

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



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques et Sciences géologiques
Département de Géologie
Mémoire du projet de fin d'étude pour l'obtention d'un
Diplôme de Master en Géologie
Option : Ressources Minérales Géomateriaux et Environnement

Thème :

**Etude de la minéralisation associées au socle et la couverture de
(Beni-Snous et Deglène) Monts des Ghar Roubane**

Etudié par :
Mr.AZZOUN ZAKARIA
Mr.SABEUR MOHAMED WASSIM

Soutenu publiquement le : 14/12/2020

Devant le jury composé de :

Président : A.MAKHLOUF (Maitre assistant B)	(FSBSA/UMMTO)
Rapporteur : M. LABCHRI DAHBIA (Maitre assistant A)	(FSBSA/UMMTO)
Examineur : Mr. A.HAMIS (Maitre assistant A)	(FSBSA/UMMTO)

Promotion 2020

Remerciements

(الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات)

Tout d'abord nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir aidé et donné le courage et la volonté pour mener ce modeste travail.

Nos premiers et profonds remerciements et respects s'adressent à notre promotrice **Mme. IZRI.D** qui a acceptée de nous diriger tout au long de la réalisation de ce mémoire et qui nous a fortement encourager et conseiller.

Nos remerciements vont à **M HAMIS.A** pour nous avoir fait le grand honneur de présider le jury de ce mémoire.

Nos vifs remerciements vont à **M. MAKHLOUF.A** pour avoir bien voulu accepter d'examiner notre travail du faire partie du jury, et de nous avoir permis de profiter de sa connaissance profonde en géologie.

Nous voulons plus particulièrement exprimer notre profonde reconnaissance en géologie minière à **M SAMI.L** et **M.ZEGHOUANE.H** et tous les enseignants qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à notre formation, et toute notre promotion (2019/2020).

Mes remerciements vont également à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes très chers **parents** pour leurs sacrifices et leurs encouragements durant toutes mes études.*

*Mes frères **Ali, Hafid, Lounis, Rabeh, Sofiane, Rachid** ,*

Tous mes amis géologues, spécialement pour son aide, et

Mes cousins

*Mon binôme **SABEUR MOHAMED WASSIM.***

AZZOUN ZAKARIA

DÉDICACES

Je dédie ce travail à :

A celle qui m' a imprégné l' essence de son être, de sa générosité et de sa Gentillesse, A toi maman, je te dédie ce travail qui est le fruit de ta Patience et de ton éducation. A mon père qui n' a cessé de me procurer son aide durant mes années d' études.

Un grand merci à mes deux frères Houssein et Anes.

A mes grands-parents maternels. Mes oncles

A mes amis : Kamel, Abdelaziz, Chaban, Nadjib

Farouk, Abderrahim. Aghiles, Zinou, Younes

Et Mon binôme Azzoun Zakaria

Sabeur Mohamed Wassim

Résumé

- Les formations géologiques qui affleurent dans la région de Ghar Roubane sont structurés en deux ensemble :
 - Un socle Paléozoïque comprenant des formations volcano-sédimentaires
 - Une couverture Mésozoïque transgressive et discordante sur le socle Paléozoïque, constituée des série sédimentaires d'Age Jurassique
 - Le massif de Beni snouss se situe dans la partie orientale de horst de Ghar Roubane
 - La région de Deglene fait partie des monts de Ghar Roubane qui est Située dans la zone Nord occidentale de l'Algerie.
 - L'observation macroscopique de la minéralisation et de son encaissant montre l'existence de plusieurs textures : disséminée, Veinulée, béchique et massive.
 - L'étude microscopique présente une association minéralogique à Galène, Sphalérite, Pyrite et Chalcopyrite suivit par des minéraux d'altération.
 - La minéralisation encaissée dans les dolomies qui existent en deux génération
 - Dolomite diagénétique
 - Dolomite épigénétique
- Mot clé : Beni snouss, Deglen, Ghar Roubane, Paléozoïque, couverture Mésozoïque
Minéralisation, jurassique, texture,

Abstract

- The geological formations which outcrop in the region of Ghar Roubane are structured in two groups:

-The Paleozoic basement including volcano-sedimentary formations intersected by micro granular shallow intrusion.

-A transgressive and discordant Mesozoic cover on the Paleozoic basement, made up of the Jurassic Age sedimentary series

The Beni Snouss massif is located in the eastern part of Ghar Roubane horst.

The region of Deglene is part of the mountains of Ghar Roubane which is located in the North West area of Algeria.

- Macroscopic observation of the mineralization and its surrounding area shows the existence of several textures: disseminated, veined, bechic and massive.

- The microscopic study presents a mineralogical association with Galena, Sphalerite, Pyrite and Chalcopyrite followed by weathering minerals.

The mineralization hosted in the dolomites which exist in two generations

- Diagenetic dolomite
- Epigenetic dolomite

Keyword: Beni snouss, Deglen, Ghar Roubane, Paleozoic, Mesozoic blanket

Mineralization, Jurassic, Texture.

Tableau de figure

N° de figure	Nom de figure	Chapitre	N° de page
01.	Situation géographique du Horst de Ghar Roubane	I	5
02.	Situation géographique et géologique des Monts de Rhar Roubane	I	6
03.	situation géographique de beni senouss	I	7
03-2.	Situation géographique de la région de Deglen (Extrait de la carte topographique de Ghar Roubane échelle 1 /50000)	I	8
4.	Tableau des températures (°C) de la Wilaya de Tlemcen relevée sur une période de 10 ans.	I	9
5.	Réseau hydrographique du bassin de la Tafna	I	10
6.	Schéma structural de la chaîne tello-rifaine (WILDI, 1981).	II	14
7.	Schéma structural du Nord-Ouest de la chaine Tellienne (BOUTALEB 2010).	II	15
8.	Extrait de la carte géologique des Monts de Ghar Roubane (G. Lucas 1942)	II	17
9.	Log synthétique du horst de Ghar Roubane (G. Lucas, 1942) MODIFIE	II	20
10.	Carte structurale schématique des Monts de Ghar-Roubane et des régions voisines (S. Elmi, 1988)	II	22
11.	Schéma structural simplifié de la région de Ghar Roubane (LUCAS, 1952)modifié Labchri 2011	II	23
12.	carte de structure générale des Monts de Ghar Roubane (S. Elmi, 1988)	II	24
13.	photo montrant le socle et sa couverture en discordance.	III	27
14.	Coupe schématique E-W de Beni Snouss	III	28
15.	coupe géologique schématique de djebel Mellal (G.Lucas, 1942) (sans échelle)	III	29
16.	Extrait de la carte géologique des monts de Ghar Roubane(G. Lucas, 1942)	III	30
17.	Carte géologique des Monts de Beni Snous avec la répartition des indices aurifères (Aissa D.E et Hadj Mohamed Nacéra, 2008)	III	31
18.	Photo montrant l'affleurement des schistes anté Viséen à Mellal.	III	32
19.	Photo montrant une vue générale des schistes anté Viséen	III	32
20.	photographie montrant à bancs de calcaires ferrugineux ET les formes de boudinage du socle primaire de Deglene	III	32
21.	Photo montrant les calcaires du Lias à barytine et calcite et Ammonite à Beni-Snous,	III	33
22.	Photographie montrant une breche dolomitique intraformationnelle entre le Toarcien et l'Aalénien à Deglène	III	34
23.	Photographie du faciès du dolomies a amonites du Bathonien superieur au niveau de Deglène	III	35
24.	Photographie des calcaires ferrugineux du Bathonien leur recoupé par la minéralisation à Deglène	III	35

25.	Photographie montrant les calcaires gris à Ammonites.	III	36
26.	Photographie de la couverture mésozoïque (Bathonien, Kimméridgien et le Portlandien sur les falaises de Deglène).	III	37
27.	fente de tension dans les calcaires de Mellal.	III	38
28.	Carte linéaire (d'après Zaknoun et Zebbar, 1995).	III	40
29.	Photo montrant le granite gris de Bouabdous.	III	42
30.	Photographie montre filon de barytine encaissé dans les schistes de bouabdous.	III	42
31.	photo montrant un granite rose à nodules de tourmaline.	III	44
32.	photo montrant le granite rose de Tairét.	III	44
33.	photographie montre contact entre le granite et les schistes à Tairét.	III	44
34.	Les nodules du Tourmaline dans les Granites de Tairét	III	45
35.	microphotographie d'une dolomicrite à fantômes d'oolithes	IV	54
36.	Microphotographie d'une dolosparite formé par transformation diagénétique donnant une mosaïque de cristaux automorphes	IV	55
37.	Photographie montrant une dolomite à texture zébré	IV	55
38.	Microphotographie de la dolomite zébrée (a - dolomite microcristalline, b - dolomite blanche spathique à cœur nuageux) G× 4	IV	56
39.	Microphotographie de la dolomite zébrée (a - dolomite microcristalline, b - dolomite blanche spathique à cœur nuageux) G×4	IV	56
40.	Microphotographie montrant le détail de la dolomite baroque	IV	57
41.	Photographie de la dolomite veinulée	IV	57
42.	microphotographie d'une veine de dolomite qui recoupe le facies du Bathonien	IV	57
43.	photographie de géodes de Quartz II (a : associé à la dolomite baroque, b : associé à la minéralisation, c : grossissement de b avec la loupe)	IV	58
44.	Dolomies diagénétique grises fracturées et cimentées par des dolomies épigénétique blanches à roses, ce qui lui confère un caractère bréchiq	IV	59
45.	photographie d'un échantillon de dolomite rose associé a la galene	IV	59
46.	Minéralisation à Galène disséminée associée à la dolomite grise	IV	60
47.	Veinule centimétrique remplie de Dolomite blanche associée à une minéralisation à Galène	IV	60
48.	Veinule de Galène qui recoupe une veine de Dolomite.	IV	60
49.	Photo montrant une texture de crustification de dolomite rose sertie de moucheture de pyrite cuivreuse et Barytine.	IV	61
50.	Photo montrant la sphalérite zonée lame mince (L.N Gx10), (Chaa.H 2010)	IV	61

51.	Photo montrant une texture rubanée de dolomite blanche et grise	IV	62
52.	Figure 52 : Photo montrant une texture de crustification de dolomite rose sertie de moucheture de pyrite cuivreuse.	IV	62
53.	Microphotographie à Sphalérite qui recoupe la dolomite grise et blanche.	IV	63
54.	Photographie d'un échantillon de Dolomie rose avec Sphalérite	IV	63
55.	Microphotographie d'association Sphalérite + Galène (S.P LPA G)	IV	64
56.	Microphotographie d'une Sphalérite (en S.P LPnA montrant des irisations G×20)	IV	64
57.	Microphotographie d'une Sphalérite qui recoupe la dolomite (L.M G X 4)	IV	64
58.	Microphotographie de la Sphalérite avec une teinte brunâtre (L.M G X 10)	IV	64
59.	Photographie d'un échantillon montrant de la Galène en dissémination	IV	65
60.	Photographie montrant la Galène II de remplissage associé à la dolomite blanche (DIV)	IV	65
61.	Photographie de veines de Galène III recoupant la dolomite blanche (DIII)	IV	66
62.	Microphotographie de la Galène (S.P LPA G×20)	IV	66
63.	Photographie d'un échantillon de Dolomie micritique associée avec la Pyrite	IV	67
64.	Photographie d'un échantillon de Dolomie micritique associée avec deux générations de pyrite	IV	67
65.	Microphotographie de la Dolomite associée à la Pyrite (I et II) (S.P LPA G X 40).	IV	68
66.	Microphotographie de la Dolomite associée à la Chalcopryrite (S.P LPA G X 40)	IV	68
67.	Photographie d'un échantillon de Malachite	IV	69
68.	Photographie d'un échantillon de dendrites de Manganèse	IV	69
69.	Microphotographie montrant un Plagioclase fissuré LPA.GX10	IV	71
70.	Microphotographie montrant une Biotite chloritisée LPA.GX10	IV	71
71.	Microphotographie montrant une Tourmaline vert bleuté LPA.GX10	IV	71
72.	Microphotographie montrant une Tourmaline chloritisée LPA.GX10	IV	71
73.	Microphotographie montrant l'apatite et le Zircon LPA.GX10	IV	72
74.	Microphotographie montrant un grain de Topaze LPA.GX10	IV	72
75.	Microphotographie montrant un grain de Grenat LPA.GX4	IV	72
76.	Microphotographie montrant la calcédoine LPA.GX10.	IV	72
77.	Microphotographie montrant le Sphène dans une plage du quartz LPA.GX40.	IV	72

78.	Microphotographie montrant le Sphène dans une plage de quartz LPA.GX10.	IV	72
79.	microphotographie montrant un filon de barytine (LPAX10)	IV	73
80.	microphotographie montrant un vin de barytine (LPNAX10)	IV	73
81.	microphotographie montrant la biotite chloritisée (LPNAX10)	IV	74
82.	microphotographie montrant un barytine fibreuse (LPNAX10)	IV	74
83.	microphotographie montrant une chlorite bleu (LPAX10)	IV	74
84.	microphotographie montrant un orthose (LPAX10)	IV	74
85.	microphotographie montrant la tourmaline et la barytine(LPAX10).	IV	74
86.	microphotographie montrant la barytine et les plagioclases(LPAX10).	IV	74
87.	microphotographie montrant la myrmékite (LPAX10).	IV	75
88.	microphotographie montrant la myrmékite (LPNAX10).	IV	75
89.	microphotographie montrant le quartz bipyramidale (LPAX10).	IV	75
90.	Microphotographie montrant le quartz bipyramidale (LPAX40).	IV	75
91.	Microphotographie montrant deux générations de quartz (LPAX10).	IV	76
92.	Microphotographie montrant un brachiopode entouré par la calcite (LPAX10).	IV	76
93.	Microphotographie montrant un calcaire à bioclaste(LPAX10).	IV	76
94.	Microphotographie montrant une barytine fibro-radiée(LPAX10).	IV	77
95.	Microphotographie montrant une barytine fibro-radiée(LPAX10).	IV	77
96.	Microphotographie montrant une barytine cryptocristalline (LPAX10).	IV	77
97.	Microphotographie montrant une barytine cryptocristalline dans une fissure(LPAX10).	IV	77
98.	microphotographie montrant le contact entre la marcassite, la barytine et la calcite(LPAX10).	IV	78
99.	microphotographie montrant le contact entre la marcassite, la barytine et la calcite(LPAX10).	IV	78
100.	photo montrant un échantillon de schiste satiné	IV	78
101.	microphotographie les minéraux suivant la schistosité (LPAX10).	IV	79
102.	microphotographie montrant les minéraux suivant la schistosité(LPAX10).	IV	79
103.	Tableau paragénetique de la région de Deglen	IV	80
104.	Tableau paragénetique de la région de Beni snous	IV	81
105.	Schéma récapitulatif des différents événements géologiques d'après Labchri.D et Salhi (sans échelle).	IV	83

106.	schema de Modèle conceptuel adopté par Makhoukhi et al. (1993) pour expliquer la mise en place des minéralisations de Bédiane, Touissit et Bou Bekeur au Maroc	IV	84
107.	Pour Makhoukhi (1993) : la minéralisation karstique est exclusivement hydrothermale et elle ne fait aucune allusion aux produits de remplissages karstiques détritiques.	IV	85
108.	Modèle proposé par Touahri, (1991) pour expliquer l'origine des produits de remplissage karstiques: surrection et érosion en zone littorale puis dépôt des sédiments internes du karst au Dogger.	IV	86

Liste des abréviations

Arag	Aragonite
BAREM	Bureau Algerien De Recherche et d'exploitation Minière
Cér	Cérousite
Chpy	Chalcopyrite
Cl	Chlore
Cov	Covellite
DI	Dolomite
E	Est
G×	Grossissement
Ga	Galène
L.M	Lame Mince
LPA	Lumière Polarisée Analyisée
LPnA	Lumière Polarisée Non Analyisée
Mal	Malachite
Mn	Manganèse
N	Nord
Na	Sodium
Ox	Oxyde
Pb	Plomb
Pyr	Pyrite
Qtz	Quartz
S	Sud
SONAREM	Société Nationale de la Recherche et d'Exploitation Minière
S.P	Section Polie
Sph	Sphalerite
TAG	Trias Argileux Gréseux
USTHB	Université Des Sciences Et De La Technologie Houari Boumediene
UMMTO	Université Mouloud Mammeri Tizi ouzou
W	West
W.	Wilaya
Zn	Zinc

SOMMAIRE

Remerciements						
Résumé						
Abstract						
Liste des figures						
Liste d'abréviation						
INTRODUCTION GENERALE			P.01			
CHAPITRE I : GENERALITE						
I.1	Introduction		P.04			
I.2	But du travail		P.04			
I-3	Méthodologie		P.04			
I-4	Situation géographique des Monts de Ghar Roubane		P.05			
I-5	Situation géographique de la zone d'étude (Beni-Snouss et Deglène)		P.07			
I-6	Climat et végétation		P.08			
I-7	Travaux antérieures		P.11			
CHAPITRE II : GEOLOGIE REGIONALE						
II.1	Introduction		P.14			
II.2	Cadre géologique		P.14			
II.3	Stratigraphie			P.15 P.19		
	II. 3.1	Le Paléozoïque			P.15	
		II.3.1.1	Le Paléozoïque indéterminé		P.16	
		II.3.1.2	Le Gothlandien		P.16	
		II.3.1.3	Le Dévonien		P.16	
		II.3.1.4	Le carbonifère		P.16	
			a)		Le Viséen inférieur et moyen (les horsts de Ghar Rouban et du Djorf Ouazène)	P.16
			b)		Le Viséen supérieur (des horsts de Touissit)	P.16
			c)		Le Viséen Supérieur et le Namurien (horst de Mendjel Ekhal)	P.16
	II.3.1.5	Les Roches Eruptives	P.16			
	II.3.2	Le Mésozoïque			P.18	
		II.3.2.1	Le Trias		P.18	
			a		Le Permo-Trias des Horsts	P.18
			b		Le Trias gypseux des lagunes	P.18
		II.3.2.2.	Le Jurassique		P.18	
			II.3.2.2.1.		Le Lias	P.18
a				Le lias inférieur	P.18	
b				Le Lias moyen (Carixien–Domerien)	P.18	
c				Le Lias supérieur (Le Toarcien)	P.18	
II.3.2.2.2.		Le Dogger		P.19		
II.3	II.3.2	II.3.2.2.	II.3.2.2.2.	P.19		
			a	L'Aleno-bajocien inférieur-moyen	P.19	
II.3	II.3.2	II.3.2.2.	b	P.19		
		Le Bajocien supérieur		P.19		

			c	Le Bathonien	P.19		
		II.3.2.2.3		Le Malm	P.19		
			a	Le Callovo-Oxfordien	P.19		
			b	Le Lusitanien	P.19		
			c	Le Kimméridgien–Portlandien	P.19		
II.4.	Paléogéographie						P.21
	a	Le Paléozoïque			P.21		
	b	Le Mésozoïque			P.21		
II.5.	Tectonique						P.21
	a	La Tectonique souple			P.24		
	b	La Tectonique cassante			P.24		
II.6	Géologie régionale						P.25
	II.6.1	Les gisements de cassures encaissés dans le socle			P.25		
	II.6.2	Les gisements associés aux dolomies liasiques			P.25		
II.7	Conclusion						P.26
	a	Le Paléozoïque			P.26		
	b	Le Mésozoïque			P.26		
CHAPITRE III : GEOLOGIE LOCALE							
III.1	Introduction						P.27
III.2	Stratigraphie						
	III.2.1	Le Paléozoïque					
		a	Les Schistes du Silurien		P.31	P.28	
	III.2.2	La couverture mésozoïque				P.32	
		a	Le Jurassique inférieur		P.33		P.27
		b	Le Jurassique moyen		P.33		-
		c	Le Jurassique supérieur		P.33		P.37
	III.2.3	Le Quaternaire				P.37	
		a	Le Pliocène		P.37		
		b	Le Pléistocène et Holocène		P.37		
III.3	Tectonique						P.37
	III.3.1	Etude de la fracturation				P.38	
		a	Les éléments microstructuraux		P.38		P.39
		b	Les éléments macrostructuraux		P.39		
III.4	Essai d'interprétation						P.40
III.5	Magmatisme						
	a	Granites post Westphalien			P.41		P.41
	b	Granite de Bouabdous			P.41		-
	c	Granite de Tairat			P.43		P.48
	e	Différence entre le granite rose et gris			P.48		
III.6	Conclusion						P.50
CHAPITRE IV : ETUDE GÉOLOGIQUE							
IV.1	Introduction						P.52
IV.2	L'HYPOTHESE GÉNÉTIQUE						P.53
IV.3	Etude de l'encaissant						P.54

	IV-3.1	Stade diagénétique		P.54	- P.57	
		A	Dolomicrite (DI)			P.54
		B	Dolomite microcristalline(DII)			P.54
	C	Dolomite zébré (DIII)	P.55			
	IV-3.2	Stade épigénétique		P.56		
		A	Dolomite baroque blanche (DIV)			P.56
B		Dolomite veinulée (DV)	P.57			
	C	Dolomite baroque rose (DVI)	P.57			
IV.4	ETUDE TEXTURALE DES MINERALISATIONS				P.59 - P62	
IV.3.1.	Texture bréchique		P.59			
IV.3.2.	Texture massive		P.59			
IV.3.3.	Texture disséminée		P.60			
IV.3.4.	Texture veinulée		P.60			
IV.3.5.	Texture géodique		P.61			
IV.3.6.	Texture zonée		P.61			
IV.3.7.	Texture rubanée		P.62			
IV.3.8.	Texture mouchetée		P.62			
IV.5	ETUDE DE LA MINERALISATION				P.63 - P.70 - P.63 - P.87	
A	La minéralisation de deglène		P.63 - P.70			
	1	Minéralisation abondante		P.63		
		La Sphalérite (ZnS) :				P.63
		La Galène (PbS):				P.64
	2	Les Minéralisation de paragenèse		P.67		
		La Pyrite (FeS2)				P.67
		La Chalcopyrite (CuFeS2)				P.68
	3	Les Minéraux supergènes		P.69		
		La Cérusite (PbCO3)				P.69
		La Covélite (CuS)				P.69
La Malachite (Cu2(CO3)(OH)2)		P.69				
	Le Manganèse (MnO)	P.69				
	Relation entre la minéralisation et l'encaissant dolomitique		P.69			
	Relation entre la minéralisation sulfurée et la tectonique		P.70			
B	La minéralisation de Beni snous		P.70 - P.78			
	1	Minéralisation liée au granite		P.70		
	2	Minéralisation liée au calcaire		P.75		
	3	Minéralisation a barytine associée au schistes		P.78		
C	Description macroscopique des filons à barytine		P.82			
IV.6	Modèle génétique			P.84		
IV.7	Conclusion de l'étude gitologique			P.87		
CHAPITRE V : Conclusion générale						

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Ce mémoire a pour objectif la contribution à l'étude géologique et gîtologique des gisements associés socle Paléozoïque et sa couverture Mésozoïque de Deglène et Beni Snous.

