



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE.
UNIVERSITE MOULOD MAMMERI DE TIZI OUZOU.**

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
DOMAINE DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS.
Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master en sciences de la
Terre et de l'Univers.
Option : Ressources Minérales et Environnement.**

**Thème :
ETUDE DES FILONS DE BARYTINE DE BENI
SNOUSS (WILAYA DE TLEMCEM)**

**Encadré par :
Mme IZRI. D.**

**Réalisé par :
SALHI Djamila.
LOUNICI Kahina.**

Soutenu publiquement le : 10 /10 /2016 Devant le jury composé de :

**Mr. AHMED ZAID. I: Professeur à l'U.M.M.T.O.....Président.
Mme. MOUHEND OUELHADJ. N : Maître assistant à l'université KHEMIS
MELIANA.....Examinatrice.
Mr. ZEGHOUANE.H : Maître assistant à l'U.M.M.T.O.....Examineur.**

Promotion 2016

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier le bon Dieu de nous avoir guidé et donné la force, la santé et la volonté pour atteindre notre objectif.

Ensuite, nous tenons à adresser nos sincères remerciements et le plus grand respect à notre encadreur Madame D.IZRI pour sa compréhension, sa disponibilité, de savoir faire, ses conseils judicieux et toute l'aide qu'elle nous a apporté.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer notre travail et de nous avoir honorés par leur présence.

Nous remercions toute la promotion RME 2015/2016 et tout les enseignants de département Science de la Terre et de l'Univers.

Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près et de loin à élaborer cet ouvrage.



Dédicaces

Pour chaque début il y a une fin, et ce qui est beau dans
toute fin c'est la réussite et l'atteinte du but.

Je dédie ce modeste travail, fruit de très longues années de travail à :

Le soleil qui a éclairé ma vie, qui m'entouré par ses beaux
sentiments et qui ignore toute sa vie pour juste me voir arrivée là
« ma chère Maman Dahbia » ce petit mot qui résume un océan
d'amour et de tendresse.

Je dédie ce modeste travail à « mon Père Ahmed ».

Pour mes chères frères : Madjid, Remdane, Adam et pour le secret de ma
fierté mon cher frère Djamel.

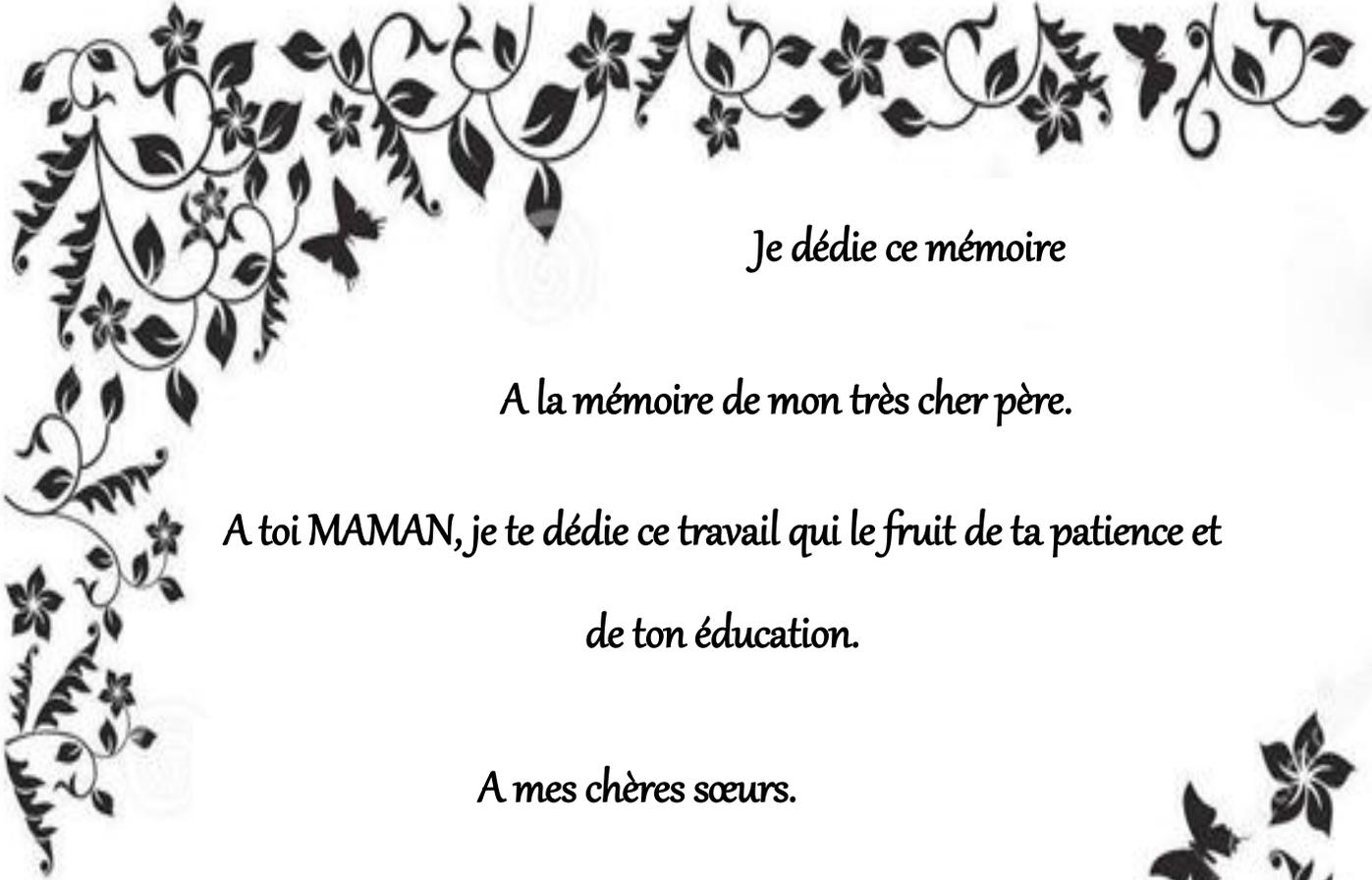
Pour mes deux chères sœurs : Razika et Ghania.

Aux personnes que je n'oublierai jamais : Souhila, Chafia,
Razika, Mina, Celia, Sonia, Kamel, Mouh, Mouh Tig, Doudou,
Azzeddine, Kouceila, Madjid.

Pour mon encadreur Mme D.IZRI.

Pour Djamila et sa famille.

L. Kahina



Je dédie ce mémoire

A la mémoire de mon très cher père.

*A toi MAMAN, je te dédie ce travail qui le fruit de ta patience et
de ton éducation.*

A mes chères sœurs.

A mes frères.

A tous mes camarades et à toute la section Master II.

A toi KAHINA ainsi que toute ta famille.

A toute la famille SALHI et à tous ceux qui m'aiment.

S. Djamila



SOMMAIRE

Résumé	
Abstract	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
CHAPITRE I : GENERALITE	
I-1-INTRODUCTION GENERALE.....	01
I-2-DEFINITION DE LA PROBLEMATIQUE.....	01
I-3-METHODOLOGIE.....	01
I-4-SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	02
I-5-SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.....	03
I-6-CLIMAT ET VEGETATION.....	04
I-7-TRAVAUX ANTERIEURS.....	05
CHAPITRE II : GEOLOGIE REGIONALE	
II-1-INTRODUCTION.....	07
II-2-CADRE GEOLOGIQUE.....	07
II-3-LITHOSTRATIGRAPHIE.....	08
II-3-1-Paléozoïque.....	08
a) silurien.....	08
• silurien probable.....	08
• silurien.....	08
b) dévonien.....	08
c) carbonifère.....	09
• viséen inférieur à moyen.....	09
• viséen supérieur.....	09
• namurien.....	09
• westphalien.....	09
d) roches éruptives.....	10
❖ massif granitique de Beni Snouss.....	11
a) granite de Bouabdous.....	11
b) granite de Tairret.....	12
II-3-2-Mésozoïque	12
a-trias.....	12
a-1. permo trias.....	12
a-2. trias gypseux.....	12
b- couverture jurassique.....	12
b-1- lias.....	12
b-1-1-lias inférieur.....	13
b-1-2-lias moyen (carixien-domerien).....	13
b-1-3-lias supérieur(le toarcien).....	13
b-2-dogger.....	13
b-2-1-aaléno-bajocien inférieur et moyen.....	13
b-2-2- bajocien supérieur.....	13
b-2-3-bathonien.....	13
B-3-malm.....	13
B-3-1-callovo-oxfordien.....	14
b-3-2-lusitanien.....	14
b-3-3-kimméridgien portlandien.....	14
II-3-3-Quaternaire.....	14
II-4-PALEOGEOGRAPHIE.....	14
A-Paléozoïque.....	16
B-Mésozoïque.....	16
II-5-TECTONIQUE.....	16

a)tectonique souple.....	16
b) tectonique cassante.....	19
II-6-GITOLOGIE REGIONALE.....	19
II-7-CONCLUSION.....	19
	20
CHAPITRE III : GEOLOGIE LOCALE	
III-1-INTRODUCTION.....	
III-2-STRATIGRAPHIE.....	23
III-2-1-paléozoïque.....	23
a)schistes du silurien.....	23
b) granites post westphalien.....	24
b-1-Granites de Bouabdous.....	25
b-2-Granites de Tairét.....	25
III-2-2- couverture mésozoïque.....	27
a)calcaires liasiques.....	28
III-3-TECTONIQUE.....	28
1-étude de la fracturation.....	29
a) éléments microstructuraux.....	29
➤ Diaclase.....	29
➤ Fente de tension.....	29
➤ Stylolithes.....	30
➤ Filonets de quartz.....	30
b) éléments macrostructuraux.....	30
➤ Accidents cassants.....	31
➤ Accidents souple.....	31
III-4-ESSAI D'INTERPRETATION.....	31
III-5-CONCLUSION.....	
CHAPITRE IV : GITOLOGIE	
IV INTRODUCTION.....	
IV-2-HISTORIQUE DES INDICES.....	32
IV-3- Description macroscopique des filons.....	32
A) Caractères géométriques, morphologiques et structuraux.....	33
a) Champ filonien du plateau Mellal et la vallée de Tairét.....	33
b) Filons de Bouabdous	33
IV.4.les textures des filons.....	34
Texture massive	34
Texture brèchique	34
IV.5.Étude texturale de la minéralisation.....	34
Texture massive.....	34
Texture bréchique	34
Texture veinulée	35
Texture drusique	35
VI.6. Étude pétrographique de l'encaissant.....	35
➤ Les granites	36
A) Granite rose	36
B) Granite Gris.....	39
C) Cortège filonien	41
D) Différence entre le granite rose et gris	42
➤ Calcaires.....	46
➤ Schistes	49
IV.7.Étude de la minéralisation.....	51
	51

Minéraux primaires	51
Barytine	52
Quartz	52
Pyrite	52
Chalcopyrite.....	52
Galène	52
Marcassite.....	52
Calcite.....	55
Minéraux secondaires	56
Azurite.....	56
Malachite.....	56
Limonite.....	56
Cérusite.....	56
Covellite.....	57
IV.8.Relation minéralisation tectonique	59
IV-9- HYPOTHESE GENETIQUE	60
IV-10-CONCLUSION DE L'ETUDE GITOLOGIQUE.....	61
CHAPITRE V: GEOMATERIAUX	
1-ASPECT GEOLOGIQUE.....	
2-MINERALOGIE.....	
3-ON TROUVE LA BARYTNE.....	62
4-ASPECT ECONOMIQUE.....	62
5-LES PRINCIPAUX GISEMENTS EN ALGERIE.....	63
6-EXPLOITATION MINIERE ET TRAITEMENT DE MINERAIS.....	63
1-Concassage.....	63
2-Broyage.....	63
3Cyclonage	64
4-Flottation.....	64
5-Essorage.....	64
6-Filtration.....	65
7-Séchage.....	65
7 -DOMAINES D'UTILISATION.....	65
8- PROPOSITIONS.....	66
CHAPITRE VI : CONCLUSION GENERALE.....	67
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

Liste des abréviations

Ba : Barytine

BRGM: Bureau De Recherche De Géologie Minière

Ca: Calcium

Cu : Cuivre

C°: Degré Celsius

E: Est

Ech : Echantillon

ENOF: Entreprise Nationale des non Ferreux

Fe: Fer

G×: Grossissement

Gh .Roubane: Ghar Roubane

Km: Kilomètres

LPA: Lumière Polarisé Analyisée

LPNA: Lumière Polarisé Non Analyisée

m : Mètres

N : Nord

O: Oxygène

Pb: Plomb

S: Soufre

S: Sud

Si: Silice

Sr : strontium

UMMTO: Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou

USA : United states of America

USTHB : Université Des Sciences Et De La Technologie Houari Boumediene

W.: Wilaya

W: Ouest

XIX : dix neuf

Zn: Zinc

T: Tonne

Liste des figures

Chapitre

Figure 01 : Carte de la région de Ghar Roubane, situation des villes et les points remarquables (d'après LUCAS, 1952).

Figure 02 : Localisation géographique de la région de Beni Snouss (Google Earth).

Figure 03 : Localisation géographique de Beni Snouss.

Chapitre II

Figure 04: Schéma structural de la chaîne tello-rifaine (WILDI, 1987).

Figure 05: Affleurement du Primaire dans la région de Ghar Roubane (G.Lucas 1942).

Figure 06: Carte du primaire du horst de Ghar Roubane d'après G.Lucas 1952.

Figure 07: Photographie montrant le contact entre le Trias et le Lias supérieur.

Figure 08: Photo montrant la limite entre l'Aalénien et le Toarcien.

Figure 09: Log synthétique du horst de Ghar Roubane (Lucas, 1952).

Figure 10: Carte structurale schématique des Monts de Ghar Roubane et des régions voisines (S. Elmi, 1988).

Figure 11: Failles et anticlinaux de la région de Ghar Roubane (d'après G.Lucas, 1952)
Modifiée par labchri.D.2011.

Chapitre III

Figure 12: Photo montrant le socle et sa couverture en discordance.

Figure 13: Coupe stratigraphie du Horst de Ghar Roubane (S. Elmi, 1988).

Figure 14: Coupe stratigraphique schématique de djebel Mellal (modifiée) (G.Lucas, 1942)
(sans échelle).

Figure 15: Photo montrant l'affleurement des schistes anté-Viséen à Mellal.

Figure 16: Photo montrant une vue générale des schistes anté-Viséen.

Figure 17: Photo montrant les calcaires du Lias à barytine et calcite.

Figure 18: Photo montrant le calcaire Liasique à fossiles de gastéropodes remplacés par la calcite et par la barytine.

Figure 19: Fentes de tension remplies par la calcite dans les calcaires du Lias de Beni Snous.

Figure 20: Calcaires avec des stylolites recoupés par des veines de calcite.

Figure 21: Carte linéamentaire (d'après Zaknoun et Zebbar, 1995).

Chapitre IV

Figure 22 : Photos montrant une barytine massive.

Figure 23 : photo montrant une texture bréchique.

Figure 24 : photo montrant la barytine d'une caisse filonienne.

Figure 25 : Photo montrant un quartz drusique.

Figure 26 : photo montrant un granite rose à nodules de tourmaline

Figure 27: photo montrant un granite rose de tairat.

Figure 28 : Microphotographie montrant un plagioclase fissuré (LPA.GX10).

Figure 29: Microphotographie montrant une Biotite chloritisée (LPA.GX10).

Figure 30 : Microphotographie montrant une Tourmaline vert bleuté (LPA.GX10).

Figure 31 : Microphotographie montrant une Tourmaline chloritisée (LPA.GX10).

Figure 32 : Microphotographie montrant l'apatite et le zircon (LPA.GX10).

Figure 33 : Microphotographie montrant un grain de topaze (LPA.GX10).

Figure 34 : Microphotographie montrant un grenat (LPA.GX4).

Figure 35 : Microphotographie montrant le sphéne dans une plage du quartz (LPA.GX40).

Figure 36 : Microphotographie montrant le Sphéne dans une plage de quartz (LPA.GX10).

Figure 37 : Microphotographie montrant la calcédoine (LPA.GX10).

Figure 38 : photo montrant le granite gris de Bouabdous.

Figure 39 : microphotographie montrant une veine de barytine (LPNA.GX10).

Figure 40 : microphotographie montrant une veine de barytine (LPA.GX10).

Figure 41 : microphotographie montrant la biotite chloritisée (LPA.GX10).

Figure 42 : microphotographie montrant une barytine fibreuse (LPA.GX10).

Figure 43 : microphotographie montrant une chlorite bleue (LPA.GX10).

Figure 44 : microphotographie montrant une orthose (LPA.GX10).

Figure 45 : microphotographie montrant la tourmaline et la barytine(LPA.GX10).

Figure 46 : microphotographie montrant la barytine et les plagioclases(LPA.GX10).

Figure 47 : microphotographie montrant la mirmékite (LPA.GX10).

Figure 48 : microphotographie montrant la mirmékite (LPNA.GX10).

Figure 49 : microphotographie montrant la muscovite (LPA.GX40).

Figure 50 : microphotographie montrant la séricitisation des feldspaths aux épidotes (LPA.GX40).

Figure 51 : microphotographie montrant la tourmaline bleue (LPA.GX40).

Figure 52 : microphotographie montrant l'orthose et l'inclusion du zircon dans une biotite (LPA.GX10).

Figure 53 : microphotographie montrant l'inclusion du zircon dans une biotite (LPA.GX40).

Figure 54 : Croquis panoramique montrant le contact entre le Granite Viséen et les Calcaires liasiques.

Figure 55 : microphotographie montrant le quartz bipyramidal (LPA.GX10).

Figure 56 : microphotographie montrant le quartz bipyramidal (LPA.GX40).

Figure 57 : microphotographie montrant deux filons (LPA.GX10).

Figure 58 : microphotographie montrant un brachiopode entouré par la calcite (LPNA.GX10).

Figure 59 : microphotographie montrant un calcaire à bioclaste(LPA.GX4).

Figure 60 : microphotographie montrant un calcaire à bioclaste(LPA.GX10).

Figure 61 : microphotographies montrant une barytine fibro-radiée (LPA.GX10)

Figure 62 : microphotographie montrant la marcassite et la barytine cryptocristalline (LPA.GX10).

Figure 63 : microphotographie montrant une barytine cryptocristalline dans une fissure(LPA.GX10).

Figure 64 : Photo montrant un échantillon de schiste satiné.

Figure 65 : photo montrant l'alternance monotone de schistes et quartzites.

Figure 66 : microphotographie montrant les minéraux des schistes (LPA.GX4).

Figure 67 : microphotographie montrant les minéraux des schistes (LPA.GX10).

Figure 68 : photo montrant une barytine rose.

Figure 69 : photo montrant une barytine blanche.

Figure 70 : microphotographie montrant la barytine cryptocristalline (LPA.GX10).

Figure 71 : microphotographie montrant une barytine filonienne(LPA.GX10).

Figure 72 : microphotographie montrant la barytine cryptocristalline (section polie LPA.GX10).

Figure 73 : microphotographie montrant une barytine en éventail ((LPA.GX40).

Figure 74 : microphotographie montrant une barytine en éventail ((LPA.GX60).

Figure 75 : microphotographie montrant deux générations de barytine (LPA.GX40).

Figure 76 : microphotographie montrant une barytine tardive (LPA.GX10)

Figure 77 : microphotographie montrant une barytine qui remplace une biotite (LPA.GX10).

Figure 78 : microphotographie montrant une barytine qui remplace la minéralisation (LPA.GX10).

Figure 79 : microphotographie montrant un quartz bipyramidal (LPA.GX10).

Figure 80 : microphotographie montrant un quartz sub-automorphe(LPA.GX10).

Figure 81 : microphotographie montrant un grain d'or dans une plage du quartz (section polie LPA.GX10).

Figure82 : microphotographie montrant une pyrite xénomorphe (section polie LPA.GX10)

Figure 83 : microphotographie montrant une pyrite cubique (LPA.GX10).

Figure84: microphotographies montrant la chalcopyrite (section polie LPA.GX10).

Figure 85 : microphotographie montrant la galène (section polie LPA.GX10).

Figure 86 : microphotographie montrant la calcite(LPA.GX10).

Figure 87 : microphotographie montrant la malachite et la limonite (section polie LPA.GX10).

Figure 88 : microphotographie montrant une azurite (section polie LPA.GX10).

Figure 89: Microphotographie de la Cérusite associée à la Galène (section polie LPA.GX20)

Figure 90 : Microphotographie de la Covellite associée à la Galène (section polie LPA.GX20)

Figure 91 : Schéma récapitulatif des différents événements géologiques.

Chapitre V

Figure 92: Photo montrant un cristal de barytine

figure 93: Barytine orange en forme de rosettes

Figure 94: Photos montrant les sulfates de Baryum en poudre.

Figure 95: Photo montrant l'exploitation souterraine.

Figure 96: Photo montrant l'exploitation à ciel ouvert.

Figure 97 : Photo montrant le concassage de barytine.

Figure 98: Photo montrant un concasseur à mâchoires.

Figure 99: Photo montrant la batterie de cellules de flottation.

Figure 100: Photo montrant essorage de la barytine flottée.

Figure 101 : Photo montrant le séchage.

CHAPITRE I

GENERALITES

I-1.Introduction

La description géographique de l'Algérie repose classiquement sur une subdivision en zones allongées d'Est en Ouest parallèlement à la mer méditerranée: ainsi on distingue les chaînes côtières, les hautes plaines, l'Atlas saharien et le Sahara.

De la même façon, la subdivision peut être basée sur le principe d'aires métallogéniques: l'aire métallogénique orientale à l'Est et l'aire métallogénique occidentale à l'Ouest qui feront l'objet de plusieurs études et travaux.

Les monts de Ghar Roubane font partie intégrante de l'aire métallogénique occidentale de la chaîne tellienne de l'Algérie. Ils sont caractérisés par la présence d'indices polymétalliques à Pb, Zn, Cu et Ba.

I-2. Définition de la problématique

Ce travail consiste en une contribution à l'étude géologique, pétrographique et géochimique de l'indice à barytine et de son encaissant situé dans la région de Beni Snouss (Mellal, Bouabdous et Tairet).

Ce travail comporte plusieurs volets :

- Une synthèse bibliographique sur la géologie des monts de Ghar Roubane.
- Une étude pétrographique de l'encaissant des minéralisations du gisement de Beni Snouss.
- Une présentation de la morphologie des corps minéralisés et des textures de minéraux.
- Une étude minéralogique et paragénétique des minéralisations de Beni Snouss.

I-3. Méthodologie

Ce travail a nécessité l'usage d'une méthode classique, tel que le travail sur terrain et l'étude de laboratoire.

La barytine de Beni Snouss s'observe dans les veines recoupant le socle et la couverture sédimentaire Jurassique et aussi dans les conglomérats triasiques sous forme d'éléments.

Les travaux de terrains ont consisté en: une observation de la minéralisation affleurant et de son encaissant, une étude de la relation existante entre eux suivie d'un échantillonnage ponctuel et régulier effectué sur les roches encaissantes et la minéralisation ainsi que la mesure de plusieurs directions et pendages de failles.

L'étude au laboratoire a été consacrée à la confection des lames minces et sections polies et leurs études détaillées au microscope.

Une synthèse bibliographique sur les travaux de la région concernant la géologie et la géologie.

I-4. Situation géographique

Les monts de Ghar Roubane se situent au NW du pays. Ils sont constitués par un socle Paléozoïque et une couverture Mésozoïque.

Les monts de Ghar Roubane se situent dans les confins Algéro-Marocains, à une dizaine de km au SW de la ville de Tlemcen, limités au Nord par la plaine de Maghnia, au Sud par celle de Magoura, à l'Est et à l'Ouest respectivement par la haute vallée de Tafna, les monts de Tlemcen et enfin par la plaine des Angads d'Oujda, le plateau de Djorf Ouazzène et la plaine de Missouine(Figure 1).

G.LUCAS, (1942) subdivise les monts de Ghar Roubane en quatre unités géographiques distinctes qui sont du Nord au Sud :

- Les monts de Kef.
- La région de Ras Asfour qui comprend du Nord vers le Sud : le talus de Bou-Said, la barrière et le plateau de Ras Asfour.
- La chaîne du Ténouchfi.
- Le massif de Raourai.

Le horst de Ghar Roubane forme une bande orientée grossièrement ENE-WSW, qui s'étend sur une longueur de 30km et une largeur de 6 à 7km.

