

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 de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Géologie des bassins sédimentaires

### THEME

# Etude Sedimntologique Minéralogique de Ghours Eddebs Metlili

Présenté par

**Gost yacine**

**Saggai El hadj Mohammed**

*Soutenu publiquement le 19/06/2019*

Devant le jury :

**Président :MELOUEH W**

MCA Univ. Ouargla

**Promoteur :GUERRADI HOCINE**

MAA Univ. Ouargla

**Examineur :REMITA A**

MAA Univ. Ouargla

**Année Universitaire : 2018/2019**

## Remerciements

Au terme de ce travail, c'est pour moi un agréable devoir d'exprimer ici ma sincère reconnaissance et ma gratitude à tous ceux qui m'ont aidé et ont accepté de juger ce travail : En premier lieu je tiens à remercier DIEU tout puissant de m'avoir donné la force pour accomplir ce modeste travail.

Au terme de travail présenté dans le cadre de mémoire fin d'étude pour l'obtention du Diplôme : Master2. Option Géologie, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mon encadreur *Guerradi Hocine*; Monsieur Melouah Walid et Monsieur REMITA A.

Enfin, je tiens à remercier tous, Tous ceux qui ont participé à l'établissement de ce Modest travail. J'espère que je sois à la hauteur et souhaite le bon courage à toute les amis de même promotion.



# *Dédicace*

*Douleur viciée après assemblage.*

*Et la joie d'une nouvelle aube de notre vie est le jour de nos diplômes qui est nos anniversaires. Nous regardons où ce qui est à venir les chuchotements de ce monde plein d'optimisme et d'espoir. Les fruits sont récoltés lorsqu'ils sont mûrs et ici nous nous tenons l'un de ces fruits qui nous qualifie.*

*Chacun est diplômé en attendant la récolte plus, si Dieu le veut.*

*Ici, nous mettrons nos paroles à la fois laisser une marque dans notre vie, aussi qu'une profondeur dans l'expansion des perceptions scientifiques et mentales.*

*Tant qu'il guérit nos blessures de temps à autre.*

*Chacun de nous faire sentir que nous ne sommes pas seuls dans une société différente.*

*Dédie à vous :*

*A vous, ma mère qui sacrifie pour moi.*

*A vous, mon père qui nous avez appris que quand il éteint les lumières à allumer, une bougie nous éclaire l'obscurité..*

*qui nous avez donné le mieux et qui nous avez A vous, nos chers enseignants accompagné dans notre parcours.*

*Nous vous dédions ce modeste travail en souhaitant qu'il serait satisfaisant.*

*Merci à tous.*

*Nous vous remercions infiniment.*

## SOMMAIR

Liste des figures.....	
Introduction .....	1
I. généralité sur la plate forme saharienne:.....	2
I.1 Situation géographique de la plate-forme saharienne .....	2
I. 2. Evolution géodynamique de la plate-forme saharienne :.....	2
I. 2. 1. La phase panafricaine :.....	2
I. 2. 2. Le Paléozoïque pré-hercynien.....	3
I. 2. 4 Les événements mésozoïques et cénozoïques .....	4
I. 2. 3. Les mouvements hercyniens du Carbonifère:.....	5
I. 3. Cadre géologique et histoire structurale La plate-forme saharienne :.....	7
I. 4. Les principaux éléments structuraux de la plate-forme Saharienne : .....	8
I. 4. 1. Les massifs :.....	8
I.4. 2. Le massif Réguibat:.....	8
A. le massif archéen: .....	8
B. le massif Birrimien:.....	8
I.4. 3. Le Hoggar (Massif Targui) : .....	9
A. Le Hoggar occidental: .....	9
B. Le Hoggar central : .....	9
C. Le Hoggar oriental:.....	9
I. 4. 4. Les monts d'Ougarta : .....	9
I. 5. Aperçu stratigraphique de la plate forme saharienne:.....	10
I. 5. 1. Le paléozoïque :.....	10
I. 5. 1. 1. Le Cambrien.....	10
I. 5. 1. 2. L'Ordovicien .....	10
I. 5. 1. 3. Silurien.....	10
I. 5. 1. 4. Dévonien :.....	10
I. 5. 1. 4. 1. Dévonien inférieur : .....	10
I. 5. 1. 4. 2-Dévonien moyen :.....	10
I. 5. 1. 4. 3. Dévonien supérieur épaisseur : .....	10
I. 5. 1. 5. Carbonifère :.....	10
I.5.2. Mésozoïque:.....	11
I. 5.2. 1. Trias.....	11
I. 5.2. 2. Le Jurassique inférieur et moyen .....	11
I. 5.2. 3. Crétacé : .....	12

I. 5.2. 3. 1. Le Crétacé inférieur .....	12
I.5.2. 3. 2. Le Crétacé supérieur .....	13
I.5.3. Le Cénozoïque: .....	13
I.6.Limitation des bassins de la plate forme saharienne: .....	15
I.7.Tectonique .....	17
I.7.1.Tectonique cassante .....	17
I.7.2.L'orogénèse .....	18
II. Situation géographique deGhardaïa .....	20
III. Situation géographique de la zone d'étude .....	21
IV. Géologie régionale .....	22
IV.1. Paléogéographie .....	22
V La géologie de la zone d'étude .....	23
I.1 Introduction .....	26
I.2 Description litho-stratigraphique .....	26
I.3 Structure géologique de gisement .....	31
I.4 - Structures et formations .....	33
I.5 Tectonique de la région de Metlili .....	34
I. Etude pétrographique .....	35
I. 1 Introduction .....	35
I.2 Les caractères optiques : .....	35
I.2.1 En lumière polarisée non analysé (LPNA) : .....	35
a. Forme : .....	35
b. Relief : .....	36
c. Clivage : .....	36
d. Pléochroïsme : .....	36
I.2.2 En lumière polarisée analysé (LPA) : .....	36
a. Biréfringence: .....	36
b. Macles : .....	36
c. Extinction : .....	36
I.3 La description macroscopique et microscopique des différents minéraux .....	37
I.3.1 Les minéraux silicatés : .....	37
I.3.1.1 Les Quartz : .....	37
I.3.2 Les minéraux carbonatés .....	39
I.3.2.1 La calcite : .....	39
I.3.3 Les minéraux sulfatés : .....	40
I.3.3.1 Le gypse: .....	40
I.3.3.2 L'anhydrite : .....	42

II. Diffractométrie des rayons X.....	44
II.1. But de l'analyse .....	44
II.2. Définition .....	44
II.3. Le Principe de l'analyse.....	44
Conclusion.....	53
Bibliographie .....	

## Liste des figures

Figure 1 : Situation de la plate-forme saharienne.....	2
Fig. 02 : Intensité de la déformation hercynienne (Craig et al ,2006).....	4
Figure.3 : colons stratigraphies de la plate-forme saharienne (WEC 2008).....	14
Figure.4 : les différentes bassins se composée la plate-forme saharienne. (Conrad et al. 1986) carte géologique NH-30-XXIII-Ben-Zireg, à l'échelle 1/200000ème).....	16
Figure.5 : Les grandes provinces et les grandes fractures au Sahara central et occidental d'après Fabre (1976). Modifiée .....	17
Figure.6 : Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa d'après Kouzmine(2003).....	20
Figure.7: Situation géographique de secteur d'étude.....	21
Figure.8. extrait de la carte géologique du bassin mésozoïque du Sahara Algéro-Tunisien, région Metlili, (BUSSON, 1967).....	24
Figure 9. Schéma de la répartition des faciès du cénomaniens au Sahara septentrional et au Maghreb d'après Busson (1971) simplifié.....	25
Figure.10 : la composition lithologique de secteur d'étude (Mtlili) .....	28
Figure.11 : Schéma représente les deux ensembles principaux.....	30
Figure. 12 : Coupe lithologique du secteur d'étude.....	30
Figure.13 : Colonne litho-stratigraphique du secteur d'étude .....	31
Figure.14 : La litho-stratigraphie de Metlili.....	32
Figure.15 : Minéraux du quartz eu le structure grain stone (gx40).....	38
Figure.16 Minéraux de calcite (gx40).....	41
Figure.17 Minéraux de gypse eu structure gran stone (gx40).....	43
Figure.18: Minéraux L'anhydrite eu le structure med stone (gx40).....	44
Figure. 19 : Principe de la diffraction et illustration de la Loi de Bragg (Eslinger&Peaver, 1988).....	46

Figure.20: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs.....	47
Figure.21: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs.....	47
Figure.22: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs.....	48
Figure.23: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs.....	48
Figure.24: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs.....	49
Figure.25: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs.....	49
Figure.26: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs.....	50
Figure.27: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs.....	51



## Liste des tableau

Tableau 01 : Les phases tectoniques majeures avec leurs orientations (D'après Boudjemaâ, 1987).....	6
Tableau 2 : Tableau résumant l'ensemble des événements tectoniques et sédimentaires, au niveau de la plate-forme saharienne (Makhous et Galuskin., 2003).....	19

# **Introduction**

# Introduction

---

## Introduction :

La géologie du Sahara est vaste elle est très riche en matériaux de construction tel que sable gypse, dolomite, argile. L'exploitation des minéraux de surface est connue au région de Ghardaïa par les carrières très importantes du gypse tel que carrière du Noumerat et aussi de Ghour eddebs.

La carrière de Ghour eddebs s'étale à côté de route nationale RN 1 exploitée par société gypse plâtre Ghardaïa très riche en gypse.

Dans le cadre d'une étude géologique des formations sédimentaires du crétacé supérieur de la région du Metlili, on a exécuté une étude détaillée des faciès gypsifères de cette région, l'objectif de cette étude est basé sur l'aspect sédimentologique, minéralogique et pétrographique de ces formations géologiques.

Le but de ce travail consiste à la détermination de la nature des couches sédimentaires, la composition minéralogique ainsi que l'étude pétrographique et la diffraction du rayonnement X.

Des différentes méthodes sur le terrain et au laboratoire sont utilisées pour avoir une étude correcte et complète, sur le terrain une description des différentes lithologies et morphologies, leur étendues et la profondeur des couches. Au laboratoire, des analyses DRX et des études minéralogiques et pétrographiques.

# Chapitre I

## Généralité

## I. Généralité sur la plate forme saharienne:

Le Sahara Algérien compte actuellement parmi les plus grands déserts du monde pourtant, ce désert a été, il y a quelques millénaires seulement, une région où la faune et la flore étaient riches et variées. Dans les divers bassins du Nord de l'Afrique, le Continental intercalaire est examiné suivant la définition de ce complexe continental, donnée par Conrad Kilian en 1931 : il s'agit des formations continentales qui se sont déposées par-dessus les séries paléozoïques marines les plus élevés.

### I.1 Situation géographique de la plate-forme saharienne

Se situe au Sud de la flexure sud atlasique et s'étend sur une superficie de 8.000.000 km<sup>2</sup> dans la partie septentrionale du continent africain. Elle correspond à l'une des plus grandes plates- formes précambriennes au monde et se caractérise par la juxtaposition de bassins sédimentaires intra cratoniques. Orientés N-S à NO-SE, séparés par des môles de même orientation (Fabre, 1976 et 2005) (Figure 1).

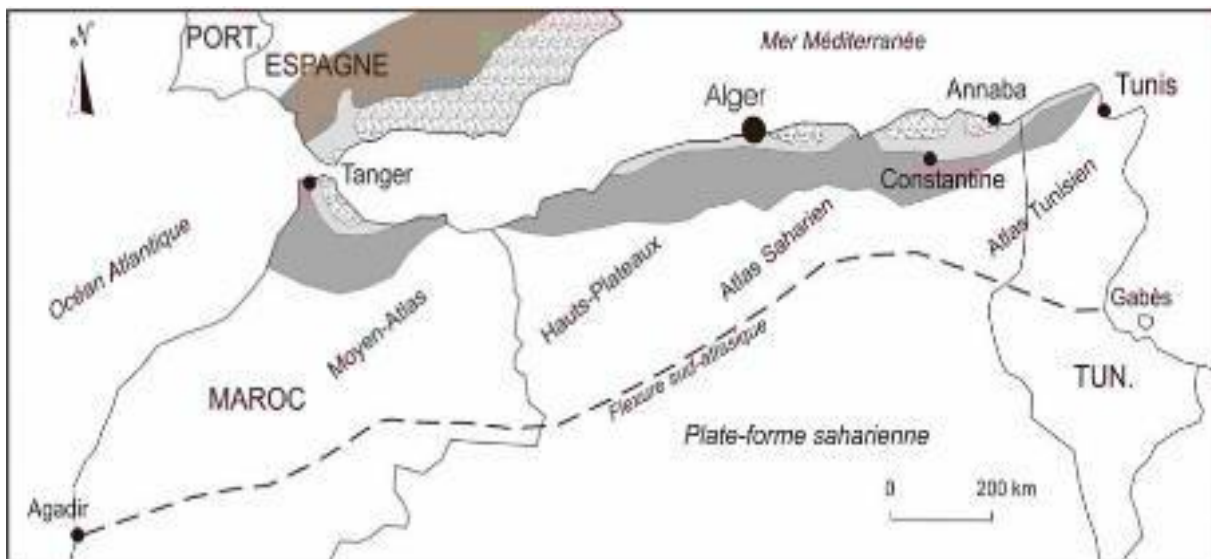


Figure 1 : Situation de la plate-forme saharienne.

## I. 2. Evolution géodynamique de la plate-forme saharienne :

### I. 2. 1. La phase panafricaine :

La phase panafricaine est responsable de la convergence de plusieurs cratons s'amalgamant pour former le supercontinent Gondwana. La chaîne panafricaine est issue de la collision entre

---

les cratons Ouest et Est-Africain à la fin du Protérozoïque (Fabre, 1980), collision qui provoque la surrection du massif du Hoggar et la mise en place de grands linéaments de socle orientés N-S.

Cette phase est ainsi à l'origine d'un grand réseau de failles caractérisé par des accidents subméridiens Sub-verticaux. Ces derniers sont interprétés comme des décrochements (NW-SE et conjugués) résultant d'une compression horizontale orientée E-W.

Ainsi, la collision panafricaine engendre la structuration du socle précambrien sur l'ensemble de la plate-forme saharienne, formant l'édifice de base sur lequel vont s'installer les bassins paléozoïques.

La phase panafricaine s'achève au Protérozoïque terminal et sera suivie d'une longue période de subsidence post-orogénique favorisant le développement des bassins paléozoïques.

### **I. 2. 2. Le Paléozoïque pré-hercynien**

Suite à l'orogénèse panafricaine, une phase de distension majeure, orientée NW-SE, provoque une subsidence générale et une pénéplanation de la chaîne panafricaine. Il s'agit de l'extension cambro-ordovicienne, liée au basculement général de la plate-forme Nord gondwanienne vers le nord-ouest, associé à une phase d'ouverture océanique (Paléo-Téthys) et formant des structures en demi-graben conduisant à l'individualisation des bassins de la plate-forme Saharienne.

Le refroidissement post-extension de la lithosphère du Nord-Ouest de l'Algérie provoque une subsidence généralisée de la plate-forme (fin Cambrien à Permien), avec des directions de paléo-courants orientés de manière générale du Sud vers le Nord. L'analyse précise de ces directions de paléo-courants sur la plate-forme Saharienne montre tout de même de légères convergences vers

Le plus souvent, par la réactivation des accidents panafricains (Haddoum et *al*, 2001), l'orogénèse hercynienne entraîne une forte déformation intra plaque à travers toute la plateforme saharienne. Les unités réservoir cambro-ordoviciennes ont alors été plissées, faillées, fracturées et soulevées de façon permanente. (Craig et *al* 2006).

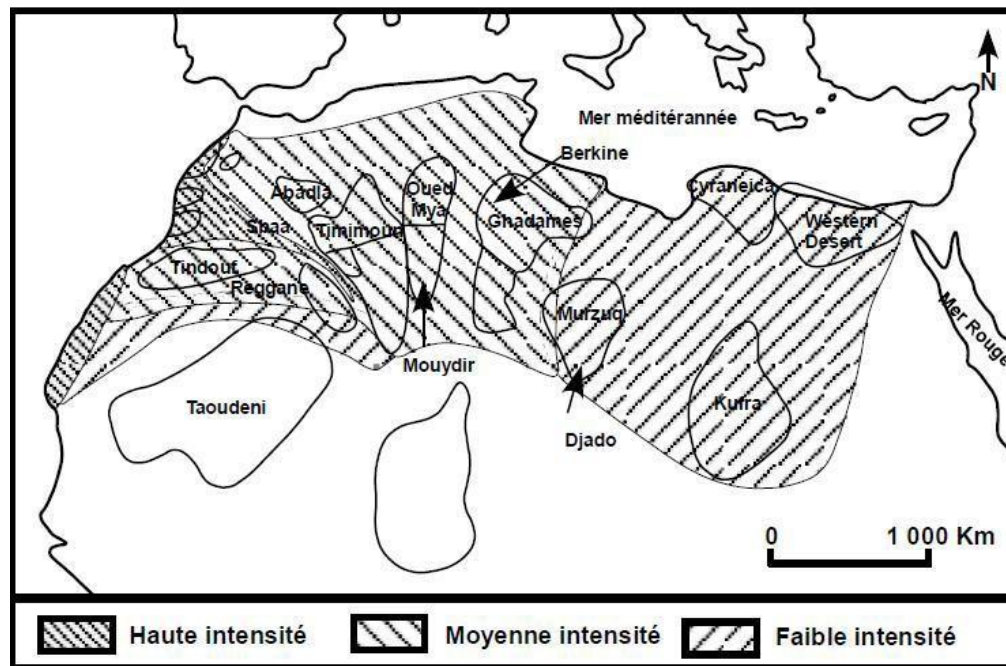


Fig. 02 : Intensité de la déformation hercynienne (Craig et al ,2006).