Les minéralisations que l'on rencontre sont essentiellement Plombo-Zincifères à Cuprifères associés aux dolomies du Jurassique inférieur et moyen de Deglène, et des minéralisations à Barytine associées au granite de Beni Snous.

Ce travail sera structuré en chapitre comme suit :

Le premier chapitre sera une présentation des traits généraux de Ghar Roubane et de son contexte (situation géographique ; historique des travaux).

Le deuxième chapitre introduira l'organisation, lithostratigraphique, tectonique et paléogéographique de cette région.

Le troisième chapitre sera la description géologique et sédimentologique du socle primaire et sa couverture jurassique essentiellement carbonatée du Mésozoïque inférieure et moyen, et les manifestations tectoniques dessinatrices des structures caractérisant la région en question (Deglène) et Beni Snous.

Le Quatrième chapitre sera une étude gîtologique, pétrographique, texturale, une étude des sections polies et lames minces, qui permettront d'établir la succession paragenétique, ainsi que les relations entre l'encaissant et les différentes phases minérales.

- Nous clôturons ce travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I

GENERALITE

I-1. Introduction

L'Algérie fait partie du bloc Nord-Ouest Africain. Elle est subdivisée en zones allongées en direction Est-Ouest parallèlement à la mer méditerranée, où l'on distingue les deux grands domaines :

-le domaine Septentrionale : qui comprend les chaînes côtières et les hautes plaines.

-le domaine Méridional : constitué de l'Atlas Saharien et Sahara.

Le Nord de l'Algérie appartient à la province alpine mésogène, qui couvre la chaîne bétique du Sud de l'Espagne et le Nord du Maroc. En Algérie du Nord, un socle ancien (Hercynien) affleure dans les Massifs de la grande et petite Kabylie, de l'Edough, et au cœur des horsts de la mégazone du domaine des Hauts Plateaux du Maghreb,

Les monts de Ghar Roubane font partie de l'aire métallogénique occidentale de la chaîne tellienne de l'Algérie, qui est caractérisée par un des indices polymétalliques à (Pb, Zn, Cu et Ba).

I-2. But de travail :

L'objectif de notre travail est :

- Une synthèse bibliographique des travaux géologiques réalisés sur la région de Ghar Roubane.
- La Réalisation d'une étude géologique et pétrographique des granites de Beni-Snouss et les dolomies de Deglène et les minéralisations associées.
- Une Description microscopique des minerais à partir des échantillons prélevés sur terrain.
- L'Etablissement d'un modèle génétique de la minéralisation.

I-3. Méthodologie :

Ce travail a nécessité l'utilisation de méthodes classiques, une synthèse bibliographique sur les travaux antérieurs dans la région, concernant la géologie et la géologie, suite à cela un stage de terrain a été effectué dans la zone d'étude, complété par une étude de laboratoire.

La réalisation de ce travail s'est faite selon les étapes suivantes :

➤ Les travaux bibliographiques :

Une synthèse bibliographique a été établie sur la base des travaux antérieurs les différents mémoires, les articles et les publications, qui ont concerné notre zone d'étude.

➤ Les travaux de terrain :

Le travail de terrain a consisté en un stage de terrain qui a permis :

- Une observation de la minéralisation affleurant et de son encaissant;
- Une étude de la relation existant entre eux ;
- Un échantillonnage minutieux ;
- La mesure de plusieurs directions et pendage de failles.

➤ Les travaux de laboratoire :

Au laboratoire le travail a été complété par

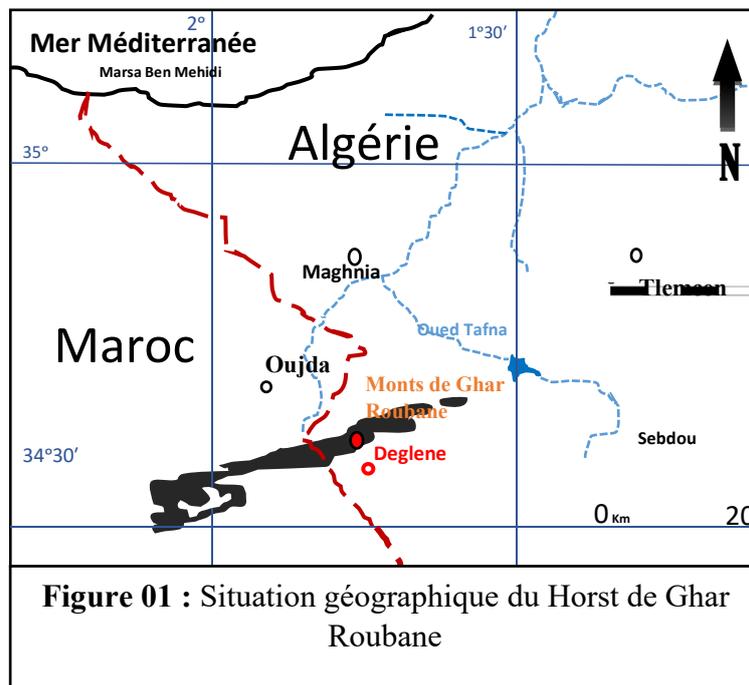
- la réalisation de sections polies ;
- L'étude des lames mince sous microscope ;
- L'étude des sections polies macroscopiquement et microscopiquement.

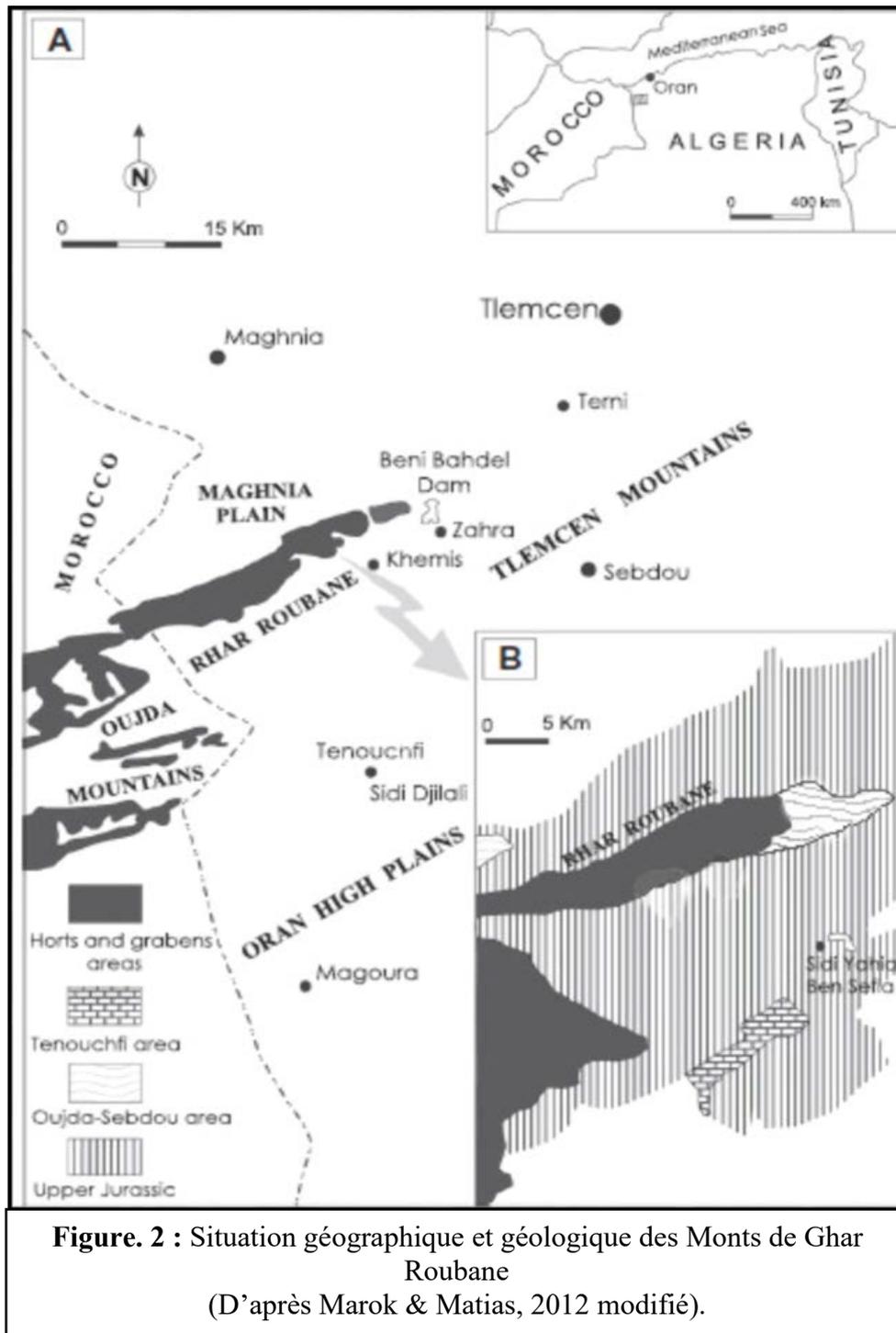
I-4. Situation géographique des Monts de Ghar Roubane :

Les Monts de Ghar Roubane cumule une longueur de 30 km sur une largeur de 6 km, ils se situent au NW du pays et font partie des Monts de Tlemcen avec une orientation prédominante WSW-ENE. Ils sont limités au Nord par la plaine de Maghnia, au Sud par les hautes plaines Oranaise, à l'Est par les monts de Tlemcen et enfin à l'Ouest par les monts d'Oujda.

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

- Les monts de Kef.
- La région de Ras Asfour qui est constitué de Nord au Sud par : le talus de Bou-said, la barrière et le plateau de Ras Asfour.
- La chaîne de Ténouchfi.
- Le massif de Raourai.





I-5. Situation géographique des zones d'études Beni Snouss et Deglène :

Les zones d'études dénommées **Beni Snous et Deglène**, appartiennent aux Monts de Ghar-Rouban, à quelques mètres de la frontière Algéro-Marocaine dans les hauts plateaux, délimitées par Namlou au Nord, Ghar-Rouban à l'Ouest, Sidi El Arbi et Mazzer à l'Est, et la mine d'El Abed au Sud.

Le territoire de la commune de **Beni Snous** est situé à l'ouest de la wilaya de Tlemcen. La ville d'El Fahs (**Beni Hammou**), est située à 41 km au sud-ouest de Tlemcen. et à 5km au NW de la commune de Beni-Snouss dans la daïra de Sebdu. La région est très montagneuse a versants abrupts, Encadrée dans sa partie occidentale par la crête de Djebel Aimer et son flanc ouest (1207m), dans sa partie orientale par djebel Slib(1704m), au Nord par Djebel Assaridj (860m), au sud par Djebel Bekhayer(1180m) et Roumane(1034m)

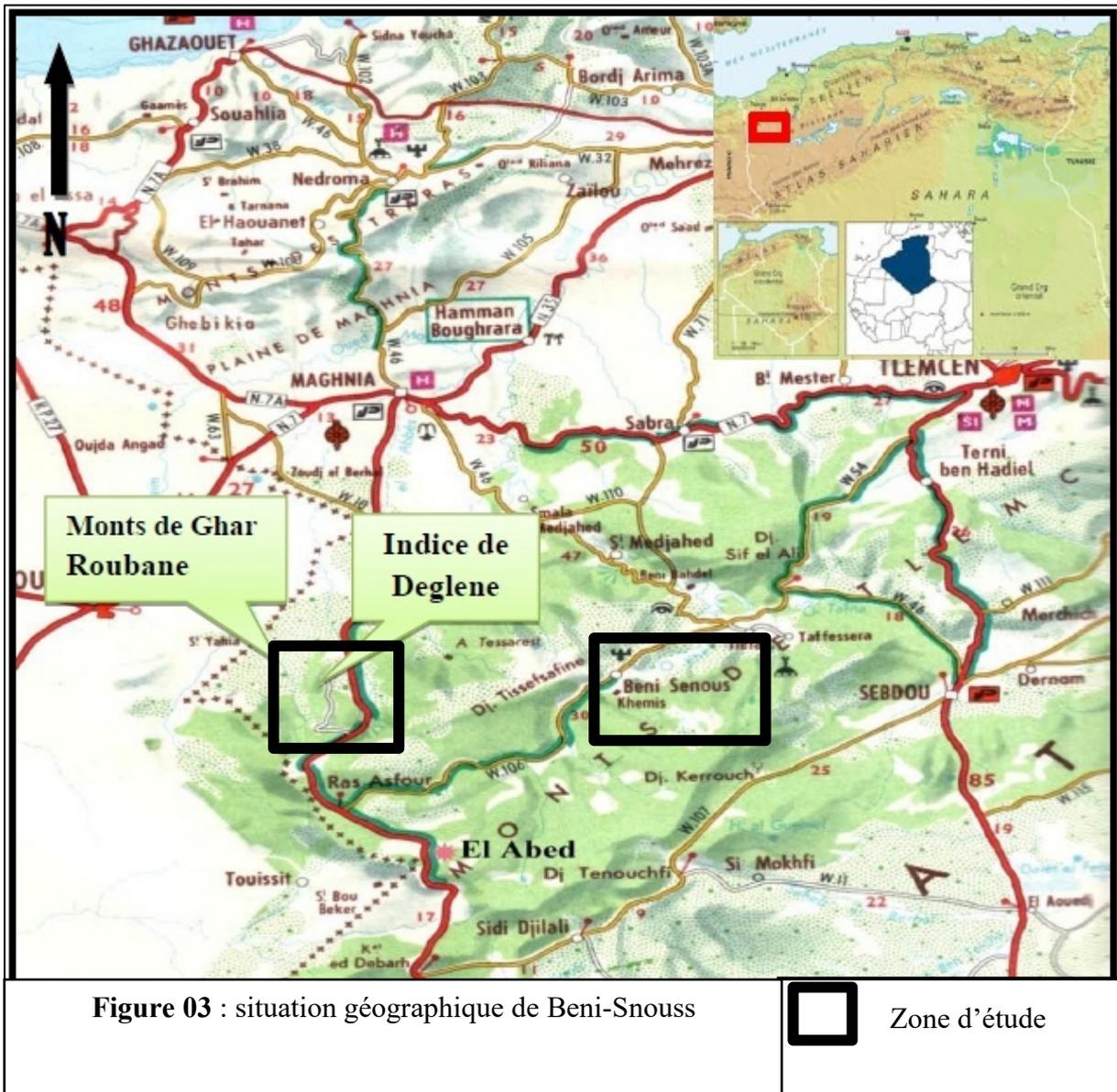


Figure 03 : situation géographique de Beni-Snouss

 Zone d'étude

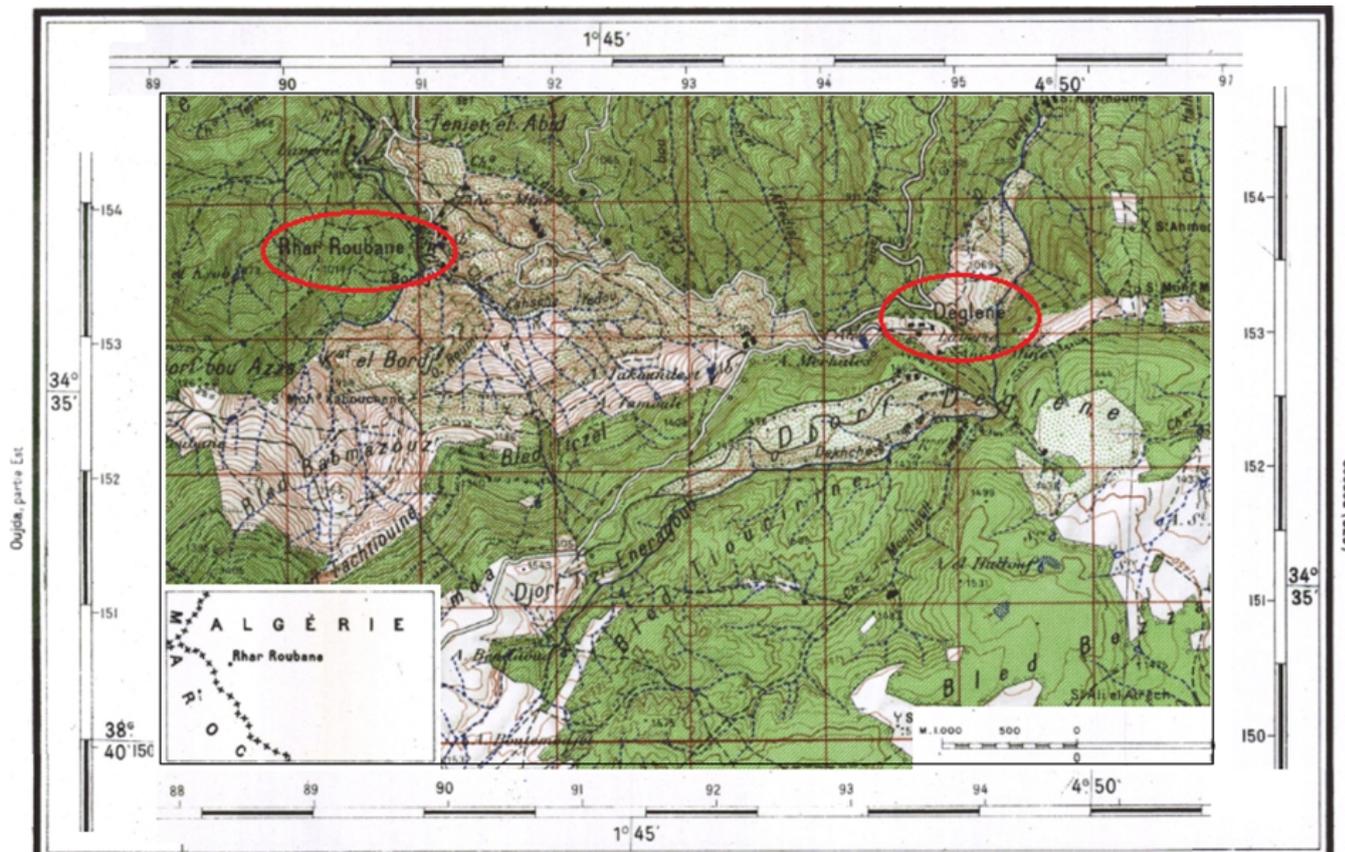


Figure 03-2 : Situation géographique de la région de Deglene (Extrait de la carte topographique de Ghar Roubane échelle 1 /50000)

I-6. Climat et végétation :

➤ Climat

Le climat de Tlemcen est de type méditerranéen et il est caractérisé par deux saisons, humide qui s'étend d'Octobre à Mai avec des précipitations irrégulières et réparties sur le territoire dans l'espace et dans le temps.

Si la moyenne de la pluviométrie se situe autour de 400mm, ce chiffre peut atteindre 850mm dans les Monts de Tlemcen et moins de 300mm au Sud de Sebdou. La température moyenne oscille généralement autour de 10° avec une température minimale absolue pouvant aller jusqu'à moins 6°. Les hivers sont donc assez rigoureux avec vent, neige et gel (Tab. 4).

Température	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Moyenne
Janvier	8.7	12.1	10.4	10.1	11.2	7.3	9.3	10.4	11	10.3	10.8
Février	12.6	11.5	11.9	10.5	12.3	8.3	10.5	13.3	12.3	10.6	11.38
Mars	13.7	15.8	14.2	14	12.6	12.8	14.2	12.7	13.7	13	13.67
Avril	15.5	16.2	15.6	15.2	14.4	14.9	17	14.4	16.9	14.4	15.45
Mai	19.6	18.7	18.4	19.1	16.7	20	20.1	19.1	18	19.5	18.92
Juin	24.1	24.8	22.9	24.6	23.2	23.4	22.4	22.2	22.7	23.8	23.41
Juillet	26.1	26	25.3	27.1	26.2	26.1	27.1	25.5	26.5	27.6	26.35
Aout	26.4	26.6	25	27.2	27.1	26	26.1	25.9	26.6	25.9	26.28
Septembre	23.3	23.2	22.7	23.2	23.8	22.1	23	22.7	23.4	22.1	22.95
Octobre	17.8	15	18.8	19.4	20.4	19.5	20.7	18.6	19.3	20	17.6
Novembre	14.3	13.3	15.5	14.6	12.8	17.2	16.5	13.6	12.4	17.1	14.73
Décembre	13	10.9	13	11.4	10.4	10.7	11.4	10.6	9.7		11.23

Figure 04 : Températures (°C) de la Wilaya de Tlemcen relevée sur une période de 10 ans.