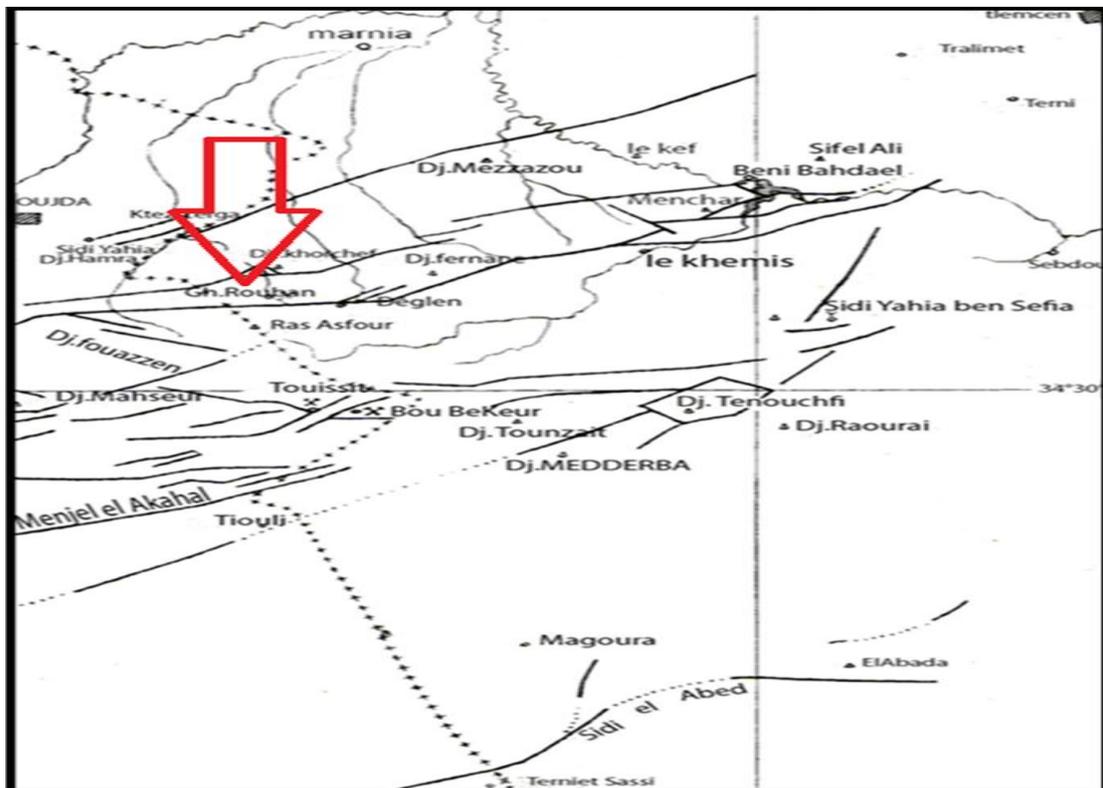


Figure 01 : Carte de la région de Ghar Roubane, situation des villes et les points remarquables (d'après LUCAS, 1952).

I-5.Situation géographique de la zone d'étude (Beni Snouss)

Notre région d'étude est située dans la partie la plus orientale du horst de Ghar Roubane à 5km au NW de la commune de Beni Snouss dans la daïra de Sebdou et à 90Km au SW de Tlemcen. C'est une région très montagneuse à versants abrupts, encadrée dans sa partie occidentale par la crête de Djbel Aimer et son flanc Ouest (1207m), dans sa partie orientale par Djbel Slib (1074m), au Nord par Djebel Assaridj (854m) et Djorf Blel (860m), au Sud par Djbel Bekhayer (1180m) et Roumane (1034m).



Figure2 : Localisation géographique de la région de Beni Snouss (Google Earth)

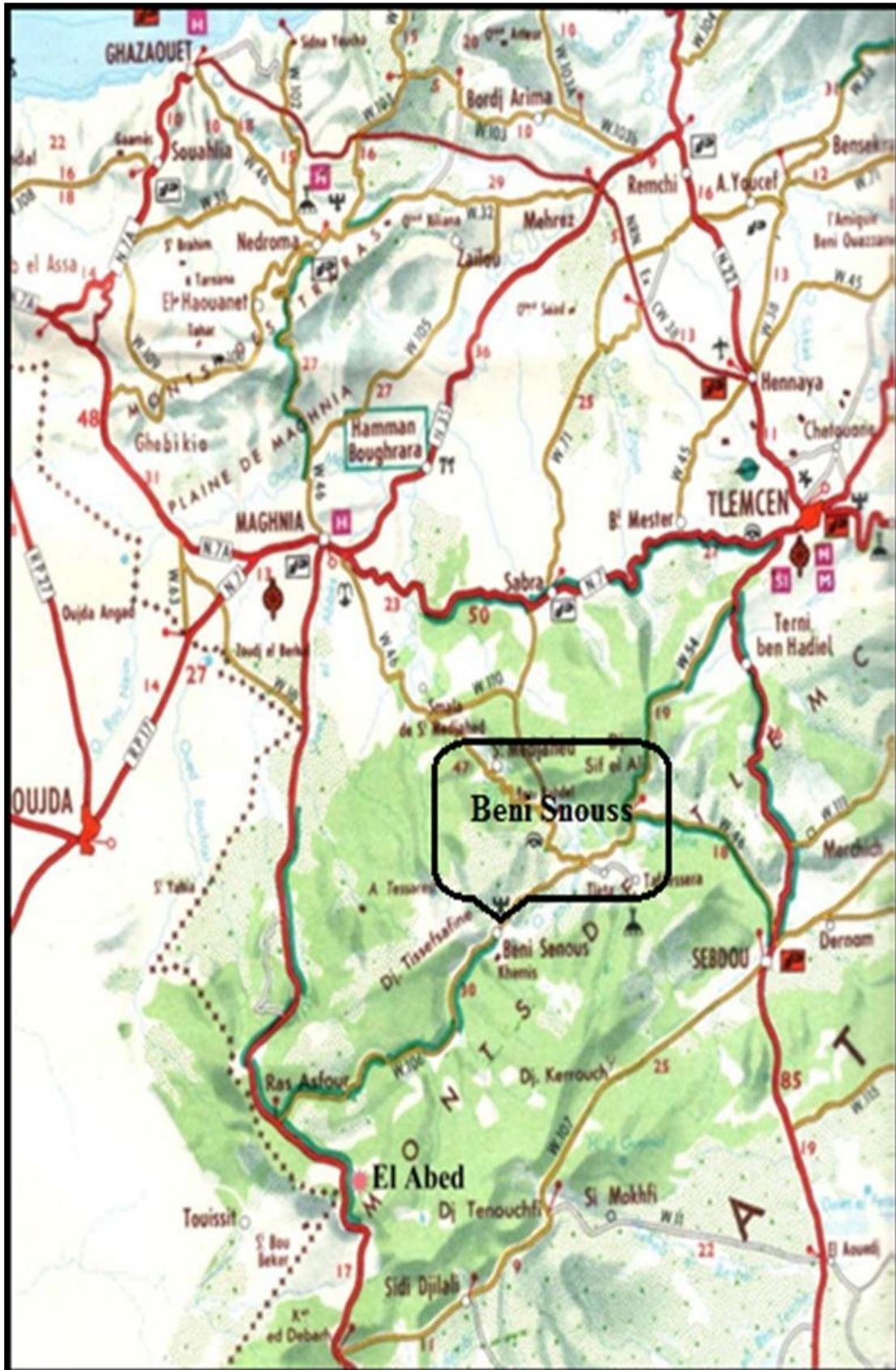


Figure 3 : Localisation géographique de Beni Snouss

I-6. Climat et végétation

Le climat de la région est de type continental caractérisé par un hiver très prolongé froid et un été chaud et sec. Les températures varient de 5°C en hiver à 45°C en été.

Le terrain d'étude est recoupé par un réseau hydrographique dense, constitué par des cours d'eaux se déjetant à l'Ouest dans oued Bouabdous et à l'Est dans l'oued de Tairet, ces derniers constituent les deux oueds les plus importants.

Quant au couvert végétal, il est aussi dense, on y trouve des forêts où le pin, le chêne liège et l'olivier sauvage dominant, ils recouvrent surtout l'Ouest du terrain, notamment, la vallée de Tairet est constituée surtout de terrain agricole.

I -7.Travaux antérieurs

La région de Ghar Roubane a été exploitée pour la première fois par les Autochtones puis par les Romains, d'où son nom Ghar Roubane qui fait allusion à la grotte des « Rohbanes ».

Les premières études géologiques archivées ont été établies par les auteurs suivants :

En 1852, L. Ville, publie des résultats sur la reconnaissance du Tertiaire et du Quaternaire dans la plaine de Maghnia.

En 1854, L. Ville et Bayle, montrent l'existence du massif granitique de Béni-Snous et des gîtes plombifères de Koudiat Ressas, du Tleta et de Ghar Roubane.

En 1854, A. Pomel, observe des calcaires et des dolomies minéralisées.

En 1877, L. Pouyanne : établit une carte au 1/400.000 et donne un âge Oxfordien et Jurassique supérieur à des marnes et grès calcaires.

Entre 1904 et 1908 L. Gentil et P. Lemoine, publient une étude paléontologique des faunes du pied de Ras Asfour. Au même moment L.Gentil note l'existence du Viséen à Djérada.

En 1910, D. Dussert, décrit les gîtes de Ghar Roubane alors que Daumerque établit la carte géologique au 1/50.000 de Terni.

En 1930, M. Savornin, donne un tableau de la série secondaire de la région des horsts.

En 1932, M.A.L. Brichant, détermine, pour la première fois, les schistes du Carbonifère de la région de Ghar Roubane.

En 1942, G. Lucas, fait une étude géologique et pétrographique des monts de Ghar Roubane et Sidi El Abed, et établit une carte au 1/100.000.

En 1952, G. Lucas, établit la relation de la structure géologique et de la minéralisation, il fait une étude stratigraphique, paléontologique et structurale dans les monts de Tlemcen et de Ghar Roubane. Jusqu'à ce jour ses ouvrages demeurent les plus complets sur la région.

En 1966, des travaux sur la région sont menés par la base "D" du Bureau de Recherche Minière « BAREM » pour la prospection et l'estimation des polymétaux, il a procédé à l'extraction sélective de la barytine comme le témoin des nombreux stocks aux abords des affleurements des filons de barytine.

Entre 1967, 1968, djebel Mellal a fait l'objet d'une exploitation artisanale sur les filons de barytine comme en témoigne les stocks en place. L'exploitation sélective s'est faite avec des moyens artisanaux le long des filons de barytine à une profondeur maximale de 2.5 m, sur des tronçons successifs d'orientation N110°E.

En 1969, M. Ben et S. Elmi, ont établi des précisions stratigraphiques sur le Jurassique inférieur et moyen de la partie méridionale des monts de Tlemcen à l'aide d'une faune domérienne récoltée à la base des marnes de Sidi Yahia et Ben Safia.

En 1968, 1970, 1973 et 1977, S. Elmi fait des études stratigraphiques, paléontologiques et structurales dans les monts de Tlemcen et Ghar Roubane, montrant la relation entre le décrochement et le rapprochement Europe -Afrique, c'est à dire les futures zones alpines et l'avant pays africain.

Entre 1983,1987, B. Touahri, fait une étude complète sur la gîtologie et la minéralisation du gîte Plombo-Zincifère d'El Abed.

En 1993, S. Makhoukhi, étudia la région de Touissit.

En 1996, M. Bouabdallah, publia une étude géologique et gîtologique du district Touissit-Boubekeur au Maroc.

Les travaux de la section de Géologie Minière de l'USTHB depuis 1993 :

En 2002, S, Bouhena, M, Aouichat, Daouadji et Boudjedja, réalisent des contributions respectivement à l'étude structurale, pétrographique et gîtologique du gisement Pb-Zn d'El Abed (W. Tlemcen).

En 2004, M. L. Salifou Sanogo et O. Ingoulene, ont précisé d'avantage l'étude des minéralisations karstiques du gisement Pb- Zn d'El Abed (W. de Tlemcen).

En 2010, A. Boutaleb et Kh. Moussaoui, réalisent une étude pétrographique et microthermométrie des dolomies et des sphalérites d'El Abed– wilaya de Tlemcen.

En 2011, D. Labchri, réalise une étude des minéralisations d'El Abed (Tlemcen) dans le cadre d'une thèse de Magister USTHB Alger.

En 2013, O. Ingoulene réalise une étude des minéralisations polymétalliques à Pb-Zn des Monts de Ghar Roubane (W. Tlemcen) dans le cadre de sa thèse de Magister, USTHB Alger.

CHAPITRE II
GEOLOGIE
REGIONALE

II-1.Introduction

Afin de donner un aperçu sur le cadre géologique de la région des monts de Ghar Roubane, on s'appuiera sur les travaux de G.Lucas effectués entre 1942 et 1952 qui représentent les études les plus complètes faites sur cette région ; ainsi que celles de S.Elmi entre 1973 et 1986, M.Benest, en 1991 et 1996 qui ont tous apportés des précisions sur la stratigraphie, la paléogéographie et l'analyse structurale de la région. Les monts de Ghar Roubane (G.Lucas 1942) constituent la continuation du massif marocain de Djérada beaucoup plus étendu, ce dernier s'ennoie vers l'Est, par le jeu d'un réseau de failles grossièrement longitudinales, qui élimitent une série de horst et graben (voir figure 04 et 05). Le Paléozoïque affleure dans les horsts de Tiouli, Touissit-Boubeker, Djorf Ouazzéne et enfin le plus important étant le horst de Ghar Roubane dans lequel se trouve le secteur d'étude.

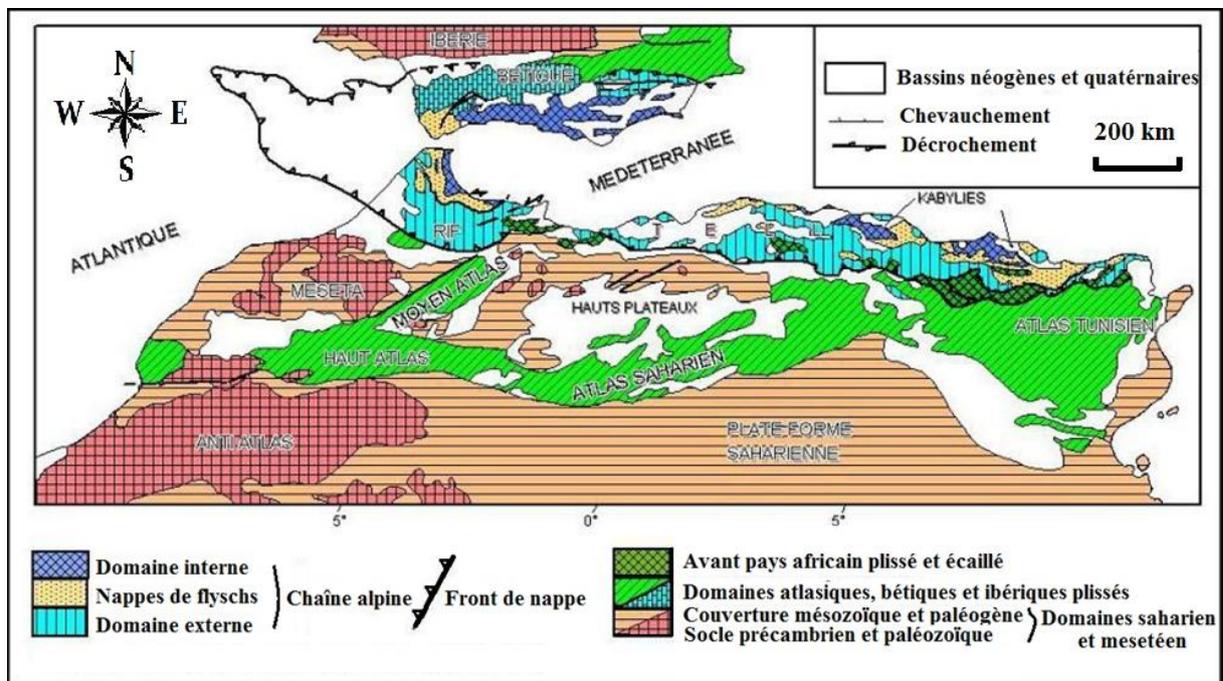


Figure 04: Schéma structural de la chaîne tello-rifaine (WILDI, 1987).

II-2.Cadre géologique

Les monts de Ghar Roubane et de Sidi El Abed se caractérisent par une structure en horst et graben et une inversion généralisée des reliefs. D'après Lucas(1942), le horst de Ghar Roubane est subdivisé en deux parties; le horst occidental et le horst oriental. Ce dernier comprend la région de Beni Snouss, de Khemis et de Mellal où on observe deux principaux ensembles structuraux à savoir, le socle primaire et sa couverture secondaire.

II-3. Lithostratigraphie

La série stratigraphique des monts de Ghar Roubane est constituée essentiellement de terrains secondaires qui reposent sur les terrains primaires, on observe surtout une série épaisse du Jurassique qui va du Lias au Kimméridgien, le Tertiaire et le Quaternaire existent dehors de la zone d'étude en terrains réduits.

Dans la région des monts de Ghar Roubane et de Sidi El Abed se distinguent deux ensembles structuraux séparés par une discordance.

- **Le socle Paléozoïque:** comprenant de formations sédimentaires et volcaniques, ainsi que des intrusions microgrenues de faible profondeur.
- **La couverture Mésozoïque:** discordante et transgressive sur le Paléozoïque comprenant des dépôts du Trias et de Jurassique.

II-3.1 Paléozoïque

Il apparaît en affleurement dans le horst de Ghar Roubane et il est connu, grâce aux forages souterrains dans la mine d'El Abed. Il affleure largement au Maroc; son étude a permis à Lucas(1942) dans le bassin de Djérada, de faire des corrélations et les subdivisions suivantes :

a) Silurien

On distingue deux types de Silurien :

- **Silurien probable**

Le Silurien caractérise la bordure Sud du granite de Beni Snouss. Il affleure sous forme de dalles massives de schistes près de Khemis et de Tairat. Ces schistes sont de couleur foncée et sont composés de séricite, de cordiérite et de tourmaline. Ils sont associés souvent aux quartzites.

- **Silurien**

Représenté par des schistes esquilleux, schistes micacés parfois intercalés de quartzites et d'une épaisse bande de phanite. Des fossiles ont pu être observés tels que les graptolites, les radiolaires. Ce Silurien ne dépasse pas les 300 mètres.

b) Dévonien

Le Dévonien regroupe une épaisse formation métamorphique et sédimentaire. La coupe établie par G.Lucas en 1952 comporte les termes suivants :

- Les microbrèches en gros bancs.
- Les schistes.
- Les calcaires récifaux à polypiers.

Les grès grossiers à galets du Silurien et fragments de granites, de basaltes, d'andésites et de schistes.

c) Carbonifère

Le Carbonifère est subdivisé en Viséen inférieur, moyen et supérieur (B. Owodenko 1933-1946). Il forme la continuité de Djérada (Maroc).

- **Viséen inférieur et moyen**

Le Viséen inférieur et moyen affleure dans le horst de Ghar Roubane sous forme de calcaires recristallisés et dolomités à encrines. Ainsi qu'à Djorf Ouazzene sous forme de schistes, quartzites et microbrèches, caractérisant un apport détritique terrigène.

- **Viséen supérieur**

Le Viséen supérieur affleure à Touissit El Mendjel et Akhal représenté par une série volcanique (dacites, tufs et brèches), encadrés à la base et au sommet par des schistes parfois gréseux à bancs calcaires (Touahri 1983). Les schistes contiennent des brachiopodes, goniatites pyriteuses datant du sommet du Viséen supérieur à Namurien.

- **Namurien**

Le Namurien est représenté par des schistes, alternant avec des bancs détritiques riches en goniatite, vers les sommets les bancs gréseux passent à des poudingues formés surtout de phtanites à graptolites.

- **Westphalien**

Le Westphalien est formé par une série schisto-gréseuse fossilifère (brachiopodes, lamelibranches).

d) Roches éruptives

On les rencontre dans tous les affleurements primaires du horst où elles ont développé dans leur entourage un métamorphisme plus ou moins accentué (Figure 06). Il s'agit des granites de Béni Snouss, des microgranites, des kersantites, des dolérites et basaltes, qui apparaissent en filons, leurs âges sont très contestés.

La figure 05 montre les différents affleurements du Primaire dans la région de Ghar Roubane.

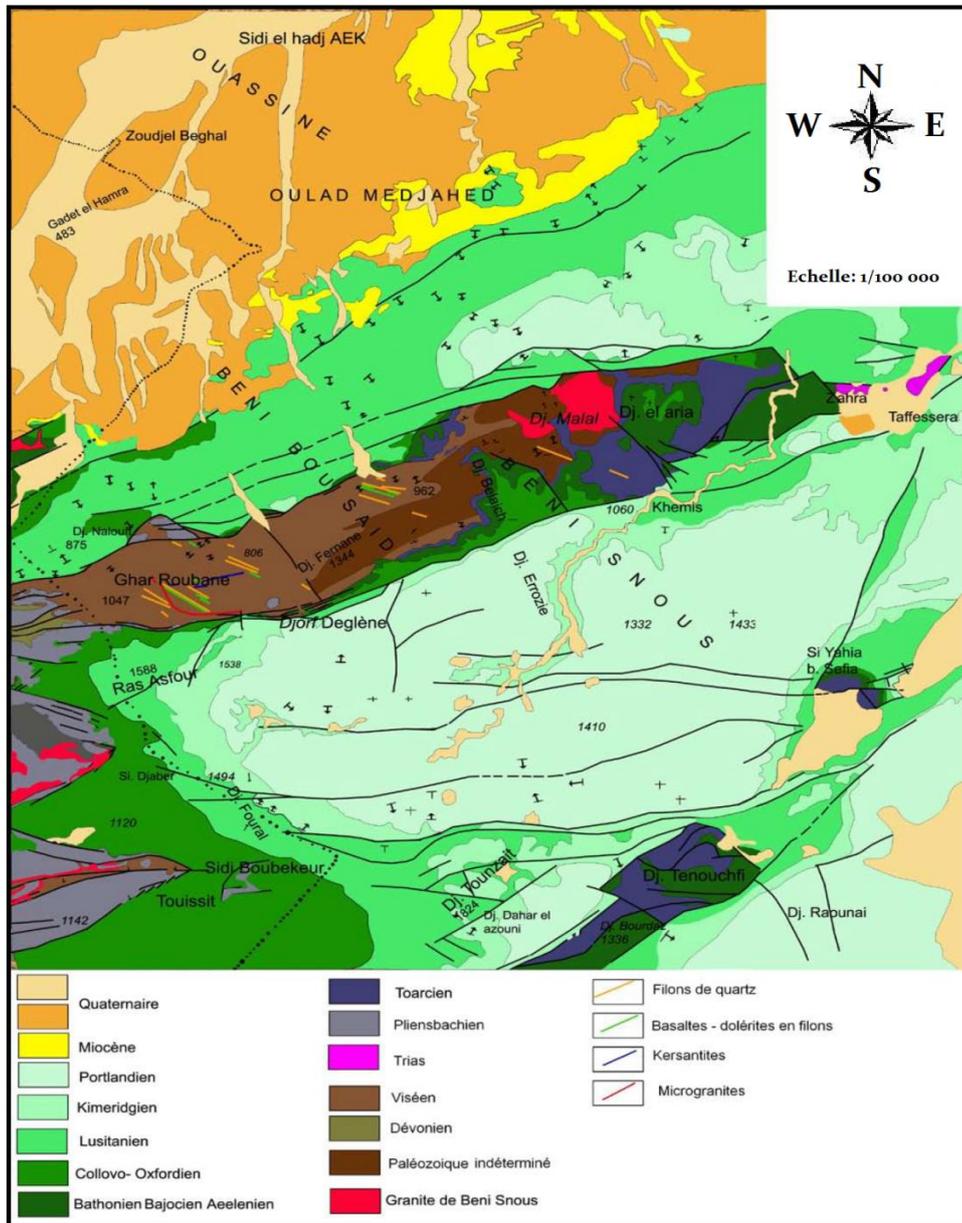
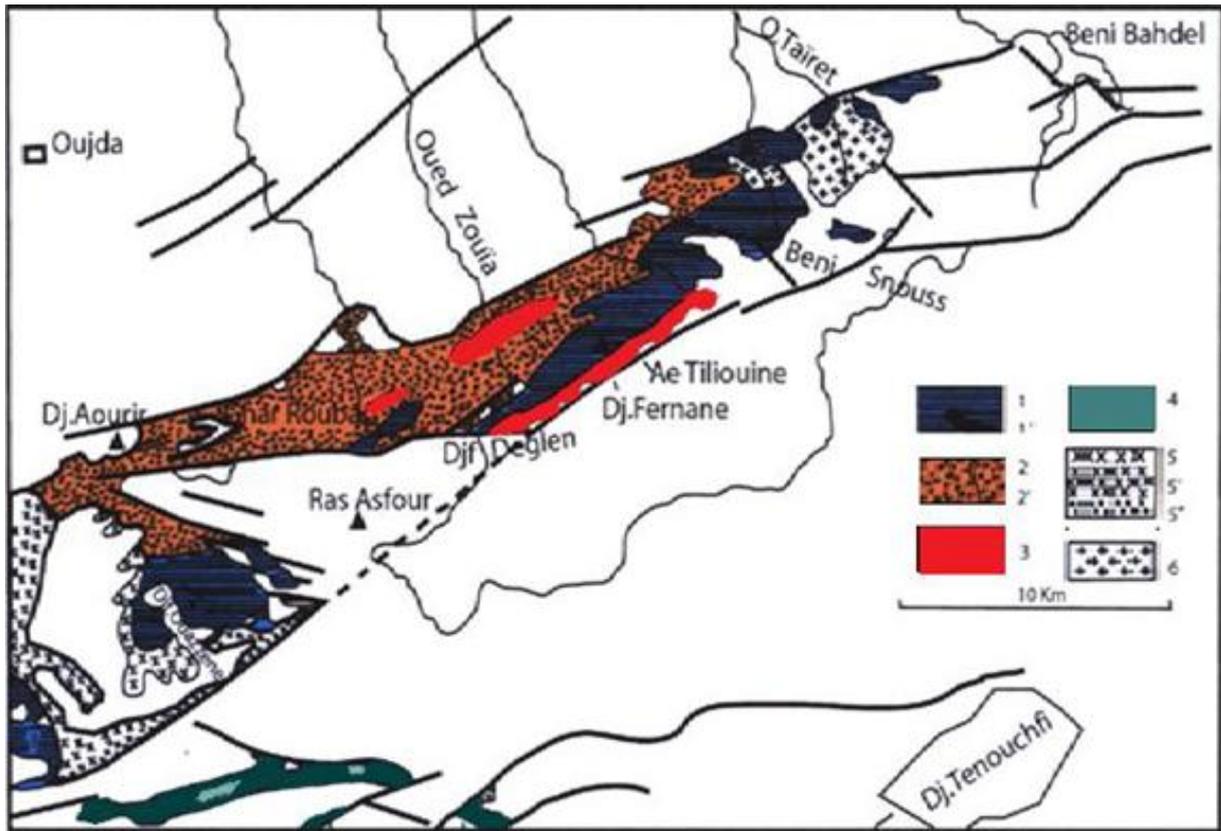


Figure 05 : Carte géologique des monts de Ghar Roubane (G. Lucas 1942).

