub-arrondie, montrant des angles bien définis (Fig.21 et 22d).
- **Dolomite** : La forme de cristaux est arrondie a sub-arrondie sa couleur est blancs, mais peut également être gris ou jaunâtre (Fig. 21 et 22c).

Tableaux 4: proportion relative des minéraux dans l'échantillon M7



Echantillon M7	Moyenne
Calcite	102.33
Dolomite	125
Gypse	107.33
Quartz	177.33
Argile	18

Figure 23 : comptage de la présence de chaque minéral dans l'échantillon M7

Les résultats de comptage ont révélé la composition minérale des marnes de Les principaux minéraux identifiés comprennent la calcite 102.33 %, quartz de 177.33 %, le gypse 107.33 %, la dolomite de 125 %, et l'argile 18 %, Le quartz est le minéral prédominant et l'argile est plus élevé par apport les échantillons M3, M5, M6.

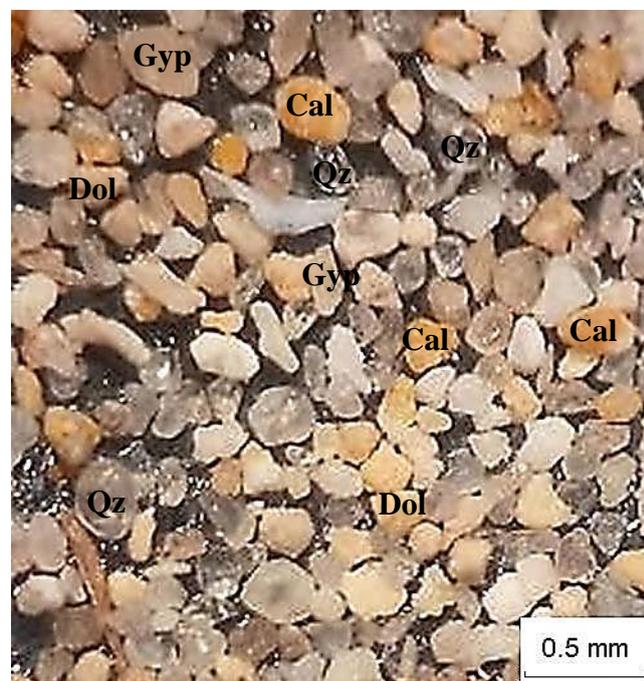


Figure 24 : Photographies au microscope binoculaire des marnes du Djebel Azzedine unité C (albien supérieur-cénomanién inférieur)

Chapitre III : Etude Minéralogie

- **Quartz** : Les grains, sont incolores allant du blanc au jaune, de forme sub-arrondie, montrant des coins bien définis. avec des contours lisses (Fig.25 et 26a).
- **Gypse** : Les grains sont incolores ou blanche ou bien jaunâtre. Ils présentent une forme sub-angulaire et plus ou moins arrondie Avec des agrégats fibreux (Fig.25 et 26d).
- **Dolomite** : La forme de cristaux est sub-anguleux et sub-arrondie de couleur est incolores ou blancs, mais peut également être gris ou jaunâtre (Fig.25 et 26c).
- **Calcite** : La calcite, de couleur jaune, la forme des cristaux est allongé et sub-arrondie, (Fig.25 et 26b).
- **Glaucanie** : le grain de couleur vert et de forme sub-arrondis (Fig.25 et 26e).