L'été est la saison sèche qui va du mois de Juin au mois de Septembre. La température moyenne en cette saison oscille autour de 26° avec un maximum pouvant atteindre 40°. La température moyenne annuelle est de 18°.

La situation géographique, les différences d'altitude rendent le climat plus complexe par la création de nombreux microclimats et confèrent à la région de Tlemcen une richesse floristique endémique tant rupicole, messicole que sylvicole.

➤ Faune et flore

La wilaya de Tlemcen couvre une superficie de 217 000 ha composée de *forêt*, maquis et broussaille ajouter à cela une nappe alfatière de 154 000 ha. Le taux de boisement de notre wilaya est de 24% comparé au taux fixé mondialement de 25%.

Les peuplements forestiers sont comme suit : le pin d'Alep avec 86 000 ha 42%, le chêne vert avec 82 000 ha et 41%, le thuya avec 16 500 ha et 8%, le genévrier avec 13 000 ha et 6%, chêne liège avec 4000 ha et 2% et les autres avec 15 000 ha et 1% de la surface forestière.

La conservation des forêts est érigée en quatre services techniques et administratifs, de cinq circonscriptions des forêts : Tlemcen, Sebdou, Ghazaouet, Ouled Mimoun, Maghnia, de quinze districts et cinquante triages.

Le Parc national de Tlemcen est limité :

-À l'Est par le Talweg qui sépare Djebel Dokara de Djebel Bou-Arb ;

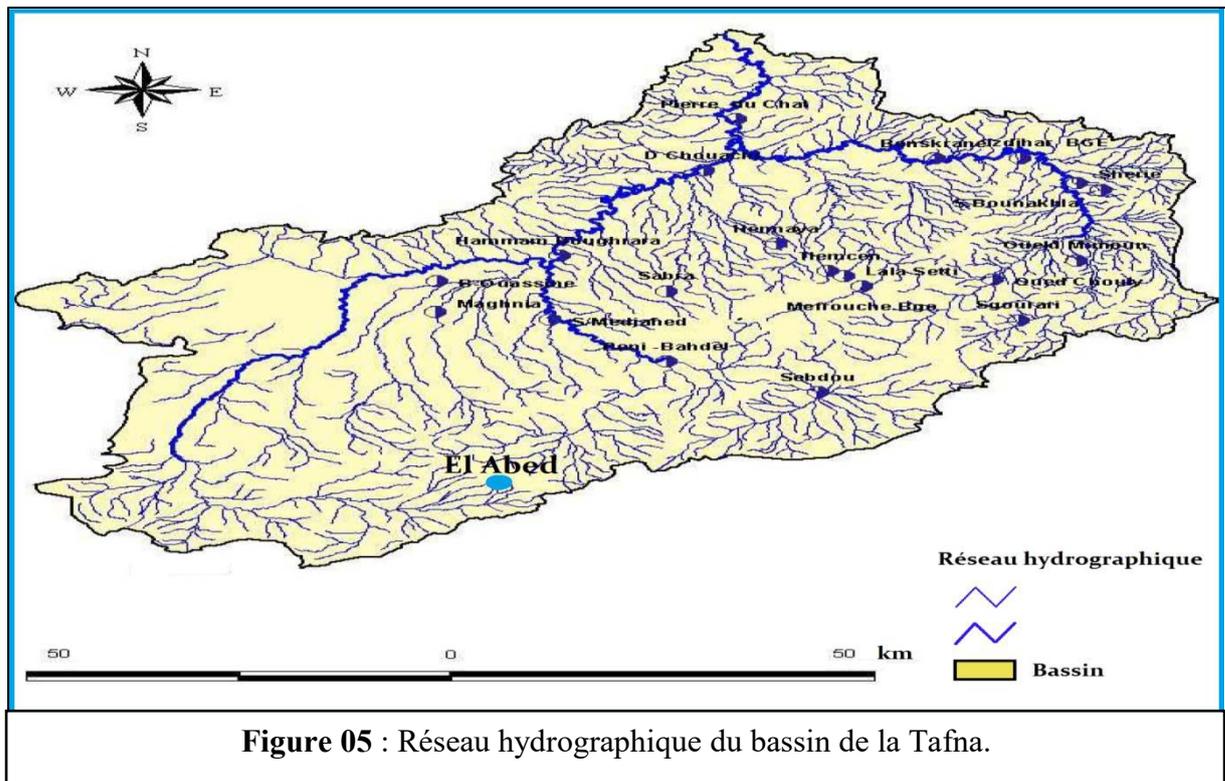
-À l'Ouest par la chaîne montagneuse de Zarifet et Hafir ;

-Au Nord, du site historique de Mansourah au site naturel des grottes de Béni Adden longeant Béni-Boublène, la falaise de Lalla Setti puis Sidi Boumedienne, les cascades jusqu'à Ain Fezza ;

-Au Sud par la chaîne montagneuse de Djebels Dahr et Berhal.

➤ Réseau hydrographique

La disposition du réseau hydrographique est liée en grande partie à l'évolution des phénomènes structuraux qui ont affecté la région au cours des temps géologiques. Le chevelu hydrographique suit pratiquement les accidents importants qui ont affecté les formations carbonatées du Jurassique et se modifie avec l'évolution de la tectonique.



I-7. Travaux antérieures :

Les premiers travaux qui se rapportent à la géologie des Monts de Tlemcen ont été élaborés par Bayle. E et Ville en 1854, Pouyanne en 1877 et Gentil en 1903 ; et c'est grâce à Doumergue que les grands ensembles litho-stratigraphiques ont été définis sur des cartes géologiques de Terni, Tlemcen et Lamoricière, publiées entre 1910 et 1943.

- Les travaux concernant la région d'étude peuvent être subdivisés en deux :

A. Travaux anciens

- **1852, VILLE** Les premiers travaux entrepris, sont ceux de publications des résultats sur la reconnaissance du Tertiaire et du Quaternaire dans la plaine de Maghnia.
- **1854, VILLE & BAYLE** montrent l'existence du massif granitique de Béni- Snouss et des gîtes plombifères de Koudiat Ressas, du Tleta et de Ghar-Rouban.
- **1854, POMEL** observe les calcaires et des dolomies minéralisés.
- **1877, POUYANNE**: établit une carte au 1/400.000, et donne un âge oxfordien et jurassique supérieur à des marnes et grès calcaires.
- **1904 et 1908, GENTIL & LEMOINE** publient une étude paléontologique des faunes du pied de Ras Asfour. Au même moment GENTIL note l'existence du Viséen à Djérada.
- **1910, DUSSERT** décrit les gîtes de Ghar-Rouban alors que DAUMERQUE établit la carte géologique au 1 / 50.000 de Terni.
- **1930, J.SAVORNIN** donne un tableau de la série secondaire de la région des horsts.
- **1932, BRICHANT** détermine, pour la première fois, les schistes du Carbonifère de la région de Ghar-Rouban.

B. Travaux récents

- **1942, G.LUCAS** a réalisé une étude géologique et pétrographique des Monts de Ghar-Rouban et Sidi El Abed, et une carte au 1/100.000.
- **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-Rouban. Jusqu'à ce jour ses ouvrages demeurent les plus complets sur la région.
- **1966, « BAREM »** effectue des travaux sur la région qui sont menés pour la prospection et l'estimation des polymétaux, il a procédé à l'extraction sélective de la barytine comme le témoignent les nombreux stocks aux abords des affleurements des filons de barytine.
- **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.
- **1969, BENEST& ELM I** 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 Sidi Yahia Ben Safia.

-
-
- **1983-1987 B. TOUAHRI** fait une étude complète sur la gîtologie et la minéralisation du gîte Plombo-Zincifère d'El Abed.
 - **En 1985, BENEST** présente une étude sur les dépôts de la plate-forme du Jurassique supérieur et du Crétacé basal dans l'Ouest Algérien et le Maroc oriental.
 - En 1986, **KAZI-TANI** établit une synthèse de l'évolution géodynamique de la bordure Nord-Africaine.
 - **En 1987 B. TOUAHRI** présente une étude géochimique et un guide de prospection sur la métallogénie du Nord Algérien, ces travaux ont été publiés par l'ONIG (Office National de l'Information Géologique) en 1991.
 - **En 1993, M. BOUABDELLAH** réalisa une étude sur les minéralisations du Touissit Boubeker.
 - **1993, S. MAKHOUKHI** étudia la région de Touissit .
 - **En 1995, BENEST et BENSALAH** étudient l'Eocène continental dans l'avant pays Alpin d'Algérie.
 - **1996, M. BOUABDELLAH** publia une étude géologique et gîtologique du district Touissit-Boubeker au Maroc.
 - **En 1999, Benest, Bensalah et Bouabdellah**, font une étude sur la couverture mésozoïque et cénozoïque du domaine Tlemcenien.
 - **Les travaux de la section de Géologie Minière de l'USTHB depuis 1993 :**
 - **2002, BOUHENA & AOUICHAT et DAOUADJI & BOUDJEDJA** réalisent des contributions respectivement à l'étude structurale et à la pétrographie et à l'étude gîtologique du gisement Pb-Zn d'El Abed (W. Tlemcen).
 - **2004, SALIFOU & SANOGO** ont établi des précisions sur l'étude des minéralisations karstiques du gisement Pb-Zn d'El Abed (Tlemcen).
 - **2011, D. LABCHRI** réalise une étude des minéralisations d'El Abed (Tlemcen) – Thèse de magister – USTHB Alger.
 - **2010-2011, A.BOUTALEB & MOUSSAOUI** Réalisent une étude pétrographique et micro thermométrie des dolomies et des sphalérites d'El Abed-W. Tlemcen.
 - **2013, O. INGOULENE** Réalise une étude des minéralisations polymétalliques à Pb-Zn des Monts de Ghar-Roubane (W. Tlemcen). Thèse de magister, Université d'Alger, Algérie
 - **2015, Boudiaf. Mohamed**, réalise la première **Etude** de l'impact de la mine et de la digue d'El Abed sur l'environnement, Tlemcen. Master Université Mouloud Mammeri
 - **2015, Goumghar Nassima** étude des minéralisations à Pb Zn de **DEGLENE (Partie Sud des Monts de Ghar Roubane, Tlemcen, Algerie)**
 - **2017, HADDAD KAHINA CONTRIBUTION À L'ETUDE GITOLOGIQUE DU GISEMENT À Pb-Zn D'EL ABED (TLEMCCEN).**
 - **Oumayouf** Etudes des rejets de la digue d'el Abed
 - **2018, SALHI**, Etude des minéralisations a Barytine de Beni snous (Wilaya de Telemcen)

CHAPITRE II

GÉOLOGIE RÉGIONALE

II. 1. Introduction

La structure actuelle de l'Algérie septentrionale est liée aux mouvements hercyniens et Alpains, la région d'étude constitue une zone de passage entre le Tell au Nord et les hautes plaines au Sud (BENGERNIK, 2004). Le domaine tlemcénien, forme la marge septentrionale des hauts plateaux Algéro-Marocains dont font partie les Monts de Ghar Roubane, ces derniers sont structurés en Horsts et Grabens (MEKHAHLI, 1988).

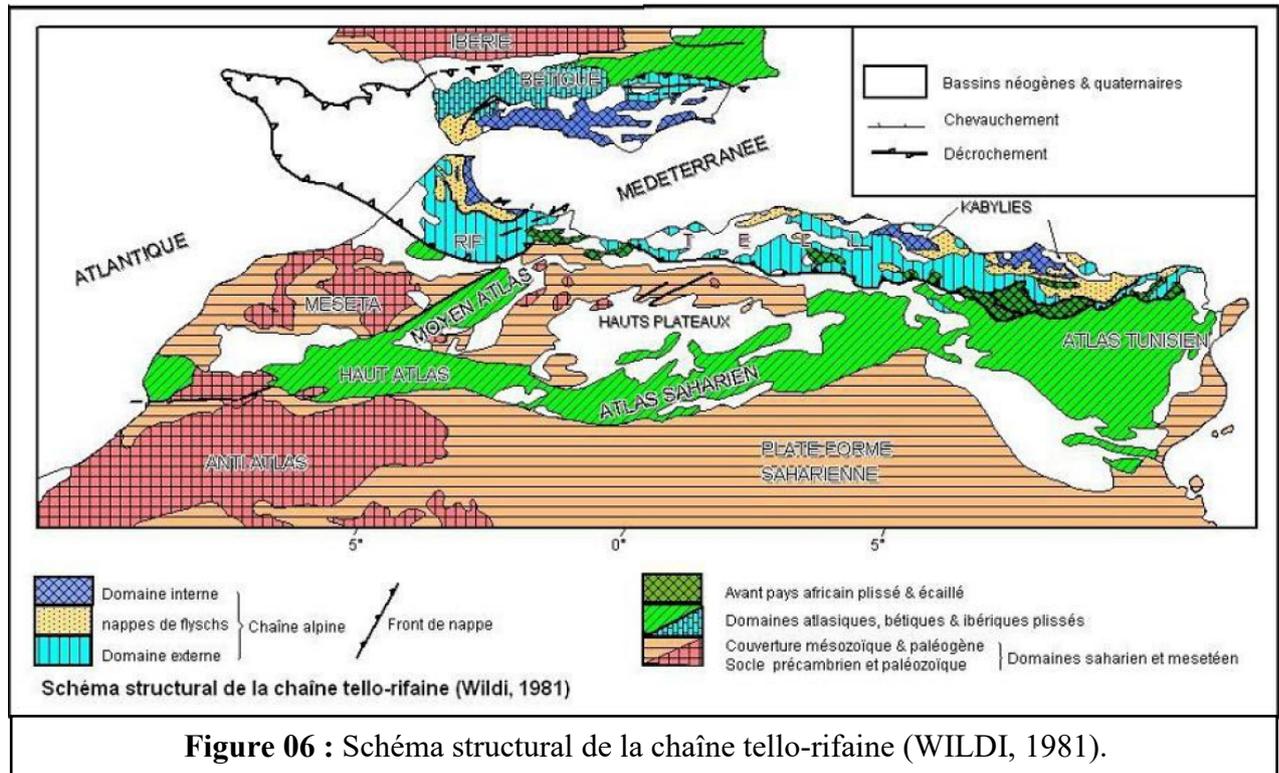


Figure 06 : Schéma structural de la chaîne tello-rifaine (WILDI, 1981).

II.2. Cadre géologique

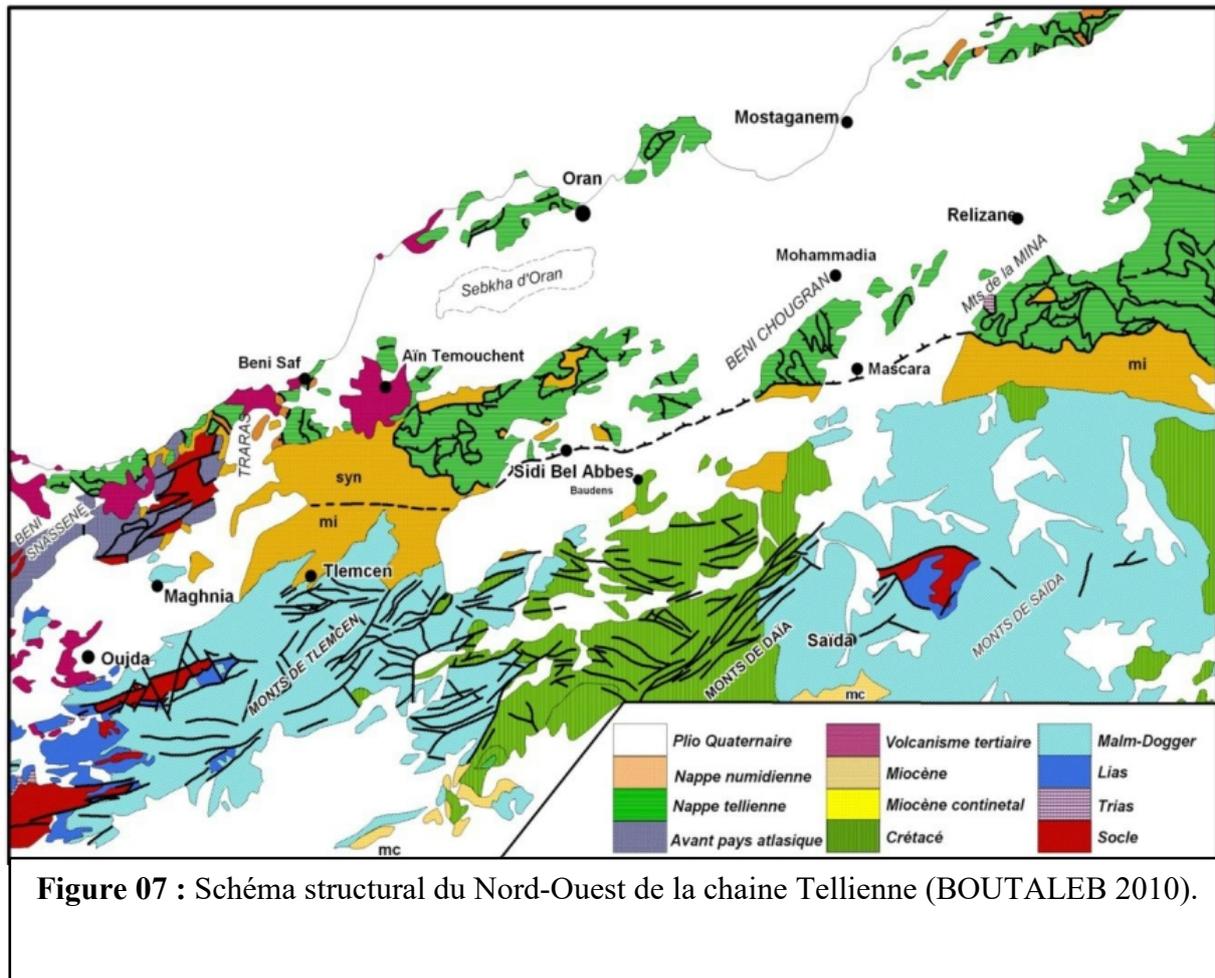
Les Monts de Ghar Roubane et de Sidi El Abed se caractérisent par une structure en horst et graben et une inversion généralisée des reliefs.

Les zones géologiques affaissées « Grabens », forment des reliefs relativement déprimés, les zones surélevées, « Horst », constituent les reliefs importants.

Le Horst de Ghar Roubane s'étend sur une longueur de 25 km et 5 à 8 km de largeur. Il est délimité au Nord et au Sud par des séries de failles bordières subparallèles de directions générales Nord-Est et subverticales dont les rejets atteignent parfois les 1500 mètres.

On distingue deux ensembles géologiques :

- Le socle paléozoïque ; comprenant des formations sédimentaires et volcaniques, plissées à l'Hercynien, et recoupées par des venues magmatiques.
- La série mésozoïque ; elle est discordante sur le Paléozoïque et comprend les dépôts du Trias et du Jurassique.



II.3. Stratigraphie

Dans les Monts de Ghar Roubane et de Sidi El Abed, deux ensembles structuraux se distinguent, séparés par une discordance. La série stratigraphique de ces derniers est constituée par des formations mésozoïques essentiellement carbonatées à laquelle sont associées les minéralisations Plombo-Zincifères, qui caractérisent la région, reposant sur un socle paléozoïque qui est constitué par des formations métamorphiques, sédimentaires ainsi que des intrusions magmatiques plissées à l'Hercynien.

II. 3.1. Le Paléozoïque

Le Paléozoïque apparaît en affleurement dans le horst de Ghar Roubane et il est connu grâce aux travaux souterrains et aux forages dans la mine d'El Abed. Les datations ont pu être établies à partir des comparaisons faites avec la série caractéristique de Tifrit (Saida) ou celle de faciès analogues au Maroc.

Son large affleurement au Maroc, a permis à Lucas (1942) de l'étudier dans le bassin de Djérada et de faire des corrélations et les subdivisions suivantes :

II.3.1.1. Le Paléozoïque indéterminé

Ce sont des schistes, seuls ou associés à des quartzites qui apparaissent à Degléne et Khemis ainsi qu'au Nord du massif granitique de Béni Snous ; Affectés par un métamorphisme viséen supérieur ou Post-viséen.

Près de la mine de Ghar Roubane, ce sont des schistes satinés, des schistes cornés (à Séricite, Cordiérite et Tourmaline) associés à des quartzites et à de petits bancs de grés. Une partie des schistes micacés, des phtanites et des quartzites, serait d'âge gothlandien

II.3.1.2. Le Gothlandien

Il s'agit des schistes micacés, des phtanites et des quartzites du Gothlandien qui affleurent dans la Chaabet Chaat Diar Fouaya, caractérisés par une faune abondante de Graptolites, accompagnés de Radiolaires et de spécules d'éponges.

II.3.1.3. Le Dévonien

Il est composé de schistes, de quartzites, de microbrèches et de calcaires récifaux à polypiers. Ces derniers sont datés de l'Emsien ou du Couvinien inférieur (faune de spirifères et de Rhynchonelles). Au Nord, le Dévonien présente des faciès analogues.

II.3.1.4. Le carbonifère

on distingue :

a) Viséen inférieur et moyen (les horsts de Ghar Rouban et du Djorf Ouazène)

Deux formations sont individualisées dans ces zones. La première est représentée par des calcaires recristallisés et dolomités à encrines, la seconde par des schistes, des quartzites et des microbrèches, caractérisant un apport détritique terrigène.

b) Viséen supérieur (des horsts de Touissit)

Il est représenté par une série volcanique (dacites, skalavites, tufs et brèches) encaissées à la base, et au sommet dans des schistes, parfois gréseux à bancs de calcaires. A la partie supérieure, ces schistes ont fourni des Brachiopodes et des Goniatites du Viséen supérieur; Lucas (1942) a signalé un moule de Spirifère dans les tufs.

c) Le Viséen Supérieur et le Namurien (horst de Mendjel Ekhal)

Il est représenté par des schistes gréseux ; de grés, d'arkoses et de schistes gris foncés.