Massif granitique de Beni Snous

Situé à 18 km au NW de Khemis dans l'extrémité Nord orientale du horst de Ghar Roubane. D'après les études faites par G.Lucas (1942-1952) et celle de S.Elmi (1968-1973) sur le massif granitique de Beni Snous, ce dernier est composé essentiellement par deux pointements orientés NW-SE (figure 06) séparés par une couverture Paléozoïque schisteuse, il s'agit des pointements du massif de Tairèt à l'Est et celui de Bouabdous dans le djebe lMellal à l'Ouest. L'étude pétrographique de ce granite d'après G.Lucas 1942 a permis de révéler deux faciès, un faciès de bordure à grains fins et un faciès central à gros grains, il renferme diverses enclaves microgrenues accompagnées d'un riche cortège filonien formé de microgranites, aplites, quartz et greisen.



1-Silurien, certain ou probable ; 1'-Phtanite Gotlandien.2-Dévonien. 3-Viséen moyen .4- Viséen supérieur. 5-Granodiorite ; 5'-Microgranodiorite .5''-Dacite.6-Granite de Beni Snouss.

Figure 06 : Carte du Primaire du horst de Ghar Roubane d’après G.Lucas 1952.

A) Granite de Bouabdous

• **Faciès central**

C’est une roche massive de couleur grisâtre à grains grossiers parfois moyens et jointifs à mégacristsaux de feldspaths. Le quartz se présente en cristaux globuleux. La biotite dont la disposition donne un aspect moucheté. Il s’agit d’un granite porphyrique.

• **Faciès de bordure**

C’est une roche grise à tendance rosâtre suivant l’altération. Les mégacristsaux y sont rares. Il s’agit d’un microgranite porphyrique.

B) Granite de Tairret

C’est un granite de texture et composition minéralogique variable qu’on peut différencier en deux types de faciès :

• **Faciès central**

C’est une roche de couleur rose riche en phénocristsaux de feldspaths. Le quartz est plus ou moins globuleux avec une abondance de nodules sphérolitiques de tourmaline.

• **Faciès de bordure**

Ce faciès est représenté par un microgranite porphyrique. Il s’agit de roche massive à grains fins jaune à rose avec des porphyres de feldspaths.

II -3.2. Mésozoïque

Il est marqué par une discordance et transgression sur l'orogénèse hercynienne, suivie d'une pénéplation, une schistosité et une altération profonde du matériel éruptif.

a) Trias

En 1942, Lucas distingue deux groupes principaux, le Permo-Trias des horsts et le Trias-gypseux de la zone des lagunes (Oujda-Sebdou et Sidi El Abed).

a).1 Permo-Trias

Le Permo-Trias des horsts est caractérisé par une formation détritique à savoir schistes, quartzites, grés, roches éruptives. Elle n'est conservée que dans la bordure Sud du horst de Ghar Roubane.

a).2 Trias gypseux

Le Trias gypseux est constitué par des marnes gypsifères à blocs de dolérites et de basaltes.

b) Couverture Jurassique

Elle est bien représentée dans la région de Ghar Roubane et forme la couverture du socle Paléozoïque. Son extension est très grande: Elle va de la zone frontalière jusqu'aux monts de Tairret, avec une variation de faciès au cours du Dogger et du Lias. Le horst de Ghar Roubane montre les formations suivantes :

b).1 Lias

C'est un ensemble de calcaire composé de :

- Calcaire massif.
- Dolomie massive.
- Calcaire blanc porcelané (à fossile ou fragments remaniés de la même roche).
- Calcaire gris foncé lité et riche en fossile.



Figure 07 : Photographie montrant le contact entre le Trias et le Lias supérieur.

- **Lias inférieur**

Il est caractérisé par des dolomies et des calcaires micritiques.

- **Lias moyen (Carixien-Domérien)**

Il est représenté par des calcaires à faciès marin composé de :

Calcaire homogène fin gris clair, lamellibranches épigénisées en calcite à la base (Carixien) et des calcaires spathiques assez riche en brachiopodes au sommet (Domérien).

- **Lias supérieur (Toarcien)**

Il est représenté par des calcaires spathiques, calcaires ferrugineux et phosphatés à ammonites, calcaires argileux et marnes bitumineuses. Son épaisseur est d'environ 50m. À djebel Mellal, le calcaire à couleur grisâtre est très rubéfié.



Figure 08 : photo montrant la limite entre l'Aalénien et le Toarcien.

b).2 Dogger

- **Aaleno-Bajocien inférieur et moyen**

L'Aalénien est caractérisé par des calcaires durs (Beni Bahdel). Le Bajocien est caractérisé par des calcaires plus clairs et un plus argileux (G.Lucas).

- **Bajocien supérieur**

Il est formé de bancs de calcaires à oolites ferrugineuses et des placages ferrugineux. L'épaisseur est d'environ 50m.

- **Bathonien**

Le Bathonien est particulièrement représenté à l'Est par des calcaires micros gréseux, alors que la partie Ouest présente des calcaires à oolithes ferrugineux avec un ciment très hématitisé (Lucas 1942).

b).3 Malm

Il est partout transgressif sur les dépôts du Dogger et du Lias supérieur. Il est représenté par des formations gréseuses, argileuses et calcaire-dolomitiques.

- **Callovo-Oxfordien**

Il est représenté par trois faciès :

- Des grés en gros bancs dans la zone des horsts occidentaux avec des épaisseurs variant entre 150 à 200 mètres.

- Des intercalations argilo-gréseuses dans le horst de Ghar Roubane avec une épaisseur de 350 mètres.
- A Beni Bahdel, il est formé par des argiles peu gréseuses dites argiles de Saida de faible épaisseur; Associé par endroit, à des faciès ferrugineux oolithiques.

- **Lusitanien**

Il a été complètement érodé, et n'est présent que dans les zones tectoniquement abaissées. Les formations sont des grés avec des intercalations argileuses, dolomitiques et calcaires à polypiers, Brachiopodes, Lamellibranches et Echinodermes.

- **Kimméridgien-Portlandien**

Le Portlandien, est caractérisé par une série de calcaire sub-lithographique, rarement oolithique ou pseudo-oolithique riche en stylolithes. Ils constituent les hautes falaises de Deglene et Khémis (1200m). Ainsi que des dolomies massives, finement grenues à intercalation de calcaires sub-lithographiques et des calcaires argileux.

II-3.3. Quaternaire

Les dépôts Quaternaires couvrent de très grandes surfaces dans les monts des Ghar Roubane. Il s'agit essentiellement d'alluvions récents et anciens, creusés dans du matériel à résistance forte variable, sur le substratum schisteux Primaire, les formations carbonatées du Secondaire, les dépôts du Tertiaire principalement les argiles et grés du Miocène, occupant le fond des vallées et des plaines (Benest et Elmi, 1978).

La série stratigraphique du horst de Ghar-Roubane a été résumé par Lucas, (1952) sous forme d'un log lithostratigraphique (Figure 09).

Sys	Sous systèmes	Etages	Colonne lithologique	Formations lithologiques	Fossiles	Roches magmatique	Ph
Jurassique	Malm	Kimmeridgien		Grès à intercalation d'argile			
		Callovo-Oxfordien		Argiles de Saïda	Ammonites		
	Dogger	Bathonien		Calcaire microgreseu	Concellophycus		
		Bajocien		Calcaire à Oolites	Ammonites		
	Lias	Toarcien		Calcaire de bélaiche			
		Domerien		Calcaire spathique	Rostres de Bélemnites		
Carixien			Calcaire in Zailou	Oolites, Encolithes			
Tris				Marnes gypsifères			
Carbonifère	Sup	Westphalien		Schistes et grès roux Poudingues Schistes et grès marin			Phase Hercynienne
	Moy	Namurien		Schistes et grès marin			
	Inf	Viseen		Tufs, microbrèches Schistes quartzites à lit de calcaire			
Dévonien				Schistes et microbrèches Calcaire récifal			Phase calédonienne
				Grès à graviers de phtanite	Algues, Brachiopodes, brayozoaires, Gastéropodes, Trilobites, Polypiers	Granodiorite-microgranodiorite Dacite Basalte Granite de Béni Snouss Dolorite de Boukna	
				Schistes, quartzites et phtanite à graptolite	Graptolites		
Silurien				Schistes et quartzites			Phase calédonienne

Figure 09 : Log synthétique du horst de Ghar Roubane (Lucas, 1952).

II-4. Paléogéographie

Les bases de la paléogéographie des bordures septentrionales des hautes plaines dans l'Algérie occidentale, notamment les monts de Ghar Roubane et Sidi El Abed ont été établies par (G. LUCAS 1942-1952).

Le domaine Tlemcenien est un domaine de transition entre les futures zones alpines externes et l'avant payé Africain d'après (Elmi 1973-1976-1978). Deux ensembles structuraux sont individualisés au niveau des monts de Ghar Roubane et Sidi El Abed.

A. Paléozoïque

Il est représenté par des roches volcaniques et des terrains sédimentaires intensément disloqués métamorphisés et recoupés par des venues magmatiques. La tectonique hercynienne a générée des accidents NE-SW. A la fin du Paléozoïque tous ces terrains sont soumis à une érosion intense et une pénéplaine.

B. Mésozoïque

A partir du Trias se distingue déjà des zones lagunaires et des zones promontoires (surélevées).

Les terrains Jurassiques s'installent en discordance angulaire sur un socle métamorphisé, rubané et arasé, se sont des dépôts marins dont l'épaisseur et le régime ont été fortement influencé par la tectonique.

Au cours du Domérien-Carixien une transgression commence à se généraliser. Au Toarcien, les eaux envahissent les monts de Ghar Roubane. Seules quelques zones surélevées tel que le seuil de Fernane subsistent. Ces dernières ne sont immergées qu'à l'Aalénien-Bajocien où le milieu s'approfondit.

Au cours du Callovo-Oxfordien une régression débutera par les horsts occidentaux, où les dépôts sont néritiques et atteindra les horsts orientaux, avec un milieu de dépôts fluvio-marins. Cette régression continuera jusqu'au Lusitanien avec l'installation d'une plaine alluviale, des fluctuations du niveau de l'eau et formation de marécages.

Au cours du Kimméridgien-Portlandien, l'activité tectonique s'arrête, et une forte subsidence reprend.

II-5. Tectonique

Les monts de Ghar Roubane sont structurés en horsts et grabens, dominés par le horst de Ghar Roubane qui s'étend sur une longueur de 30 km pour une largeur de 7 km (figure 10).

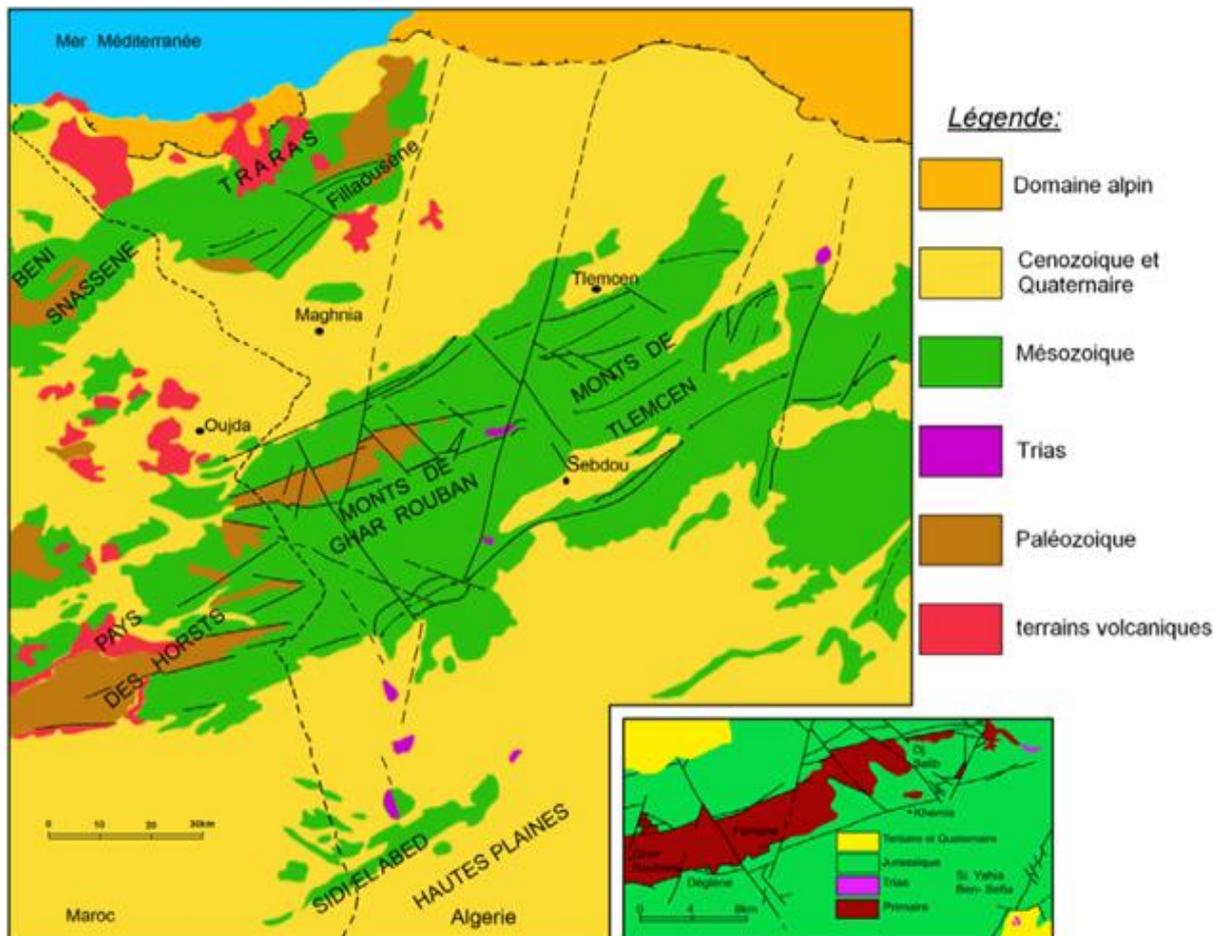


Figure 10 : Carte structurale schématique des Monts de Ghar Roubane et des régions voisines (S. Elmi 1988).

Au Nord et au Sud, le horst est délimité par des séries de failles bordières sub-parallèles de direction générale ENE et sub-verticales à rejet important, la faille du Nord est de direction N70°E et celle du Sud a une direction N80°E.

Le horst est subdivisé en deux parties, orientale et occidentale, selon un axe médian, le seuil de Fernane.

A l'Est, il représente la continuité occidentale des monts de Tlemcen où la limite semble être marquée par la transversale de la Tafna de direction N120°, il disparaît à la hauteur de Kou-diat El Halfa.

A l'Ouest, il semble constituer le prolongement oriental des massifs de Djérada qui sont sans doute le prolongement du socle Paléozoïque du moyen Atlas au Maroc et qui viendrait se perdre dans la zone tellienne.

Ce horst est constitué d'une succession de zones synclinales et anticlinales (figure 11).

Les monts de Ghar Roubane ont hérité leur complexité actuelle après de mouvement sépiro-géniques pendant le Lias et le Dogger à partir des structures hercyniennes d'une succession de horst et grabens localisée le long de la frontière Algéro-Marocaine. Du sud au Nord, G. Lucas (1942) défini les régions suivantes :

- Une zone affaissée par gradins étagés dans le Sidi El Abed.

- Une zone soulevée : La plaine de Magoura.
- Une zone synclinale : Chaînes de Koudiat El Debar.
- Une zone anticlinale : Les horsts occidentaux, Tounzait et plaine de Sebdu.
- Une zone synclinale : Ras Asfour.
- Une zone anticlinale : Horst de Ghar Roubane et Béni Bahdel.
- Une zone synclinale : Les monts du Kef.
- L'anticlinale de Djebel El Hamra.
- La zone abaissée de la plaine de Maghnia.
- Pli de Tenouchfi.

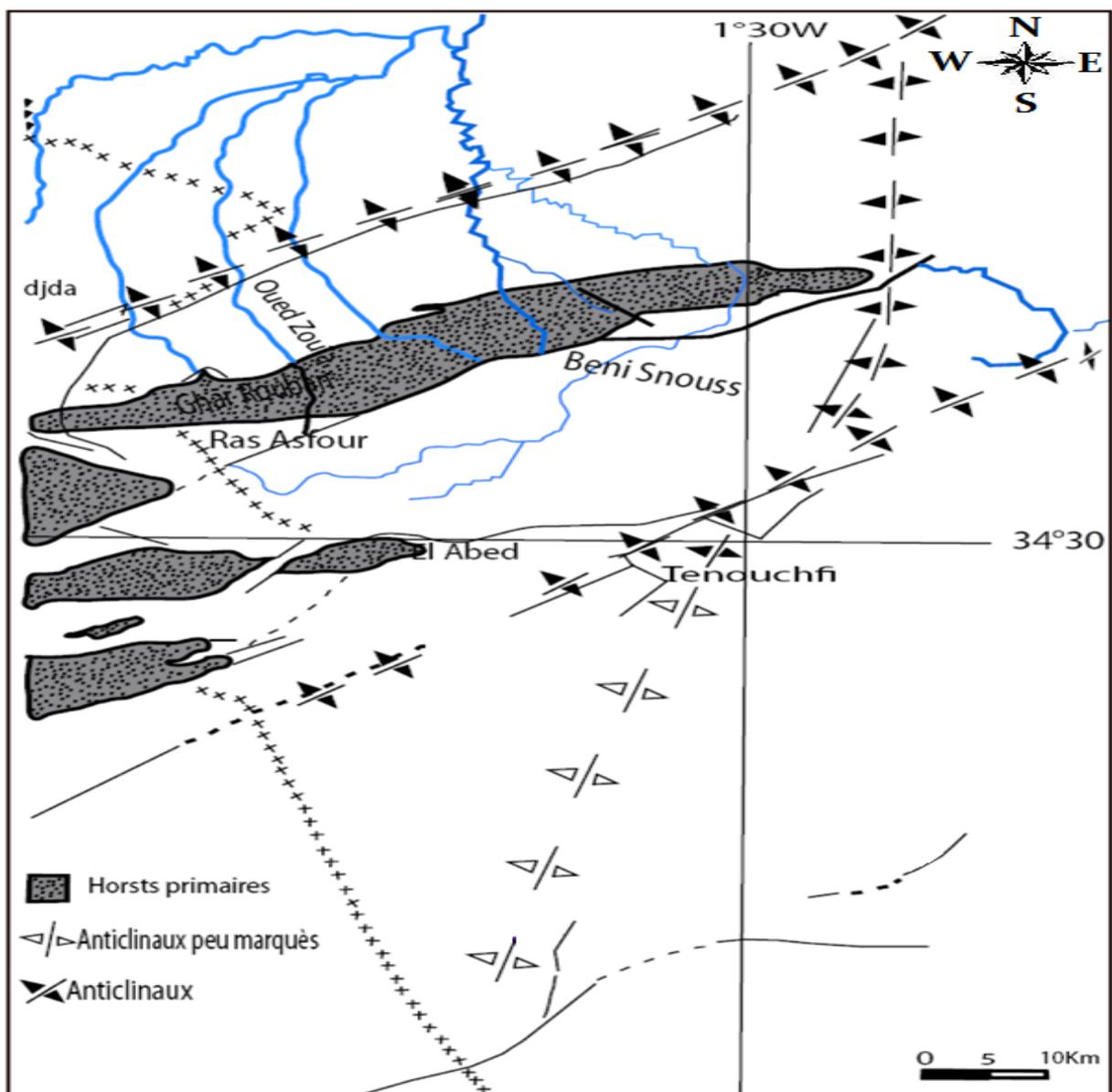


Figure 11 : failles et anticlinaux de la région de Ghar Roubane (d'après, G. Lucas, 1952).
Modifiée par labchri. D, 2011.

Types de déformations

Les déformations qui résument la tectonique des Ghar Roubane, sont de deux types :

a- Tectonique cassante

Les failles qui délimitent les horsts, sont de directions bien déterminées, oscillant avec des écarts assez faibles de part et d'autres des orientations suivantes :

- N20°: Ce sont des décrochements à pendage très fort.
- N085°: Ce sont de grandes failles bordières des horsts à pendage très fort 70° à 90°.
- N055°: Certaines failles verticales concourent avec les précédentes pour limiter les horsts.
- N110° à N140°: Ce sont des décrochements dextres à pendage très fort, c'est la direction d'une bonne partie des filons minéralisés.

b- Tectonique souple

Elle structure la morphologie globale de Ghar Roubane, par trois plis de dimension kilométrique, comme suit :

- Pli de Tenouchfi de direction N55° qui se prolonge à l'Est de Tlemcen ;
- Pli de Koudiat Ezzarga de direction N55° qui se prolonge jusqu'au Nord de Tlemcen ;
- Pli des Béni Bahdel de direction N15°.

Selon G. Lucas (1952), la direction N15°, serait due au refoulement des couches de la couverture vers l'extérieur au cours de la remontée verticale du socle profond.

II-6 .Minéralisation

Plusieurs gites et de nombreux indices polymétalliques de barytine sont connus dans le district minéralisé d'El Abed et Ghar Roubane. Suivant les caractères structuraux et morphologiques, on distingue deux types de gisements :

- Gisements filoniens.
- Gisements en stratabound associés aux carbonates.

a) Gisements filoniens

Les minéralisations filoniennes, sont réparties suivant un réseau de fractures de direction générale NW-SE oblique à la direction N55 Est.

Les filons sont remplis par la galène en gros cristaux, accompagnée principalement de

chalcopyrite et mispickel.

La blende noire est très rare, la gangue est constituée de quartz rubané ou en masse laiteuse, de barytine et de fluorite (Lucas, 1952).

b) Gisements de substitutions

Ils font partie des gros gisements, ils se localisent dans les dolomies du Lias moyen ou supérieur. On les retrouve généralement au voisinage des grandes cassures. La minéralisation est représentée par la galène, sphalérite, chalcopyrite, pyrite et barytine.

Les textures sont massives, rubanées et bréchiques.

II-7. Conclusion

La géologie des monts de Ghar Roubane, a une structuration en horst et grabens et blocs basculés caractéristique d'une tectonique distensive. Stratigraphiquement on distingue deux ensembles :

- Le socle Paléozoïque schisteux plissé à l'Hercynien, qui affleure à Ghar Roubane.
- La couverture Mésozoïque en discordance sur le socle qui débute par le Trias reconnu grâce aux sondages à El Abed où au djebel Aourir au NW de Ghar Roubane, le Jurassique quant à lui il est bien représenté à Ghar Roubane, il va du Jurassique inférieur (Carixien) au Jurassique supérieur (Porthlandien), suivit de dépôts du Quaternaire représentés par les alluvions récents et anciens.

La tectonique globale est de type divergent, marquée par les mouvements épirogéniques du Lias et Dogger, on distingue deux zones :

- Au Nord, une zone paléo-géographiquement relevée c'est les horsts, et l'autre paléo-géographiquement abaissée c'est la zone d'Oujda-Sebdou.
- Au Sud une région très peu ondulée, faillée dans le Sud de Sidi El Abed.

Les déformations qui résultent de cette tectonique sont de deux types :

- Une déformation souple qui a structuré la morphologie globale des monts de Ghar Roubane en plis kilométriques.
- Une déformation cassante, matérialisée par des failles qui bordent les horsts.

La métallogénie de Ghar Roubane se caractérise, par des indices et gisements à Pb-Zn-Cu et Ba, encaissés dans le socle et Permo-Trias, et des gisements associés aux dolomies liasiques.

CHAPITRE III
GEOLOGIE
LOCALE

III.1.Introduction

Le secteur de Beni Snouss comporte deux étages :

- Un étage inférieur, constitué de schistes micacés et granites.
- Un étage supérieur, constitué de calcaires Jurassique.

