

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

ⵜⴰⵎⴰⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵖⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵎⴰⵎⵓⵔⵉⵜ ⵏ ⵜⴰⵏⵓⵙⵓⵔⵉⵜ

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

ⵜⴰⵎⴰⵎⵓⵔⵉⵜ ⵏ ⵜⴰⵏⵓⵙⵓⵔⵉⵜ ⵏ ⵜⴰⵖⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵎⴰⵎⵓⵔⵉⵜ



Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou



ⵜⴰⵏⵓⵙⵓⵔⵉⵜ ⵏ ⵜⴰⵖⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⵓⵔⵉⵜ

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

ⵜⴰⵎⴰⵎⵓⵔⵉⵜ ⵏ ⵜⴰⵏⵓⵙⵓⵔⵉⵜ ⵏ ⵜⴰⵖⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⵓⵔⵉⵜ

ⵜⴰⵖⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵖⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⵓⵔⵉⵜ

Département des Sciences Géologiques

ⵜⴰⵖⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵖⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⵓⵔⵉⵜ

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Spécialité : Géologie Appliquée

Option : Ressources Minérales, Géomatériaux et Environnement

Réalisé par:

- *HARRAR Lyza*
- *NAIT SLIMANI Sadia*

Thème

Contribution à l'étude géologique et gîtologique des indices minéralisés en Célestine, Barytine, Galène de Hameimat Nord (Confins Algéro-Tunisiens)

Soutenu le 12/07/2022, devant les membres du jury :

Nom et Prénom	Grade	
M. MAKHLOUF A. M. Sami L. Mlle. Gaci N. M. HAMIS A.	Maitre de Conférences « A » Professeur Maitre Assistante « B » Maitre de Conférences « B »	Président Rapporteur Co-Promotrice Examineur

Promotion: 2021/2022

Remerciements

Au premier lieu, notre reconnaissance va à **M. SAMI L.**, Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Docteur Habilité en Géologie Minière, qui sans lui, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour et **Mlle. GACI N.**, enseignante à l'Université Mouloud Mammeri, nos deux promoteurs, pour leur patience, leur direction quotidienne et leurs critiques instructives et objectives. En effet, ils nous ont fait découvrir notre sujet qui a guidé notre mémoire, aussi, on a bénéficié de leur expérience de géologue de terrain et leur connaissance des problèmes spécifiques à la région étudiée, nous a beaucoup servi tant sur le terrain que dans la rédaction du mémoire.

Nous tenons à remercier aussi **M. BAKELLI Y.**, enseignant et chercheur à l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, pour la bibliographie et sa connaissance et ses recherches qui nous ont beaucoup été bénéfique pour notre région d'étude.

A **M. MAKHLOUF A.**, nos profonds remerciements d'avoir accepté de présider la commission du jury, également pour bien vouloir examiner notre travail.

Ensuite, nos sincères remerciements vont tout droit à **M. HAMIS A.**, enseignant à l'UMMTO, qui nous a enseigné tout au long de notre cursus la géologie en général et la métallogénie en Algérie en particulier et qui a accepté, malgré sa responsabilité dans d'autres mémoires d'examiner et de juger notre travail.

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

Merci à tous ceux qu'on n'a pas cité et qui par l'apport d'un petit rien ont contribué à ce travail.

Au terme de ce travail, nous voudrions 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 :

*A la mémoire de mes deux grands parents partie très tôt **SLIMANE** et **BELKACEM** que dieu vous accueille dans son vaste paradis.*

*A ceux qui m'ont arrosé d'amour, de tendresse et d'espoir. A la source d'amour, a ceux qui ont été mon support dans la vie, ceux qui ont sacrifié leurs vies pour nous élever moi et mes sœurs, mes chères parents **AZOUAOU** et **NOURA**. Quoi que je dise et quoi que je fasse ne serai jamais assez comparé à ce que vous avez fait pour moi. Je vous aime d'un amour indescriptible et que Dieu vous garde.*

*A mes petites sœurs **DEHBIA**, **KAMELIA** et **LINA** qui m'ont épaulé et soutenue et pousser vers l'avant et sans oublier ma sœur d'une autre mère **FATMA** qui est à mes côtés dans le meilleur et le pire et qui ne me laisse jamais tomber.*

*A **MOHAND-AMAZIGH** qui est à la fois le Frère que je n'ai jamais eu et le meilleur ami au monde celui qui me comprend sans même parler et exauce mes souhaits, je te remercierai jamais assez.*

A ma famille que ce soit mes grands-mères, tantes, oncle, cousins et cousines coté maternelle ou paternelle, ils n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenue tout au long de mes études que Dieu les protègent.

*A mes amies **MOUNA**, **MASSOU** et **FAZIA** qui ont supporté mes sauts d'humeurs et mes longues discussions, je vous aime tellement.*

*Sans oublier ma binôme, mon acolyte, ma partenaire en crime **LYZA** avec qui j'ai partagé cette merveilleuse expérience, je suis fière de nous « WE DID IT ».*

Et enfin, à tous ceux qui m'ont encouragé et aidé que ce soit avec un bon conseil ou juste un simple sourire et tous ceux qui m'aime et me veut du bien dans cette vie.

Sadia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

*A ceux qui quel que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère et ma gratitude, mes deux chères parents **MOHAMED** et **ZOHRA**, qui m'ont toujours poussé pour être la meilleure version de moi-même, je leur dois ma réussite et tout mon respect.*

*A mes chères sœurs **HASSINA** « une deuxième mère pour moi », **MINA** et **LAMIA** ainsi que mes belles sœurs **KENZA** et **SALIHA** qui ont toujours été à mes côtés, encouragé et soutenu tout au long de mes études.*

*A **YAMINA**, ma sœur de cœur, **K.CH** et ses très chers parents, qui sont ma deuxième famille.*

*A mes frères **SAID** et **YOUCEF** et mes beaux-frères **CHIKH ALI**, **ALI** et **ACHOUR** qui m'ont soutenu et poussé vers l'avant.*

A mes chères nièce et neveux, la source de ma joie et mon bonheur

*A **AMAZIGH.L**, mon exemple éternel, une personne en or qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, qui m'a épaulé et conseillé comme un meilleur ami, je t'aime énormément.*

*A mes ami(e)s : **MOUNA**, qui s'inquiète à mon sujet plus que moi, **MASSOU** et **MAZIGH**, **RAMANE**, **WASSIM**, **BELKACEM** et **SAID**.*

*Sans oublier ma binôme, mon acolyte, ma partenaire en crime **SADIA** avec qui j'ai partagé cette merveilleuse expérience, je suis fière de nous « **WE DID IT** ».*

Et enfin, à tous ceux qui m'ont encouragé et aidé que ce soit avec un bon conseil ou juste un simple sourire et tous ceux qui m'aime et me veut du bien dans cette vie.

Lyza

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.

La région d'étude, Hameimat Nord est un chaînon de 1700m de long sur 600m de large, orienté NW-SE. Il est situé à 17km au NNW de la ville de Tébessa et à 13km au Sud du village de Morsott.

La minéralisation dans la région est essentiellement de la Fluorite, de la Barytine et de la Galène. Elle est représentée en deux types :

- Une minéralisation à aspect bréchique riche en barytine, fluorite et accessoirement en galène. Elle affleure dans la partie occidentale du massif.
- Une minéralisation filonienne qui affleure dans la partie orientale du massif, dans le contact anormal entre l'Albo-Aptien et le Vraconien.

Dans l'ensemble, l'étude microscopique montre une paragenèse minérale qui est composée de : la dolomite, la calcite, la fluorite, la barytine, la galène, la cérusite, le quartz, la pyrite, l'aragonite et les oxydes et hydroxydes de Fer.

Les mots clés :

Atlas Saharien Oriental, Tébessa, Hameimat Nord, Trias, Diapir, Minéralisation, Calcite, Galène, Sphalérite, Paragenèse, Dolomite, Barytine, Fluorite.

Abstract

The region studied is an integral part of the eastern Saharans atlas. It's characterized by formations ranging from the trias to the quaternary. The Triassic formations are found in the central part of the anticlinal structure (**SAMI.L**, 2011). The Jurassic is absent in Algerian-Tunisian borders.

The oldest lands recognized in the region have been date to the Barremien at Jebel Harraba (Dubourdieu 1956 in **SAMI L.**, 2004).

From the structural point of view, Tebessa is made up of NE-SW oriented massifs. Our study area "North Hameimat" is a link of 1700m long and 600m Wide. Oriented NW-SE.

The mineralization of the area is primarily Fluorite, Barite, and Galena. It's represented in two types:

- Breccia-like mineralization rich in barite, fluorite, and incidentally galena. It outcrops in the western part of the massif.
- A vein mineralization which outcrops in the eastern part of the massif, in the abnormal contact between the Albo-Aptien and the cramponien.

Overall, the microscopic study shows the mineral paragenesis composed of: Dolomite, Fluorite, Barite, Galena, Cerussite, Quartz, Pyrite, Aragonite, Oxides and Hydroxides of Iron.

Key words:

Eastern Saharan atlas, oriental, North Hameimat, Trias, Diaper, mineralization, Calcite, Galena, Sphalerite, Paragenesis, Dolomite, Barite, Fluorite.

Liste des abréviations

Symbole	Désignation
USTHB	Université des Sciences et de la Technologie H. Boumediene
ORGM	Office Algérienne de la Recherche Géologique et Minière.
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
LM	Lame mince
SP	Section Polie
LPA	Lumière Polarisée Analysée
km	kilomètres
m	mètres
cm	centimètres
Cal	Calcite
Bar	Barytine
G.x	Grossissement
Qtz	Quartz
Py	Pyrite
Flu	Fluorine
Cér	Cérusite
Gal	Galène
Cel	Célestine

Liste des Figures

Figure 1: Disposition de la wilaya de Tebessa par rapport aux domaines morpho-structuraux	1
Figure 2: Localisation géographique du massif de Hameimat au Nord de la wilaya de Tebessa ..	2
Figure 3: Une scie diamantée.....	2
Figure 4 : Le rodage appelé aussi "le prépolissage"	3
Figure 5: (A) Presse de collage chauffante. (B) Collage des lames de verre manuellement.....	3
Figure 6: Une scie diamantée de plus petite taille.	4
Figure 7: Le rodage manuel.....	4
Figure 8: Image satellite de wilaya de Tébéssa, Hameimat.....	1
Figure 9: Carte géologique de confins algéro-tunisiens (D'après cartes géologiques au 1/50.000 de Meskiana, Morsott, El Aouinet, Boukhadra, Oued Kébarit et Ouenza) Sami.L 2011.....	6
Figure 10: Logs comparatifs de quelques sondages pétroliers et coupes des confins Algéro-Tunisiens.....	11
Figure 11: Colonne stratigraphique synthétique des monts du Mellègue (D'après : Dubourdiou 1956, 1959 ; David 1956; Madre 1969 ; Fleury 1969 ;Thibieroz et Madre 1976 ; Chikhi, 1980 ; Otmanine 1987, Bouzenoune 1993 et Vila et al. 2000., in Sami, L., 2011).	12
Figure 12: Schéma structural des confins Algéro-tunisiens (Sami, L., 2004).	13
Figure 13: Délimitations des domaines triasiques dans les confins Algéro-tunisien	14
Figure 14: Trame dense de la fracturation d'après l'étude des photographies aériennes (SAMI.L, 2011)	18
Figure 15: Analyse quantitative de la fracturation du secteur de l'Oued Kébrit (SAMI.L, 2011)	19
Figure 16: Carte schématique géologique structural de "Hameimat Nord", (par la SONAREM, 1974) "modifiée".....	22
Figure 17: Colonne lithostratigraphique de Hameimat Nord (d'après Mokhnachi. Y et Zitoune. D, 1998) "modifiée".....	23
Figure 18: Affleurement d'une dolomie bréchique remontée par le Trias	24
Figure 19: Trias recoupé par des filons métriques de Barytine	24
Figure 20: Logs de sondage de Hameimat Nord montrant la répartition des faciès grossièrement dans la direction NW-SE (ORGM 1998).....	25
Figure 21: Photos montrant des échantillons du faciès marneux argileux de l'Albo-Aptien.....	26
Figure 22: Le contact représentant le contact Albo-Aptien/Trias.....	27
Figure 23: Le sommet du Massif de Hameimat Nord	28
Figure 24: Image satellite de la région étudiée "Hameimat Nord"	29
Figure 25: Répartition des gites et indices minéralisés dans les confins algéro-tunisiens (HADDOUCHE.O ; SAMI .L, 2004)	35
Figure 26: Carte géologique de Hameimat Nord (ORGM, 1998 et travaux de terrain).	37
Figure 27: Schéma de la structure et localisation de la minéralisation de Hameimat Nord (ORGM ex SONAREM 78-79-modifié)	38
Figure 28: Echantillon extrait d'un filon de Célestine	39
Figure 29: Filon de Célestine et en remplissage de poche dans le Trias	40

Liste des Figures

Figure 30: Célestine qui recoupe des petits cubes de fluorine. (LM), LPA. G.x10)	40	
Figure 31: Cocarde de barytine à fluorine	41	
Figure 32: Cocarde de barytine dans les dolomies	41	
Figure 33: Barytine en texture géodique	Figure 34: Barytine en latte	41
Figure 35: Barytine en gerbe présentant une extinction roulante (LM), LPA. G. x 10).....	42	
Figure 36: De petits cubes de fluorine remplissant les vides.....	42	
Figure 37: Géode de fluorine.....	43	
Figure 38: {A}: Cube de fluorine recoupé par la barytine en gerbe. (LM), LPA. G. x 10) {B} : Des cristaux de quartz à l'intérieur d'un cube de fluorine automorphe.....	43	
Figure 39: Veinules de calcite recoupant les calcaires aptiens.....	44	
Figure 40: Calcite veinulée qui recoupe le tout. (LM), LPA. G.x10).....	45	
Figure 41: La galène dans des dolomies aptiennes.....	45	
Figure 42: Plage de galène remplacée par la cérusite sur les bordures. SP. LPA. G x 20)	46	
Figure 43: Grains de pyrite dans la galène (SP. LPA. G x 20)	46	
Figure 44: Calcite fine qui remplace les petits cristaux de quartz. (LM), G.x 10)	47	
Figure 45: Calcite fine en veinule recoupe le tout. (LM), LPA. G.x10).....	48	
Figure 46: Calcite à gros grains remplacée par une barytine. (LM), LPA. G.x10)	48	
Figure 47: Quartz diagénétique en petits prismes (LM), LPA. G. x 40)	48	
Figure 48: Quartz automorphe à imprégnations de calcite (LM), LPA. G. x 40).....	49	
Figure 49: Veinule de barytine dans le calcaire Aptien.....	49	
Figure 50: Barytine en crête associée à la fluorite et à la Galène	50	
Figure 51: Barytine à texture zébrée associée à la Fluorine et la Galène	50	
Figure 52: Barytine en éventail montrant une extinction roulante LM, LPA. G. x 10)	51	
Figure 53: Barytine fine remplaçant entièrement un rhomboèdre de calcite LM, LPA. G. x 10) ..	51	
Figure 54: Des petits cubes de Fluorine en agrégats	52	
Figure 55: Cube de fluorine remplacé par la barytine. LM, LPA. G x 10).....	52	
Figure 56: Petits cube de fluorine renfermant les petits cristaux de quartz. LM, LPA. G x10 ...	52	
Figure 57: Galène disséminée dans la Barytine en lattes.....	53	
Figure 58: Galène associée à la Barytine crêtée et à des cubes de Fluorine.....	53	
Figure 59: Galène présentant des arrachements triangulaires SP, LPA. G x 10.....	53	
Figure 60: Cube de pyrite dans la galène SP, LPA. G x20.....	54	
Figure 61: Cérusite remplaçant la galène SP, LPA. G. x 10.....	54	

Liste des Tableaux

Tableau 1: Les indices à Pb, Zn, Ba, (Cu) et Fe dans l'Atlas Saharien oriental (M.Aoudjehane, 1991)	36
Tableau 2: Tableau paragénetique de Hameimat Nord	56

Résuméiv

Abstractv

Introduction Générale :..... xi

Chapitre I

I. Introduction : 1

II.Cadre géographique : 3

III.Historique des travaux : 1

IV.Méthodologie de travail : 2

Chapitre II

I. Introduction : 6

II.Aperçu lithostratigraphique :..... 7

1.Trias : 7

2.Jurassique :7

3.Crétacé :7

3.1.Barrémien7

3.2.Aptien :7

3.3.Albien :8

3.4.Vraconien :8

3.5.Cénomaniens :8

3.6.Turonien :9

3.7.Sénonien :9

3.8.Campanien :9

3.9.Maastrichtien :9

3.10.Miocène :9

4.Quaternaire :10

III.Aspect paléogéographique et structurale : 13

IV.Tectonique :..... 16

Chapitre III

I. Introduction :	22
II.Aspect stratigraphique de Hameimat Nord :	23
III.Le cadre structural du secteur d'étude :	30
IV.Conclusion :	31

Chapitre IV

I. Introduction :	33
II.Gitologie locale :	37
1.Introduction :	37
2.Minéralisation liée au contact diapir-couverture :	39
3.Minéralisation liée à la discordance vraconienne :	47
Conclusion Générale	58
Références Bibliographiques	

Introduction Générale :

Les confins Algéro-Tunisiens représentent un intérêt social et économique. Ce territoire a été étudié pour son potentiel géologique en général et minier en particulier. Il fait partie de l'Atlas Saharien Oriental, il est constitué par des formations carbonatées d'âge allant du Crétacé inférieur jusqu'au Quaternaire, extrudées par un diapir triasique.

En effet, ce sont des concentrations polymétalliques, indices et gisements de Pb-Zn-Ba et Fluorine à « Mesloulia », « Boujaber », « Slata », « Bougrine », gisement de fer à « Ouenza », « Boukhadra », « Mkhiriga » et de phosphate à « Bir el Ater », apparaissent dans un contexte diapirique (Trias diapirique et/ou aux contacts Trias-couverture).

Plusieurs travaux de recherches et de prospections géologiques structurales et métallogéniques (Dubourdieu, 1956 ; Perthuisot, 1978 ; Rouvier et Perthuisot, 1992 ; Otmanine, 1987 ; Masse et Thieuloy, 1979 ; Aoudjehane, 1991 ; Bouzenoune, 1993 ; Vila et al, 1991, 1993; Kowalski et al, 1998, 2002 ; Salmi-Laouar, 2004 ; Sami.L 2011) ont été réalisés dans l'Atlas Saharien Oriental.

Notre étude et notre travail se sont concentrés sur une zone appelée « Hameimat Nord » dénommée « hameimat Dahra ».

D'après DUBOURDIEU, 1956 ; cette zone appartient à la zone pré-atlasique, mais pour d'autres auteurs (Flandrin, 1932 ; Laffitte, 1939 ; Madre, 1969 ; Kazi Tani, 1986 et Guiraud, 1973 ; 1990), elle fait partie de l'Atlas Saharien Oriental et ceci à cause de quelques paramètres tels que : la direction atlasique des anticlinaux et synclinaux, le climat, particulièrement rude (été très chaud et sec ; hiver froid) et sa morphologie qui est marquée par des reliefs isolés qui surgissent comme des îles au-dessus des régions basses uniformes.

Ce travail a pour objet une révision lithologique des terrains encaissants la minéralisation, ainsi qu'une approche d'étude géologique et gîtologique. Il sera présenté en IV chapitres.

- Le premier chapitre sera présenté sous forme des généralités, c'est-à-dire notre méthodologie, le cadre géographique et l'histoire des travaux de la région.
- Le deuxième traitera de la géologie régionale de la région. On citera son cadre lithostratigraphique et son cadre structural.
- Le troisième portera sur notre région d'étude, c'est-à-dire la géologie locale de la région étudiée.
- Le dernier chapitre, quant à lui, il sera consacré pour la gîtologie, la pétrographie et la minéralogie de chacun des indices analysés par des lames minces et des sections polies pour aboutir à un tableau paragenétique probable de cette minéralisation.

Nous finirons ce travail par une conclusion générale.

Chapitre I
« Généralités »

I. Introduction :

La partie orientale de l'Atlas saharien algérien est une zone bien individualisée et structurée depuis le Crétacé inférieur (Dubourdiou, 1956 ; Thibiéroz & Madre, 1976 ; Masse & Chikhi-Aouimeur, 1982 ; Nedjari-Belahcène & Nedjari, 1984). Elle se trouve entre l'Atlas Tellien au Nord, qui est affecté par une tectonique plus ou moins intense et la plateforme saharienne au Sud. (Figure 1).