II.3.1.5 Les Roches Eruptives

On les rencontre dans tous les affleurements primaires du horst où elles ont développé dans leur entourage un métamorphisme plus ou moins accentué.

Il s'agit des granites de Béni-Snous, des microgranites, des kersantites, des dolérites, et basaltes, qui apparaissent en filons, leurs âges sont très contestés.

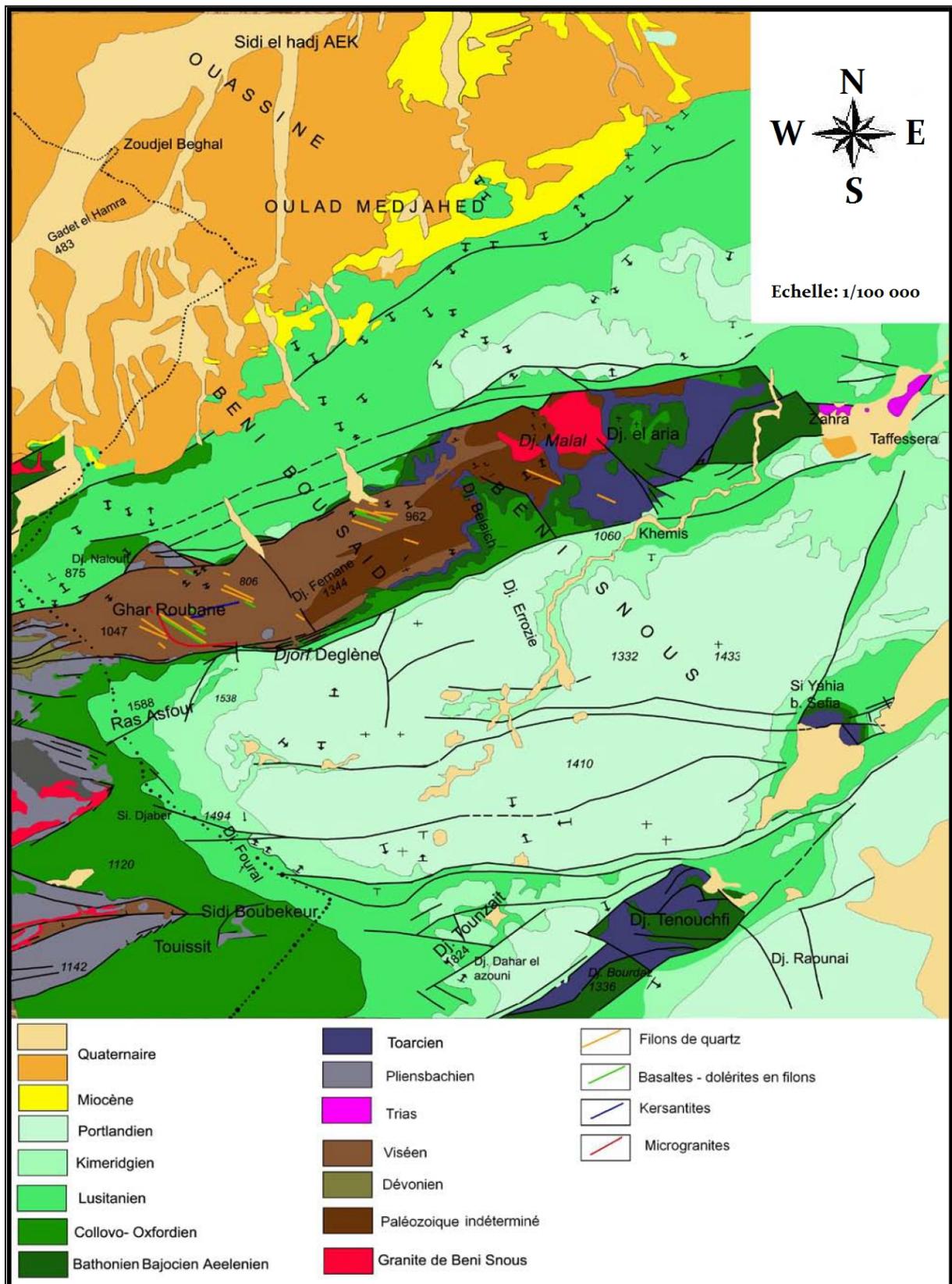


Figure 08: Extrait de la carte géologique des Monts de Ghar Roubane (G. Lucas 1942)

II.3.2. Le Mésozoïque

Il est marqué par une discordance et transgression sur l'orogénèse hercynienne, qui a été suivie d'une pénéplanation, d'une altération profonde du matériel éruptif, et d'une rubéfaction des schistes.

II.3.2.1. Le Trias

G. Lucas (1942) distingue un Permo-Trias des horsts et un Trias gypseux des lagunes. La nature et la répartition des différents faciès du Trias sont en fonction de la configuration du relief anté-triasique.

II.3.2.1. Le Permo-Trias des Horsts

Ce faciès n'est conservé qu'au bord Sud du horst de Ghar Roubane, dans sa partie Algérienne. Au Nord de Degléne, il est représenté par des conglomérats rouges à galets peu roulés de dacites et de roches volcaniques. Au Djebel Aourir (Sidi Abdellah Ben Seïoub) et au WNW de Ghar Roubane, ce sont des coulées de basaltes intercalées de bancs de calcaires et d'argiles rouges ; le tout est recouvert par des calcaires du Lias inférieur.

II.3.2.2. Le Trias gypseux des lagunes

Il s'agit de marnes bariolées et gypsifères, à bloc de dolérites et de basaltes, rarement des intercalations de calcaires parfois dolomités, à Sidi El Abed et dans la plaine de Magoura au sein de la dépression de Béni Bahdel.

II.3.2.2. Le Jurassique

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

II.3.2.2.1. Le Lias

a) Le lias inférieur

Il comprend des calcaires sub-récifaux et des dolomies.

b) Le Lias moyen (Carixien–Domerien)

Dans la partie Est du horst, il débute par un calcaire fin à Lamellibranche, surmonté d'un calcaire spathique à Brachiopode. La base de cette série est caractérisée par la présence de lits de calcaires riches en petits galets du Primaire. A l'Ouest, le Domerien est observable grâce aux failles de l'Est ; il est représenté par un calcaire à débris d'Echinodermes et à Brachiopodes souvent dolomités, recouvert par une dolomie cristalline.

c) Le Lias supérieur (Le Toarcien)

Il est marno-calcaire à Brachiopodes et passe à des calcaires argileux à structures peu noduleuses riches en Ammonites à l'Ouest. Plus à l'Est, il repose directement sur le Paléozoïque. Le Toarcien est absent dans une bonne partie du horst.

II.3.2.2.2. Le Dogger

a) L'Aaléno-Bajocien inférieur-moyen

D'après G. Lucas (1942), des courants très violents ont balayé le horst, l'Aalénien est en relief, empêchant ainsi, les dépôts de se fixer. Au voisinage du horst (Béni Bahdel), l'Aalénien est représenté par des bancs calcaires durs à voiles siliceux alors que le Bajocien est un calcaire plus argileux (Lucas, 1952).

b) Le Bajocien supérieur

A l'Est du horst deux parties sont distinguées : L'une orientale marneuse à Ammonites pyriteuses, l'autre occidentale calcaire à oolithes ferrugineuses ou placages ferrugineux reposant indifféremment sur le Toarciens ou sur le Carixien, ou directement sur le socle.

c) Le Bathonien

Dans la partie Est du horst, le Bathonien est représenté par des calcaires micro-gréseux (Lucas 1942), alors que la partie Ouest présente des calcaires à oolithes ferrugineuses avec un ciment très hématitisé (Lucas, 1952).

II.3.2.2.3. Le Malm

Sur l'ensemble de la région, le Malm est caractérisé par des faciès homogènes. On distingue les formations suivantes :

a) Le Callovo-Oxfordien

Il est représenté par trois faciès :

- Des grès 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 Béni Bahdel, il est formé par des argiles peu gréseuses dites argiles de Saida de faible épaisseur ; Associées par endroit, à des faciès ferrugineux, oolithiques ou bréchoïdes.

b) Le Lusitanien

Il a été complètement érodé, et n'est présent que dans les zones tectoniquement abaissées. Les formations sont des grès avec des intercalations argileuses, dolomitiques et calcaires à Polypiers, Brachiopodes, Lamellibranche et Echinoderme.

c) Le Kimméridgien-Portlandien

Ce sont des dolomies massives, finement grenues à intercalation de calcaires sublithographiques, et des calcaires argileux. Le Portlandien, est caractérisé par une série de calcaires sublithographiques, rarement oolithiques ou pseudo oolithiques riches en stylolithes. Elles constituent les hautes falaises de Deglène et Khemis (1200m).

G. Lucas, (1952) a résumé la série stratigraphique du Horst de Ghar Roubane sous forme d'un log synthétique.

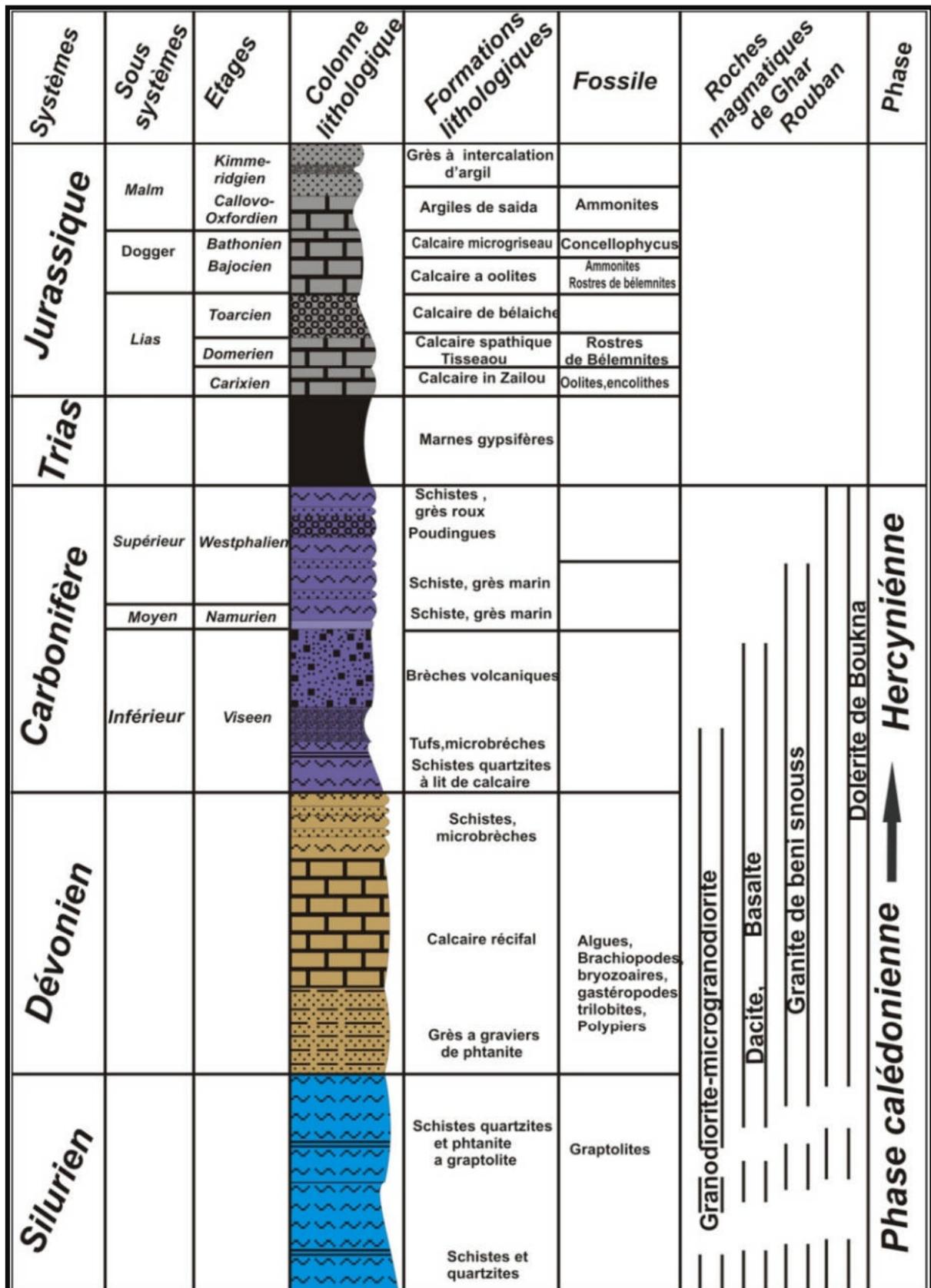


Figure 09 : log synthétique du horst de Ghar Roubane (G. Lucas, 1942) modifié

II.4. Paléogéographie

Dès 1942 puis 1952, G. Lucas établira les bases de la paléogéographie des bordures septentrionales des hautes plaines de l'Algérie occidentale plus particulièrement les Monts de Ghar Roubane et Sidi El Abed.

Pour S. Elmi (1973-1976-1978) le domaine Tlemcénien est un domaine de transition entre les futures zones alpines externes et l'avant-pays Africain. Dans les Monts de Ghar Roubane et Sidi El Abed deux ensembles structuraux sont individualisés :

a) Paléozoïque

Constitué essentiellement de formations sédimentaires et volcaniques, plissées métamorphosées et recoupées par des venues magmatiques.

La tectonique hercynienne a généré des accidents Nord-Est, Sud-Ouest, qui sont à l'origine des structures de ce domaine, à la fin du Paléozoïque, ces terrains sont soumis à une érosion intense et une pénéplanation.

b) Mésozoïque

Où des terrains essentiellement jurassiques, se sont déposés en discordance (angulaire) sur un socle métamorphosé, rubané et arasé, se sont des dépôts marins dont l'épaisseur et le régime ont été fortement influencé par la tectonique.

A partir du Trias se distinguent déjà des zones lagunaires et des zones promontoires où le socle n'a pas subi une pénéplanation complète et certains de ces reliefs ont persistés.

Une transgression commence au Domérien-Carixien et se généralise au Toarcien, les eaux envahissent les Monts de Ghar Roubane, seules quelques zones surélevées subsistent ; le seuil de Fernane en est l'exemple. Ces dernières ne sont immergées qu'à l'Aalénien-Bajocien où le milieu s'approfondit.

Une régression au Callovo-Oxfordien débutera par les horsts occidentaux, où les dépôts sont néritiques, et atteindra les horsts orientaux, avec un milieu de dépôt fluviomarin.

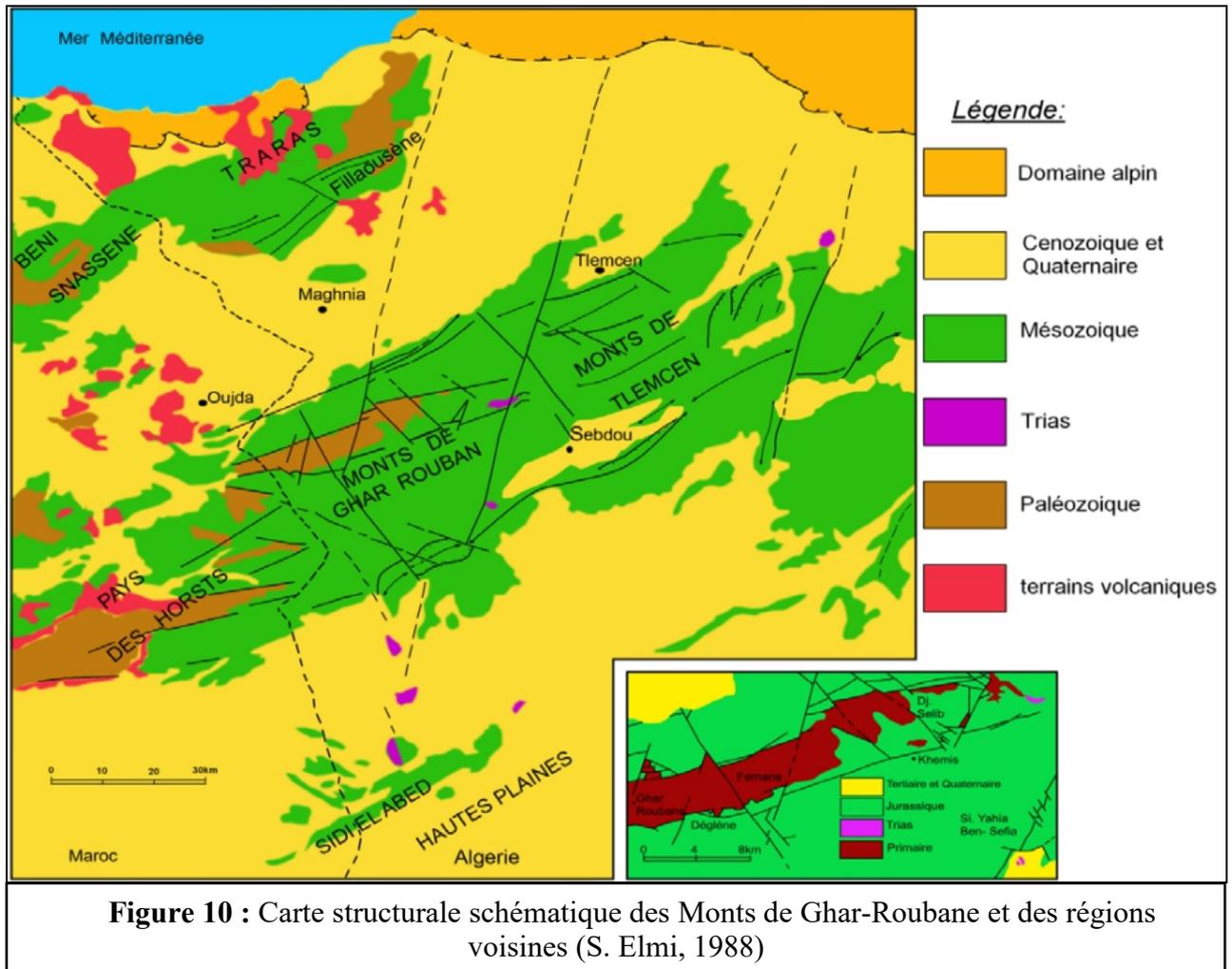
Cette régression continuera jusqu'au Lusitanien avec l'installation d'une plaine alluviale, des fluctuations du niveau de l'eau et formation de marécages. Une forte subsidence reprend au Kimméridgien-Portlandien avec un arrêt de l'activité tectonique.

La plaine de Maghnia s'abaisse au-dessous du niveau marin au Miocène. Dans son état actuel, la région est caractérisée par une inversion de relief très généralisée, sauf en ce qui concerne la plaine de Maghnia.

II.5. Tectonique

Les Monts de Ghar Roubane et les reliefs qui les relient vers l'Est (mont de Tlemcen, de Daïa, de Saida et de Frenda), forment une longue barrière orographique orientée SW-NE.

Par ailleurs ils forment un ensemble complexe de plateaux et de zones subsidentes séparées par des zones faillées et tectonisées, le tout est recoupé par des décrochements transversaux.



La tectonique de cette région doit son schéma global aux mouvements épirogéniques pendant le Lias et le Dogger à partir des structures hercyniennes d'une succession de horst et grabens, localisés le long de la frontière Algéro-Marocaine. Du Sud au Nord, G. Lucas (1942) définit les régions suivantes :

- Le pli de Tenouchfi
- La zone abaissée de la plaine Maghnia
- Une zone anticlinale : de Djebel El Hamra
- Une zone synclinale : les Monts du Kef
- Une zone anticlinale : Monts de Ghar Rouban, et Béni-Bahdel
- Une zone synclinale : Ras Asfour
- Une zone anticlinale : les horsts occidentaux, Tounzait, et plaine de Sebdou
- Une zone synclinale : chaînons de Koudiat El Debar
- Une zone surélevée : la plaine de Magoura
- Une zone affaissée : de gradins étagés dans le Sidi El Abed

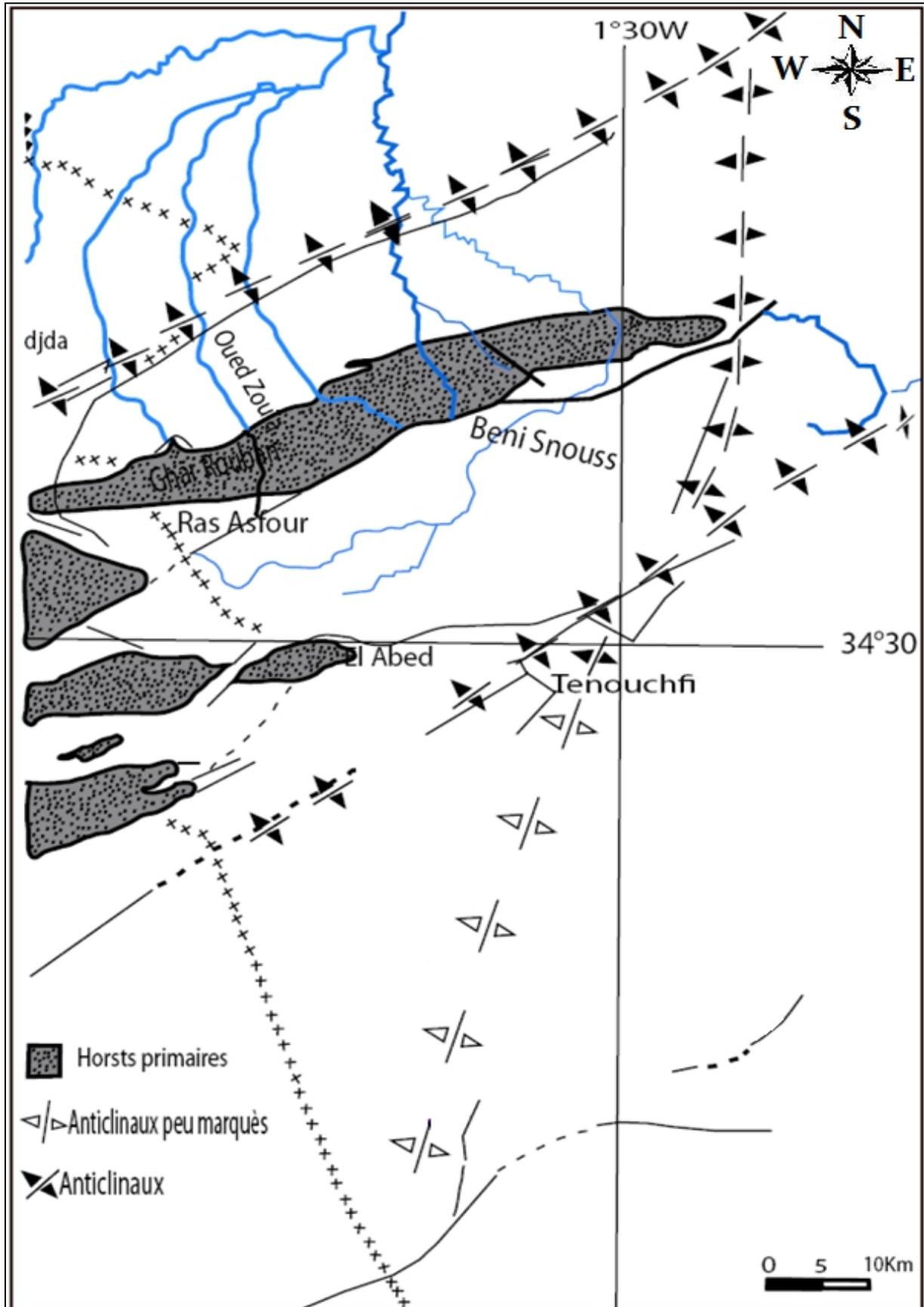


Figure 11 : Schéma structural simplifié de la région de Ghar Roubane (LUCAS, 1952) modifié Labchri 2011

Types de déformations

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

a) La Tectonique souple

Les Monts de Ghar Roubane sont formés de trois plis kilométriques:

- Le pli de Koudiat Ezzerga de direction N55° qui se prolonge jusqu'au Nord-ouest de Tlemcen.
- Le pli de Tenouchfi de direction N55° qui se prolonge à l'Est de Tlemcen.
- Le pli croiseur des Béni Bahdel de N15°.