Dans cette partie, on va décrire les diverses formations qui affleurent dans le secteur d'étude et mettre en évidence les traits tectoniques ayant affectés cette région. L'étude a été faite dans différents endroits de secteur de Beni Snouss(Tairet, Mellal et Bouabdous).

III.2.Stratigraphie

Le secteur de Beni Snouss est constitué de deux ensembles structuraux séparés par une discordance majeure :

- Un socle Paléozoïque.
- Une couverture Liasique.

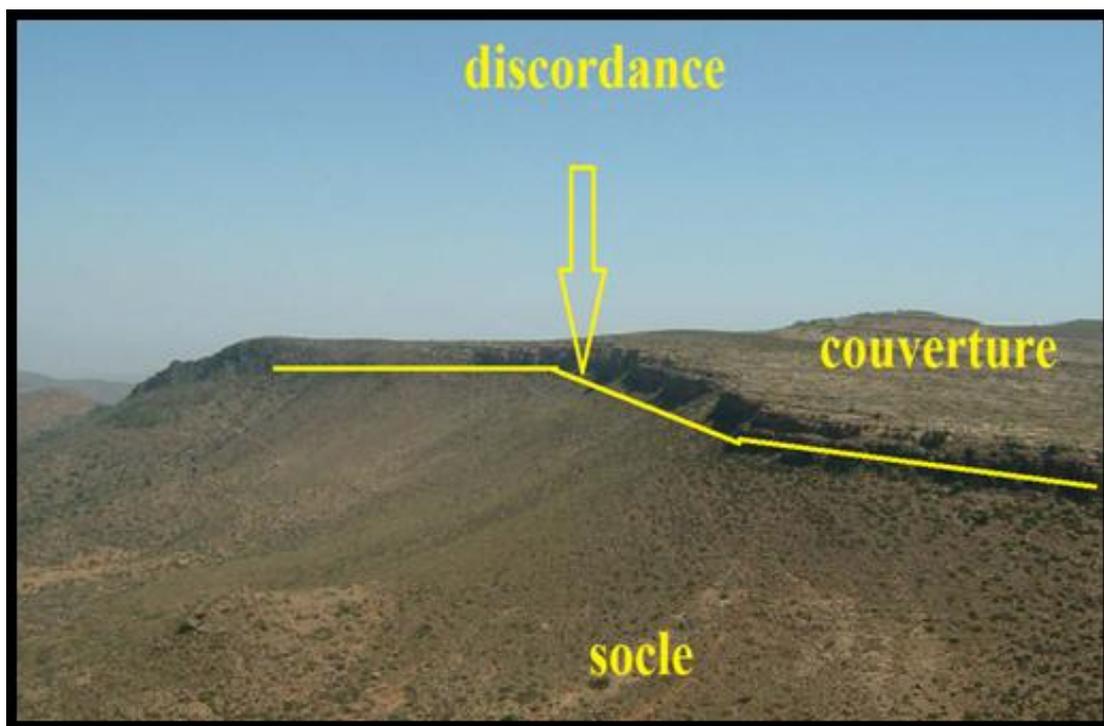


Figure 14 : Photo montrant le socle et sa couverture en discordance.

III.2.1.Paléozoïque

Le Paléozoïque est très répondeu dans le horst de Ghar Roubane, surtout dans sa partie orientale (Beni Snouss), ce socle est marqué essentiellement par des schistes, quartzites et des granites. Cet ensemble résulte d'un métamorphisme de contact (haute température, basse pression), atteignant le faciès schiste vert.

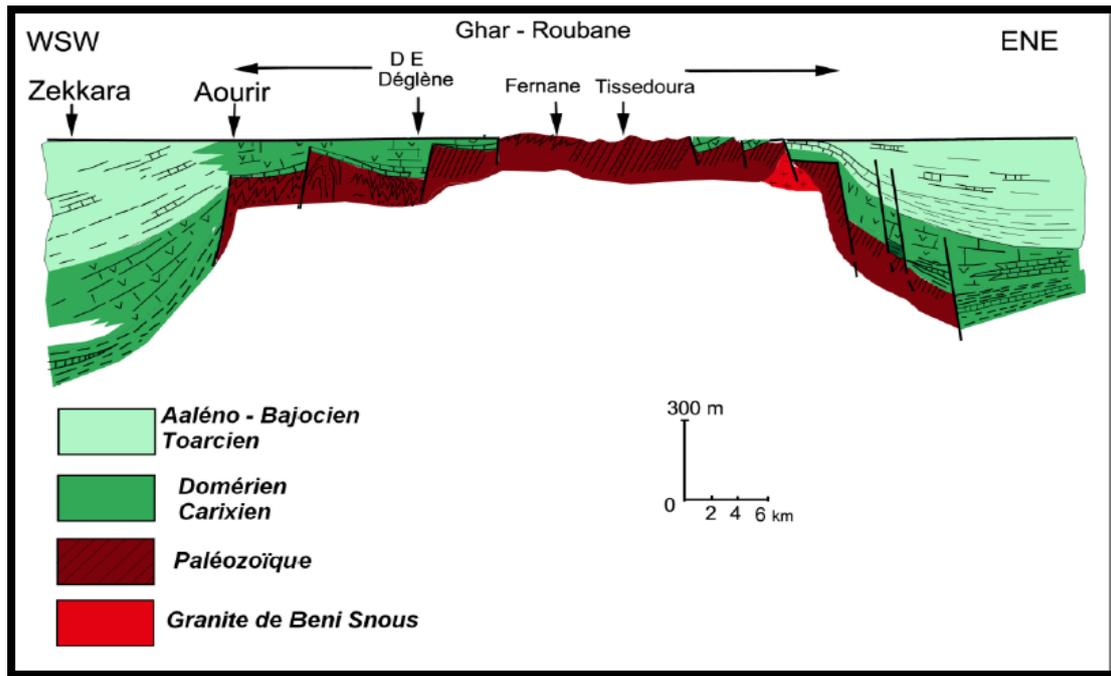


Figure 15: Coupe stratigraphique du horst de Ghar Roubane (S. Elmi, 1988).

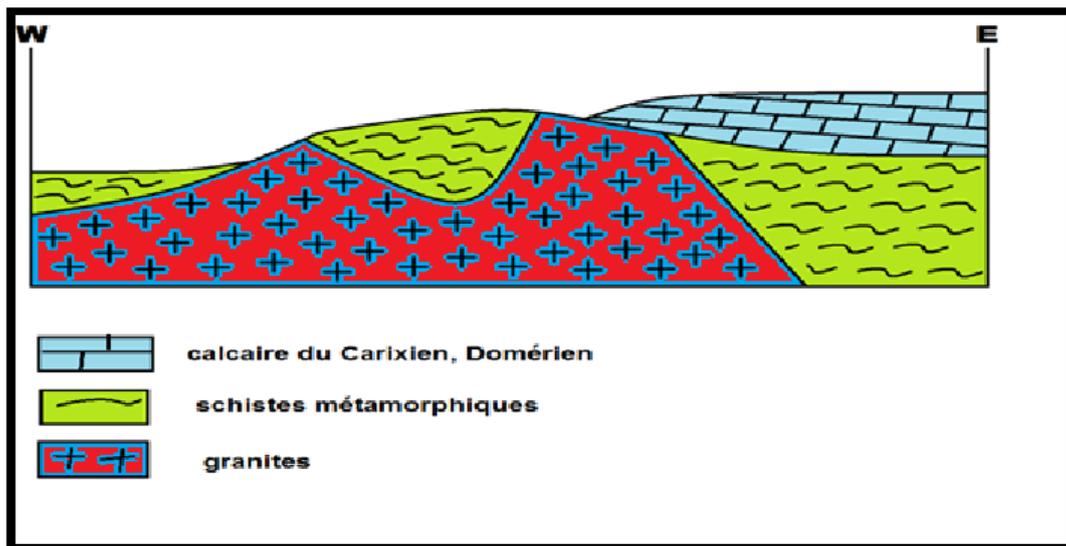


Figure 16: Coupe géologique schématique de djebel Mellal (modifiée) (G.Lucas, 1942) (sans échelle).

a) Schistes du Silurien

Ce sont des schistes friables rougeâtres et sombres et très feuilletés qui se présentent sous de plaquettes satinés. Les bancs schisteux d'épaisseurs métriques montrent une direction générale N160°-35°W .L'âge attribué à cette formation est anti-Viséen (G.LUCAS 1942).Ces schistes se résultent d'un métamorphisme de contact qui se caractérise par une haute température et une basse pression.



Figure 17 : Photo montrant l’affleurement des schistes anté-Viséen à Mellal.

Figure 18 : Photo montrant une vue générale des schistes anté-Viséen.

On note aussi que les schistes et les quartzites forment de petits reliefs de massifs durs. Ils encaissent des filons de barytine et de quartz.

b) Granites Post Westphalien

Le massif granitique de Beni Snouss est considéré comme le témoin d’une activité magmatique dans la région, sa mise en place semble être datée comme la plupart des batholites hercyniens (Maroc, massif centrale français.....)de la fin du carbonifère ou post Westphalien.

D’après Legard et al(1992), c’est une mise en place qui a lieu dans les niveaux crustaux superficiels présentant des contrastes de température avec l’encaissant schisteux.

Il se traduit par le développement d’un métamorphisme de contact de haute température et de basse pression, atteignant ainsi le faciès schiste vert qui provoque une légère schistosité locale.

D’après LUCAS (1942-1952) ce massif est constitué de deux pointements intrusifs orientés grossièrement NW-SE. Il s’agit de Tairet à l’Est et celui de Bouabdous à l’Ouest, ils sont séparés par des pellicules schisteuses de quelques mètres à une centaine de mètres d’épaisseurs selon les endroits.

b) 1.Granite de Bouabdous

Ces granites se caractérisent dans la partie centrale du massif par des granites porphyriques, et en allant vers la périphérie, ils deviennent microgranites porphyriques.

- **Description macroscopique**

Faciès de bordure

Les granites sont massifs de teinte grisâtre à gros grains parfois moyens. Ils deviennent plus clairs et rosâtres dans les bordures.

Faciès central

La roche grise contenant des grains grossiers à moyens avec des mégacristaux de feldspaths potassiques, quartz, biotite, plagioclases et tourmaline.

- **Description microscopique**

Faciès de bordure

Microscopiquement, ces granites montrent les minéraux suivants :

- **Quartz** : Le quartz est abondant avec des grains sub-automorphes à xénomorphes de taille moyenne.
- **Orthose** : L'orthose est abondant, en petits cristaux xénomorphe maclés Carlsbad, parfois on observe des phénocristaux ; l'orthose est très souvent perthitique.
- **Plagioclase** : Le plagioclase est abondant se présente en phénocristaux à macles Polysynthétique parfois altérés en séricite.
- **Biotite** : La bioite est peu abondante et se trouve sous forme de cristaux ou en aiguilles, de couleur rouge brunâtre. La biotite s'altère parfois en chlorite.

Faciès central

- **Quartz** : Le quartz est abondant, de taille moyenne, xénomorphe à subautomorphe.
- **Orthose** : L'orthose est peu abondant, s'observe en phénocristaux de forme subautomorphes, maclés Carlsbad renfermant des inclusions de biotite, muscovite en gerbe, chlorite et de la séricite.
- **Plagioclase** : Le plagioclase en phénocristaux automorphes à macles Polysynthétique, les plagioclases s'altèrent en séricite de la périphérie vers le centre suivant les clivages.
- **Biotite** : La biotite se présente en cristaux prismatiques ou en aiguilles, de couleur rouge brunâtre possédant un fort pléochroïsme avec des clivages très nets. La biotite s'altère parfois en chlorite.
- **Muscovite** : La muscovite est rare, on note la présence d'une muscovite primaire légèrement pléochroïque en petite taille.
- **Tourmaline** : La tourmaline se caractérise par son pléochroïsme inverse avec une couleur brune à jaune brunâtre.

Minéraux accessoires

Apatite et le zircon se présentent en inclusion dans la biotite.

b) 2. Granite de Tairt

Il présente deux faciès : un granite fin qui correspond au faciès de bordure, un granite grenu porphyrique qui représente le faciès central.

Ce granite se distingue de celui de Bouabdous par sa richesse en tourmaline, il est parsemé d'enclaves et riche en filon de quartz.

- **Description macroscopique**

Faciès de bordure

Il s'agit d'un granite à nodules sphériques de tourmaline. Il se présente par des roches de couleur rose avec des phénocristaux de feldspath, de quartz qui est plus au moins globuleux. Cette roche devient plus massive à grains fins dans les bordures.

Faciès central

C'est une roche de couleur grise montrant des phénocristaux de feldspath potassique, du quartz ainsi que de la tourmaline.

- **Description microscopique**

La microscopie montre des minéraux de plus grandes tailles à association de feldspaths potassiques, quartz, plagioclases, biotite, muscovite ainsi que la tourmaline. Il s'agit d'une texture grenue porphyrique.

Faciès de bordure

- **Quartz** : Le quartz est abondant et se présente en cristaux xénomorphes de petite taille parfois de taille moyenne.
- **Orthose** : L'orthose se trouve en phénocristaux maclés portant la biotite et les plagioclases en inclusion.
- **Biotite** : La biotite est prismatique de petite taille parfois moyenne de couleur brunâtre.
- **Plagioclases** : Les plagioclases sont sub-automorphes à macle Polysynthétique et de taille moyenne. On les retrouve en inclusion dans l'orthose. Ils sont généralement altérés en séricite.
- **Muscovite** : La muscovite est souvent observée en inclusions dans le quartz et parfois dans l'orthose sous forme de veinules dans ces plagioclases.

Les minéraux opaques : ils sont rares dans ces granites.

Faciès central

- **Quartz** : Le quartz se présente en cristaux xénomorphes. On note parfois la présence de biotite et de muscovite en inclusion.
- **Orthose** : L'orthose est abondant, des phénocristaux maclés Carlsbad ; la biotite se présente en inclusion, ainsi que des plagioclases séricitisés.
- **Biotite** : On note la présence d'une biotite chloritisée inclus dans l'orthose et dans les plagioclases ainsi qu'une biotite plus fraîche inclus dans le quartz.
- **Plagioclases** : Les sections sont subautomorphes à macles Polysynthétique, certaines sections sont maclés Carlsbad et montrent des macles d'albites sur les bords. Ces plagioclases sont souvent séricitisés au centre et parfois zonés.
- **Muscovite** : La muscovite est observée en inclusion dans le quartz. Cette muscovite en forme de gerbe est due à l'altération des plagioclases.

Minéraux accessoires

- **Tourmaline** : On distingue quelques sections présentant un pléochroïsme inverse allant de brun foncé à brun clair.
- **Zircon** : Le zircon est observé en inclusion dans la biotite et présente une auréole pléochroïque avec un relief fort visible en lumière naturelle.

III.2.2 Couverture mésozoïque

Dans la région de Beni Snouss, la couverture sédimentaire d'âge Mésozoïque est représentée principalement par des terrains du Trias et du Jurassique.

a) Calcaires Liasiques

Au Nord de la faille bordière de Menchar commence un domaine calcaire, qui recouvre toute la zone du horst de Ghar Roubane, ceux qui affleurent dans notre secteur d'étude correspondent au Lias moyen, plus précisément Carixien et Domerien (G.Lucas 1942, S.Elmi 1973).

Le Domerien est plus réduit à cause de l'érosion. Il se dispose de manière sub horizontale et discordante au cœur d'une zone parsemée de schiste et de granite du Paléozoïque, avec un pendage de 9° SW et une orientation de N°44, ainsi d'Ouest en Est.

Il affleure d'abord au djebel Mellal sous forme de barre ou falaise d'une dizaine de mètres de hauteur, puis s'étendent dans le plateau Mellal et disparaissent momentanément au sein de la vallée de Tairet où n'affleure que le granite hercynien en raison de l'érosion.

Dans le secteur d'étude, deux types de calcaires qui se succèdent dans le temps :

- 1- L'un homogène fin de couleur gris clair contenant fréquemment de grandes lamellibranches conservées en calcite largement cristallisée, il se présente en

bancs centimétriques, ravine et remanie le primaire sous jacent en se chargeant e ses éléments(le quartz et le schiste)

2- L'autre spathique, disposé en dalle souvent assez riche en brachiopodes.

Ces calcaires reposent en discordance angulaire, parfois sur les granites et parfois sur les schistes.



Figure 19 : Photo montrant les calcaires du Lias à barytine et calcite.

Figure 20: Photo montrant le calcaire Liasique à fossiles de gastéropodes remplacés par la calcite et par la barytine.

III.3.Tectonique

Le secteur de Beni Snouss où domine principalement le Paléozoïque est caractérisé par une tectonique très peu marquée, contrairement au jurassique. la tectonique alpine a revivifié la région, faisant rejouer les failles du horst et cassant et plissant le Jurassique.

✚ Etude de la fracturation

Le massif de Beni Snouss est affecté par plusieurs phases tectoniques majeures. La majorité des mouvements épirogéniques se sont produits au cours du secondaire (elmi 1972). Ce secteur est caractérisé par plusieurs éléments structuraux observables sur le terrain à savoir :

a) Les éléments microstructuraux

- **Diaclases** : en général les diaclases peuvent se distinguer dans les niveaux qui présentent un comportement rigide.

Dans notre secteur d'étude ces diaclases ont été observées dans les granites et les schistes avec les directions suivantes :

N45°, N35°, N100°, N25°, N40° et N150°

Ces diaclases sont généralement planes et peu rugueuses, leur extension linéaire peut varier de quelques millimètres à quelques centimètres.

- **Fentes de tension** : les fentes de tension sont observées dans les granites et les calcaires, leur épaisseur est généralement centimétrique, elles sont souvent remplies de barytine et de quartz.

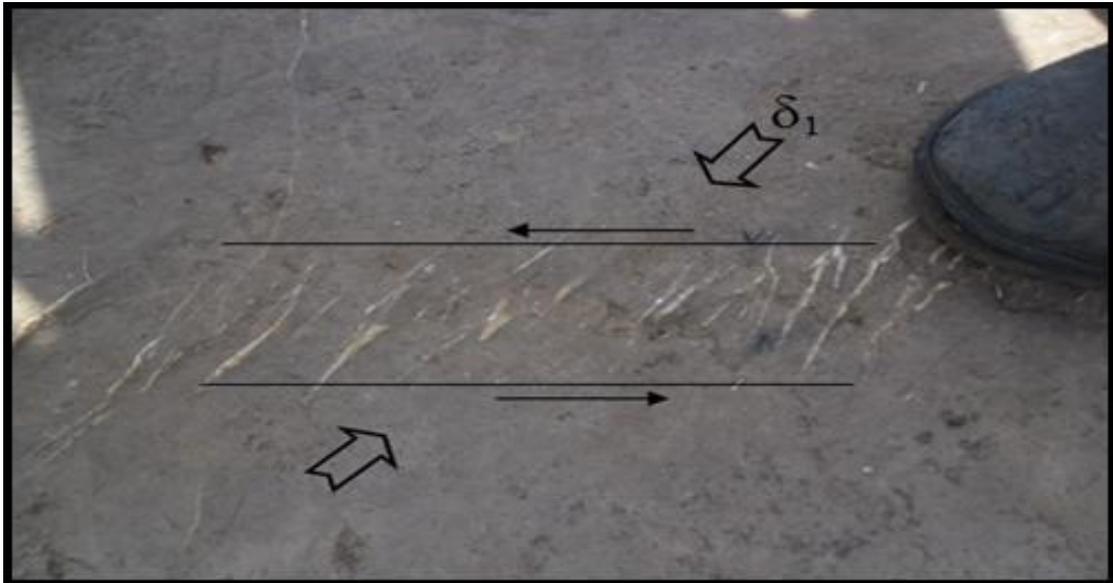


Figure 21: Fentes de tension remplies par la calcite dans les calcaires du Lias de Beni Snous

- **Stylolites** : apparaissent dans les calcaires ainsi que dans la barytine.



Figure 22: Calcaires avec des stylolites recoupés par des veines de calcite.

- **Filonets de quartz** : ces petites veinules ont été observées au niveau des granites avec les directions suivantes : N15, N17, N13, N14, N45.

b) Eléments macrostructuraux

Cette étude est tirée essentiellement des travaux de N.Zeknoun 1951, G.Lucas1952. A partir de l'étude des photographies aériennes de Ghar Roubane N140, 141 ech.1/50.000, une carte linéamentaire simplifiée a été établie (figure 23) a permit de relever tous les tracés linéaires détectables sur le terrain d'étude où il en ressort un réseau des linéaments supposés comme des failles.

Les linéaments à forte réponse visuelle et à grande extension correspondent à des failles importantes (failles bordières) et des décrochements (Beni Snouss) affectant le socle paléozoïque. par contre les linéaments à forte réponse visuelle et à faible extension correspondent à des failles affectant la couverture Liasique. les macrostructures qui affectent le secteur d'étude sont :

➤ Accidents cassants

L'accident **ENE-WSW** : cet accident correspond à une faille bordière qui limite le secteur d'étude au Nord. Elle représente une direction qui varie du N70° à N90° et à pendage généralement fort 70° à 90°, cette faille sépare le socle de la couverture liasique, son rejet total atteignant ou dépassant 1500mètres. Elle se confond avec les horsts frontaliers au sud ouest et disparaît progressivement à l'est par l'anticlinal de Beni Bahdel.

Failles NW-SE : dans notre secteur d'étude ces failles sont représentées par des filons remplis de minéralisation à barytine encaissée dans les calcaires présentant les mesures suivantes : N53°- 75°E, N60°- 75°E, N20° -80°E. Il s'agit des failles normales subverticales, hercyniennes se prolongeant du plateau Mellal vers oued Tairat.

Décrochements : sont des failles à plan vertical d'échelle kilométrique. ils se manifestent sur le terrain par deux directions orthogonales affectant le Paléozoïque et le Mésozoïque.

➤ Accidents souples

Plis : ils sont plutôt rares dans notre secteur mais dans les terrains avoisinants le matériel est plus tendre et phyliteux où les déformations sont plus souples.

Schistosité : elle appartient à la phase orogénique hercynienne et montre aussi des directions N-S.

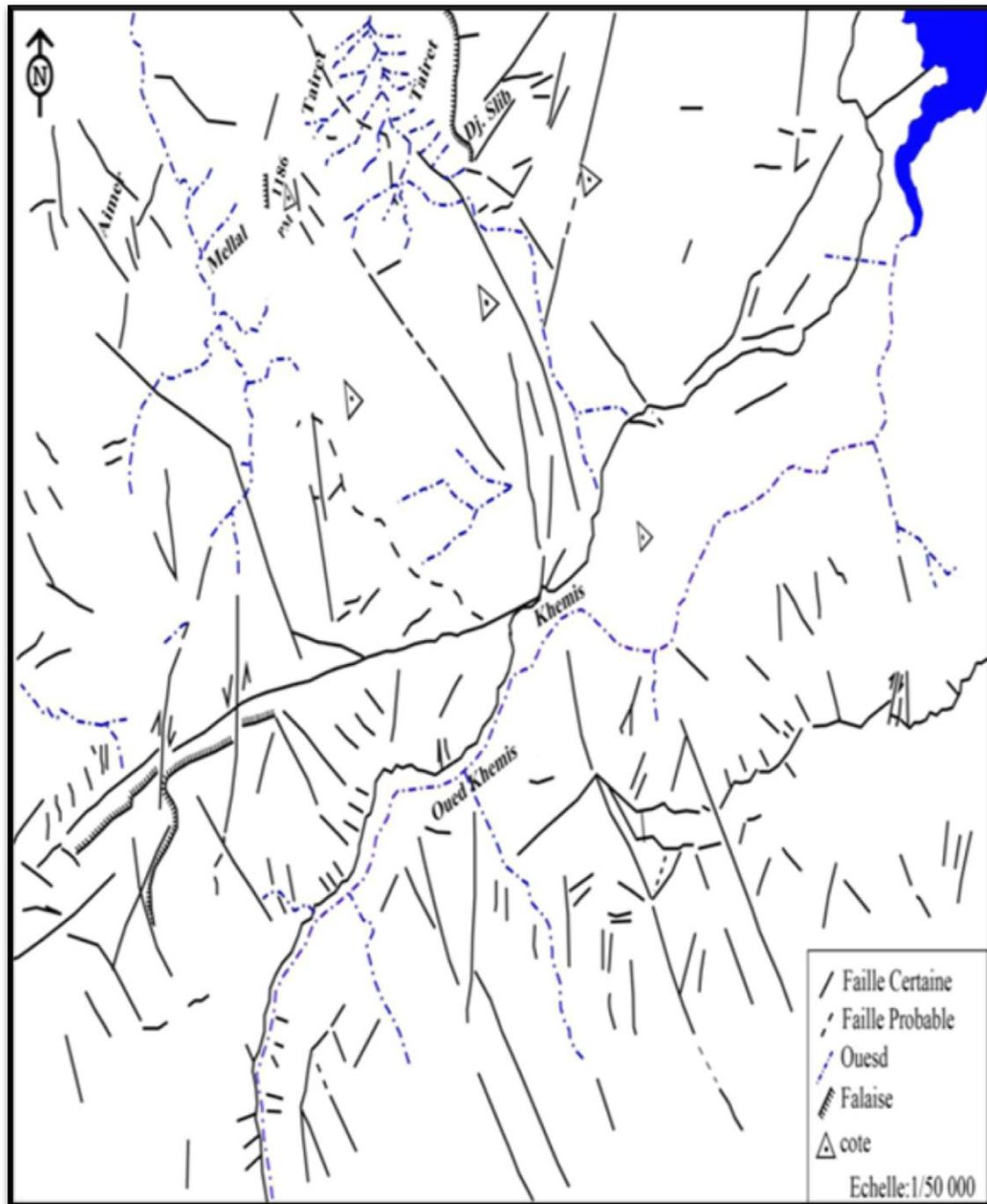


Figure 23: Carte Lineamentaire (d'après Zaknoun et Zebbar, 1995).