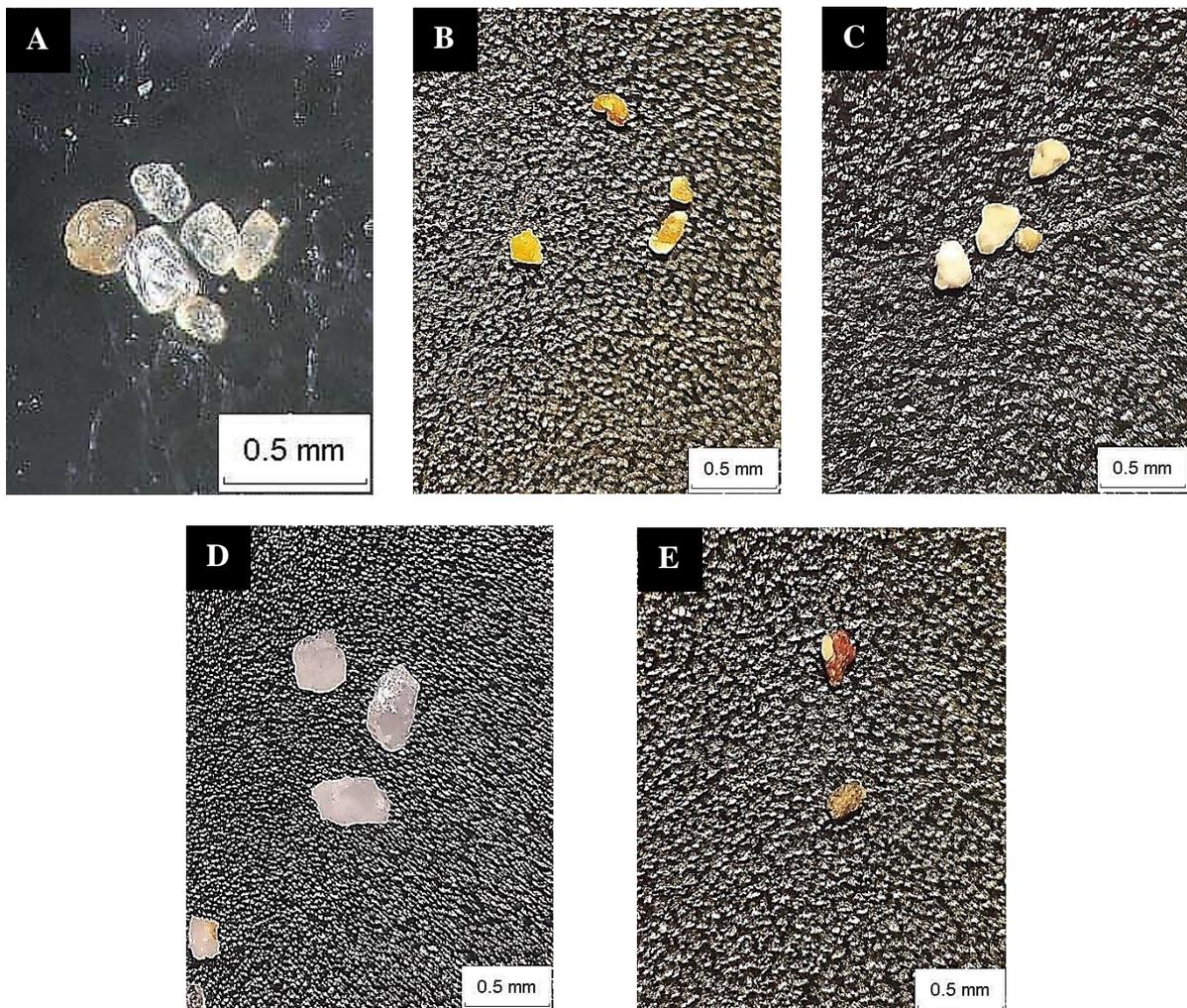


Figure 25 : photo au microscope binoculaire du grain A) quartz, B) calcite , C) dolomite , D) gypse , E) glaucanie.