G. Lucas (1952) a considéré la direction N15° comme un accident dû au refoulement de couches vers l'extérieur au cours de la montée verticale du socle profond.

b) La 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 sénestres à pendage fort.
- N85° : de grandes failles bordières des horsts à pendage très fort 70° 90°.
- N55° : Certaines failles verticales concourent avec les précédentes pour limiter les horsts.
- N110° à 140° : Ce sont des décrochements dextres à pendages très forts , ainsi qu'une bonne partie des filons minéralisés.

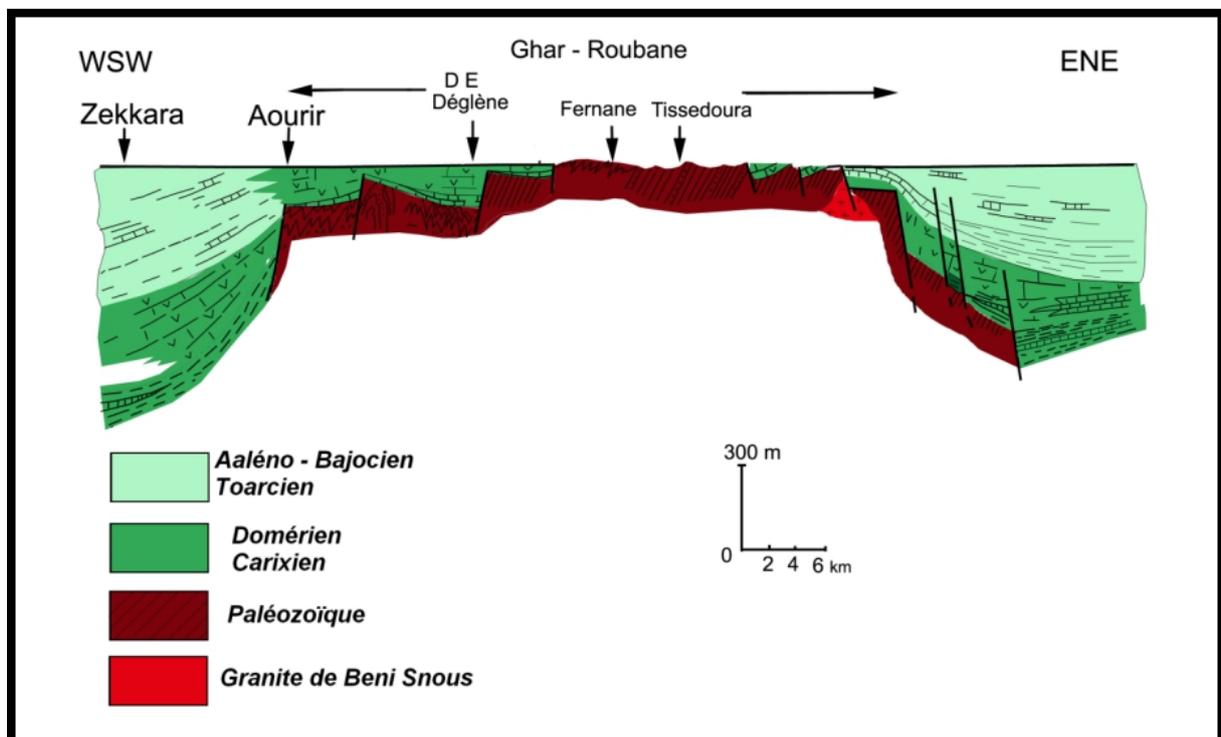


Figure 12 : coupe de structure générale des Monts de Ghar Roubane (S. Elmi, 1988).

II.6. Géologie régionale

La région de Gharb Roubane, sur le plan métallogénique, est caractérisée par la présence de plusieurs indices et gisements de Pb-Zn dont certains sont d'importance mondiale (Touissit-Boubeker). Selon les caractères structuraux et morphologiques, on distingue deux groupes de gisements :

II.6.1. Les gisements de cassures encaissés dans le socle

Ce sont des gisements connus dans le Primaire de Ghar Roubane, ils ont leurs analogues dans Djebel Mekam, au Sud-Ouest de Berguent, et dans la mine de charbon de Djérada.

Les filons qui suivent parfois des dykes de basaltes propylitisés, sont faits de tronçons orientés surtout N110° et N135°, avec une grande prédominance de la direction N110°.

La gangue est essentiellement quartzeuse ; souvent, on rencontre de la baryte dans la partie supérieure des filons ; la minéralisation consiste essentiellement en galène et parfois en chalcopyrite et en sphalérite, de texture massive, disséminée et bréchique.

II.6.1. Les gisements associés aux dolomies liasiques

Ce sont les minéralisations les plus nombreuses, elles sont encaissées dans les dolomies du Lias moyen ou supérieur, elles ont une plus grande extension géographique. Elles constituent la majorité de la chaîne des horsts, qui comprennent les gîtes de Touissit, Boubeker, Mekta, et Bediane, au Maroc, El Abed et de Degléne Est, en Algérie, totalisant un peu plus de 4 MT.

La gangue est exclusivement dolomitique, la minéralisation se présente en poches diffuses ou en lentilles, généralement localisées près des grandes cassures et souvent sur de petites fractures. L'association minérale est composée essentiellement, de galène et de sphalérite et pyrite. Les textures peuvent être massive, rubanées et souvent bréchiques,

II.7. Conclusion

La géologie des Monts de Ghar Roubane, à une structuration en horst et grabens caractéristiques d'une tectonique distensive. Géologiquement on distingue deux ensembles :

a) Au Paléozoïque

Une phase tectonique compressive à l'origine des structures tectoniques, elle est apportée à l'Anté-Viséen.

La mise en place du granite de Béni-Snous s'est effectuée à la fin du Carbonifère. La fin du Paléozoïque est marquée par une forte érosion des reliefs, conduisant à une pénéplanation de la région.

b) Au Mésozoïque

La couverture mésozoïque en discordance sur le socle ; elle 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 (Portlandien), suivit de dépôts du Quaternaire représentés par les alluvions récents et anciens. Du point de vue lithologique et pétrographique, la série dolomitique montre une régression générale, et une émergence de la plate forme, d'où la variation d'épaisseur de la série jurassique.

La tectonique globale est divergente, 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-Ba, encaissés dans le socle et le Permo-Trias, et des gisements associés aux dolomies liasiques.

CHAPITRE III
GEOLOGIE
LOCALE

III.1. Introduction :

Dans le secteur d'étude affleurent les formations du paléozoïque métamorphique dont le faciès schistes verts (schiste quartzites) intrude par des granites provoquant un métamorphisme du contact et recouvert en discordance par une couverture allant du Trias au Miocène, les formations carbonatées du jurassique sont les plus représentées. Les dépôts crétacés sont absents

Le secteur d'étude comporte deux étages :

- Un socle paléozoïque, constitué de schistes micacés et granites.
- Une couverture mésozoïque, constituée de calcaires jurassiques.

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 effectuée dans différentes zones de secteur de Beni-Snous (Tairat, Mellal et Bouabdous) et Deglène.

III.2. Lithostratigraphie :

Le secteur de **Beni-Snous et Deglène** sont constitués de deux ensembles structuraux séparés par une discordance majeure :

- Un socle Paléozoïque.
- Une couverture mésozoïque « Liasique ».

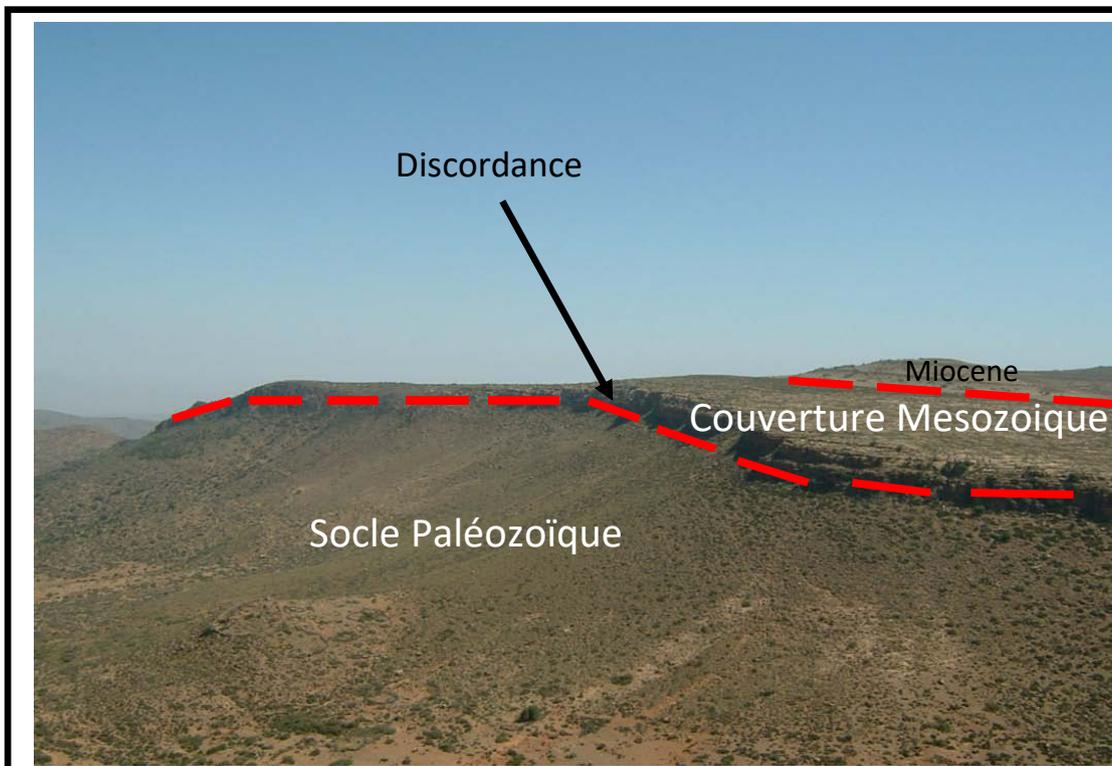
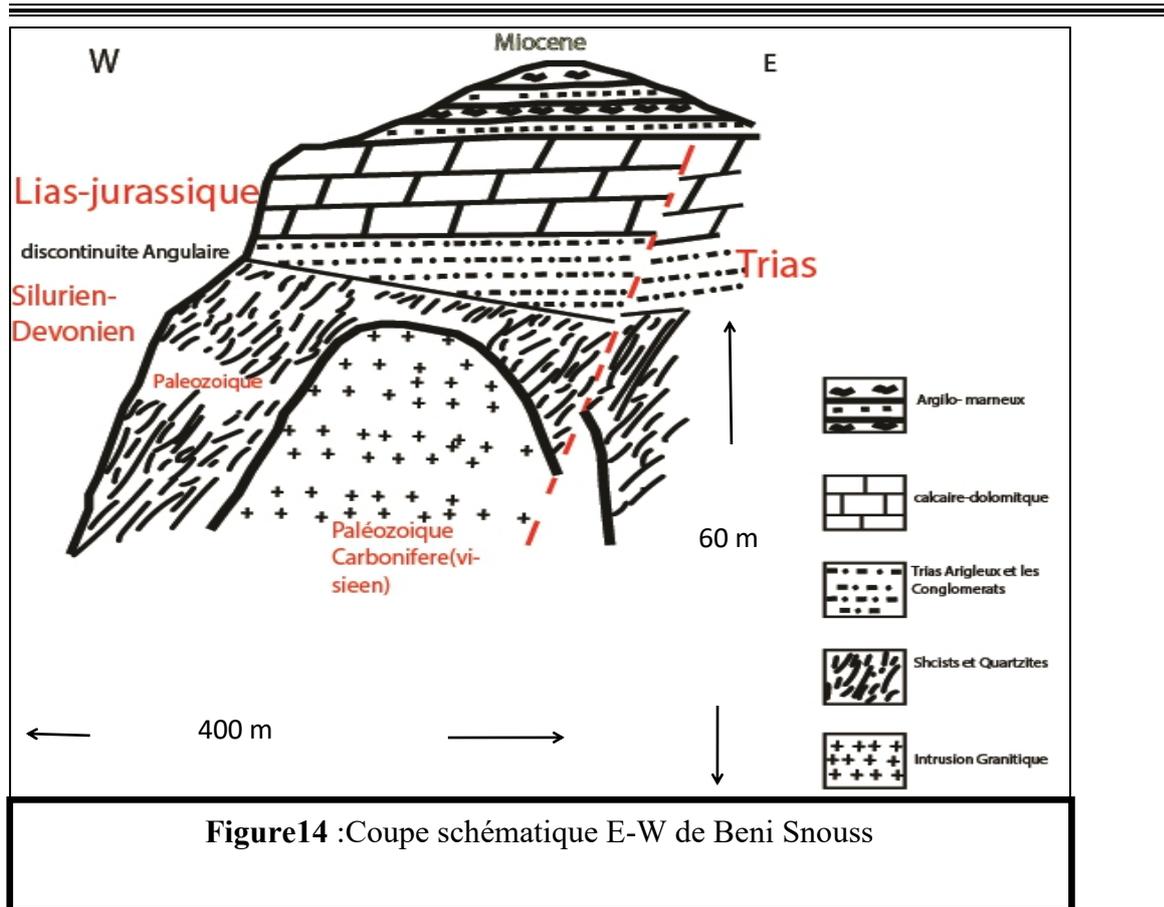


Figure 13 : photo montrant le socle et sa couverture en discordance à Beni-Snous.



III.2.1.Paléozoïque :

Les sondages réalisés dans la mine d'El Abed ont permis de distinguer le Paléozoïque, qui est mis en évidence par le jeu des failles majeures faisant remonter le horst de Ghar Roubane. Le Paléozoïque est très réparti dans le horst de Ghar Roubane, surtout dans sa partie orientale (Beni-Snous), ce socle est marqué essentiellement par des schistes, quartzites et des granites à Beni-Snous. A Degléne par contre il est représenté par les schistes, des quartzites, cet ensemble résulte d'un métamorphisme de contact (haute température, basse pression), atteignant le faciès schiste vert.

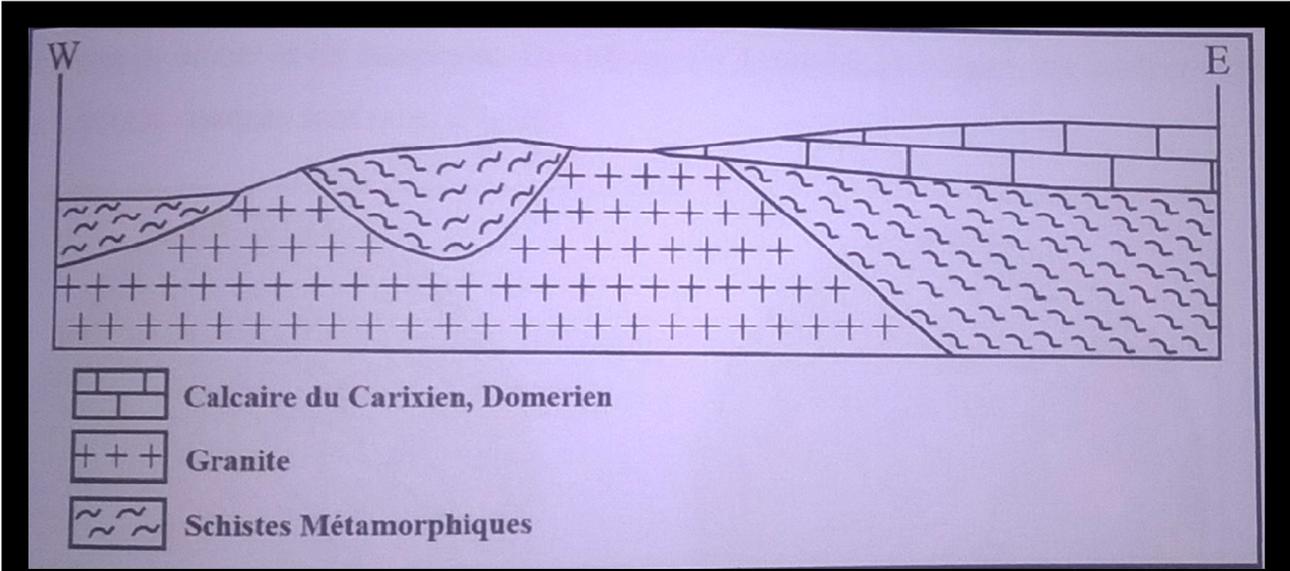


Figure 15 : coupe géologique schématique de Djebel Mellal (G. Lucas, 1942).

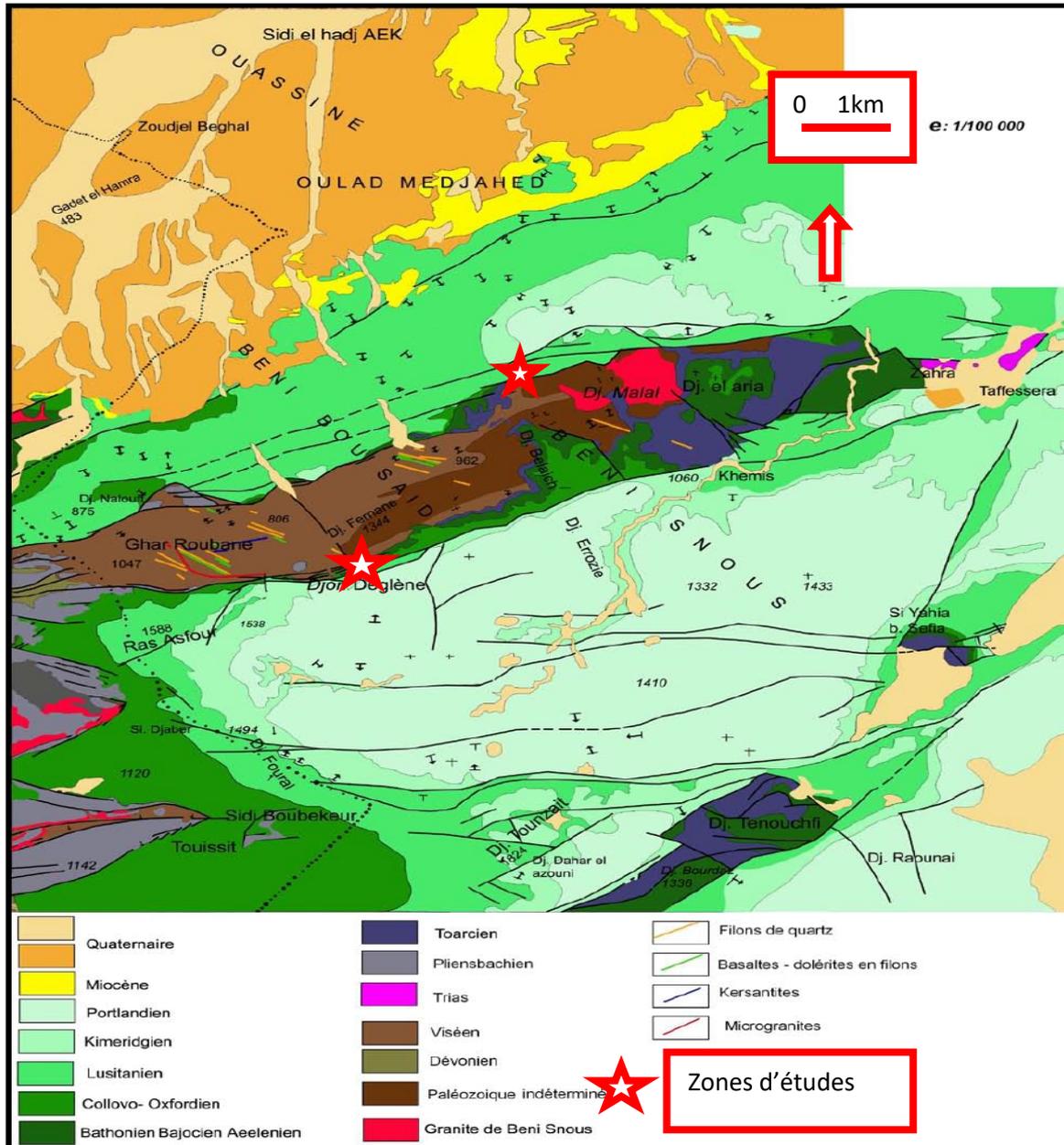


Figure 16 : Extrait de la carte géologique des monts de Ghar Roubane (G. Lucas, 1942) échelle : 1/100 000

a) Les 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 globale N160°-35°W. L'âge attribué à cette formation est anti-viséen (G. LUCAS 1942). Ces schistes proviennent d'un métamorphisme de contact qui se caractérise par une haute température et une basse pression.