III.4.Essai d'interprétation

Une synthèse bibliographique tirée essentiellement des travaux de P.Ghardia 1975, B.Benest 1975, Kazitani 1986, et des publications : S.Elmi 1972 1973, M.Benest 1982 nous ont permis de donner une interprétation au phénomène tectonique. Ces phénomènes tectoniques se présentent d'après l'ordre chronologique suivant :

- **Au Jurassique** : les accidents hercyniens de direction ENE –WSW vont jouer en failles synsédimentaires permettant le dépôt des zones de horst et de grabens (Elmi 1972).
- **Phase Oligo-miocène** : correspond à une phase distensive, qui a permis de créer des fractures ouvertes et des failles normales qui seront occupées par les filons de barytine qui montre des pendages subverticaux et des textures massives et bréchiques.
- **Miocène inférieur** : correspond à une phase compressive (Kazi Tani 1986) qui engendre des failles dextres NW–SE et senestres NE–SW. Dans notre terrain, il s'agit d'un système de failles conjuguées NW-SE senestres résultant d'une contrainte principale NS (Elmi 1973). Selon P.Guardia les accidents NW-SE vont être décalé par une activation de jeu des transversales .selon M.Benest 1982 tous les accidents sont hercyniens ont rejoués lors des phases ultérieurs.

III.5.Conclusion

Dans le secteur d'étude, les structures rencontrées s'accordent aux structures générales connues dans les monts de Ghar Roubane.

Les déformations souples sont représentées par des plis de direction N80° alors que les déformations cassantes se matérialisent par des diaclases, fentes de tension et failles.ces derniers résultent des différents événements affectant la région à diverses époques géologiques.

CHAPITRE IV

GITOLOGIE

IV.1.Introduction

Des indices de barytine ont été mis en évidence dans les limites orientales du horst de Ghar Roubane. Ces indices sont constitués essentiellement par un certain nombre de filons d'importance variable .la plupart d'entre eux sont encaissés dans :

1. Les schistes.
2. Les granites.
3. Les calcaires.

Ce chapitre consistera à faire l'étude morphologique des corps minéralisés ainsi que des paragenèses minérales et leurs successions chronologiques, en relation avec leurs encaissants.

IV.2.Historique des indices

1. En 1942, G.Lucas a effectué les premiers travaux sur la région, et a établi une carte géologique de 1/100 000.
2. Entre 1967-1968, le djebel Mellal a fait l'objet d'une exploitation artisanale sur les filons de barytine comme en témoignent les stocks en place.
L'exploitation sélective s'est faite avec des moyens artisanaux le long des filons de barytine à une profondeur maximum de 2.5 sur les tronçons successifs d'orientation N110°E.
3. En 1972 à 1974, le BRGM a réalisé des travaux de prospection de la barytine dans la région, les indices de la minéralisation ont été reportés sur une carte géologique à l'échelle du 1/50 000.
4. En 1978, une nouvelle campagne a été lancée pour les indices de Beni Snouss et Beni Bahdel pour évaluer les réserves totales de la barytine à moins de 50 000 tonnes avec une teneur en sulfate de baryum qui varie de 89,16% à 92,12%.
5. En 1994/1994 l'ENOF (complexe minier d'El Abed) a procédé à la prospection de la région de Beni Snouss afin d'exploiter la barytine, des galeries et des tranchées ont été effectuées avec la réalisation d'une carte géologique a une échelle de 1/200.

Les réserves connues par sondage, galeries et tranchées sont de 253300 tonnes. Les teneurs en barytine sont supérieurs à 70% et les densités supérieures à 3.5, les réserves exploitables exprimées en tout venant s'étendent à 258400 tonnes. Au vu de l'extension cartographique en surface des filons sur les sites de Bouabdous, Mellal, Beni Bahdel, Menchar et des connaissances acquises sur les filons prospectés en détail jusqu'à présent les réserves sont plus importantes 800 à un million de tonne.

IV. 3. Description macroscopique des filons

La description des filons de barytine a pu se faire à partir des caractères morphologiques, géologiques et structuraux. Ces caractères ont conduit à déterminer les relations entre la minéralisation et l'encaissant.

La minéralisation étudiée est le résultat d'un remplissage de fractures préexistantes (hercyniennes). Les filons de barytine présentent une direction NE-SW avec des épaisseurs variables.

Cette étude a été faite à partir des galeries au niveau de Bouabdous (unité de Mellal) et des tranchées dans le plateau Mellal et la vallée de Tairet (Moussa El Harbib, mémoire d'ingénieur 2000).

A) Caractères géométriques, morphologiques et structuraux

Sur le terrain, les gites filoniens du secteur de Beni Snouss se subdivisent en deux :

- Le champ filonien du plateau Mellal et la vallée de Tairet.
- Les filons de Bouabdous.

a) Champ filonien du plateau Mellal et la vallée de Tairet

Le champ filonien est représenté par un faisceau de filons de direction ENE-WSW à pendage SE, dont la puissance varie entre 0,1m à 1,2m

o Filon n°1 :

Ce filon a été observé au niveau du plateau Mellal encaissé dans les calcaires, avec une direction de N53° et un pendage de 75°E. Il se prolonge jusqu'à oued Tairet où sa puissance atteint 2 mètres, il est accompagné d'un filon de quartz.

o Filon n°2 :

Il est observé au niveau du plateau Mellal avec une direction de N60° et un pendage de 75°E. Sa puissance est de 60 cm encaissé dans les calcaires. Il se prolonge vers Tairet avec la même direction et un pendage de 85°SE. Il continue à se prolonger vers oued Tairet avec des directions variables atteignant 65° et un pendage de 65° dont l'épaisseur varie de 50 cm à 1m.

o Filon n°3 :

Au niveau du plateau Mellal ce filon présente une direction qui varie entre N65° à N50° et un pendage de 85°E. Son épaisseur est comprise entre 50 cm et 60 cm. Tandis qu'à Tairet la direction change et devient N40° avec un pendage de 75°SE, sa puissance est de l'ordre de 5 à 10cm.

b) Filons de Bouabdous

Au niveau de Bouabdous deux filons principaux 4 et 5 de direction NE-SW, sont parallèles entre eux à une distance de 500 m. le filon 4 est de moindre importance.

c) Filon n°5 :

La direction du filon est de N45° et à pendage raide (80 à 85° dans les schistes et 75 à 78° dans les granites).

❖ Remarque

On note que certains filons de Beni Snouss contiennent de la barytine à cristaux de chalcopyrite et d'autre que de la barytine à cristaux de galène.

On note aussi l'absence de la sphalérite dans les filons.

IV.4.les textures des filons

Deux types de textures ont été observés sur les filons de barytine :

- ❖ **Texture massive** : observée dans la plupart des filons de barytine. Elles sont indicatrices de remplissage dans les fractures ouvertes due à une extension.
- ❖ **Texture bréchique** : elle apparait essentiellement dans la zone de contact entre le granite et le schiste. La brèche est formée de blocs anguleux de taille centimétriques à décimétrique d'orientations différentes, emballée et cimentée par les carbonates.

IV.5.Étude texturale de la minéralisation

Les observations macroscopiques et microscopiques de la minéralisation et de son encaissant révèlent l'existence de plusieurs textures distinctes :

- ❖ **Texture massive** : C'est la texture la plus fréquente, elle se présente sous forme de masse homogène (figure 22)

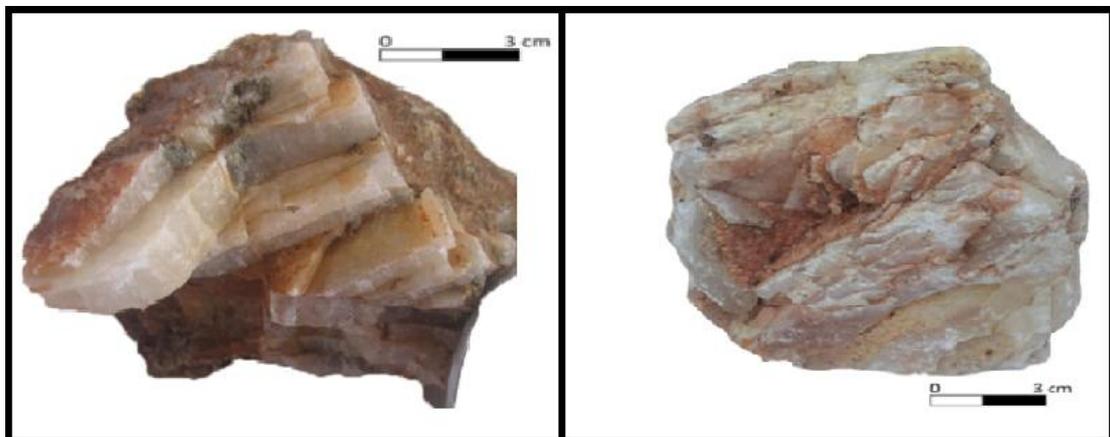


Figure 22 : Photos montrant une barytine massive.

❖ **Texture bréchique** : Elle s’observe au niveau de fractures, les éléments sont anguleux, proviennent de l’encaissant cimenté par la barytine (figure 23)



Figure 23 : photo montrant une texture bréchique.

❖ **Texture veinulée** : Très peu fréquente, ce sont des veinules d’oxyde de fer ou de sulfure dans la barytine, ou bien des veinules de barytine dans le calcaire (figure 24)

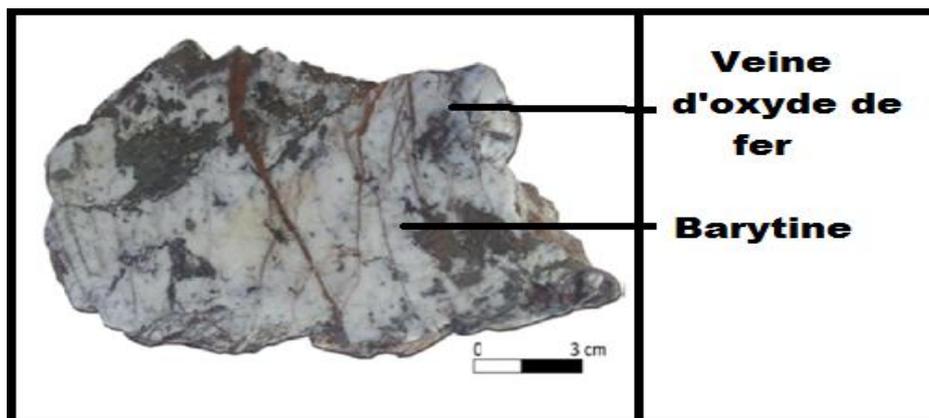


Figure 24 : photo montrant la barytine d’une caisse filonienne.

❖ **Texture drusique** : C’est un quartz qui se présente en cristaux hexagonaux centimétriques (figure 25)

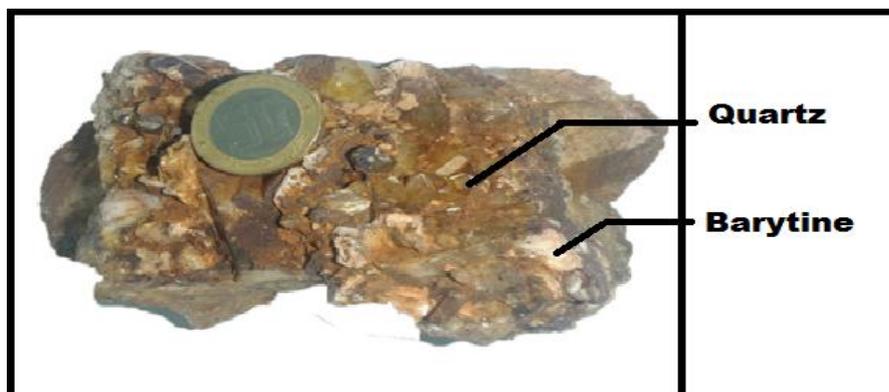


Figure 25 : Photo montrant un quartz drusique.

VI.6. Etude pétrographique de l'encaissant

➤ Granites

Un levé détaillé au 1/25000 réalisé à partir des études faites sur le massif de Beni Snouss montre deux principaux faciès grenus à grain moyen à grossier.

- a) Un faciès de granite rose.
- b) Un faciès de granite gris.

Le faciès microgrenu est typique aux dykes et aux filons tardifs qui recoupent le faciès grenu (granite rose et gris).

En discordance sur les granites reposent les formations schisteuses et les calcaires liasiques.

A) Granite rose

- **Étude macroscopique**

Le granite rose affleure principalement à Bouabdous sur lequel repose en discordance le calcaire de la falaise de Djidj.

Ces granites sont souvent traversés par de nombreux filonets d'aplite, pegmatite, quartz et tourmaline (figures 26 et 27)



Figure 26 : photo montrant un granite rose à nodules de tourmaline

Figure 27: photo montrant un granite rose de tairret.

Étude microscopique

Il s'agit d'un granite à texture grenue à grain moyen à grossier, constitué d'un assemblage de minéraux bien engrenés. Ce granite est riche en tourmaline, cette dernière apparaît en fraction plus qu'accessoire, on peut rattacher ce granite au type granite à tourmaline.

Minéraux essentiels

- **Feldspath** : une orthose rare, il se présente sous forme de macle de Carlsbad, le plus souvent altéré en séricite.
- **Quartz** : le quartz est abondant, il se présente sous forme des plages sub automorphes, il contient des inclusions de sphéne et de zircon.
- **Plagioclases** : le plagioclase est peu abondant, il se présente en cristaux automorphes à macles polysynthétiques, rarement zoné. (Planche I, figure 28)
- **Biotite** : la biotite est rare le plus souvent chloritisée comme elle peut être fibro_radiée. (Planche I, figure 29)

Minéraux accessoires

- **Tourmaline** : la tourmaline est très développée, elle apparaît sous forme losangique. Elle est de couleur jaune verdâtre à bleuâtre, le dépôt de la tourmaline est en relation avec le phénomène hydrothermal qui suit les fissures. (Planche I, figure 30 et 31)
- **Sphéne** : le sphéne se présente sous forme de petits losanges inclus dans le quartz. (Planche I, figures 35 et 36)
- **Zircon** : le zircon se présente en petits cristaux prismatiques, il est sub-arrondis et sans auréole pléochroïque. (Planche I, figure 32)
- **Apatite** : L'apatite se présente sous forme de petites sections automorphes. (Planche I, figure 32)

Minéraux opaques

Les opaques suivent généralement le plan du clivage de la biotite et la chlorite.

- **Grenat** : le grenat se présente sous forme de gros cristaux isotropes. (Planche I, figure 34)
- **Topaze** : la topaze se présente en prismes allongés, en inclusion dans la biotite et plagioclases. (Planche I, figure 33)

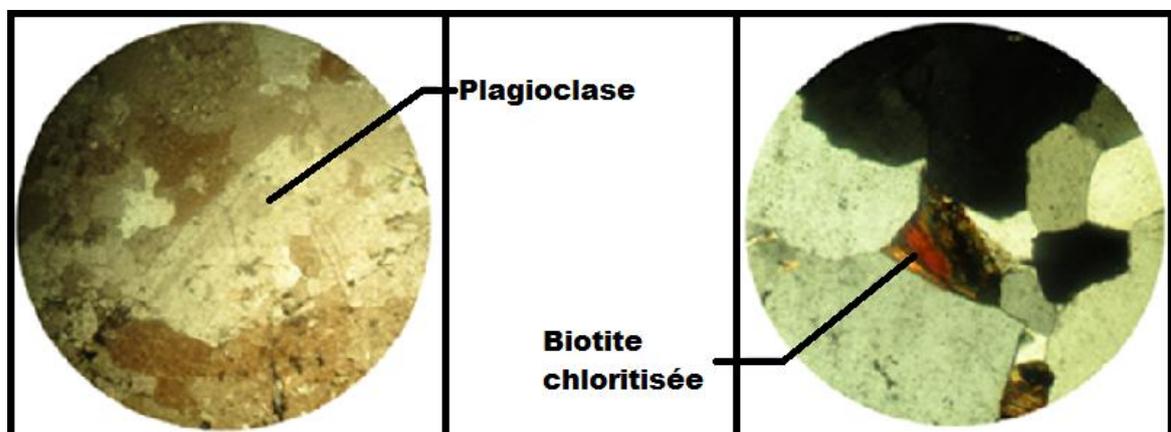
❖ PLANCHE I

Figure 28 : Microphotographie montrant un plagioclase fissuré (LPA.GX10).

Figure 29: Microphotographie montrant une Biotite chloritisée (LPA.GX10).

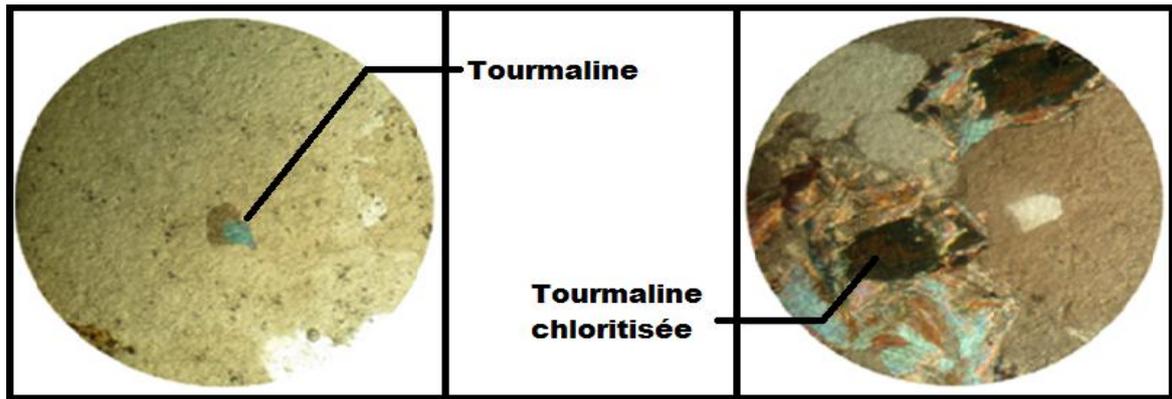


Figure 30 : Microphotographie montrant une Tourmaline vert bleuté (LPA.GX10).

Figure 31 : Microphotographie montrant une Tourmaline chloritisée (LPA.GX10).

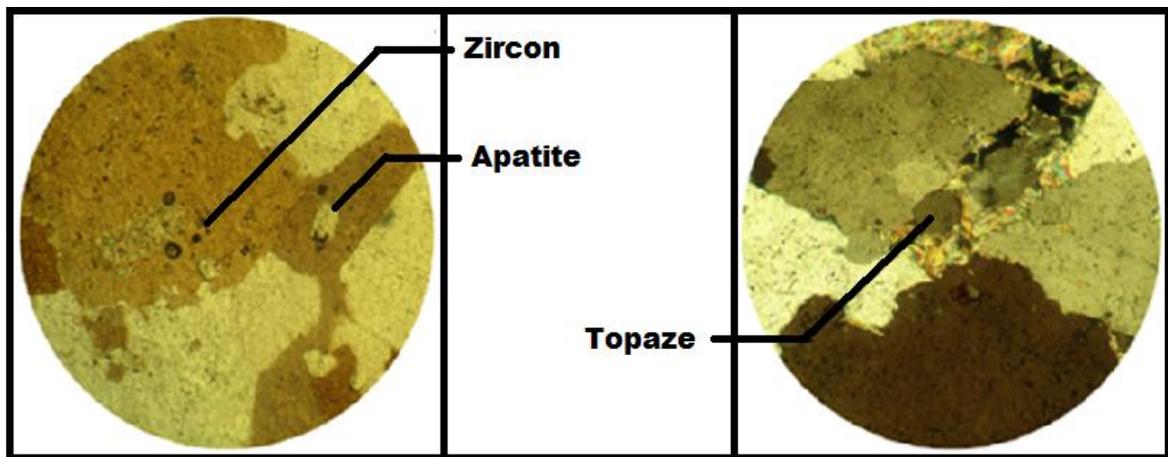


Figure 32 : Microphotographie montrant l'apatite et le zircon (LPA.GX10).

Figure 33 : Microphotographie montrant un grain de topaze (LPA.GX10).

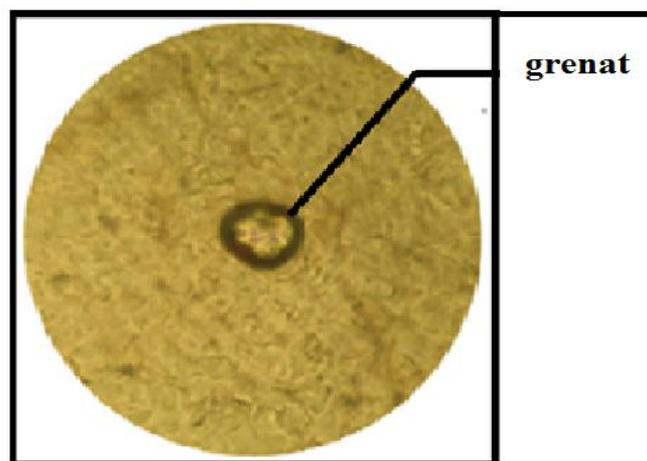


Figure 34 : Microphotographie montrant un grenat (LPA.GX4).

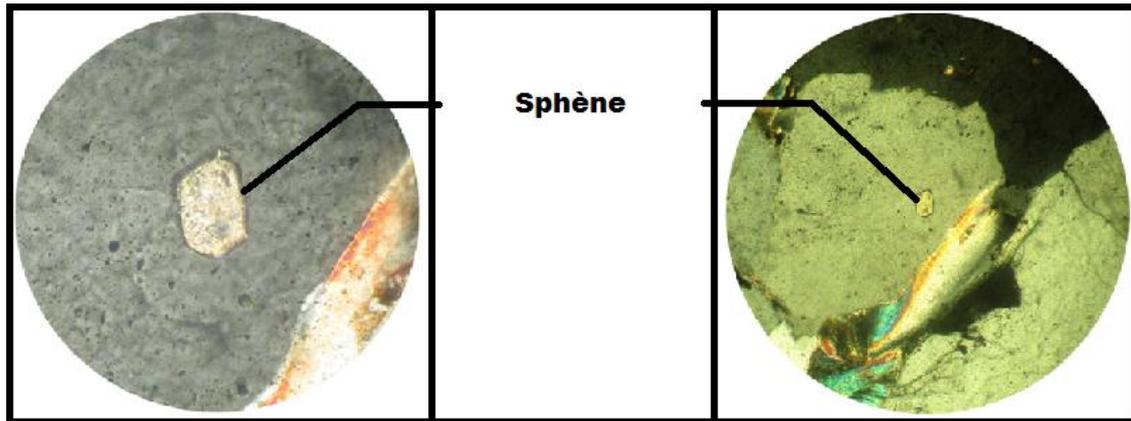


Figure 35 : Microphotographie montrant le sphène dans une plage du quartz (LPA.GX40).

Figure 36 : Microphotographie montrant le Sphène dans une plage de quartz (LPA.GX10).

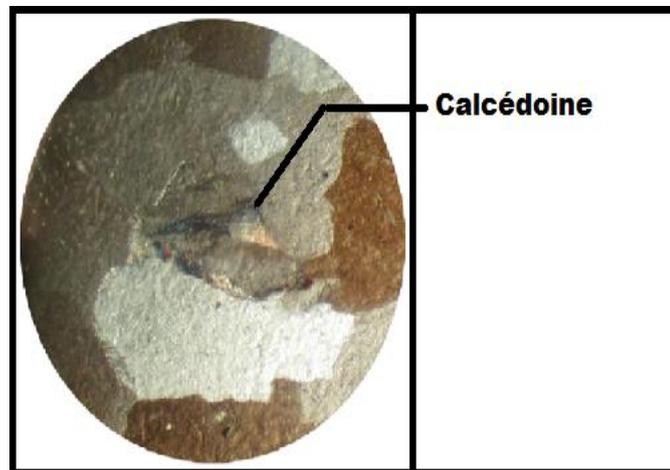


Figure 37 : Microphotographie montrant la calcédoine (LPA.GX10).

B) Granite Gris

Le granite gris affleure principalement à Tairet et Bouabdous, généralement moins altérés par rapport au granite rose, le contact avec l'encaissant schisteux est de plus en plus net par endroit et très net dans d'autres.

Ce granite est parsemé d'enclave et accompagné d'un riche cortège filonien à savoir pegmatite, micropegmatite, microgranite et quartz à sulfure.

Ce granite est caractérisé par des minéralisations filoniennes de barytine, encaissées dans les micaschistes et les granites.

- **Étude macroscopique**

C'est une roche à texture grenue constituée de granite avec des phénocristaux de feldspath, de quartz globuleux, de biotite et des nodules de tourmaline (figure 38) Ce granite présente des différences selon l'agencement, la structure et la taille des cristaux.