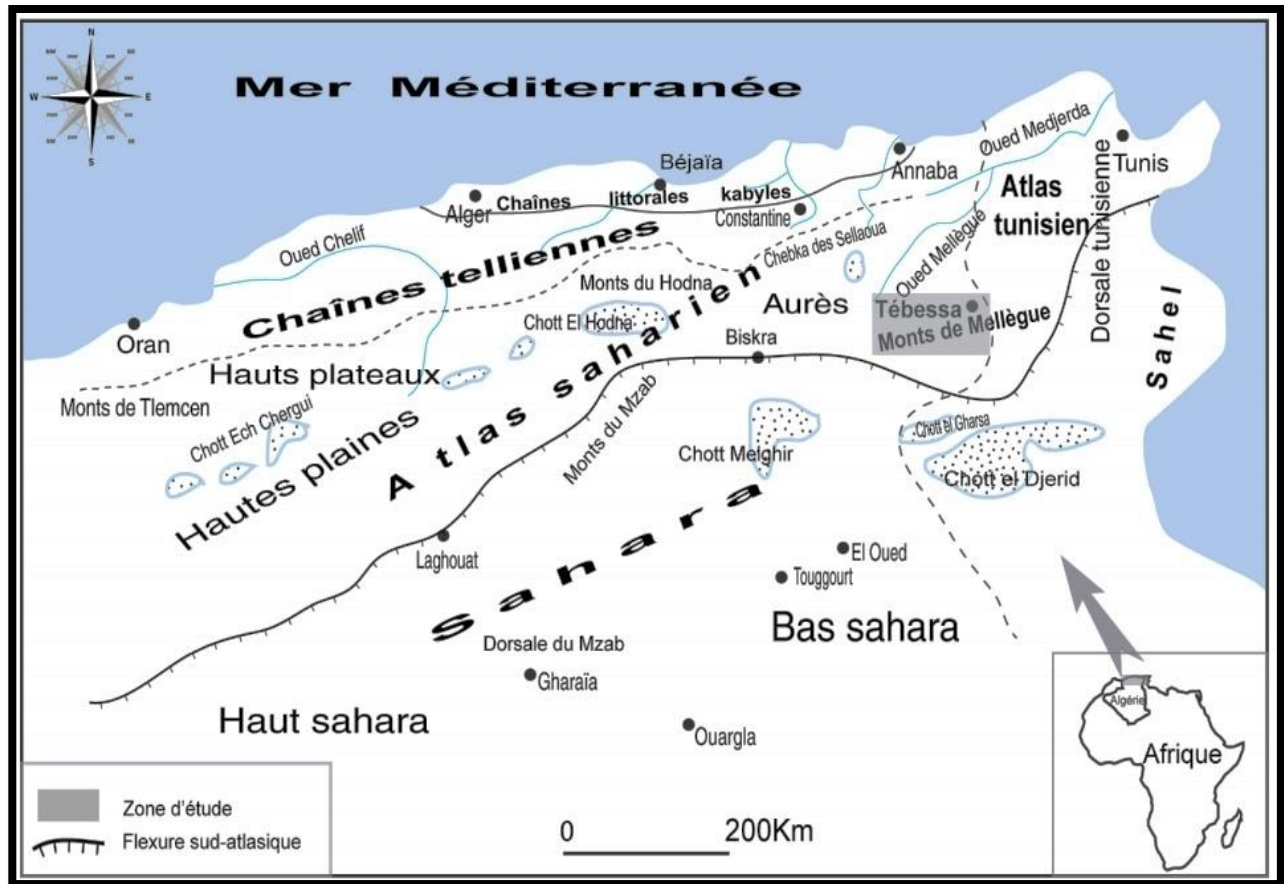


Figure 1: Disposition de la wilaya de Tébessa par rapport aux domaines morfo-structuraux

La région de Tébessa fait partie de l'Atlas saharien oriental, elle est située à l'extrême Est de l'Algérie septentrionale, plus exactement, dans les confins algéro-tunisiens. Elle est comprise entre l'Ouenza au Nord et les monts de Tébessa au Sud. La région Nord de Tébessa englobe les monts du Mellègue, tandis que la région du Sud représente les monts de Tébessa. Dans cette région, le Crétacé moyen occupe la partie la plus affleurante (Dubourdiou, 1956 ; Ruault-Djerrab, 2008 ; Ruault-Djerrab et al., 2012 et 2014 ; Chaabane, 2015 ; Salmi-Laouar et al., 2018).

Chapitre I : Généralités

Le secteur d'étude « Hameimat Nord » est situé à une vingtaine de kilomètres au Nord du chef-lieu de Tébéssa. (Figure.2).

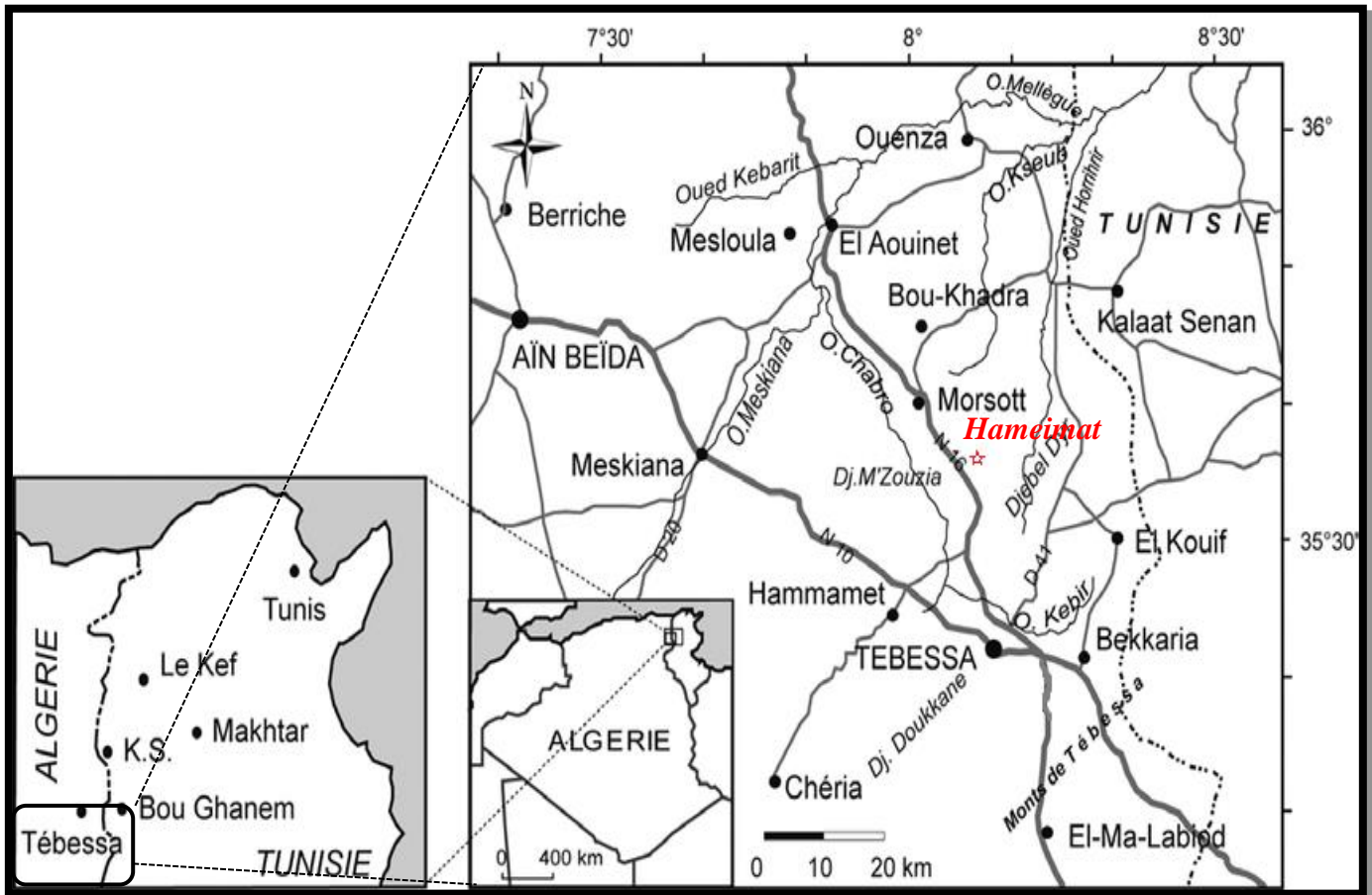


Figure 2: Localisation géographique du massif de Hameimat au Nord de la wilaya de Tebessa

Tebessa se caractérise par un relief montagneux avec une partie Est de direction Sud-Est qui englobe le Djebel Dyr dont l'altitude maximale atteint 1472 mètres et le Djebel Ouenza à une altitude n'excedant pas 1300 mètres. L'Ouest de la région se trouve représenté par les montagnes de Serdies avec une altitude maximale de 1422 mètres et celle de M'Zouzia à une altitude de 1253 mètres.

Cette région est traversée par un réseau hydrographique important ; il est par des affluents des Oueds « Chabro », « Meskiana », « Kseub » et « Kebarit » qui se versent à l'Oued Mellègue jusqu'en Tunisie.

Quant au climat de la région de Tebessa, est de type continental. Il se caractérise par deux saisons bien tranchées ; une saison humide (du mois de Novembre à Avril) et une saison sèche durant les mois de Mai jusqu'à Octobre, avec un maximum en Juillet-Août.

Chapitre I : Généralités

Selon quelques données fournies, indiquent une température moyenne annuelle de 15.8°C ; la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud atteint 34.8°C en Juillet et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid est de 1.9°C durant le mois de Janvier.

Les précipitations atmosphériques sont faibles, la moyenne annuelle atteignant 338mm. Les pluies tombent essentiellement en automne et en hiver ; le plus souvent, ce sont des pluies torrentielles qui ne font qu'accentuer par leur effet, le phénomène d'érosion. En effet, à cela s'ajoute un autre élément climatique important, le vent. Les plus dominant sont ceux de Nord et Ouest, qui apportent la pluie pendant la saison humide.

II. Cadre géographique :

La région étudiée est située dans la wilaya de Tébessa qui est bordée par la wilaya de Souk Ahras au Nord, Oum El-Bouaghi au Nord-Ouest, Khenchla à l'Ouest, El oued au Sud et est limitée par la Tunisie à l'Est. Les coordonnées géographiques de la wilaya sont de N35°24'51'', E8°06'03''.

Elle est à 17km au Nord Nord-Ouest du chef-lieu et à 13km de la ville de Morsott, sur la route nationale N°16 qui relie Tébessa et Souk Ahras.

Hameimat Nord se situe sur le côté Est du fossé d'effondrement de Tebessa-Morsott. Il est encadré par Dj. Boulhaf au Sud-Est, Dj. Chemla au Nord-Est et Dj. Zitouna au Nord. Sa superficie est de 1700m de longueur et de 600m de largeur. Il culmine à 950m d'altitude. Il a une orientation NW-SE. **(Figure.3)**



Figure 3: Image satellite montrant la wilaya de Tébessa et Hameimat

III. Historique des travaux :

Les premiers travaux miniers dans la région remontent à l'époque romaine. Il semble que les romains aient écremé les gîtes de plomb et de cuivre comme l'attestent la présence des scories, de galeries et des puits carrés caractéristiques de cette époque.

Plus tard, les Arabes s'intéressèrent au fer et exploiteront celui de Ouenza (appelé alors Majjanet-el-maâdin) entre le XII-XIVème siècle de l'ère chrétienne.

A la fin du 19ème siècle, au lendemain de l'occupation, les Français s'intéressèrent très tôt à cette région et dès 1890 de nombreux indices de cuivre, de fer et ensuite de plomb et de calamine sont reconnus et exploités.

A partir de 1973, la SONAREM entreprit des travaux de recherches systématiques dans toute la région du Sud Est Constantinois. Ces travaux ont été révisés et complétés par l'EREM de 1987 à 1992 et se sont poursuivis par ceux de l'ORGM de 1992 à 1995.

Ces travaux ont été repris à partir de 2000 et se sont poursuivis jusqu'en 2005 et concernent l'étude des différents indices prospectifs de la région.

Un bon nombre de travaux ont été entrepris dans cette région, tous concentrés sur le terrain de l'ouenza, ceci pour sa forte teneur en métaux. Parmi les autres travaux, on citera ceux d'Otmanine (1987), qui ont porté sur les minéralisations de F, Ba, Pb, Zn et Fe sidéritique autour du fossé de Tébessa/Morsott.

Ces travaux ont permis de caractériser ces minéralisations du point de vue minéralogique et métallogénique. Aussi de montrer le rôle joué par le Trias diapirique dans la mise en place de ces minéralisations. Les travaux de Haddouche (2003) qui ont portés sur les minéralisations d'El Ouasta qui a mis en évidence une minéralisation dans le turonien à faciès Bahloul similaire à celui de Bougrine en Tunisie, ainsi que ceux de Sami (2004) dans les régions de M'khiriga et Es Souabaa, ont permis de mettre en évidence la Fluorine et de la Nacrite à Es Souabaa. Les travaux de Salmi-Laouar (1998 et 2004), ont permis grâce aux données des isotopes stables de l'indice de Boujabar de confirmer la source triasique du soufre.

Cependant, les terrains des Hameimat Nord et Hameimat Sud n'ont connu que quelques études universitaires sur la stratigraphie, lithologie, minéralogie, et métallogénie (Belkacemi, M. A. 2010; Kramandji A. 1999 ; Sami, L. 2011; Salmi-Laouar, S. 2004; Touami, A. 1999 ;).

IV. Méthodologie de travail :

Le travail entrepris dans ce mémoire de fin d'étude constitue une révision générale de la lithologie et la stratigraphie des terrains encaissants. C'est une étude géologique de la région d'étude « Hameimat Nord » qui a pour but de confirmer l'origine et les types des minéralisations, ainsi que le rôle de la tectonique de leur mise en place.

Tout d'abord, on a commencé par les travaux du bureau, basés sur la recherche bibliographique (articles, rapports, thèses, mémoires, cartes géologiques), qui nous ont permis de réaliser une synthèse de tous les travaux antérieurs qui ont été faits sur notre région d'étude.

Ensuite, les travaux de terrain pour :

- La reconnaissance des divers faciès lithologiques du secteur d'étude.
- L'échantillonnage et la description des différentes formations rencontrées dans le secteur d'étude, en particulier les niveaux minéralisés et leurs encaissants.
- Illustration : photos ; schémas, ainsi que la prise de plusieurs mesures de pendage et direction des éléments structuraux (plis ; failles).

◆ *Travaux de Laboratoire :*

- 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 :

- ***Le sciage:*** Réalisé à l'aide d'une scie circulaire diamantée et dentée sous courant d'eau continue. La dureté de la scie nous permet de découper un échantillon de roche dure ou meuble afin d'en extraire ce qu'on appelle un "sucre".

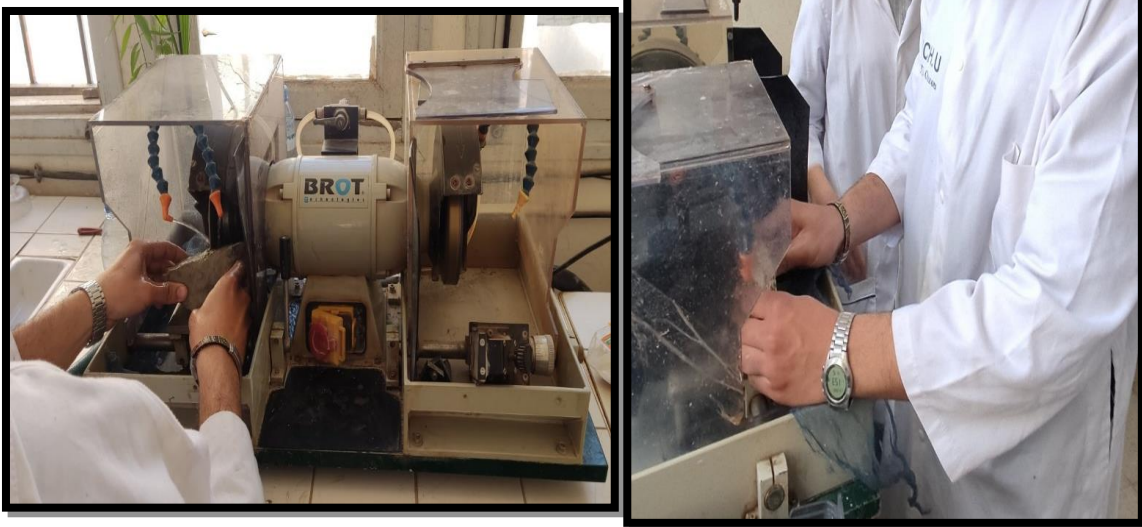


Figure 4: Une scie diamantée

- **Le rodage des sucres:** rodé manuellement ou mécaniquement sur un lapidaire en fonte (planéité contrôlée) pourvu d'un mouvement circulaire.



Figure 5 : Le rodage appelé aussi "le prépolissage"

- **Le collage des lames :** Le sucre est déposé sur plaque chauffante pour séchage et dégazage. Une à deux heures plus tard, le support de verre est collé sur le sucre par une colle époxy. L'opération s'effectue automatiquement sous presse à coller. Cette manipulation s'exécute sous hotte aspirante afin d'éviter l'inhalation des gaz dû à la polymérisation de la colle. Ensuite vient la polymérisation de la colle à froid qui prend 12h à 24h.



Figure 6: (A) Presse de collage chauffante. (B) Collage des lames de verre manuellement.

Chapitre I : Généralités

- **Sciage de la préparation** : A l'aide d'une scie diamantée de plus petite taille dont la lame est à jante continue et sous débit d'eau constant, nous coupons le sucre dont l'épaisseur de départ est sensiblement d'1 cm pour l'amener à environ 1 mm de façon à réduire le temps du rodage de façon notable.



Figure 7: Une scie diamantée de plus petite taille.

- **Mise à épaisseur de la lame mince** : on a réalisé cette dernière étape manuellement et on surveille l'épaisseur à l'aide d'un microscope polarisant et un microscope métallogénique pour les sections polies.



Figure 8: Le rodage manuel

Chapitre II
« Géologie Régionale »

Chapitre II : Géologie Régionale

I.Introduction :

L'Atlas Saharien oriental est une chaîne tello-rifaine (alpine) caractérisée par des anticlinaux et synclinaux orientés par une direction SW-NE. (Figure 9).

Ce domaine se poursuit jusqu'en Tunisie, il est caractérisé par des injections de trias diapirique et recoupé par des fossés d'effondrement perpendiculaire aux plissements.

On retrouve quatre aspects tectoniques dans la région qui sont :

- Le diapirisme.
- Les fossés d'effondrement.
- La subsidence.
- Les différentes phases tectoniques qui ayant affecté la région.

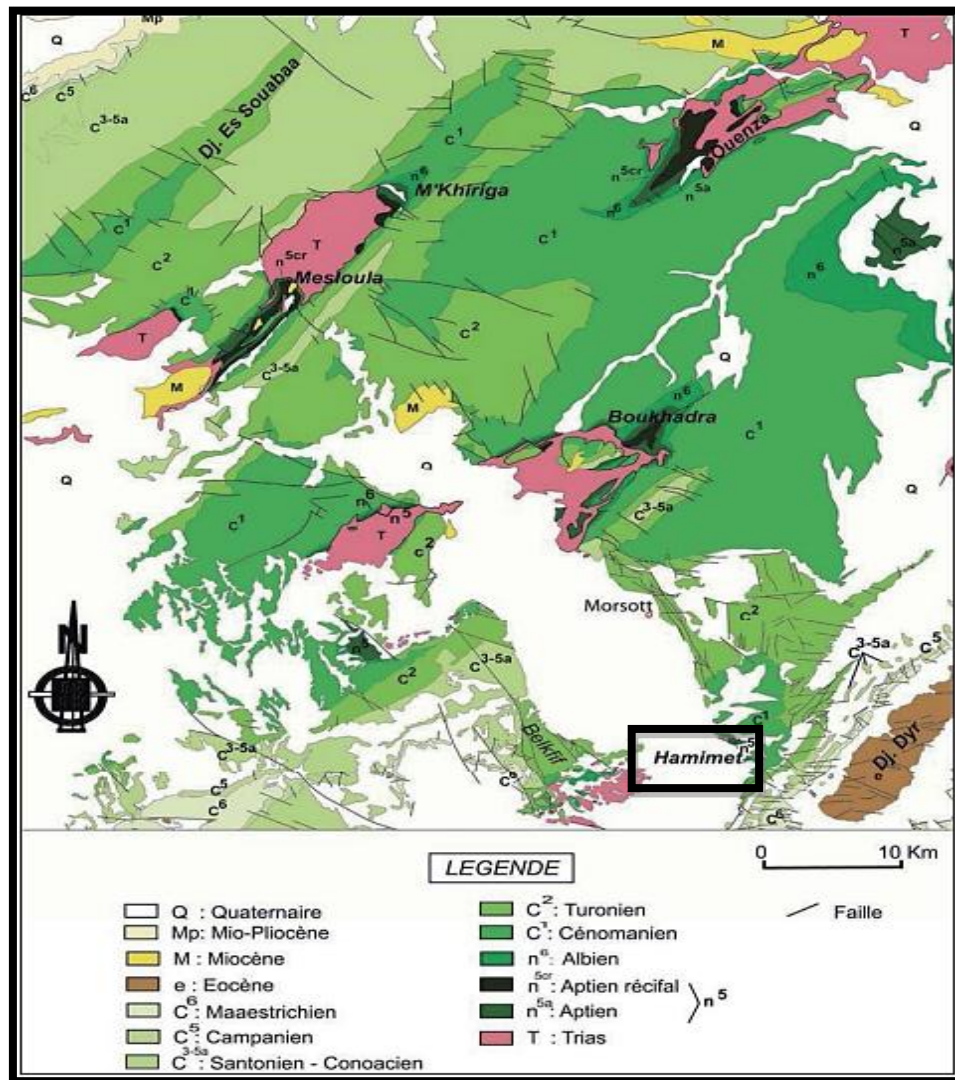


Figure 9: Carte géologique de confins algéro-tunisiens (D'après cartes géologiques au 1/50.000 de Meskiana, Morsott, El Aouinet, Boukhadra, Oued Kébarit et Ouenza) Sami.L 2011.

II. Aperçu lithostratigraphique :

1. Trias :

Les formations triasiques comme leur nom l'indiquent, ce sont des formations très anciennes observées dans les parties centrales des structures anticlinales soulevées. Elles constituent des envergures chaotiques, extrêmement déformées, bréchifiées et écrasées (Sami.L, 2004).

Depuis les premiers travaux sur la région, le trias est considéré comme étant diapirique. Dans sa plus grande partie, il est représenté par un mélange d'argiles versicolores (bariolées), de marnes, de grés et de gypse emballant des blocs rocheux insoluble de dolomie noires, grés micacés, calcaire et cargneules... (Dubourdieu, 1956).

2. Jurassique :

La région ne renferme pas d'affleurements du jurassique, ni en sondage ni en surface. Les terrains les plus anciens de la région sont datés du Barrémien.

Cette lacune du Jurassique s'explique à travers la grande puissance des séries anté-Aptiennes qui est le résultat de la subsidence importante qui caractérise le sillon Aurès-Kef (Beghoul.1974).

3. Crétacé :

3.1. 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 caractérisé par plus de 200m de marnes argileuses grises non fossilifères (Dubourdieu, 1956) et Sidi M'baraka au SE, caractérisé par des marnoargileux à intercalation de calcaires argileux, surmonté par un Bédoulienmarno-gréseux et calcaire-gréseux (Sami.L, 2004).

3.2. Aptien :

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

Ces formations calcaires à un 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 forment cet aptien, on les distingue de haute en bas comme suite :

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

Chapitre II : Géologie Régionale

3.3. Albien :

Observé sous forme de série très épaisse dans le bassin du sud constantinois qui peut dépasser le 1300m à Dj. Hameimat (Dubourdieu, 1956).

- **Albien inférieur** : il est caractérisé par un faciès constitué par des marnes argileuses grises riche en ammonites, et souvent on rencontre des nodules de phosphate. Ces marnes forment des dépressions bordant de relief aptiens et elles sont ceinturées par les hauteurs 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.