#### I. 2. 4 Les événements mésozoïques et cénozoïques

Les failles ont pu être réactivées lors d'événements mésozoïques ou cénozoïques.

Ainsi, au Crétacé inférieur de petits plissements se sont formés lors de la phase compressive autrichienne d'orientation E-W. Cette phase qui marque le passage Barrémien à Aptien est, avec d'autres phases du Crétacé supérieur, un événement tectonique précurseur de la phase alpine.

L'axe des bassins, prouvant ainsi que la structuration de ces bassins a débuté dès le Cambrien (Beuf et *al.* 1971).

A l'Ordovicien supérieur, des mouvements compressifs orientés E-W réactivent les accidents subméridiens et génèrent des plis d'axe N-S à l'échelle régionale. Cette compression d'âge Caradocien est associée à la phase tectonique (440 Ma) du cycle calédonien et engendre une inclinaison globale de la plate-forme vers le Sud.

C'est en cette période que s'installe la calotte glaciaire fini-ordovicienne sur le

Gondwana. Au Silurien, la zone nord-gondwanienne est subsidences et constitue un plateau continental (marge océanique) aux dimensions exceptionnelles, lié au développement de l'océan proto-Téthys.

Cette marge au pendage très faible était alors composée de sous-bassins intra cratoniques peu

profonds. La remontée du Gondwana vers le nord fut rapide durant cette période. Des variations climatiques de grande ampleur entraînent la fonte quasi-totale de la calotte glaciaire provoquant ainsi une transgression marine majeure (augmentation du niveau marin de plus de 150m) et le dépôt des argiles siluriennes.

La phase compressive calédonienne provoque une réactivation des structures du socle panafricain et accentue les reliefs préexistants. Plusieurs discordances locales témoignent de cette phase tectonique qui se situerait entre la fin du Silurien et le Dévonien inférieur

Cependant, la phase calédonienne affecte très différemment les bassins sahariens.

Une phase d'extension durant le Gédinnien-Siégenien provoque le rejet Syn. sédimentaire de failles et de structures préexistantes. Le Dévonien inférieur est marqué par un basculement plus ou moins important des bassins vers le nord-ouest, se prolongeant jusqu'au début du Carbonifère.

### **I. 2. 3. Les mouvements hercyniens du Carbonifère:**

La phase hercynienne est considérée dans la région étudiée comme étant la phase tectonique la plus importante depuis l'orogénèse panafricaine. Subdivisée en trois degrés d'intensité, elle a provoqué une intense structuration, la création et la réactivation de nombreux systèmes de failles et une érosion importante se prolongeant probablement jusqu'au Lias.

Les mouvements hercyniens sont partagés en mouvements précoces (Viséen) et majeurs (Post- Namurien). Les effets de cette phase, d'orientation NE-SW, ont joué un rôle majeur dans la structuration des différents bassins de la plate-forme saharienne et dans la mise en place des systèmes pétroliers.



**Tableau N°01 : Les phases tectoniques majeures avec leurs orientations (D'après Boudje maâ, 1987).**

Période d'activité maximale	Tectonique	Orientation
Précambrien	Phase panafricaine	Compression horizontale E-W
Cambro-ordovicien	Cycle d'érosion, distension	Distension NW-SE
Silurien-Dévonien	Phase calédonienne	Compression E-W
Dévonien inférieur	Variation des faciès	Distension NW-SE
Viséen	Phase hercynienne	Compression NE
Permien	Phase hercynienne	Compression NW
Trias	Phase de rifting	Distension NW-SE
Aptien	Autrichienne	Compression EW, ENE-WSW
Eocène	Pyrénéenne	Compression NS et NWSE
Miocène	Phase alpine	Compression N-S

### I. 3. Cadre géologique et histoire structurale La plate-forme saharienne :

Constitue un domaine cratonique stable depuis le Paléozoïque. On y rencontre des terrains très anciens, du Protérozoïque (1,8-2 Ga ; Trompette, 1995) mis en place à l'Archéen et lors de l'orogénèse éburnéenne. Ces formations constituent de vieux boucliers stables, comme le bouclier Réguibat par exemple (Rocci et al, 1991). Le bouclier du Hoggar, également très ancien, a subi de surcroît les effets de l'orogénèse panafricaine (Liégeois et al, 2003). Sur le plan structural, les différentes parties du socle de la plate-forme saharienne font partie du Gondwana, super-continent formé par le collage de blocs continentaux issus de la Rodinia lors des événements orogéniques panafricains. Parmi les témoins de ce cycle orogénique ancien 625-550

Ma (Black et al, 1979 ; Caby et al, 1981 ; Fabre, 1988 ; Ziegler, 1988 ; Scotese et McKerrow, 1990 ; Black et Liégeois, 1993 ; Trompette, 1995 ; Schandelmeier et al, 1997), on reconnaît la zone de suture de la chaîne panafricaine de l'Ouest (Trompette, 1995) qui correspond à une chaîne de collision. On retrouve des traces de cette suture, en particulier au niveau des Monts de l'Ougarta. Dans cette plate-forme plusieurs zones subsidences sont reconnues. Elles ont conduit au développement d'importants bassins sédimentaires intra cratoniques d'âge paléozoïque qui se développent entre les boucliers. Ils sont caractérisés par des subsidences et des déformations variables et sont limités par des môles. On distingue deux grands ensembles de bassins situés de part et d'autre de la suture panafricaine marquée, entre autres, par l'alignement des monts de l'Ougarta. Dans la partie algérienne de la plate-forme, les bassins les plus importants sont ceux d'Illizi-Berkine à l'Est, de Hassi Messaoud, de Hassi R'mel, de l'Oued Mya au centre, et de Tindouf, de Béchar, de Règgane, de Sbaâ, de Timimoun, de Ahnet, à l'Ouest. Notre étude s'inscrit dans le bassin de l'Ahnet.

---

## **I. 4. Les principaux éléments structuraux de la plate-forme Saharienne :**

### **I. 4. 1. Les massifs :**

Trois boucliers très anciens issus de la structuration du craton ouest-africain (Réguibat. Et Léo) et de l'orogénèse panafricaine (Hoggar) caractérisent la partie nord-occidentale du Continent africain. Les bassins sédimentaires de notre secteur d'étude se situent en position périphérique et intermédiaire entre les boucliers Réguibat et du Hoggar. (Akkouche M.,2007).

#### **I.4. 1.1. Le massif Réguibat:**

Il occupe un territoire d'environ 500 000 km<sup>2</sup>, et se répartit sur plusieurs pays situés :

Dans la partie Nord occidentale du continent, à la bordure méridionale du bassin de Tindouf. Constitué de roches cristallines d'âge précambrien, datant de plus de deux milliards d'années, Il est subdivisé en deux entités géotectoniques majeures (Rocci *et al*, 1991).

##### **A. le massif archéen:**

Situé à l'Ouest et constitué de roches archéennes, essentiellement métamorphiques (gneiss, migmatites, amphibolites, le ptynites) et de granites. Il est affecté par le cycle orogénique libérien.

##### **B. le massif Birrimien:**

En position centrale et orientale est essentiellement granitique. Il a quant à lui été affecté, entre 2,5 et 2 Ga, par le cycle orogénique birrimien qui s'achève par le cycle éburnéen.

### **I.4. 2. Le Hoggar (Massif Targui) :**

Le bouclier du Hoggar, constitué pour l'essentiel de formations du Précambrien, forme actuellement des reliefs qui dominent le cœur de la plate-forme saharienne. La structuration et le métamorphisme du bouclier du Hoggar sont liés au cycle orogénique éburnéen. Deux autres périodes de structuration plus récentes se superposent à ce cycle.

Il s'agit des cycles kibarien (650-750 Ma). On distingue plusieurs domaines structuraux dans le Hoggar:

#### **A. Le Hoggar occidental:**

Possède une structure complexe. Les terrains les plus anciens sont affectés par l'orogénèse libérienne à la fin de l'Archéen (2,7 Ga). Ils sont surmontés par diverses unités sédimentaires et volcano-sédimentaires dont les plus récentes sont d'âge protérozoïque terminal (800-570 Ma) ; (Allègre et Caby, 1972). L'ensemble est déformé lors de l'orogénèse panafricaine (= pharisiennes)

#### **B. Le Hoggar central :**

formé essentiellement de granulites et de gneiss au niveau d'un socle pré-panafricain réactivé au Panafricain (Takherist, 1990)

#### **C. Le Hoggar oriental:**

Caractérisé sur sa marge occidentale par la présence de la chaîne intracontinentale de Tiririne d'âge protérozoïque terminal (Bertrand et Caby, 1978 ; Takherist, 1990), s'est stabilisé depuis 750 Ma.

### **I. 4. 3. Les monts d'Ougarta :**

Les monts d'Ougarta s'étendent sur une longueur d'environ 450 km pour une largeur de 200 km. Du point de vue géomorphologique, l'Ougarta est formé de monticules ne dépassant pas les 700 m d'altitude et de vastes dépressions. Cet ensemble représente l'un des éléments structuraux les plus importants de la plate-forme saharienne. Les monts d'Ougarta se situent à l'aplomb de la ligne de suture panafricaine (Donzeau *et al.* 1981 ; Collomb et Donzeau, 1974 ; Fabre, 1976 ; Aït Kaci, 1990) qui sépare le socle du bouclier Réguibat à l'Ouest du domaine panafricain qui affleure dans le Hoggar à l'Est. Les reliefs viennent disparaître vers le Nord-Ouest dans l'Anti- Atlas marocain.

## **I. 5. Aperçu stratigraphique de la plate forme saharienne:**

La plate-forme saharienne se forme essentiellement par une couverture sédimentaire de paléozoïque ces séries sont en discordance avec un socle précambrien où l'Infracambrien.

### **I. 5. 1. Le paléozoïque :**

I. 5. 1. 1. Le Cambrien : épaisseur 581m grés grossiers quartzitiques au sommet et feldspathiques à la base.

I. 5. 1. 2. L'Ordovicien: épaisseur 75-350m argiles noires indurées et microconglomérats à inclusions de grés siliciteuses et des grés quartzitique argileux fins.

I. 5. 1. 3. Silurien: épaisseur 225-525m argiles noires feuilletées charbonneuses à graptolithes.

### **I. 5. 1. 4. Dévonien :**

#### **I. 5. 1. 4. 1. Dévonien inférieur :**

-**Gédinnien** : épaisseur 67-250m constitue par des argiles siltstones.

-**Siegenien** : épaisseur 211-405m alternance des grés et des argiles et quartzites compactes.

-**Emsien** : épaisseur 34-140m argiles siltstones avec un épisode gréseux au sommet.

#### **I. 5. 1. 4. 2-Dévonien moyen :**

-**Couvinien** : épaisseur 35-151m argiles carbonatées siltstones à passés de calcaire.

-**Givetien** : épaisseur 28-58m calcaire dolomites et des argiles marneuses.

#### **I. 5. 1. 4. 3. Dévonien supérieur épaisseur :**

-**Frasnien** : épaisseur 102-244m argiles grises à noires micacées à passés de grés.

-**Famennien** : épaisseur 435-724m argiles grises à noires micacées à passés de grés.

-**Strunien** : épaisseur 0 à 270m ensemble argilo-gréseux.

### **I. 5. 1. 5. Carbonifère :**

-**Tournaisien** : épaisseur 0 à 115 m grés fins gris claires friables et argiles noires.

-**Viséen** : épaisseur 0 à 795 m argiles et des grés.

-**Namurien** : 0 à 428 m composé des grés et des calcaires.

---

**I.5.2. Mésozoïque:**

**I. 5.2. 1. Trias:** Le Trias montre une grande variation de faciès et des épaisseurs (Busson G., 1970). Le Trias est divisé en grandes unités lithologiques différentes qui sont de bas en haut :

- Trias argilo-gréseux inférieur (Grès de Nezla).
- Trias carbonaté.
- Trias argilo-gréseux supérieur (Grès de Tartrat)
- Trias argileux.
- Trias salifère.

L'épaisseur de ces différentes formations est très variable, principalement là où s'intercalent des bancs salifères éruptifs (Rhourde El Baguel). L'épaisseur du Trias argilo-gréseux inférieur augmente vers le Nord-Ouest (150-180 m). Elle diminue dans les zones de hauts fonds (Hassi Messaoud, G. El Baguel). Le Trias salifère présente une grande épaisseur (NE de Ghadamès : 700m et H. Massoud: (1300m). Le Trias ne joue pas de rôle dans l'hydrogéologie du bassin saharien algérien. (Beghoul, 1991.)

**I. 5.2. 2. Le Jurassique inférieur et moyen (Lias-Dogger)**

Comprend essentiellement des couches lagunaires constituées de sel, d'anhydrite et d'argiles qui deviennent par la suite, marines et se présentent sous forme de calcaires et argiles avec des bancs d'anhydrite. La transgression jurassique couvre tous le bassin du Grand Erg oriental et les séries jurassiques y sont épaisses.

Le Jurassique est caractérisé par une permanence relative du régime marin avec des sédiments de milieu confiné. Dans la partie occidentale du bassin, le régime marin accuse une certaine régression à l'image de ce qui se passe plus à l'ouest et vers le Sud. Le passage du Jurassique vers le Crétacé inférieur se caractérise par des apports terrigènes dont l'origine est constituée par les reliefs nourriciers situés au Sud du bassin saharien. (Akkouche M.,2007.)

### I. 5.2. 3. Crétacé :

#### I. 5.2. 3. 1. Le Crétacé inférieur

Est constitué par des couches terrigènes continentales azoïques qui sont en contraste lithologique et sédimentaire avec les formations marines du Jurassique supérieur. Le Crétacé inférieur comprend, en partant des formations les plus anciennes :

**-Le Néocomien** : comprenant, dans le Bas-Sahara, des argiles vertes et rouges avec de l'anhydrite en bancs massifs qui se déposent à la base. Ils sont surmontés par une alternance de dolomies et d'argiles. Dans la région de Hassi R'mel, se sont surtout des argiles et des sables avec quelques couches de lignites et de rares bancs carbonatés. Cette évolution latérale de faciès s'accroît vers l'ouest dans le Mزاب, le Nord-Est du Grand Erg Occidental ainsi que vers le Centre et le Sud du bassin où l'équivalent du Néocomien se associe dans un ensemble argilo- gréseux de transition entre le Jurassique et le Crétacé inférieur.

**-Le Barrémien** : est la période qui vit un épandage généralisé des formations détritiques du Crétacé inférieur jusqu'à dans le Bas-Sahara. Ces formations se présentent sous forme de grès fins ou grossiers et d'argiles provenant apparemment du Sud (Hoggar). Dans la région de Touggourt, les sondages ont traversé des grès arkosiques. Les bancs carbonatés sont peu nombreux et cantonnés au Nord-est du Sahara algérien, dans la région des daïas et le Nord du Mزاب. Dans l'ensemble, le Barrémien correspond à une sédimentation en milieu continental fluviatile, lacustre, sur la plus grande partie du Bas-Sahara. Vers le Nord-est, cette sédimentation est mixte, deltaïque, avec quelques influences marines. L'épaisseur des sédiments varie notablement d'un point à l'autre. Elle est forte dans les zones subsidences du Bas-Sahara (Laghouat: 800- 1100m), faible sur les môles (El Abiod, Gassi Touil, Rh. El Baguel : 100-300m) et les zones de bordure orientale et sud-ouest.

**- L'Aptien** est un bon repère lithologique dans les sondages. Il est représenté dans la grande partie du Bas-Sahara, par 20 à 30 m en moyenne, de dolomies alternant avec des lits d'anhydrite, d'argiles et de lignite (sédimentation lagunaire). Cette barre dolomitique aptienne passe latéralement vers le Sud, à des argiles rouges et sableuses et vers le nord, à des argiles grises, vertes et beiges. Les formations gréseuses de l'Aptien se localisent sur les bordures du bassin. Sur les confins atlasiques et vers le sud tunisien, la dolomie aptienne passe, latéralement sur une courte distance, à des calcaires à orbitolines et algues.

Dans l'ensemble, d'Aptien est caractérisé, dans le Sahara algérien, par une très grande homogénéité de faciès et d'épaisseur. Il semble coïncider avec un ralentissement des apports terrigènes et de la subsidence. C'est une période de stabilité de la plate-forme.

-**L'Albien** : est caractérisé par un retour massif de la sédimentation terrigène. Cet étage regroupe la masse des sables et argiles comprise entre la barre aptienne et l'horizon argileux sous-jacent attribué au Cénomaniens. L'Albien gréseux est formé de grès fins avec quelques intercalations carbonatées. Vers les bords du bassin (Tinrhert et Tademaït) les sédiments deviennent plus grossiers.