Figure 38 : photo montrant le granite gris de Bouabdous.

- **Étude microscopique**

Il s'agit d'un granite calco-alcalin, ayant comme minéraux cardinaux : le quartz, l'orthose et le plagioclase et comme minéral essentiel la biotite et comme accessoires citons : zircon, sphène, apatite et tourmaline.

Minéraux essentiels

- **Barytine** : la barytine est abondante, elle est généralement veinulée. (Planche II, figure 39 et 40).
- **Le quartz** : le quartz apparaît généralement en grandes plages xénomorphes.
- **Orthose** : L'orthose se présente en gros cristaux sub-automorphes ou à macles de Carlsbad.
- **Plagioclase** : Le plagioclase se présente sous forme de macle polysynthétique.
- **Biotite** : La biotite se présente sous forme de lamelles, elle est automorphe de couleur marron qui se déstabilise en chlorite. (Planche II, figure 41).
- **Chlorite** : la chlorite est le produit d'altération de la biotite, elle se présente en lamelles sub-automorphes.
- **Pyrite** : la pyrite est très rare, elle se présente en petits cubes noir.

Minéraux accessoires

- **Tourmaline** : la tourmaline se présente en plages, de couleur brun verdâtre.

- **Zircon** : le zircon se présente sous forme de cristaux prismatiques, il peut être en inclusion dans la biotite.

PLANCHE II

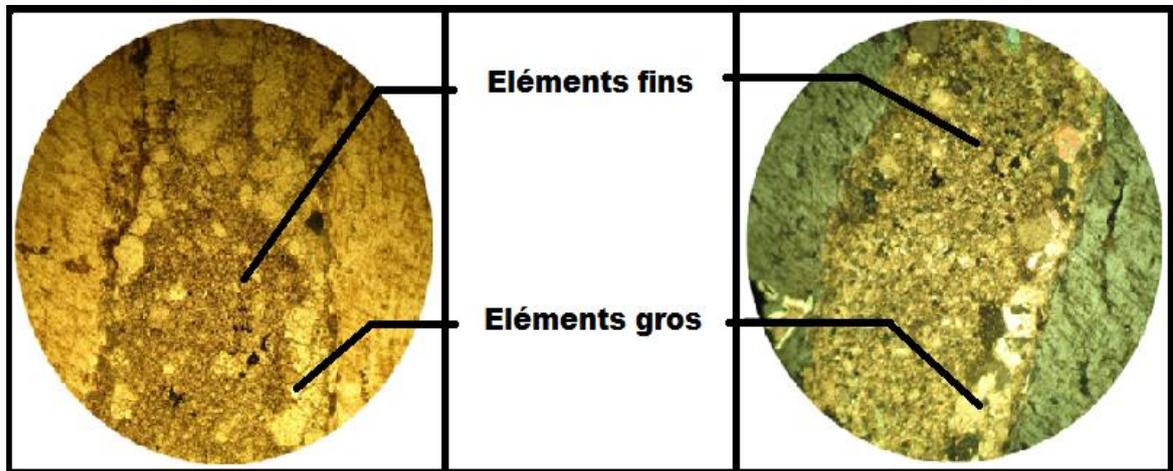


Figure 39 : microphotographie montrant une veine de barytine (LPNA.GX10).

Figure 40 : microphotographie montrant une veine de barytine (LPA.GX10).

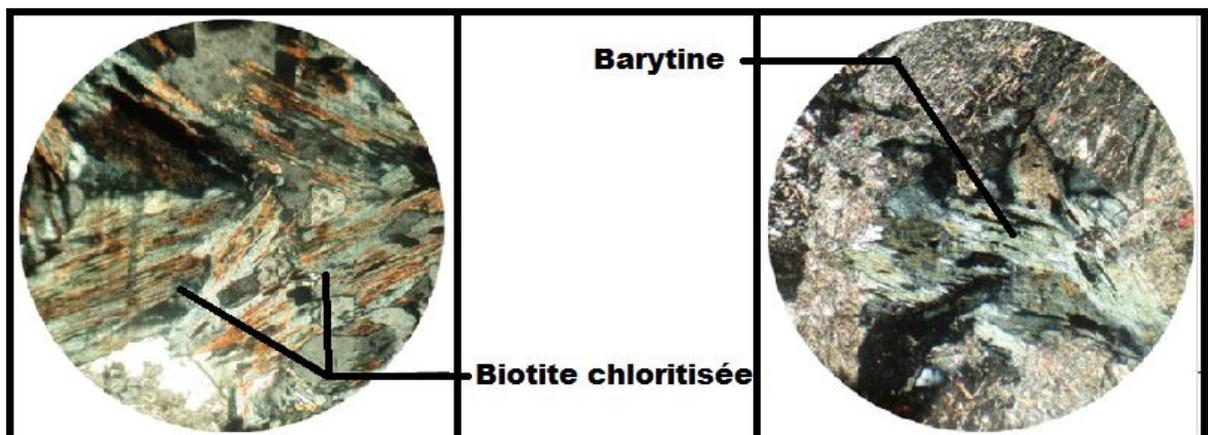


Figure 41 : microphotographie montrant la biotite chloritisée (LPA.GX10).

Figure 42 : microphotographie montrant une barytine fibreuse (LPA.GX10).

C) Cortège filonien

Le granite est généralement recoupé par un dense cortège filonien représenté par les microgranites, les pegmatites, les micropegmatites, les greisens et les filons de quartz minéralisés.

a) Les microgranites :

Le faciès microgrenu se présente en dyke et en filon, il présente une très forte analogie avec le faciès grenu montrant quelques différences mineures (la taille, le pourcentage et la cou-

leur des grains). Ces microgranites sont recoupés par endroits par des filons de micropegmatites ou par des petits filonets de tourmaline.

b) Les micropegmatites :

Sont très fréquents, le plus souvent sont associés aux veinules d'aprites et tourmalinites et d'après Nait Hammoud (2001) on distingue deux types de micropegmatites :

Une micropegmatite massive de couleur rose clair à jaunâtre, homogène, elle ne contient que peu de tourmaline, l'association minéralogique est constituée de quartz, feldspath potassique, plagioclase, muscovite et biotite. Le feldspath alcalin est très abondant.

Une micropegmatite riche en tourmaline, caractérisée par des phénocristaux de quartz et un peu de plagioclase et des petits cristaux de quartz et tourmaline massive au niveau des épontes.

c) Les aprites :

Sont des roches filoniennes à grains fins d'épaisseur centimétrique. Microscopiquement, il s'agit d'une aprite granitique à texture microgrenue porphyrique, constituée essentiellement des cristaux de quartz (40 à 10%), de plagioclase (25 à 30%) à macle d'albite parfois zonée, de l'orthose (20 à 25%) poecilitique et perthétique et de la muscovite et fines paillettes qui se développent au dépend des feldspaths.

Et comme minéraux accessoires on a des cristaux automorphes de la tourmaline zonée de couleur verte, le zircon est en cristaux prismatiques inclus dans le quartz et plagioclase et on note la présence des minéraux opaques.

d) Les filonets de quartz :

Les filonets de quartz minéralisés sont encaissés exclusivement dans les roches granitiques, leurs limites avec la roche encaissante sont nettes, de couleur gris blanchâtre à blanc laiteux

e) Les filons des greisens :

La greisinisation est soulignée essentiellement par la disparition des feldspaths à la faveur de l'apparition du quartz et de la muscovite.

Le greisen est une roche massive à texture grenue à grain moyen formé presque exclusivement de quartz et de mica blanc et accessoirement de la tourmaline.

D) Différence entre le granite rose et gris

Macroscopiquement les deux granites se distinguent par :

La présence des macles tordues dans le granite gris, prouve qu'il a subi une déformation.

L'absence de la biotite dans le granite rose compensée par l'abondance de la tourmaline, cette dernière provient de la déstabilisation de la biotite dans un milieu riche en bore.

Le degré d'altération du granite rose est plus avancé par rapport au granite gris car le pourcentage du feldspath potassique dans le granite rose est beaucoup plus grand que dans le granite gris.

Les minéraux accessoires sont plus abondants dans le granite gris et ils sont inclus dans la biotite ou bien dans la chlorite, tandis que dans le granite rose ils sont moins abondants et inclus dans le quartz, plagioclase et orthose.

Tous ces arguments prouvent que le granite gris s'est mis en place avant le granite rose qui lui est postérieur.

On peut admettre que le granite gris résulte de la cristallisation fractionnée d'un magma riche en éléments chimiques, entrant dans la constitution des minéraux ferromagnésiens et calco-sodiques de haute température (biotite, plagioclase)

Au fur et à mesure du refroidissement, le magma résiduel s'appauvrit en ces éléments et il s'enrichit par conséquent en éléments qui vont entrer dans la constitution des minéraux de basse température, tels que les minéraux pneumatolytiques qui contiennent des éléments volatiles, dont la présence est symptomatique d'une forte concentration des gaz, le fluor, le chlore etc.....ces éléments entrent respectivement dans la constitution de la tourmaline, de topaze, de l'apatite.

Tout ceci prouve que le granite gris est antérieur par rapport au granite rose, qui provient de la cristallisation fractionnée de magma résiduel riche en éléments volatiles

L'absence des minéraux basiques et ultra basiques ainsi que l'existence du grenat rapporté par Nait Hammoud(2001), indique que le magma est probablement péralumineux lié à une phase de post collision donc le magma résulte d'une fusion crustale.

D'après la composition minéralogique ; un sous types de granite a pu être distingué :

- Granite gris à tourmaline.

Granite gris à tourmaline

C'est un granite qui est constitué essentiellement de quartz, tourmaline et plagioclase.

La tourmaline est très développée, elle se présente sous forme hexagonale de couleur bleuâtre. (Planche III, figure 45)

Le quartz apparait en cristaux xénomorphes et les plagioclases se présentent en macles polysynthétiques. (Planche III, figure 46)

La chlorite est totalement bleu et l'orthose est en macle de Carlsbad. (Planche III, figure 43, 44)

La barytine est légèrement fibro-radiée. (Planche III, figure 46)

La mirmékite est aussi abondante, c'est un feldspath à exsolutions de silice. (Planche III, figure 47 et 48)

La muscovite est peu présentée, elle est sous forme de lamelle ou en gerbes rayonnantes (planche III, figure 49)

❖ PLANCHE III

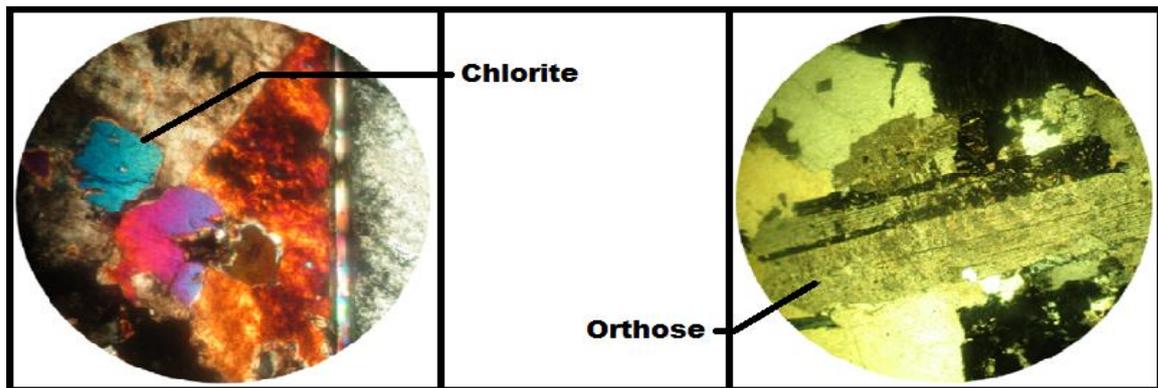


Figure 43 : microphotographie montrant une chlorite bleue (LPA.GX10).

Figure 44 : microphotographie montrant une orthose (LPA.GX10).

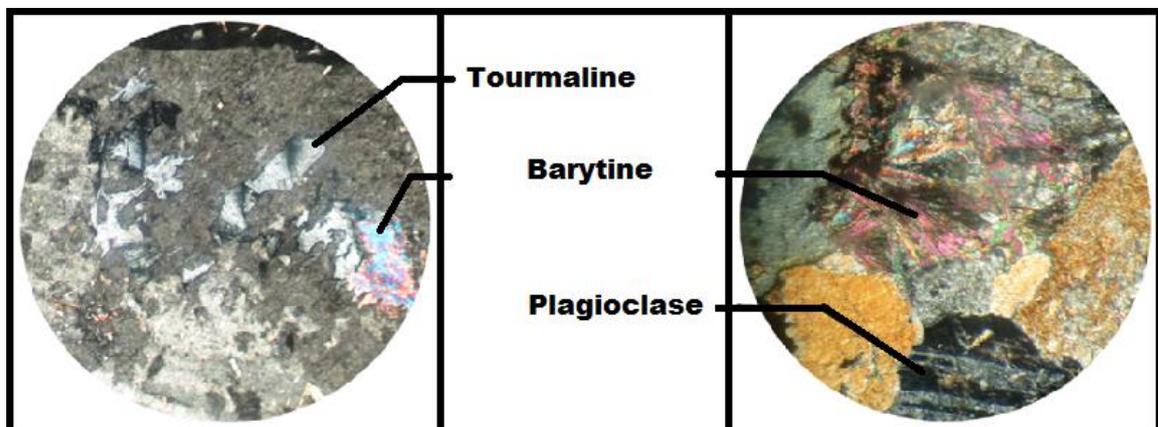


Figure 45 : microphotographie montrant la tourmaline et la barytine (LPA.GX10).

Figure 46 : microphotographie montrant la barytine et les plagioclases (LPA.GX10).



Figure 47 : microphotographie montrant la mirmekite (LPA.GX10).

Figure 48 : microphotographie montrant la mirmekite (LPNA.GX10).

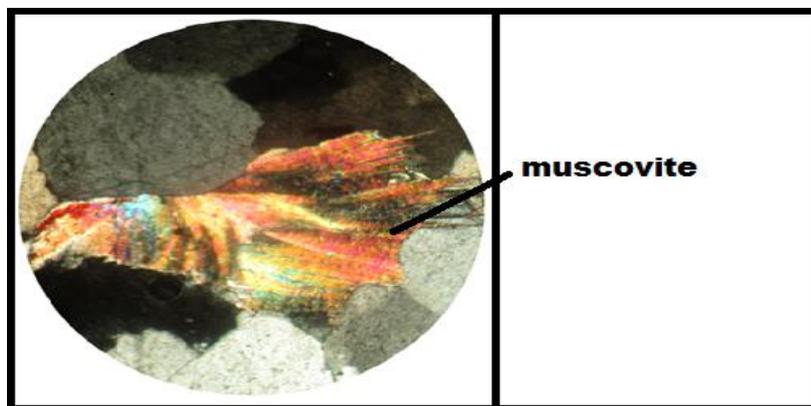


Figure 49 : microphotographie montrant la muscovite (LPA.GX40).

Tourmalinite

La tourmalinite est un sous type de granite gris où on distingue :

Des feldspaths sericitisés aux épidotes. (Planche IV, figure 50)

La tourmaline qui apparait en couleur bleu. (Planche IV, figure 51)

La biotite chloritisée avec inclusion du zircon. (Planche IV, figures 52 et 53)

Orthose sous forme de macle de Carlsbad. (Planche IV, figure 52)

❖ PLANCHE IV

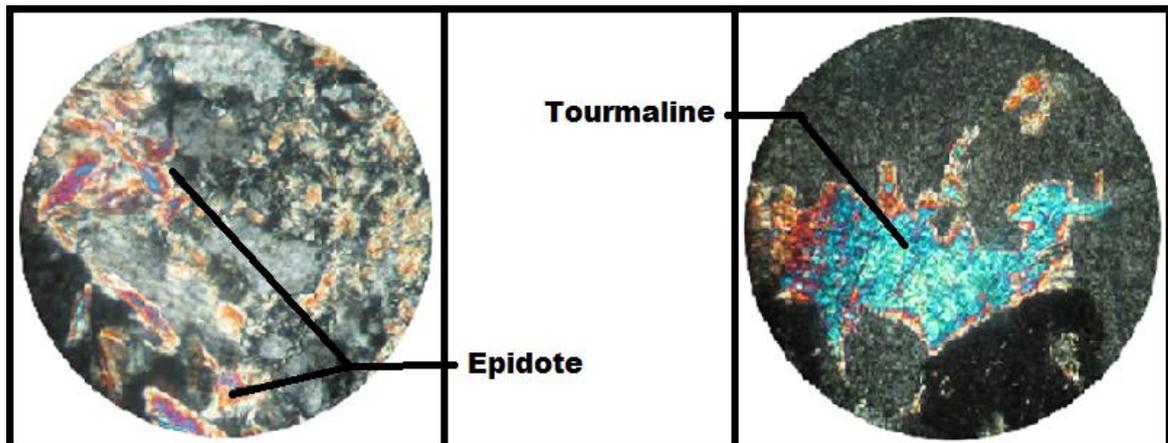


Figure 50 : microphotographie montrant la séricitisation des feldspaths aux épidotes (LPA.GX40).

Figure 51 : microphotographie montrant la tourmaline bleue (LPA.GX40).

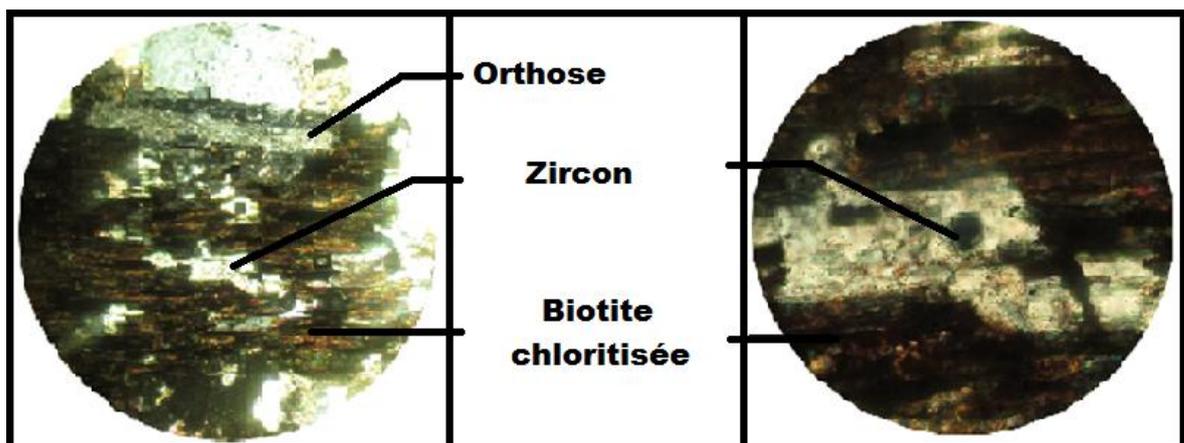


Figure 52 : microphotographie montrant l'orthose et l'inclusion du zircon dans une biotite (LPA.GX10).

Figure 53 : microphotographie montrant l'inclusion du zircon dans une biotite (LPA.GX40).

➤ Calcaires

Étude macroscopique

Les calcaires affleurent sous forme d'une barre ou de falaise d'une dizaine de mètres d'épaisseur au djebel Mellal et disparaissent momentanément au sein de la vallée de Tairt (figure 54)

Ces calcaires sont de couleur marron à gris bleuté, ils se présentent en bancs métriques à la base passant à des calcaires massifs au sommet, au niveau du plateau Mellal on observe des calcaires micritiques qui cimentent les conglomérats à éléments du socle, parfois ils sont recoupés par la barytine épigénétique qui se présente sous forme de remplissage de vide ou elle cimente les éléments du conglomérat.

Sur le terrain, au plateau Mellal la minéralisation de barytine se présente dans le plan de faille des calcaires, ainsi que dans les fentes de tension et les stylolites.

On souligne la présence des brèches de calcaire cimentées par la barytine, ces brèches ont subi une recristallisation, sédimentation ainsi qu'une hématitisation, on note aussi la présence des brèches à éléments du socle (schiste et granite).

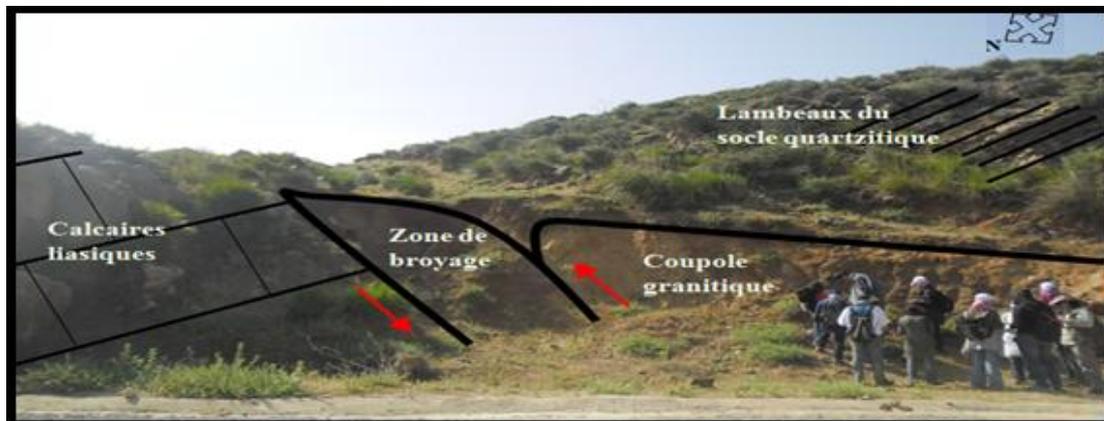


Figure 54 : Croquis panoramique montrant le contact entre le Granite Viséen et les Calcaires liasiques.

Étude microscopique

L'étude microscopique des calcaires du plateau Mellal révèle l'existence de :

a) Calcaire silicifié

Il s'agit d'un calcaire micritique fortement silicifié, qui se traduit par le développement du quartz diagénetique sous forme de cristaux bipyramidés (figure 55) et des fantômes d'oolites (figure 56). Ce calcaire est recoupé par des microfissures de calcite secondaire.

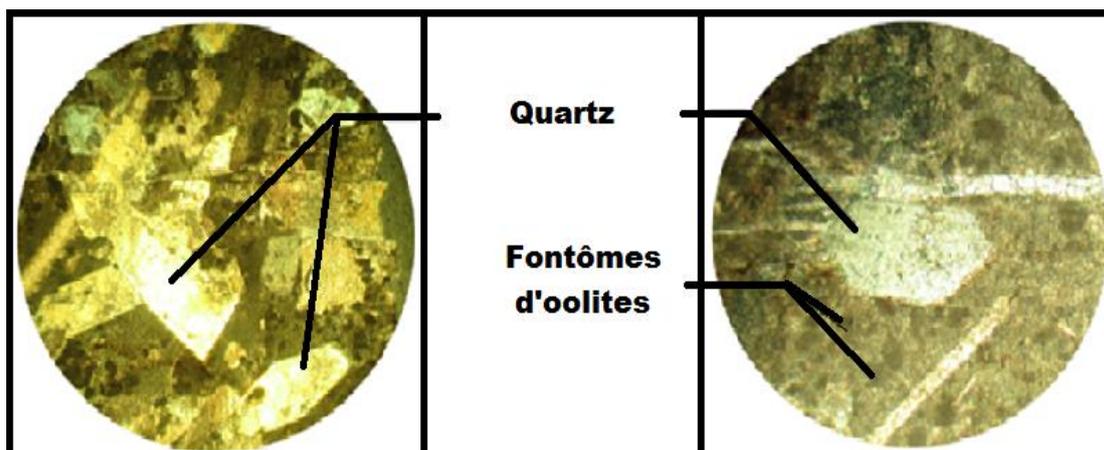


Figure 55 : microphotographie montrant le quartz bipyramidal (LPA.GX10).

Figure 56 : microphotographie montrant le quartz bipyramidal (LPA.GX40).

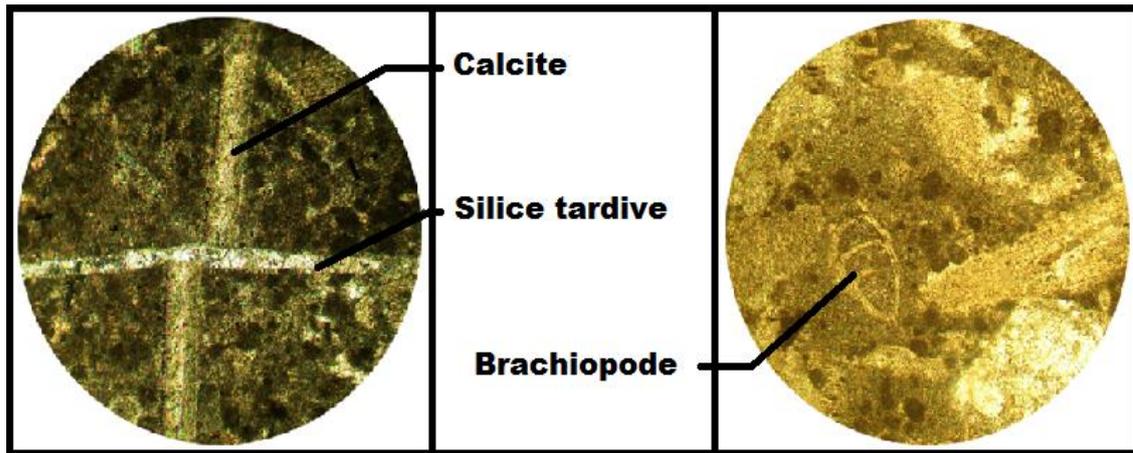


Figure 57 : microphotographie montrant deux filons (LPA.GX10).