3.4. 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).

On la voit transgressif sur le trias à l'Ouenza (Thiebieroz et Madre, 1976 ; Bouzenoune, 1993).

3.5. Cénomaniens :

Il est représenté par des marnes argileuses verdâtres caractérisées par des intercalations de calcite fibreuse « beef » qui présente une structure « cône & 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 :

1- À la base 200 à 250m des marnes à échinodermes avec des plaquettes de calcite fibreuse.

2- 350m de marnes à lumachelles à nombreuses passées calcaire.

3- Au sommet un mince niveau de 20m d'épaisseur, de marne calcaires gris foncé un peu schisteux qui fait la transition avec les calcaires turoniens (faciès Bahloul) (Buroilly, 1956 ; Orgeval, 1986).

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

Chapitre II : Géologie Régionale

3.6. Turonien :

Constitué par des calcaires et marno-calcaires a la base, avec de nombreuses empreintes d'inocéramu, son épaisseur peut atteindre 1000m, et il est très développé (Dubourdiou, 1956, 1959).

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

Dubourdiou, 1959 pense que des conditions régnant au turonien ont semble-t-il été rapidement modifiées, ce qu'il explique par une phase tectonique produit entre le cénomanien et le sénonien basal (Sami. L, 2014).

3.7. Sénonien :

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

- **Un sénonien inférieur** ; (coniacien- santonien), de puissance qui ne dépasse pas les 300m, représenté par des calcaires marneux et des marnes (Dubourdiou, 1959, Sami. L, 2004).
- **Un sénonien supérieur** ; (Campanien-Maastrichtien), d'épaisseur variant de 200 à 600m et affleurant au sud de Tébessa, représenté par des calcaires marneux de campanien, passant a des marnes gypsifères puis a des calcaires massifs à rognons de silex riche en Inocéramus (Sami.L, 2004).

3.8. 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.

3.9. Maastrichtien :

Constitué de 170m de calcaires massifs à Inocéramus et Globotruncanidés du maastrichtien inférieur et de 170m de marnes grises a ammonites et foraminifères planctoniques. Il est recouvert par les marnes du paléocène à *Globorotalia Unicinat* (M. Herkat, 1999).

3.10. Miocène :

C'est une formation marine transgressive et discordante sur le créacé, Un peu épaisse (100 m) elle affleure à l'Ouenza, Messloulou et au nord de Morsott. Elle comprend des calcaires roux, suivis de marnes argileuses de couleur verte devenant rouge foncé et enfin par des argiles a intercalations de grés grossiers.

Chapitre II : Géologie Régionale

4. Quaternaire :

Dubourdiou, 1956 et 1959 décrit :

Le quaternaire se poursuit par des formations continentales, présenté 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. (Sami. L, 2014).

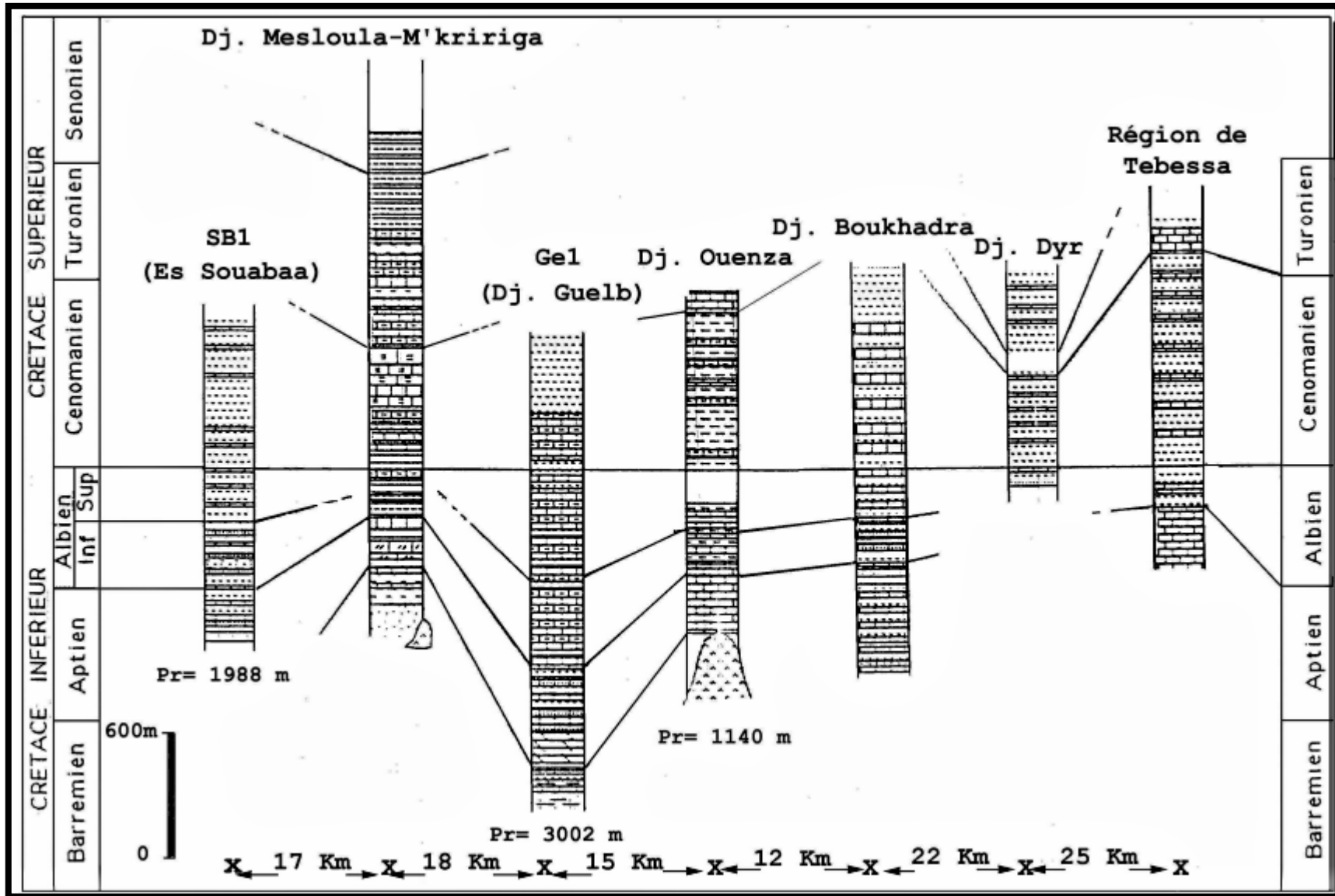


Figure 10: Logs comparatifs de quelques sondages pétroliers et coupes des confins Algéro-Tunisiens (Sami, L., 2004)

Chapitre II : Géologie Régionale

		Lithologie	Epaisseur (m)	Description lithologique	
CENOZOIQUE	Quaternaire		⑥ 10-30	Dépôts clastiques d'origine continentale.	
	Néogène	Miocène	⑤ 10-150	Conglomérats à grains variés avec un ciment carbonaté, grès quartzeux et calcaire sableux avec intercalations d'argilites.	
					Paléogène
MESOZOIQUE	CRETACE	SUPERIEUR	Maest	250-300	Calcaires gris clairs, calcaires crayeux et marnes argileuses avec intercalation d'argiles dans la partie supérieure.
			Campanien	500-600	Marnes argileuses gris-foncées et des calcaires blancs dans la partie moyenne et supérieure.
			Con-Sant	500-600	Marnes argileuses grises et grises bleuâtres.
			Turo	180-250	Calcaires en bancs, partiellement marneux à teinte noire et gris-foncée.
			Cénomane	900-1000	③ Marnes gris-verdâtres et grises dans la partie supérieure, avec intercalations de calcaires marneux..
			Vracon	500-600	② Marnes et marnes-argileuses avec intercalations de calcaires argileux et argilites.
			Albien	480-600	Marnes grises et gris-foncées, noires dans la partie supérieure avec de minces intercalations de calcaires argileux.
			Clans	100-200	Marnes grises, gris-jaunes partiellement avec des intercalations de calcaires.
			Aptien	300-600	① -Faciès clastique; marnes argileuse avec intercalations de marnes sableuses et grès calcaires. -Faciès carbonaté; calcaires organo-détritiques, bioclastes, ooclastes et interclastes.
			Barrémien	< 250	Calcaires et dolomies, argilites et argiles dans la partie supérieure (Grès à Mesloul).
			Jurassique	?	
			Trias	< 700	Formations marno-gypsifères bariolées avec peu d'intercalations de grès à grains fins, dolomies et calcaires marno-dolomitique.

Figure 11: Colonne stratigraphique synthétique des monts du Mellègue (D'après : Dubourdiou 1956, 1959 ; David 1956; Madre 1969 ; Fleury 1969 ;Thibieroz et Madre 1976 ; Chikhi, 1980 ; Otmanine 1987, Bouzenoune 1993 et Vila et al. 2000., in Sami, L., 2011).

Chapitre II : Géologie Régionale

III. Aspect paléogéographique et structurale :

1. La subsidence :

Les dépôts post triasiques et anté-Barrémien dans la région des monts de Mellégué sont absents, cela est dû à la grande subsidence ante-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).

Dans le sillon, l'épaisseur du trias est estimée à 100m par (Aliev et al, 1971 et par Busson et al, 1989). Concernant le jurassique, il peut dépasser 600m (Aliev et al, 1976) et (Vila, 1980) a évalué les dépôts crétacés à plus de 5000m.

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

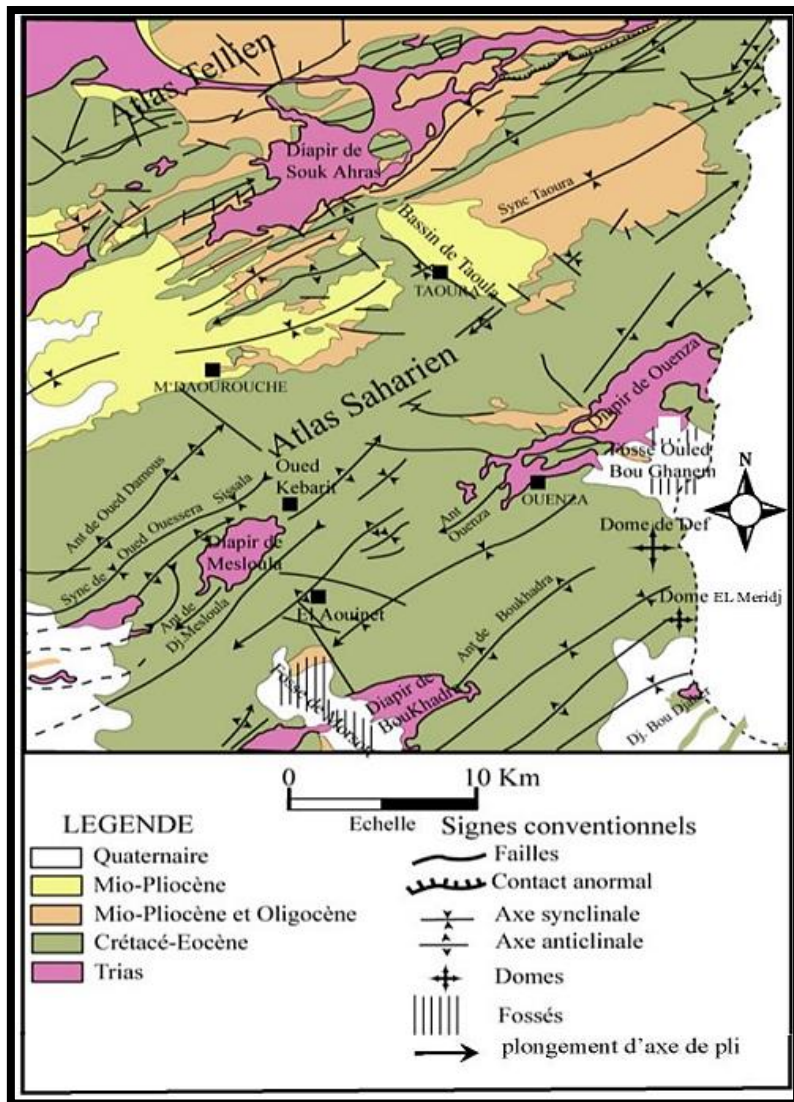


Figure 12: Schéma structural des confins Algéro-tunisiens (Sami, L., 2004).

Chapitre II : Géologie Régionale

2. Le diapirisme des formations triasiques :

De nombreuses structures intrusives (diapirs) sont distinguées dans l'Atlas Saharien Oriental. La remontée des roches salines et probablement favorisée par une phase distensive responsable des manifestations volcaniques connus 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 coincé entre un substratum rigide et une énorme couverture sédimentaire. Cette migration est favorisée soit par l'effet de sa densité ou par l'effet des contraintes tectoniques donnant naissance à des plissements.

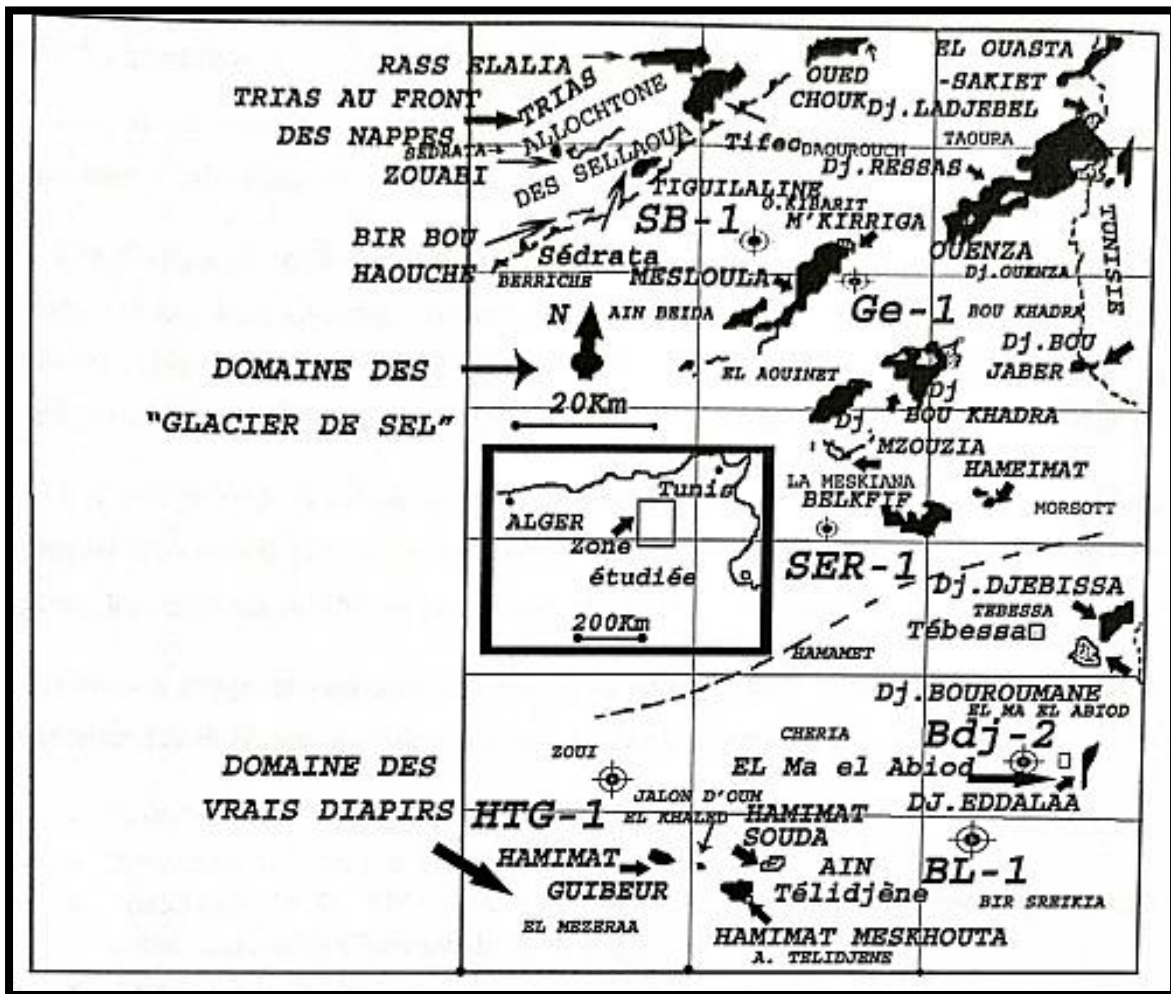


Figure 13: Délimitations des domaines triasiques dans les confins Algéro-tunisien. (Vila, 1994)

♦ Manifestation du Trias dans le Sud-Est constantinois :

a. Diapirisme et ses conséquences :

Les études effectuées dans le bassin du Sud-Est constantinois révèlent la présence d'indices d'activité diapirique au cours du Crétacé et du Tertiaire et même du Quaternaire. Les pointements triasiques affleurent sur une bande de 80 Km selon une direction NE-SW (L. Sami, 2011).

Chapitre II : Géologie Régionale

Récemment ces pointements triasiques considérés comme diapirique par certains auteurs comme Dubourdiou (1956, 1976); Thièbéroz et al. 1976); Bouzenoune (1993); et Bouzenoune et al. (1995) et pour d'autres Vila et al., (1993) comme étant un glacier de sel sous-marin à matériel triasique resédimenté (L. Sami, 2011).

Cependant, Kowalski et Hamimed (2000) ont réfuté cette théorie de « glacier de sel » et suggèrent pour les régions situées entre Tébessa et Ouenza, un diapirisme polyphasé, lié aux distensions albo-aptienne et mio-plio-quaternaire. Ceci, est argumenté par les observations de terrain (D. Boubaya, 2013):

- Réduction des sédiments albo-aptiens.
- Contacts verticaux et intrusifs avec des séries plus anciennes que l'Albien (Barrémien de Harraba et Sidi Embarka) ou plus jeune que celui-ci (Cénomaniens, Turonien et Miocène d'Ouenza : Satour el Hamra, Aïn Sidi Salah, Oulija et Dj. Boukamech.

Dans cette région du Sud-est Constantinois, l'étude de terrain et la synthèse des coupes géologiques, montrent une permanence de l'activité triasique, 06 occurrences ont été dénombrées (Sami, 2004), depuis l'Aptien jusqu'à l'Actuel (Villafranchien) (L. Sami, 2011).

b. Relation Diapirs-Encaissant :

Le contact Trias-encaissant est généralement visible mais difficilement interprétable (Bouzenoune, 1993). Ce contact apparaît sous deux aspects: (L. Sami, 2011)

- Il peut être souligné par des laminages tectoniques ce qui a provoqué la disparition de tranches de terrains: du Barrémien à Mesloulou (Dubourdiou, 1959), et de l'Aptien à Ouenza (Bouzenoune, 1993);
- Sédimentaire, souligné par des conglomérats à éléments triasiques comme celui de l'Ouenza et Mesloulou (Dubourdiou, 1956, 1959; Bouzenoune, 1993).

Cette disposition du contact Trias-encaissant a amené (Vila, 1993) à reprendre l'étude du Trias des confins algéro-tunisiens. Il distingue trois domaines du Nord vers le Sud, selon les conditions d'affleurement du Trias (D. Boubaya, 2013) :

- 1) Un domaine du Trias allochtone sous forme de grandes accumulations tectoniques «au front de nappe ». Ce Trias allochtone se rencontre dans les régions de Sédrata et de Souk Ahras ;
- 2) Un domaine à « glaciers de sel » sous-marins de matériel triasique resédimenté, «de type de l'off-shore de Parentis dans le golfe de Gascogne (Curnelle & Marco, 1983) ;
- 3) Un domaine où le Trias montre ses véritables structures diapiriques, au Sud d'une ligne WSW-ENE passant sensiblement à mi-chemin entre El Kouif et Tébessa. Des renversements des séries ont été observés au contact Trias-encaissant, c'est le cas de Djebel Slata (Samati, 1986 ; Perthuisot, 1988), Boukhadra et à M'Zouzia (Othmanine, 1987) et à M'khiriga (Dubourdiou, 1959, Sami, 2004), ainsi que les données gravimétriques apportées par (Zerdazi, 1990).

c. Relation Diapirisme-Tectonique :

La tectonique considérée parmi les phénomènes principaux de l'apparition de diapir dans la région du Mellègue. Les recherches sur les Monts du Mellègue (Dubourdiou, 1956)

Chapitre II : Géologie Régionale

ont mis en évidence l'existence de plusieurs groupes de failles d'importance régionale qui ont joué un rôle primordial dans la structure actuelle. Certaines d'entre elles sont responsables de la localisation de pointement triasique en surface (K. Chabane, 2015). Dès l'Aptien, des failles affectent le substratum anté-triasique, ce qui facilite les transgressions marines, celles-ci ont permis l'accumulation d'épaisses séries sédimentaires liées à une importante subsidence post-triasique. Les anticlinaux et les synclinaux ont subi une fracturation parallèle ou subparallèle aux directions axiales (K. Chabane, 2015). L'existence de sel sur une forte épaisseur, la puissance de la couverture crétacée, la présence d'accidents profonds, sont autant de paramètres présents, indispensables à la mobilisation du Trias par halocinèse. Ces mouvements ascensionnels du matériel salifère sont ponctués par des époques des percements. (M. Aoudjehane et al. 1992).

d. Relation Diapirs-Sédimentation :

Dans les confins algéro-tunisiens, les masses triasiques extrudées sont bordées par d'importantes séries calcaires rapportées à l'Aptien et attribuées à une sédimentation récifale (Dubourdiou, 1956) (M. Aoudjehane et al. 1992). Les dépôts calcaires d'une structure à l'autre, sont synchroniques d'Est en Ouest mais présentent un certain diachronisme du Nord vers le Sud (Masse et Thieuloy, 1979). Les séries calcaires subsidentes de l'Ouenza sont datées du Gargasien (Dubourdiou, 1956) ; et les termes affleurant de Boukhadra (Masse et Thieuloy, 1979) et de M'zouzia (Othmanine, 1987) d'âge Clansayésien.

Les calcaires déposés sur le Trias et recouverts par le Vraconien discordant sont d'âge Albien à Boukhadra (Nédjari, 1984), à l'Ouenza (Masse, 1982), et à M'zouzia (Othmanine, 1987). Il apparaît ainsi que la sédimentation carbonatée de plate-forme a été contrôlée par l'halocinèse des séries triasiques : l'accumulation sédimentaire peut-être reliée à une subsidence localisée aux bordures des intumescences diapiriques.

IV. Tectonique :

❖ 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 cénonanien 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.
- Synclinale de Dj. Dyr.
- Anticlinale de Bou Rhaia.
- Synclinale de Dj. Kouif.

Chapitre II : Géologie Régionale

❖ Fossés d'effondrement :

Les fossés d'effondrement ont une grande ampleur dans notre région d'études. Ils sont orientés NW-SE à E-W. Ils sont bordés par des accidents majeurs à valeurs de faille normale ayant un rejet différent d'un fossé à un autres.

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

Ces fossés résultent d'une activité tectonique distensive post miocène inférieur pour Durozoy, 1950 ; Castany, 1951 et 1954 ; Dubourdiu, 1956 ; David, 1956 ; Kazi Tani, 1986 ; Otmanine, 1987.

Par contre pour Bismuth, 1973 ; Chili, 1984 ; al, 1991, ces effondrements ont été initiés tôt dès le Crétacé et l'effondrement majeur s'est réalisé au Pliocène.

❖ Fracturation :

Une carte de fracturation a été établie par le professeur Sami.L, 2011 à partir du report systématique de toutes les fractures repérées sur photographie aérienne au 1/50.000 et 1/20.000. Cette étude a permis d'établir une trame dense de la fracturation et une rosace de direction de linéaments.

Chapitre II : Géologie Régionale

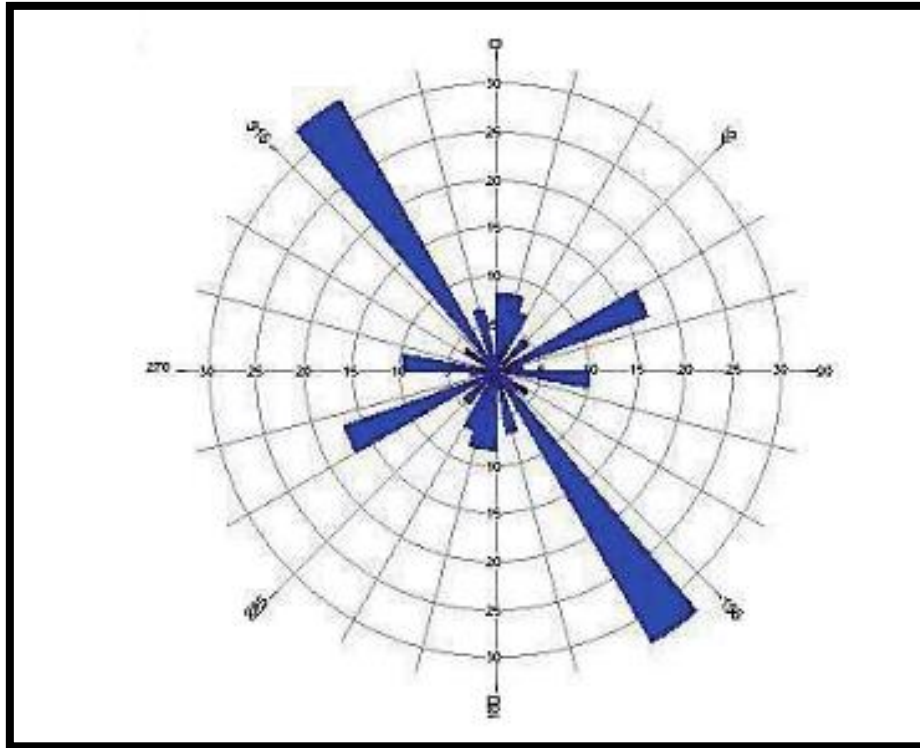


Figure 15: Analyse quantitative de la fracturation du secteur de l'Oued Kébrit (Sami.L, 2011)

L'observation de ces analyses nous en montrée 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).

i. Les phases anté-tertiaires :

- **La phase vraconienne :** phase d'extension de direction NE-SW d'âge aptien supérieur- Vraconien et cénomanien inférieur (Chihi, 1984 et Chihi et al, 1984). Cette phase se traduit par des failles normales synsédimentaires.
- **La phase cénomaniennne :** elle correspond à une compression et elle se manifeste par des décrochements qui se traduisent par un raccourcissement NE-SW.
- **La phase turonien inférieur à moyen :** c'est une phase d'extension NE-SW qui développe des failles normales (Kazi Tani, 1986)

Signale « une phase Emscherienne » dans l'Atlas Saharien, cette phase édifie des plis NW-SE (Sami.L, 2011).

Chapitre II : Géologie Régionale

ii. Les phases tertiaires :

- **La phase atlasique ou phase fini-Eocène :** c'est une phase compressive édifiée 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 inférieur :** 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) :** une phase distensive qui a provoqué le redressement des couches plio-villafranchiennes sur les bordures des fossés de Morsott (Blès et Fleury, 1969 ; Chihi, 1984 ; Philipe 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 distensive au quaternaire récent. (Sami, L., 2011).

Chapitre III
« Géologie Locale »

I. Introduction :

Notre étude intéresse le petit massif de Hameimat Nord « El Dahra » ; il appartient à une vaste structure anticlinale de direction atlasique NE-SW dont le périclinal NE est formé par les Dj. Chemla, Boulhaf et Zitouna.

Il est représenté par une corniche carbonatée et un faciès marneux d'âge Crétacé, associé à des formations gypsifères d'âge Triasique sa direction NW-SE.

Hameimat Nord est un chaînon de 1700m de long sur 600m de large. Ce petit massif est situé à 17Km au NNW de la ville de Tébessa et à 13Km au Sud du village de Morsott.

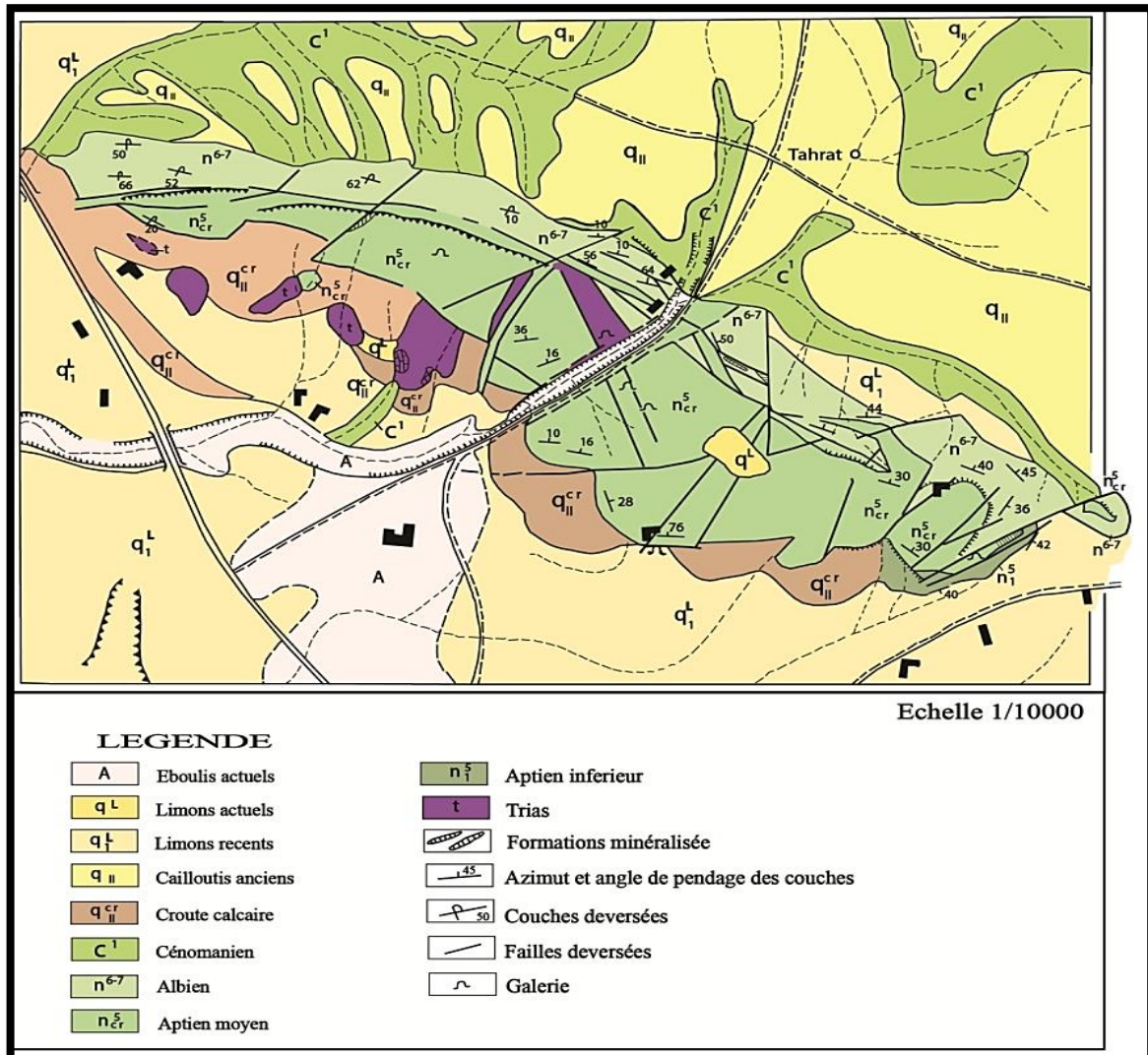


Figure 16: Carte schématique géologique et structurale de "Hameimat Nord", (par la SONAREM, 1974)

II. Aspect stratigraphique de Hameimat Nord :

Cette subdivision stratigraphique avec les caractéristiques lithologiques des faciès sédimentaires de la région ont été établis à la base des travaux de DUBOURDIEU, 1959 et BLES, 1960.

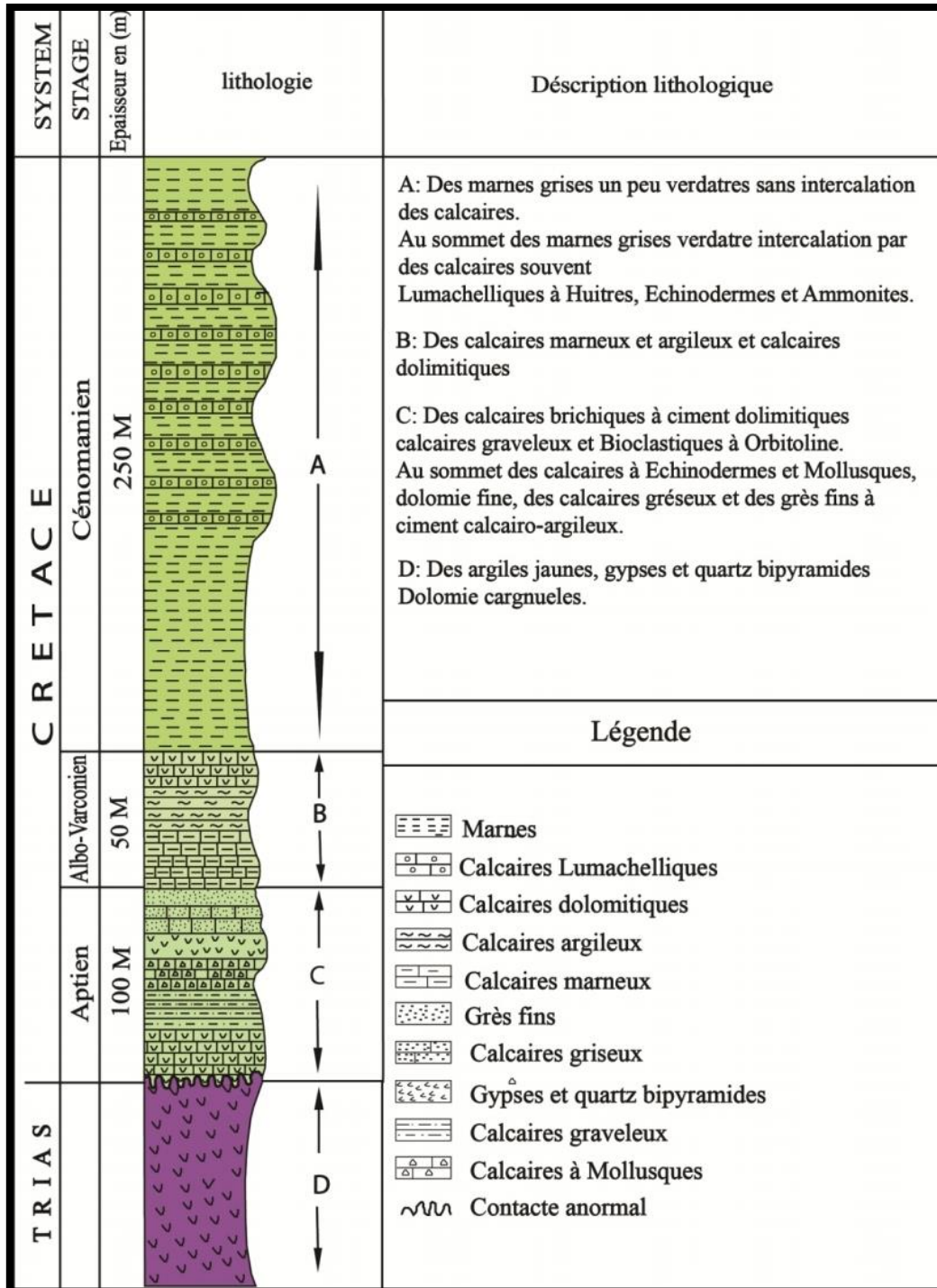


Figure 17:Colonne lithostratigraphique de Hameimat Nord (d'après Mokhnachi. Y et Zitoune. D, 1998)

1. Trias :

Il affleure tout le long du flanc SW du massif particulièrement, dans la partie occidentale ou il occupe tout le talus jusqu'à quelques mètres de la crête.

Dans la partie centrale, il n'apparaît que dans les parties basses et dans la partie orientale, l'affleurement est limité à quelques bancs de dolomies.

Il est représenté par des dolomies bréchiques intercalées de niveaux plus tendres argilo-gréseux riches en baryto-célestine.



Figure 18: Affleurement d'une dolomie bréchique Triasique

La formation du Trias est recoupée par un filon d'épaisseur métrique de direction N140° à remplissage de Célestine. On y observe aussi dans qu'il y'a des vides remplis par la barytine.

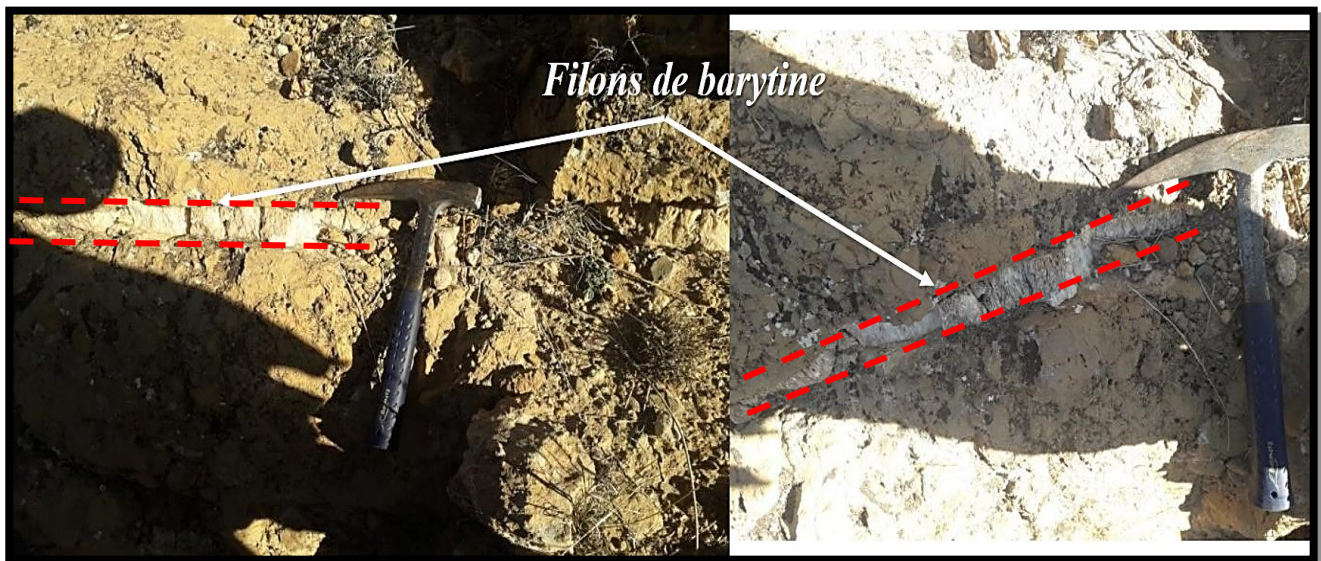


Figure 19: Dolomie du Trias recoupée par des filons métriques de Barytine

2. Crétacé :

2.1. Aptien :

Représenté par des calcaires récifaux avec quelques niveaux gréseux à la base et au sommet. Son épaisseur est inférieure à 50 m. Son contact avec le Trias est tectonisé et souvent marqué par une forte silicification.

Des sondages de l'ORGM ont été réalisés au nord du massif (SHN7, SHN6 et SHN5), ils ont atteint l'Aptien à 125m à l'extrémité NW, 188.5m à l'extrémité SE et à 185m au centre respectivement (Belkacemi, 2010). (**Figure. 20**)

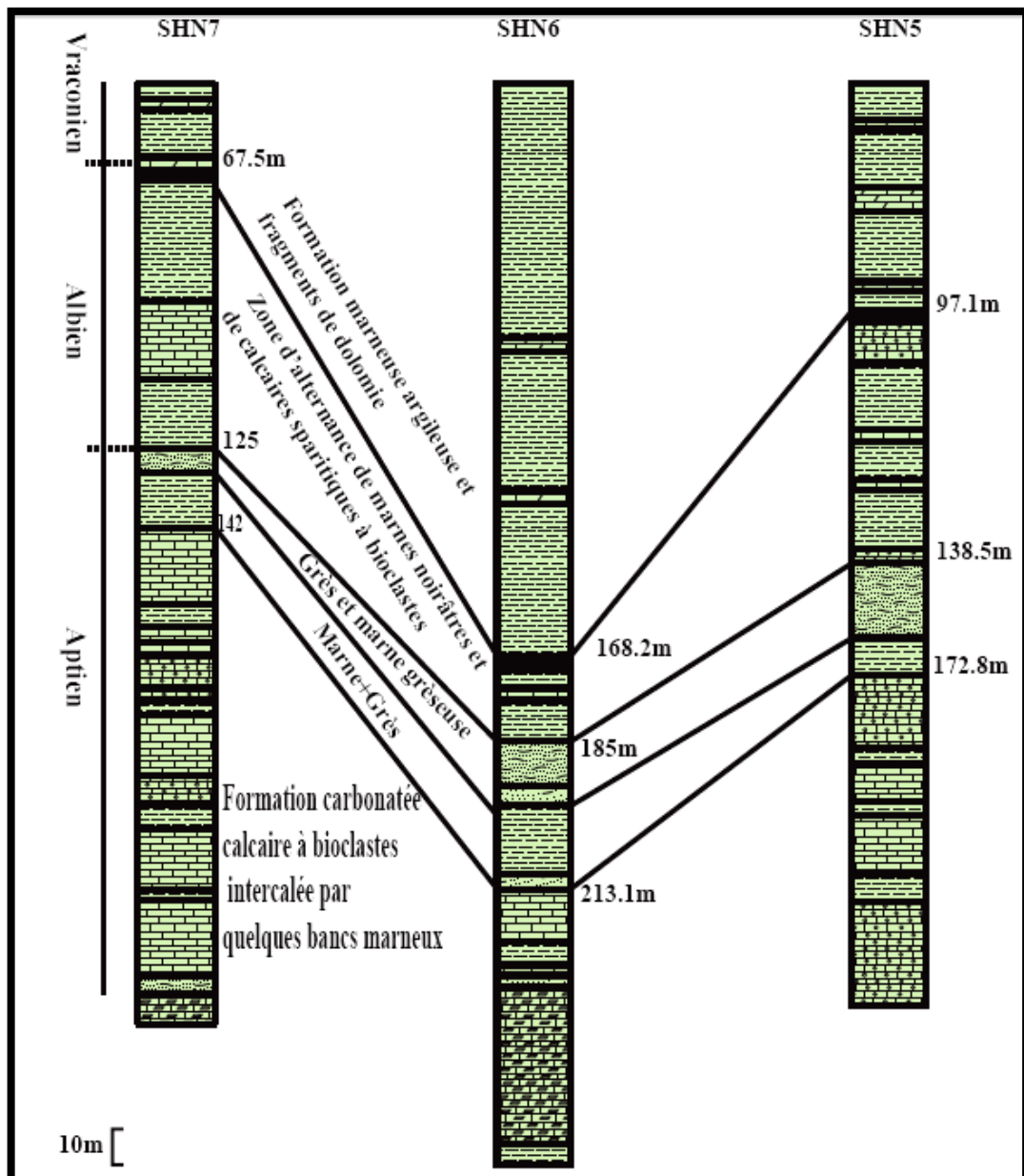


Figure 20: Logs de sondage de Hameimat Nord montrant la répartition des faciès grossièrement dans la direction NW-SE (ORGM 1998).

2.2. Albien :

Constitué de petits bancs de calcaires sublithographiques soulignés par des veinules de calcite et d'alternance de marnes noirâtres avec des calcaires sparitiques à bioclastes, l'Albien est souvent confondu avec l'aptien, mais on peut le distinguer facilement grâce à son faciès marneux argileux de couleur jaune ou brune.



Figure 21: Photos montrant des échantillons du faciès marneux argileux de l'Albo-Aptien

Le sondage SHN7 a atteint la formation aptienne vers 67.5m de profondeur avec une épaisseur de 57.5m, tandis que le SHN5 l'a atteint à 97.1m de profondeur avec une épaisseur de 41.5m au SE. Par contre le sondage SHN6 l'a atteint à 168.2m de profondeur au centre du massif (Belkacemi, 2010).