**I.5.2. 3. 2. Le Crétacé supérieur** : est constitué essentiellement de couches marines calcaires et dolomitiques. Il est essentiellement constitué par:

Le Cénomaniens argileux dans le Tinrhert et le Bas-Sahara. Le Cénomaniens supérieur et le Turonien sont calcaires. Ces formations contiennent généralement de l'eau salée. Le *Sénonien* inférieur à sédimentation lagunaire caractérisé par des formations argileuses et salifères à anhydrite et sel gemme ; le *Sénonien carbonaté* constitué de calcaires et dolomies avec quelques alternances argileuses. Cette formation se termine avec la sédimentation calcaire du Maestrichtien qui se poursuit jusque dans l'Eocène qui constitue le dernier épisode marin du Sahara algérien ;(Slumani A ; 2013).

### **I.5.3. Le Cénozoïque:**

Représenté par les formations des Hamadas à faciès essentiellement carbonaté associé à des grès et des argiles. Ces formations d'origine continentale et lacustre affleurent dans presque tout le territoire sud-ouest de la plate-forme saharienne où elle recouvre les formations paléozoïques (Hamada du Draâ). Les dépôts sont attribués au Pliocène (Gevin,1960).



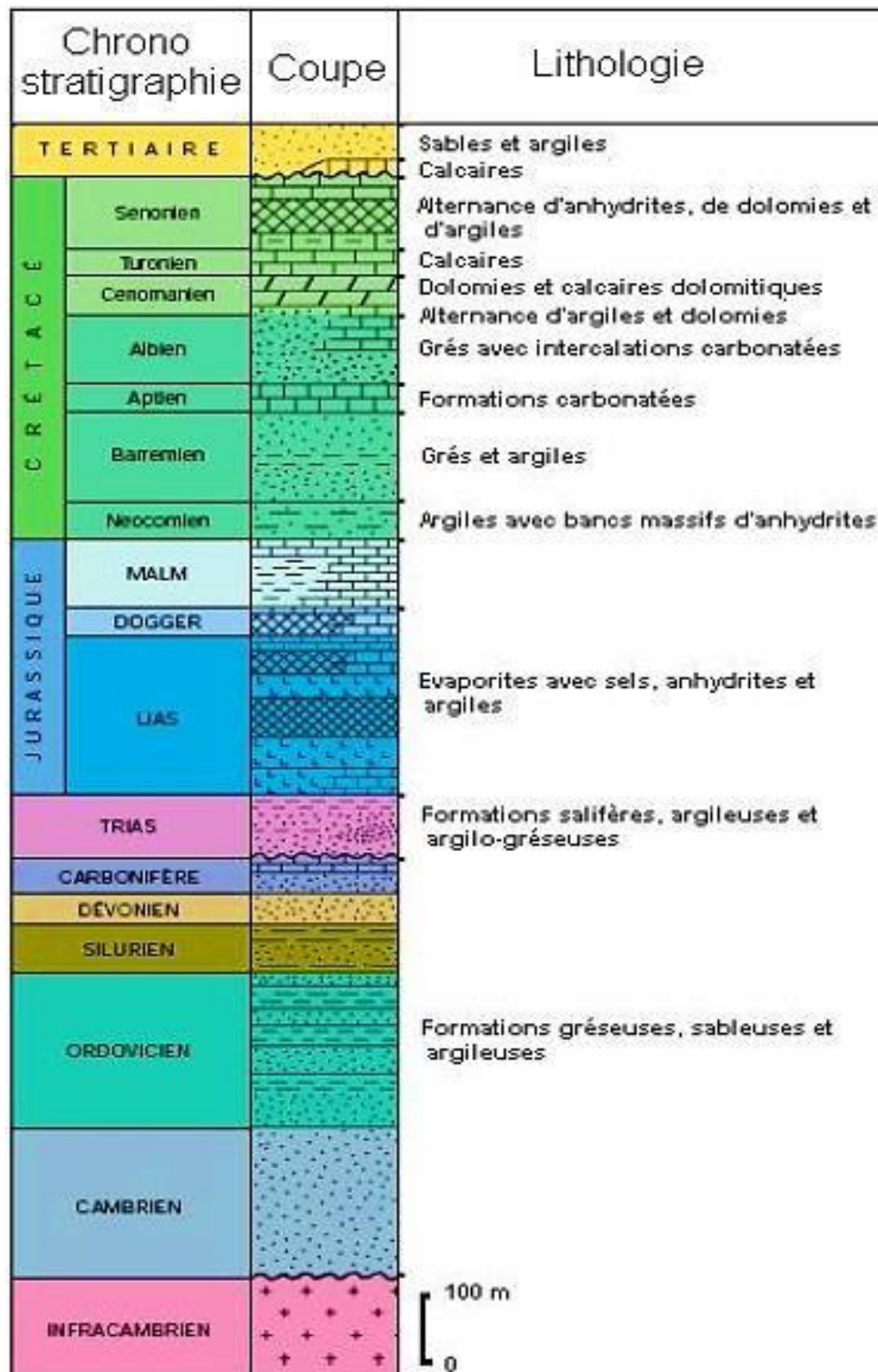


Figure.3 : colons stratigraphies de la plate-forme saharienne (WEC 2008)

## **I.6.Limitation des bassins de la plate forme saharienne:**

Elle est située au sud de l'Algérie alpine et appartient au craton nord-africain. Elle comprend un socle précambrien sur lequel repose en discordance une puissante couverture sédimentaire, structurée au paléozoïque en plusieurs bassins séparés par des zones hautes. On distingue d'ouest en est :

Les bassins de Tindouf et de Règgane situés sur les bordures nord et nord-est du bouclier Réguibat. La couverture sédimentaire atteindrait 8000m dans le bassin de Tindouf et 6500 m dans celui de Règgane. Dans cette zone peu explorée, les formations paléozoïques pourraient se révéler à hydrocarbures liquides et gazeux.

Le bassin de Béchar limité au nord par le haut atlas, au sud et l'ouest par la chaîne d'Ougarta. Sa couverture sédimentaire atteindrait 8000 m. Les réservoirs se trouvent dans le détritique paléozoïque inférieur et les récifs carbonifères.

Le bassin de l'Ahnet-Timimoun limité au nord par le haut fond d'oued Namous, à l'ouest par la chaîne d'Ougarta. Au Sud par le bouclier touareg et à l'est par la dorsale d'Idjerane-M'zab. La couverture serait en moyenne de 4000 m. Dans le sud, les réservoirs ordoviciens et dévoniens inférieur sont gazifières. Au nord, dans la cuvette de Sbaâ, de l'huile a été découverte dans la totalité du paléozoïque.

Les bassins Mouydir et de l'Aguemour-Oued Mya sont limités à l'Ouest par la dorsale d'Idjerane-M'zab et à l'Est par la dorsale Amguid-el-Biod. Au Sud, les sédiments paléozoïques affleurent dans le mouydir. Au Nord, dans la dépression d'Aguemour-Oued Mya, comblée par une puissante série paléozoïque et méso-cénozoïque (5000m à oued Mya), d'importants gisements ont été mis en évidence dans le cambrien (hassi Messaoud) et le trias(Hassir'mel).



## I.7.Tectonique

### I.7.1.Tectonique cassante

L'histoire géologique de l'Algérie s'inscrit dans une longue évolution géodynamique. Dans son état actuel, l'Afrique du Nord correspond à une zone ayant subi plusieurs phases de déformation et de sédimentation depuis le Précambrien (Figure 5). La géologie de la partie septentrionale de l'Algérie est marquée par l'empreinte de l'orogène alpin (domaine tellien et atlasique). Le linéament majeur du pays correspond à la flexure sud-atlasique qui sépare l'Algérie alpine au Nord de la plate-forme saharienne au Sud, constituée pour l'essentiel de terrains du Précambrien et du Paléozoïque. Cette plate-forme a peu évolué depuis la fin du Paléozoïque et correspond de facto à un domaine cratonique relativement stable (Fabre, 1976 ; Coward et Ries, 2003).

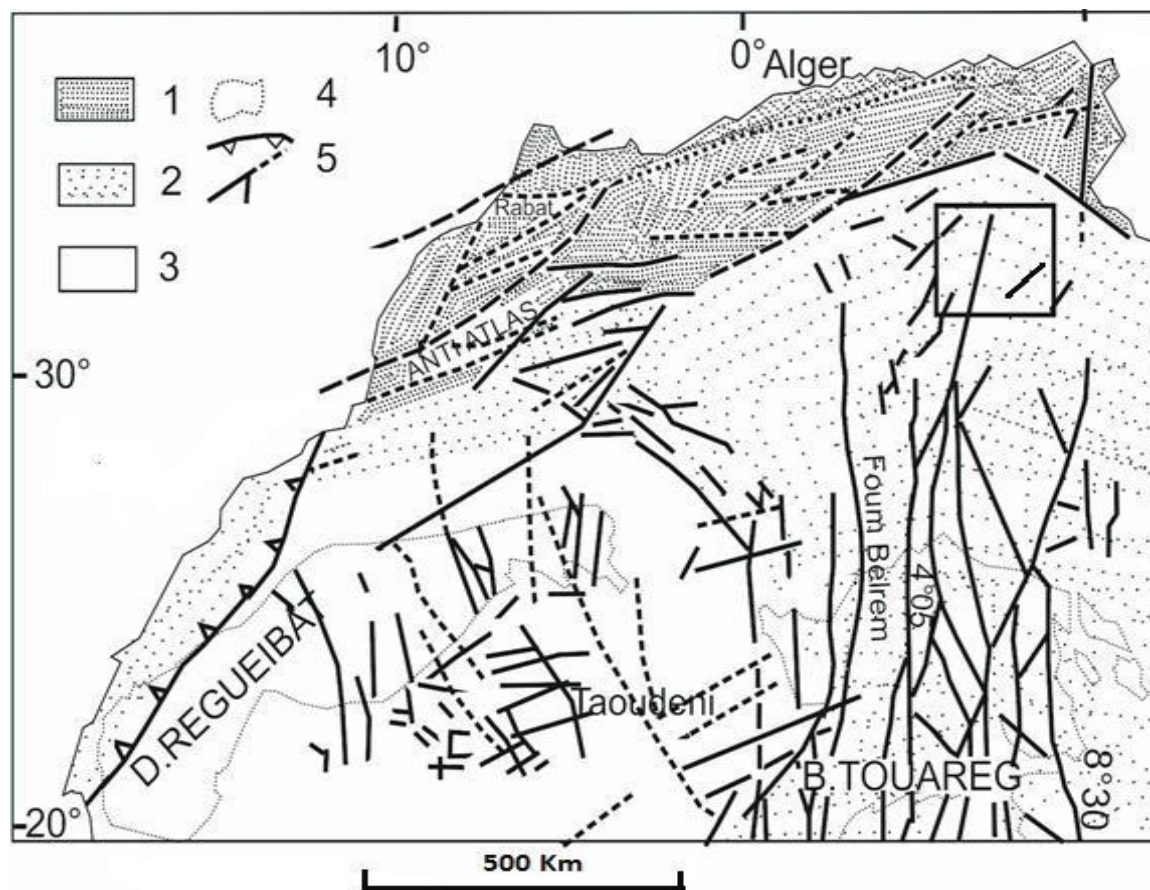


Figure.5 : Les grandes provinces et les grandes fractures au Sahara central et occidental d'après Fabre (1976). Modifiée

### I.7.2.L'orogénèse

Dans son ensemble, la dépression de l'Oued M'ya est le résultat de mouvements compressifs N0-SE et N-S du Mésozoïque et du Cénozoïque ainsi que de la réactivation à partir du Sénonien d'anciens accidents tectoniques hercyniens. Cette dépression a constitué plus tard un milieu favorable pour le dépôt des formations néogènes et quaternaires du bas Sahara (Aliev, 1972).

La phase hercynienne a structuré les formations du Paléozoïque (Dévonien à Permien) et même les plus anciennes (Cambro-ordoviciennes) en selle (mole) et dépression (mouvements distensifs et compressifs), suivi de mouvements post-triasiques (Tableau 02). Un évènement capital intervient à la fin du Trias, la région septentrionale, occupée jusque-là par la fosse de Berbérie, voit se former les chaînes atlasiques par surrection de sédiments subissant des poussées venant du Nord (Monts des Ouled Nail, Massif des Aurès et Monts des Nememcha).

Le contrecoup de l'orogénèse atlasique sur le socle saharien est à l'origine de l'apparition de déformations à grand rayon de courbure. Les calcaires crétacés du M'za sont transformés en antiforme, ceux du Tademaït en cuvette (syncliforme). Au Sud, l'axe Amguid-El Biod s'effondre pour faire place à un axe synclinal méridien qui se poursuit jusqu'aux Aurès. Des axes secondaires apparaissent çà et là : citons la ride anticlinale NO-SE de Messad-Touggourt et la ride Sud parallèle passant au Nord de Guerrara. Elle se prolonge vers l'Est par la ride Hassi Messaoud-frontière tunisienne. La ride anticlinale, EO, de Tozeur prolongée vers l'Ouest par plusieurs branches ; la ride de Sidi Rached et celle de Sidi Khelil dans l'Oued Righ. L'ondulation de Stil (petit plissement de faible étendue) au Nord-Ouest du chott Mérouane. Ainsi, le choc de la surrection atlasique semble avoir fait naître des ondes concentriques sur la couverture sédimentaire du socle saharien autour de la fosse créée au pied des Aurès (Bel et Dermagne., 1966).

La tectonique atlasique a également d'autres conséquences, les bancs rigides de la couverture sédimentaire saharienne, celui du Turonien et celui du Sénonien et de l'Éocène, sont affectés par des diaclases nombreuses, des fractures et même des failles. D'importantes pertes de boue ayant été constatées lors des forages, il n'est pas impossible qu'une karstification se soit développée à la faveur de ces fractures, avant leur recouvrement par les formations du Continental terminal (Busson, 1970).

**Tableau 2 : Tableau résumant l'ensemble des événements tectoniques et sédimentaires, au niveau de la plate-forme saharienne (Makhous et Galuskin., 2003).**

<b>Temps ~ (Ma)</b>	<b>Eléments tectoniques</b>	<b>Mouvements tectoniques</b>	<b>Transgression/ Régression</b>	<b>Type de sédimentation</b>
235 – 210 <b>(Trias)</b>	Bassins d'est et du nord	Subsidence	Transg/reg	Evaporites (de lagon, détritiques)
210 – 145 <b>(Jurassique)</b>	Bassins	Subsidence, soulèvement mineur	Reg/transg	Evaporites (de lagon, détritiques)
145 – 65 <b>(Crétacé)</b>	Bassins d'est et du centre	Subsidence, soulèvement Mineur	Reg/transg	Carbonates, évaporiteset Détritique
65 – 3 <b>(Tertiaire)</b>	Bassin d'Est	Subsidence/Orog alpine	Transg/reg	Détritique, carbonates

## II. Situation géographique de Ghardaïa

La wilaya de Ghardaïa (Figure 6) se situe en Algérie, dans le Nord du Sahara (partie centrale). Elle est limitée au Nord par les wilayas de Djelfa et Laghouat, au Sud par celle de Tamanrasset, à l'Ouest par celles d'El Bayadh et d'Adrar, et à l'Est par celle d'Ouargla.