Figure 58 : microphotographie montrant un brachiopode entouré par la calcite (LPNA.GX10).

b) Calcaire à bioclaste

Ce sont des calcaires à ciment micritique, enrichies en éléments de socle (figure 59 et 60)

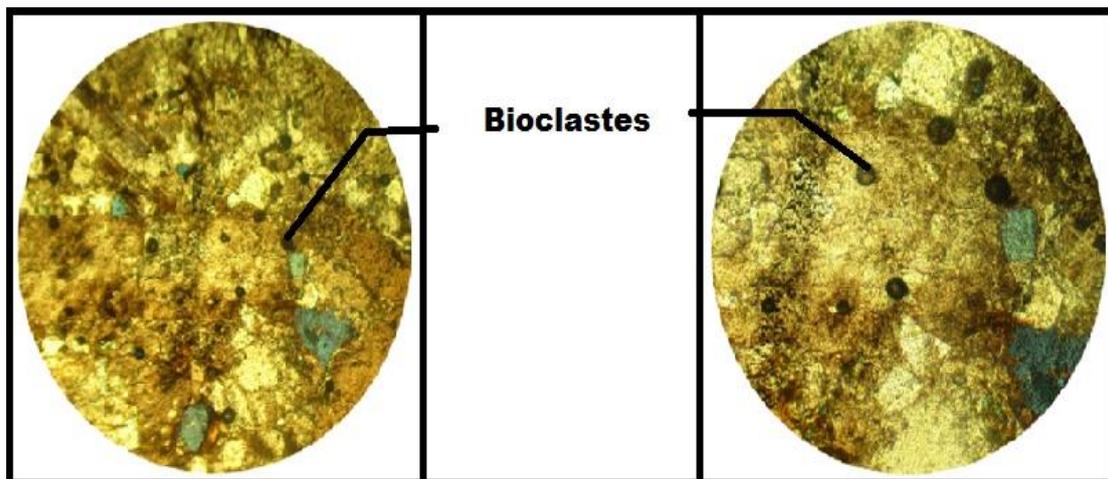


Figure 59 : microphotographie montrant un calcaire à bioclaste(LPA.GX4).

Figure 60 : microphotographie montrant un calcaire à bioclaste(LPA.GX10).

c) Calcaire à barytine

Il s'agit d'un calcaire micritique.il renferme de la barytine fibro-radiée ou en éventail dans laquelle se trouvent des cristaux de calcite (figure 61)



Figure 61 : microphotographies montrant une barytine fibro-radiée (LPA.GX10)

d) Brèche à marcassite

C'est une aplité dans laquelle on note :

La présence de la marcassite comme une minéralisation primaire dans la roche initiale et de la barytine qui vient l'épigéniser.

Il existe même de la pyrite en petits cubes noirs.

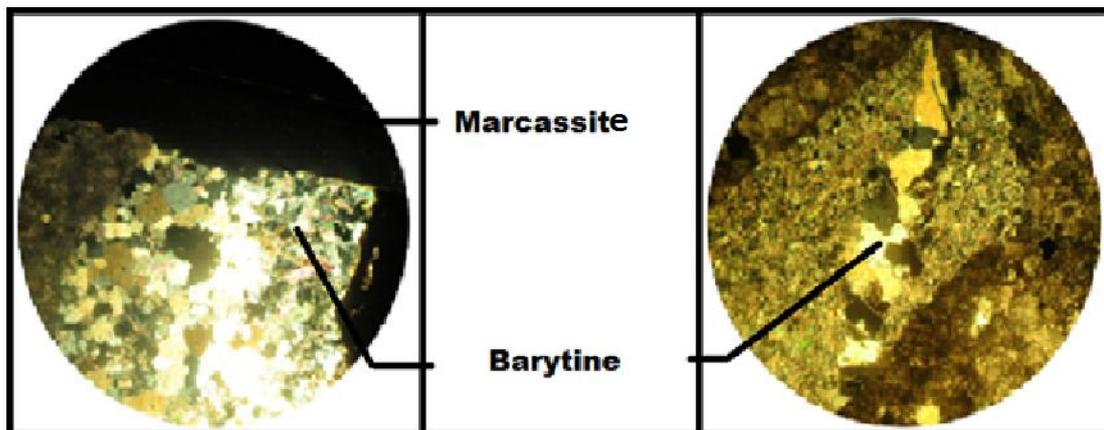


Figure 62 : microphotographie montrant la marcassite et la barytine cryptocristalline (LPA.GX10).

Figure 63 : microphotographie montrant une barytine cryptocristalline dans une fissure (LPA.GX10).

➤ **Schistes**

La roche est de couleur marron sombre avec conservation d'anciens litages de roches sédimentaires (figure 64) Elles sont altérées et associées aux quartzites (figure 65)



Figure 64 : Photo montrant un échantillon de schiste satiné.



Figure 65 : photo montrant l’alternance monotone de schistes et quartzites.

Étude microscopique

Ce sont des schistes satinés avec beaucoup de séricite (verdâtre)(figures 66 et 67).ces schistes ont subi un léger métamorphisme de basse pression et haute température.

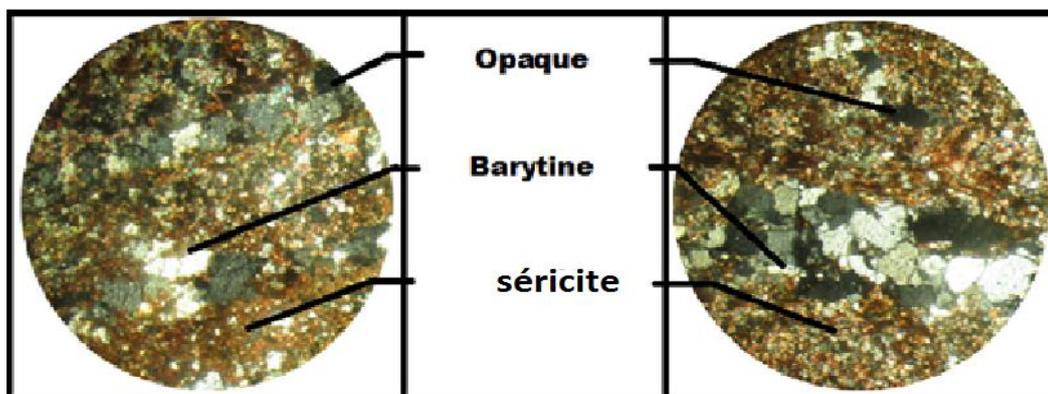


Figure 66 : microphotographie montrant les minéraux des schistes (LPA.GX4).

Figure 67 : microphotographie montrant les minéraux des schistes (LPA.GX10).

IV.7. Étude de la minéralisation

La minéralisation de barytine à Beni Snouss est distribuée sur plusieurs étages (Paléozoïque, couverture liasique) et faciès stratigraphiques. Elle présente plusieurs couleurs (barytine blanche et barytine rose) ainsi que des paramètres géométriques distinctes.

Elle apparaît sous forme d'une masse filonienne de quelques centimètres à quelques mètres recoupant les schistes, granites et calcaires. De couleur blanche ou légèrement rosâtre (figure 68 et 69)

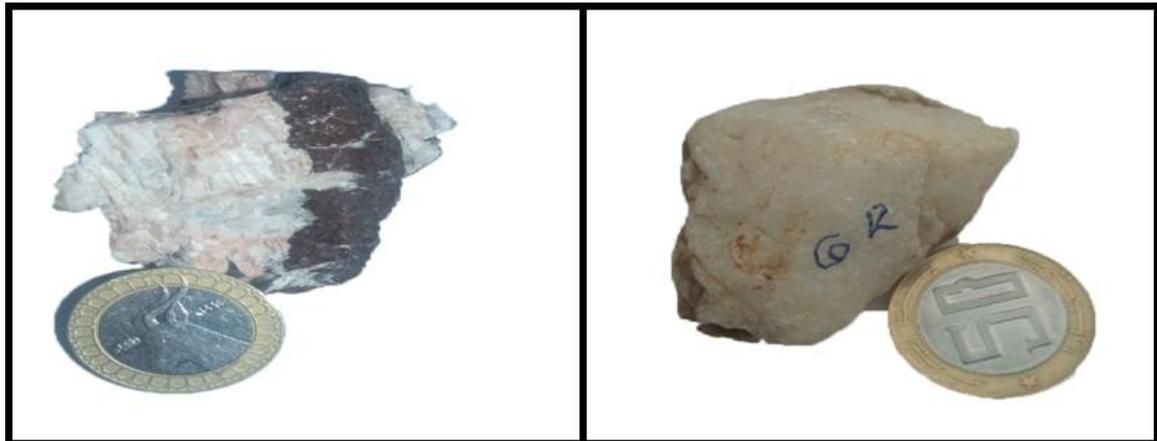


Figure 68 : photo montrant une barytine rose.

Figure 69 : photo montrant une barytine blanche.

L'étude de la minéralisation en lames minces et section polies nous a permis de déduire deux types de minéraux. Les premiers sont primaires et les seconds résultent de l'altération supergène.

Minéraux primaires

Barytine $BaSO_4$:

L'étude microscopique montre que la barytine se présente soit en petits cristaux xénomorphes, soit en éventail.

- **Barytine I** : C'est une barytine cryptocristalline, elle se présente en petits cristaux xénomorphes de taille variable, de quelques micromètres à quelques millimètres. (Planche V, figures 70 et 72)
- **Barytine II** : Cette barytine se présente en gerbes rayonnantes ou en éventail de taille millimétrique. (Planche V, figures 73 et 74)
- **Barytine III** : C'est une barytine tardive qui recoupe l'ensemble des générations de barytine. Elle se trouve en petits cristaux au niveau des fissures. (Planche V, figures 75 et 76)
- **Barytine IV** : C'est une barytine de remplacement. Elle se présente en petits cristaux. (Planche V, figures 77 et 78)

Quartz SiO_2 :

Le quartz est abondant, il apparait en section automorphe pyramidé ou en cristaux xénomorphes. (Planche V, figures 79 et 80)

Pyrite FeS_2 :

La pyrite se présente en cristaux xénomorphes à sub-automorphes, de couleur jaune clair. (Planche V, figures 82 et 83)

Chalcopyrite CuFeS_2 :

La chalcopyrite est en section plus ou moins grandes de couleur jaune verdâtre avec un bon poli. Son pouvoir réflecteur est assez élevé. (Planche V, figure 84)

Galène PbS :

La galène est peu abondante, elle se présente en plages avec des arrachements triangulaires. (Planche V, figure 85)

Marcassite FeS_2 :

La marcassite est rare, elle est souvent associée à la pyrite et la chalcopyrite.

Calcite CaCO_3 :

La calcite est peu abondante d'où on distingue deux types :

- **Calcite I** : C'est une calcite de taille variable qui peut atteindre quelques millimètres.
- **Calcite II** : C'est une calcite tardive ou épigénétique, elle présente des formes quelconques, et parfois, elle est automorphe. (Planche V, figure 86)

❖ PLANCHE V

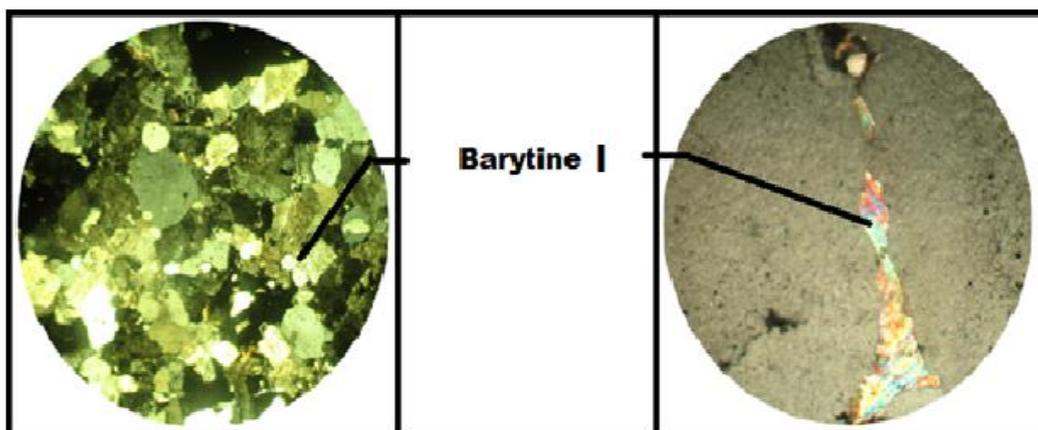


Figure 70 : microphotographie montrant la barytine cryptocristalline (LPA.GX10).

Figure 71 : microphotographie montrant une barytine filonienne (LPA.GX10).

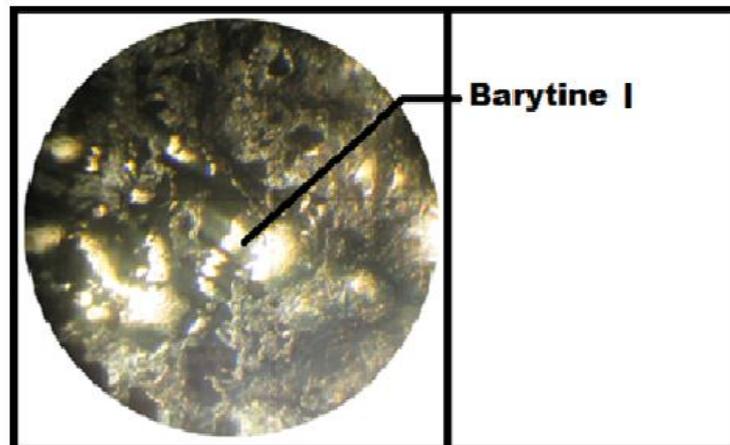


Figure 72 : microphotographie montrant la barytine cryptocristalline (section polie LPA.GX10).

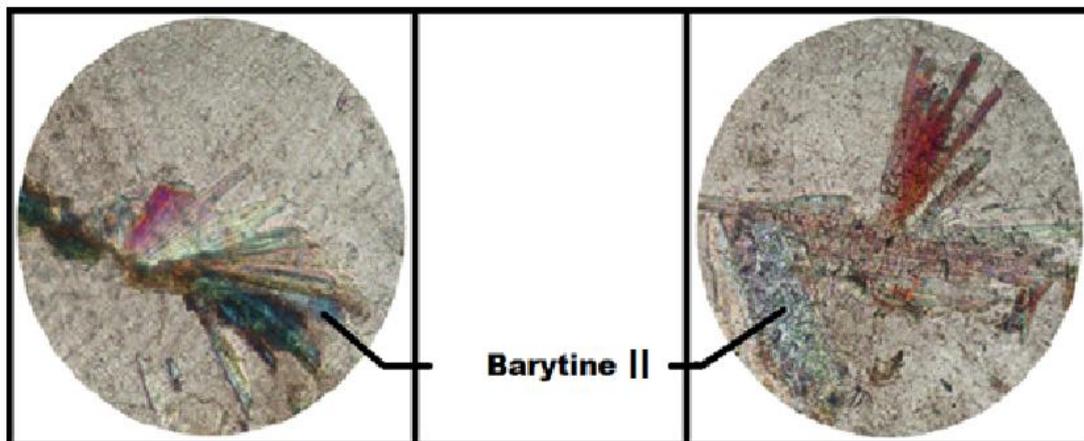


Figure 73 : microphotographie montrant une barytine en éventail ((LPA.GX40).

Figure 74 : microphotographie montrant une barytine en éventail ((LPA.GX60).

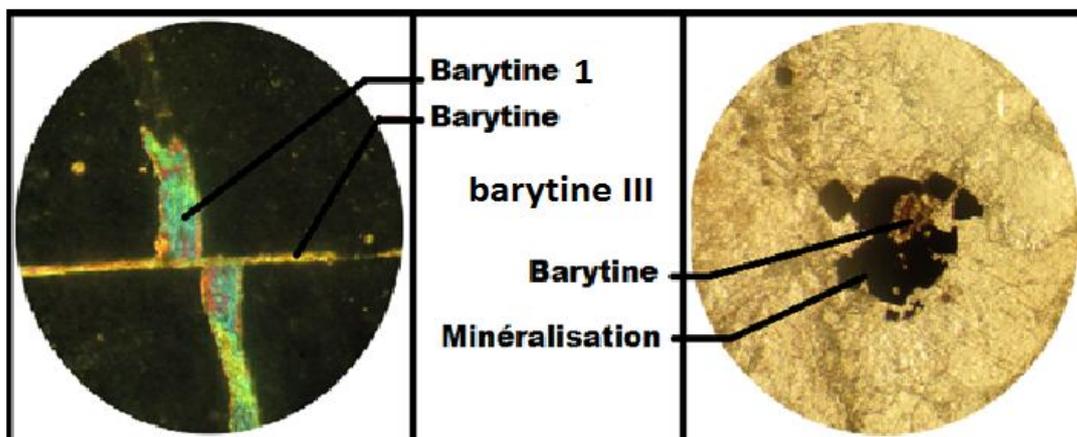


Figure 75 : microphotographie montrant deux générations de barytine (LPA.GX40).

Figure 76 : microphotographie montrant une barytine tardive (LPA.GX10)

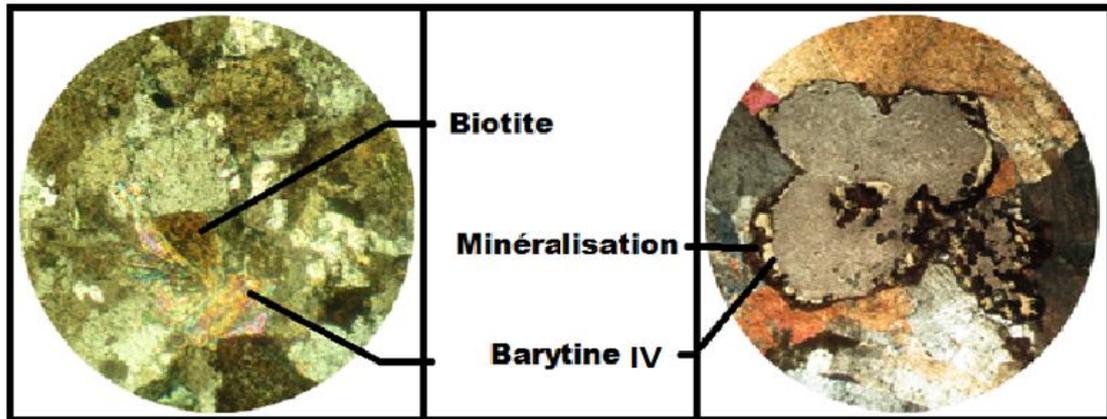


Figure 77 : microphotographie montrant une barytine qui remplace une biotite (LPA.GX10).

Figure 78 : microphotographie montrant une barytine qui remplace la minéralisation (LPA.GX10).

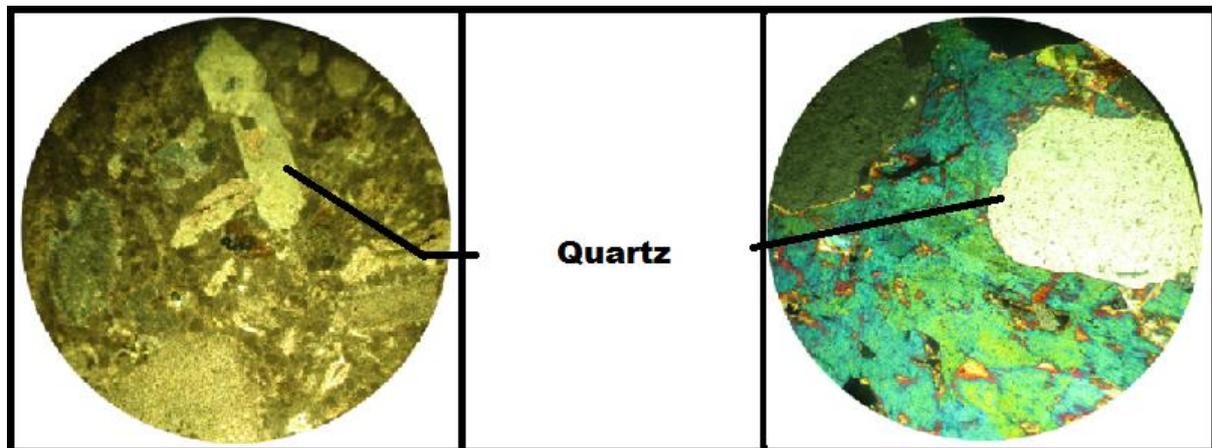


Figure 79 : microphotographie montrant un quartz bipyramidal (LPA.G X10).

Figure 80 : microphotographie montrant un quartz sub-automorphe (LPA.GX10).

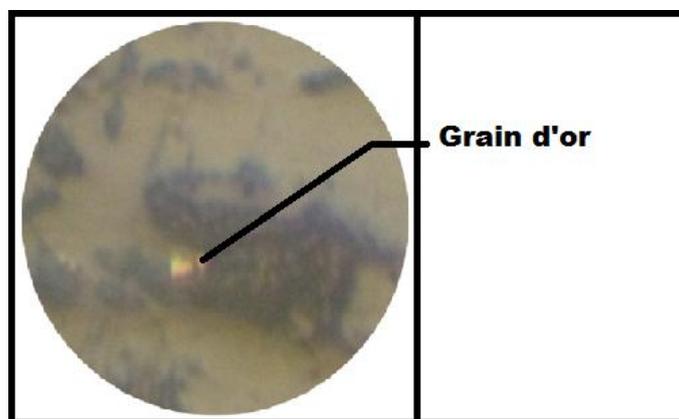


Figure 81 : microphotographie montrant un grain d'or dans une plage du quartz (section polie LPA.GX10).

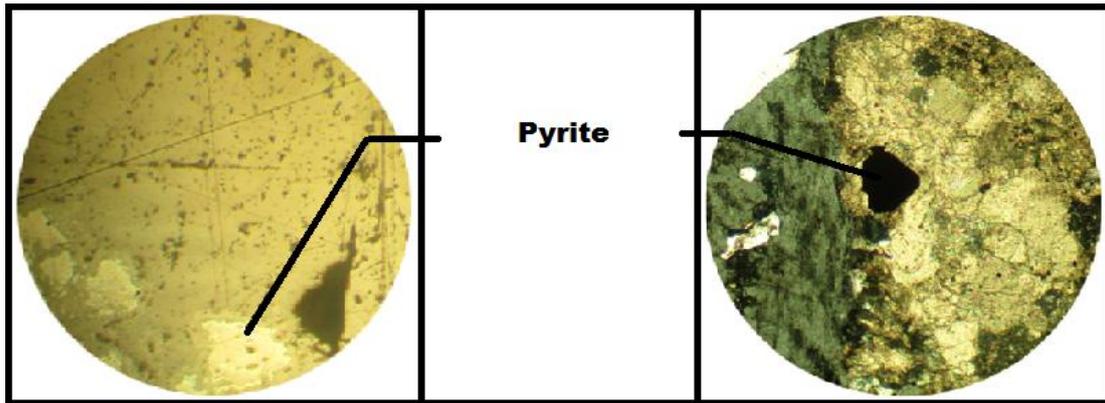


Figure 82 : microphotographie montrant une pyrite xénomorphe (section polie LPA.GX10)

Figure 83 : microphotographie montrant une pyrite cubique (LPA.GX10).

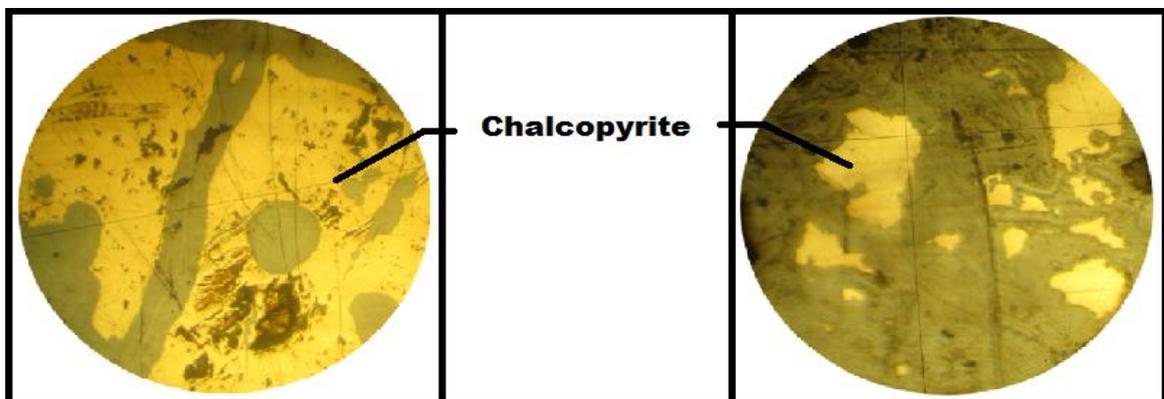


Figure 84: microphotographies montrant la chalcopyrite (section polie LPA.GX10).