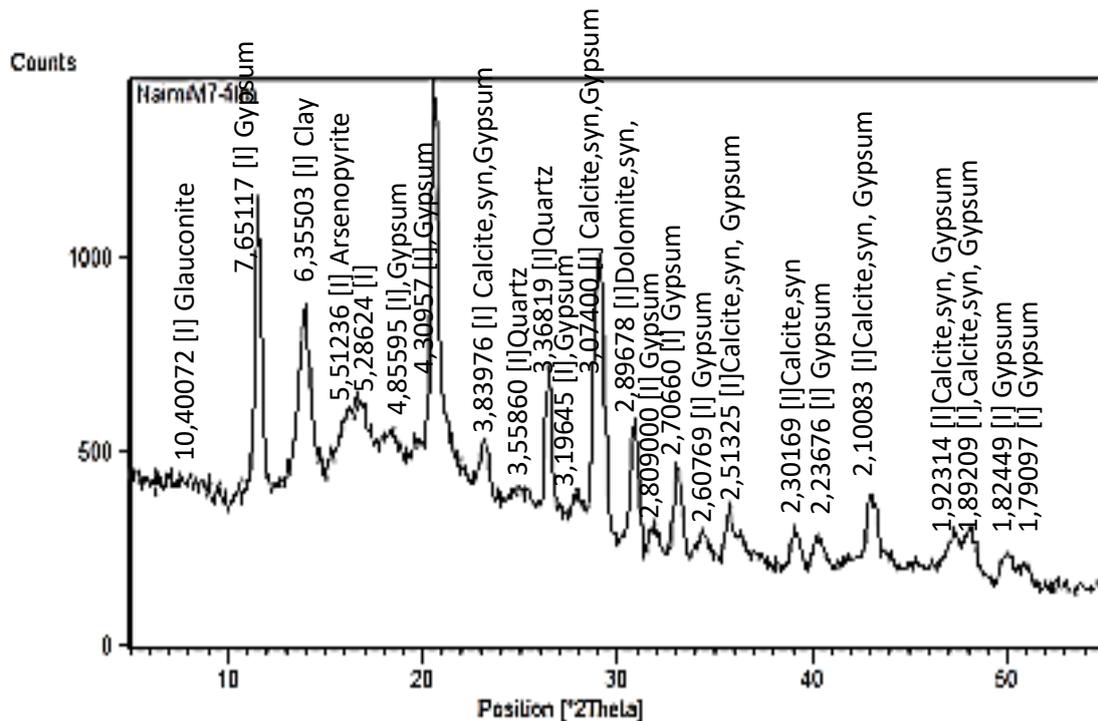


Figure 26 : Diffractogramme des rayon X échantillon M7

Différents minéraux (calcite, gypse, quartz, dolomite) ont été prélevés à la main et soumis à l'analyse diffractométrique. Cette étape a été réalisée dans le but de confirmer la composition minéralogique des minéraux observés à la loupe binoculaire. Donc pour les échantillons M3, M5 et M6 la diffractogramme confirme la présence des minéraux mentionné alors l la diffractogramme de l'échantillon M7 montre la présence de «la glauconite» en petite pourcentage plus ou moins négligeable

II.3. Résultat et discussion

II.3.1. Indication des minéraux

L'étude des minéraux présents dans les marnes albo-cénomaniennes de la coupe Djebel Azzedine, dans la région de Bou Saada, peut fournir des informations supplémentaires sur le paléoenvironnement pendant cette période. L'analyse minéralogique effectuée sur les marnes permet d'identifier la présence du quartz, calcite, gypse et dolomite. Ces minéraux sont des indicateurs importants des processus de sédimentation liée à des conditions à climatiques et

Chapitre III : Etude Minéralogie

eustatiques. L'abondance et la distribution relative, la couleur, la forme et la taille des grains des différents minéraux peuvent révéler des informations sur les processus de transport et de dépôt des sédiments.

La présence des grains de quartz anguleux à sub-anguleux, émoussés luisants dans les marnes peut suggérer un transport limité et une sédimentation proche de la source nourricière. Tandis que les grains arrondis à sub-arrondis peuvent indiquer un transport plus long, à partir d'une source de matériaux détritiques, représentés par des reliefs périphériques. Il s'agit probablement des roches gréseuses de l'Albien gréseux.

La calcite est un minéral courant dans les marnes et peut indiquer une précipitation chimique dans un environnement marin de faible tranche d'eau, riche en calcium. Cela est très conforme avec les données sédimentologiques et paléontologiques, témoignant des conditions de sédimentation dans un environnement côtier peu profond.

La présence de gypse indique incontestablement des conditions de climat aride ou des fluctuations dans la salinité de l'eau. Cela peut être associé à des environnements côtiers où l'apport d'eau douce est limité ou des périodes de bas niveau de la mer.

La dolomite peut se former dans des environnements marins peu profonds et chauds, généralement associés à une évaporation rapide de l'eau. Dans notre cas, il est fort possible qu'il s'agisse d'une dolomite primaire qui se forme directement dans le milieu. Sa présence peut indiquer des conditions de sédimentation dans des lagunes, des baies ou des environnements marins restreints où l'évaporation était intense.

La glauconie : observée dans l'échantillon M7, unité (c) de la coupe du Djebel Azzeddine, elle se présente sous formes de petits grains de formes arrondies parfois irrégulières en quantité moins remarquable dans les termes du passage (Albien supérieure -Cénomaniens inférieurs)

La glauconie est un phyllosilicate, homéotype ferrique de l'illite indique un milieu marin. Les études détaillées de cet élément ont permis même de proposer l'absence ou l'existence d'une phase transgressive au cours de la période considérée.

Les résultats de cette étude renforcent notre connaissance sur l'évolution environnementale de la région étudiée, représentant une initiation pour d'autres études futures sur les paléoenvironnements et les changements climatiques de cette période.

II.4. Interprétation paléoenvironnementale

En combinant les résultats de l'analyse minéralogique avec d'autres données géologiques et paléontologiques, apportées par Naimi & Cherif 2021, il est possible de reconstruire les paléoenvironnements dans lesquels les marnes albo-cénomaniennes se sont formées. Par exemple, une présence abondante de dolomite peut indiquer des conditions marines hypersalines, tandis que des variations dans l'abondance de gypse peuvent révéler des fluctuations du niveau de la mer ou des changements climatiques.