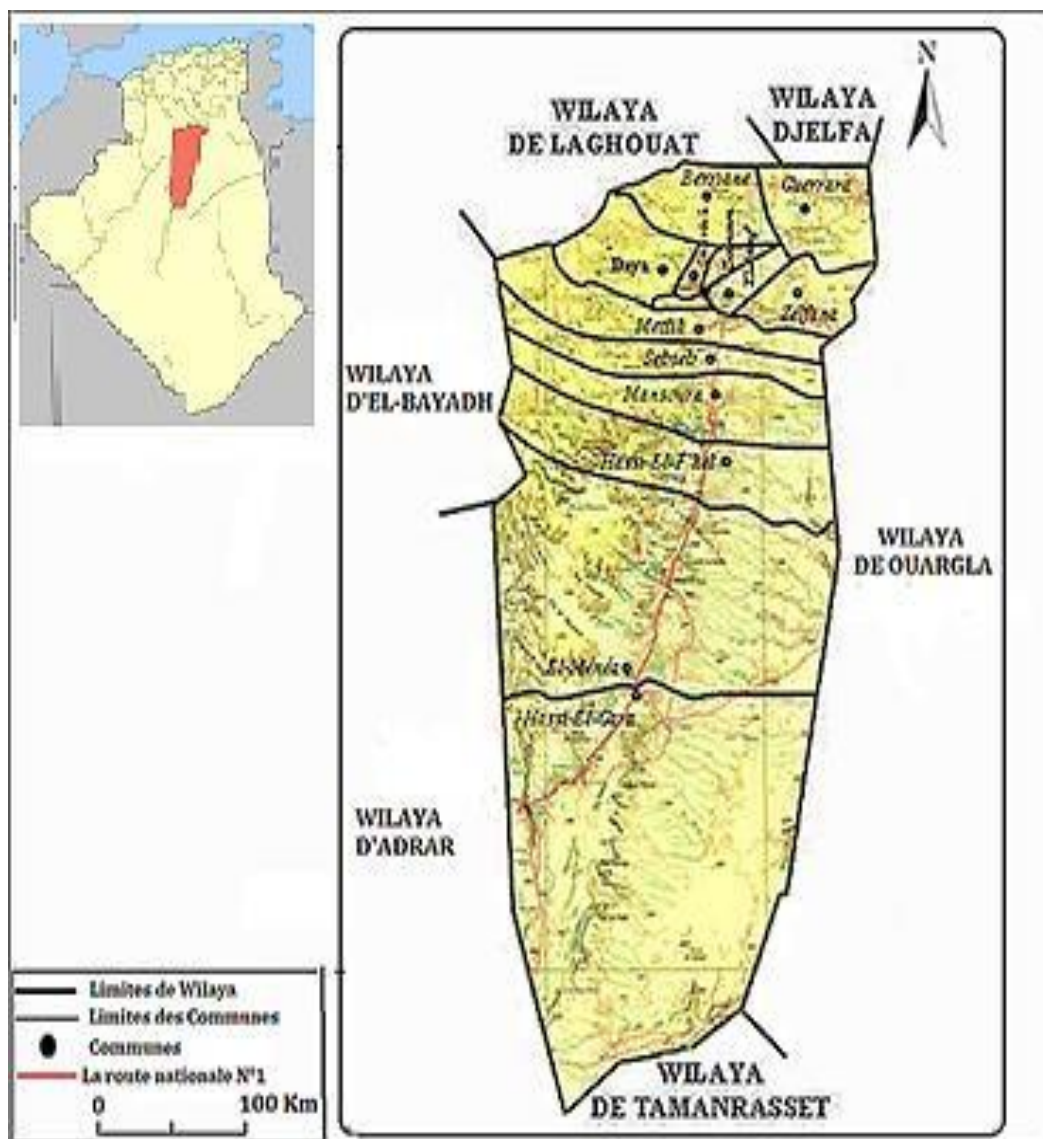


Figure.6 : Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa d'après Kouzmine(2003)

### III. Situation géographique de la zone d'étude

La carrière Ghours Eddebs se trouve au Sahara septentrional. Elle est située à 633 km de la mer méditerranéenne, elle appartient au bassin versant saharien, elle se trouve à 33 Km chef lieu de la wilaya de Ghardaïa, et 15 km de commune Metlili.

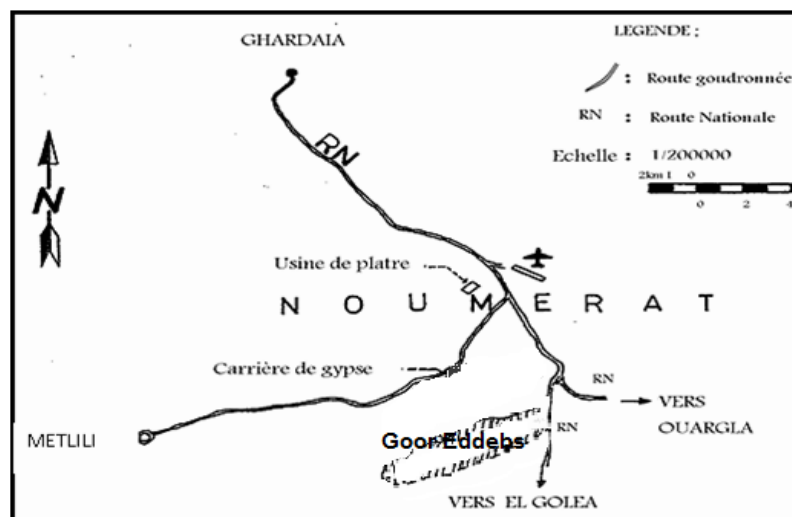
Metlili est une daïra de wilaya de Ghardaïa, elle est limitée au nord par la commune de Bounaoura, à l'Est on trouve le wilaya Ouargla, au Sud on a la commune de Sebseb et à l'Ouest le wilaya El-Bayadh.

Les coordonnées géographiques de **Ghours Eddebs**

(Fig. 7) sont : Latitude X = 32 14 23 Nord

Longitude Y= 3 42 06 48 Est

Z= 550 m



**Figure.7: Situation géographique de secteur d'étude**

Gours eddebs se trouve à 15 km de la commune de Metlili Nord-Est, et 33 Km de Ghardaïa au Sud-Est, s'installe sur l'extrême Est de Chebkha de dorsale Mzab, l'altitude des Ghours Eddebs est d'ordre 500 m.



---

## IV. Géologie régionale

Le Sahara est, bien plus que tous les autres déserts du monde, un pays à l'échelle des phénomènes géologiques, de l'échelle locale à celle du continent : structures tectoniques, phénomènes sédimentaires, glaciations, etc. (Fabre. 2005).

D'après Fabre (2005) le paléozoïque du Sahara centrale est subit des variation climatique et tectonique montré par des auteurs basé sur des donnés des sondage pétrolier au début le Cambrien se déposé sur un socle précambrien métamorphique par des grés, suivi par transgression généralisé au Ordovicien, a la fin la région subit une glaciation généralisé, les faciès Silurien de Sahara présente par des argiles riche en matière organique (block shales) liée un la remonte de la mer, le Dévonien marqué par des sables arrivent sur un mer qui s'étale au sud, la faune benthique s'appelle (ancien monde). Au Permo-Carbonifère s'installent un régime marin et continentale, et la formation de la chaîne hercynienne

Au mésozoïque la région du Sahara occidental et central selon Fabre (2005) subit trois épisodes.

1- La finition d'une pénéplaine. Un vaste golfe peu profond et des lagunes couvrent le bas Sahara. Des argiles, du sel, de l'anhydrite s'y dépose tandis qu'à l'Ouest s'empilent des coulées de basalte, issues de quelques grands centres volcaniques, au Maroc, à Taoudenni, à Fersiga, dans le Hodh.

2- L'atlantique nord s'ouvre devant l'ouest africain. Des bombements et des fossés se créent. D'épaisses nappes de sables et d'argiles se sédimentent sur le Sahara central. C'est ce que l'on appelle le continental intercalaire. Il semble que sur le craton ouest africain où l'érosion dissout et déblaie les trappes basaltiques, rien ne se dépose sauf dans quelques fossés.

3- Une double inondation, au début et à la fin du crétacé supérieur, venue de la Téthys, gagne le sud du Sahara, isolant quelques grandes îles comme le Hoggar.

### IV.1. Paléogéographique

La région Metlili connue plusieurs fluctuations de niveau d'eau selon le climat qui règne en général le nord d'Afrique aux cours des ères géologique :

Selon BUSSON le Sahara à reconnue plusieurs régime soit continental à l'Ordovicien on a une période d'érosion fluviale suivi par une mer peu profonde, et à la fin

de l'ordovicien une calotte glaciaire et d'un désert froid. Au Dévonien une nouvelle transgression marine marque par des argiles. Au carbonifère survient une nouvelle transgression, s'avancant très loin vers le sud apportant des faunes riches de vertèbres et de poissons, et dans les zones les moins profondes des récifs à Stromatolithes. Le Carbonifère souligne un retraitement de la mer, ensuite à la fin de primaire le Sahara continue sa lente remontée vers le nord et au trias

inférieur il est au voisinage de l'équateur.

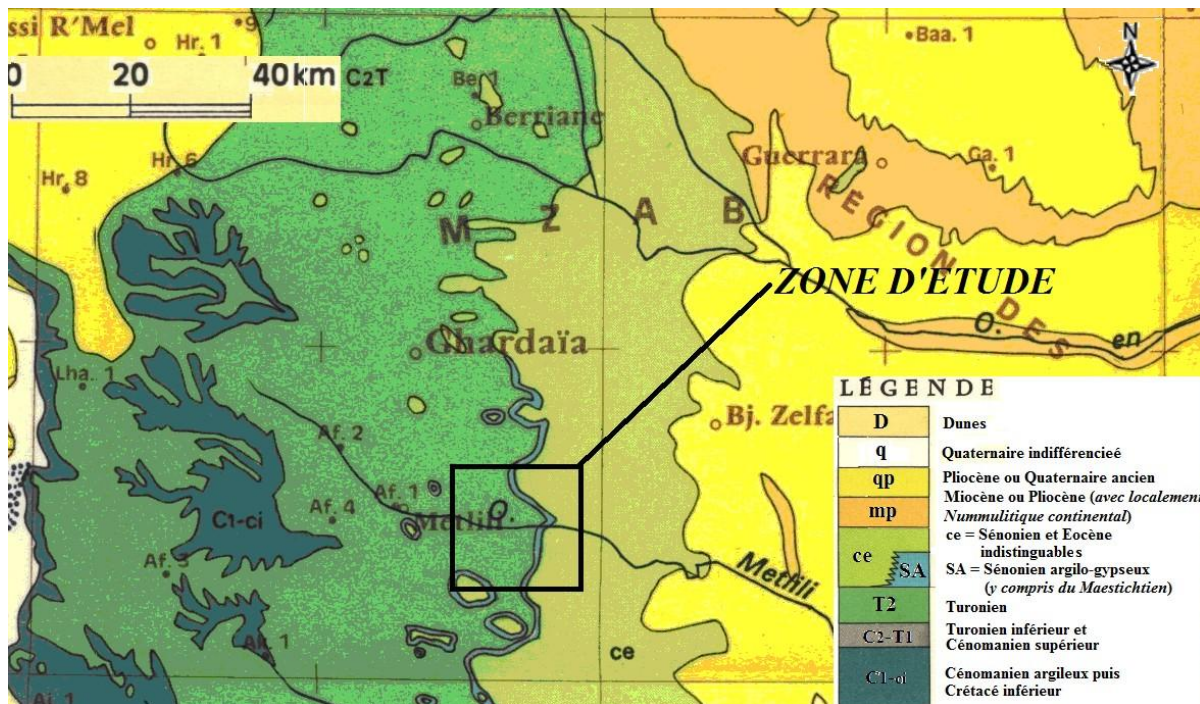
Pendant tout le début du secondaire, du trias au jurassique, le Sahara est presque totalement émergé constituant une pénéplaine rigide aux reliefs peu importants, gardant cependant d'importantes lagunes et des lacs. Les bancs de sels massifs, les anhydrites et diverses évaporites qu'on rencontre un peu partout dans la cuvette du Nord-Sahara datent de cette époque (Dubost, 2003).

Au cours de l'Eocène des événements tectoniques importants vont donner au Sahara son visage définitif. A la fin de l'Eocène on a un panacher des grands ergs occidental et oriental et de part et d'autre de la dorsale mozabite.

Le période quaternaire s'ouvre sur une phase plutôt humide installée à fin du tertiaire et qui va durer un bon million d'années.

## **V La géologie de la zone d'étude**

Les terrains secondaires caractérisent la région Metlili, un flanc Est de la dorsal M'zab un ensemble des réseaux hydrographique et des butes témoins ou des gours reflète un période de changement de faciès de l'ouest à l'est et aussi de sud vers le nord. Ces couches d'âge crétacé ont marqués par des petits garas, et des oueds tel que Oued Sebseb, Metlili, et M'zab au nord.



**Figure.8. extrait de la carte géologique du bassin mésozoïque du Sahara Algéro-Tunisien, région Metlili, (BUSSON, 1967)**

Les terrains de la région Metlili sont étudiés par plusieurs auteurs, et basé sur la description directe des affleurements et les analyses des sondages faits par BUSSON. D'après la carte géologique faite par Busson (figure. 11), les terrains sont d'âge secondaire repartie par un terrain d'âge crétacé inférieur (Ci), et céno-manien argileux (C1) à l'Ouest détermine une phase humide, les terrains de céno-manien supérieur et le turonien (C2T) se trouvent au Nord Est de zone d'étude et le sud d'une faciès calcaire, le sénonien (SA) affleure dans la région d'une simple zone commence à l'est de Ghardaïa et devenue important à partir de Hassi Fahl vers le sud d'une faciès argilo.gypseux, vers l'est on a des terrains de sénonien et éocène indistinguable (ce) et des terrains pliocène ou quaternaires (qp) affleures à partir de Zelfana, vers le Nord au Guerrera se localise des terrains d'âge miocène ou pliocène( mp) caractérisé localement.

D'après le schéma de la répartition des faciès du céno-manien au Sahara septentrional et au Maghreb d'après Busson (1971), on distingue que la région de zone d'étude est marquée par une faciès argile à gypse devient vers l'ouest argile rouge

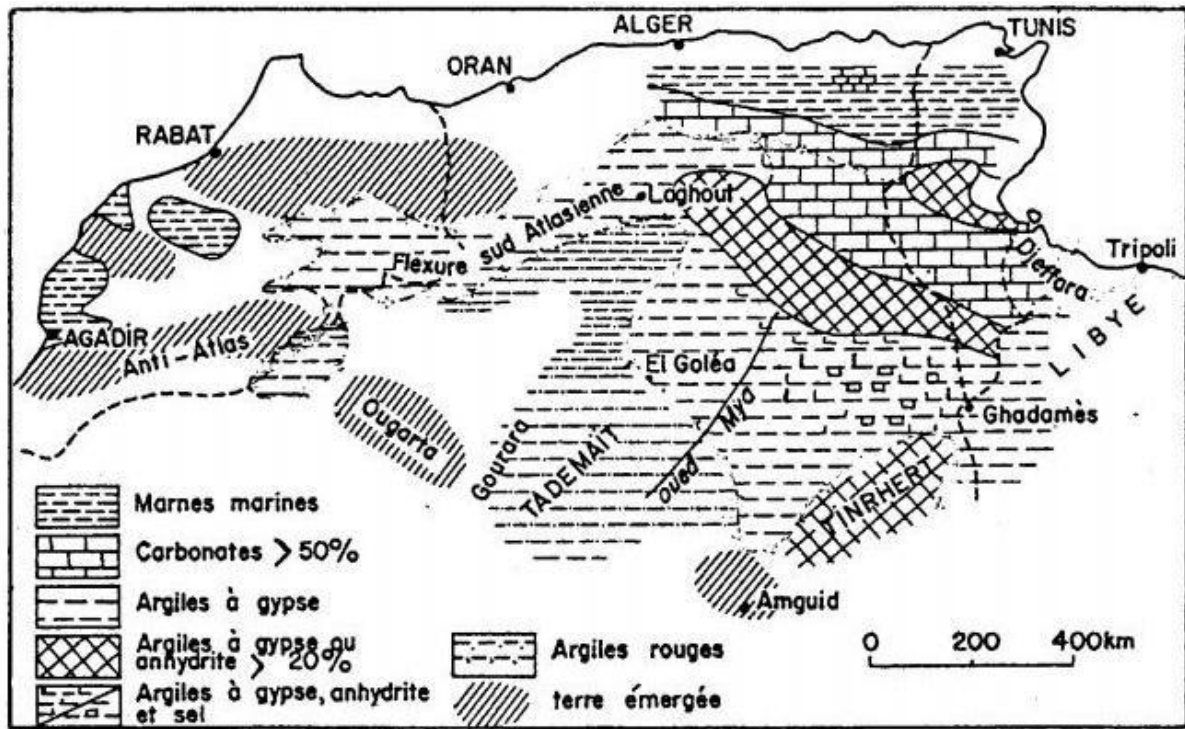


Figure 9. Schéma de la répartition des faciès du cénoomanien au Sahara septentrional et au Maghreb d'après Busson (1971) simplifié.

# Chapitre II

## Etude lithostratigraphique

## I.1 Introduction

Ce chapitre présente une étude descriptive de la succession litho-stratigraphique du Crétacé supérieur (Sénonien) de la région de Metlili .

L'étude a été basée essentiellement sur la lithologie, la couleur et la stratification des couches.

La région de Metlili ensemble de travaux de recherches qui analysent les caractéristiques physique, chimique et minéralogique sont :

Boyadgiv (1974) conclue que la raison principalement de l'accumulation du gypse dans les sols est due à la précipitation du gypse provenant des sels contenus dans la nappe aquifère et dans les ruissellements, a la suite d'une évaporation intense (FAO, 1990).

Selon DEKKICHE(1974) la formation des horions gypsique des sols résulte de la proximité d'un substrat enrichi en gypse oblige a un dépôt massif, le gypse solubilise est transporté sur de faible distance durant les dernière pluviaux.

Les hypothèses et les théories expliquant la genèse des accumulations gypseuses son divers.

D'après HALITIME(1988) plusieurs hypothèses ont été avancées selon les conditions morpho-géochimiques. Les plus importantes sont d'origine phréatique, éolienne et lagunaire et colluvionnaire.

## I.2 Description litho-stratigraphique

La région de Metlili est constituée par les sédiments de l'âge Turonien et du Cénomaniens, et se caractérise par une stratification horizontale et subhorizontale avec un pendage de 5° vers l'Ouest. D'après la SONAREM le Turonien est représenté exclusivement par les roches carbonatées : calcaire, calcaire à silex et dolomies.

Le Cénomaniens est représenté par les formations marines et continentales argileuses, carbonatées à gypse.

### Niveau 1

Le niveau inférieur des roches sédimentaires a été étudié dans les affleurements et par les sondages, la synthèse des données a permis d'établir la succession litho stratigraphique suivante, de haut en bas:

- Calcaire dolomitique conglomératique, épaisseur inconnue.
- Dolomie et calcaire dolomitique stratifiée gris, épaisseur 2m.
- Brèche conglomératique rouge, épaisseur 3m.

- Dolomie finement stratifiée ou calcaire dolomitique, épaisseur 0,1 en 0,5m.
- Dolomie poreuse à cavités irrégulières

### Niveau 2

Le niveau gypso-argileux est composé d'argiles versicolores, de gypse et de gypse argileux. La puissance de ce niveau est de 15 à 26 m, ses affleurements bordent les versants des collines sous la forme de bandes larges de 5 à 100 m, la partie supérieure de ce niveau est constituée d'argiles versicolores d'une puissance de 6m.

### Niveau 3

Le niveau supérieur représente des dolomies, de calcaires dolomitiques, de calcaires et de calcaires à coquilles.

D'après le rapport de la SONAREM susmentionné, le niveau inférieur (1) et le niveau gypso-argileux (2) sont rapportés au Cénomaniens (cn) et le niveau supérieur (3) des roches carbonatées est rapporté au Turonien (ct). Les dépôts quaternaires comprennent l'alluvion des oueds et les sables éoliens.

Le gisement de gypse de Mtlili est attribué à la formation sédimentaire à stratification horizontale des couches de faible puissance.



**Figure.10 : la composition lithologique de secteur d'étude (Metlili)**

La coupe litho-stratigraphique de notre secteur (Figure 9) montre une épaisseur d'environ 64m. Elle comprend deux ensembles principaux, matérialisés par une alternance gypso-marneux à la partie basale et une série carbonatée sommitale.

**a- Ensemble N°1: (26m)**

Il est représenté par une alternance de gypse massif, d'argile et de marne versicolores à passage de couches calcaire.

Cet ensemble est divisé en trois(03)parties semblables qui superposent. Chaque de ces partie ce compose de trois aux quatre termes (Gypse, Argile gypsifère, Marne argileuse et Calcaire marno-argileuse).



**b- Ensemble N°2: (14m)**

Cette série carbonatée d'épaisseur environ 38m est représentée par deux termes principaux de calcaires et calcaires dolomitiques.

➤ Les calcaires sont caractérisés depuis la base jusqu'au sommet par : des calcaires à niveaux lumachellique, des calcaires à bioturbation et des calcaires stromatolithique.

➤ Les calcaires dolomitiques sont de couleur beigeâtre surmontent toujours les calcaires précédents et parfois sont aussi stromatolithique.

Cette série carbonatée présente au sommet une altération dia-génétique donnant des calcaires noduleux dont le processus est facilité par la présence de diaclases ou casseurs provoqués par une altération physique de la roche au moment des changements importants de la température.

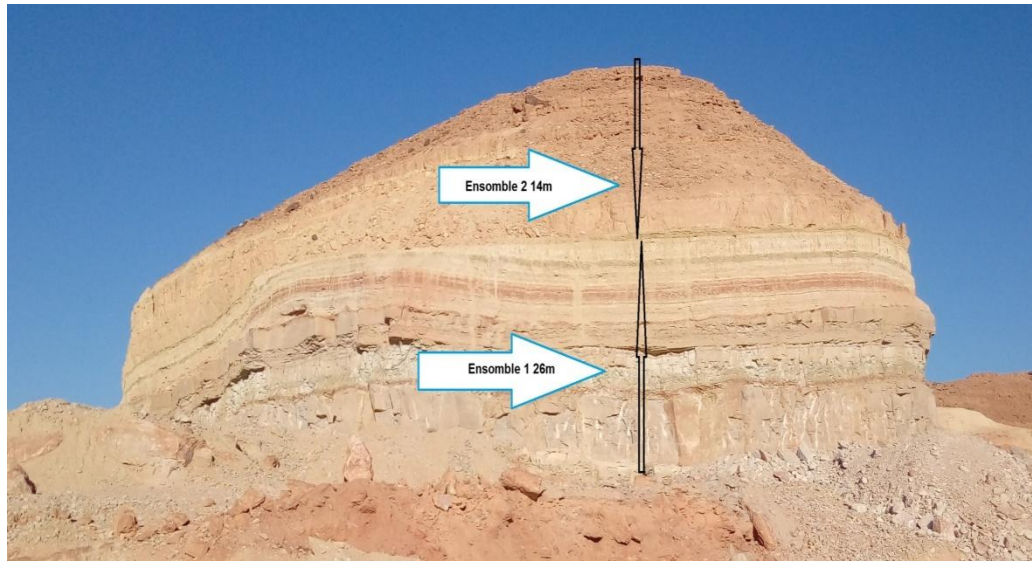


Figure.11 : Schéma représente les deux ensembles principaux

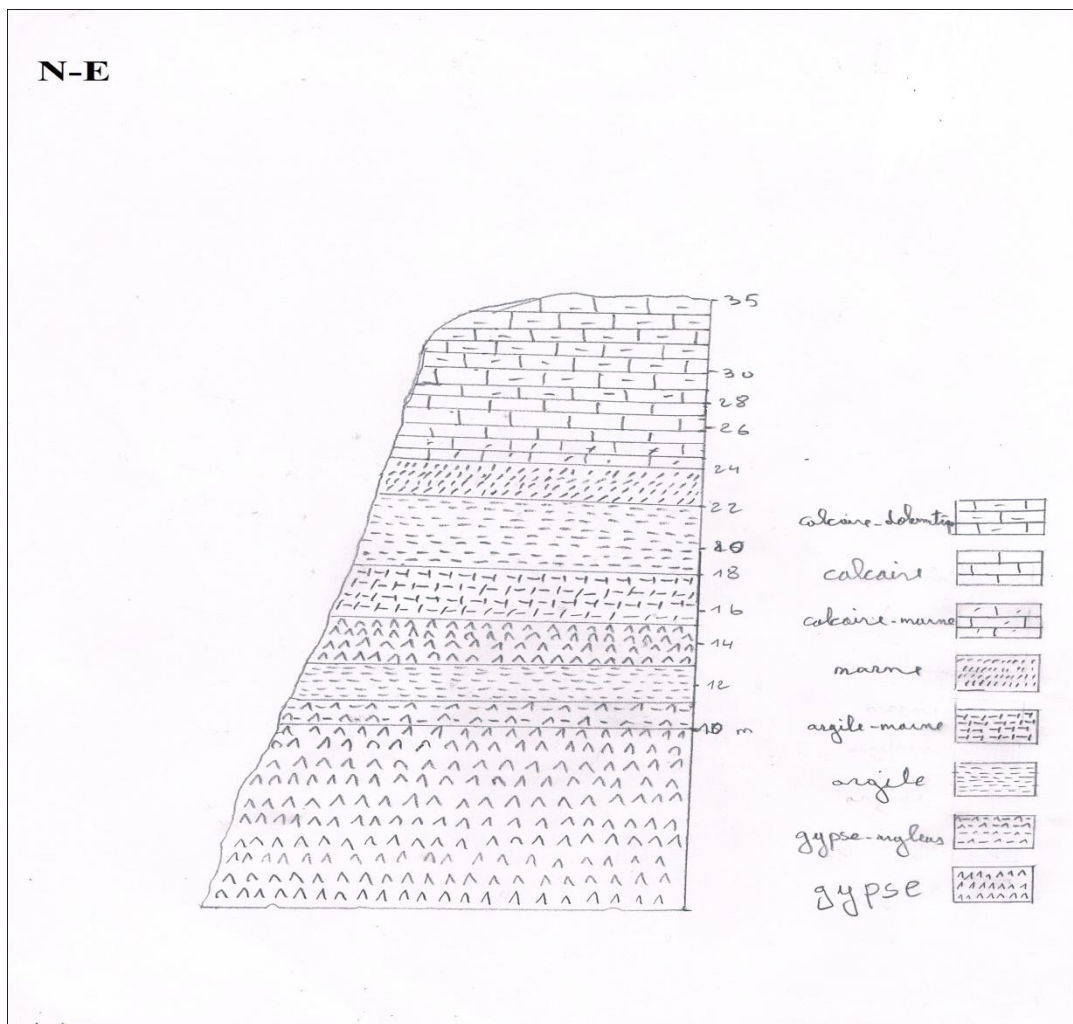


Figure. 12 : Coupe lithologique du secteur d'étude

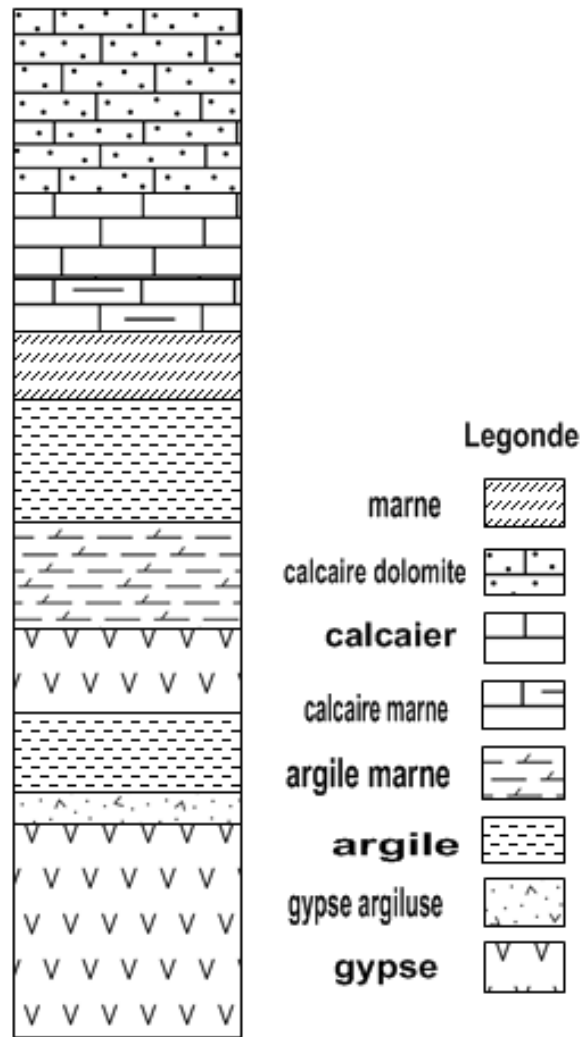


Figure.13 : Colonne litho-stratigraphique du secteur d'étude

### I.3 Structure géologique de gisement

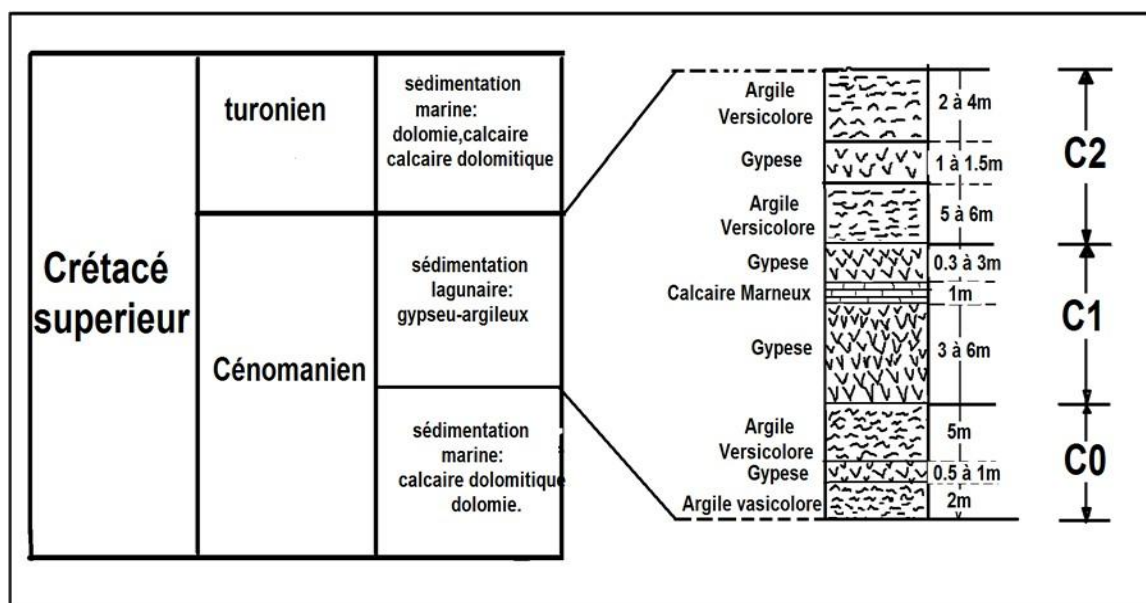
#### Litho stratigraphie de niveau 2 :

La série litho stratigraphique dans l'ensemble du gisement est signalée du haut en bas comme suite:

C2	}	-argile versicolore	2 à 4 m
		-gypse	1 à 1,5 m
		-argile multicolore	5 à 6 m
C1	}	-Gypse	0,3 à 3 m
		- Calcaire marneux	0,9 m
		-Gypse	3 à 6 m
C0	}	- argile multicolore	5 m
		- gypse	0,5 à 1
		-argile multicolore	2 m

Les couches gypsifères sont marquées de la manière suivante : C0, C1, C2.

La puissance moyenne de l'assise gypso-argileuse est de (15 26m).



**Figure.14 : La litho-stratigraphie de Metlili**

#### I.4 - Structures et formations

Les dépôts Turonien et Cénomaniens encaissant le gisement de Metlili reposent presque horizontalement. Une telle stratification est observée sur l'étendue d'une dizaine de kilomètres. L'écart ne dépasse pas 2 à 5°.

Il est à constater que le gypse est absent sous les affaissements en question. Il est probablement de supposer que ces affaissements sont dus à la lixiviation du gypse, d'autant plus que les amplitudes de ceux-ci sont comparables à l'épaisseur de l'assise gypsifère. Cependant, l'absence du gypse dans un tel ou tel endroit du niveau n'entraîne pas nécessairement les affaissements des roches susmentionnées.

On observe souvent la tectonique disjonctive manifestant dans la dislocation des couches (le long des fissures dressantes) de 2 à 10 m.

Le gisement du gypse de Metlili est attribué à la formation sédimentaire à stratification horizontale des couches de faible puissance.

Les argiles forment des couches superposées versicolores, rouges, vertes- claires, jaunes. Ils sont plus au moins gypseux.

Les carottes de plusieurs sondages, et ainsi les carrières démontrent la structure plissée et rubanée du gypse. Le rubanement est dû à l'alternance de petites couches de gypse, de calcaire gypseux et de calcaire. Ces couches ont une épaisseur de 0,5 à 5 cm ayant la couleur gris-claire et jaunâtre.

Les intercalations de calcaire marneux au centre et/ou au contact des couches gypsifères, ont une couleur jaune et l'épaisseur est insignifiante.

Dans les couches gypsifères, ainsi que dans les argiles, dans les calcaires marneux et dans les dolomies, on trouve des filons de gypse de 1 mm à 5-10 cm, ont une stratification irrégulière mais avec un pendage raide. Les filons de gypse à structure fibreuse transversale sont, observés au contact des couches gypsifères et argileuses et entre ces dernières. Les fissures d'extension ouvertes sont souvent remplies d'argiles et des gros cristaux de gypses.

Dans les couches elle est remarquée la représentation des failles, déposée de la direction (NE-SW et NW-SE).

**I.5 Tectonique de la région de Metlili**

La carrière est marquée par une faible tectonique.

La première se manifeste dans des plis à faible amplitude, visibles quelques fois aux affleurements des couches de gypse et de l'encraissement.

Quant aux accidents tectoniques, failles et fissures, ils sont surtout observés dans la couche C1 et dans les dolomies.

En conclusion, on peut affirmer que la carrière de Metlili n'a pas subi de contraintes tectoniques, une stratification subhorizontale des couches gypsifères et des roches encraissantes. La morphologie de la carrière de gypse est plus complexe par les tectoniques

# Chapitre III

## Etude Minéralogique

## I. Etude pétrographique

### I. 1 Introduction

Dans ce chapitre nous avons étudié les différents minéraux rencontrés dans les affleurements du gisement gypsifère de Metlili de Ghardaïa . On distingue : les minéraux silicatés , les minéraux carbonatés et surtout les minéraux sulfatés qui sont très riches dans ces affleurements et spécialement le gypse et l'anhydrite .

Dans notre étude on a commencé d'abord par une description macroscopique des différents minéraux puis une description microscopique à l'aide d'un microscope polarisant (Photo N°1)



Photo N°1 : Microscope polarisant

Pour une description correcte et complète des minéraux il faut avoir décrit les différents caractères optiques de ces minéraux en lumière naturelle ainsi qu'en lumière polarisée.

Ces caractères sont les suivants :

### I.2 Les caractères optiques :

#### I.2.1 En lumière polarisée non analysée (LPNA) :

##### a. Forme :

Les cristaux d'une roche doivent avoir une forme cristalline, soit des cristaux automorphes ceux qui ont des limites rectilignes en lame mince ; les cristaux xénomorphes ceux qui n'ont pas de limites rectilignes nettes et les cristaux subautomorphes ceux qui ont certaines limites rectilignes et d'autres courbés.



**b. Relief :**

propriété de certains minéraux , ayant un indice de réfraction très différent de celui des autres minéraux et du milieu de montage des lame minces , ont des contours nettement visibles en LPNA . ils se "détachent" du reste de la lame et paraissent ainsi en relief , cette caractéristique varie parfois avec la rotation du polariseur .

**c. Clivage :**

fragmentation d'un minéral selon des plans déterminés par sa structure atomique tridimensionnelle .

certaines minéraux possèdent des clivages parallèles à plusieurs plans . il existe alors un angle caractéristique entre ces plans .

**d. Pléochroïsme :**

variation de couleur suivant l'orientation du cristal par rapport au plan de polarisation de la lumière .

**I.2.2 En lumière polarisée analysée (LPA) :****a. Biréfringence:**

palette de couleurs obtenue lors de l'observation d'un minéral en LPA. l'échelle des couleurs est divisée en ordres :

**1<sup>er</sup> ordre** : couleurs peu vives , allant du blanc au gris et à l'orange terni .

**2<sup>ème</sup> ordre** : couleurs vives ; jaune , bleu et vert .

**3<sup>ème</sup> ordre** : couleurs pastel .

**b. Macles :**

figure obtenue par la juxtaposition de cristaux d'un même minéral orientés différemment .

macle simple (ou de Karlsbad ) : deux zones , possédant une extinction pour des angles différents .

macle polysynthétique : répétition de macle simple . apparaissant sous la forme de lamelles disposées parallèlement.

**c. Extinction :**

un minéral observé en LPA devient noir tous les  $90^\circ$  lorsque l'on tourne la platine entre polariseur et analyseur croisés . On dit qu'il s'éteint . l'angle d'extinction est mesuré entre une direction d'allongement du cristal (clivage ou arête ) et la position .

si, l'angle est nul, l'extinction est droite, sinon, elle est oblique. lorsqu'elle est inégale et progressive , on la dit roulante .

### I.3 La description macroscopique et microscopique des différents minéraux :

Les différents minéraux rencontrés dans les affleurements du gisement de Metlili sont les suivants :

#### **I.3.1 Les minéraux silicatés :**

##### **I.3.1.1 Les Quartz :**

Macroscopiquement, on voit des quartz de couleur gris noir prismatique de taille millimétriques à centimétriques.

Au microscope, le quartz a une couleur blanche légèrement grisâtre ou jaunâtre la taille et la forme sont très diversifiées on a des quartz automorphes et xénomorphe (fig.15)

Le quartz est une espèce minérale du groupe des silicates, sous-groupe des tectosilicates, composé de dioxyde de silicium, ou silice, de formule chimique  $\text{SiO}_2$ ,

Il se présente sous la forme ou bien de grands cristaux incolores, colorés ou fumés, ou bien de cristaux microscopiques d'aspect translucide.

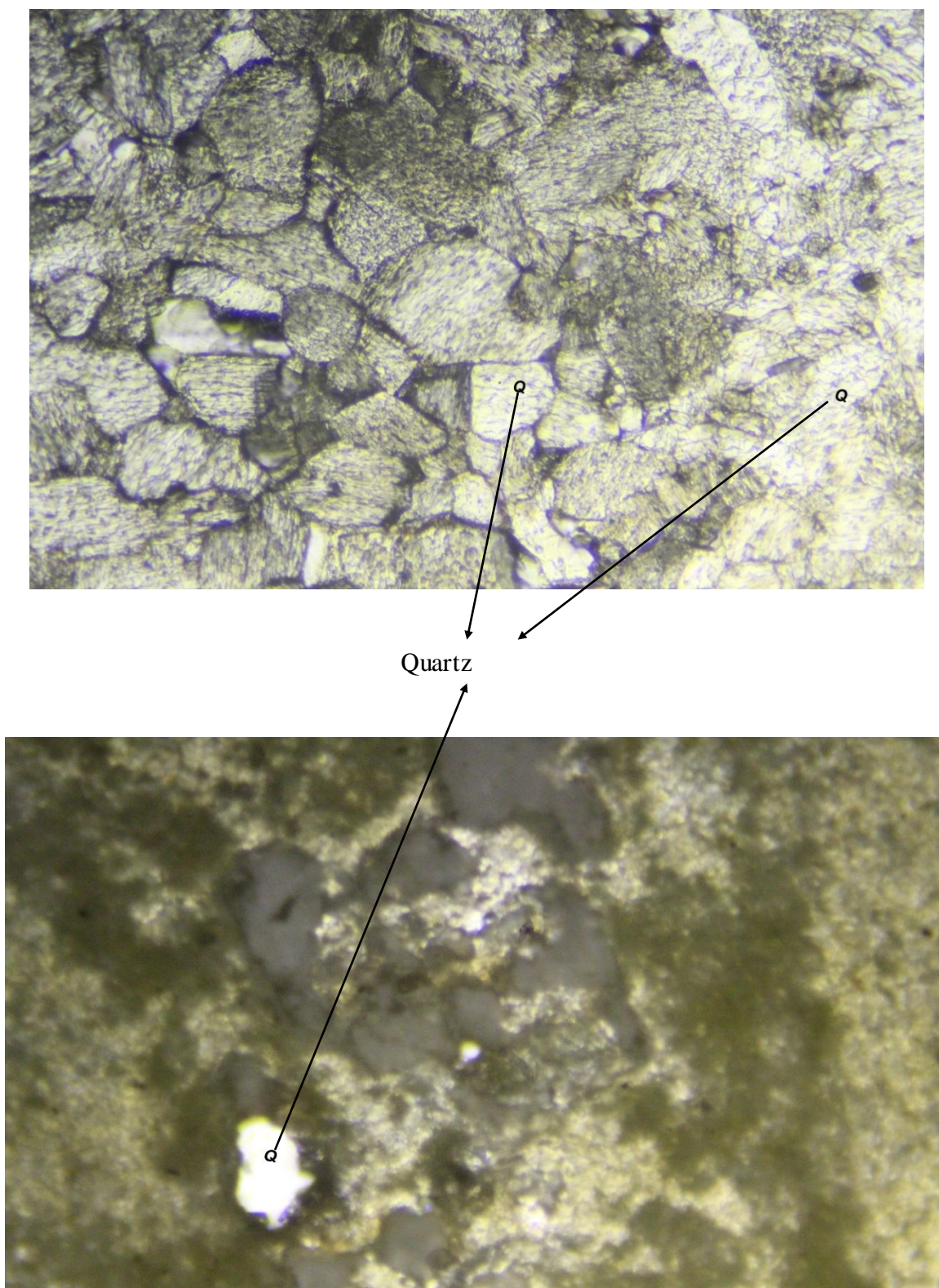


Figure.15 : Minéraux du quartz eu le texture grain stone (gx40)

### I.3.2 Les minéraux carbonatés

#### I.3.2.1 La calcite :

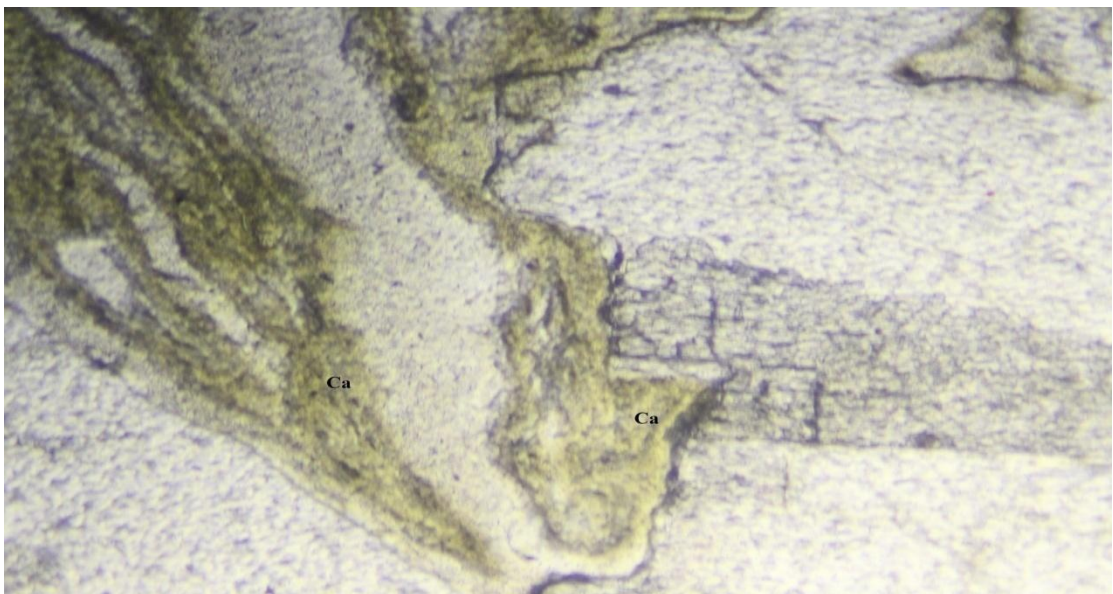
La calcite est le principale constituant des calcaire pour l'étude macroscopique de la roche carbonaté on utilisé le test le plus classique , suivant lequel la calcite se dissout avec effervescence dans l'acide chlorhydrique dilué .

Macroscopiquement la couleur de la roche est blanche , blanche jaunâtre.

Le minéraux carbonatés en particulier les calcite ont tous une biréfringence très élevé et leurs coloration pastel en LPA sont en dehors de l'échelle 18 .leur forte biréfringence est aussi responsable du changement de leur relief , lorsqu'on tourne la platine du microscope ou le polariseur (figure.16) .

La calcite est un minéral chimique ou biochimique (bio minéralisation) composé de carbonate naturel de calcium de formule  $\text{CaCO}_3$ , avec des traces de Mn, Fe, Zn, Co, Ba, Sr, Pb, Mg, Cu, Al, Ni, V, Cr, Mo. L'abondance des cations autres que le calcium explique la richesse des variétés décrites pour ce minéral.

Polymorphe de l'aragonite et de la vaterite, isostructurale avec la nitratine, et l'otavite, la calcite forme une série avec la rhodochrosite. Elle est souvent présente dans les roches carbonatées, dans une moindre mesure dans les roches métamorphiques et les météorites.



**Figure.16 Minéraux de calcite (gx40)**

**I.3.3 Les minéraux sulfatés :**

Ce sont les minéraux les plus abondant dans le secteur d'étude , ils sont représentés essentiellement par le gypse sous plusieurs formes, il est cependant plus abondant que l'anhydrite .

**I.3.3.1 Le gypse:**

Est l'élément le plus abondant, macroscopiquement; il se présente sous divers aspect : saccharoïde de couleur blanc laiteux , sous forme massive de couleur crème et aussi sous forme de paillettes .\*

Le gypse sous microscope apparait sous forme de lamelles, de baguettes allongées de couleur transparente limpide avec un relief assez prononcé, et des teintes de polarisation du troisième ordre vert vif (figure.17) .

Le gypse est un espèce minérale composée de sulfate dihydraté de calcium de formule  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Le mot gypse désigne ainsi à la fois un corps chimique composé minéral naturel et une roche évaporite majeure

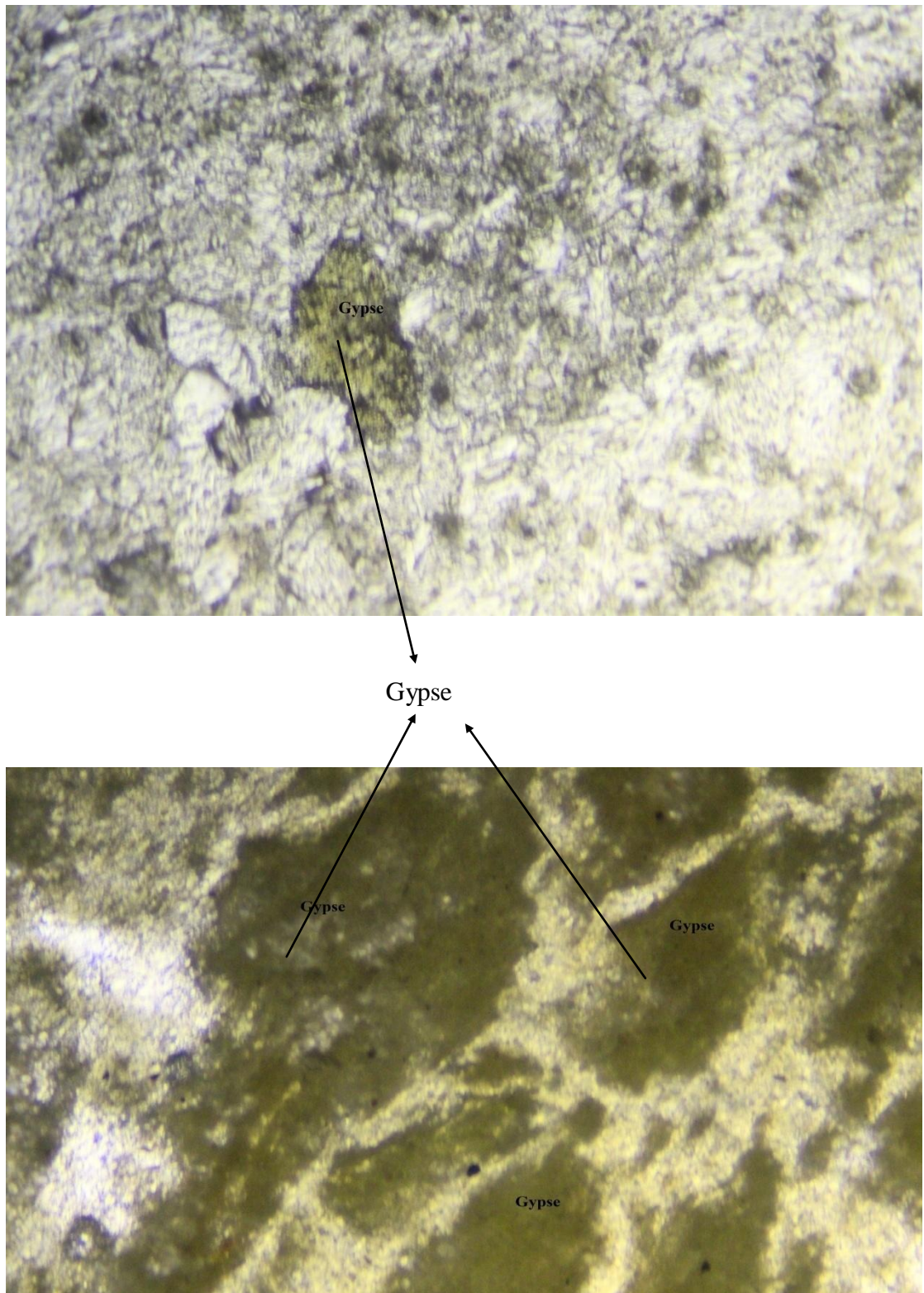
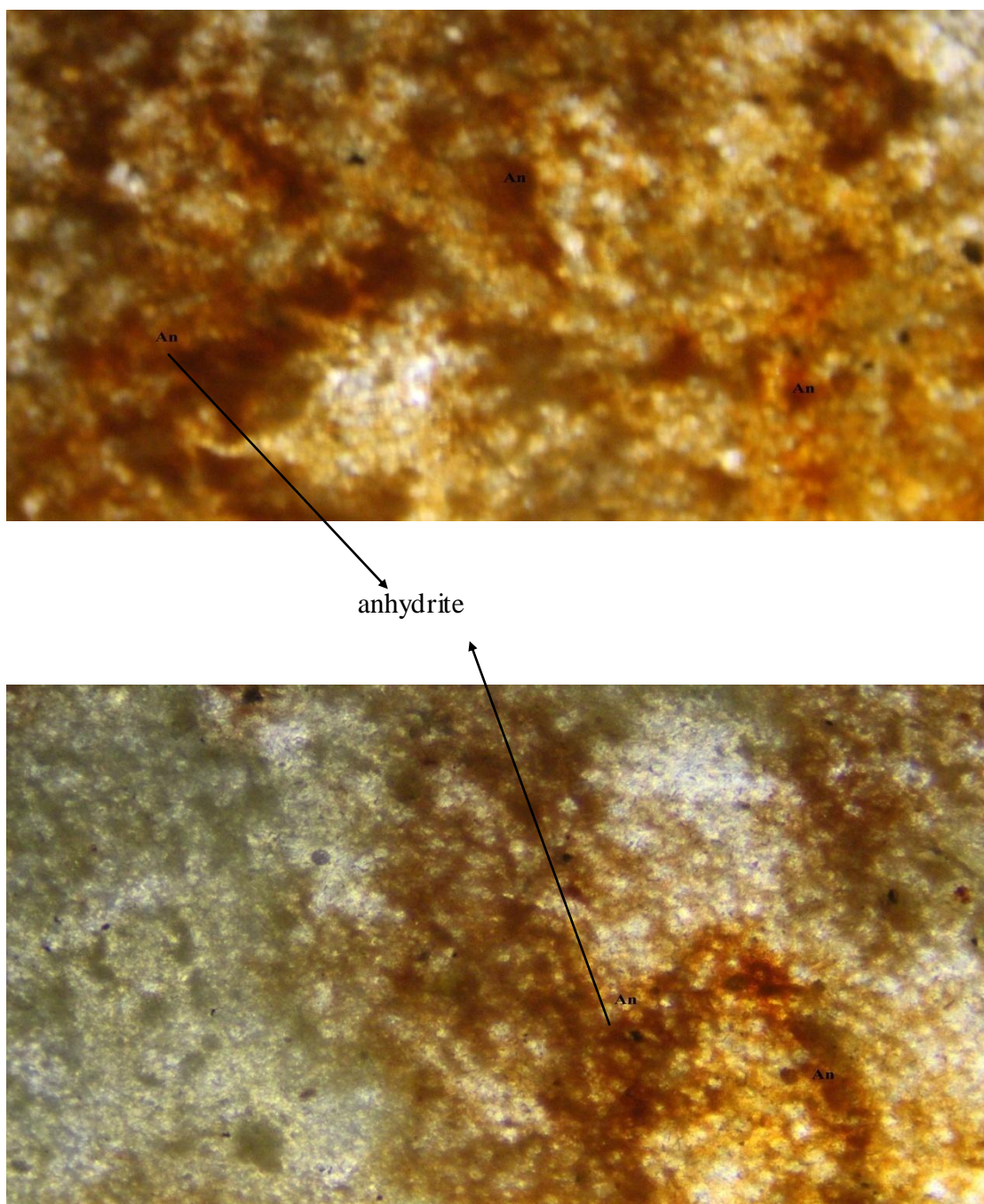


Figure 17 Minéraux de gypse eu tecture grain stone (gx40)

### I.3.3.2 L'anhydrite :

A l'affleurement l'anhydrite est faiblement présente, au microscope elle se présente en grains plus ou moins incolores de relief élevé, en lumière polarisée analysé LPA elle présente des teintes vives d'un jaune orange, violace et de vert de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> ordre (fig.18).

L'anhydrite, ou sulfate de calcium anhydre, est un minéral de formule chimique  $\text{CaSO}_4$ . C'est dans le système cristallin orthorhombique, avec trois directions de clivage parfait parallèles aux trois plans de symétrie. Il n'est pas isomorphe avec les sulfates de baryum (baryte) et de strontium (célestine) orthorhombiques, comme on pourrait s'y attendre des formules chimiques. Les cristaux nettement développés sont assez rares, le minéral se présentant généralement sous la forme de masses de clivage. La dureté de Mohs est de 3,5 et la densité de 2,9. La couleur est blanche, parfois grisâtre, bleuâtre ou violette. Sur le meilleur développé des trois clivages, le lustre est nacré; sur d'autres surfaces, il est vitreux. Lorsqu'elle est exposée à l'eau, l'anhydrite se transforme facilement en gypse, le plus commun ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), par absorption de l'eau. Cette transformation est réversible, l'hémihydrate de gypse ou de sulfate de calcium formant l'anhydrite par chauffage à environ 200 ° C (400 ° F) dans des conditions atmosphériques normales. [5] L'anhydrite est généralement associée à la calcite, à l'halite et à des sulfures tels que la galène, la chalcopryrite, la molybdénite et la pyrite dans les dépôts veineux



**Figure.18: Minéraux L'anhydrite eu le structure mud stone (gx40)**



## II. Diffractométrie des rayons X

### II.1. But de l'analyse

La Diffraction des rayons X (DRX) permet de contrôler de manière qualitative la composition élémentaire et la structure cristalline du matériau. Elle est souvent utilisée pour le contrôle de la qualité de la composition des ciments, des céramiques, des poudres cristallines (verre, pigment, argile, métaux, carbonates, sels, substance organique cristallisée...). La Diffraction des rayons X ne peut être mise en œuvre que sur les matières cristallisées.

### II.2. Définition

La diffractométrie par rayon X est une méthode d'analyse d'éléments dont le nombre atomique varie de  $Z = 11$  (on ne peut pas analyser les éléments légers comme B, C, H, O car les valeurs des longueurs d'ondes  $\lambda$  de ces éléments sont très grandes [Eberhart, 1989]) jusqu'à  $Z = 92$  dans la gamme de concentration 3 ppm à 100 % ( $10^6$  ppm). Elle étudie les processus de diffusion, d'absorption et d'émission des rayons X.

En effet, lorsqu'un échantillon est bombardé par des rayons X, ce rayonnement provoque l'émission de son spectre. Ce spectre est appelé diffraction par rayon X (DRX) car le mode d'excitation concerne les photons. Le spectre est formé de raies caractéristiques des différents éléments présents dans l'échantillon.

### II.3. Le Principe de l'analyse

Pour effectuer une analyse de DRX, on procède de la manière suivante :

Les échantillons solides finement broyés, sont montés sur des portes échantillons adéquats. Puis soumis à un faisceau des rayons X pour être diffractés par les plans réticulaires des phases cristallines présentes. En effet il existe une relation entre l'angle du faisceau diffracté et la distance réticulaire séparant les plans d'atomes au sein d'un réseau cristallin ; Celle-ci est régie par la loi de Bragg  $n \lambda = 2d \sin \theta$  (où  $\lambda$  =longueur d'onde en angströms,  $d$ = distance réticulaire en angströms et  $\theta$  = angle de diffraction ou de réflexion en degrés

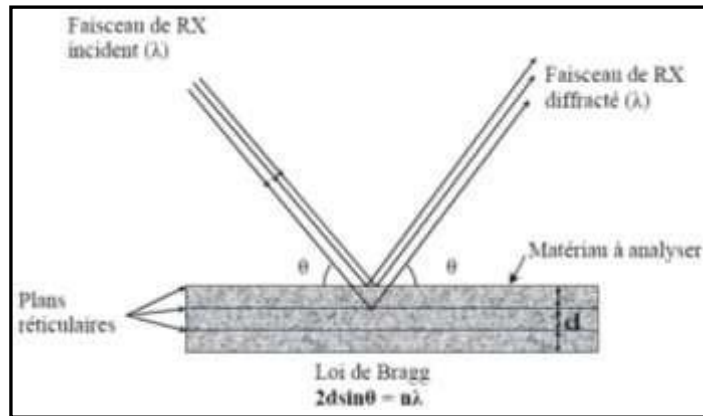
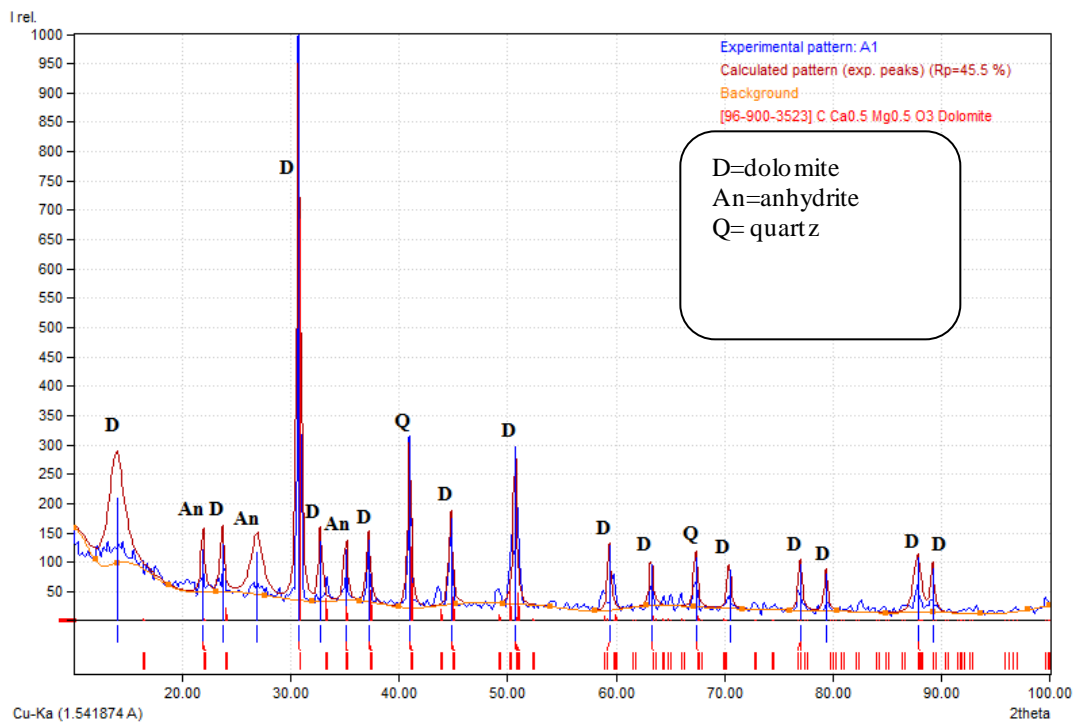


Figure. 19 : Principe de la diffraction et illustration de la Loi de Bragg (Eslinger&Peaver, 1988).

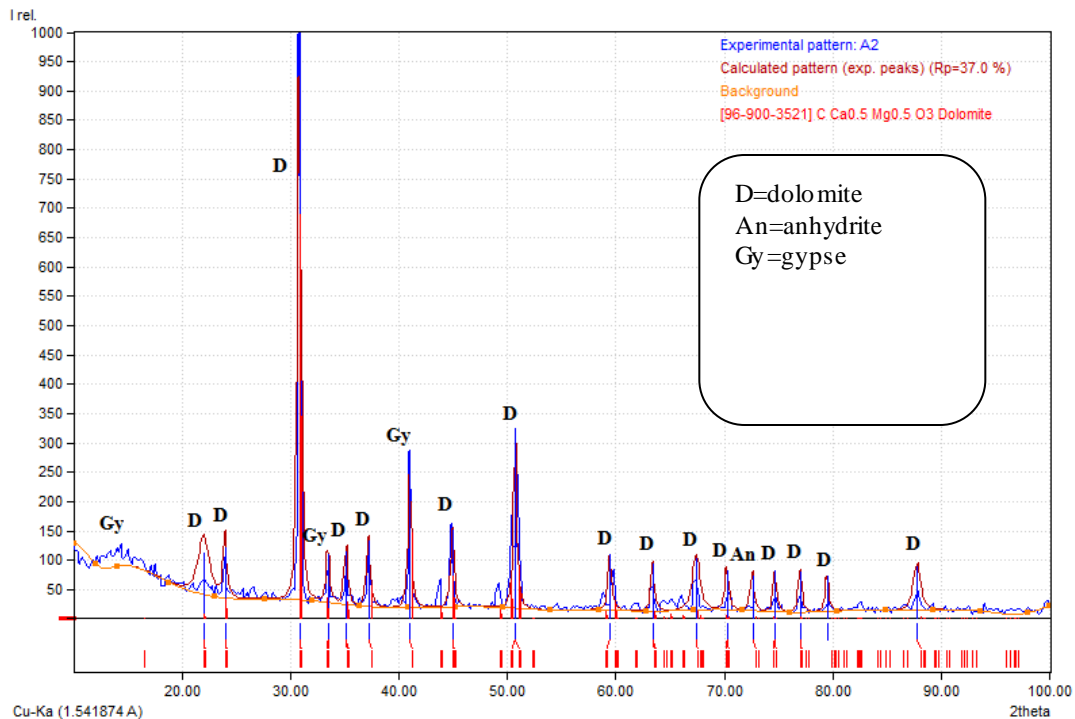


**Figure.20: Spectre de dolomite dans le carrier le Ghours eddebs**

Le diffraction de rayon X nous montre des minéraux carbonate tell que dolomite Anhydrite et Quartz

Le minéraux evaporitique Anhydrite

Le minéraux non evaporitique dolomite et Quartz

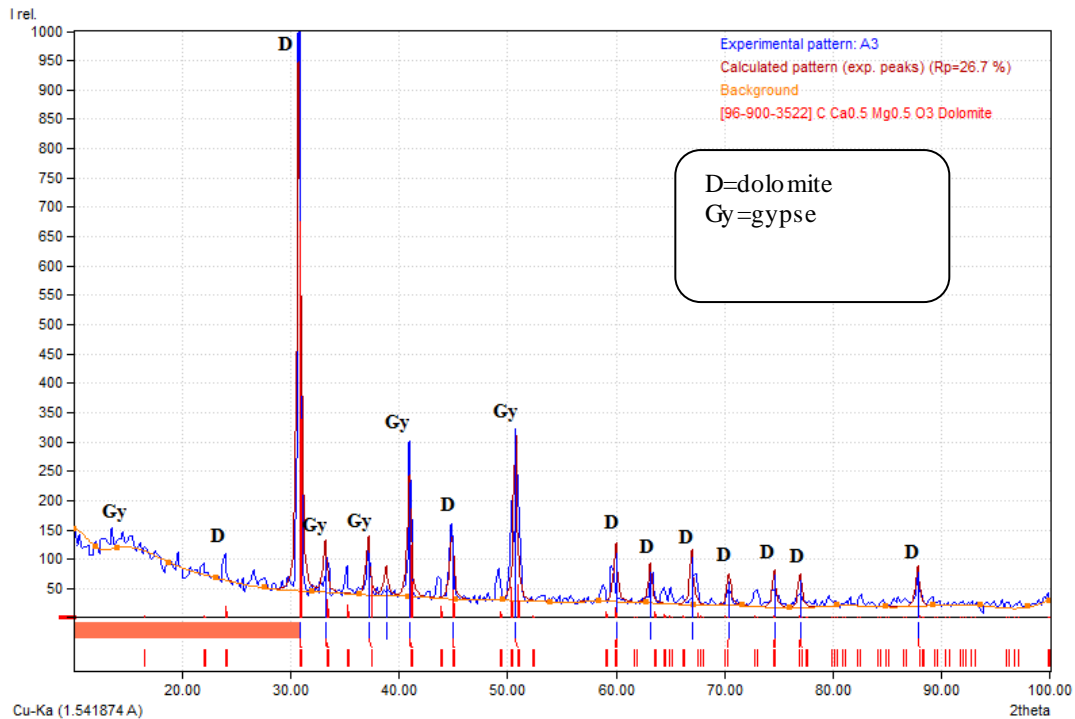


**Figure.21: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs**

Le diffraction de rayon X nous montre des minéraux carbonate tell que dolomite Anhydrite et gypse

Le minéraux évaporitique Anhydrite et gypse

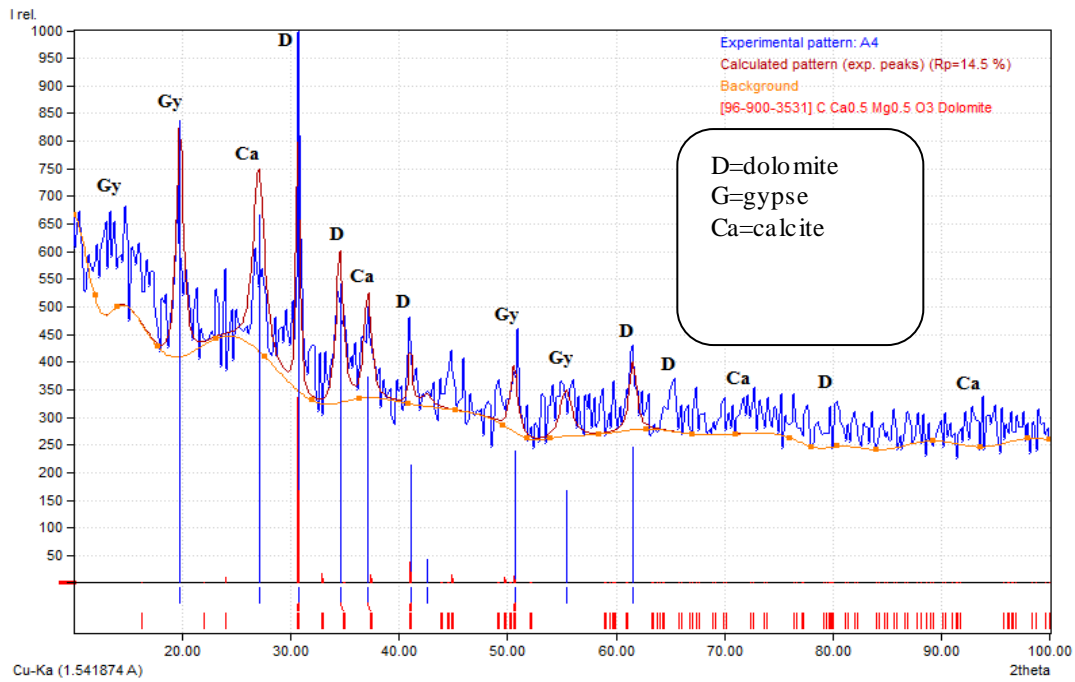
Le minéraux non évaporitique dolomite



**Fiureg.22: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs**

Le diffraction de rayon X nous montre des minéraux carbonate tell que dolomite Gypse  
Le minéraux évaporitique gypse