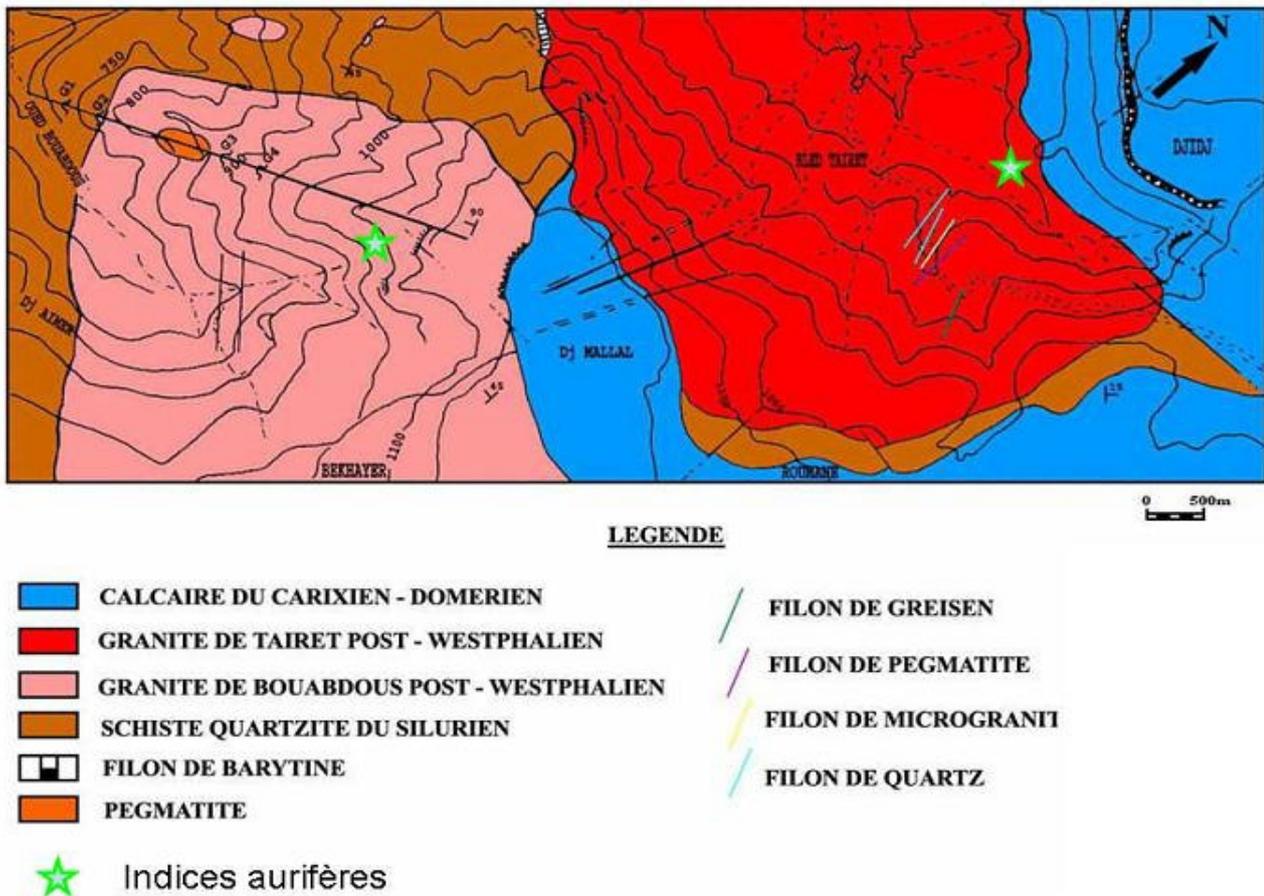


Figure. 17: Carte géologique des Monts de Beni-Snous avec la répartition des indices aurifères (Aissa D.E et Hadj Mohamed Nacéra, 2008)



Figure 18 : Photo montrant l'affleurement des schistes anté-Viséen à Mellal.



Figure 19: Photo montrant une vue générale des schistes anté-Viséen.



Figure 20: photographie montrant à bancs de calcaires ferrugineux et les formes de boudinage du socle primaire de Deglène.

Les schistes et les quartzites forment de petits reliefs massifs durs au sein desquelles, on trouve des filons de barytine et quartz à Beni-Snous.

Les roches magmatiques sont présentes à Beni-Snous et n'affleurent pas à Deglène

III.2.2. La couverture mésozoïque :

Cette série n'est pas homogène dans les deux sites. Elle débute par les formations du Jurassique qui reposent sur un trias érodé est réduit, représenté par des argiles rouge et conglomérats a galets.

- à Beni-Snous ce sont les formations du Jurassique inférieur « Lias inférieur et moyen » Carixien-Domerien qui affleurent uniquement,
- à Deglène la série Jurassique va du lias au Malm.

a- Jurassique inférieur :

a-1 le lias inferieur- moyen

Carixien-Domérien

- 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 de 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 21 : Photo montrant les calcaires du Lias à barytine et calcite et Ammonite à Beni-Snous,

a-2 Le Lias moyen -supérieur :

a-2-2 Domérien-Toarcien :

Il est constitué par des calcaires homogènes et calcaires à Brachiopodes à la base, et par des dolomies au sommet, où l'on observe souvent des cas de remaniements intra-formation avec développement de brèche dolomitique (figure 23).

b-Jurassique moyen :

b-Dogger,

Ce sont précisément des terrains du représentés par l'Aalénien, le Bajocien et le Bathonien, qui sont formés par des calcaires gris à Ammonites et Brachiopodes, qui renferment des calcaires ferrugineux oolithiques. La puissance du Dogger à Degléne ne dépasse pas une dizaine de mètres.

b-1-1 L'Aalénien :

Il est composé essentiellement par des dolomies à Ammonites. C'est précisément à ces dolomies du lias supérieur que se localisent les minerais plombo-zincifères de Degléne. La puissance de ces terrains va jusqu'à 150m au niveau de Degléne.



Figure 22: Photographie montrant une breche dolomitique intraformationnelle entre le Toarcien et l'Aalénien à Deglène

a) Le Bajocien supérieur

Ce sont des calcaires à oolites ferrugineuses ou placages ferrugineux reposant indifféremment sur le Toarcien ou sur le Carixien, ou directement sur le socle.

b) Le Bathonien

le Bathonien est représenté par des calcaires micro-gréseux (Lucas1942), alors que la partie Ouest présente des calcaires à oolites ferrugineuses avec un ciment très hématitisé (Lucas, 1952).



Figure 23 : Photographie du faciès des dolomies à ammonites du Bathonien supérieur au niveau de Degléne



Figure 24 : Photographie des calcaires ferrugineux du Bathonien inférieur recoupés par la minéralisation à Degléne

c-Jurassique supérieur :**c-1 Le Malm :**

Composé par des terrains gréseux, argileux et calcaire-dolomitiques, il est transgressif sur les dépôts du Dogger et du Lias supérieur.

c-1-1 Le Callovo-Oxfordien :

Il se distingue par une alternance de schistes et grés avec des bancs ferrugineux à la base, et quelques bancs calcaires à Ammonites, l'ensemble mesure 350m.

c-1-2 Le Lusitanien :

Il est représenté par une assise de grés de boumediene fins jaune clair, avec une épaisseur totale de 500m.

c-1-3 Le Kimméridgien –Portlandien :

Ils sont formés de calcaires sub-lithostratigraphique, de calcaires argileux à lamellibranches et de dolomies .Les calcaires et dolomies finement cristallins totalisant une épaisseur de 600 m.



Figure 25 : Photographie montrant les calcaires gris à Ammonites.

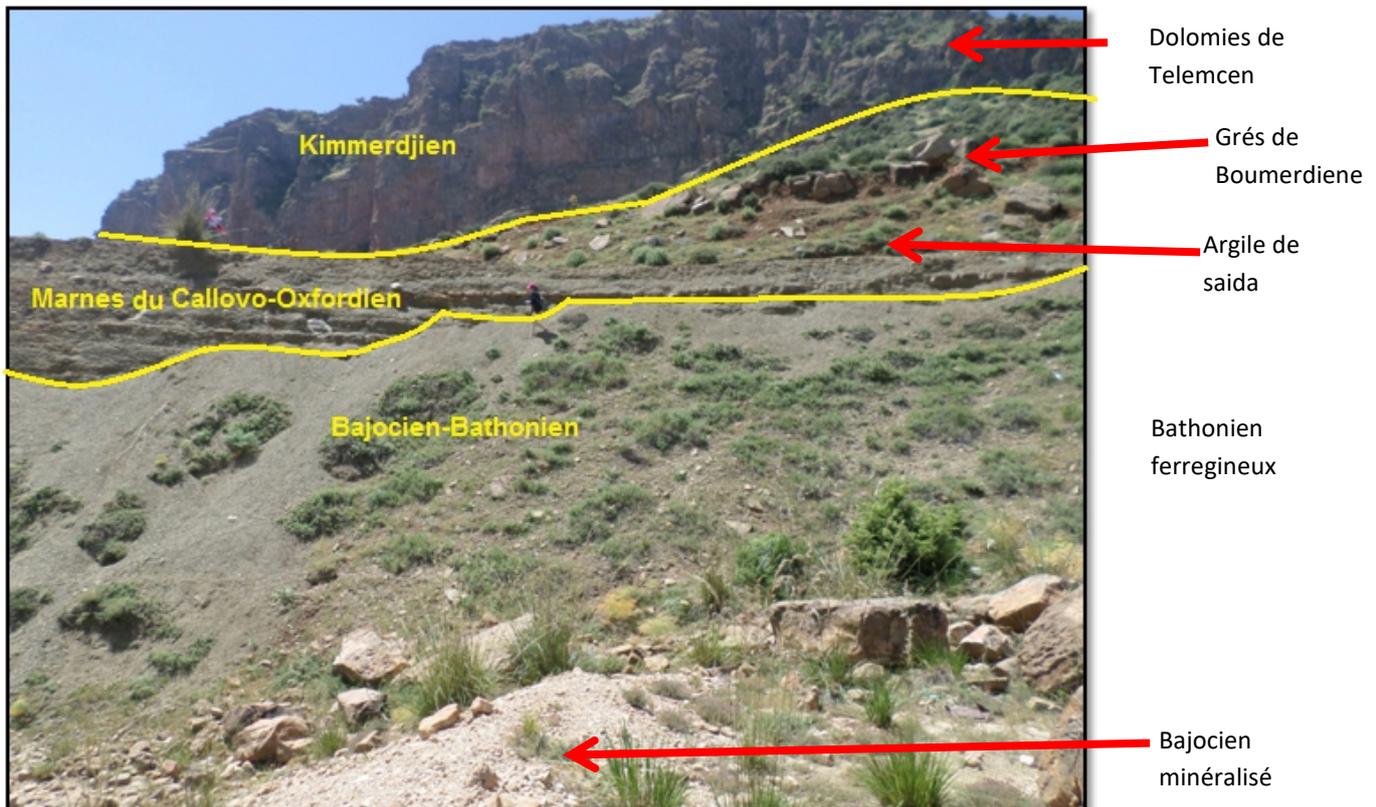


Figure26 : Photographie de la couverture mésozoïque (Bathonien, Kimméridgien et le Portlandien sur les falaises de Deglène).

III.2.3 Le Quaternaire

Il recouvre en discordance les terrains du Jurassique inférieur à Beni-Snous et ceux du Jurassique supérieur à Deglène.

a-Pliocène :

Le pliocène est formé de poudingues et de brèches conglomératiques, dont la constitution est fonction de celle des roches sous-jacentes.

b-Pléistocène et Holocène :

Ces terrains sont développés sur les versants des vallées et dans les lits de rivières, et se divisent en quaternaire moyen et supérieur et des dépôts actuels (Stepanov ,1977).

III.3. Tectonique :

Le secteur de Beni-Snous où domine principalement, le Paléozoïque est caractérisé par une tectonique très peu marquée, contrairement à Deglène où le Jurassique est important, la tectonique alpine a réactivé les anciennes failles de la région, faisant rejouer les failles du horst et cassant et plissant le Jurassique.

1-Etude de la fracturation :

Les massifs de Beni-Snous et Deglène sont affectés par plusieurs phases tectoniques majeures. La majorité des mouvements épirogéniques se sont produits au cours du secondaire (S.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°, N150°

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

- **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 et calcite dans les calcaires.

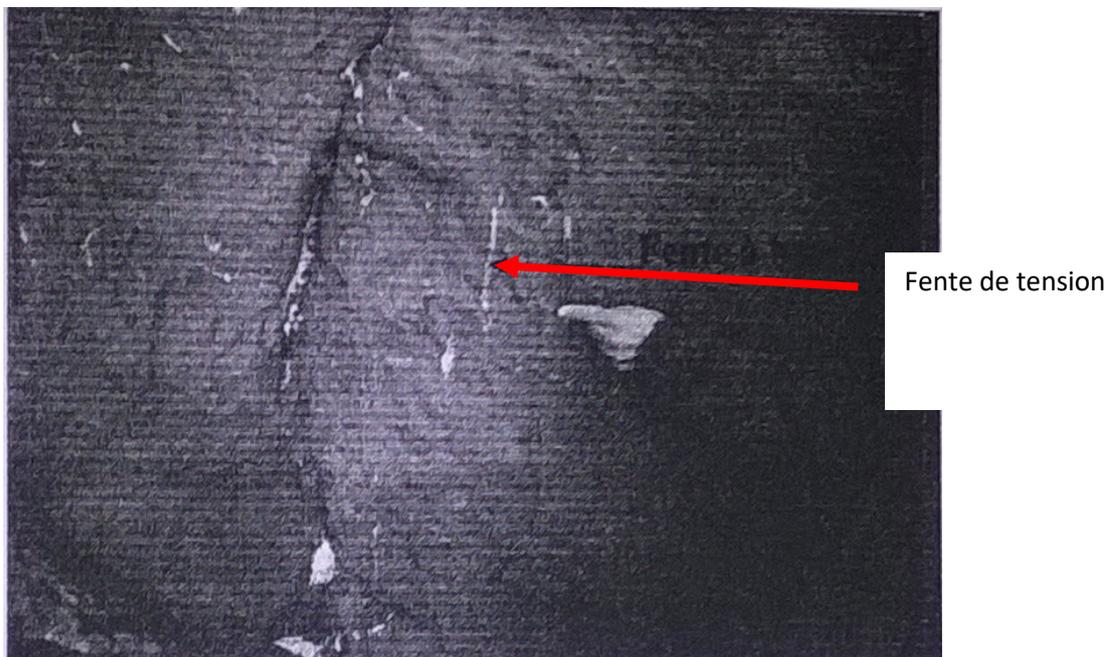


Figure 27 : fente de tension dans les calcaires de Mellal.

- **Les stylolites** : apparaissent dans les calcaires ainsi que dans la barytine.
- **Les filonets de quartz** : ces petites veinules ont été observées au niveau des granites avec les directions suivantes : N15, N17, N13, N14, N45

b) Les éléments 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 29) 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.

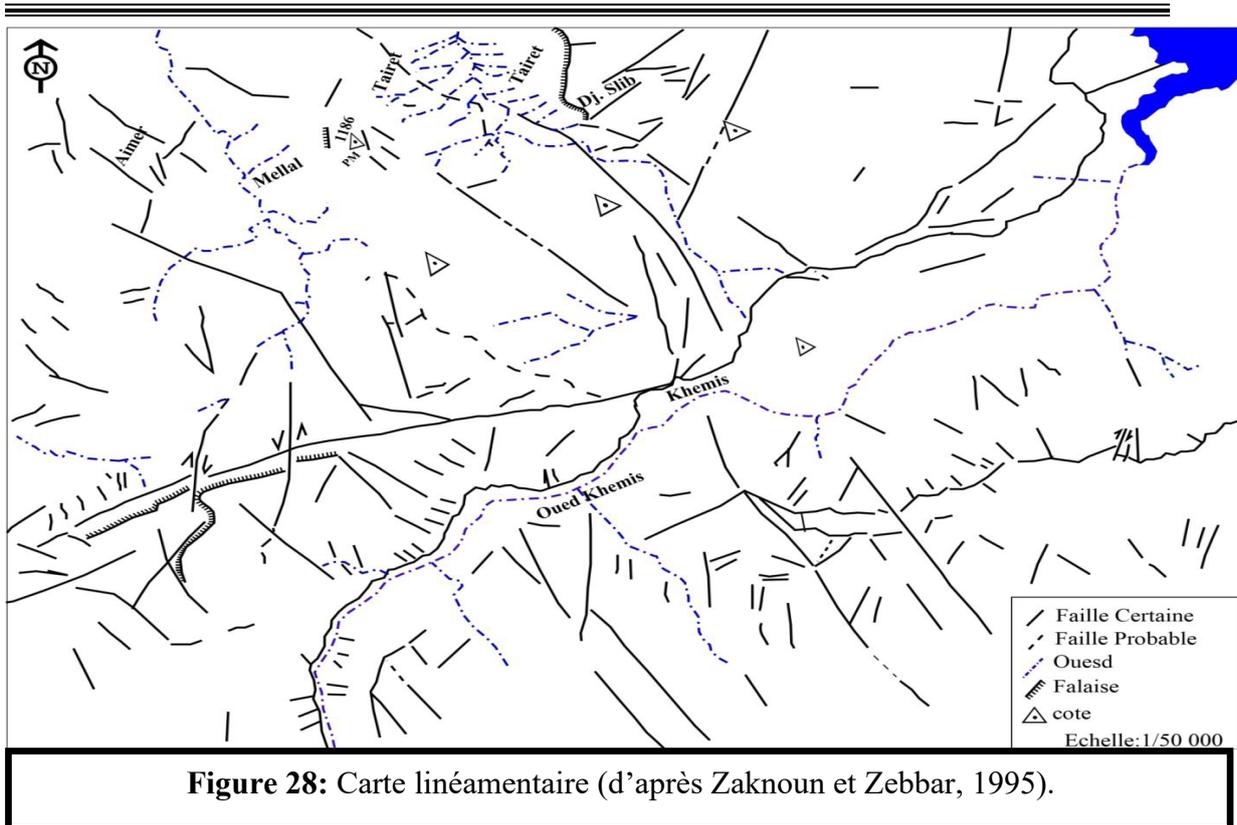
- ✓ Les linéaments à forte présence visuelle et à grande extension correspondent à des failles importantes (failles bordières) et des décrochements, affectant le socle paléozoïque et sa couverture.
- ✓ les linéaments à forte réponse visuelle et à faible extension correspondent à des failles affectant la couverture liasique.les macrostructures qui affectent le secteur d'étude sont :

➤ **Les 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 $N70^\circ$ à $N90^\circ$ et à pendage généralement fort 70° à 90° , cette faille sépare le socle de la couverture liasique, son rejet total atteint ou dépasse 1500mètres. Elle se confond avec les horsts frontaliers au Sud ouest et disparaît progressivement à l'Est par l'anticlinal de Beni-Bahdel.
- ❖ **Les failles NW –SE** : dans notre secteur d'étude ces failles sont représentées par des filons remplis de minéralisation à barytine encaissés dans les calcaires présentant les mesures suivantes : $N53^\circ - 75^\circ E$, $N60^\circ - 75^\circ E$, $N20^\circ - 80^\circ E$. Il s'agit des failles normales sub-verticales, hercyniennes se prolongeant du plateau de Mellal vers oued Tairat.
- ❖ **Les 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.

➤ **Les accidents souples :**

- ❖ **Les plis** : sont remarquables surtout dans le secteur d'étude et abondant dans les terrains avoisinants le matériel est plus tendre et phyliteux ou les déformations sont plus souples.
- ❖ **La schistosité** : elle appartient à la phase orogénique hercynienne et montre aussi des directions N-S.



III.4. Essai d'interprétation :

Une synthèse bibliographique tirée essentiellement des travaux de P. Ghardia (1975), B. Benest (1975), Kazitani (1986), 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 syn-sédimentaires permettant le dépôt des zones de horst et de grabens S.Elmi (bhn1972).
- **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 sub-verticaux et des textures massives et bréchiques.
- **Miocène Inferieur** : correspond à une phase compressive (kazitani 1986) qui engendre des failles dextres NW –SE et senestres NE –SW. Dans le terrain d'étude , il s'agit d'un système de failles conjuguées NW-SE senestres résultant d'une contrainte principale N S. 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. Magmatisme

Les Granites :

Un lever détaillé au 1/25 000 réalisé à partir des études faites sur le massif de Beni-Snous montre deux principaux faciès grenus à grains moyen à grossier.