2.3. Vraconien :

Ce sont des alternances de marnes noires à débits en « frites » alternant avec des bancs marno-calcaires gris bleuté à cassure gris noir de 20 à 30cm d'épaisseur en moyenne avec un aspect en boule vers le sommet. Il affleure sur le flanc NE du massif :

- A l'extrémité NW, il est en position renversée, en contact tectonique avec le Trias, puis, en allant vers l'Est, avec l'Albo-aptien gréseux puis carbonaté.
- Vers le milieu, il forme le toit du corps de minerai à fluorine, barytine et galène.
- Dans la partie orientale, il semble en contact normal avec le calcaire albo-aptien qui forme une sorte de fermeture périclinale et on la trouve aussi à l'extrémité occidentale avec un aspect très tectonisé.



Figure 22: Photographie montrant le contact Albo-Aptien/Trias.

Les sondages de l'ORGM montrent que le Vraconien est beaucoup plus profond au centre 168.2m comparant aux extrémités 67.5m au NE et 97.1m au SE. Le contact entre le vraconien et l'Albien est caractérisé par un corps minéralisé filonien qui est contrôlé par la discordance vraconienne.

Vers le sommet de la formation, les calcaires deviennent plus gréseux et les marnes se chargent en plaquettes de calcite et prennent une couleur vert jaunâtre annonçant le Cénomaniens.

- ◆ Les données des sondages révèlent que les formations sédimentaires du l'Albo-aptien et du Vraconien sont plus profondes au centre de ce massif. Cela donne à Hameimat Nord la forme d'une cuvette ou d'un synclinal orienté NE-SW et bordé par le Trias diapirique au flanc Sud.

Chapitre III : Géologie Locale

2.4. Cénomanien :

Il est représenté par des marnes grises-verdâtres contenant une faune abondante à Ostracode. Il affleure sur tout le massif de Hameimat Nord sauf le côté Sud.

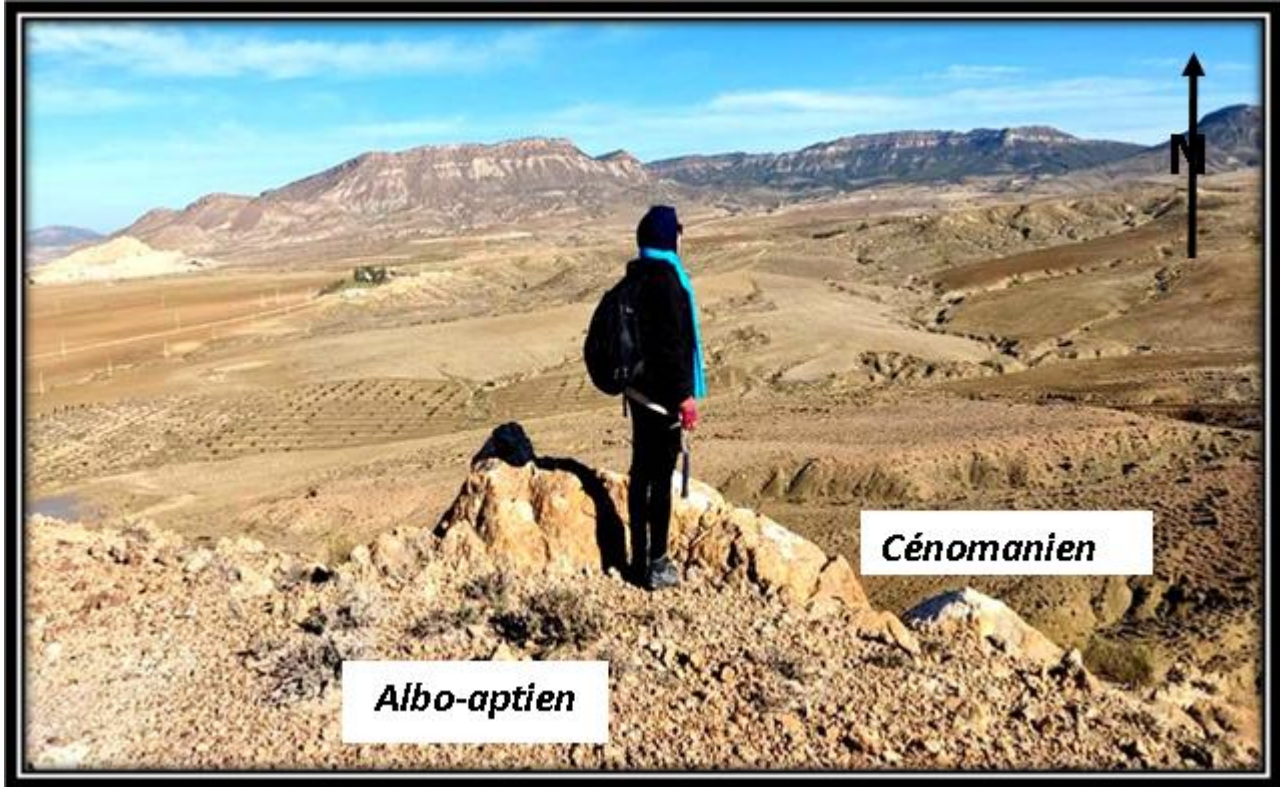


Figure 23: Le sommet du Massif de Hameimat Nord

3. Quaternaire :

Représenté par les éboulis de pente qui cèlent les affleurements les plus anciens, le Quaternaire forme aussi les dépôts du lit de l'oued qui parcourt notre région d'étude. Généralement c'est des sables et des limons.

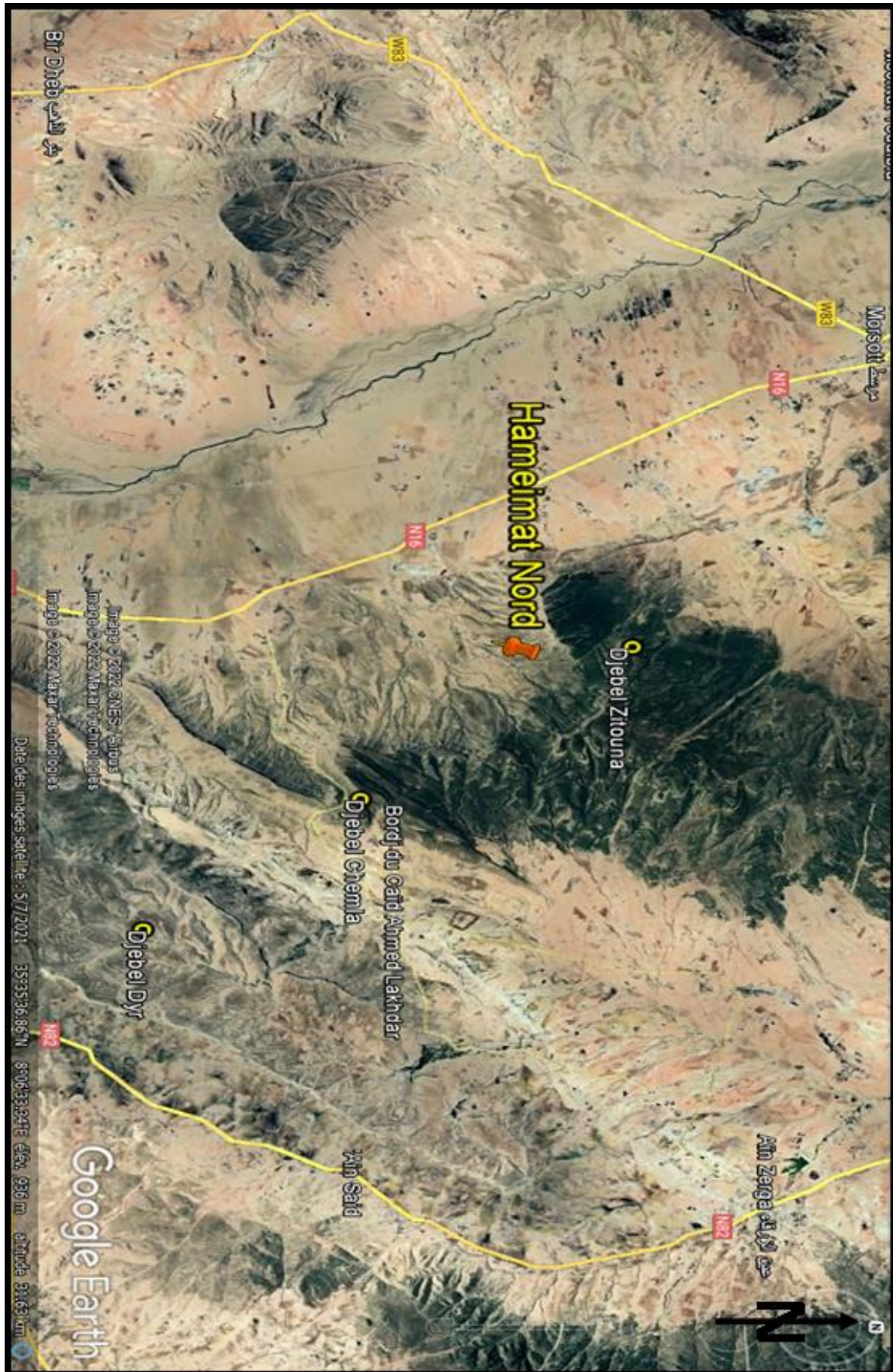


Figure 24: Image satellite de la région étudiée "Hameimat Nord"

III. Le cadre structural du secteur d'étude :

Le massif de Hameimat Nord se divise structurellement en deux parties dans le sens de la longueur, la partie orientale à pendage normal et la partie occidentale à pendage verticale et renversé. (Figure 16).

❖ **Partie orientale :** Elle va du SE de la structure jusqu'à environ 250m au NW de l'Oued en contact d'une faille orientée N160°. Sur le flanc SW les couches albo-aptiennes sont en contact normal stratigraphique avec les dolomies bréchiqes du Trias d'un pendage de 10 à 20° vers le NE et deviennent même horizontales vers le SE.

Le pendage devient plus fort vers le sommet et sur le flanc NE, il est de 25 à 40° NE.

Le contact entre l'Albo-aptien et le Vraconien est occupé par le principal corps minéralisé à fluorite, barytine et galène, qui disparaît à l'extrémité SE où le Vraconien forme une sorte de manchon compliqué par des petites failles.

Puis, il réapparaît sur le flanc SW, où il repose en discordance sur les dolomies triasiques sous forme de petits bancs de calcaires marneux de direction N110° pendage 60°S.

❖ **Partie occidentale:** De la faille décrochant N160° à l'extrémité NW de la structure. Le pendage des couches du Trias devient vertical puis renversé jusqu'au Vraconien.

Les bancs de calcaire albo-aptien et les dolomies triasiques vont chevaucher le contact Albo-aptien-Vraconien masquant ainsi le corps minéralisé (suivi par galerie sous l'accident).

En allant vers le NW, les calcaires Albo-Aptiens disparaissent, et on a ainsi un contact entre grès silicifié le Vraconien puis le Trias et Vraconien qui occupe tout le flanc SW. Le Vraconien réapparaît au bas de ce flanc sous forme de conglomérat et des niveaux argileux.

❖ **Les failles :**

Au flanc Nord du massif de Hameimat Nord, une faille de direction N140° et d'un pendage presque vertical avec un pitch de 30°, montre des structures en **C** et **S**, tel que la structure **C** montre une direction de N160° et celle en **S** une direction de N150°, le mouvement est dextre.

Le remplissage de cette faille est fait par de la calcite pinacoïdale, de la Strontianite et du quartz. Le contacte Trias –Vraconien est affecté par plusieurs failles normales ou inverses. Celles-ci montrent des stries bien visibles au niveau des calcaires albo-aptiens.

Ces failles recoupant les couches sont post minérales et elles morcellent le corps minéralisé en plusieurs blocs. L'observation montre que ces calcaires présentent des fentes de tension à remplissage de calcite, preuve d'un régime compressif.

Au sommet de l'extrémité NW de ce massif, trois grandes failles mettent en contact les formations triasiques, Albo-Aptienne et Vraconienne. Deux de ces failles de direction N150° 70°SE Pitch 15°NE et N140° 60°W encadrent une zone béchique de 5 à 6 m de puissance complètement écrasée.

Chapitre III : Géologie Locale

IV. Conclusion :

Hameimat Nord est un massif de 1700m de longueur et de 600m de largeur représenté par un faciès marno-calcaires.

Du point de vue stratigraphique l'âge des formations le plus ancien est le Trias qui est considéré diapirique en contact anormal avec l'Albo-Aptien et le Vraconien ce qui a conduit au renversement des séries dans la partie occidentale du massif.

L'environnement géologique en évolution laisse ses empreintes tectonique en donnant naissance à des déformations cassantes (faille) et ductiles (plis).

Chapitre IV
« Gîtologie »

I. Introduction :

Un important district métallogénique correspond à la zone des diapirs algérienne.

Cette zone comporte plusieurs indices et gisements à Pb-Zn, F, Ba et Fe qui ont fait l'objet d'un regain d'intérêt scientifique et industriel. Les principaux indices sont :

- **Gites et indices à Pb-Zn, Ba, ±Cu et Fe sidéritique :**

M. Aoudjehane (1991) a classé ces gites et indices à Pb-Zn et Fe des confins algéro-tunisiens selon leurs pièges de concentration et leur nature minéralogique.

- **Indices à fluorites :**

Il contient la plus grande concentration de F connue en Algérie. Ces indices sont :

- Dj Hameimat où la minéralisation à fluorite, barytine et galène est de deux types :
 - Filonienne liée à la discordance vraconienne.
 - À aspect bréchique liée au contact Trias-couverture.

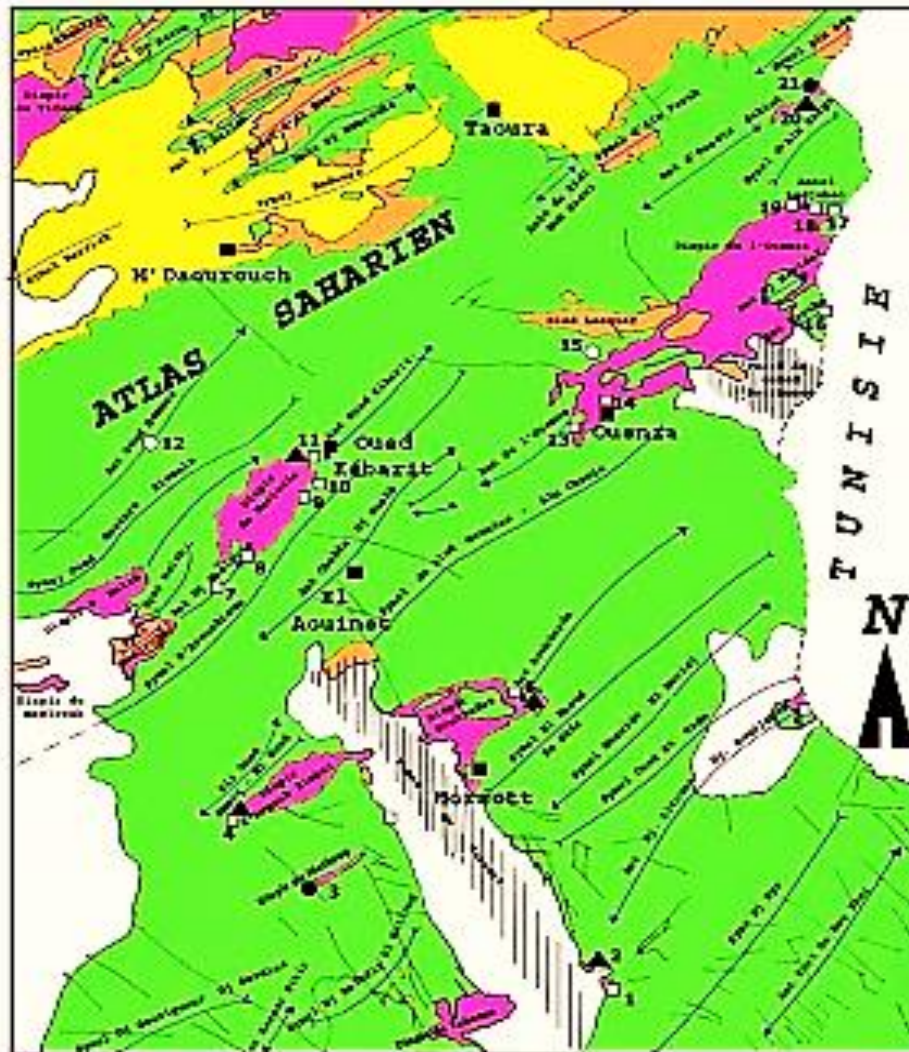
La minéralisation est beaucoup plus développée à Hameimat, et c'est ce qui constitue l'objet de notre présente étude.

- Bou Jaber où la minéralisation est localisée au contact entre les marnes cénomaniennes au Sud et les calcaires aptiens au Nord. La minéralisation constitue le remplissage de veinules d'épaisseur millimétrique à centimétrique. (Akrou. H., Aoudjehane. M. & al 1991).
- Au Bordure du diapir de Mesloula où la minéralisation se développe dans l'arrêt calcaire de Kef Mkhiriga. Elle est peu abondante et généralement associée à de la galène.
- Dj Ouenza où la minéralisation fluorée affleure dans les quartiers de Douamis, d'Hallatif, de Chagoura et de Zerga. Elle occupe généralement les cavités de dissolution des calcaires aptiens dans le quartier Zerga, et elle jalonne la faille NE-SW qui recoupe le quartier d'Hallatif et de Douamis. Elle se montre en jolis cristaux cubiques de couleur violette, jaune ou translucide.
- Indice de Kef Hamida où la minéralisation existe dans deux zones distinctes :

- ❖ **Zone Sud** : entre les formations triasiques d'une part et les calcaires du Crétacé d'autre part. Elle apparait sous forme de petits amas, de lentilles ou de veinules de fluorite accompagnée d'hématite, calcite et cuivre gris.

- ❖ **Zone Nord** : où la minéralisation est encaissée dans les marnes gris-bleu du Crétacé. Elle apparait en petits amas de fluorite vert-pale et d'imprégnations de cuivre gris associé à des brèches d'hématite-barytine. (Akrou. H., Aoudjenane M. & al, 1991)

- Gisement d'El Khanga où la minéralisation se montre sous forme de remplissage d'un plan de faille NE-SW recoupant les calcaires marneux du Campanien avec de la fluorite, barytine et hématite.
- Indice d'Es Souabaa où il été récemment mis en évidence par Sami (2004). La minéralisation à fluorite-barytine est très discrète et elle est disséminée dans la brèche filonienne.



1-Hameimat nord; 2-Hameimat sud; 3-Koudiat El Alia; 3-M'Zouzia; 5-Boudjaber; 6; Boukhadra; 7-M'Zeita; 8-Mesloulia; 9-Kef Rakhma; 10-Petit Boudjabeur; 11-M'Krlriga; 12-Es Souabaa; 13-Koudiat El Kahkouh; 14-Ouenza; 15-Koudiat Ressas; 16- Harraba; 17-Dj Ledjebel; 18-Dj. Chegguet; 19-Medjene; 20-Remaid; 21-Ouasta.

LEGENDE

- | | |
|---|--|
| Quaternaire et Plio-Quaternaire | Faille |
| Mio-Pliocène | Contact anormal |
| Miocène et oligo-miocène | Axe anticlinal |
| Crétacé et Eocène | Axe synclinal |
| Tertiaire | |
| Filons minéralisés | Axes d'imprégnations et remplissage de cavités au contact Diapir-couverture |
| Axes d'imprégnations et remplissage des fissures dans les marno-calcaires du Crétacé sup. | Axes d'imprégnations et remplissage des vides dans les calcaires Aptiens, Albien |

Figure 25: Répartition des gites et indices minéralisés dans les confins algéro-tunisiens (HADDOUCHE.O ; SAMI .L, 2004)

Piège	Gîtes	Eléments principaux
Filons sans connexion avec les diapirs.	Guenguetta, Allahoum, El Oueldja, Koudiat Ressas, Hadjar Merakeb, Taraguelt, Souabah, Tenoukla	Zn Fe Pb, Zn, Cu Pb, Zn, Ba 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 Khenguet el Mouhad	Ba, Fe Pb, Zn Pb Ba (Sr) , Pb Ba, Fe Ba, Cu Sr, Ba, Pb Ba, Pb Ba, 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 ei 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'incoformité vraconienne ou à proximité.	Lajbel Medjene Chegguett Harraba Ouenza Kahkouh Kef M'khiriga Bou Djabeur Kef Rakhma Mesloul M'Zaita Hameima Slata Nord Slata Sud Jerissa Bou Jaber Bou Jaber Boukhadra M'Zouzia Damous Hamiemat Bou Roumane Nord Khenguet el Mouhad Jbel Azred Jbel Hamra	Fe Pb, Cu, Ba Zn, Fe Fe, Pb Fe, , Ba, Pb Fe, Pb, Ba Ba, Pb Pb, Ba, Pb, Ba Pb, Zn, Ba Pb, Zn Fe Fe Pb, Zn Fe Ba, Pb, Zn Ba, Pb, Zn Fe Fe, Ba Pb, Ba Ba, Pb (Zn) Pb, Zn Fe Pb, Zn Pb, Zn

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

II. Gîtologie locale :

1. Introduction :

La minéralisation de notre région d'étude, affleure aux flancs NE et SW de ce massif sur quelques centaines de mètres de long. La direction du corps minéralisé est parallèle à l'allongement (NW-SE), et il comprend essentiellement de la fluorine, de la barytine et de la galène.

La qualité des affleurements permet de bien étudier la minéralisation in situ et de définir ses relations avec l'encaissant. L'observation montre qu'ils existent deux types de minéralisations :

- Une minéralisation à aspect bréchique qui affleure au flanc NE, elle est liée au contact Trias-couverture et elle est riche en barytine, fluorite et accessoirement en galène. Cette zone s'enrichit vers la partie Nord du massif.
- Une minéralisation filonienne qui affleure au flanc SW, la zone minéralisée s'étend sur quelques centaines de mètres de longueur et quelques mètres de large. Le corps minéralisé est orienté NW-SE et il présente un pendage de 55 à 60° vers le NE. La minéralisation est contrôlée par la discordance vraconienne qui marque toute la région.

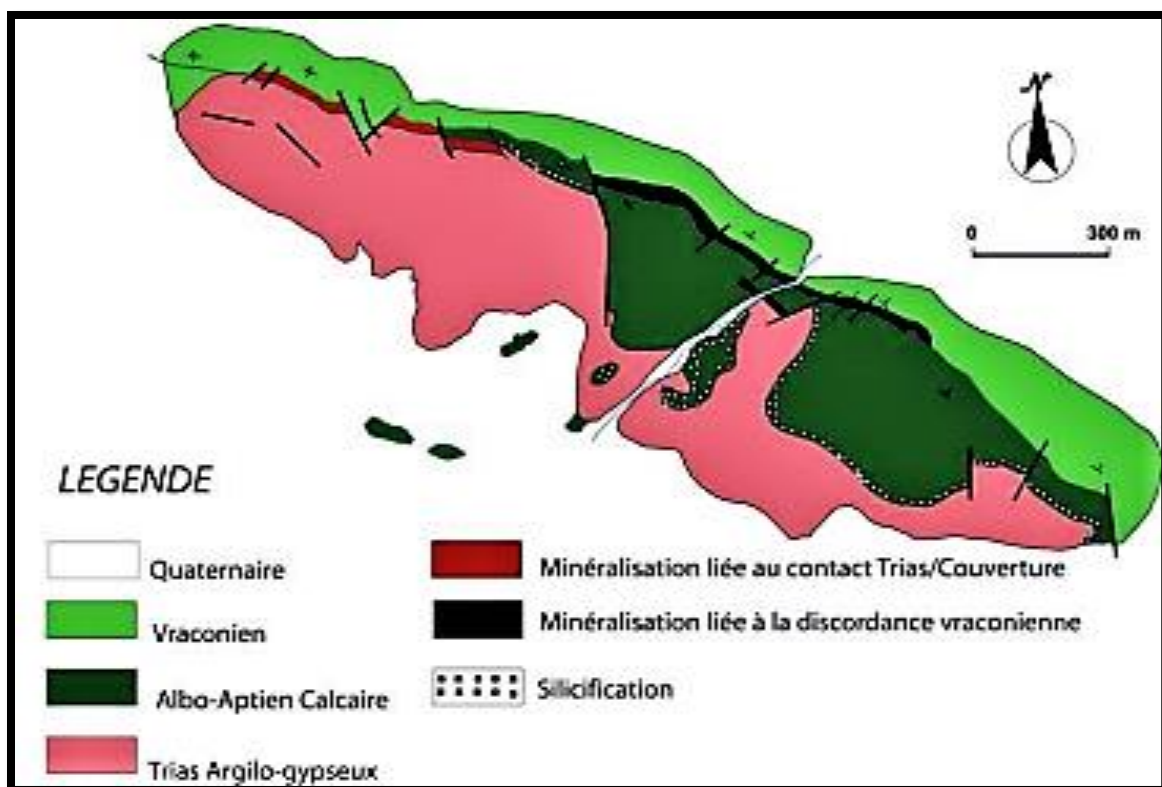


Figure 26: Carte géologique de Hameimat Nord (ORGM, 1998 et travaux de terrain).

(In SAMI 2011)

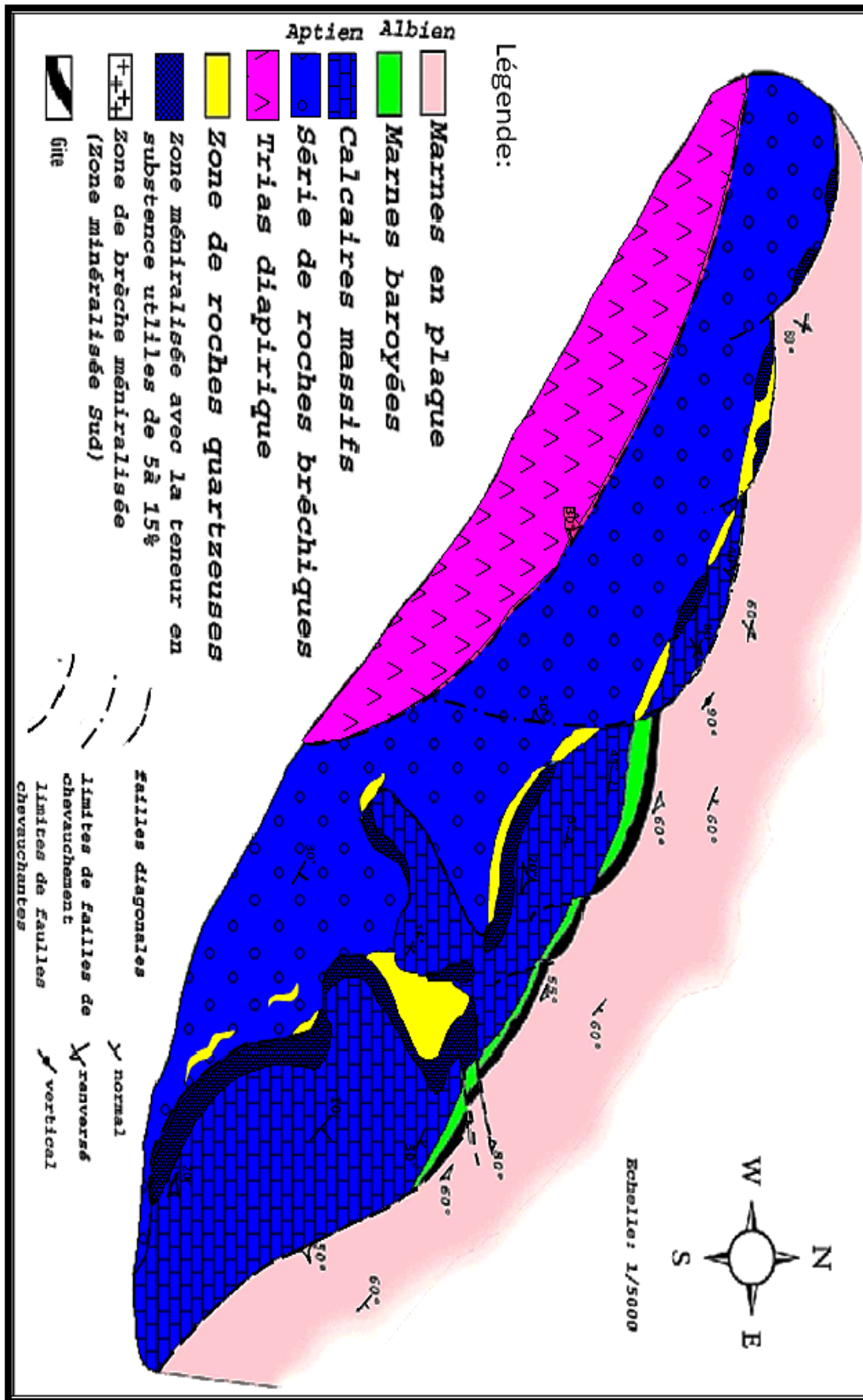


Figure 27: Schéma de la structure et localisation de la minéralisation de Hameimat Nord (ORGM ex SONAREM 78-79-modifié)

2. Minéralisation liée au contact diapir-couverture :

Hameimat Nord est caractérisé dans sa partie NW par une minéralisation liée à deux contacts : le premier correspond au contact anormal direct entre le Trias et les formations vraconiennes, le second est représenté au centre du massif par un autre contact anormal entre le Trias et les formations de l'Albo-aptien. Ces deux contacts sont minéralisés en fluorine, barytine et accessoirement en galène.

L'observation montre que cette zone minéralisée à aspect bréchiq ue est essentiellement riche en barytine associée à la fluorine et accessoirement à la galène.

Les minéraux qui constituent la minéralisation sont :

➤ *Célestine* { $Sr(SO_4)$ } :

Elle affleure dans un filon de plusieurs mètres de longueur et d'environ 20 à 30 centimètres d'épaisseur, qui peut atteindre 1 mètre à quelques endroits, de direction EW. Elle se présente sous forme d'amas ou de poches de remplissage de vides dans le Trias. Macroscopiquement, elle est souvent confondue avec la barytine. On peut la différencier grâce à sa couleur bleutée.

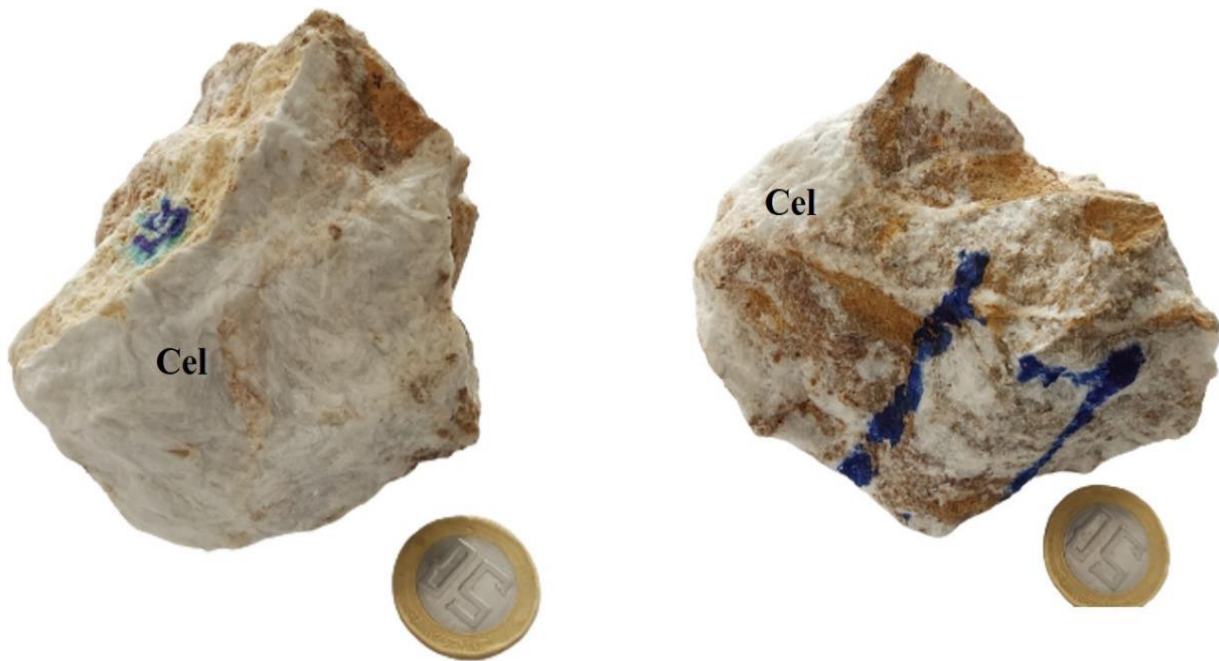


Figure 28: Echantillon extrait d'un filon de célestine



Figure 29: Filon de Célestine en remplissage de poche dans le Trias

Au microscope, elle présente des craquelures orientées. Elle est associée et généralement confondue à de la barytine, mais on l'a différencié par son clivage.

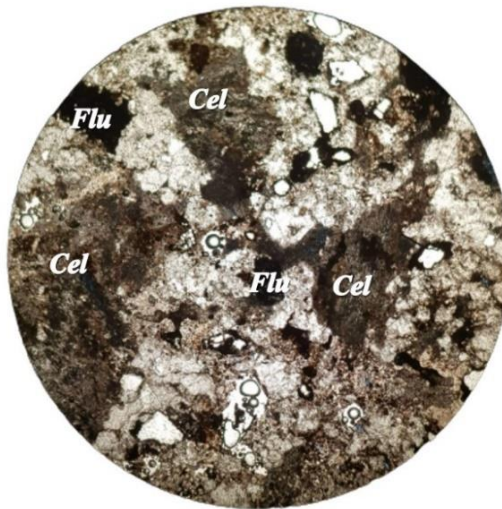


Figure 30: Célestine qui recoupe des petits cubes de fluorine. (LM), LPA. G.x10)

- **La barytine $\{BaSO_4\}$:** Elle forme le ciment d'une brèche à éléments dolomitiques qui affleure sur 2 à 3 m de largeur. Cette brèche est entrecoupée par des petits lits de marne. Au niveau du contact Trias-Aptien, cette brèche apparaît en petites lentilles dans les calcaires récifaux.

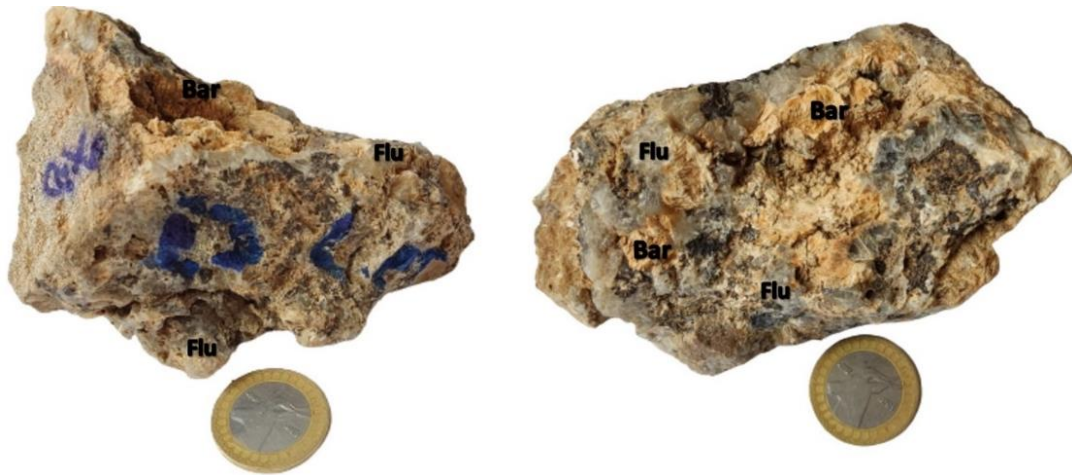


Figure 31: Cocarde de barytine et fluorine

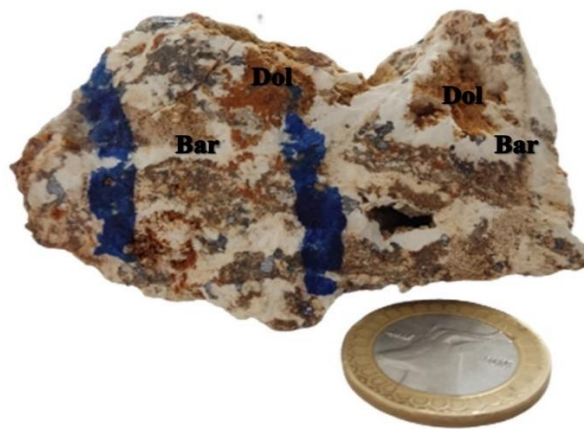


Figure 32: Cocarde de barytine dans les dolomies

Cette barytine présente aussi un aspect laiteux et elle montre souvent des textures en latte en géode ou encore en cocarde (Figure 31) qui prend des éléments dolomitiques ou de fluorine comme noyau. Cette barytine apparait toujours antérieure à la galène.

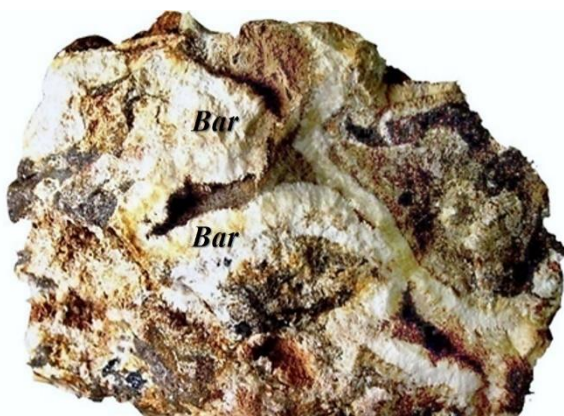


Figure 33: Barytine en texture géodique



Figure 34: Barytine en latte

L'analyse microscopique révèle une barytine à texture en gerbe avec une extinction roulante en lumière polarisée.

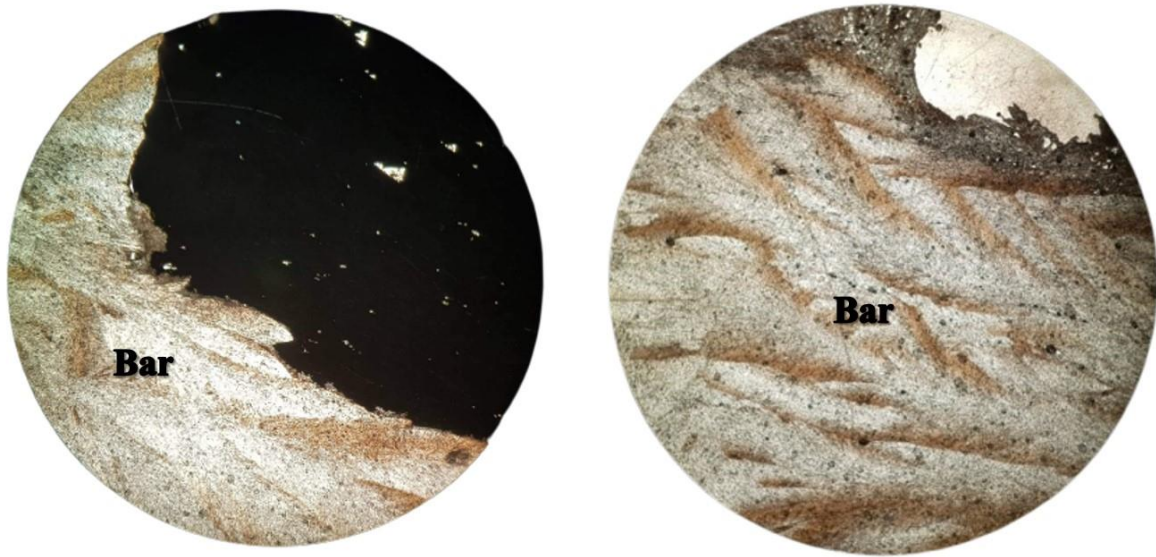


Figure 35: Barytine en gerbe présentant une extinction roulante (LM), LPA. G. x 10)

- **La Fluorine $\{CaF_2\}$** : elle se présente souvent sous forme de petits cubes translucides remplissant les vides et les fractures, ou géodique associée à la barytine et à de la galène accessoire.



Figure 36: De petits cubes de fluorine remplissant les vides

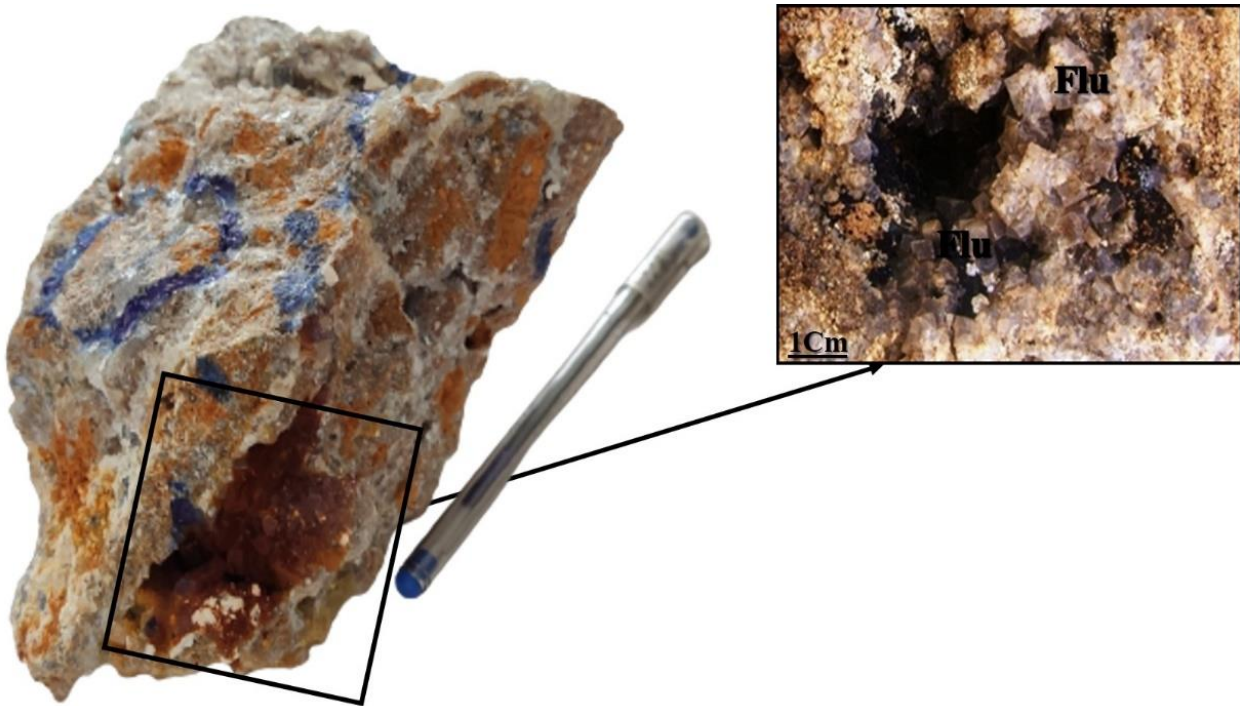


Figure 37: Géode de fluorine

D'après l'analyse microscopique, la fluorite se présente en gros cristaux automorphes ou en agrégats de petits cristaux, à l'intérieur desquels baignent des cristaux de quartz. Elle est généralement recoupée par de la barytine en gerbe, ou légèrement remplacée par celle-ci. Cette disposition indique que la fluorine à gros cristaux est antérieure à la barytine.

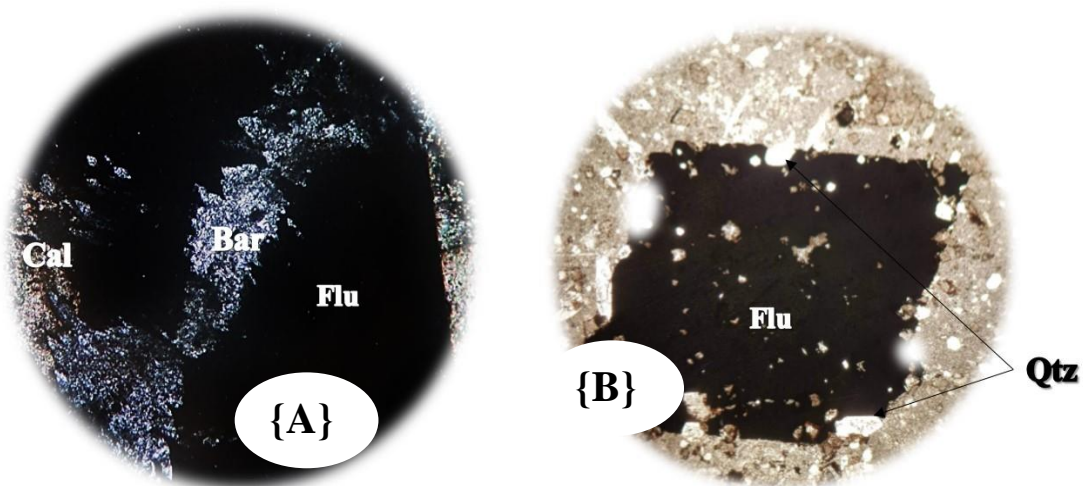


Figure 38: {A}: Cube de fluorine recoupé par la barytine en gerbe. (LM), LPA. G. x 10)
{B} : Des cristaux de quartz à l'intérieur d'un cube de fluorine automorphe

- *La Calcite {CaCO₃}* : elle est très abondante au contact Trias-Aptien où elle se présente sous forme de veinules affectant les bancs des calcaires récifaux.

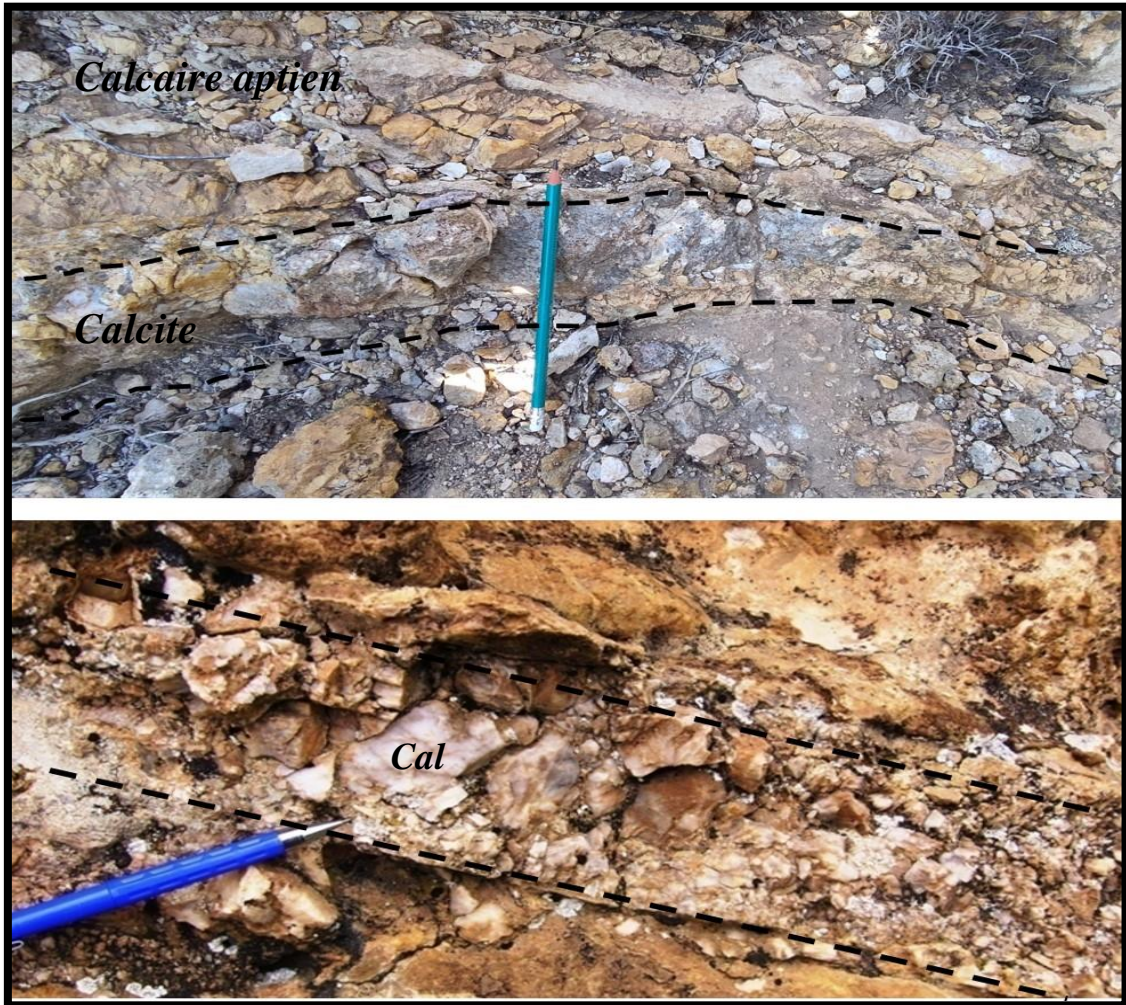


Figure 39: Veinules de calcite recoupant les calcaires aptiens

Microscopiquement, elle se présente au moins, trois générations ; une calcite fine diagénétique, une calcite à gros grains tardive et une calcite veinulée fine recoupe l'ensemble.

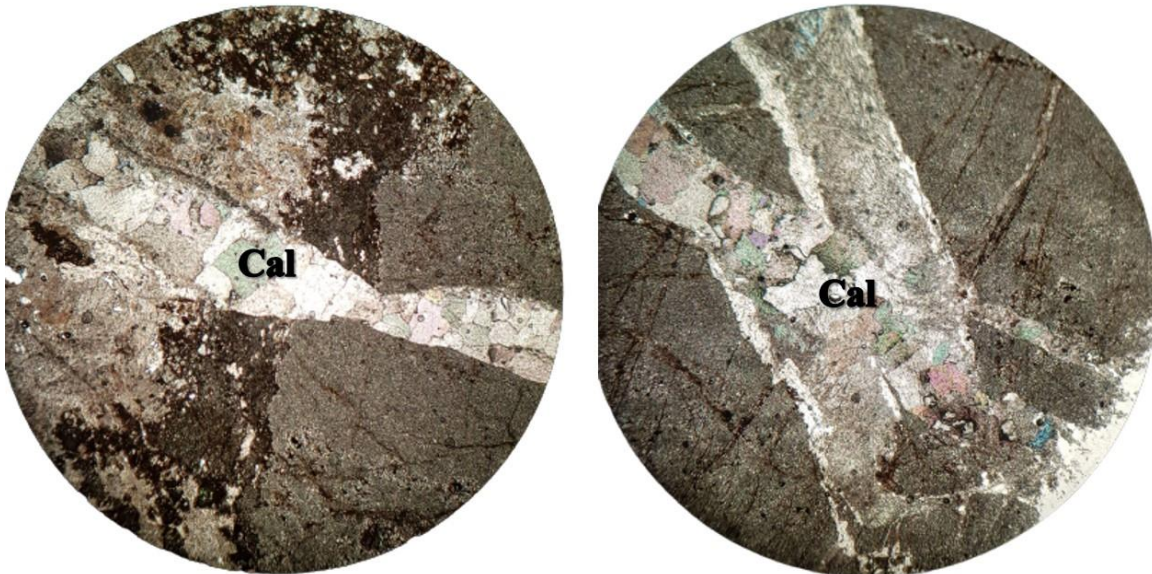


Figure 40: Calcite veinulée qui recoupe le tout. (LM), LPA. G.x10)

➤ **La Galène {PbS}** : elle est peu abondante dans cette zone. Elle se présente sous forme de disséminations dans les dolomies aptiennes ou en veinules affectant les calcaires aptiens.

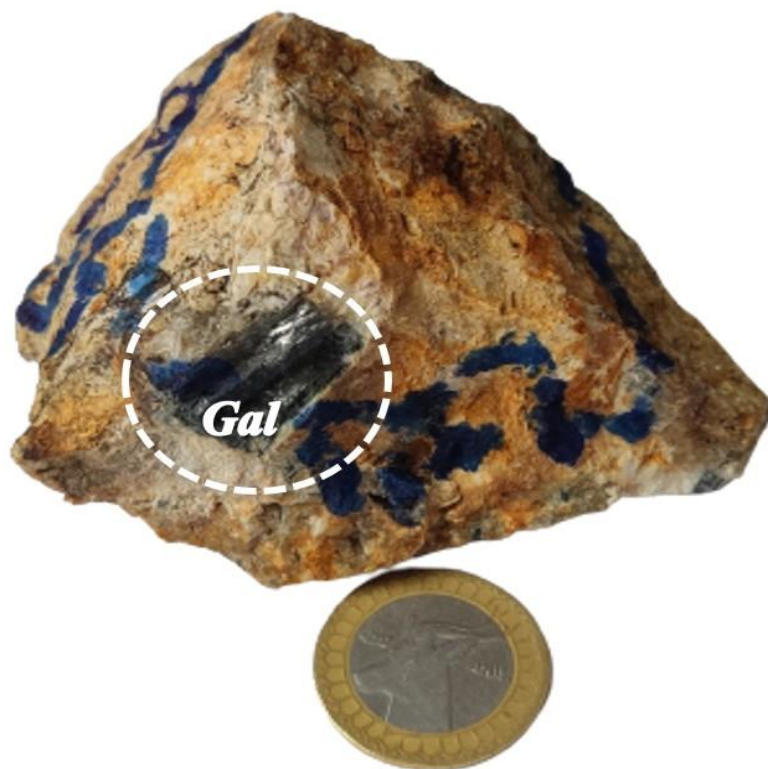


Figure 41: La galène dans des dolomies aptiennes

L'étude microscopique des sections polies montre que la galène se présente en grandes plages xénomorphes, et montre également des auréoles d'altération en cérusite sur les bordures.

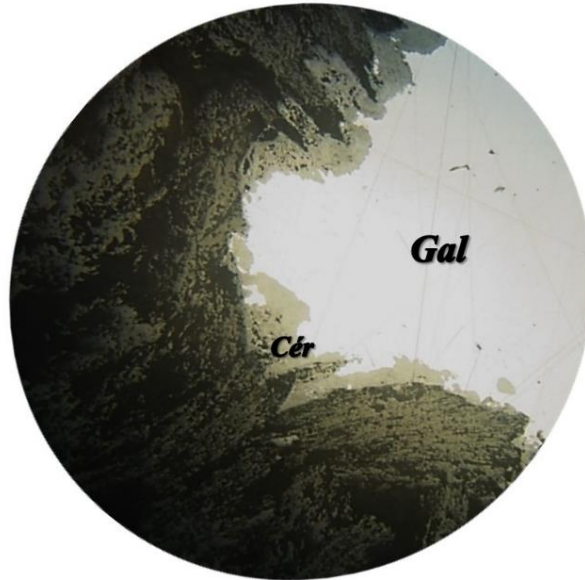


Figure 42: Plage de galène remplacée par la cérusite sur les bordures. SP. LPA. G x 20)

- **La Pyrite $\{FeS_2\}$** : visible dans la section polie, elle se présente en petits grains inclus dans les grandes plages de galène.

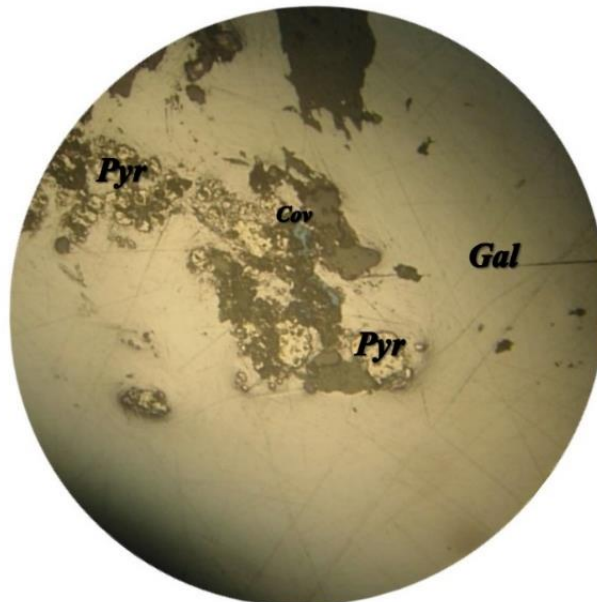


Figure 43: Cristaux de pyrite en inclusion dans la galène (SP. LPA. G x 20)

3. Minéralisation liée à la discordance vraconienne :

On rencontre cette minéralisation dans la partie centrale et sur le flanc NE de notre région d'étude, elle est constituée d'une paragenèse simple, dominée par la barytine, fluorine et galène.

- **La Calcite $\{CaCO_3\}$:** macroscopiquement, elle se présente sous forme veinulée affectant les calcaires récifaux, ou en remplissage de cavités et de fentes de tension.

Microscopiquement, trois générations de calcite mises en évidence :

1/- une calcite antérieure à la minéralisation, elle est fine et remplace les petits cristaux de quartz diagénetique, comme on peut la trouver en imprégnation dans les gros cristaux de fluorine et de quartz automorphe.

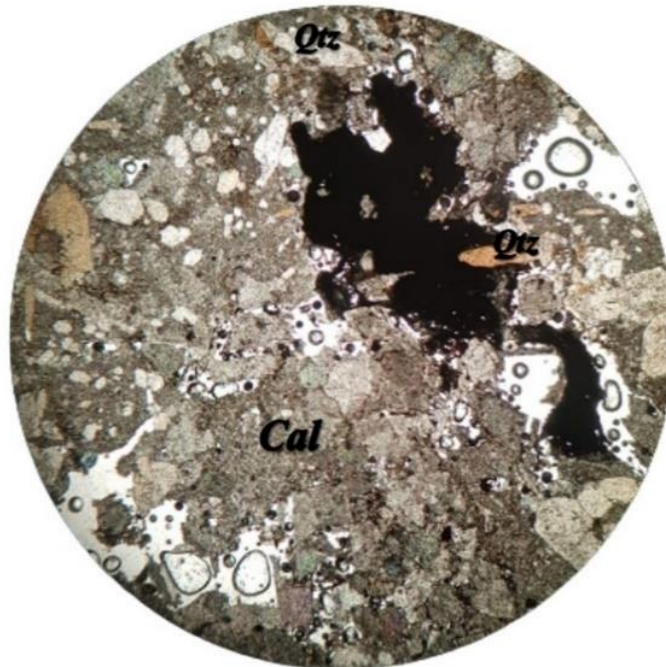


Figure 44: Calcite fine qui remplace les petits cristaux de quartz. (LM), G.x 10)

2/- une calcite sparitique à gros grains qui présente parfois des zonations. Elle est généralement remplacée par la barytine fine.

3/- une calcite fine en veinule qui recoupe le tout.

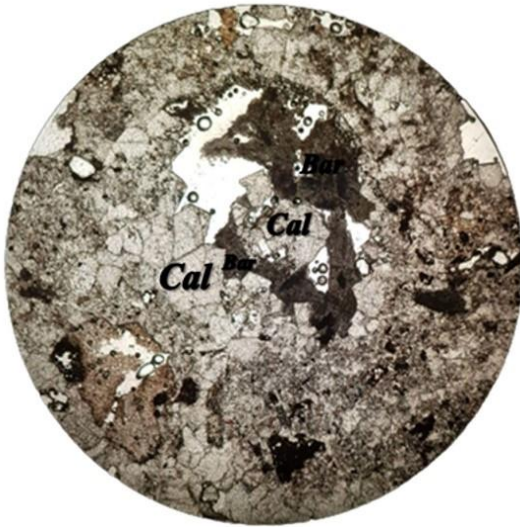


Figure 46: Calcite à gros grains remplacée par la barytine. (LM), LPA. G.x10)



Figure 45: Calcite fine en veinule tardive. (LM), LPA. G.x10)

➤ **Le Quartz $\{SiO_2\}$** : L'intense silicification a touché ce massif, ce qui fait que le quartz est très abondant et il se manifeste en deux générations distinctes.

1/- en petits prismes ou en sections hexagonales disséminées dans les calcaires micritiques. Ces cristaux résultent d'un phénomène de silicification diagénétique. Le contour de ces petits cristaux de quartz est fréquemment corrodé par des carbonates.

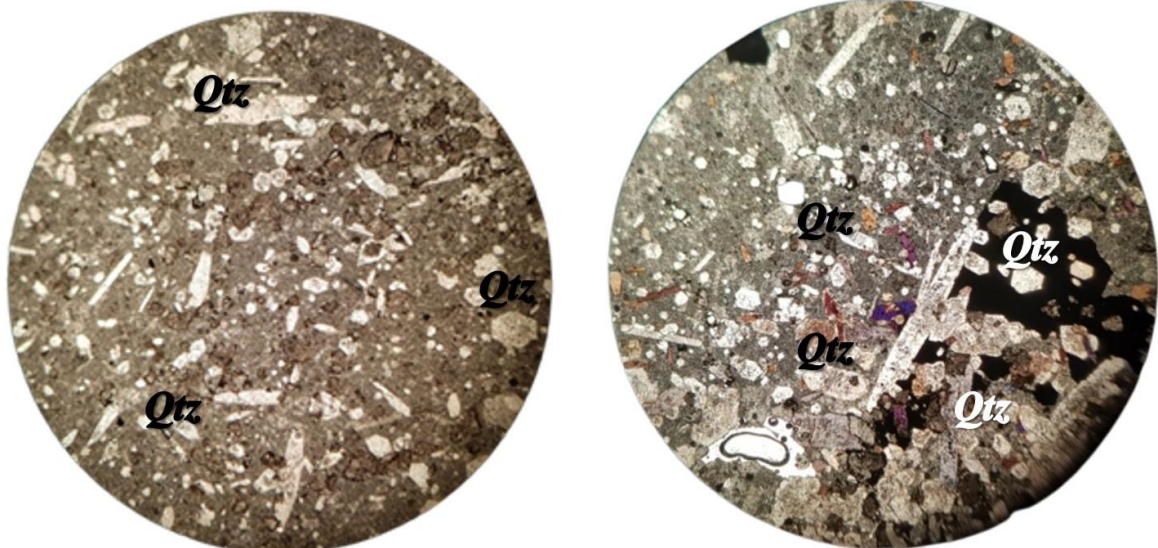


Figure 47: Quartz diagénétique en petits prismes (LM), LPA. G. x 40)

2/- en amas de petits cristaux montrant souvent des auréoles de silicification, ou en poches de calcédoine d'où se développent des cristaux de quartz tout autour. On le trouve aussi en gros cristaux automorphes renfermant des imprégnations de calcite.

Ce quartz baigne dans la fluorine indiquant ainsi une silicification antérieure à la minéralisation.

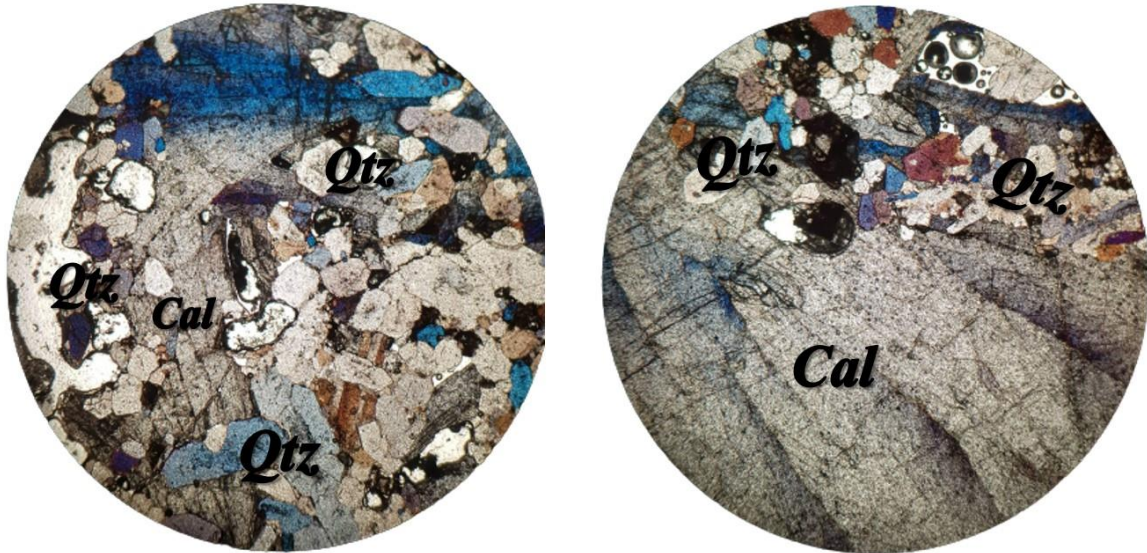


Figure 48: Quartz automorphe à imprégnations de calcite (LM), LPA. G. x 40)

- **La Barytine $\{BaSO_4\}$** : abondante et souvent associée à la fluorine et la galène. Elle peut se présenter en filon recoupant les calcaires aptiens.



Figure 49: Veinule de barytine dans le calcaire Aptien

Il existe un filon de barytine à aspect bréchique avec des disséminations de galène, au niveau de Hameimat Nord. Il affecte les calcaires aptiens qui affleurent à la rive gauche. Il a une épaisseur de 1.5m à l'affleurement, et il montre une attitude de N190°.

On retrouve deux textures de barytine ; la texture crêtée c'est la plus répandue dans les caisses filoniennes, comme on la trouve aussi en texture zébrée.



Figure 50: Barytine en crête associée à la fluorite et à la galène

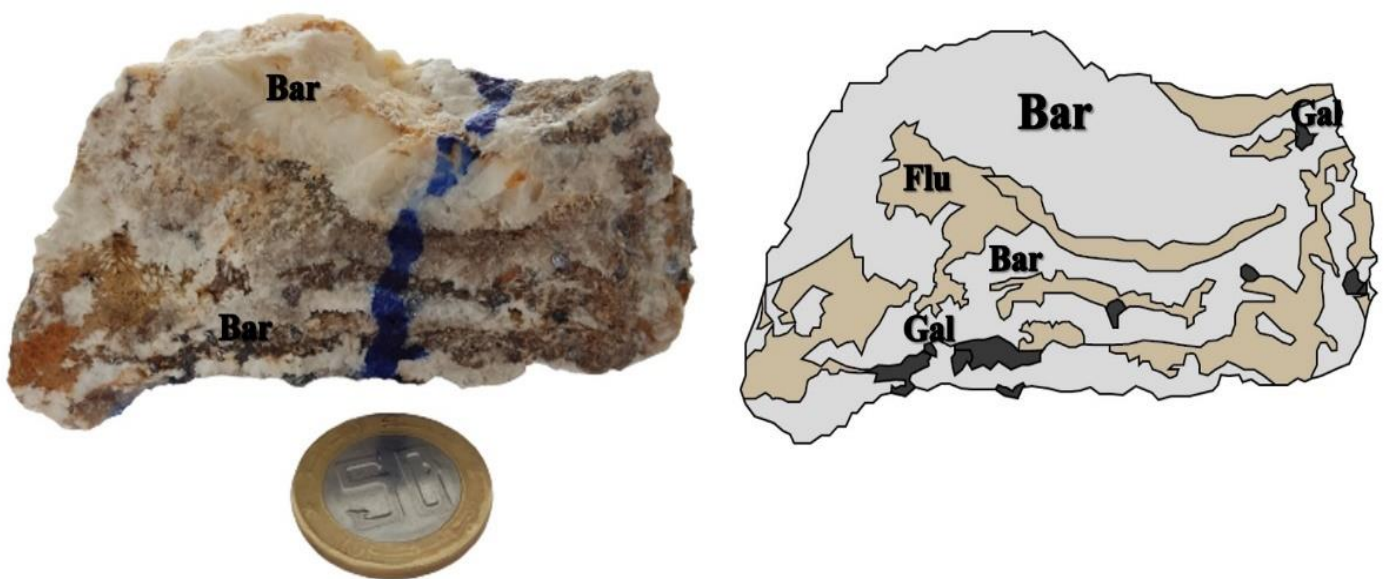


Figure 51: Barytine à texture zébrée associée à la fluorine et la galène

La barytine sous microscope se présente sous deux aspects différents, témoignant la présence de deux générations :

-La première génération de barytine en gerbe ou en éventail montrant des imprégnations de carbonate.



Figure 52: Barytine en éventail montrant une extinction roulante LM, LPA. G. x 10)

-La deuxième génération a aspect chagriné ou trouble qui remplace la calcite à gros grains dont il ne reste que la forme rhomboédrique.

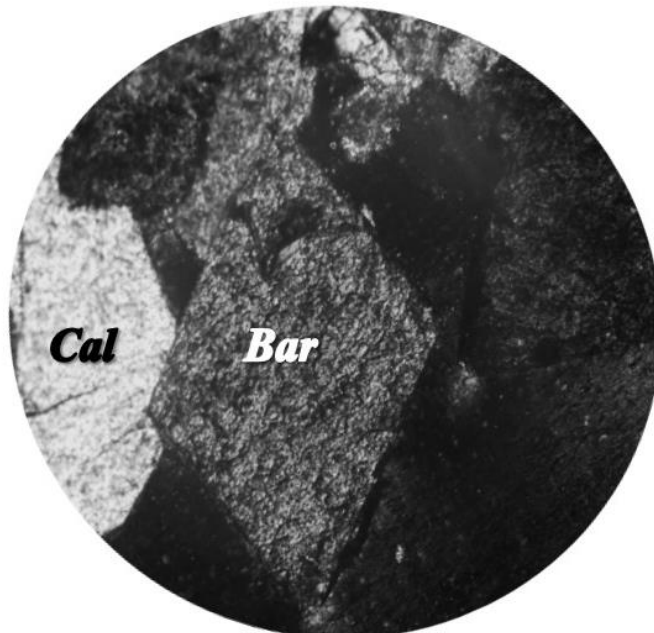


Figure 53: Barytine fine remplaçant entièrement un rhomboèdre de calcite (LM), LPA. (G. x 10)

Ces deux aspects distincts de la barytine attestent l'existence de deux générations. La première et antérieure à la calcite à gros grain et la seconde elle en est postérieure.

- **La fluorine {CaF₂}** : assez abondante, elle est toujours associée à de la barytine et à de la galène. Elle se présente en petits cubes translucides disséminés ou en agrégats de petits cristaux.

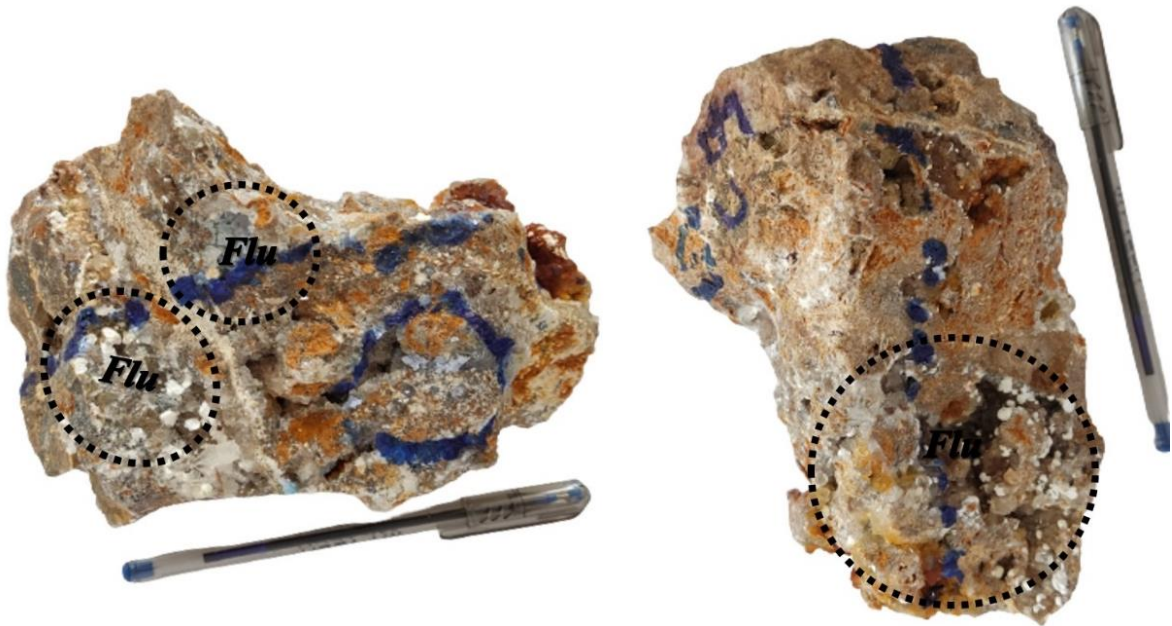


Figure 54: Petits cubes de Fluorine en agrégats

Microscopiquement, la fluorine se présente en gros cristaux automorphes à imprégnation de calcite fine et légèrement corrodés par la barytine, ou en plages xénomorphes qui renferment des petits cristaux de quartz.

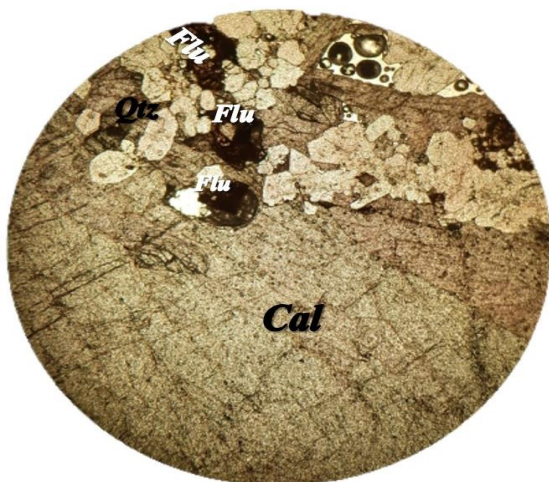


Figure 56: Petits cubes de fluorine renfermant des petits cristaux de quartz.
LM, LPA. G x10

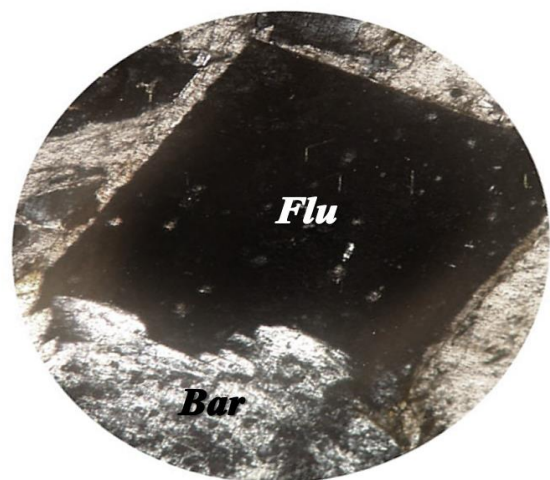


Figure 55: Cube de fluorine corrodée par la barytine. LM, LPA. G x 10

Ces deux aspects de la fluorine attestent l'existence de deux générations. La première est en gros cristaux ou en plages xénomorphes antérieure à la barytine en gerbe, et la seconde en petits cubes postérieures.

- **La galène {PbS}** : elle se présente en cristaux cubiques associés à la barytine en lattes et à la fluorine. Elle peut se montrer également en agrégats de remplissage entre les agrégats de barytine.

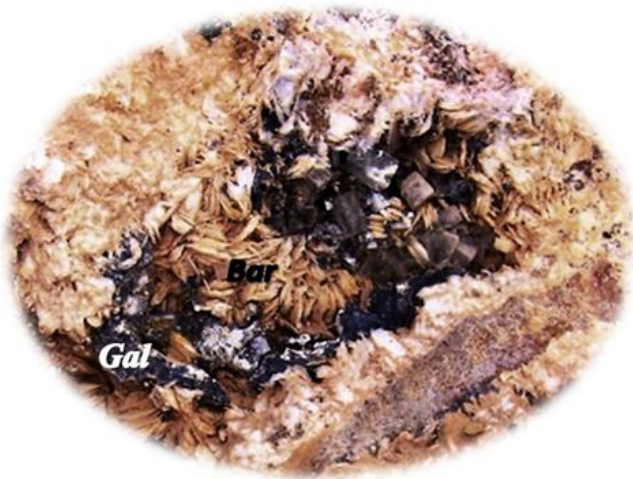


Figure 58: Galène associée à la Barytine crêtée et à des cubes de Fluorine



Figure 57: Galène disséminée dans la Barytine en lattes

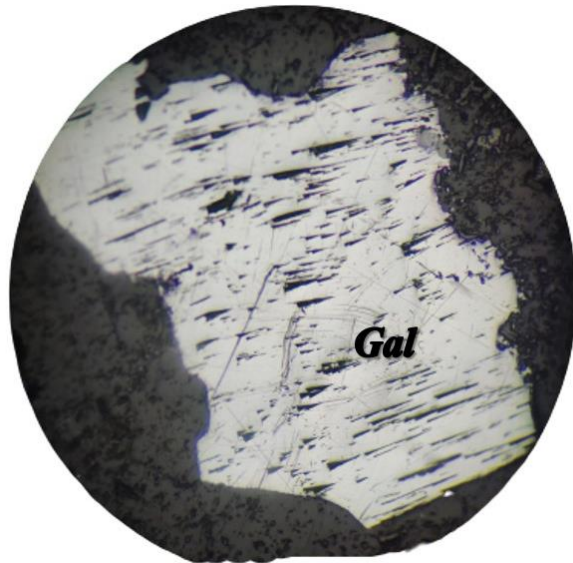
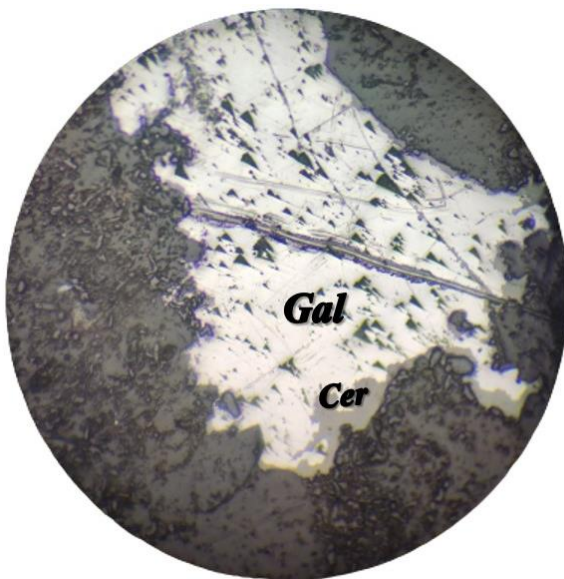


Figure 59: Galène présentant des arrachements triangulaires SP, LPA. G x 10

L'étude des sections polies montre que la galène est le minéral métallique le plus abondant. Elle se présente en grandes plages xénomorphes à arrachements triangulaires (**Figure 59**) renfermant des petits grains de pyrite. Elle est fréquemment altérée en cérusite sur les bordures.

➤ **La pyrite $\{FeS_2\}$** : L'étude des sections polies révèle qu'elle est rare et elle se présente sous forme de petits cubes inclus dans la galène.

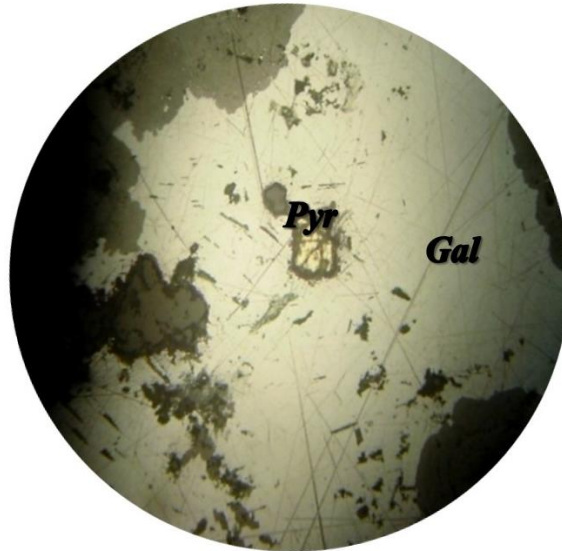


Figure 60: Cube de pyrite dans la galène SP, LPA. G x20

➤ **La cérusite $\{PbCO_3\}$** : elle provient de l'altération de la galène. Elle s'observe microscopiquement sous forme d'une auréole grise entourant et remplaçant partiellement les grandes plages de galène (**Figure 61**).

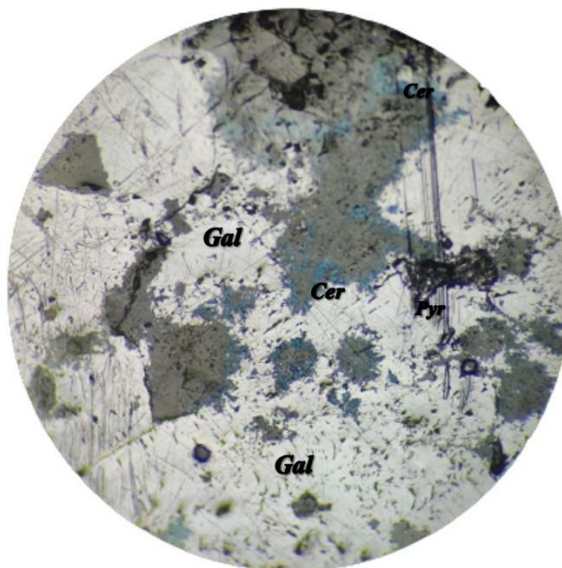


Figure 61: Cérusite remplaçant la galène SP, LPA. G. x 10

- ***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.

Tableau 2: Tableau paragénétique de Hameimat Nord

Minéraux	Phase diagénétique		Phase épigénétique			Altération supergène
	Cal I	Qtz I	Qtz II	Cal II	Cal III	
Calcite						
Quartz						
Fluorine						
Barytine						
Célestine						
Pyrite						
Galène						
Cérusite						
Oxyde &hydroxyde de Fe						

	<u>Cal I</u>		<u>Qtz II</u>	<u>Cal II</u>	<u>Cal III</u> - - - - -	
	<u>Qtz I</u>		<u>Fluo I</u>	<u>Fluo II</u>		
			<u>Bar I</u>	<u>Bar II</u>		
			<u>Cél</u>			
					<u>Pyr</u>	
					<u>Gal</u>	
						<u>Cér</u> <u>Ox fer</u>

Conclusión General

Au terme de ce travail plusieurs conclusions peuvent être tirées.

➤ Les Monts de Mellègue sont constitués en grande partie par des terrains sédimentaires d'âge secondaire. Le Crétacé est l'étage le plus développé où il est représenté par des formations argilo-gréseuses dans sa partie inférieure, excepté à l'Aptien où elles sont calcaires. Au Crétacé supérieur et à l'Eocène, les formations sédimentaires deviennent argilo-marneuses et calcaires. Enfin elles sont argilo-gréseuses à l'Oligocène et au Miocène. Par contre le Jurassique n'est pas connu dans la région ni en surface ni en sondage.

L'étude géologique de Hameimat Nord qui fait partie intégrante des monts de Mellègue, permet de conclure qu'elle est caractérisée par des formations carbonatées albo-aptiennes et par des marnes vraconiennes intrudées par un trias diapirique. On a observé deux secteurs :

- Un secteur oriental, caractérisé par la discordance vraconienne qui comporte un trias diapirique, et des terrains albo-aptiens et vraconiens.

- Un secteur occidental, à pendage renversé, caractérisé par le contact diapir couverture. Il comporte des formations vraconiennes et triasiques.

➤ La structure de notre région d'étude est affectée par plusieurs phases tectoniques (phase antétertiaire et phase cénozoïque).

- La tectonique cassante qui se manifeste par des failles de directions N150° dominantes et N90° et N-S et des décrochements dextres et senestres.

- La tectonique souple qui se manifeste par des plissements atlasiques.

➤ Du point de vue gîtologique, la minéralisation se présente sous forme bréchique ou sous forme de remplissage de vides et de fractures avec la fluorine, barytine et la galène.

➤ L'étude minéralogique montre l'existence de deux types de minéralisations :

- Une minéralisation liée au contact Trias-couverture : elle se manifeste sous forme de brèche minéralisée en fluorine, barytine et accessoirement en galène. Ce type de minéralisation souligne pratiquement tout le contact Trias-Albo-aptien ;

- Une minéralisation liée à la discordance vraconienne : c'est une minéralisation filonienne riche en barytine, fluorine et galène. Les filons minéralisés sont encaissés dans les calcaires de l'Albo-aptien.

➤ On note aussi que la minéralisation est d'origine épigénétique elle s'est mise en place après la phase diagénétique suite à plusieurs phases de fracturation qui ont permis la circulation des fluides riches en éléments métalliques.

Références
Bibliographiques

Références Bibliographiques

- **AKROUR H., AOUDJEHANE M. & al (1991):** « Gites et indices a Fluorite d'Algérie du Nord, inventaire et réflexion ». *Bull. Office national de géologie Vol 2, n°1 pp 11-28*
- **ALIMERINA, A ; BOUANIK, A BOUBAYA, D :** rapport final sur les travaux de prospection des polymétaux dans les secteurs Hameimat et Djebiss (1997-2000), *TEBESSA, direction régional EST, 128p.(ORGM).*
- **AUDJEHANE, M.1991 :** distribution des gites a 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.
- **AOUDJEHANE M., BOUZENOUNE A, ROUVIER H ET THIEBIROZ J. (1992) :** Halocénèse et dispositifs d'extrusions du trias dans l'Atlas saharien Oriental (NE algérien).*Geal Medit Marseille XIX, pp273-287,1992.*
- **BEGHOUL, 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.*
- **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.
- **BLES J.L., ET FLEURY (1970) :** Carte géologique 1/50000 Morsott et Notice explicative. Bull. serv. Géol. Algérie.
- **BEDJA, N.2013 :** Géologie du secteur de Kalaat Cherachet caractérisation gîtologique des minéralisations ferrifères (Ouenza, Tébessa) Algérie Nord Orientale.*Mém.Mas.pp57.*
- **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.
- **BOUTALEB A. (2001) :** « les minéralisations à Pb-Zn du domaine setifien-hodna gîtologie, pétrographie des dolomies, microthermométrie et implication métalloïdique ». *Thèse de Doctorat d'état FSTGAT-USTHB.*

Références Bibliographiques

- **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.
- **BOUZENOUNE A., ROUVIER .ET THEIBIROZ.D. (1995)** : trias d'Ouenza contexte diapirique zonation minéralogique et conséquence métallogéniques. Bulletin du serv.geol de l'Algerie.Vol 6. N°1.pp3.24.
- **BOUZENOUNE A ET LEOCOLLE P. (1997)** : petrography and geochemical arguments for hydrothermal formation of the Ouenza sédirite deposits (NE-Algerian) Mineralum Deposita (1997).pp 189-196.
- **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.
- **DIANE B ET PERTHUISOT V(1996)**: Première approche des conditions de genèse des minéralisations à Pb-Zn du Dj. Mesloul. (Est Algérien) étude microthermométrique des inclusions fluides primaires de la calcite. Bulletin du service géologique d'Algerie.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)** : exquise géologique du Dj. Mesloul. Pp. bull. serv. Cart géol. Algérie nouvelle serie. Bull.n°21.
- **DUBOURDIEU G. (1959)** : Etude géologique de la région de Ouenza (confins algéro-tunisiens). Thèse des sciences, Paris, Publications du service de la carte géologique de l'Algérie. Bull 3. N°10.Vol I.659p.
- **DUROZOY, G.1956** : Notice explicative de la carte géologique de Tébessa1/50000.feuilles 206. service de cartographie National.
- **HADDOUCHE 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.
- **HADDOUCHE, O. ; BOUTALEB, A., HEBERT, R. ; PICARD, D. ; SAMI, L., (2004)** : Les minéralisations à Pb-Zn, Fe, Ba (Sr) d'El Ouasta (Algérie

Références Bibliographiques

nord orientale) : typologie et apport des études d'inclusions fluides. *Bull. du Service Géologique de l'Algérie*. Vol. 15 n°2, pp 87-105.

- **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-quaternaire. société d'histoire naturelle du pays de Montbéliard, pp.201- 215.8fig.1997.
- **KOWALSKI W.M. ET HAMIMED M., PHARISAT 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., 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.
- **OTHMANINE A (1987):** les minéralisations en fluorine Barytine, Pb-Zn et fer sédimentaire 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.
- **PERTUISOT, V .AUDJEHANE, M.BOUZNOUNE, A.HATIRRA, N.LAATAR, E.MANSOURI, A.ROUVIER, H., ET SMATI, A.1 998 :** Les corps triasiques des Monts du Mellègue (Confins Algéro-Tunisiens) sont-ils des diapirs ou des <> Bull. Soc. Géo. France, t.169, n°1, pp53-61.
- **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, Lounis (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.

- **Sami, Lounis (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.
- **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. (1980):** « la chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisien ». *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.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. 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 albien, à l'image des structure off.shore d'Aquitaine cor. CAD sci – paris t 318série II, P109.116.
- **Vila J. M, BEN YOUSAF, M CHARRIERE A ; CHIKHAUI, M; GHANMI M., KAMOUN F. PEYBENES 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., BENYOUCEF 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.