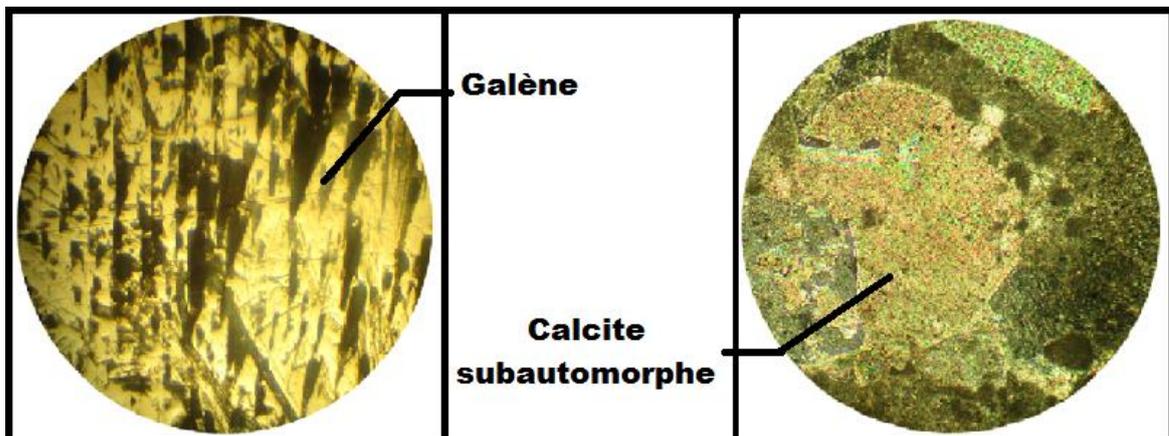


Figure 85 : microphotographie montrant la galène (section polie LPA.GX10).

Figure 86 : microphotographie montrant la calcite(LPA.GX10).

Minéraux secondaires

C'est la phase supergène marquée par la formation des minéraux d'oxydation à partir des minéraux sulfurés.

- **Azurite** $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$: L'azurite est de couleur bleu en section polie. (Planche VI, figure 88)
- **malachite** : la malachite est facilement reconnaissable à l'œil nu. c'est le produit d'altération des minéraux cuprifères. (figure 87)
- **Limonite** : la limonite est un oxyde de fer, elle se présente en petites disséminations rougeâtres. (Planche VI, figure 87)
- **Cérusite** PbCO_3 : la cérusite est un produit d'altération de la galène de couleur gris clair, elle apparaît en général au niveau de la périphérie du minéral. (Planche VI, figure 89)
- **Covellite** (CuS) : la covellite est un minéral supergène, de couleur bleu en lumière naturelle, qui se trouve dans les bords d'autres minéraux associés en

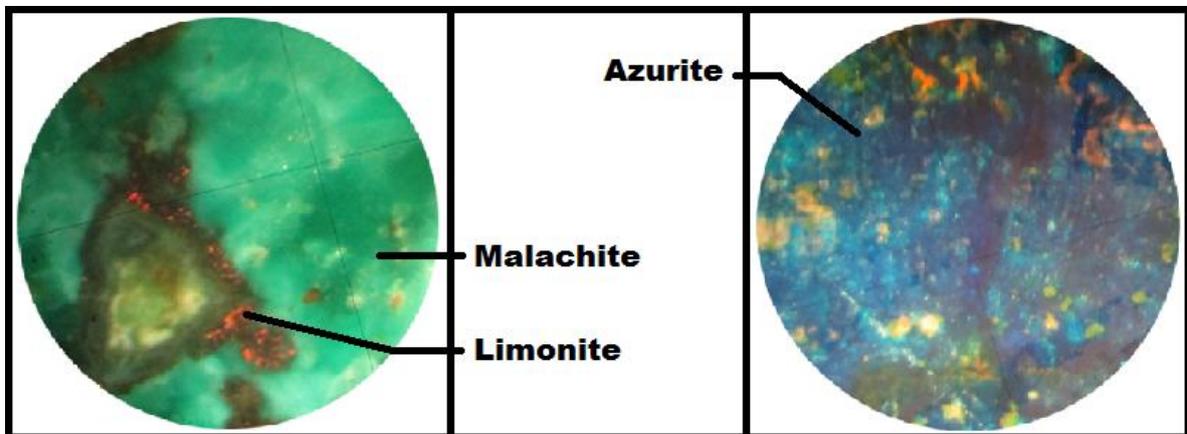


Figure 87 : microphotographie montrant la malachite et la limonite (section polie LPA.GX10).

Figure 88 : microphotographie montrant une azurite (section polie LPA.GX10).

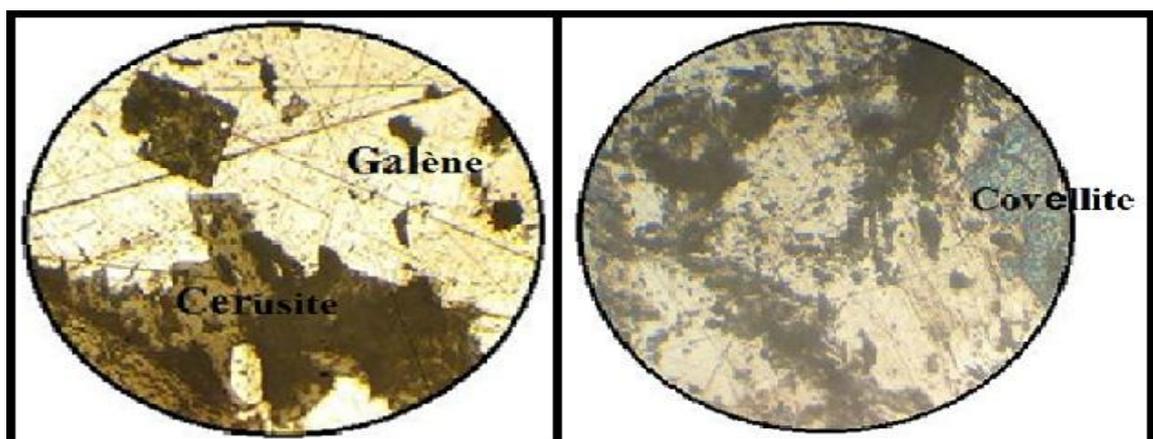


Figure 89: Microphotographie de la Cérusite associée à la Galène (section polie LPA.GX20)

Figure 90 : Microphotographie de la Covellite associée à la Galène (section polie LPA.GX20)

IV.8.Relation minéralisation tectonique

L'étude réalisée sur les filons de barytine, montre que les corps minéralisés dans des fractures constituent un élément piège de la minéralisation.

La minéralisation est constituée essentiellement de barytine, chalcopryrite, pyrite et galène à remplissage massif, qui pourrait expliquer l'ouverture des failles en une seule pulsation.

On déduit que ces filons sur faille normale se sont formés en contexte extensif durant la phase oligo-miocène permettant la mise en place de la minéralisation (figure 91)

P
H
A
S
E
A
L
P
I
N
E
P
H
A
S
E
H
E
R
C
Y
N
I
E
N
N
E

V

Les filons de barytine sur failles normales sont formés en contexte extensif durant la phase oligo-miocène permettant la mise en place de la minéralisation.

Filon de barytine

Phase distensive faisant rejouer les accidents hercyniens.

IV

Calcaires

Discordance

Dépôt remanié

La mise en place des dépôts calcaires.

La discordance est marquée par des éléments du socle remaniés lors d'une transgression.

La fin paléozoïque est marquée par une forte altération (latérite ferrugineuse) et érosion du relief.

III

Veinule de tourmaline

Veinule de quartz

La mise en place des veinules de quartz à sulfures.

II

Veinule d'aplite

Un riche cortège filonien accompagne les intrusions granitiques telles que les aplites, pegmatites et tourmalines.

I

Métamorphisme de contact

Schistes

Granite rose

Granite gris

La montée de l'intrusion granitique au poste westphalien.

Ce granite intrude les formations schisteuses et forme un léger métamorphisme de contact (faciès schiste vert). Suit d'une mise en place d'un granite rose.

Phase compressive anté-viséenne.

Les sédiments du silurien et du dévonien déposés par la mer ont été plissés lors de la phase calédonienne.

Figure 91 : Schéma récapitulatif des différents événements géologiques.

IV.9.Hypothèse génétique

La marge septentrionale des hauts plateaux est caractérisée par l'existence de la minéralisation à Pb, Zn, Cu, Ba, qui se répartissent principalement dans les districts d'EL-Abed et Ghar Roubane.

A Ghar Roubane, les minéralisations sont pour la plus part filoniennes de direction NE-NW et liées à des remplissages des fractures ouvertes, dont la densité est fonction des fracturations issues des contraintes tectoniques.

En effet, à Beni Snouss les filons de barytine sont encaissés notamment au sein du Paléozoïque ainsi que la couverture, dans des cassures considérées comme des failles drains et pièges de la minéralisation en recoupant franchement l'encaissant, elle est alors au moins postérieure à la série liasique,

G.Lucas (1952) a remarqué au Djebel Menchar plus à l'Est, des filons de barytine recoupant le Lusitanien et en plusieurs points de la galène écrasée dans des cassures, ce qui lui fait dire que la minéralisation serait post Jurassique et antérieure au dernier rejeu tectonique et la met en rapport avec l'orogénèse alpine.

D'autre part ,d'après (Jebrak et al 1983 in Zaknoun 1995) , les caractères extensifs des filons tels que la massivité , l'absence de rubanement , la faible hauteur et le contrôle prouvé de la tectonique matérialisée par l'ouverture du système de fracturation, la présence de minéralisation au sein de deux familles de failles conjuguées créées lors de la phase compressive Miocène (S.Elmi , 1973) et tenant compte des événements géodynamiques liés à l' orogénèse Atlasique durant le Tertiaire , tous ces arguments nous amènent à suggérer une mise en place de la minéralisation durant la phase de relaxation au Miocène inférieur (Zaknoun et al , 1995).

B.Touahri, (1991) a proposé l'idée d'une origine hydrothermale et généralise les caractères de l'évolution tectono-sédimentaire des paléo structures hercyniennes majeures (horst occidentaux et horst de Saida Tifrit), le rôle des failles et des discontinuités sédimentaires dans le drainage des fluides hydrothermaux est important, notamment dans la circulation des eaux connées chaudes qui refluent des bassins sédimentaires subsidents.

IV.10. Conclusion de l'étude gîtologique

La minéralisation dans le secteur de Beni Snouss a une morphologie filonienne, l'étude macroscopique nous a permis d'affirmer qu'elle s'est effectuée par le remplissage des fractures traversant les calcaires liasiques, schistes et les granites du socle Paléozoïque.

La minéralisation montre des textures variées dont les plus importants sont les textures massives et bréchiques.

L'étude microscopique révèle une phase hydrothermale épigénétique, composée d'une association minéralogique à barytine, galène, pyrite, chalcopryrite et marcassite suivit d'une phase supergène exprimée par les minéraux d'altération tels que la malachite, azurite, cérusite et la limonite. La gangue est constituée de quartz et des éléments du granite.

Selon S. Elmis (1973) la minéralisation s'est mise en place probablement durant la phase distensive Oligo-Miocène, faisant rejouer les accidents décrochant en failles normales favorisant la circulation des fluides.

CHAPITRE V

GÉOMATÉRIEAUX

La barytine dans le domaine des géomatériaux

1- Aspect géologique

La barytine est un minéral tendre mais lourd, légèrement teinté de blanc, gris, jaune ou brunâtre. Elle présente un éclat vitreux à nacré. Sa poussière est blanche.

La barytine, dont la formule est BaSO_4 , est un minéral, extrait brut du sol, de sulfate de baryum (aussi appelé baryte sulfatée). C'est une des principales sources de baryum. Elle est opaque aux rayons X, son véritable nom français est « **barytine** ».

Les cristaux de barytine peuvent être développés et présenter de belles facettes de forme tabulaire très aplaties, réunies sous le facies de « barytine crêtée ». Mais le plus souvent la barytine se présente en concrétions globulaires ou fibreuses, ou en masses lamellaires plus ou moins translucides, généralement blanches, parfois grisâtres ou jaunâtres. Les barytines fortement colorés sont plus rares : les couleurs rouges, jaune, marron etc., sont dues à des inclusions de matières étrangères : principalement les oxydes de fer, des sulfures et matières organiques.



Figure 92: Photo montrant un cristal de barytine



figure 93: Barytine orange en forme de rosettes



Figure 94: Photos montrant les sulfates de Baryum en poudre.

2- Minéralogie

La barytine se trouve fréquemment dans les cavités associées aux minerais sulfureux notamment ceux de Plomb, Zinc et d'Argent.

Elle est caractérisé par sa densité élevée qui est de 4,3 à 4,6 et par la perfection de ses cristaux orthorhombiques de couleur blanche

Détruite en poudre; elle sert de matière à charge pour le papier, les peintures, en céramique (pour les glaçages et les émaux) utilisée principalement pour alourdir les boues de forage, et c'est le principal minéral de Baryum (Ba).

Les gisements exploitables de Barytine deviennent très nombreux à partir du Trias, et pendent le secondaire, c'est un minéral très ubiquiste.

3- On trouve la baryte :

- Dans les filons de basse température avec calcite, dolomite, fluorine, galène, sulfates de plomb, etc.
- Dans les calcaires, sous forme lenticulaire.
- Dans les grès et les arkoses dont elle est un liant.
- Dans les sources thermales.
- Dans des paléokarsts.
- Dans l'interface entre le socle granitique et la couverture de sédiments ou de retombées volcaniques.
- Dans l'anglésite, minéral, associée au sulfate de plomb ($PbSO_4$), avec des traces de cuivre.
- Dans la célestine, minéral où la baryte est associée au sulfate naturel de strontium ($SrSO_4$) avec des traces de Calcium. « La célestine (pôle Strontium) donne un isomorphisme complet avec la baryte (pôle baryum). Elle fait partie du groupe de la Baryte. Paradoxalement la couleur bleu pâle qui semble la caractériser n'est pas la plus couramment rencontrée. »

4- Aspect économique

Les prix pratiqués sont très variables et dépendent de la qualité de matériau et des procédés de traitement plus ou moins sophistiqués qui sont utilisés pour répondre aux besoins des marchés.

La barytine brute pour forages vaut environ 40 DOLLARS (MAROC). La barytine broyée qualité forage coute 75,5 DOLLARS (USA). En Europe le cout moyen rendu usine utilisatrice de la barytine broyée pour la chimie varie de 75 à 95 DOLLARS, la barytine broyée pour charges et verrerie coute entre 130 à 135 DOLLARS.

5- Les principaux gisements de barytine en Algérie

Des nombreux affleurements de baryte existent en beaucoup d’endroits d’Algérie, particulièrement dans les zones atlasiques: **Aïn Mimoun** (W. Khenchela), **Boucaïd** (W. Tissemsilt), **Mellal** (W. Tlemcen) et **Koudiat Safia** (W. Médéa).

Dont plusieurs sont développés et peu en production, donnant un potentiel de 40.000 t/an, utilisée principalement dans le secteur des forages pétroliers.

6- Exploitation minière et traitement de minerai

Pour exploiter la barytine, on utilise des méthodes d’exploitation souterraines ou à ciel ouvert.



figure 95: Photo montrant l’exploitation souterraine.



Figure 96: Photo montrant l’exploitation à ciel ouvert.

Environ 260 000 t de tout venant sont traitées annuellement pour une production de concentrés marchands comprise entre 70 et 100 000 t (capacité de l’usine de traitement).

1. **Concassage**
2. **Broyage:** qui permet une réduction granulométrique.



Figure 97 : Photo montrant le concassage de barytine.



Figure 98: Photo montrant un concasseur à mâchoires.

3. **Cyclonage** : Le minerai broyé est mis en suspension dans l'eau pour suivre une opération de cyclonage.
4. **Flottation**: Le principe du procédé de flottation est de rendre hydrophobe les particules à séparer au moyen de réactifs.



Figure 99: Photo montrant la batterie de cellules de flottation.

5. **Essorage**: Par l'addition simultanée d'un agent moussant et de fines bulles d'air, les particules de barytine sont rassemblées sous forme d'une écume surnageant récoltée par simple débordement.



Figure 100: Photo montrant essorage de la barytine flottée.

6. **Filtration:** Le produit obtenu se présente sous forme d'une poudre humide (7 à 8 % d'eau) dont la teneur atteint 98 % de BaSO₄. Il est, sous cette forme, commercialisé à destination de l'industrie chimique.
7. **Séchage:** Pour les utilisations en tant que charges, il devra subir un séchage supplémentaire qui ramènera la teneur en eau à moins de 0,5 %.



Figure 101 : Photo montrant le séchage.

7- Domaines d'utilisations

Le sulfate de baryum, oxyde cristallin, blanc, n'est pas soluble dans l'eau. Sous forme de poudre blanche, il couvre un vaste domaine d'applications. Certaines formes sont toxiques.

- Dans l'industrie pétrolière, sous forme de boue lourde, il augmente la densité des fluides de forages afin d'éviter les fuites de gaz.
- Le sulfate de baryum peut également entrer dans la composition du béton. Il augmente la densité et l'impénétrabilité aux rayons gamma des bétons de construction des centrales nucléaires.
- En radiologie médicale le sulfate de baryum un contrastant qui modifie l'absorption des rayons X, accentue des contrastes et rend lisibles des organes qui ne le seraient pas, tels que les poumons. Il visualise également les différences de densité de l'os.
- La bouillie barytée, non soluble, est utilisée en médecine pour des examens du tube digestif. Cette forme non dangereuse du sulfate de baryum, permet de « visualiser le cheminement du bol alimentaire dans le tube digestif, et de mettre en évidence des fausses routes ou des fistules. »

- Sa masse et son opacité sont utiles en peinture pour charger les enduits et sous-couches. Il ne modifie pas les couleurs des peintures et vernis auxquels il est associé. Le sulfate de baryum sert de base pour la couleur « jaune de baryum ». Toxique, elle a porté d'autres noms au XIXe s, puis a été remplacée par des équivalents synthétiques non toxiques. Dans des œuvres du XIXe s, elle a souvent viré au vert par oxydation.
- Le sulfate de baryum est utilisé dans la plasturgie et l'industrie papetière.
- Le carbonate de baryum est utilisé en verrerie, ainsi que dans le travail de la céramique et de la porcelaine (*glaçure*).
- La barytine d'utilisation chimique présente de 3 à 10% de la consommation mondiale.

8- Propositions

Un programme d'exploration par sondages profonds pourrait générer la découverte d'une minéralisation sulfuré importante, surtout que dans ce type de minéralisation qui peut être considérée comme le stade final de la solidification des solutions hydrothermales sulfurés.

CHAPITRE VI
CONCLUSION
GENERALE

Conclusion générale

Au Nord Ouest de l'Algérie près de la frontière algéro-marocaine se trouve le horst de Ghar Roubane, connu par ses nombreux gites à Pb-Zn-Cu-Ba.

Cette région est considérée comme un élément de la chaîne des horsts dont elle est le prolongement oriental.

Le secteur de Beni Snouss se situe dans l'extrême Est des monts de Ghar Roubane, cette région est constituée par deux unités distinctes : le socle Paléozoïque et la couverture Mésozoïque.

L'étude structurale, pétrographique et géologique du massif de Beni Snouss comporte les traits caractéristiques suivants :

Sur le plan stratigraphique, il s'agit des formations Mésozoïques constituées essentiellement de calcaire Liasique qui repose en discordance sur un socle Paléozoïque formé d'un schiste Silurien et d'un granite Post Westphalien.

les structures rencontrées dans le secteur d'étude s'accordent aux structures générales connues dans les monts de Ghar Roubane.

L'étude pétrographique du massif granitique a permis de révéler deux faciès granitiques à texture grenue :

- Un faciès de granite calco-alcalin de couleur grise constitué d'un sous faciès de granite à tourmaline
- Un faciès de granite rose qui se distingue par sa richesse en tourmaline.

Ces granites sont pourvus d'un riche cortège filonien à savoir : aplites, microgranites, micropegmatites, filonets de quartz et les filons de greisen.

Le granite de Beni Snouss est affecté par des phénomènes post magmatiques de type pneumatolytique ou hydrothermale qui se traduisent par l'apparition de la muscovite et le développement de la tourmaline.

Les granites de Beni Snouss appartiennent à la classe des granites évolués, car ils renferment de la tourmaline, mica lithinifère et topaze.

Les granites (rose et gris) dérivent d'un magma crustale de nature ignée dont l'évolution est contrôlée par une cristallisation fractionnée.

De point de vue géologique, deux types de minéralisation existent dans le secteur d'étude, une se présente sous forme de filonets de quartz à sulfures où on suppose l'existence de l'or et l'autre se présente dans les filons de barytine sur laquelle est fondée notre étude.

La barytine présente plusieurs couleurs (blanche et rose), morphologie et texture.

La minéralisation de barytine est de type gîte filonien, provient d'un remplissage des fractures traversant les calcaires, schistes et granites.

La barytine montre plusieurs textures : massive, veinulée et bréchique.

La minéralisation est caractérisée par une paragenèse polymétallique à Cu-Pb-Zn-Ba, représentée par la barytine qui est le minéral principal, la galène, la chalcopyrrite, la pyrite et marcassite.

Les résultats acquis ont confirmé que l'origine de la minéralisation de barytine est hydrothermale de moyenne à haute température due au jeu de faille lors d'une phase extensive Oligo-Miocène.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BENEST, M. et ELMI, S. (1969) : Précisions stratigraphique sur le Jurassique inférieur et moyen de la partie méridionale des monts de Tlemcen. Compl. Rev. Du sommaire des séances de soc. Géol. de France. Fasc. 8.

BOUALAMET, A. (2014). : Rapport de stage sur la région d'El Abed.

BOUDIAF, M. Et IGAHLOUZENE, S. (2015) : Etude des minéralisations Pb-Zn d'El Abed (Tlemcen) et leurs impacts sur l'environnement. Mémoire de Master UMMTO Tizi-Ouzou.

BOUHENA, S. et AOUICHET, M. (2002) : Contribution à l'étude structurale et à la pétrographie des dolomies du gisement Zn-Pb d'El Abed. Mémoire d'ingénieur d'état USTHB Alger.

BOUTALEB, A., AISSA, D.E et TOUAHRI, B. (1999) : Les gites plombo-zincifères du Hodna: Minéralisations comparables au type « Vallée du Mississipi ». Bull. Ser. Géol. de l'Algérie.

BOUTALEBA, A. et MOUSSAOUI, Kh. (2010) : Etude pétrographique et microthermométrie préliminaire des dolomies et sphalérites d'El Abed - Tlemcen - Nord-Ouest de l'Algérie - Thèse de magister USTHB Alger.

BOURAOUI, R ET MEZIANI, R (2004): Contribution à l'étude Géologie et Géologique des indices polymétalliques de Beni Snouss (Tairret, Mellal, Bouabdous) Monts de Tlemcen (NW. Algérie). Mémoire d'ingénieur d'état USTHB. Alger.

ELMI, S. (1973) : Décrochements et mouvements Atlasiques dans la région frontalière algéro-marocaine (Monts de Ghar Roubane). C.R. Acad. Sci. Paris.

GOUMGHAR, N .et DJEDDI, Y. (2015) : Etude de la minéralisation à Pb-Zn de Deglene (Partie Sud des Monts de Ghar Roubane, Tlemcen, Algérie). Mémoire de Master. UMMTO Tizi-Ouzou.

HARBIBI, Y et MOUSSA, N (2000) : Etude des filons de Brytine de Beni Snouss (Tlemcen) Mémoire d'ingénieur d'état USTHB. Alger.

INGOULENE, O (2013) : Etude des minéralisations polymétalliques à Pb-Zn des Monts de Ghar Roubane (W.Tlemcen) Mémoire de Magister USTHB. Alger.

LABCHRI, D (2011) : Etude des minéralisations d'El Abed (Tlemcen) - Thèse de magister USTHB Alger.

LETOUL, Ch et BOUALAMAT, A.B (2014) : Etude des minéralisations à Ba-Zn-Cu-F des filons de Ghar Roubane. Monts de Tlemcen (NW Algérien). Mémoire de Master USTHB. Alger.

LUCAS, G(1942) : Description géologique et pétrographique des monts de Ghar Roubane et Sidi El Abed, Bull, Ser, Car, Geol, Algérie, 2 ème série N° 16.

LUCAS, G (1952) : Tectonique des gites minéraux C.R Conférence à la fac d'Alger.

LUCAS, G (1954) : Relation de la structure géologique de la minéralisation plombo-zincifère dans la région de Ghar Roubane frontière algéro-marocaine **XIX**. Congrès géol. Inter C.R. Sect .**XII** .

MEZIANI, T ET MENIA, R (2015) : Étude de la minéralisation de Barytine de la région de Beni Snouss (W. Tlemcen).

MIMOUNI, Dj et MAHBOUBI, H. (2014) : Etude géologique de l'indice de minéralisation « djebel Deglene » (partie Sud des Monts de Ghar Roubane, Tlemcen, Algérie).Thèse de magister Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen.

SALAH,Ab ET BOUSTA, Ab (2013) : Traitement statistique des données analytiques du Horst de Ghar Roubane. Mémoire de Master Académique Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen.