

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des sciences Géologiques

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Spécialité : Géologie Appliquée

Option : Ressources Minérales, Géomatériaux et Environnements

Thème

Contribution à l'étude géologique et gîtologique des indices minéralisés
Pb ; Zn ; Cu et Ba du complexe barytique de Djbel Mesloula
(confins Algéro-tunisiens)

Directeur du mémoire :

- Mr SAMI.L

Etudié par:

Touati Mohand Amazigh

Soutenu le : 12/09/2022

Devant le jury composé de :

Mr. Makhlof Ali..... MC A /UMMTO.....president

Mr. Hamis Ahmed..... MC B/UMMTO.....Examineur

Mlle. Gaci Nabila..... MA B/UMMTO.....Examinatrice

Mr. Sami Lounis.....Professeur/UMMTO.....Promoteur

Promotion : 2021/2022

Remerciement

Au terme de ce travail, réalisé au Département des Sciences Géologiques, Faculté des Sciences Biologiques et des sciences Agronomiques, Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, je tiens tout d'abord à remercier le bon Dieu de m'avoir donné le courage et la patience nécessaires pour la réalisation de ce modeste mémoire de Master.

Je tiens aussi à exprimer toute ma gratitude à Monsieur le Professeur Sami.L pour avoir accepté de m'encadrer et diriger ce projet de fin d'étude. Je le remercie pour ses conseils précieux, son aide pratique et pédagogique et pour sa confiance accordée et son indulgence.

A M. MAKHLOUF A., mes profonds remerciements d'avoir accepté de présider la commission du jury, également pour bien vouloir examiner mon travail, et à ses précieux conseils et son soutien moral.

Je tiens à remercier également M. HAMIS .A et Mlle. N. GACI de m'avoir fait l'honneur de juger et d'examiner ce travail et leur conseil éclairé.

A la fin, je remercie toute l'équipe pédagogique du Département des Sciences Géologiques et tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Au terme de ce travail, je voudrai remercier tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont permis la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail :

Mes remerciements les plus chaleureux sont destinés à mes Parents Amar et Dehbia pour leur soutien moral, leurs prières et leurs sacrifices qui ont grandement participé à l'aboutissement de ce travail. Merci d'être les meilleurs parents possibles, et que Dieu vous protège et vous procure santé et bonheur.

A mon frère GHILES et ma sœur LYDIA d'avoir cru en moi durant toutes ces années et de m'avoir encouragé.

A Sadia ma meilleur amie, celle qui ma soutenue et supportée et qui m'a tant apportée et qui a su croire en moi, je te remercie du fond du cœur.

A mes amis si nombreux qui m'ont soutenu et aidée dans toutes les circonstances. Mes sincère remerciement.

Et enfin, à tous ceux qui m'ont encouragé et aidé.

Résumé :

La région étudiée fait partie de l'Atlas Saharien Oriental. Elle est caractérisée par des formations allant depuis le Trias jusqu'au Quaternaire. Les formations triasiques se rencontrent dans la partie centrale des structures anticlinales (SAMI.L, 2011), le Jurassique est absent dans les confins Algéro-tunisien. Les terrains les plus anciens reconnus dans la région ont été datés du Barrémien au djebel Harraba (Dubourdieu 1956 in SAMI L., 2004).

Du point de vu structural, Tébessa est constituée par des massifs orientés NE-SW.

Le massif de Mesloula fait partie des massifs qui marquent l'orographie de cette région frontalière entre l'Algérie et la Tunisie de l'Atlas saharien oriental. Son contexte géologique est marqué par une épaisse série sédimentaire subsidente essentiellement mésozoïque plissée lors de la phase atlasique éocène en une structure anticlinale orientée NE-SW des plus complexes de cette région.

La minéralisation dans la région est essentiellement de la Barytine, de la Galène, cuivre gris et plomb-zinc.

Le gisement polymétallique (Pb-Zn, Cu, Ba) de Mesloula consiste en une vingtaine de sites minéralisés répartis sur une dizaine de kilomètres et montrant une tendance NE-SW étroitement liées à celles des roches carbonatées aptiennes.

Les minéralisations présentent des formes variables, en lentilles, amas, filons, dans les cassures et sont essentiellement plombifères avec accessoirement du cuivre et du zinc. La paragenèse minérale est simple, elle est à calcite, quartz, barytine, galène, sphalérite, cuivre gris et leurs minéraux d'altération.

Les minéraux métalliques étant tardifs, se seraient formés en fin d'évolution du processus minéralisateur.

Les mots clés : Atlas Saharien Oriental, Tébessa, Mesloula, Trias, Diapir, Minéralisation, Calcite, Galène, cuivre gris, Paragenèse, Dolomite, Barytine, Quartz.

Abstract:

The region studied is part of the Eastern Saharan Atlas. It is characterized by formations from the Triassic to the Quaternary. Triassic formations occur in the central part of anticlinal structures (SAMI. L, 2011), the Jurassic is absent in the Algerian-Tunisian borders. The oldest recognized land in the region has been dated from the Barrémien to the Jebel Harraba (Dubourdieu 1956 in SAMI L., 2004).

From the structural point of view, Tébessa is made up of NE-SW oriented massifs.

The Mesloula massif is one of the massifs that mark the orography of this border region between Algeria and Tunisia of the Eastern Saharan Atlas. Its geological context is marked by a thick subsident sedimentary series essentially Mesozoic folded during the Eocene atlas phase into an anticlinal structure oriented NE-SW of the most complex in this region.

Mineralization in the region is mainly Barite and Galena, grey copper, lead-zinc.

The polymetallic deposit (Pb-Zn, Cu, Ba) of Mesloula consists of about twenty mineralized sites spread over ten kilometers and showing a NE-SW trend closely related to those of the Apteian carbonate rocks.

Mineralization in the region is mainly Barite and Galena, grey copper, lead-zinc.

The polymetallic deposit (Pb-Zn, Cu, Ba) of Mesloula consists of about twenty mineralized sites spread over ten kilometers and showing a NE-SW trend closely related to those of the Apteian carbonate rocks.

Mineralizations have variable forms, in lenses, clusters, veins, in breaks and are essentially lead with incidentally copper and zinc. Mineral paragenesis is simple, it is calcite, quartz, barite, galena, sphalerite, gray copper and their weathering minerals.

Metallic minerals being late, would have formed at the end of evolution of the mineralizing process.

Keywords : Eastern Saharan Atlas, Tebessa, Mesloula, Triassic, Diapir, Mineralization, Calcite, Galena, Grey copper, Paragenesis, Dolomite, Barite, Quartz.



Table des matières



Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale..... 01

Chapitre I : Généralités

1. Introduction	02
2. Géographie.....	03
2.1 Localisation.....	03
2.2 Relief.....	03
2.3 Hydrographie.....	04
2.4 Climat	04
3. Méthodologie, but et objectifs	04
3.1 But.....	04
3.2 Objectifs.....	04
3.3 Méthode.....	04
4. Historique des travaux.....	05

Chapitre II : Géologie régionale

1. Introduction	07
2. Aperçu litho-stratigraphique.....	08
2.1. Trias.....	11
2.2. Jurassique.....	11
2.3. Crétacé.....	11
2.4. Miocène.....	14
2.5. Quaternaire.....	14
3. Aspect paléographique et structurale	15
a) La subsidence	15
b) Le diapirisme des formations triasiques.....	15
4. Tectonique	15
• Plissement.....	16
• Fossé d'effondrement	16
• Fracturation	17
a. Les phases anté-tertiaires	18
b. Les phases tertiaires.....	18
5. Conclusion	19

Chapitre III : Géologie locale

1. Introduction	19
2. Points de vue stratigraphique	20
• Trias	20
• Crétacé	21
• Miocène	22
3. Points de vue structurale et tectonique	23
4. Conclusion	25

Chapitre IV : Gitologie

I. Gitologie régionale	27
1) Introduction	27
II. Gitologie locale	31
❖ Complexe barytique	34
1. Les minéraux de gangue	35
a) La calcite	35
b) La dolomite	36
c) Barytine (BaSO ₄)	37
d) Quartz (SiO ₂)	39
2. Les minéraux métalliques	40
a) La galène (PbS)	40
b) Le cuivre gris (Cu)	41
3. Les minéraux d'altération	42
a) La cérusite	42
b) La malachite, azurite, Covellite	43
c) Dickite	44
d) Les oxydes et hydroxyde de Fe	44
III. Conclusion	46
Conclusion générale	47

Bibliographie

Annexe

Méthodologie de préparation des échantillons	48
----------------------------------------------------	----

Bibliographie.

Liste des figures

Figure 1: Carte satellitaire de la région Est algérienne, google maps.....	02
Figure 2: Image de la wilaya de Tebessa et ses alentours, google earth.....	03
Figure 3: image satellitaire des confins Algéro-tunisiens, google maps.....	04
Figure 4: Carte geologique des confins algéro-tunisiens (D'après cartes geologiques au 1/50.000 de Meskiana, Morsott, El Aouinet, Boukhadra, Oued Kébarit et Ouenza) Sami.L 2011.....	08
Figure 5 : Colonne stratigraphique synthétique des monts du Mellégue (D'après : Dubourdiou 1956, 1959 ; David 1956 ; Madre 1969 ; Thibieroz et Madre 1976 ; Chikhi, 1980 ; Otmanine, Bouzenoune 1993 et Vila et Al. 200. Sami. L. 2011).....	09
Figure 6 : logs stratigraphiques des régions de Tébessa (Sami.L.2004).....	10
Figure 7 : carte de fracturation de la zone de Tébessa. Sami.L. 2011.....	17
Figure 8 : vu satellitaire du djebel Mesloulou. Google maps.....	19
Figure 9 : log stratigraphique du djebel Mesloulou. Sami.L.2011.....	20
Figure 10 : carte géologique du massif de Mesloulou. Sami.L 2011.....	23
Figure 12 : coupe géologique du djebel Mesloulou. Sami.L 2011.....	25
Figure 23: photo montrant un filon de barytine.....	27
Figure 14 : photo montrant l'exemple de remplissage de vide par la barytine et le cuivre gris.....	28
Figure 15: Répartition des gites et indices minéralisés dans les confins algéro-tunisiens (Haddouche.O ; Sami.L, 2004).....	30
Figure 18: carte géologique du Djebel Mesloulou (Sami.L 2011).....	32
Figure 19: photos montrant la position complexe barytique de Mesloulou.....	34
Figure 20: échantillon de calcite de Mesloulou.....	35
Figure 21: lame mince de calcite LPA, Gross. x 10.....	35
Figure 22: lame mince de calcite LPA, Gross. x 10.....	36

Figure 23: échantillon de dolomie de Mesloulou.....	36
Figure 24:lame mince de dolomie LPA, Gross. x 10.....	37
Figure 25: photo de la barytine de Mesloulou.....	37
Figure 26: échantillon de barytine de Mesloulou.....	37
Figure 27:lame mince de barytine LPA, Gross. x 10.....	38
Figure 28:lame mince de barytine LPA, Gross. x 10.....	38
Figure 29: échantillon de quartz hydrothermale de Mesloulou.....	39
Figure 30: lame mince de quartz LPA, Gross. x 10.....	39
Figure 31: lame mince montrant les deux générations de quartz (Sami.L 2011) LPA, Gross. x 10.....	40
Figure 32: échantillon de la galène de Mesloulou.....	40
Figure 33 : section polie de galène LPA, Gross. x 10.....	41
Figure 34: échantillon de cuivre gris de Mesloulou.....	41
Figure 35: section polie de cuivre gris LPA, Gross. x 10.....	42
Figure 36: section polie de galène montrant l'altération en cérusite LPA, Gross. x 10...42	
Figure 37: échantillon montrant l'altération du cuivre gris en malachite, azurite, covellite de Mesloulou.....	43
Figure 38: section polie montrant l'altération du cuivre gris en malachite LPA, Gross. x 10.....	43
Figure 39: section polie montrant l'altération du cuivre gris en Covellite) LPA, Gross. x 10.....	43
Figure 40: lame mince de dickite LPA, Gross. x 10.....	44

Liste des tableaux

Tableau 1: Les indices à Pb, Zn, Barytine, (Cu) et Fe dans l'Atlas Saharien oriental (M.Aoudjehane,1991).....	29
Tableau 2: minéralisations du Djebel Mesloula (gites et indices).....	33
Tableau 3: succession paragenétique probable du complexe barytique (SAMI.L.2011).	45

Liste des abbreviation

Pb: Plomb

Zn : Zinc

Cg : Cuivre gris

Ba : Barytine

Co : Covellite

Q : Quartz

Ga : Galène

Ca : Calcite

Py : Pyrite

MVT : Type Mississippi Valley

USTHB : Université des Sciences et de la
Technologie H. Boumediene

ORGM : Office Algérienne de la Recherche
Géologique et Minière.

LM : Lame mince

SP : Section Polie

G.x : Grossissement

LPA : Lumière Polarisée Analysée

N : Nord

E : Est

NE : Nord-Est

NW : Nord-West

SE : Sud-Est

SW : Sud-Ouest

SSE : Sud Sud-Est

SSW : Sud Sud-Ouest

NNE : Nord Nord-Est

NNW : Nord Nord-
Ouest

Km : kilomètres

M : mètres

Cm : centimètres



Introduction générale



Introduction générale

Le massif de Mesloula est plutôt connu pour le gisement de Pb-Zn qu'il recèle et qui a fait jadis, pendant la période coloniale, l'objet d'une exploitation. Et pourtant très peu d'études leurs ont été consacrées. Son extension est de plus d'une dizaine de kilomètres du SW vers le NE, la dispersion des minéralisations au sein du massif et sa structure très complexe a découragé plus d'un à relever le défi. Ce massif recèle des minéralisations polymétalliques (Pb-Zn, Cu, Ba) encaissées dans les roches carbonatées aptiennes et qui sont classiquement rangées dans les gisements « péridiapiriques », une variété des fameux gisements du type « Mississippi Valley Type » ou « MVT ». Il a fait l'objet de plusieurs campagnes de prospection par la SONAREM, EREM et ORGM depuis l'indépendance de l'Algérie.

Malheureusement les résultats de ces campagnes ne sont pas dans le domaine public. Les travaux de recherches scientifiques réalisés par les universitaires, sont très rares. Les quelques travaux effectués dans le cadre de la réalisation de thèse de Doctorat (Salmi-Laouar, 2004 et Sami, 2011) se sont partiellement intéressés au massif de Mesloula, ils ont tout de même apporté de précieuses données géochimiques (inclusions fluides et isotopes stables) qui en faisaient défaut et qui viennent en quelque sorte enrichir la maigre banque de données géo-scientifiques relative à ce massif.

C'est dans cette optique que s'inscrit la problématique du présent mémoire de Master et qui consiste en la caractérisation des minéralisations et de leur encaissant. Certes, cette problématique, telle qu'elle a été définie initialement, s'est retrouvée, en raison de difficultés techniques, revue à la baisse. La caractérisation pétrographique de l'encaissant carbonaté et des minéralisations ne sera approchée qu'au niveau des aspects descriptifs à l'échelle de l'affleurement et de l'échantillon. Les lames minces et sections polies n'ont pu être confectionnées convenablement pour manque d'accessoires et de consommable. Ce travail réalisé a pour but de déterminer la minéralisation de cette zone pour essayer de comprendre les conditions de mise en place de ces minéralisations.

Chapitre I



Généralités



1. Introduction

Les confins Algéro-Tunisiens, est une zone à grand potentiel géologique et minier.

La région est caractérisée par une tectonique relativement intense au nord (l'Atlas Tellien) et une zone stable au sud (la plateforme saharienne).

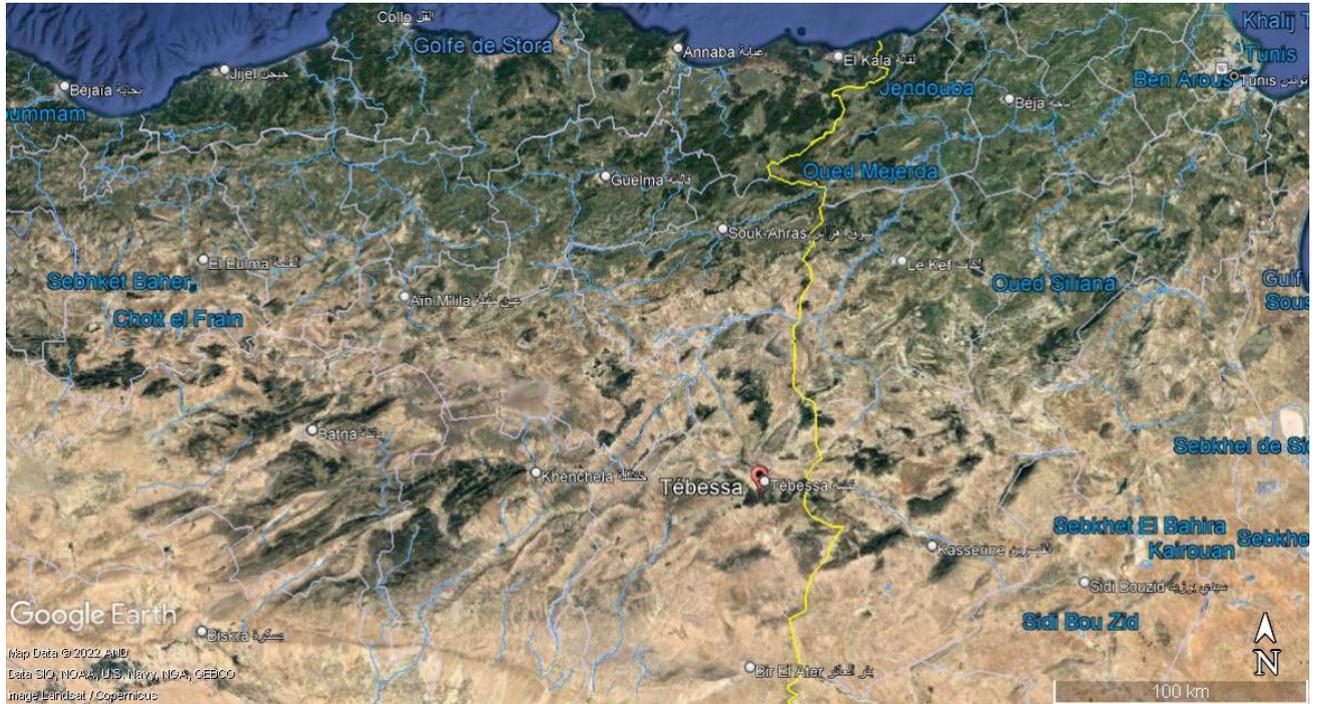


Figure 1: Carte satellitaire de la région Est algérienne, google maps.

La ville de Tébessa est le chef-lieu de la wilaya, elle est située entre le massif de l'Aurès et la frontière algéro-tunisienne, elle fait partie de l'atlas saharien oriental.

Du point de vue stratigraphique elle présente des terrains affleurent carbonatés d'âge allant du Crétacé inférieur au Quaternaire.

Cette région est caractérisée par des remontées triasiques sous forme de diapirs, avec une multitude d'indices minéralisés à Pb, Zn, Ba, F, Cu gris, Ce, Fe et phosphates, et des gisements tels que ce du Fe de Ouenza, Boukhadra et Khanga, ainsi que celui du phosphate de Bir El Ater sont en cour d'exploitation.

La ville remonte à l'époque antique, où elle portait le nom de Thevest. Elle dispose d'un patrimoine historique et archéologique antique important notamment dans sa médina avec ses murailles byzantines, et ses divers vestiges.

2. Géographie

2.1 Localisation

La wilaya de Tébessa est située à l'extrême nord-est du Pays, aux confins Algéro-Tunisiens, elle est à 16 km à vol d'oiseau, de la frontière algéro-tunisienne, et à 130 km au sud de Souk Ahras, et à 634 km au sud-est d'Alger.

Elle est délimitée :

- Au nord, par la wilaya de Souk Ahras ;
- À l'est, par la Tunisie ;
- A l'ouest, par les wilayas de Khenchela et d'Oum El Bouaghi;
- Au sud, par la wilaya d'El Oued.

2.2. Relief

La wilaya est constituée de plusieurs zones géographiques.

Au Nord: les monts de Tébessa qui font partie de l'Atlas, les Hauts plateaux et les Hautes plaines. (fig.2)

Au Sud : le domaine saharien constitué par des hauts plateaux.

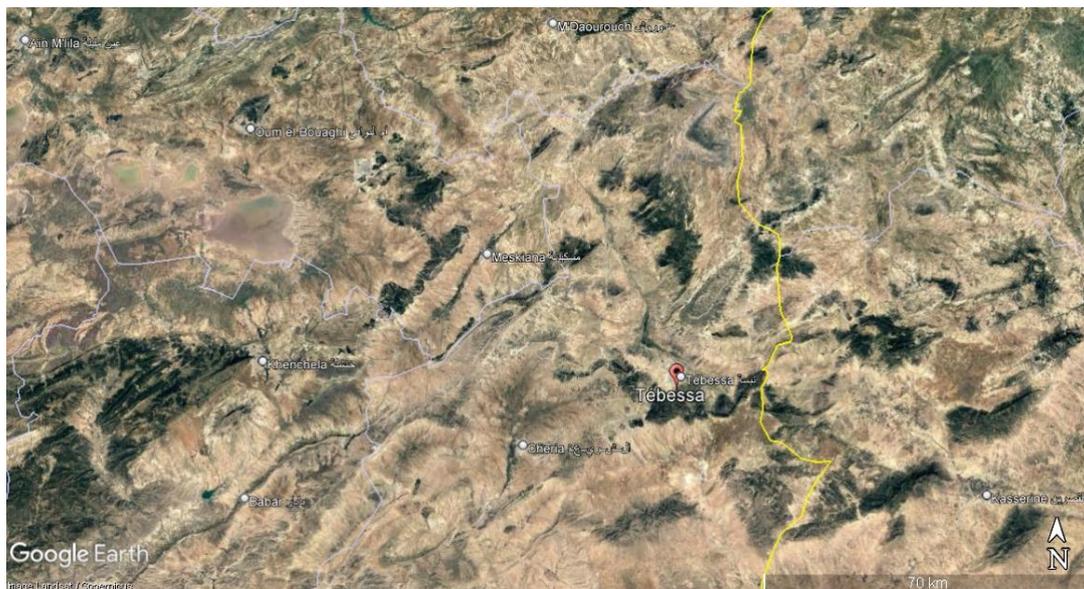


Figure 2: Image de la wilaya de Tébessa et ses alentours, google earth.

2.2. Hydrographie

La wilaya de Tébessa chevauche sur deux grands systèmes hydrographiques: le bassin versant de l'Oued Medjerda au Nord et le bassin versant d'Oued Melghir, qui couvre la partie sud de la wilaya.

L'Oued Mellegue, traverse la totalité de la wilaya et se déverse en Tunisie.

2.3. Climat

Le climat de la région est chaud et sec en été, froid et rigoureux en hiver, avec une pluviométrie qui peut atteindre les 400 à 500mm/an, les climatologues la considéré comme une zone de transition météorologique.

3. Méthodologie, but et objectifs

3.1 But

Le travail accompli dans ce projet de fin d'étude consiste en :

1. Une étude géologique de la région de « Mesloûla ».
2. Une étude stratigraphique et lithologique.
3. Une étude tectonique de la région.
4. Une analyse gitologique des minéralisations du complexe barytique de Mesloûla.

3.2. Objectifs

Etudier les minéralisations du complexe barytique de Mesloulou et ses différentes morphologies.

3.3. Méthode

On débute par des travaux de bureau basés sur la recherche bibliographique (articles, rapports, thèses, mémoires, cartes géologiques) afin de réaliser une synthèse de tous les travaux antérieurs à la région de Mesloulou.

Suivie par des travaux de terrains qui ont pour but :

- Délimitation de la zone d'étude.
- Reconnaissance des faciès lithologiques.
- Echantillonnage et description des formations rencontrées.

- Illustration et description des différents faciès.
- Une observation macroscopique des échantillons prélevés sur le terrain d'étude afin de déterminer les paramètres macroscopiques (ex : texture).
- Une étude microscopique des lames minces et sections polies pour aboutir à une succession para-génétique probable de mise en place des minéralisations.

4. Historique des travaux

Les premiers travaux miniers dans la région de Tébessa remontent à l'époque romaine. Les romains ont exploité les gîtes de plomb, de cuivre et des matériaux de construction (calcaires ocre à Orbitoïdes du Campanien) pour leur architecture monumentale.

Plus tard les musulmans s'intéressent au Fer et exploiteront celui de Ouenza (appelé alors Majjanet-El-Maâdin) et ce dès le VI-VIIIème siècle de l'hégire, soit entre le XII-XIVème siècle de l'ère chrétienne.

Au 19ème siècle au lendemain de la colonisation, les Français s'intéressent à cette région et dès 1890 de nombreux indices de plomb et de calamine sont reconnus et exploités.

- Plus tard ceux de Dubourdiou de 1949 à 1959 avec la réalisation de la carte géologique à 1/50.000 de Djebel Ouenza.

Ses recherches ont abouti à la publication d'une monographie sur la géologie du Djebel Ouenza, ainsi qu'un numéro spécial sur la géologie du Djebel Mesloûla.

- Toujours sur les minéralisations ferrifères de l'Ouenza, en 1993.

Bouzenoune, dans une étude pétrographique, minéralogiques et géochimiques des carbonates de fer du gisement de l'Ouenza, apporte de nouvelles données et compare les minéralisations de l'Ouenza et ceux des gisements de type MVT (Mississippi Valley Type).

Les travaux effectués dans la région de Koudiat El Alia sont :

- Une étude géologique et gîtologique des minéralisations Zn-Pb de Koudiat El Alia a été réalisée par la Sonarem en 1976 qui est actuellement inaccessible.

- Des travaux d'échantillonnages et litho-géochimiques sur des profils régionaux (Lenartovitch et al 1988).
- Morel F.1955 a fait une étude géologique de djebel Belkif avec une carte au 1/20 000.
- Othmanine (1987) a parlé du gîte de Koudiat El Alia dans son travail de thèse sur la minéralisation autour du fossé de Tébessa-Morsott.
- Une analyse structurale de la bordure sud occidentale de Djebel Belkif a été faite par Rassoul T (1999).
- L'étude micro-thermométrie des inclusions fluides primaires contenues dans les cristaux de quartz associés aux sulfures et sulfates tardifs dans le secteur d'El Ouasta réalisé par Haddouche, 2003 et Haddouche et al., 2004.
- Une contribution à l'étude géologique et gîtologique des minéralisations à Pb-Zn, Ba et F dans la région de Méskiana : Exemple des indices d'Es Souabaa et de M'Khiriga. (Atlas saharien oriental, Algérie) a été réalisée par Sami, L., 2004.
- Une étude géologique et gîtologique des minéralisations Zn-Pb de Koudiat El Alia a été réalisée par Hadache et Haddi (2010).
- Caractérisation géochimique des minéralisations à Pb-Zn, F, Ba, Cu, Fe et Hg des confins Algéro-tunisiens a été réalisée par Sami, L., 2011.
- Une étude géologique et gîtologique des minéralisations à Pb-Zn et Ba de Koudiat El Alia, Tébessa (atlas saharien oriental, Algérie) a été réalisé par Lasni, A et Slimani, S., (2014).

Chapitre II



Géologie régionale



1. Introduction

Les confins Algéro-tunisiens font partie de l'Atlas Saharien qui est une chaîne tello-rifaine (alpine).

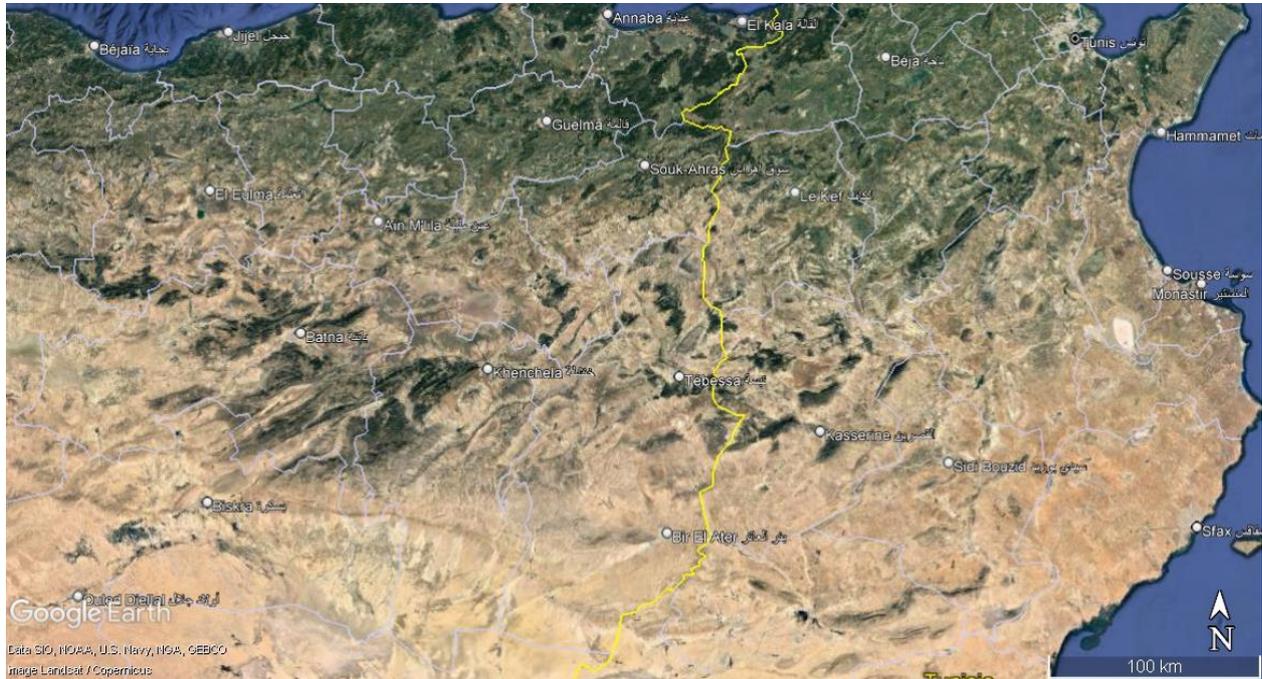


Figure 3: image satellitaire des confins Algéro-tunisiens, google maps.

Ils sont caractérisés par des anticlinaux et synclinaux orientés selon une direction SW-NE.

Elle s'étend vers l'est jusqu'en Tunisie, cette région est caractérisée par des intrusions du trias diapirique interrompue par des fossés d'effondrements perpendiculaires aux plissements, et aux intrusions diapiriques. (fig.3).

2. Aperçu litho-stratigraphique

Une carte géologique (fig.4), une Colonne stratigraphique synthétique (fig.5), des confins algéro-tunisiens Sami.L 2011, et l'ensembles des loges stratigraphiques des régions de Tébessa (fig.6) Sami.L 2004, ont été ériger.

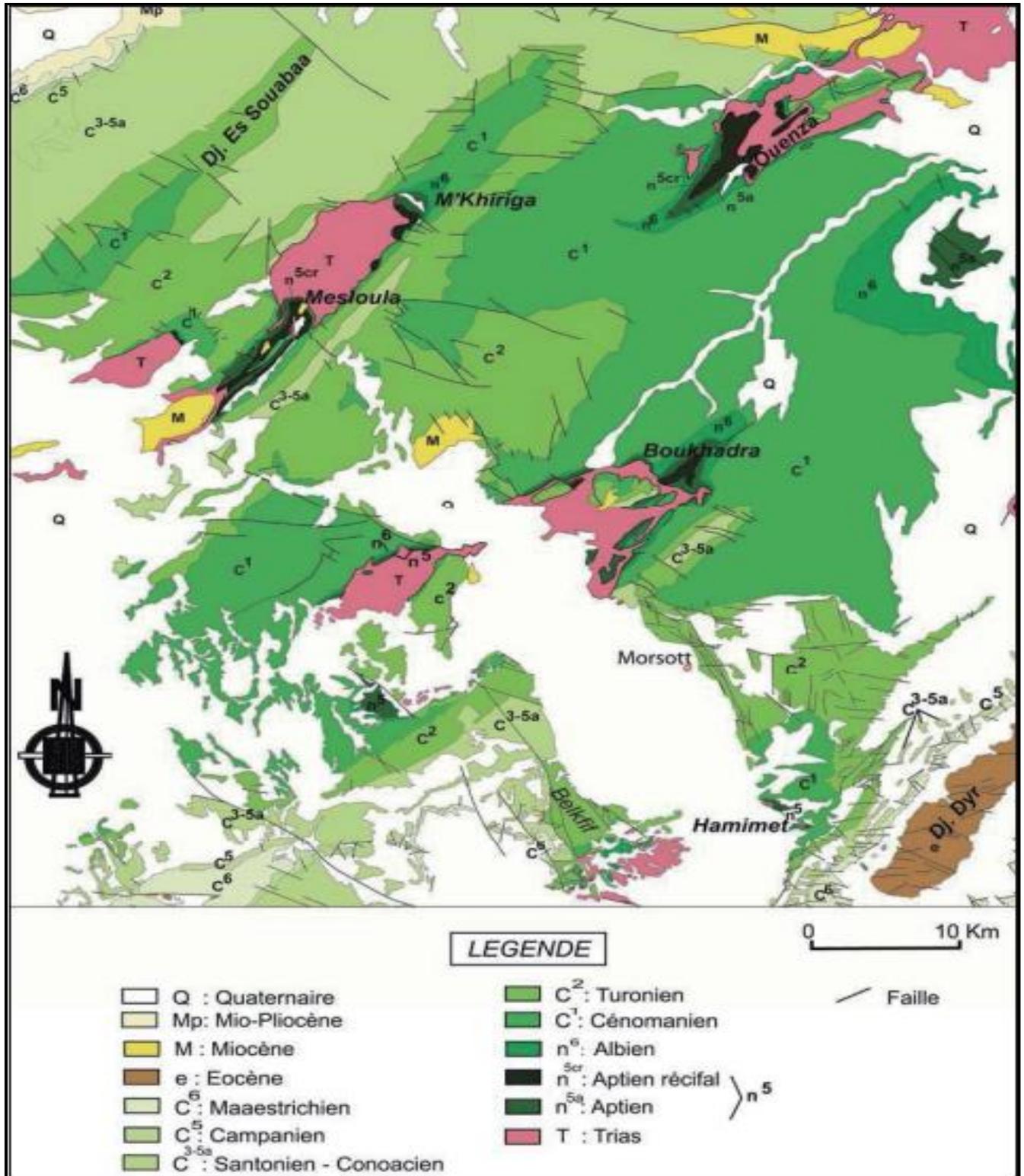


Figure 4: Carte géologique des confins algéro-tunisiens (D'après cartes géologiques au 1/50.000 de Meskiana, Morsott, El Aouinet, Boukhadra, Oued Kébarit et Ouenza) Sami.L 2011.

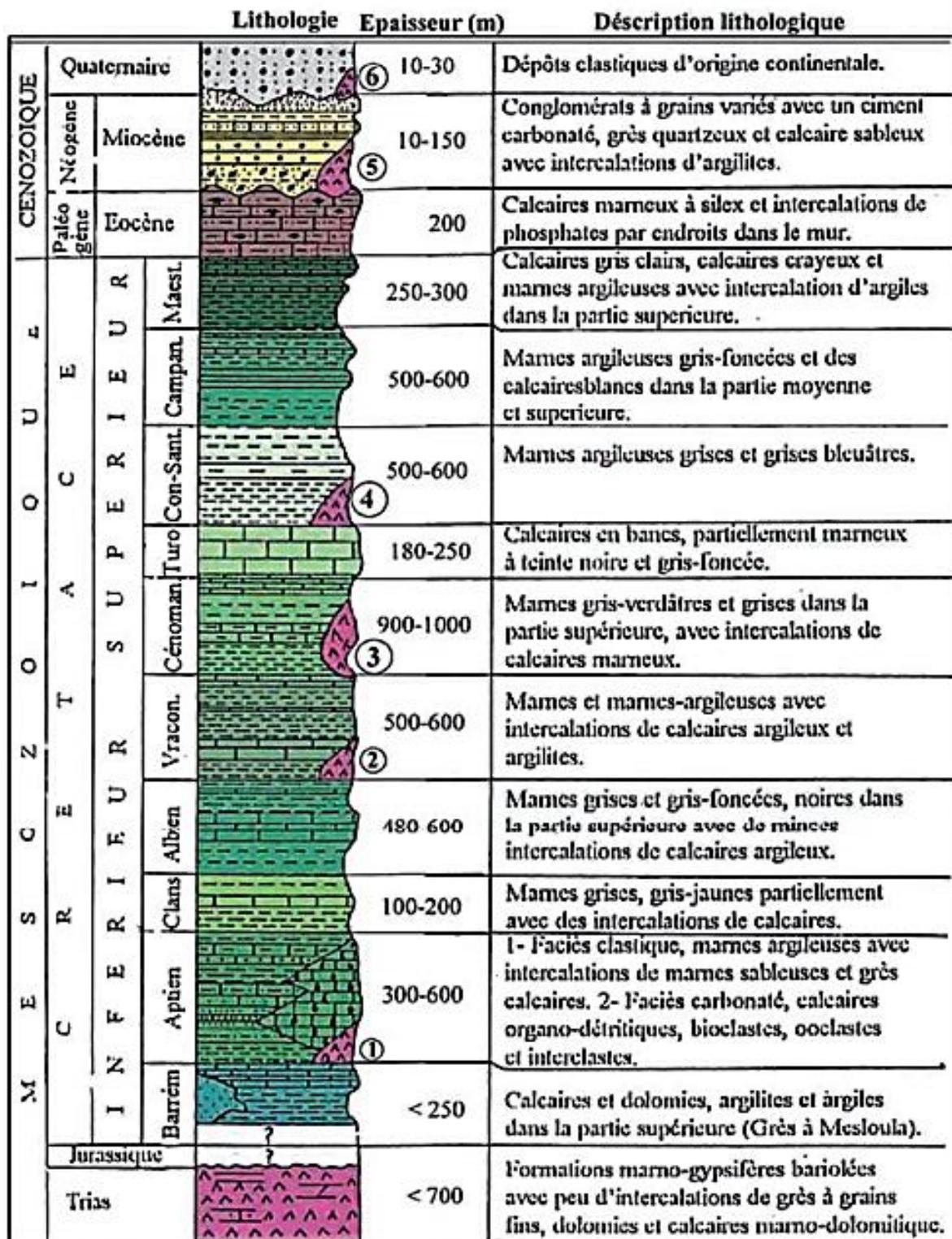


Figure 5 : Colonne stratigraphique synthétique des monts du Mellégué (D'après : Dubourdiou 1956, 1959 ; David 1956 ; Madre 1969 ; Thibieroz et Madre 1976 ; Chikhi, 1980 ; Otmanine, Bouzenoune 1993 et Vila et Al. 200. Sami. L. 2011).

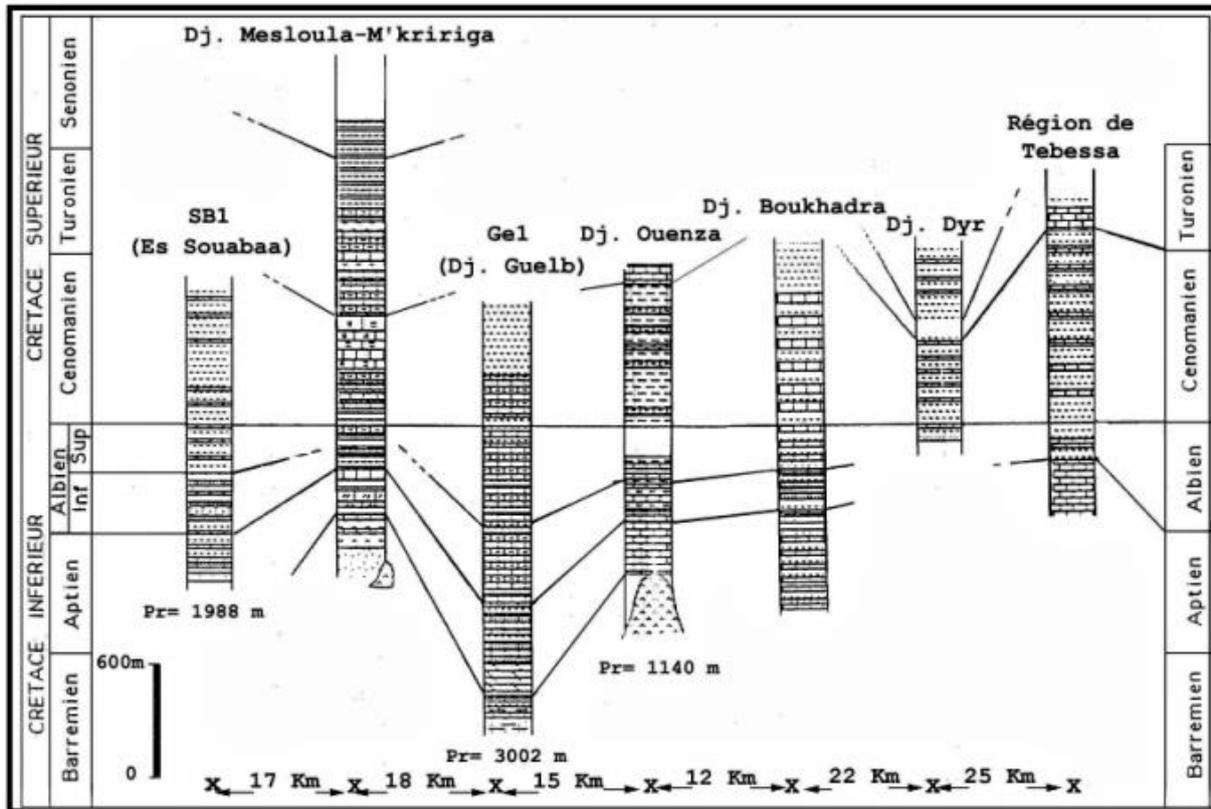


Figure 6 : logs stratigraphiques des régions de Tébessa (Sami.L.2004).

1. Trias

Observée dans les parties centrales des structures anticlinales soulevées.

Les formations triasiques sont des formations très anciennes, elles constituent des envergures chaotiques, extrêmement déformées, bréchifiées et écrasées (Sami.L,2004).

Le Trias représenté par un mélange d'argiles versicolores (bariolées), de marnes, des grès et de gypse emballant des blocs rocheux insolubles de dolomies noires, grès micacés, calcaires et cargneules. Depuis les premiers travaux sur la région, le Trias est considéré comme étant diapirique dans sa plus grande partie. (Ramdane. A, 2014).

2. Jurassique

L'absence d'affleurements du jurassique ni en sondage ni en surface est expliqué par la grande puissance des séries anté-Aptiennes qui est le résultat de la subsidence importante qui caractérise le sillon Aurès-Kef. Les terrains les plus anciens de la région sont datés du Barrémien. (Ramdane. A,2014).

3. Crétacé**❖ Crétacé supérieur****➤ Sénonien**

Dans les deux régions de Souk Ahras et de Morsott, le sénonien est représenté par :

- Un sénonien inférieur ; de puissance qui ne dépasse pas les 300m, représenté par des calcaires marneux et des marnes (Sami.L, 2004).
- Un sénonien supérieur ; d'épaisseur variant de 200 à 600m et affleurant au sud de Tébessa, représenté par des calcaires marneux du campanien, passant à des marnes gypsifères puis à des calcaires massifs à rognons de silex riches en Inocéramus (Sami.L,2004).

➤ Maastrichtien

170m de calcaires massifs à Inocéramus et globotruncanidés du maastrichtien inférieur et de 170m de marnes grises à ammonites et foraminifères planctoniques. Ces calcaires très caractéristiques sont blancs et dure, légèrement recristallisés.

➤ **Campanien**

Il a une épaisseur de 460m, comprend une succession essentiellement marneuse, avec une intercalation d'un ensemble de calcaires crayeux (80m d'épaisseur), la microfaune planctonique est abondante.

➤ **Turonien**

Constitué par des calcaires et marno-calcaires à la base, avec de nombreuses empreintes d'Inocéramus, son épaisseur peut atteindre 1000m, et il est très développé (Dubourdiou, 1959).

Ces dépôts sont suivis par une puissante formation de marnes argileuses riches en ammonites, huîtres, et divers lamellibranches.

Dubourdiou, (1959) pense que les conditions régnant au turonien ont semble-t-il été rapidement modifiées, ce qu'il explique par une phase tectonique produite entre le céno-manien et le sénonien basal (in Sami.L, 2004).

➤ **Céno-manien**

Il est représenté par des marnes argileuses verdâtres caractérisées par des intercalations de calcite fibreuse « beef » qui présente une structure « cône and cône », son épaisseur est de 750m à 1100m.

Fleury, (1969) décrit dans la région de Morsott :

Une série d'environ 600m divisée en 3 niveaux ;

- À la base 200 à 250m de marnes à échinodermes avec des plaquettes de calcite fibreuse.
- 350m de marnes à lumachelles à nombreuses passées calcaires.
- Au sommet un mince niveau de 20m d'épaisseur, des marnes, calcaires gris foncé un peu schisteux qui fait la transition avec les calcaires turoniens (faciès Bahloul Burollet, 1956 ; Orgeval, 1986 in Ramdane.A, 2014).

A l'approche du turonien, la sédimentation change rapidement et les dépôts deviennent chargés en carbonates de chaux (DUBOURDIEU, 1956).

❖ **Crétacé inférieur**

➤ **Albien**

Observé sous forme de série très épaisse dans le bassin du sud constantinois qui peut dépasser les 1300m à Dj. Hameima (Dubourdiou, 1956 in Ramdane.A, 2014).

- **Albien inférieur** : il est caractérisé par un faciès constitué par des marnes argileuses grises riches en ammonites, souvent on rencontre des nodules de phosphate.
Ces marnes forment des dépressions bordant les reliefs aptiens et elles sont ceinturées par les calcaires de l'Albien moyen à supérieur.
- **Albien moyen à supérieur** : dépourvu d'Ammonite ce sous-étage est formé essentiellement de calcaires noirs à Bélemnites qui constituent des collines bordant les dépressions marneuses de l'albien inférieur.

➤ **Vraconien**

Il est représenté par un faciès argilo-marneux marquant un changement dans la sédimentation qui était essentiellement calcaire à marno-calcaire jusqu'à l'Albien et les fossiles les plus fréquents appartiennent en majeure partie au Turrilidés.

Cette série comprend une épaisseur de 600m qui ressemble à celle de l'Albien supérieur, elle est représentée au milieu dans la région de Boukhadra (Dubourdieu, 1956).

Le Vraconien est transgressif sur le trias à l'Ouenza (Thibieroz et Madre, 1976 ; Bouzenoun, Z, 1993).

➤ **Aptien**

Il occupe la plus grande partie de la région de Tébessa, souvent il apparaît dans le noyau des anticlinaux avoisinant les formations triasiques. L'épaisseur de cette formation peut atteindre 700m en moyenne, ce qui traduit une forte subsidence du bassin.

Ces formations calcaires à faciès Urgonien sont attribuées à une sédimentation récifale.

Cette période est caractérisée par des bombements sous-marins (premier indice de l'activité diapirique) favorables à la formation des constructions récifales (Dubourdieu, 1956).

Plusieurs formations constituent cet Aptien, on distingue de haut en bas :

- Une formation inférieure anté-récifale de 200m d'épaisseur.
- Une formation récifale de 300m riche en fossiles.
- Une formation post-récifale de 100 à 150m érodée.
- Un niveau dit à Clansayes qui termine la formation aptienne de 40m environ.

➤ **Barrémien**

Il comprend les terrains les plus anciens de la région, avec une faible étendue.

Les affleurements les plus connus sont ceux de DJ Harraba au NE caractérisés par plus de 200m de marnes argileuses grises non fossilifères (Dubordieu, 1956) et Sidi M'baraka au SE, caractérisés par des marno-argileux à intercalation de calcaires argileux, surmonté par un Bédoulien marno-gréseux et calcaire-gréseux (Sami.L, 2004).

4. Miocène

C'est une formation marine transgressive et discordante sur le Crétacé, un peu épaisse (100m) elle affleure à l'Ouenza, Mesloûla, et au nord de Morsott.

Constitué de 3 formations lithologiques :

➤ **Miocène supérieur**

Est constitué par une série sablo-argilo-conglomératique.

➤ **Miocène moyen**

Est essentiellement argileux, parfois schisteux, avec des intercalations de sables à grains fins et moyens.

➤ **Miocène inférieur**

Il est représenté par des sables fins blancs avec des couches de grés et argiles.

Le Miocène comprend des calcaires roux, suivis de marnes argileuses de couleur verte devenant rouge foncé et enfin par des argiles à intercalations de grés grossiers.

5. Quaternaire

Il est essentiellement représenté par des éboulis de pente, de dépôts sableux, dépôts éoliens, des graviers et des dépôts alluviaux et fluviaux, sur de vastes surfaces de la région.

Dubourdiou, (1956 et 1959) décrit des formations continentales, représentées essentiellement par des dépôts argileux et conglomératiques.

Il est à noter qu'aucun dépôt pliocène ou pléistocène ancien n'est observé dans la région. Selon Dubourdiou (1956 et 1959), ce phénomène est en relation avec une surrection régionale suivi d'une érosion intense à cette époque (in Sami.L, 2014).

3. Aspect paléogéographique et structurale

a) La subsidence

Les dépôts post triasiques et anté-barrémiens dans la région des monts de Mellégue sont absents, cela est dû à la grande subsidence anté-aptienne qui s'explique par une tendance générale à la distension qui facilite les transgressions marines et qui permet l'accumulation de puissantes séries sédimentaires (Vila, 1980).

Dès l'Aptien, des perturbations ont été enregistrées due aux activités diapiriques qui sont soulignée par la formation de hauts fonds sur lesquels se développe une sédimentation à caractère récifale (Dubourdieu, 1956 ; Masse et al, 1982 ; Bouzenoun, 19963 in Sami.L, 2014).

b) Le diapirisme des formations triasiques

De nombreuses structures intrusives (diapirs) sont distinguées dans l'Atlas Saharien Oriental.

La remonté des roches salines et probablement favorisée par une phase distensive responsable des manifestations volcaniques connues à l'Est de la Tunisie centrale (Bojanik, 1971).

La composition lithologique des affleurements diapiriques correspond généralement à l'ascension des évaporites (gypse, anhydrite, sel...), des détritiques et des carbonates.

Ce diapir fonctionne suite à une migration du Trias coïncé entre un substratum rigide et une énorme couverture sédimentaire. Cette migration est favorisée, soit par l'effet de sa densité ou l'effet des contraintes tectoniques donnant naissance à des plissements.

4. Tectonique

La région est caractérisée par plusieurs phénomènes :

- Un plissement des séries sédimentaires.
- La mise en place des fossés d'effondrement.
- Des épisodes de fracturations.
- Un diapirisme triasique.
- Une forte subsidence.

- **Plissement**

Les plis anticlinaux et synclinaux constituent un des principaux traits structuraux qui marque l'Atlas Saharien Oriental.

Ils sont orientés NE-SW, le résultat de la compression néogène.

Les principaux éléments structuraux sont caractérisés par l'homogénéité des plissements suite à la phase tectonique atlasique fini-éocène.

Les niveaux compétents calcaires de l'Aptien, du Turonien, du Cénomaniens et de l'Éocène permettent de distinguer, du NW vers le SE, les structures suivantes :

- Anticlinale de Massida.
- Synclinal de l'Oued de Taga.
- Anticlinale de Dj Zitouna dont le flanc sud forme les replis (synclinaux anticlinaux) de Dj Chemla et du Dj Boulhaf.
- Synclinal de Dj Dyr.
- Anticlinale de Bou Rhaia.
- Synclinal de Dj Kouif.

- **Fossés d'effondrement**

Les fossés d'effondrement ont une grande ampleur sur la région.

Orientés NW-SE à E-W, sont bordés par des accidents majeurs à valeurs de faille normales ayant un rejet différent d'un fossé à un autre.

Ces fossés sont comblés par des dépôts plio-quadernaires pouvant atteindre 170m d'épaisseur dans le fossé de Tébéssa-Morsott (Dubourdieu et al, 1950).

Ces fossés se sont formés lors de l'activité tectonique distensive post-Miocène inférieur d'après Durozoy, 1950 ; Castany, 1951 et 1954 ; Dubourdieu, 1956 ; David, 1956 ; Kazi Tani, 1986 ; Otmanine, 1987.

Alors que d'après Bismuth, 1973 ; Chili, 1984 ; Chili0 et al, 1984 et 1991, ces effondrements ont été initiés tôt dès le Crétacé et l'effondrement majeur s'est réalisé au Pliocène.

L'observation de ces analyses nous ont montré 04 classes de direction :

- Classe A : NW-SE (N120°-N140°).
- Classe B: ENE-WSW (N040°-N060°).
- Classe C : E-W (N080°-N110°).
- Classe D : N-S.

Cette région de diapir a été affectée par plusieurs phases tectoniques qui peuvent être divisées en phase anté-tertiaires et phases tertiaires (Otmanine 1987).

a. Les phases anté-tertiaires

- La phase vraconienne : phase d'extension de direction NE-SW d'âge Aptien supérieur-Vraconien et Cénomaniens inférieurs (Chili, 1984 et Chili et al, 1984).
 - Cette phase se traduit par des failles normales synsédimentaires.
 - La phase cénomaniens : elle correspond à une compression et elle se manifeste par des décrochements qui se traduisent par un raccourcissement NE-SW.
 - La phase turonienne inférieure à moyenne : c'est une phase d'extension NE-SW qui développe des failles normales (Kazi Tani, 1986)
- Enfin, une phase Emscherienne dans l'Atlas Saharien, cette phase édifie des plis NW-SE (in Sami.L, 2011).

b. Les phases tertiaires

- La phase atlasique ou phase fini-éocène : c'est une phase compressive qui édifie les plis de direction NE-SW et ENE-WSW.
- La phase distensive oligo-miocène : postérieure à la phase atlasique, elle est responsable de la création des grabens au nord des Aurès (Kazi Tani, 1986).
- La phase miocène inférieure : c'est une phase compressive, connue dans le Tell septentrional, elle caractérise les structures E-W. Elle est interprétée comme une déformation décrochante NNW-SSE dans l'Atlas Saharien.

- La phase quaternaire (Pliocène) : c'est une phase distensive qui a provoqué le redressement des couches plio-villafranchiennes sur les bordures du fossé de Morsott (Blès et Fleury, 1969). (Chili,1984), (Philippe et al, 1986). Dans leurs études autour du fossé de Kasserine montrent l'existence d'une phase compressive au plio-villafranchien, qui réactive les structures de la phase atlasique, suivie par une phase décrochante intensive au quaternaire récent. (Sami, L.,2011).

5. Conclusion

L'Atlas Saharien comprend différents monts qui sont représentés par les remontés triasiques sous forme d'îlots entourés par les formations du Crétacé, Miocène et Quaternaire. On note l'absence du Jurassique en surface et en profondeur.

La tectonique est du style atlasique. Elle est relativement souple ayant abouti à la formation des chainons et des dépressions orientés NE-SW.

Chapitre III



Géologie locale



1. Introduction

Djebel Mesloûla est situé au NW du fossé d'effondrement Morsott, à environ 8km d'el Aouinat.



Figure 8 : vu satellitaire du djebel Mesloulou. Google maps.

Il s'agit d'un anticlinal allongé suivant la direction atlasique NE-SW, sur une longueur qui dépasse 15km. (Fig.8).

Ce massif de Mesloûla a été délimité en 12 panneaux :

Mesloukh, Bekaiz, Dj. Assa, Dehar- Mesloulou, M'Zeita, Boumeslane, Dj. Bardo, Selekh, Kef Bouguern, Guebal Mesloulou, Bouguern, Argoub Er Ressa.

Le djebel Mesloûla constitue l'un des meilleurs exemples de piège des concentrations minérales situées dans les formations calcaires d'âge Aptien supérieur, renversées au contact du Trias.

2. Aperçu stratigraphique

Des séries sédimentaires d'âge crétacé, avec un cœur de Trias diapirique.

System	Stage	Lithology	Thickness (m)
Cretaceous	Neogene Miocene	Breccias, marls, sandstones and sandy limestone	> 150
	Coniacian-Santonian	Marls, clays and limestones	600
		Marls with rare limestones interlayers	1000
	Turonian	Marls and limestones	700
		Marls and limestones	
	Cenomanian	Marls and clays	250
		Marls and clays, limestones, black bituminous marls, clays and limestone	
	Albian	Marls, clays and limestones	350
		Reef limestones and dolomites	
Aptian	Marls, clays and calcareous layers	> 150	
	Marls, clays and limestones		
Barremian	Sandstone, conglomerates and marls		
Triassic	Gypsum-bearing marl, dolomite, limestone, sandstone and rock fragments		

Figure 9 : log stratigraphique du djebel Mesloula. Sami.L.2011

- **Trias** : formé de dolomies, sables à fragments de roches et argiles à base de marne.

Les formations triasiques se rencontrent dans les parties centrales des structures anticlinales soulevées. Elles constituent des étendues chaotiques, intensément déformées, bréchifiées et écrasées.

Représenté par un mélange d'argiles bariolées, de marnes, de grès et de gypse emballant des blocs rocheux insolubles de dolomies noires, de grès micacés, de calcaires, de cargneules et d'ophites (Dubourdiou,1956).

Les masses triasiques extrudées sont bordées par d'importantes formations calcaires, classiquement rapportées à l'Aptien et attribuées à une sédimentation récifale (Dubourdiou, 1956 et 1959).

- **Crétacé** : sur un peu plus de 3100m de profondeur, se présente comme suit :
 - **Barrémien** : Il est constituée par des Sand-stones, conglomérats et marnes sur une épaisseur de plus de 150m.

Les affleurements du Barrémien sont exclusivement limités aux parties centrales de certains horst-anticlinaux. L'absence de faune caractéristique ne permet pas de définir avec exactitude les limites inférieure et supérieure de cet étage.

- **Aptien** : Il est formé par des marnes, argiles et des couches de calcaires à la base.

Des marnes, des argiles et calcaires, des dolomies, et des calcaires récifaux, cela sur une épaisseur de 350m.

Les formations aptiennes se rencontrent souvent dans le noyau des structures anticlinales et au voisinage immédiat des formations triasiques.

La plus grande partie des affleurements, des formations calcaires à faciès urgonien sont attribuées à une sédimentation récifale (indice de l'activité diapirique) selon Dubourdiou (1956).

Une formation post-récifale, constituée par une succession de bancs pluri-métriques de calcaires dolomités d'épaisseur pouvant atteindre les 300m, riches en fossiles. Cette formation constitue l'ossature des massifs en raison de sa grande rigidité et de sa résistance à l'érosion.

- Une formation post-récifale de 100 à 150m de sédiments à dominante argileuse constitue la couverture des calcaires récifaux. Ces argiles sont rarement visibles car elles sont dans la majorité des cas érodées ou recouvertes par des éboulis. Néanmoins elles subsistent dans certains endroits où elles sont connues à M'zeita (Mesloulou).
- **Albien** : formé par des marnes et argiles, des calcaires, des marnes bitumineuses noir avec des calcaires et des argiles, avec une épaisseur totale de 250m.

A Mesloulou, Dubourdiou (1956 et 1959), distingue dans l'Albien trois termes : un premier terme épais de 20 à 50 m, constitué par des marnes argileuses jaunes brunâtres riches en Gastéropodes ; un deuxième terme de 100 m d'épaisseur constitué par des calcaires noirs à Bélemnites à intercalations marneuses et enfin un troisième terme de 75 m d'argiles et de

marnes noires bitumineuses à Bélemnites et nombreuses empreintes d'Ammonites, avec de minces intercalations marno-calcaires.

- **Cénomanién** : des marnes et argiles à la base de la formation, et calcaires de marnes au sommet, sur 700m d'épaisseur.

Dubourdiou (1959) distingue deux niveaux : à la base, des marnes jaunes avec des intercalations marno-calcaires blancs feuilletées, qui passent vers le sommet à des calcaires argileux gris blanchâtres, contenant quelques niveaux de calcaires gris noir, très durs. Ces intercalations présentent le plus souvent un caractère lumachellique renfermant beaucoup d'huîtres, de lamellibranches et de gastéropodes.

A l'approche du Turonien, la sédimentation change rapidement en même temps que disparaissent les fossiles. Les marnes argileuses sont remplacées par des couches chargées en carbonates de chaux (Dubourdiou, 1956).

- **Turonien** : Formé par des calcaires et des marnes, et des marnes avec de rares intercalations de calcaires sur une épaisseur de 1000m.

Le Turonien est très bien développé, son épaisseur peut atteindre 1000 m (Dubourdiou 1956, 1959). Il est constitué par des calcaires et marno-calcaires à la base avec de nombreuses empreintes d'Inocéramus. Ces calcaires et marno-calcaires sont suivis par une puissante formation de marnes argileuses riches en ammonites, huîtres, et divers lamellibranches.

L'assise calcaire du Turonien disparaît au nord-est, près du diapir de Débidba. Cette configuration serait le résultat d'une déformation tectonique légère, matérialisée par une discordance (Dubourdiou, 1959). Dans cette région, cette discontinuité est caractérisée par un hard ground ferrugineux qui disparaît progressivement vers le sud-ouest, au même temps qu'augmente légèrement sa teneur en argile.

Dubourdiou (1959) pense que des conditions régnant au Turonien ont semble-t-il été rapidement modifiées. En effet, cet auteur pense qu'une phase tectonique s'est produite entre le Cénomanién et le Sénonien basal.

- **Coniacien-santonien** : des marnes, argiles et calcaires sur 600m de fond.
 - **Miocène** : des sables, des marnes, et des calcaires sableux avec des brèches, sur une épaisseur de plus de 150m.

Le Miocène, est peu épais dans la région (100 m). Il affleure à Ouenza et à Mesloulia ainsi qu'au Nord de Morsott. Il débute par une formation marine transgressive et discordante sur les terrains crétacés. Elle comprend des calcaires roux, suivis de marnes argileuses de couleur verte devenant rouge foncé et enfin par des argiles à intercalations de grès grossiers.

3. Aperçu structurale et tectonique

Du point de vue structurale une structure élastique à cœur triasique, djebel Mesloûla est un anticlinal à structure très compliquée (fig.10). Il est marqué par des accidents à jeux différents dont les accidents majeurs sont de direction NE-SW.

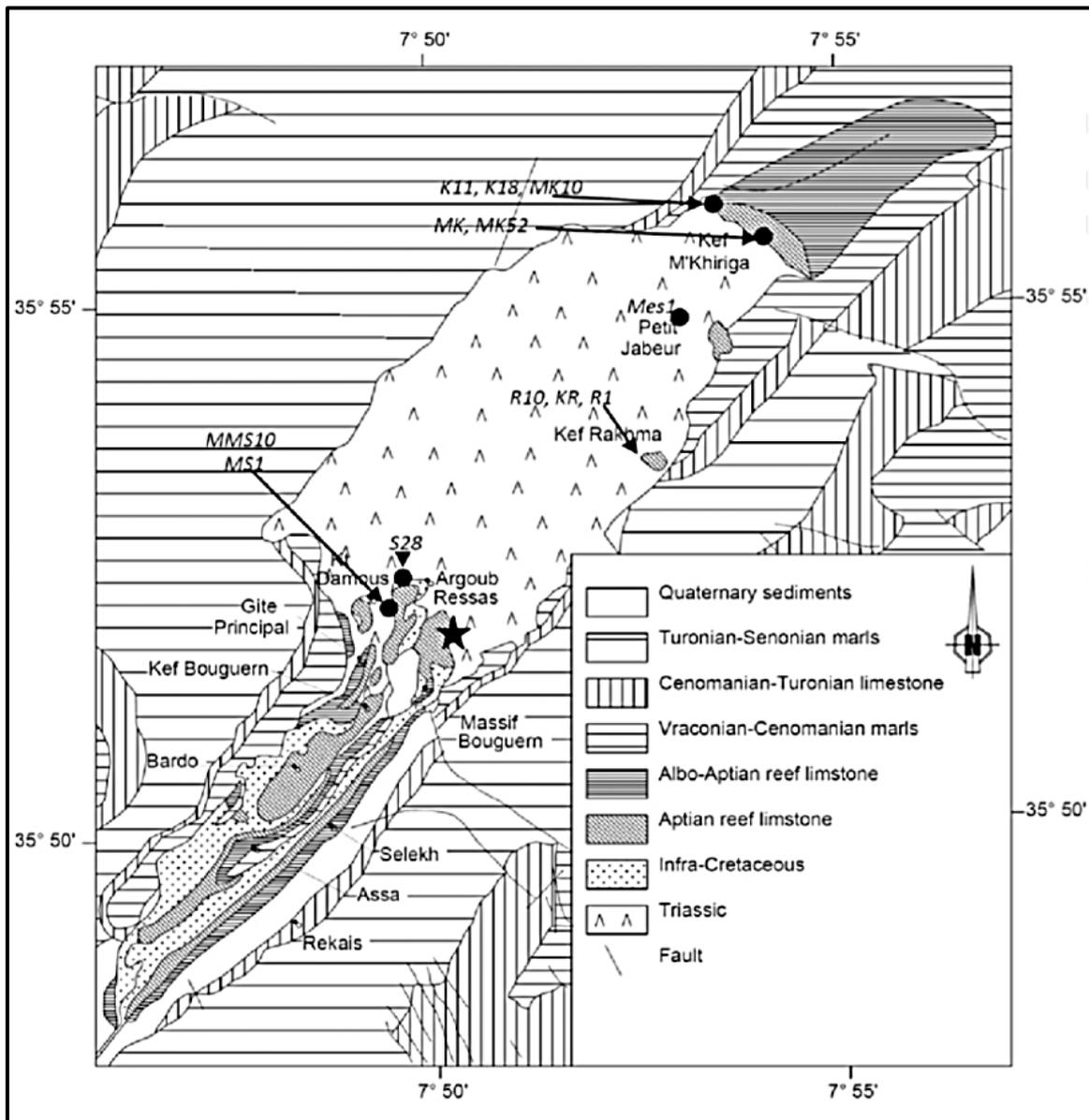


Figure 10 : carte géologique du massif de Mesloulia. Sami.L 2011.

Du point de vue tectonique :

Bordé par deux accidents : (fig.7)

- Au NW : Bardo
- Au SE : Mesloûla

Ces deux accidents s'étendent sur la même direction.

Les plissements qui datent de l'éo-miocène marin auraient fait basculer dans un mouvement dextre la partie centrale de la structure grâce au diapirisme, ces mouvements se sont individualisés pour donner le selakh.

Dubourdiou a supposé que cette tectonique est contrôlée par une certaine zone tectonique instable déjà existante, active par intermittence de même zone de l'axe de déformation (NE-SW) (1959).

Le resserrement de la structure accentue la rotation et pousse la masse plastique triasique dans la charnière anticlinale.

Les phénomènes de diapirisme, de plissement et la tectonique cassante de la région individualisent trois panneaux qui évoluent séparément d'après Dubourdiou (1959) qui sont comme suite :

- Le panneau selakh : monoclinale, subverticale sur sa partie SW et redresser progressivement sous l'effet de la poussée triasique vers NE. Il s'affaisse puis disparaît sous les épanchements triasiques.
- Le panneau Assa-M'zeita et son prolongement NE, coupé du selakh par l'accident SE de Mesloulou, cisailé par des accidents longitudinaux secondaires en compartiment évoluent selon les poussées triasiques, il ne présente plus de structure monoclinale
- Le panneau de Bardo-Bouguern : qui est le membre le plus occidental de la barrière aptienne, et la partie centrale de la structure de Mesloûla, au début du miocène ce panneau occupait la partie inférieure, plus tard il occupe le sommet de l'édifice.

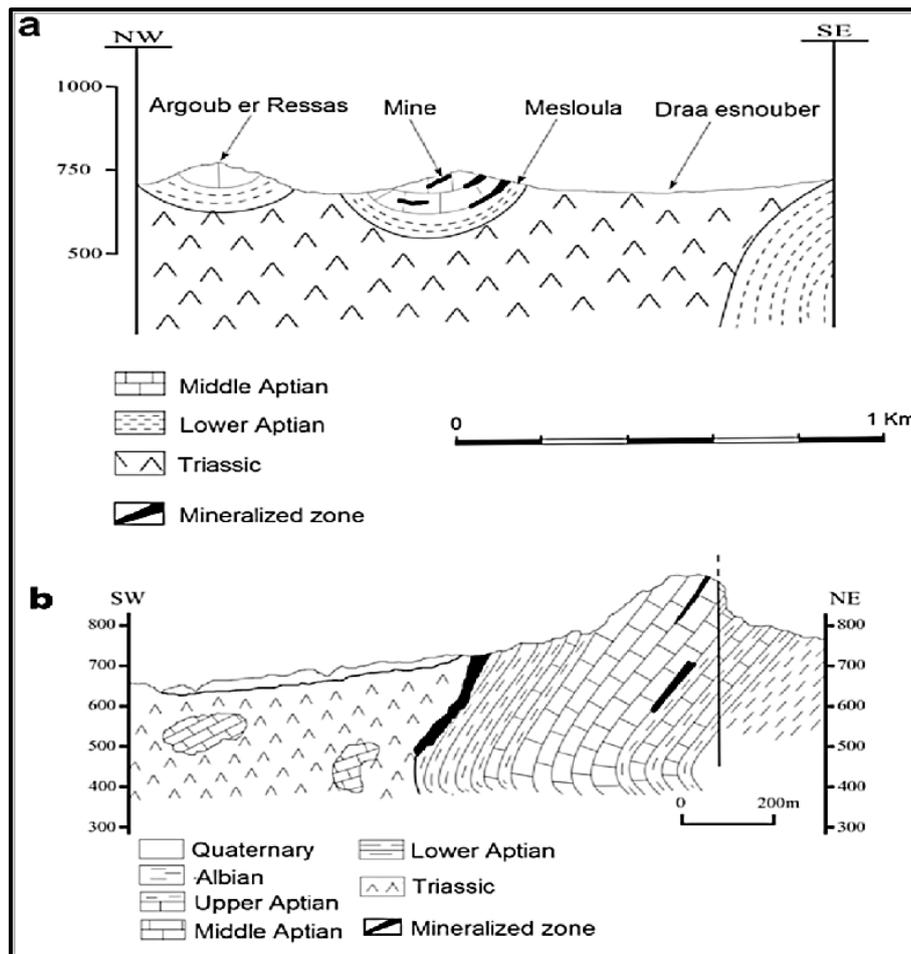


Figure 12 : coupe géologique du djebel Mesloul. Sami.L 2011.

4. Conclusion

Ces formations sont des calcaires récifaux qui ont subi une silicification hydrothermale intense et une légère dolomitisation.

La structure est élastique à cœur triasique.

Chapitre IV



Gitologie



I. Géologie régionale

Introduction

Les confins algéro-tunisiens, comportent plusieurs minéralisations à Pb-Zn, (F, Ba) et Fe, des gîtes, indices et gisements, qui font l'objet d'un regain d'intérêt scientifique et industriel.

Les minéralisations de cette zone, sont contrôlées par des dispositifs diapiriques, près des croisements diapirs-fossés. (fig.17)

Un important district métallogénique correspond à la zone des diapirs algériens. (tab1)

Du côté algérien, Aoudjehane (1991) reconnaît quatre types morphologiques :

- Filons distaux par rapport aux extrusions évaporitiques.
- Amas d'imprégnation et remplissage de cavités au contact diapir/couverture.
- Amas d'imprégnation et remplissage de fissures dans les marno-calcaires et dans les zones dolomitisées du Crétacé près des extrusions du Trias.
- Amas d'imprégnation et remplissage de vides et fractures dans les calcaires néritiques, plus ou moins silicifiés et dolomitisés de l'Aptien supérieur, de l'Albien inférieur, sous l'inconformité vraconienne.

L'analyse géométrique de ces minéralisations montre en fait 02 types morphologiques distincts : (Sami.L 2011)

- Sous forme filonienne (veines et fractures), distantes ou juste à proximité des extrusions triasiques. (fig.13)



Figure 13: photo montrant un filon de barytine

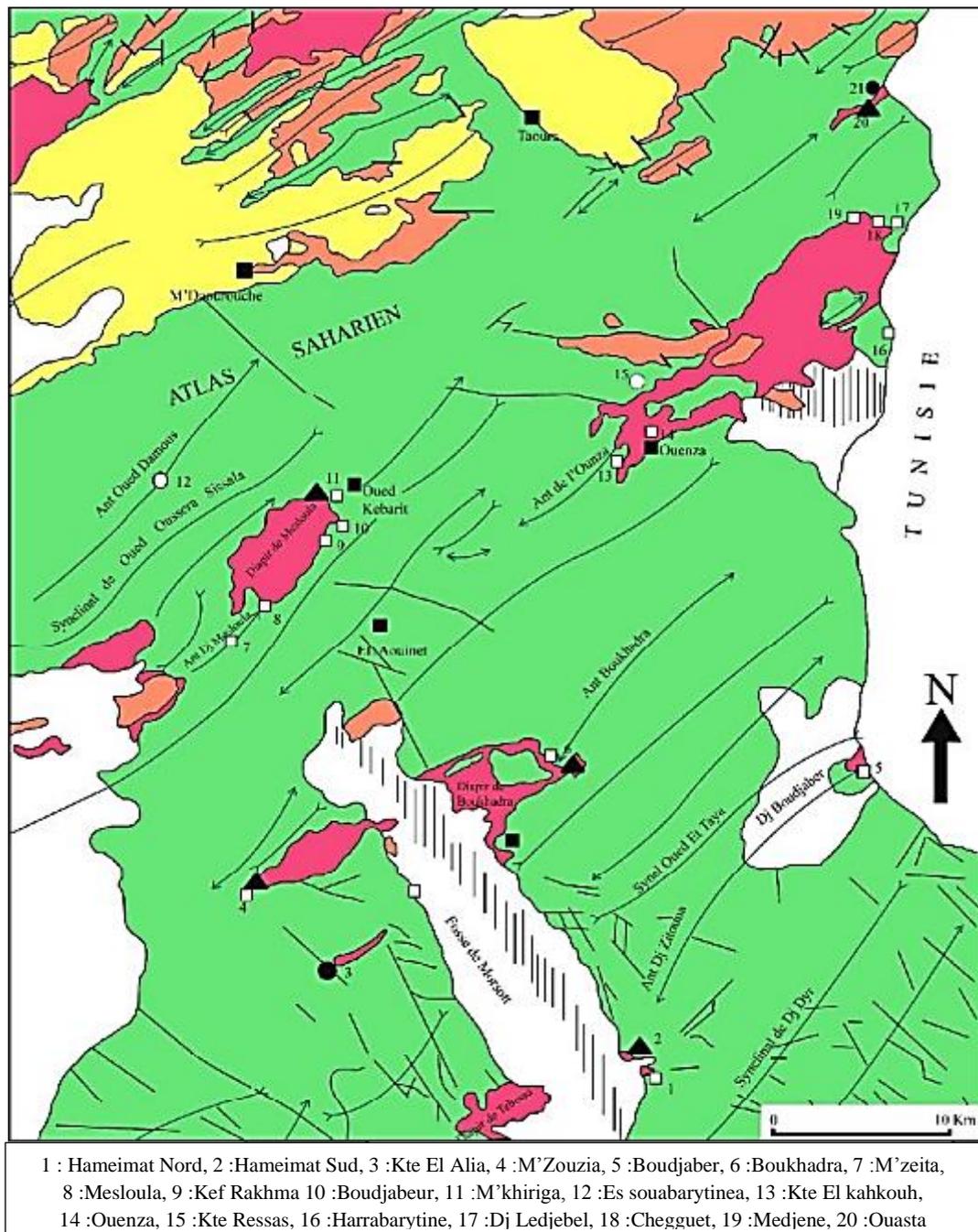
- Sous forme d'amas d'imprégnation et de remplissage de cavités au contact diapir/couverture. (fig.14)



Figure 14 : photo montrant l'exemple de remplissage de vide par la barytine et le cuivre gris.

Tableau 1: Les indices à Pb, Zn, Barytine, (Cu) et Fe dans l'Atlas Saharien oriental (M. Aoudjehane, 1991).

Piège	Gites	Elements principaux
Filons sans connexion avec les diapirs.	Guenguetta, Allahoum, El Ouedja, Koudiat Ressas, Hadjar Merakeb, Taraguelt, Souabarytineh, Tenoukla	Zn Fe Pb, Zn, Cu Pb, Zn, Barytine Pb, Zn Zn, Fe Pb, Zn, Fe Cu, Pb, Zn
Amas d'imprégnation et remplissage de cavités dans les zones corticales des diapirs ou près de l'interface diapir.	Remaid/Ouasta Koucha Djebel Ressas Kef M'Khiriga Boukhadra M'Zouzia Hameimat Djebissa Khenguelt el Mouhad	Barytine, Fe Pb, Zn Pb Barytine (Sr), Pb Barytine, Fe Barytine, Cu Sr, Barytine, Pb Barytine, Pb Barytine, Pb
Amas d'imprégnation et de remplissage de fissures dans les marno calcaires du Crétacé supérieur et dans les zones dolomitisées du Turonien, près des extrusions triasiques	Ouasta Garn Halfaya Koudiat el Alia Bou Roumane Sud	Zn, Pb Pb, Zn Zn, Pb Pb, Zn
Amas d'imprégnation et de remplissage de vide dans les calcaires néritiques, plus ou moins silicifiés et dolomitisés de l'Aptien supérieur à l'Albien inférieur sous l'inconformité vraconienne ou à proximité.	Lajbel Medjene Chegguett Harrabarytine Ouenza Kahkouh Kef M'Khiriga Bou Djabeur Kef Rakhma Mesloula M'Zaita Hameimat Slata Nord Slata Sud Jerissa Bou Jaber Bou Jaber Boukhadra M'Zouzia Damous Hameimat Bou Roumane Nord Khenguelt el Mouhab Jbel Azred Jbel Hamra	Fe Pb, Cu, Barytine Zn, Fe Fe, Pb Fe, , Barytine, Pb Fe, Pb, Barytine Barytine, Pb Pb, Barytine, Pb, Barytine Pb, Zn, Barytine Pb, Zn Fe Fe Pb, Zn Fe Barytine, Pb, Zn Barytine, Pb, Zn Fe Fe, Barytine Pb, Barytine Barytine, Pb (Zn) Pb, Zn Fe Pb, Zn Pb, Zn



LEGENDE

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Quaternaire | Faille |
| Mio-Pliocène | Axe anticlinal |
| Miocène et Oligo-Miocène | Axe synclinal |
| Crétacé et Eocène | Graben |
| Trias | Anas d'imprégnations et remplissage de cavités au contact Diapir/Couverture |
| Filon minéralisé | Anas d'imprégnations et remplissage de vides dans les calcaires Aptiens, Albiens |
| Anas d'imprégnations et remplissage des fissures dans les marno-calcaires du crétacé sup. | |

Figure 15: Répartition des gites et indices minéralisés dans les confins algéro-tunisiens (Haddouche.O ; Sami.L, 2004).

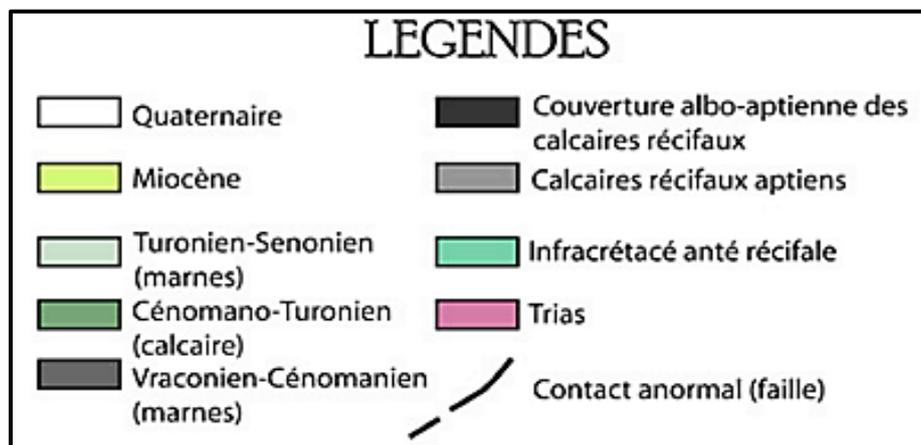
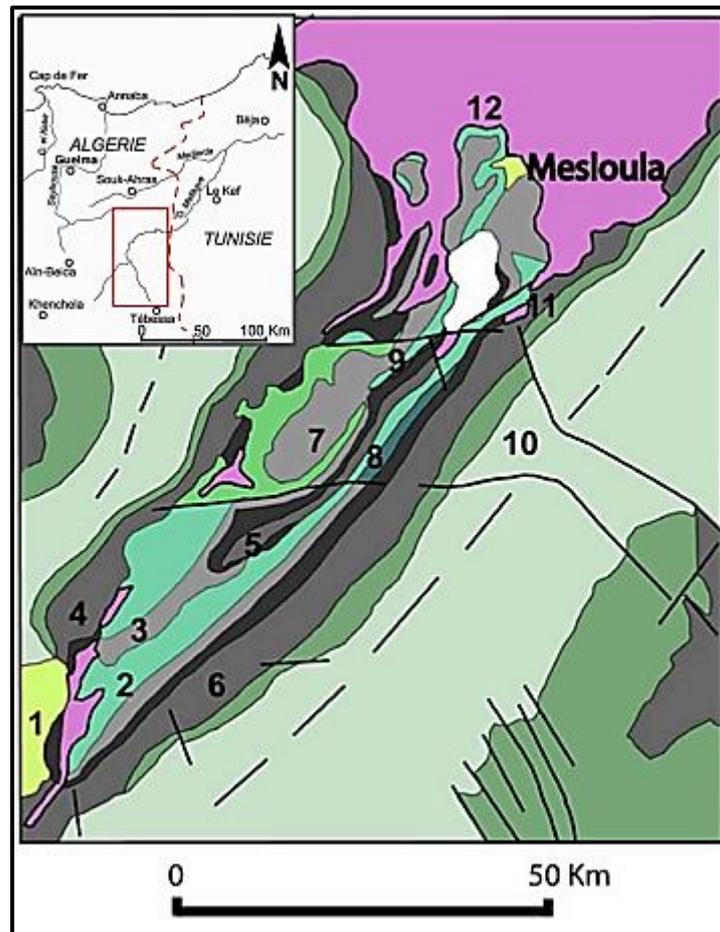
II. Gitologie locale

L'étude de la minéralisation de la zone d'étude (Mesloula), nous montre une paragenèse minérale globale constitué de galène, cuivre gris, sphalérite, pyrite, barytine, dickite, quartz, calcite, dolomite, malachite et azurite.

Avec une morphologie assez variée :

- Sous forme de dissémination de galène ou de cuivre gris dans les calcaires récifaux. (à M'Zeita, la galène est souvent associée à la sphalérite).
- Sous forme de filons et filonnets à remplissage de barytine, galène et calcite.
- Sous forme d'amas de barytine en remplissage de poches irrégulières et de cavités de dissolution.

Le modèle génétique de mise en place de ses minéralisations est similaire au modèle de formation des gisements de type Missipi Valley Type (M.V.T). (Sami.L.2011).



1 : Mesloukh, 2 : Bekaiz, 3 : Dj Assa, 4 : Dehar-Mesloulou, 5 : M'Zeita, 6 : Boumeslane, 7 : Dj Bardo, 8 : Selekh, 9 : Kef Bouguern, 10 : Guelb Mesloulou, 11 : Bouguern, 12 : Argoub Er Ressa.

Figure 18: carte géologique du Djebel Mesloulou (Sami.L 2011).

Gites/indice	Eléments principaux
Gite principal (Mesloula)	Pb-Zn et Cu
Indice de Argoub Er Rerras	Pb
Indice du petit mamelon	Pb-Zn et Cu
Indice Ben Aouied	Pb-Zn
Indice de Kef Bouguern	Barytine et Cu
Indice du Bardo	Pb-Zn
Indice du Selakh	Pb-Zn
Indice d'Assa et M'Zeita	Pb-Zn et Cu

Tableau 2: minéralisations du Djebel Mesloula (gites et indices).

Toutes ces minéralisations a galène, sphalérite, barytine, cuivre gris sont portées par les calcaires aptiens dolomitisés et fortement silicifiés.

Elles se présentent en amas ou sous forme de petites disséminations dans les calcaires ou encore en remplissage de fractures et de cavités.

Parmi tous ces indices, M'Zeita est au centre de l'anticlinal, et celui du complexe barytique est au NE de ce dernier, ont été étudiés par Sami.L 2011.

❖ **Complexe barytique**

le complexe barytique se trouve dans la terminaison NE de l'anticlinal de Mesloula, affecté par des accidents transverseaux.

Ce complexe est encaissée par les formation aptiennes tres morcelées et flottent sur le Trias diapirique.



Figure 19: photos montrant la position complexe barytique de Mesloula

La minéralisation barytique de ce complexe a fait l'objet de plusieurs travaux de prospection par l'EREM, ORGM et ce depuis les années 1980. Vers les années 2000, ce complexe barytique a fait l'objet d'une concession et le permis a été cédé à l'ENOF (SOMIBAR) qui a entamé des travaux d'évaluation et de mise en valeur qui ont donné des résultats apparemment insuffisants puisque ce chantier a été abandonné à ce jour.

La minéralisation est essentiellement barytique. Localisée dans les fractures et au sein des brèches (tectoniques qui pourraient être hydrauliques).

Elle est constituée essentiellement de la barytine avec un peu de galène et du cuivre gris, elle se présente comme suit :

1. Les minéraux de gangue

a) La calcite

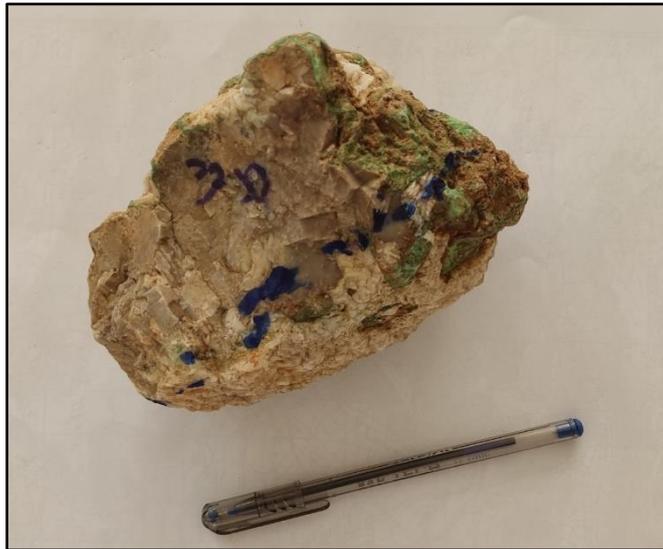


Figure 20: échantillon de calcite de Mesloula

La calcite apparaît sous trois générations (Sami, 2011) :

- **Une calcite I** : diagénétique en inclusions dans le quartz (Q II).

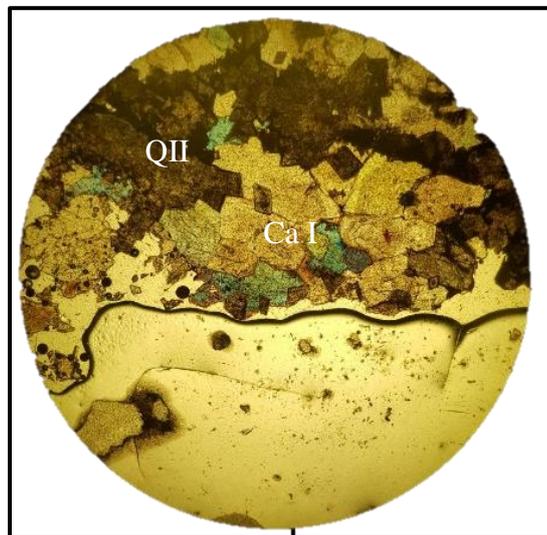


Figure 21: lame mince de calcite LPA, Gross. x 10

- **Une calcite II** : remplissant les fractures et cimentant les lattes de barytine (Ba II).
- **Une calcite III** : tardive, elle remplit la porosité laissée par la cristallisation du quartz ayant remplacé la calcite I. Cette calcite III a tendance à remplacer le quartz II.

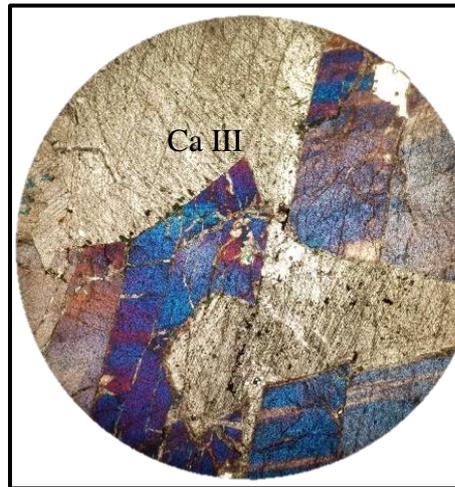


Figure 22: lame mince de calcite LPA, Gross. x 10

b) La dolomite

En raison du processus de dolomitisation ayant affecté l'encastement des minéralisations, la dolomite est abondante notamment au niveau des zones de fractures fortement bréchifiées.



Figure 23: échantillon de dolomie de Mesloul

Plusieurs variétés de dolomite ont été distinguées (Diane et al, 1996) :

- Une dolomite finement cristallisée diagenétique qui caractérise surtout les zones de fractures où elle constitue le ciment des brèches
- Une dolomite en mosaïque épigénétique issue de la recristallisation de la variété fine primaire. Au microscope, elle se présente en sections sub-automorphes jointives. Parfois elle cristallise dans les vides de dissolution de la roche primaire

- Une dolomite rhomboédrique baroque contenant souvent des inclusions de calcites et dolomite primaires. Les rhomboédres de 100 à 500 microns pouvant aller jusqu'à 1 mm, sont parfois zonés.

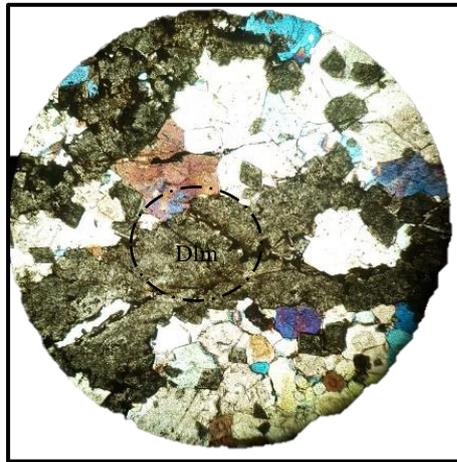


Figure 24:lame mince de dolomie LPA, Gross. x 10

c) Barytine (BaSO₄)

La barytine est le minéral le plus répandu sous forme de couches décimétriques (épaisseur : 10m/ longueur : 150m). Un contact avec l'aptien récifale est observé où elle se présente en grandes masses dans les zones de fractures et de broyages ou sous forme de poches de remplissage de vides ou en remplacement du calcaire dolomitisé et silicifié (en latte). Elle se développe aussi dans les géodes. Elle est rayonnante avec aspect laiteux.



Figure 25: photo de la barytine de Mesloul



Figure 26: échantillon de barytine de Mesloul

L. Sami (2011) a distingué deux générations de barytine :

- **Une barytine I** : elle se présente en gros grains ou en grandes lattes allongées et rayonnantes qui remplace le quartz II et la calcite I. Elle est souvent bréchifiée et cimentée par la calcite II tardive ou par de la barytine II.

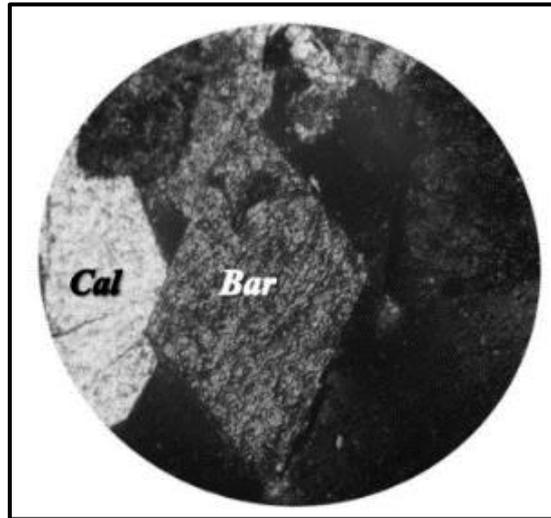


Figure 27:lame mince de barytine LPA, Gross. x 10

Une barytine II : elle apparaît en petites baguettes allongées et rayonnantes issues de la recristallisation de la barytine. Elle se développe à partir des fractures et remplace la calcite bréchifié. Elle est recoupée par des fractures à remplissage de calcite III.

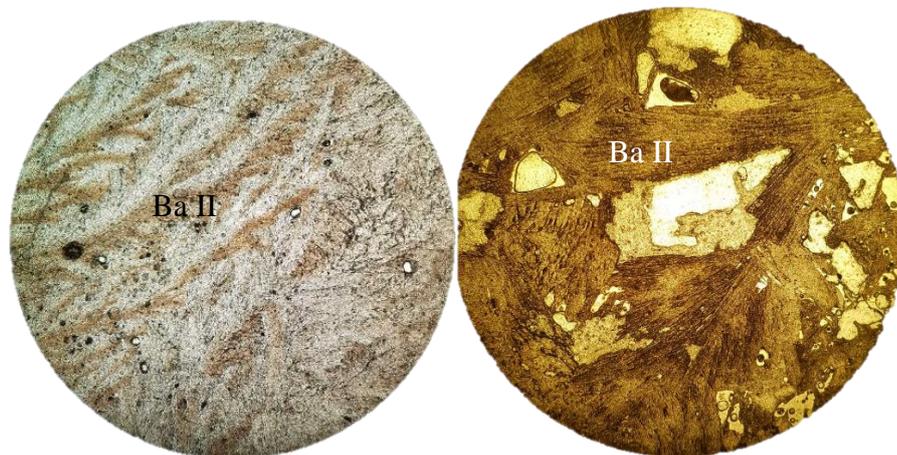


Figure 28:lame mince de barytine LPA, Gross. x 10

d) Quartz (SiO_2)

Très abondant se présente sous forme de poches de remplissage dans l'aptien récifale issue de la silicification hydrothermale tardive. Il se présente en deux générations souvent associée à la barytine II et III.

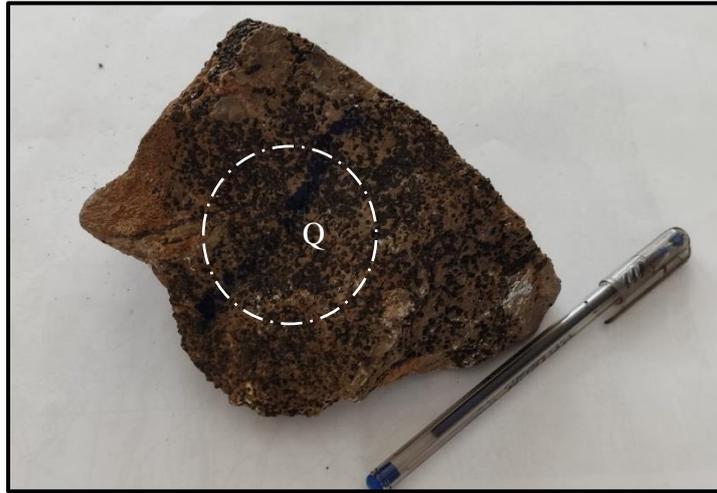


Figure 29: échantillon de quartz hydrothermale de Mesloula

Deux types de quartz ont été distingués (Sami, 2011) :

- **Un quartz I** : de première génération calcédonieux et microscopique en remplissage de cavités ou poches de dissolution plus ou moins rondes ayant tendance à être recoupé par le quartz II automorphe. Dans certains cas, il se présente en inclusions dans le quartz automorphe

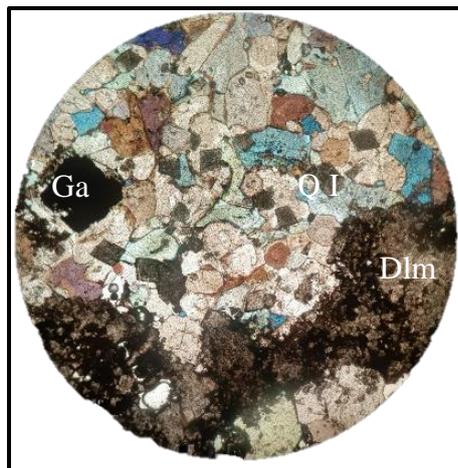


Figure 30: lame mince de quartz LPA, Gross. x 10

- Un quartz II : de deuxième génération sous forme de gros grains fumés automorphes à inclusions de carbonates. Ces quartz ont pseudomorphosés les cristaux sparitiques de calcite I. Ils sont par contre parfois corrodés par la barytine II et la calcite II.



**Figure 31: lame mince montrant les deux générations de quartz (Sami.L 2011) LPA,
Gross. x 10**

2. Les minéraux métalliques

a) La galène (PbS)

La galène est le sulfure principal des minéralisations de l'ensemble des indices du gisement de Mesloulou. Elle est soit incluse ou en remplissage de vide dans la barytine associée au cuivre gris dans les fractures.



Figure 32: échantillon de la galène de Mesloulou

Macroscopiquement, elle se présente en cristaux automorphes à sub-automorphes, de taille millimétrique, disséminés dans les calcaires silicifiés et dolomités. Au microscope, elle est sous forme de plages ou de cubes entourés de halos de cérusite. Elle peut se trouver en association avec la barytine et le cuivre gris. Parfois elle renferme des inclusions de pyrite.

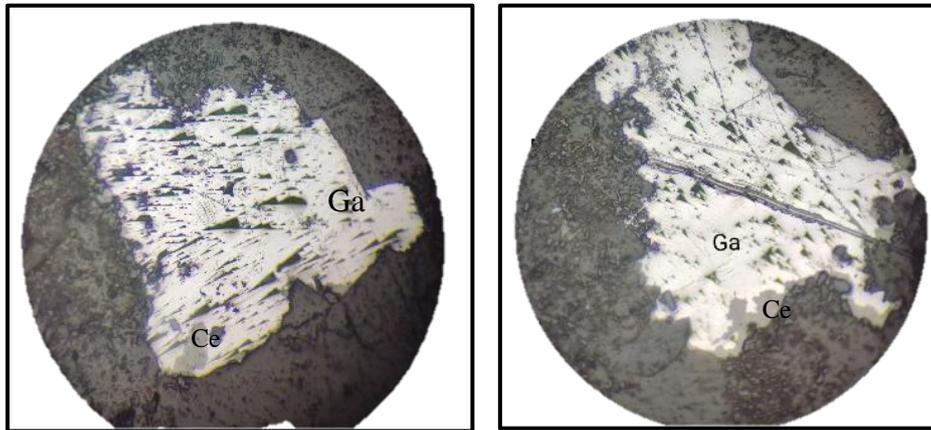


Figure 33 : section polie de galène LPA, Gross. x 10

Lorsque la galène est en association avec la sphalérite, elle a tendance à la remplacer. Parfois, elle est traversée par des fractures remplies de barytine II

b) Le cuivre gris (Cu)

Le cuivre gris se présente sous forme de grains automorphes ou sub-automorphes ou d'agrégats de taille variable, millimétrique à centimétrique disséminé dans les calcaires. On l'observe dans les cassures de la barytine sous forme de remplissage ce qui prouve qu'il est postérieur à la barytine



Figure 34: échantillon de cuivre gris de Mesloula

Le cuivre gris de cette zone s'altère souvent en malachite ou azurite.

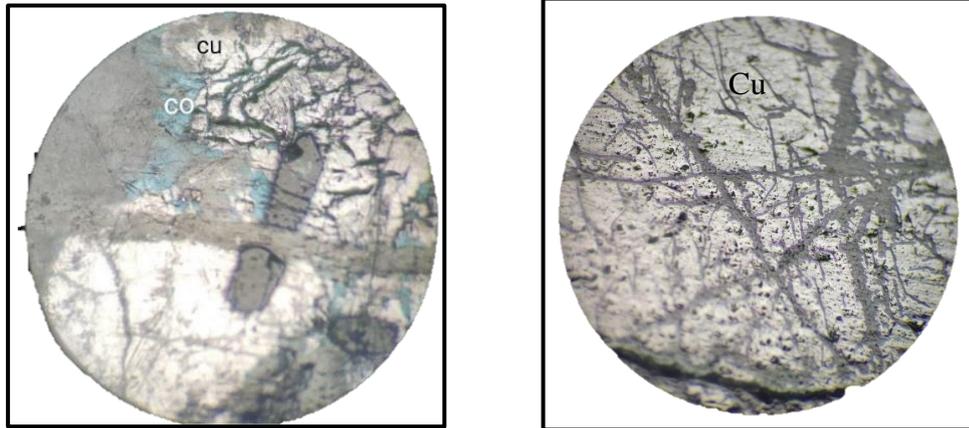


Figure 35: section polie de cuivre gris LPA, Gross. x 10

3. Les minéraux d'altération

Dans l'ensemble les indices minéralisés du complexe barytique de Mesloul, sont fortement oxydés en surface. Ce processus d'altération supergène a fait que ce sont ces minéraux secondaires qui sont visibles en surface, en quantité relativement plus importante.

a) La cérusite

C'est le minéral secondaire le plus abondant à Mesloul. Elle est le produit d'altération de la galène. Elle se présente sous forme d'une auréole d'altération autour des reliques de galène. Elle est également souvent associée à d'autres carbonates primaires et à la barytine, généralement sous forme de ciment reliant les éléments des brèches (Diane et al, 1996).

Dans certains endroits où le processus d'oxydation est très prononcé, la cérusite est à son tour corrodée par de la goéthite.

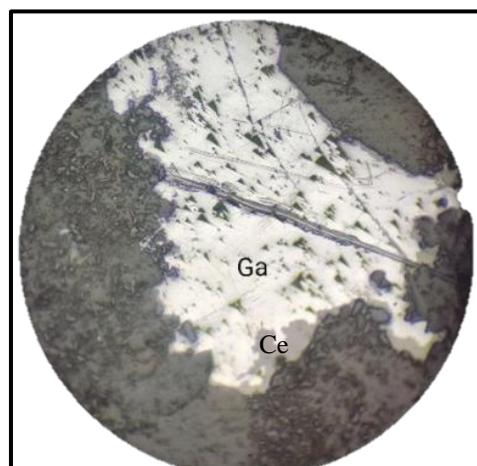


Figure 36: section polie de galène montrant l'altération en cérusite LPA, Gross. x 10

b) La Malachite, Azurite, Covellite

Ce sont les produits d'altération des minéraux cuprifères notamment du cuivre gris.

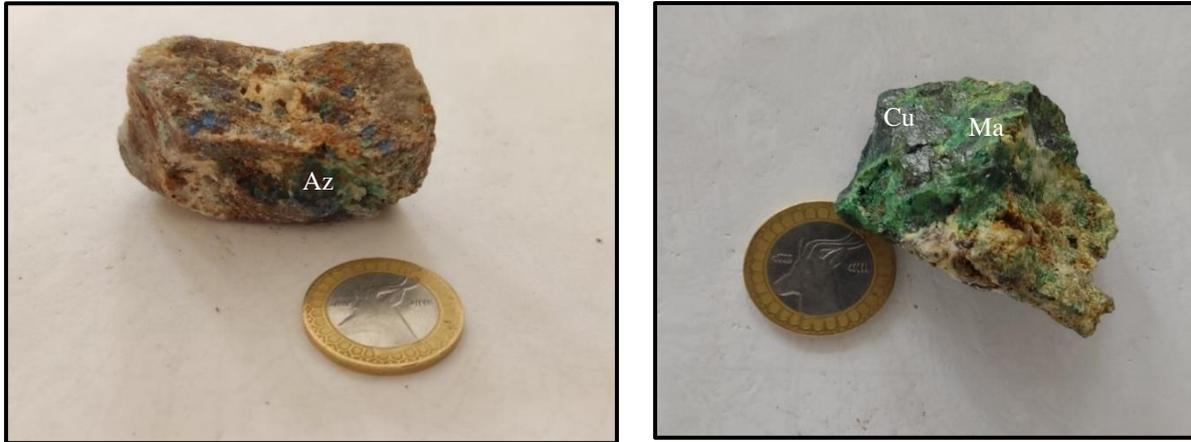


Figure 37: échantillon montrant l'altération du cuivre gris en malachite, azurite, covellite de Mesloula

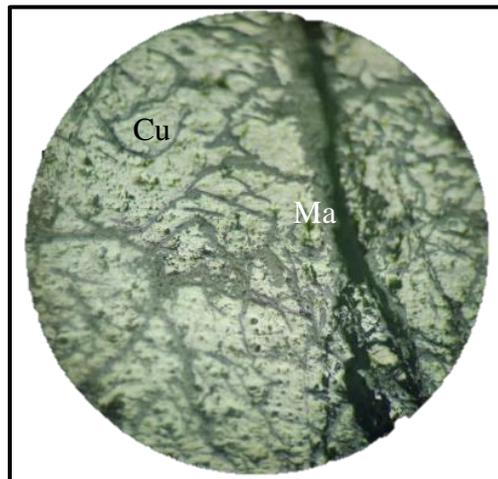


Figure 38: section polie montrant l'altération du cuivre gris en malachite LPA, Gross. x 10

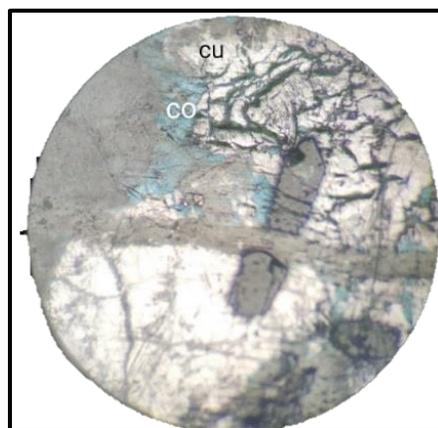


Figure 39: section polie montrant l'altération du cuivre gris en Covellite) LPA, Gross. x 10

c) Dickite

C'est le produit d'altération hydrothermale des feldspaths ou minéraux silicatés riches en Al



Figure 40: lame mince de dickite LPA, Gross. x 10

d) Les oxydes et hydroxyde de Fe

Parmi les oxydes de fer, la limonite constitue le minéral le plus répandu de la zone d'oxydation. Elle est souvent associée aux autres produits d'oxydation tels que la cérusite. Elle constitue le produit d'altération de l'essentiel du remplissage des filons.

Les relations chronologiques entre les différentes espèces minérales sont basées sur les observations macroscopiques et microscopiques. Leur ordre d'apparition est résumé dans le tableau ci-dessous :

Le tableau 3 résume la succession paragénétique probable du complexe barytique :

Minéraux	Stade diagénétique	Stade epigenetique						Stade supergène
Calcite	<u>Ca I</u>					<u>Ca II</u>	<u>Ca III</u>	
Quartz	<u>Q I</u>	<u>Q II</u>						
Barytine				<u>Ba I</u>		<u>Ba II</u>		
Pyrite	<u>Py</u>							
Galène		<u>Ga I</u>						
Cuivre gris		F		F		<u>Cg</u>	F	
Cérusite		r		r				_____
Azurite		a		a				_____
Malachite		c		c				_____
Oxyde de fer		t		t				_____
		u		u				
		r		r				
		a		a				
		t		t				
		i		i				
		o		o				
		n		n				

Tableau 3: succession paragenétique probable du complexe barytique (SAML.L.2011).

Conclusion

L'étude paragenétique de la minéralisation à galène, barytine, cuivre gris, sphalérite et pyrite, ses minéralisations se présente sous différents aspects :

- Sous forme de disséminations de galène ou de cuivre gris dans les calcaires récifaux.
- Sous forme de filons et filonnets à remplissage de barytine, galène et calcite.
- Sous forme d'amas de barytine en remplissage de poches irrégulières et de cavités de dissolution.

La structure actuelle du djebel Mesloûla est le résultat de l'interaction dans le temps de la compression SE-NW de la poussée triasique ainsi que de la tectonique cassante.

Le gisement polymétallique (Pb-Zn, Cu, Ba) de Mesloulou consiste en une vingtaine de sites minéralisés répartis sur une dizaine de kilomètres et montrant une tendance NE-SW étroitement liée à celles des roches carbonatées aptiennes, des évaporites triasiques et des principaux accidents tectoniques affectant le massif.

Les minéralisations présentent des formes variables, en lentilles, amas, filons, dans les cassures et sont essentiellement plombifères avec accessoirement du cuivre et du zinc. La paragenèse minérale est simple, elle est à calcite, quartz, barytine, galène, sphalérite, cuivre gris et leurs minéraux d'altération.

La dolomitisation et la silicification sont les altérations hydrothermales les plus fréquentes.



Conclusion générale



Conclusion générale

Le massif de Mesloula, faisant partie de l'Atlas saharien oriental, est constitué par une série sédimentaire mésozoïque principalement crétacée plissée en une structure anticlinale d'orientation atlasique (NE-SW). C'est l'un des anticlinaux les complexes dont l'ossature est constituée par les formations du Crétacé et le cœur percé par les formations triasiques de cette zone des diapirs de la frontière algéro-tunisienne.

Ce massif recèle des minéralisations polymétalliques (Pb, Zn, Cu, Ba) réparties sur une vingtaine d'indices, tous encaissés dans les formations carbonatées de l'Aptien. Ils montrent d'étroites relations spatiales avec les accidents majeurs encadrant la partie centrale charriée du Mesloula et avec la répartition des affleurements des évaporites triasiques. Comme pour la majorité des massifs minéralisés de la région, l'Aptien carbonaté du massif de Mesloula constitue l'unique horizon contrôlant les minéralisations, il est de ce fait un métallotecte litho-stratigraphique.

Les minéralisations, présentant des formes variables, en lentilles, amas, filons, dans les cassures, sont essentiellement plombifères avec accessoirement du cuivre et du zinc. La paragenèse minérale est simple, elle est à calcite, quartz, barytine, galène, sphalérite, cuivre gris et leurs minéraux d'altération. La dolomitisation et la silicification sont les altérations hydrothermales les plus fréquentes. Elles se sont développées à la suite de circulations de fluides hydrothermaux ayant également induit la mise en place des minéralisations sulfurées selon un processus polyphasé ponctué par plusieurs épisodes de fracturation.

Les minéralisations du massif de Mesloula se sont mises en place dans des conditions épithermales à des températures comprises entre 100 et 200 °C. Cette mise en place s'est déroulée selon un processus minéralisateur caractérisé par l'implication d'un seul fluide dont les conditions thermiques ont évolué avec la cristallisation des différents minéraux. La succession paragenétique permet de concevoir une évolution qui se serait déroulée dans une ambiance thermo-décroissante. Les minéralisations métalliques, étant tardives, se seraient précipitées en fin d'évolution du processus minéralisateur. Cette évolution par abaissement de la température pourrait également être considérée comme l'un des mécanismes de précipitation des minéralisations.



Annexes



Méthodologie de préparation des échantillons

- Une étude macroscopique des échantillons prélevés sur le terrain afin de déterminer leurs compositions minéralogiques, leurs différentes textures et leurs structures.
- La réalisation des lames minces et sections polies dans le laboratoire métallogénique de l'UMMTO, qui est un processus de plusieurs étapes représentées ci-dessous, qui requiert un équipement hautement spécialisé :

Réalisation de lame minces :

- **Le sciage** : à l'aide d'une scie circulaire diamantée sous courant d'eau continue, la scie nous permet de confectionner un morceau appelé sucre.



Figure 1: Une scie diamantée

- **Le rodage des sucres** : c'est une méthode de pré-polissage qui consiste à roder manuellement ou mécaniquement sur un lapidaire en fonte (planéité contrôlée) pourvu d'un mouvement circulaire.



Figure 2: Le rodage appelé aussi "le prépolissage"

- **Le collage des lames** : Le sucre est déposé dans fourre pour une durée de 3 à 4h pour sécher puis on applique la colle résine époxy sur toute la surface à étudier (déterminer au préalable) puis déposer sur la presse chauffante afin de libérer toutes les extrusions de gaz (pendent 12 a 48h).

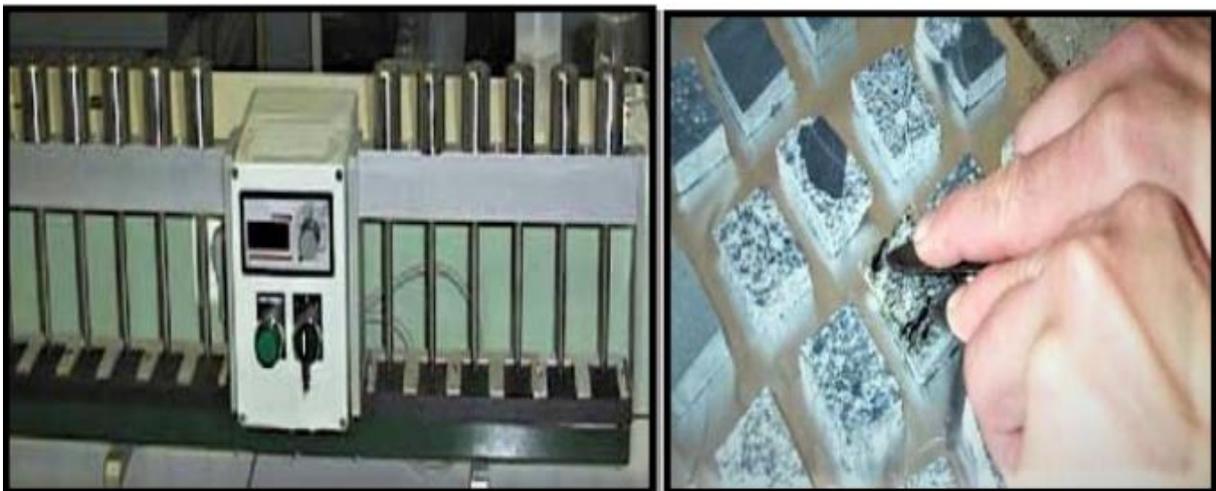


Figure 3: (A) Presse de collage chauffante. (B) Collage des lames de verre manuellement.

- **Sciage de la préparation** : A l'aide d'une scie diamantée plus petite doter d'un contre poids pour faciliter l'affinement (sciage répétitif), cette étape nous permet de passer d'une épaisseur de 1a 4cm jusqu'à atteindre les alentours de 1mm (cette méthode réduit le temps de rodage considérablement).



Figure 4: Une scie diamantée de plus petite taille.

Mise en épaisseur : de la lame mince : réalisé manuellement et on surveille l'épaisseur à l'aide d'un microscope polarisant.



Figure 5: Le rodage manuel

Confection de section polis :

- Le sciage à l'aide d'une scie circulaire diamantée sous courant d'eau continue, en découpant un morceau grossièrement (plus ou moins arrondis).
- Le rodage des sucres : c'est une méthode de pré-polissage qui consiste à roder manuellement ou mécaniquement sur un lapidaire en fonte (planéité contrôlée) pourvu d'un mouvement circulaire.
- Ponçage : s'effectue manuellement afin d'avoir une surface des plus lisse et du minimum de trace du ponçage possible en utilisant différentes épaisseurs de poudre de plus en plus fines (320,600,800,1000).
- Pour un aspect plus propre et plus esthétique on utilise la patte diamantée (étape facultative).



Bibliographie



Bibliographie

- Akrou H., Aoudjehane M. et Al. ; (1991) : Gites et indices à Fluorite d'Algérie du Nord, inventaire et réflexion. Bull. Office national de géologie Vol 2, n°1 pp 11-28
- Ali, M. et Boukouba, S. ; (1997). Le massif de Mesloula : approche pétrographique et microtectonique. Mém. d'ingénieur d'Etat en Géologie, Univ. Cheikh Larbi Tebessi, Tebessa.88p.
- Alimerina, A ; Bouanik, A Boubaya, D. ; (1997- 2000) : rapport final sur les travaux de prospection des polymétaux dans les secteurs Hameimat et Djebiss, TEBESSA, direction régionale EST, 128p. (ORGM).
- Aoudjehane. M., Bouzenoune. A., Rouvier. H. ET Thiebi Theibieroz. J. ; (1992) : Halocénèse et dispositifs d'extrusions du trias dans l'Atlas saharien Oriental (NE algérien). Geol Medit Marseille XIX, pp273-287,1992.
- Aoudjehane. et Al. ; (1992). Halocénèse et dispositifs d'extrusions du Trias dans l'atlas saharien oriental (NE algérien). Geol. Médit, XIX, 273-287.
- Aoudjehane. M. ; (1991) : distribution des gites à Pb-Zn et fer sédirétique dans le NE. Algérien.in M. pogéal et j loroy (eds) : source Transport and deposition of métaux Belkema Rollerodam, pp, 419-422.
- Bedja. N. ; (2013) : Géologie du secteur de Kalaat Cherachet caractérisation géologique des minéralisations ferrifères (Ouenza, Tébessa) Algérie Nord Orientale.Mém. Mas.pp57.
- Beghoule. M. ; (1974) : Étude géologique de la région des Hameimat (SE Constantinois). Application à la recherche pétrolière des confins algéro-tunisiens. Thèse. Doct. Ing., Paris, 127 p.
- Belkacemi, M A. ; (2010) : étude des minéralisations à Fe, Ba, Pb des indices de Hameimat Nord et Sud, W TEBESSA (Atlas saharien oriental). Mémoire d'ingénieur d'état en géologie, option géologie minière. USTHB/FSTGAT.80p.
- Ben Tahar, F. ; (2010). Évolution tectono-sédimentaire de l'Aptien de la région de Telidjéne (Tébessa Algérie Nord-Orientale). Mém. de magister en géologie,Univ.Cheikh Larbi Tebessi, Tebessa,56 p.
- Bles. J.L., Etefleury. ; (1970) : Carte géologique 1/50000 Morsott et Notice explicative. Bull. serv. Géol. Algérie.
- Blès. J.L. ; (1969). Contribution à l'étude des déformations cassantes de la feuille de Morsott (SE Constantinois, Algérie). Les microfractures et leurs relations avec les failles et les plis. Bull. Serv. Carte géol., Algérie, Nlle.Série, pp. 39: 7-17.
- Bles. L. ; (1969) : contribution à l'étude des déformations cassantes de la feuille de Morsott (SE constantinoise- Algérie). Les microfracturations et leurs relations avec les failles et les plis. Publication du service Géologique de l'Algérie (service N°11). Bulletin N°39, pp 7-17.
- Bodnar. r. et J.; (1993). Revised equation and table from determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solution. Geochimica Cosmochimica Acta, 7, 683-684p.
- Bouskia. N. et Boumedjene. O. ; (1996) : le massif de Boudjaber (W.de Tébessa) : apports microtectonique et pétrographique de l'aptien calcaire. Mémoire d'Ingénieur, IST, université de Constantine Bouzenoune, A. ; (1993). Minéralisations périadiapiriques de l'Aptien calcaire : Les carbonates de fer du gisement hématitique de l'Ouenza (Algérie orientale). Thèse.Doct,d'Univ Paris IV. 206p.
- Boutaleb. A. ; (2001) : « les minéralisations à Pb-Zn du domaine setifienhodna géologie, pétrographie des dolomies, microthermométrie et implication métalloïdique ». Thèse de Doctorat d'état FSTGAT-USTHB. Références Bibliographiques.

Bibliographie

- Boutaleb. A., Afalfiz. H., Haissa. DJ., E Collio. et Touahri. B. ; (2002) : Métallurgie et évolution géodynamique de la chaîne tellienne en Algérie. Bull. Serv. Géol. Algérie. Vol 11, n°1. pp3-27.
- Bouzenoune. A. et Leocolle. P. ; (1997) : petrography and geochemical arguments for hydrothermal formation of the Ouenza siderite deposits (NE-Algerian) Mineralium Deposita (1997). pp 189-196.
- Bouzenoune. A., Rouvier. et Theibieroz. D. ; (1995) : trias d'Ouenza contexte diapirique zonation minéralogique et conséquence métallogéniques. Bulletin du serv.geol de l'Algérie. Vol 6. N°1. pp3.24.
- Bouzenoune. A., Rouvier. H. et Theibieroz. ;(2006) : chronologie relative et condition de mise en place des minéralisations du massif de l'Ouenza (Algérie, NE). Bulletin de service Géologique National. Vol17.n°1, pp3-27, fig 8.206.
- Bouzenoune, A., Rouvier. H., et Theibieroz. J. ;(1998). Le gisement de fer de l'Ouenza (Nord-Est algérien) : Relation entre le minerai carbonaté et le minerai oxydé. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, vol. 9, n°2.185-199p.
- Bouzenoune, A., Rouvier. H., et Theibieroz. J. ; (1995). Trias de l'Ouenza : contexte diapirique, zonation minéralogique et conséquence métallogéniques. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, vol. 6, n°1. 3-24p.
- Bouzenoune. A. et Lecolle. P. ; (1997). Petrographic and geochemical arguments for hydrothermal formation of the Ouenza siderite deposit (NE Algeria). Mineralium Deposita. 32.189-196p.
- Bouzenoune. A.1993 : les minéralisations péri-diapiriques de l'Aptien Calcaire, les carbonates de fer du gisement hématitique d'Ouenza (Algérie Oriental).thèse de doctorat Universitaire ParisVI.p209.
- Chikhi-Aouimeur. F. ; (1980). Les rudistes de l'Aptien supérieur de Djebel Ouenza (Algérie NE). Paléontologie. Contexte stratigraphique et paléogéographique. Thèse 3ème cycle, USTHB, Alger. 114p. 88
- David. L. (1956) : Etude géologique des monts de la haute Medjerda. Thèse Sci. Paris. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, n.s., Bull, n°11, 189p.
- Diane. B. et Perthuisot. V. (1996) : Première approche des conditions de genèse des minéralisations à Pb-Zn du Dj. Mesloula. (Est Algérien) étude microthermométrie des inclusions fluides primaires de la calcite. Bulletin du service géologique d'Algérie. Vol.n°1, pp59-69-fig .3table, 1996.
- Dubourdieu. G. et Durozoy. G.1950 : Observation tectoniques dans les environs de Tébessa et d'Ouenza (Algérie). Bull. Serv .Géo. France, semi serie.txx.pp257-266.
- Dubourdieu. G.1956 : Etude géologique de la région d'Ouenza (confins Algéro tunisiens). Thèse des sciences. Paris. Publications du service de la carte géologique de l'Algérie. Bulletin N°10.vol.1.p659.
- Dubourdieu. G.:(1959). Esquisse géologique du Djebel Mesloula (Algérie orientale).Publ. Serv. Carte géol. Algérie, n.s, Bull., n°21.162p.
- Durozoy, G.1956 : Notice explicative de la carte géologique de Tébessa1/50000.feuilles 206. service de cartographie National.
- Hadouche. O. (2003) : contribution à l'étude géologique et gîtologique des minéralisations à Pb-Zn-Fe-Ba (Sr) d'Ouasta (Atlas saharien Oriental, Algérie). Thèse de Magister USTHB. Algérie, 109p.

Bibliographie

- Hadouche, O. ; Boutaleb, A., Hebert, R. ; Picard, D. ; Sami, L., (2004) : Les minéralisations à Pb-Zn, Fe, Ba (Sr) d'El Ouasta (Algérie Références Bibliographiques 62 nord orientale) : typologie et apport des études d'inclusions fluides. Bull. du Service Géologique de l'Algérie. Vol. 15 n°2. pp 87-105.
- Haynes. F.M. ; (1985).Determination of fluid inclusions composition by sequential freezing. *Economic Geology*. 80, 181-186p.
- Kazi Tani. N. ; (1986) : Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine : le domaine intraplaque nord-algérien. Approche mégaséquentielle. Thèse Doct. ès Sciences, Univ. Pau et des pays de l'Adour, 2 tomes.
- Kowalski. W., et Hamimed. M. (2002) : Les étapes d'effondrement des grabens dans les confins Algéro-Tunisiens. Bulletin service géologique. Algérie., Vol.13, n°2, pp131-152.
- -O.R.G.M. (2000) : Rapport final sur les travaux de prospection des polymétaux dans les secteurs Hameimet et Djébissa.O.R.G.M. , direction régionale Est, Tébessa, 2000.
- Kowalski. W.M. et Hamimed. M., Pharisal. A. ; (1997) : les phases miocène et pliocène du diapirisme polyphasé entre Ouenza et Tébessa (NE de l'Atlas saharien, Algérie). société d'histoire naturelle du pays de montébiliard. pp.217- 224,2fig, 1997.
- Kowalski. W.M., Pharisal. A., Boudoukha. A., Hemila. M. A. (1997): les stades d'effondrement du graben de Tébessa (Confins Algero-Tunisien) et la tectonique plicative plio-quadernaire.société d'histoire naturelle du pays de Montbéliard, pp.201-215.8fig.1997.
- Laatar. E. ; (1980). Gisements de Pb-Zn et diapirisme du Trias salifère en Tunisie septentrionale : Les concentrations périadiapiriques du district minier de Fedj el Adoum. Thèse de Cycle, Paris VI. 280p.
- Masse. P. et Chikhi-Aouimeur. F. ; (1982). La plate-forme carbonatée de l'Ouenza (Sud constantinois, Algérie). Organisation et dynamique durant l'Aptien supérieur. Géol. Méditer., Marseille, vol. IX, n°3. 259-267p.
- Masse. P. et Al. ; (1979) : Précisions sur l'âge des calcaires et des formations associées de l'Aptien du Sud-Est constantinois (Algérie). Conséquences paléogéographiques. Bull. Soc. Géol. Fr., vol.7, n°1, pp. 65-71.
- ORGM. ; (2004). Rapport final sur la prospection des polymétaux dans la secture de Mesloulal999-2000.101p
- Orientale. Mém. Master II en géologie, Univ Jijel. 56p.
- Othmanine. A. ; (1987) : les minéralisations en fluorine Barytine, Pb-Zn et fer sédiritique autour des fosses de Tébessa-Morsot (Algérie), relation entre paléogéographie Aptienne diapirisme, structure et Métallogénie. Thèse de 3eme cycle, Université pierre et Marie curie, paris VI, France, 221p.
- Oulebsir. Abdellah. S. ; (2013). Etude des minéralisations du gisement de fer de Boukhadra (Algérie nord orientale) .Mémoire Master II en géologie, Univ Jijel. 59p
- Paraire-Akrour. H. ; (1991). Fluid inclusion of the F-Ba-Pb late paragenesis of borders of the Ouenza, Mesloulal, Hameimet ed Dahra diapirs (N-E Algeria). In: PAGEL. M., Leroy. J.L. (eds.). Source, Transport and Deposition of Metals. Balkema, Rotterdam, pp. 219-222.
- Perthuisot. V. ; (1978) : Dynamisme et pétrogenèse des extrusions triasiques en Tunisie septentrionale. Trav. Labo. de Géol., ENS, Paris, n° 9, 312 p. 89
- Popov,A ;(1968). Gisements de Plomb et de Zinc en Afrique : les types morphologiques et la répartition des gisements de Zinc et de Plomb en Algérie. Annale des Mines et de Géologie – Tunis – n° 23. 103-203p.

Bibliographie

- Pertuisot. V., Aoudjehane., M.Bouzenounz., Hatirra. A., Laatar N., Mansouri. E., Rouvier A., H., et SMATI, A. ;(1998) : Les corps triasiques des Monts du Mellègue (Confins Algéro-Tunisiens) sont-ils des diapirs ou des \diamond Bull. Soc. Géo. France, t.169, n°1, pp53-61.
- Roedder. E. ; (1984). Fluid inclusions. Mineralogical Society of America. 646 p.
- Rouvier. H. ; (1990) : les concentrations polymétalliques liées aux diapirs évaporitiques des confins Algero-Tunisien, Rapport interne E.R.E.M, Boumèrdes-Algérie, 71p.
- Rouvier. H. ; (1993) : les gisements de Pb-Zn liée aux diapirs de Trias salifère en Tunisie, une variante des gisements du type MVT. Laboratoire de géologie Appliqué boîte 123. Université p.et M, Curie (Paris YI).pp.159-166.
- Salmi –Laouar. S. ; (2004) : contribution à l'étude géologique et géochimique des isotopes stables (S.O.C) des minéralisations polymétallique (Zn-Pb-Ba-Fe-Hg) de la zone des diapirs du Nord du Tébessa (NE Algérien).thèse. Doc. Univ. Badji Mokhtar. Univ Annaba. Algérie.
- Sami. L. ; (2004) : Contribution à l'étude géologique et gîtologique des minéralisations à Pb-Zn, Ba et F dans la région de Méskiana : Exemple des indices d'Es Souabaa et de M'khiriga. (Atlas saharien oriental, Algérie). Thèse. Magister. FSTGAT., USTHB Bab Ezzouar Alger. Références Bibliographiques.
- Sami. L. ; (2011) : Caractérisation géochimique des minéralisations à Pb-Zn, Fe, Ba, Cu, Fe et Hg des confins Algéro-Tunisiens. Thèse. Doctorat. D'état, USTHB(FSTGAT), Bab Ezzouar. Alger 180p.
- Seghir. K. ; (2008). Vulnérabilité à la pollution, protection des ressource en eaux et gestion active du sous système aquifère de Tébessa Hammamet (Est Algérien).Thèse Doct, UnivBadji Mokhtar, Annaba. 151p.
- Shepherd. T. Frankin. A. H. et Alderton. D. H. M. ; (1985). A practical guide to fluid inclusions studies. Blackie. 239 p.
- Thibieroz. J.et Madre. M. ; (1976) : le gisement de sédirite du Dj. Ouenza (Algérie) et contrôle par un Golf de mer Aptienne. Bulletin de la société d'histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, 65,3-4, pp.
- Touami. A. ; (1999) : étude géologique (stratigraphique et microtectonique) Du massif de Hameimat Nord. Mémoire d'ingénieur d'état en géologie, option ensembles sédimentaires. Centre universitaire Cheikh LARBI TEBESSI TEBESSA, Institut Des Sciences De la Terre, département Géologie,49p.
- Vila. J. M., Ben Yousaf. M., Charriere. A., Chikhau. M., Ghanmi. M., Kamoun. F., Pzybznes. B., Soadij., Souquet. et Qarbet. M. ; (1994) : Découverte en Tunisie, au SW du tef, de matériel triasique interstratifié dans l'albien extension du domaine à « glacier de sel » sans marins des confins Algéro- tunisiens .C.R.A C .d sci paris t 318 sér.II n13p1661-1667,3 fig.
- Vila. J-M. ; (1980) : la chaine alpine d'Algérie orientale et des confins algérotunisien. Thèse de doctorat d'état UNIVERSITE P.M. CURIE (PRARIS VI)
- Vila. J-M. ; (1996) : Halocinèse distensive albienne à glacier de sel sous-marin et plissement tertiaire du secteur Ouenza Ladjbel Meridef. Bull. Service géologique de l'Algérie Vol. 7, n°1, pp 3-34, 10 fig.
- Vila. J.M., Benkhirouf. F. et Charriere. A. ; (1994) : interprétation au matériel triasique de la région de l'Ouenza (confins algéro-tunisien) : une veste « glacier de sel » sans marin

Bibliographie

albien, à l'image des structure off.shore d'Aquitaine cor. CAD sci – paris t 318série II, P109.116.

- Vila. J.M. ; (1994) : mise au point et données nouvelles sur les terrains triasiques des confins Algéro-Tunisiens, trias allochtone et glacier de sel sous-marins et vrais diapirs. Mem du service. Geo. Algérie.N°6, p105-152.fig25.
- Vila, J.M. et Charriere. A. ; (1993) : Découverte d'Albien calcaire et du trias resédimenté au Dj Boujaber (partie ouest Algérie) ; corrélation avec les forages et conséquence sur l'organisation du Crétacé inf. des confins Algéro- tunisiens). Rendus l'Académie des sciences, paris, 316, série II, pp. 243-249.
- Vila. J.M., Ben Youcef. M., Chikhaoui., Ghanmi. M. et Kechied Benkhrouf. F. ; (1996) : les grand glaciés de sels sans-marins albiens des confins algero-tunisiens.entreprise tunisienne d'Activités pétrolières-tunisie.Mém.N°10, p273-322, Bfig.15.