Les variations de la couleur et la composition minérale est en relation avec des différents environnements de dépôt. Les marnes de couleur claire peuvent indiquer un environnement marin peu profond, les mêmes résultats ont été aboutis par [Naimi & Cherif \(2021\)](#), en se basant sur des données sédimentologiques et paléontologiques notamment les fossiles et les traces fossiles, la lithologie et les structure sédimentaires.

Conclusion

Générale

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'étude géologique menée dans la région des monts des Ouled Naïl, en particulier dans le secteur de Djebel Azzedine, a confirmé la reconstruction et évolution paléo-environnementale de la région déjà signalée par [Naimi & Cherif \(2021\)](#). Cette étude a concerné une partie de l'intervalle stratigraphique Albien-Cénomaniens, qui a connu une régression marine.

L'analyse par diffractométrie des rayons X (DRX) a permis de déterminer la composition minéralogique des marnes, révélant la présence de calcite, de dolomite, de gypse et de quartz, ainsi que de faibles proportions de certains minéraux argileux. La présence importante de dolomite et de gypse est en accord avec une interprétation paléo-environnementale indiquant un environnement marin peu profond.

En termes de perspectives, une étude minéralogique plus approfondie de la fraction argileuse est recommandée pour identifier précisément les minéraux argileux présents dans les marnes et pour fournir des informations supplémentaires sur l'évolution paléo-environnementale de la région.

Bibliographies

Bibliographies

Bibliographies

Benhamouche, A., Kadri, A., Kefif, R., & Djellit, H. (2016)-Mineralogy and geochemistry of the Albo-Cenomanian marls of northeastern Algeria (Djebel Ksel region): Implications for paleoenvironmental conditions. *Journal of African Earth Sciences*, 120, 186-197.

Cornet A. (1952) – L'Atlas Saharien sud-oranais. *Publication du XIXe Congrès Géologique International, Alger., Monographies régionales*, 1 (12) : 52 p.

Djellit, H., Kadri, A., Kefif, R., & Achour, Y. (2018)- Mineralogy and geochemistry of marl deposits from Djebel Azzedine section (Algeria): Implications for paleoenvironmental reconstructions. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(22), 688.

Emberger J. (1960) – Esquisse géologique de la partie orientale des Monts des Ouled Naïl (Atlas saharien, Algérie). *Publications du Service de la Carte géologique de l'Algérie*, 27 : 1 – 398.

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 de Doctorat ès-Sciences*, Université de Nice : 270 p.

Guiraud, R (1990) - 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. Sc. Nice.270p.

Herkat M. & Guiraud R. (2006) – The relationships between tectonics and sedimentation in the Late Cretaceous series of the eastern Atlasic Domain (Algeria). *Journal of African Earth Sciences*, 46 : 346 – 370.

HERKAT, M. (1999) - La sédimentation de haut niveau marin du Crétacé supérieur de l'Atlas saharien oriental et des Aurès. Stratigraphie séquentielle, analyse quantitative des biocénoses, évolution paléogéographique et contexte géodynamique. – Thèse de Doctorat, USTHB, Algiers, Algeria, 802 p.

Herkat, M, (1999)- Evolution des séquences et géométrie des dépôts du Crétacé Supérieur du domaine Atlasique Oriental (Algérie). *Bull.du.Serv.Géol.De L'Algérie*.Vol 10 ;n°1 ; 83-94.

Herkat, 1992. Manifestations diapiriques du Trias dans les séries du Crétacé supérieur de l'Atlas saharien et des Aurès. *Bull. du Serv. Géol. de l'Alg.*, Vol 3, n° 1, p. 15-27, 7 fig., 1 pl.

Kazi Tani (1986) – Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine ; le domaine intraplaque nord-algérien. Approche mégaséquentielle. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université de Pau et du Pays de l'Adour : 361 p.

Kadri, A., Benhamouche, A., Kefif, R., & Djellit, H. (2015)- Mineralogy, geochemistry and sedimentary environment of the Albo-Cenomanian marls from El Mebarkia, northeastern Algeria. *Journal of African Earth Sciences*, 105, 10-20.

Bibliographies

Lafitte, R. (1939)- Etude géologique de l'Aurès. Thèse Paris. Et bull Serv. Carte géol. Algérie, Alger, 2ème Ser. 15, 484P.