- Un faciès de granite rose
- Un faciès de granite gris

Le faciès micro grenu 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) Granites post Westphalien :

Dans la région de Beni-Snous, il y'a une activité magmatique qui est marquée par le massif granitique, ce dernier est considéré comme un témoin 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 légard 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 du métamorphisme de contact de haute température et de basse pression, atteignant ainsi le faciès schiste vert qui provoque une schistosité locale légère.

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

b) . 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.

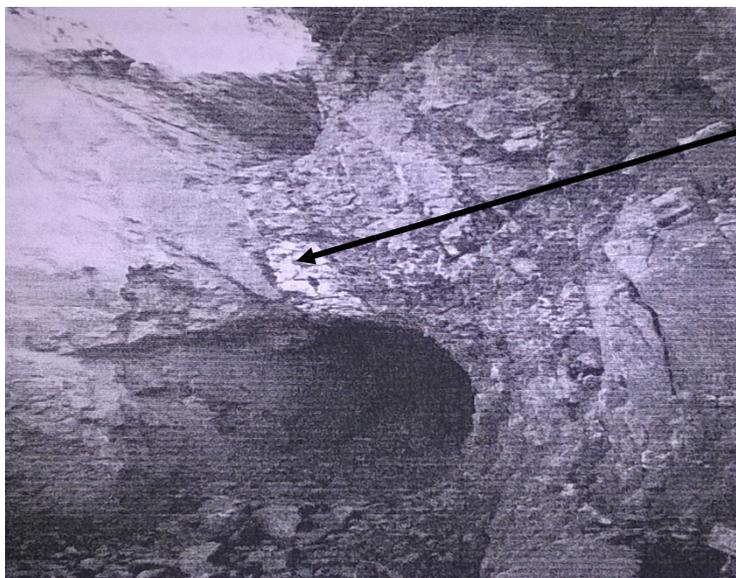
Description macroscopique

Étude macroscopique :

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



Figure 29 : photo montrant le granite gris de Bouabdous.



Filon de barytine

Figure 30 : photographie montre filon de barytine encaissé dans les schistes de bouabdous.

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 méga-cristaux de feldspaths potassiques, quartz, biotite, plagioclases et tourmaline.

Description microscopique :

Faciès de bordure :

Microscopiquement, ces granites montrent les minéraux suivants :

-
-
- ✓ **Quartz** : il est abondant avec des grains sub-automorphes à xénomorphes.
 - ✓ **Orthose** : il est abondant, en petits cristaux sub-automorphe avec la macle de Carlsbad, parfois on observe des phénocristaux ; l'orthose est très souvent perthitique .
 - ✓ **Plagioclases** : il est abondant se présente en phénocristaux à macles polysynthétique parfois altérés en séricite.
 - ✓ **Biotite** : elle est peu abondante et se trouve sous forme de cristaux ou en aiguilles, de couleur rouge brunâtre. La biotite s'altère parfois en chlorite.

Facies central :

- ✓ **Quartz** : il est abondant, de taille moyenne, xénomorphe à sub-automorphe.
- ✓ **Orthose** : il est abondant, s'observe en phénocristaux de forme sub-automorphes, maclés Carlsbad renfermant des inclusions de biotite, chlorite et de la séricite provenant de l'altération.
- ✓ **Plagioclases** : en phénocristaux automorphes à macles polysynthétique, les plagioclases s'altèrent en séricite, (orthose).
- ✓ **Biotite** : elle 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** : elle est rare, on note la présence d'une muscovite primaire légèrement pléochroïque de petite taille.
- ✓ **Tourmaline** : elle 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.

c) Granite de Tairet :

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 filons de quartz.



Figure 31 : photo montrant un granite rose à nodules de tourmaline.



Figure 32 : photo montrant le granite rose de Tairét.

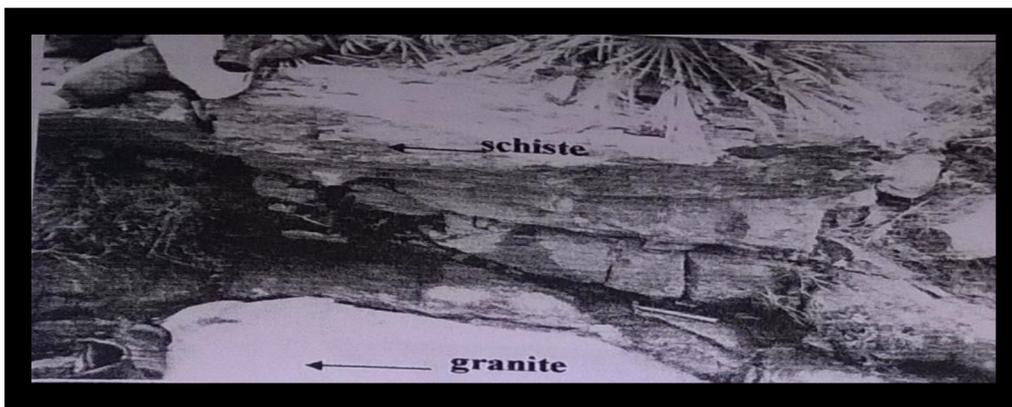


Figure 33 : photographie montre contact entre le granite et les schistes à Tairét.

Faciès de bordure :

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

Faciès central :

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



Figure 34 : Les nodules du Tourmaline dans les Granites de Tairt

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** : il est abondant et se présente en cristaux xénomorphes de petite taille parfois de taille moyenne.
- **Orthose** : il se trouve en phénocristaux maclés portant la biotite et les plagioclases en inclusion.
- **Biotite** : elle est prismatique de petite taille parfois moyenne de couleur brunâtre.
- **Plagioclases** : ils sont sub-automorphes à macle polysynthétique et de taille moyenne. On les retrouve en inclusion dans l'orthose. Ils sont généralement altérés en séricite.
- **La muscovite** : elle est souvent observée en inclusions dans le quartz.

-
-
- **Les minéraux opaques** : ils sont rares dans ces granites.

Faciès central :

- **Quartz** : il se présente en cristaux xénomorphes, avec la présence de la muscovite en inclusion.
- **Orthose** : il est abondant, des phénocristaux à macle de 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 sub-automorphes à macles polysynthétique, certaines sections sont à macle combinées de Carlsbad et d'albites sur les bords. Ces plagioclases sont souvent séricitisés au centre et parfois zonés.
- **Muscovite** : elle est observée en fines baguettes, elle s'intercale entre les différentes phases cristallines.

Minéraux accessoires :

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

D'après la composition minéralogique ; un sous type de granite est peut être distingué :

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 II, figure 85)

Le quartz apparait en cristaux xénomorphes et les plagioclases se présentent en macles polysynthétiques. (Planche III, figure 89 et 92)

Le chlorite est totalement bleu et l'orthose est en macle de Carlsbad. (Planche II, figure 83)

La barytine est légèrement fibro-radiée. (Planche II, figure 85)

Myrmékite : intercroissance réactionnelle d'oligoclase-albite et de quartz développée dans la zone de contact entre cristal de plagioclase et de feldspath potassique. (Planche II, figure 87 et 88)

c) Le cortège filonien :

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

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

➤ **Les micro-pegmatites :**

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

Une micro-pegmatite massive de couleur rose clair à jaunâtre, elle apparaît 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 micro-pegmatite riche en tourmaline, caractérisée par une alternance d'un niveau de phénocristaux de quartz et un peu de plagioclase et d'un autre niveau de petits cristaux de quartz et tourmaline massive au niveau des épontes.

➤ **Les aprites :**

Est une roche filonienne 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.

➤ **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.

➤ les phénomènes de greisinisations

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

Elle s'exprime à Beni-Snous sous forme de filons, les minéralisations observées sont oligiste, avec une silicification quartz ainsi que la présence de l'or.

e) Différence entre le granite rose et gris :

Microscopiquement

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.

1.2- Les calcaires :

Étude macroscopique :

Les calcaires affleurent sous forme d'une barre ou de falaise d'une dizaine de mètres au djebel Mellal et disparaissent momentanément au sein de la vallée de Tairat.

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 d'étude, 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).

Étude microscopique:

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

a. Calcaire silicifié :

Il s'agit d'un calcaire micritique. la roche a subi une silicification très avancée, qui se traduit par le développement du quartz diagénetique sous forme de cristaux bipyramidés, ce calcaire est recoupé par des microfissures de calcite secondaire. (Figure 91 et 92 P.76)

b. Calcaire à bioclaste :

Se sont des calcaires à ciment micritique, enrichies en éléments de socle. (Figure 93 P.76)

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 94 P.77)

d. Brèche à marcassite :

C'est une micrite carbonatée qui contient deux types de barytine :

- Barytine cryptocristalline (Figure 98 P.78). - Barytine fissurale (Figure 99 P.78).
On note la présence de la marcassite comme une minéralisation primaire dans la roche initiale. La barytine épigénise la marcassite et la calcite vient tardivement recoupant
- labarytine. Il existe même de la pyrite en petits cubes noirs.

III.6. Conclusion :

Dans le secteur d'étude, les structures rencontrées depuis le paléozoïques jusque le miocène s'accordent aux mouvement tectoniques connus dans les monts de Ghar-Roubane tels que les Horst et Graben.

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.

- la region de Beni Snous a subit une activité magmatique importante qui reconue par les différentes dépôts des granites (westphaliens, Boubdous, Tairet) ou trouve les granites gris et rose et minéralisations polymétalliques riche.

CHAPITRE IV

ETUDE GÎTOLOGIQUE

IV.1 INTRODUCTION

Le secteur d'étude englobe les indices de (Beni-Snous) et de Deglène des monts de Ghar-Roubane.

- ✓ A Beni-Snous on rencontre principalement une minéralisation polymétallique (Ba, Pyrite, or...etc) qui est encaissée dans les granites du socle et les formations carbonatées du Lias sous forme de : dissémination et remplissage.
- ✓ A Deglène l'indice minéralisé révèle l'existence d'imprégnation irrégulière, veinules ou mouchetures disséminées de Pb-Zn sans loi apparente (il y a une zonalité verticale depuis Cu → Pb) dans les calcaires dolomités du Jurassique

Ces minéralisations s'allongent étroitement sous forme de bandes le long de la principale faille, qui sépare le horst de Ghar Roubane du graben de Ras Asfour ; la minéralisation de horst est liée au socle et à la couverture.

IV.2 L'HYPOTHESE GENETIQUE :

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 plupart 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-Snous 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-3 ETUDE DE L'ENCAISSANT:

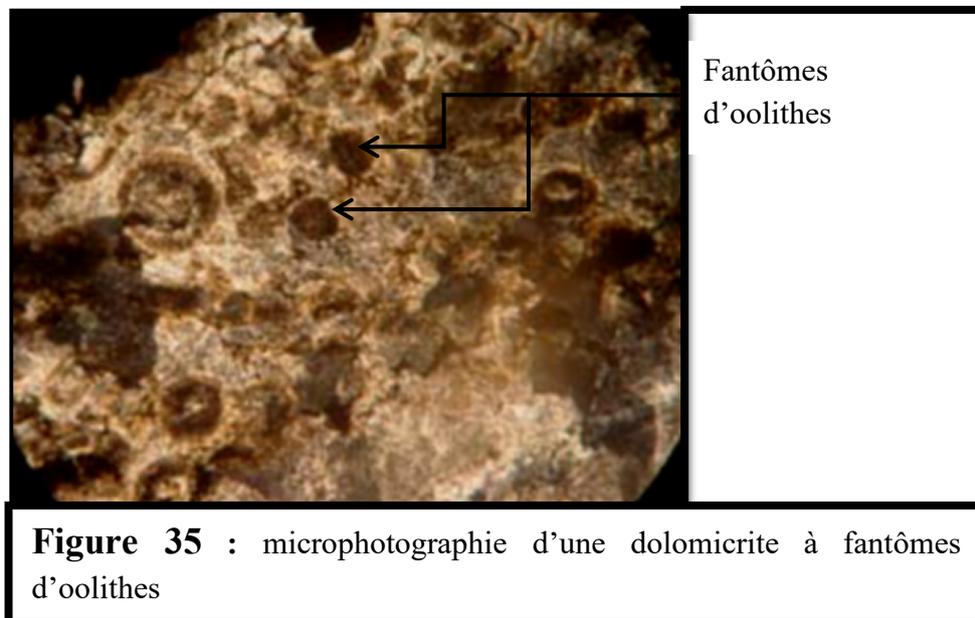
L'encaissant du gisement de Deglène est essentiellement carbonaté ; il est formé par deux stades de dolomitisation.

IV-2.1 Stade diagénétique :

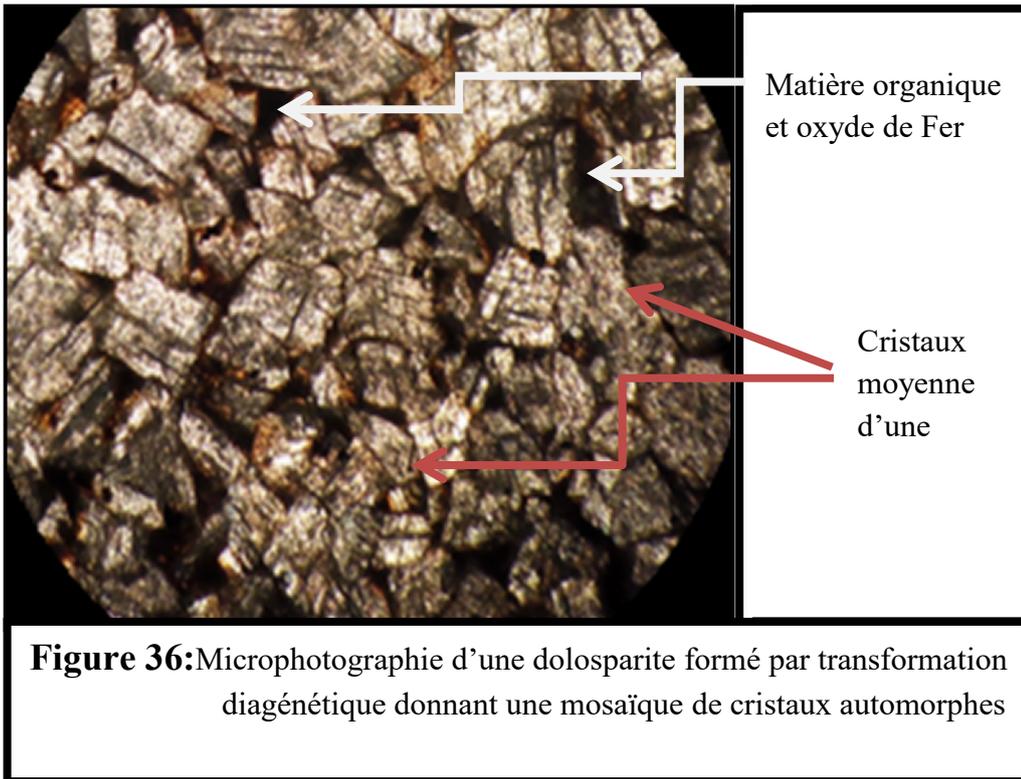
Cette dolomitisation affectant les calcarénites en milieu tidale a eu lieu lors de la diagenèse des sédiments, elle est liée à une présence d'eau de mer chaude riche en magnésium dans un domaine laguno-continentale, donnant naissance à plusieurs types de dolomites ; dolomicrite, dolomites microcristallines et la dolomite zébrée.

A- Dolomicrite (DI) :

Elle se présente sous forme de cristaux xénomorphes de dolomites très fins avec des fantômes d'oolithes, c'est une dolomite de remplacement précoce résultat d'une dolomitisation d'une ancienne calcarénites avec la présence de restes de bioclastes épigénisés et recristallisés dans cette dolomite.

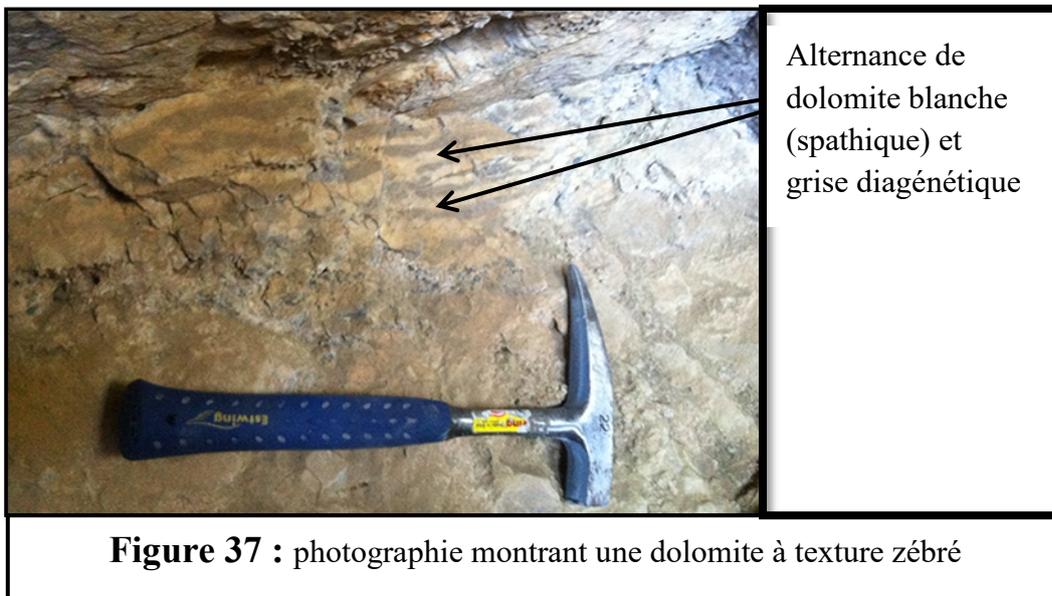
**B- Dolomite microcristalline(DII) :**

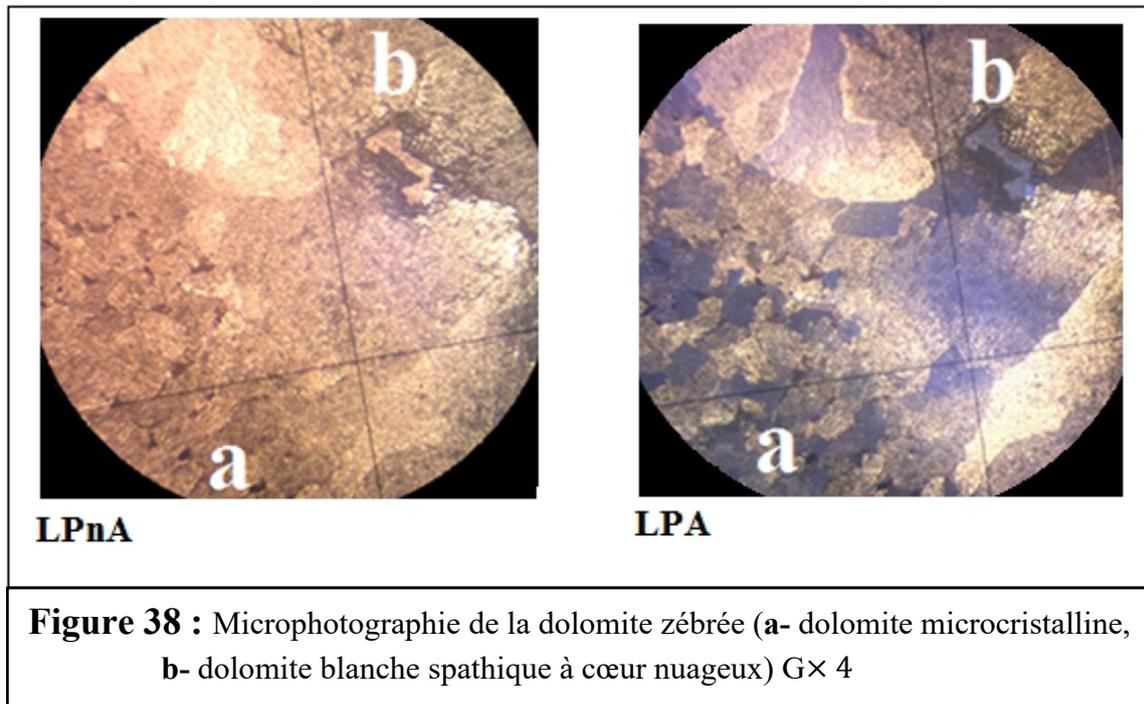
Elle est représentée par une dolomite saccharoïde à cristaux moyens (microsparite) brunâtre à inclusions de matières organiques, les grains sont jointifs à dissémination de pyrite.



C- Dolomite zébré (DIII) :

Il s'agit d'alternance de lits claires (dolomite blanche spathique) et de lits gris ou beiges. Ces cristaux sont xénomorphes à sub-automorphes constitués de matières argileuses intergranulaires, dolomites grises à grains moyens qui peuvent atteindre 1 mm et dolomite blanche grossière.





IV-2.2 Stade épigénétique:

La dolomitisation épigénétique prend place après la diagenèse des dolosparites, elle est souvent liée à la circulation d'eau magnésienne plus ou moins chaude le long des fractures, dans ce stade on distingue 3 type de dolomite

A- Dolomite baroque blanche (DIV) :

Elle est appelée aussi « saddle dolomite » ou dolomite en selle. Macroscopiquement elle se présente en grandes plages de cristaux limpides avec une texture xénotypique et se caractérise par des clivages courbes.