Le minéraux non évaporitique dolomite

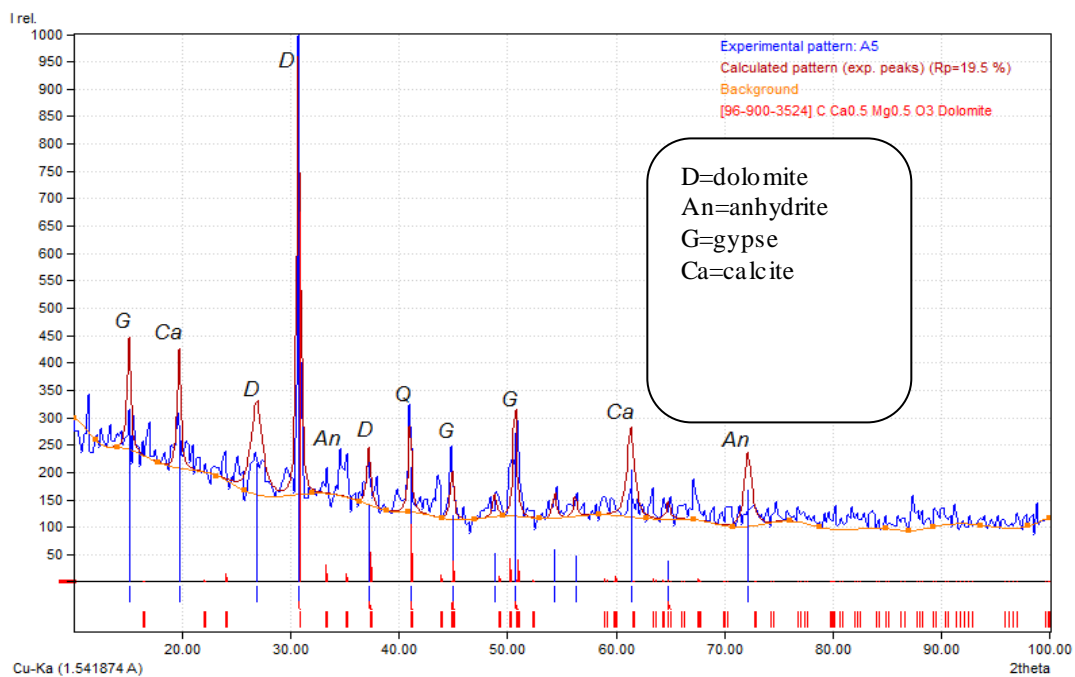


**Figure.23: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs**

Le diffraction de rayon X nous montre des minéraux carbonate tell que dolomite Gypse et Calcite

Le minéraux évaporitique gypse

Le minéraux non évaporitique dolomite et calcite

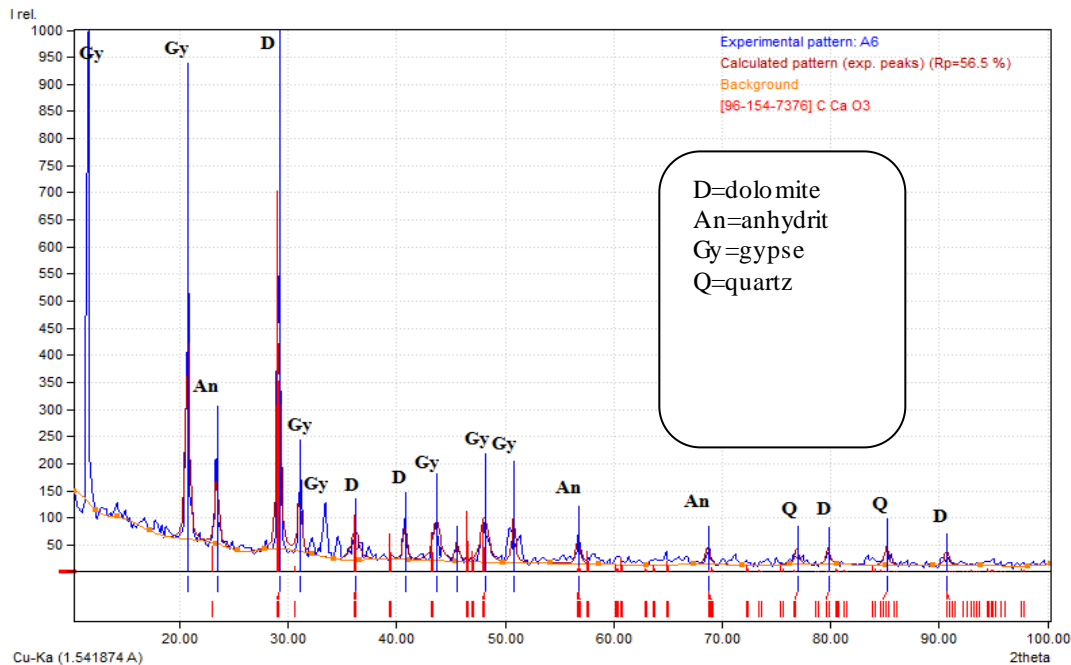


**Figure.24: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs**

Le diffraction de rayon X nous montre des minéraux carbonate tell que dolomite Anhydrite et Quartz et Gypse et Calcite

Le minéraux évaporitique Anhydrite et gypse

Le minéraux non évaporitique dolomite et Quartz et calcite



**Figure.25: Spectre de dolomite dans le carrière le ghours eddebs**

Le diffraction de rayon X nous montre des minéraux carbonate tell que dolomite Anhydrite et Quartz et gypse

Le minéraux évaporitique Anhydrite et gypse

Le minéraux non évaporitique dolomite et Quartz

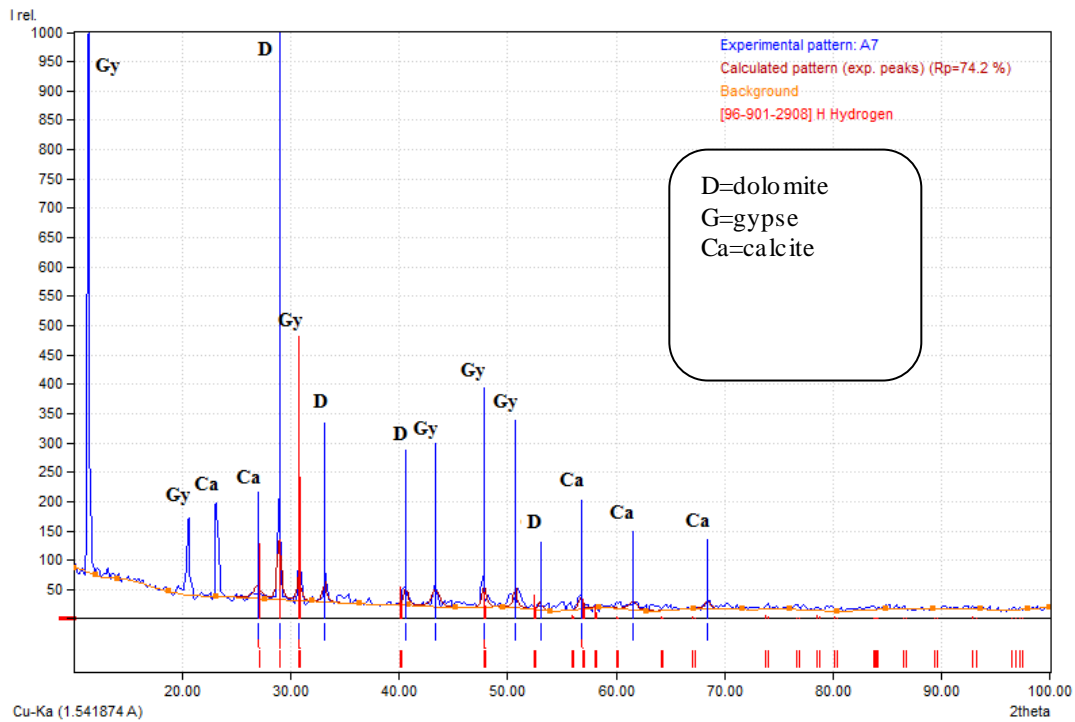


Figure.26: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs

Le diffraction de rayon X nous montre des minéraux carbonate tell que dolomite gypse et calcite

Le minéraux évaporitique gypse

Le minéraux non évaporitique dolomite et calcite

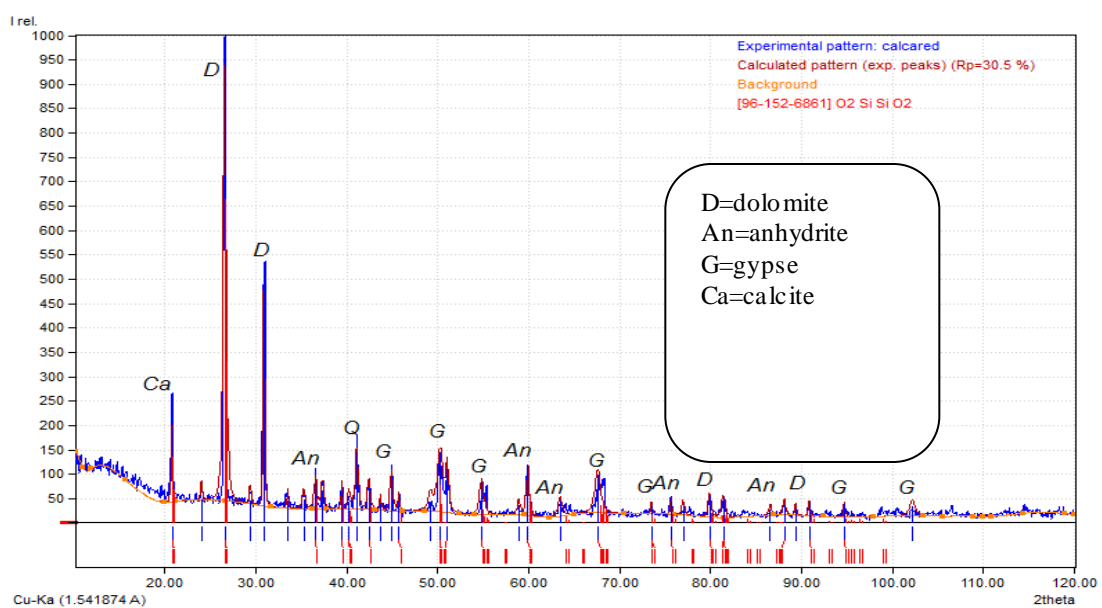


Figure.27: Spectre de dolomite dans le carrier le ghours eddebs

Le diffraction de rayon X nous montre des minéraux carbonate tel que dolomite Anhydrite et calcite et gypse

Le minéraux évaporitique Anhydrite et gypse

Le minéraux non évaporitique dolomite et calcite

La relation entre Diffraction des Rayons X et étude pétrographie toute les minéraux que apparaissent au DRX sont montre pu l'étude pétrographie lame mense il ya des acception on peu pas le termine quelque minéraux pars quine il sont amorphe dons le DRX me détecte pas



# Conclusion

# Conclusion

L'étude géologique détaillée des formations gypseuses de la région de Metlili dit carrière Ghours eddebs située à environ 30 Km Sud-Est de Ghardaïa, très importante pour l'économie de la région.

Les formations gypsifères de la région de Metlili sont des affleurements lagunaires résultant de la plus vaste régression nord-africaine (à la fin de Mésozoïque).

Les affleurements de la région de Metlili sont constitués par des formations sédimentaires. On trouve de bas en haut, faciès gypseux, et Argile et marne et des calcaires parfois des calcaires dolomitiques (au sommet de cette phase sédimentaire). Ils sont en général subhorizontaux et ils ont subi une faible tectonique et de part et d'autre quelques phénomènes liés à la variation de niveau marine qui contrôlent la sédimentation dans cette région à la fin de Crétacé.

Les différents faciès constituent cette carrière de la base gypse 6 m, suivie par l'argile environnant 1 m, marne ensuite on trouve le retour de gypse avec une épaisseur moins significative la fin de phase gypsifère dans cette région. Après on a des minces horizons d'argile, marne, calcaire et les calcaires dolomitiques au sommet.

Les résultats d'étude minéralogique fait pour la Diffraction de Rayon X nous montre l'existence des minéraux sulfatés (gypse), les minéraux carbonatés (dolomite, calcite) et les minéraux silicatés (argiles et quartz), qui se trouvent dans le faciès probablement d'origine éolienne ou rivière.

L'étude pétrographique elle aussi confirme les mêmes résultats trouvés par Diffraction de Rayon X tel que le quartz, calcite, gypse, et l'anhydrite qui reflètent des changements climatiques et changement de niveau marin qui contrôlent la sédimentation dans notre zone d'étude à la fin de Crétacé.

Enfin, la carrière de Ghours eddebs est un gisement de gypse constitué de deux niveaux le bas est plus important d'une hauteur 6 m, et deuxième niveau d'épaisseur 2 m Il est très important pour l'économie de la région. Leur rôle dans la construction est connu depuis des décennies, l'exploitation facile fait de lui un gisement utile et important pour comprendre l'histoire géologique de la région.

# **Bibliographique**

# Bibliographique

---

## Bibliographique

**Aliev, M., 1972** : Structures géologiques et perspectives en pétrole et en gaz au Sahara Algérien. (Tome 1) SONATRACH -ALGER, 275p.

**BAKALA AHMED; 2016** : étude sédimentologique des formations détritiques d'âge crétacé inférieur basales dans le bassin de Timimoun (Algérie).

**Bel et Dermagne.,1966** : Étude géologique du Continental terminal. Dossier de la Direction de l'énergie et des Carburants (Ministère de l'Industrie et de l'Énergie). Alger, 22p, 24 pl.

**Busson G., 1970** : Le Mésozoïque saharien. 2<sup>ème</sup> partie : Essai de synthèse des données des sondages algéro-tunisiens. Edit., Paris, « Centre Rech. Zones Arides », Géol., 11, 811p. Ed. C.N.R.S

**Busson,G 1967**: Le Mésozoïque saharien 1<sup>ère</sup> partie, l'extrême sud tunisien . Publ .Centre rech. Zones arides (C.N.R.S), Paris .

**BUSSON. G. (1971)**. *Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du Mésozoïque saharien*. Edit., Paris, 464p.

**Conrad, G., 1969** : L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara Algérien , centre de recherche sur les

**Conrad, G., 1969** : L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara Algérien , centre de recherche sur les

**Cornet, A., 1964** : Introduction à l'hydrogéologie saharienne. Géog. Phys. et Géol.Dyn., vol. VI.fasc. 1,5-72.

**Coward et Ries.A.C., 2003**: Tectonic development of North African basins. In: Arthur T.-J., MacGregor D.S. and Cameron M.R. (Eds.), *Petroleum Geology of Africa:New themes and developing technologies*. Geol. Soc. London Spec. Publ., 207, 61-83.

**Coward et Ries.A.C., 2003**: Tectonic development of North African basins. In: Arthur T.-J., MacGregor D.S. and Cameron M.R. (Eds.), *Petroleum Geology of Africa:New themes and developing technologies*. Geol. Soc. London Spec. Publ., 207, 61-83.

**Fabre, 1976** :Introduction à la géologie du Sahara d'Algérie et des régions voisines. SNED, Alger,421p.

**Guerrah Mohammed Anouar; 2016** : Contribution géologique et interprétation des données gravimétriques de la région de Debbagh (constantinois oriental; N-E algérien) .

**HAFSI FADILA ; 2012**: étude géologique détaillée de gisement gypsifère de Noumerate région de Ghardaïa .

**Hocine guerradi 2013**: Rapport géologique de la carrière de gypse Gours Eddebs.

## **Bibliographique**

---

**SALLOUH KHALED; 2018** : Modélisation lithologique de la Wilaya de Ghardaia (Sud Algérien).

**SONATRACH**; *Contribution de SONATRACH Division Exploration, Centre de Recherche et Développement et Division Petroleum Engineering et développement.*



## الملخص

تقع محجرة قور دبس شمال شرق متليلي وجنوب شرق غرداية بحوالي 30 كم ، تتركب برواسب مهمة للغاية من الجبس. يرتبط حجم هذه الرواسب بسمكها مما يدل على مستوى عالٍ في الحوض المنخفض بالصحراء حوالي 200 م عصر المكن نهاية العصر الوسيط بينت نتائج دراسة المعادن وجود المعادن كبريتات الجبس و معدن الكربونات (الدولوميت ، الكالسيت) ومعدن السيليكات الطين ، لذلك الكوارتز. ترتبط مختلف السحنات المشكلة لهذه المحجرة بتغيير مستويات المياه التي تتحكم في ترسب هذه المنطقة في نهاية العصر الطباشيري

كلمات المفتاح: الصحراء، قور دبس ، الجبس ، ترسب ، الكوارتز،

## RESUMÉ

Le carrière ghours eddebs situe au nord est de Metlili et sud-est Ghardaïa caractérise par une gisement très important de gypse Le volume de cette gisement est liée a son épaisseur qui montre une niveau important au bassin bas Sahara environ 200 m L'âge de se gisement est fin mésozoïque Les résultats d'étude minéralogique montre l'existence des minéraux sulfate, gypse, anhydrite, et les minéraux carbonate (dolomite , calcite) et les silicates argiles , ainsi le quartz Les différent facies rencontre dans ce carrière est liée a la changement de niveaux d'eaux qui contrôle la sédimentation cette région à la fin de crétacé

**Mots-Clés :** Sahara, Ghours eddebs, Gypse, Sédimentation , Quartz

## ABSTRACT

The Ghours eddebs quarry is located to the north east of "Mettlili" et south east Ghardaia characterized by a very important deposit of gypsum The volume of this deposit is related to its thickness which shows a level important to the Sahara Basin about 200 m The age of deposit is fine Mesozoic Mineralogical study results existence gypsum sulfate minerals, that minerals carbonate (dolomite, calcite) and clays, so quartz The different facies encounter in this career is related to the change of levels of water that controls sediment this region at the end of Cretaceous

**Keywords :** Sahara, Ghours eddebs, Gypsum, The sediment , Quartz.