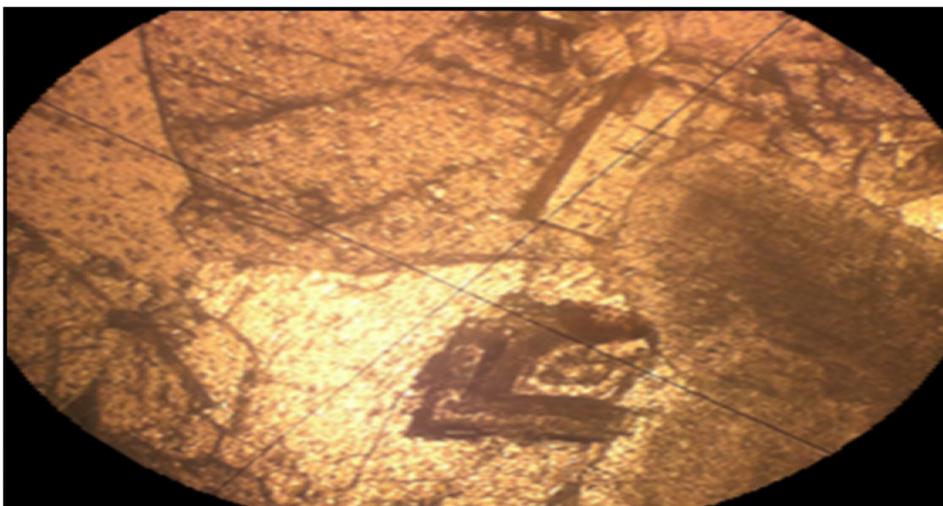


Figure39: Microphotographie de la dolomite zébrée (**a**- dolomite microcristalline, **b**- dolomite blanche spathique à cœur nuageux) G×40

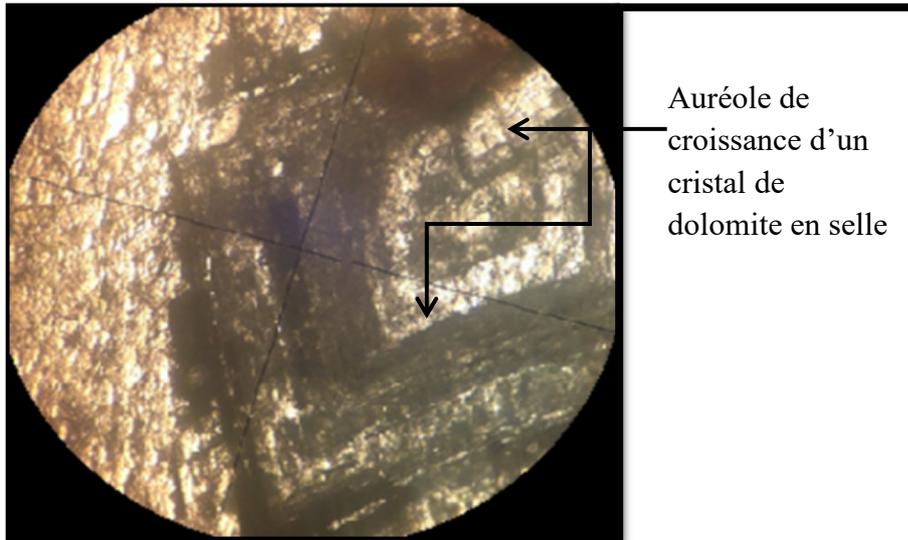


Figure 40: Microphotographie montrant le détail de la dolomite baroque

B- Dolomite veinulée (DV) :

Elles occupent les fractures des dolomites blanches, les fentes de tensions qui recourent la dolomite grise, elles peuvent être à oxyde de fer. Ces veinules peuvent être remplies de Galène tardive.

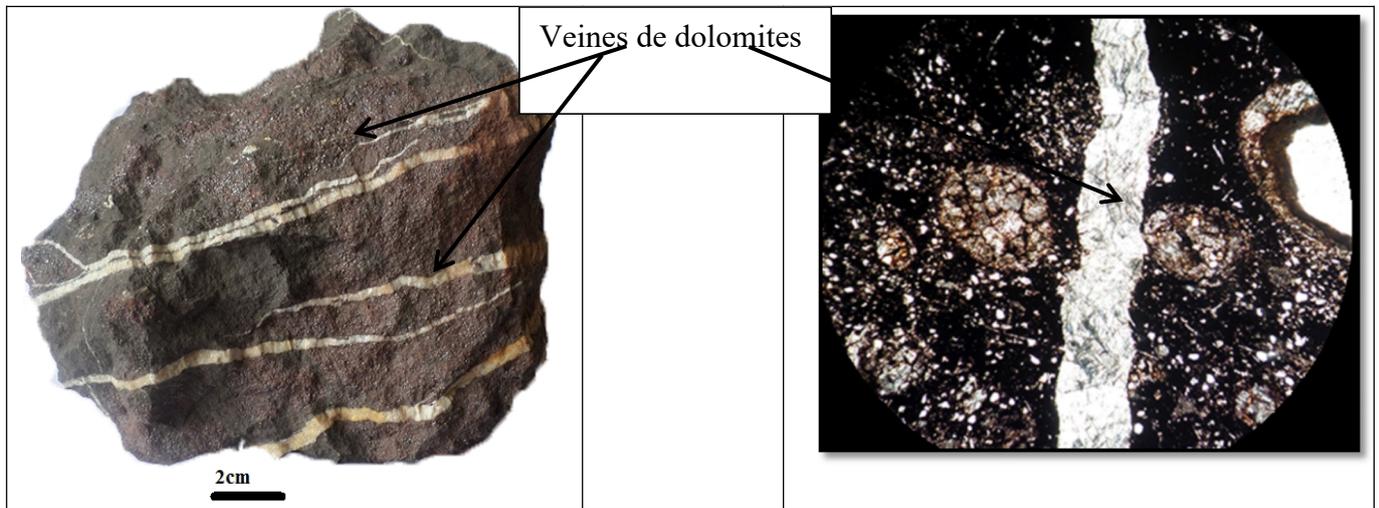


Figure 41: Photographie de la dolomite veinulée

Figure 42: microphotographie d'une veine de dolomite qui recoupe le faciès du Bathonien

C- Dolomite baroque rose (DVI) :

Elle présente les mêmes caractéristiques que la dolomite en selle, de couleur rose, c'est le dernier fluide stérile qui la dépose à la fin du stade épigénétique avec l'aragonite et le quartz en crustification (figure 38).

Silicification

Ce phénomène de silicification se rencontre dans les deux stades de dolomitisation (diagénétique ; épigénétique).

Silice I :

Elle se présente en petits et fins cristaux (cryptocristalline), associée à la dolomicrite diagénétique. D'origine détritique calcaire originel.

Silice II :

Ce sont de gros cristaux hexagonaux qui se localisent au niveau des géodes, ces crustifications finaliseront la phase épigénétique.

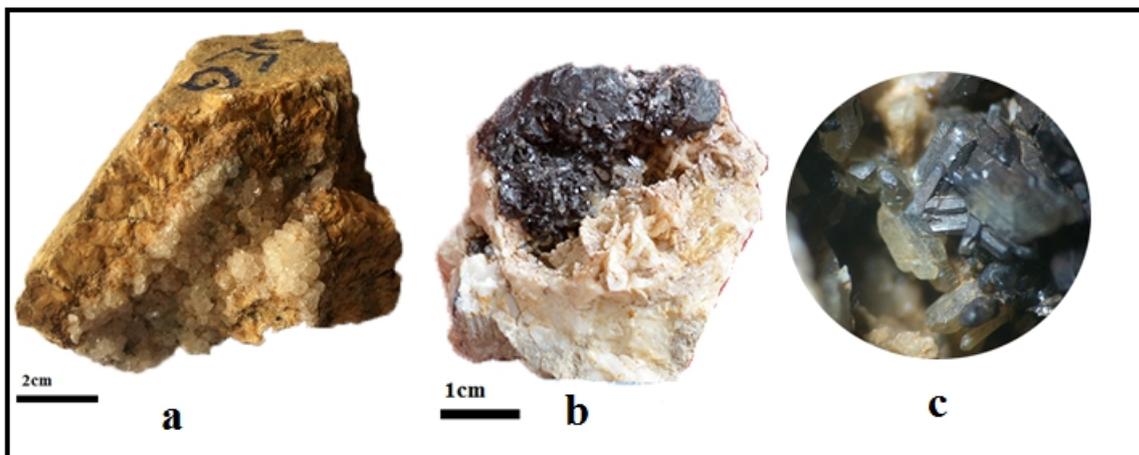


Figure 43 : photographie de géodes de Quartz II (**a** : associé à la dolomite baroque, **b** : associé à la minéralisation, **c** : grossissement de **b** avec la loupe)

IV-4 ETUDE TEXTURALE DES MINERALISATIONS:

L'étude macroscopique des échantillons prélevés et les observations de sections polies et Lames minces révèlent les aspects texturaux suivants, aussi bien au niveau de l'encaissant qu'au niveau de la minéralisation :

IV.3.1. Texture bréchique :

Elle est représentée par des dolomies diagénétiques (dolomicrite et dolomite Microcristalline) pris dans un ciment formé de dolomies épigénétiques



Figure44 : Dolomies diagénétique grises fracturées et cimentées par des dolomies épigénétique blanches à roses, ce qui lui confère un caractère bréchique

IV.3.2. Texture Massive :

Elle est représentée par de la dolomite baroque rose, et de la dolomite blanche . Elle forme une masse compacte où bréchifiée qui affecte les dolomies diagénétique.

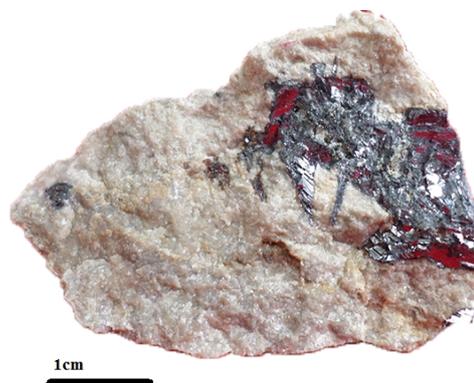
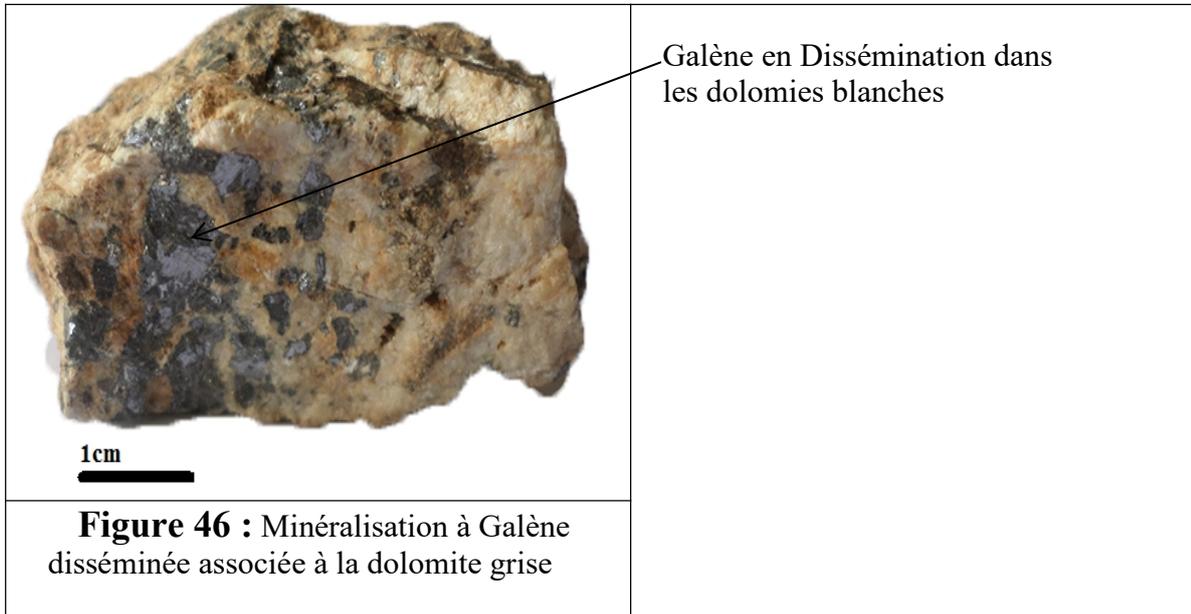


Figure 45 : photographie d'un échantillon de dolomite rose associé à la galène

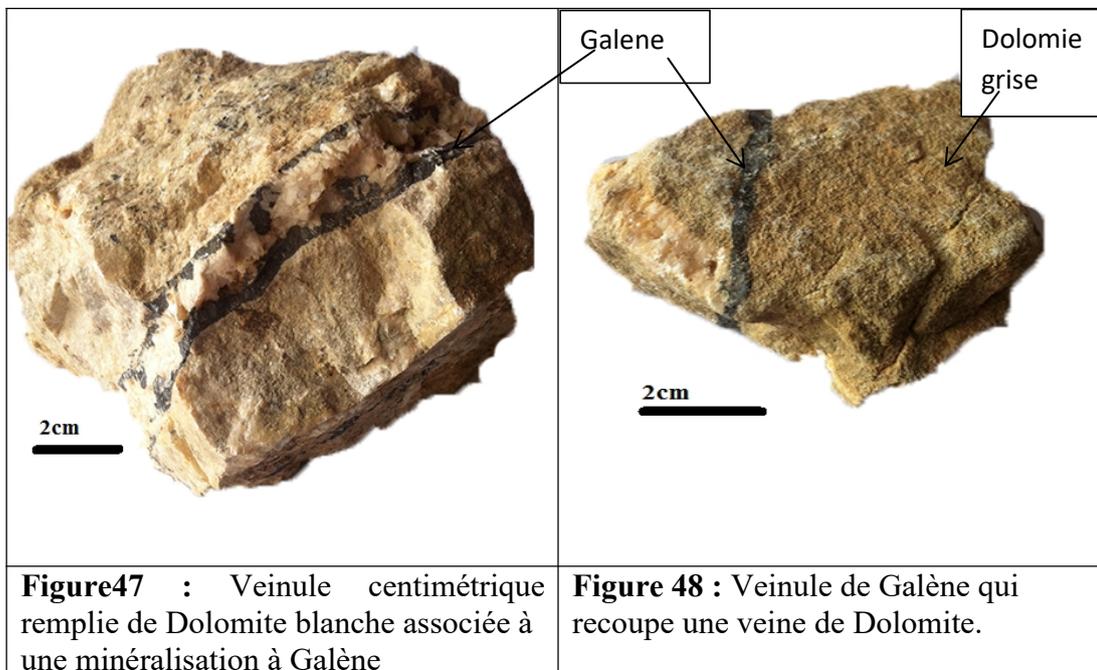
IV.3.3. Texture disséminée :

Elle est caractérisée par la Galène qui forme des agrégats ou de fines taches dispersées au sein des dolosparites et des dolomites microcristallines.



IV.3.4. Texture veinulée :

Cette texture caractérise des remplissages de fractures, au niveau des dolomies blanches, il s'agit généralement de silice tardive ou de la calcite spathique, de la dolomite diagénétique avec des limites souvent ferrugineuses ou minéralisées en Sphalérite et Galène



IV.3.5. Texture géodique

Elle apparaît sous forme de micro cavités remplies par des cristaux centimétriques de dolomites, on trouve aussi associé de la pyrite, du quartz, et de la barytine. Elle s'observe dans la dolomie blanche ou rose.



Figure 49 : Photo montrant une texture de crustification de dolomite rose sertie de moucheture de pyrite cuivreuse et Barytine.

IV.3.6. Texture zonée

Elle se voit au microscope au niveau de la sphalérite grossière, et dans la sphalérite collomorphe. Certains cristaux de sphalérites montrent au centre une nuée d'impureté riche en quartz en fines baguettes, et en grains squelettiques qui apparaissent en lumière polarisée comme une nucléation, avec des réflexions internes de couleur chamoise. Cette texture est observée aussi au niveau des dolomites rhomboédriques spathiques.

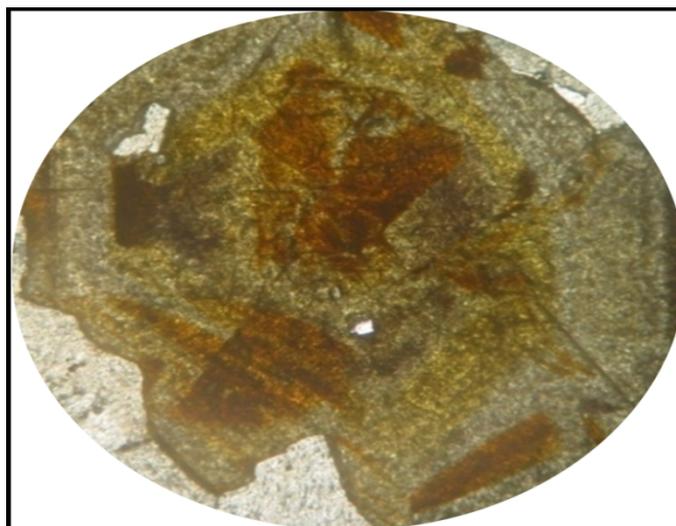


Figure 50 : Photo montrant la sphalérite zonée lame mince (L.N Gx10), (Chaa.H 2010)

IV.3.7. Texture rubanée

Les textures rubanées se caractérisent par une succession rythmée de lits millimétriques à centimétriques de dolomite grise minéralisée (sphalérite et galène), avec la dolomite blanche spathique post minérale. Le passage entre ces rubans peut parfois être brusque ou graduel. Ces rubanements sont parfois perturbés par des microfissures, remplies essentiellement par des petits cristaux de dolomies, témoignant d'un épisode épigénétique ultérieur.



Figure 51: Photo montrant une texture rubanée de dolomite blanche et grise

IV.3.8. Texture mouchetée

Elle se caractérise par des mouchetures de pyrite cuivreuse qui ornent la dolomite rose.



Figure 52 : Photo montrant une texture de crustification de dolomite rose sertie de moucheture de pyrite cuivreuse.

IV.5 ETUDE DE LA MINERALISATION

A - La minéralisation de Dèglene

L'étude de la minéralisation du gisement de la région de Deglène, nous a permis de Distinguer :

1-Une minéralisation abondante : constituée essentiellement de Sphalérite et de Galène.

La Sphalerite (ZnS) :

a-Etude macroscopique :

Elle se présente sous forme d'imprégnations ou veinules de couleur brunâtre mielleuse avec un éclat résineux, encaissé dans les niveaux profonds de l'Aaléno-Bajocien .Elle est le plus souvent associée à la Galène et à la Chalcopryrite.

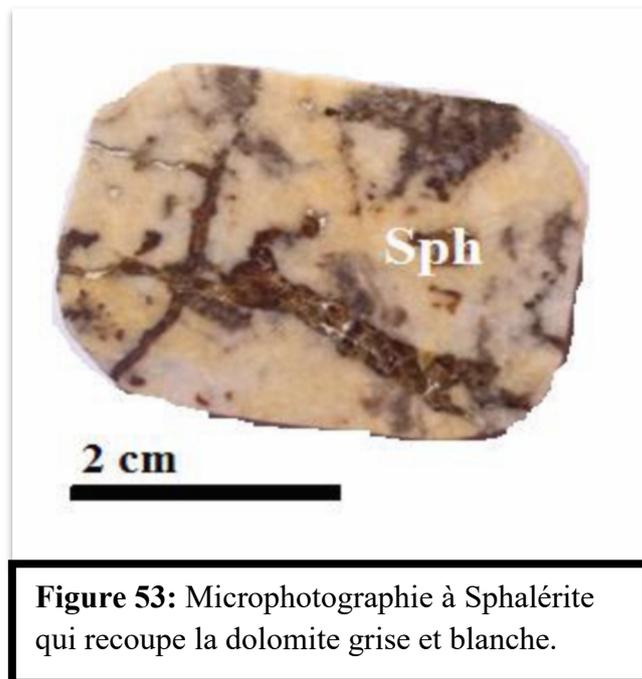


Figure 53: Microphotographie à Sphalérite qui recoupe la dolomite grise et blanche.

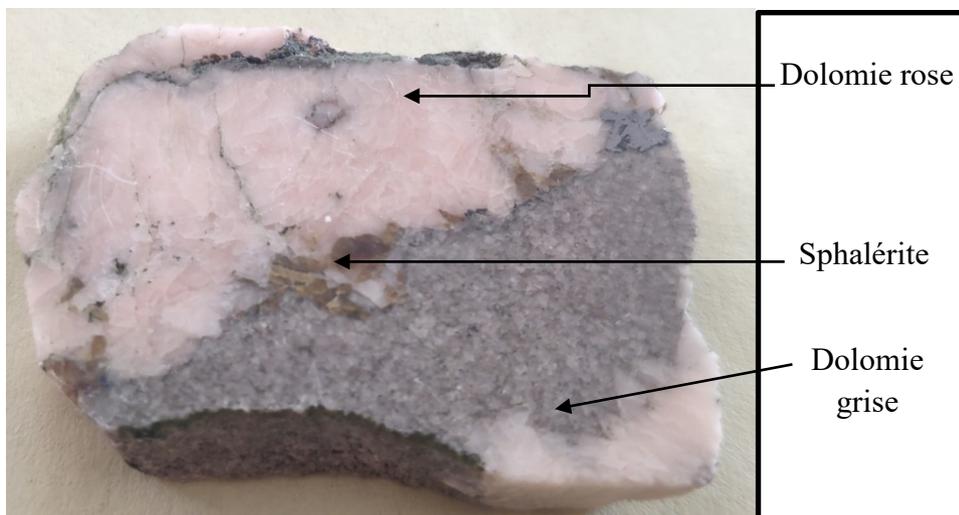


Figure 54 : Photographie d'un échantillon de Dolomie rose avec Sphalérite

b-Etude microscopique :

Sous le microscope, la Sphalérite est sous forme de grandes plages de couleur pale avec une légère teinte brune due probablement à sa richesse en fer ; elle est caractérisée par ses réflexions internes (irisations internes)

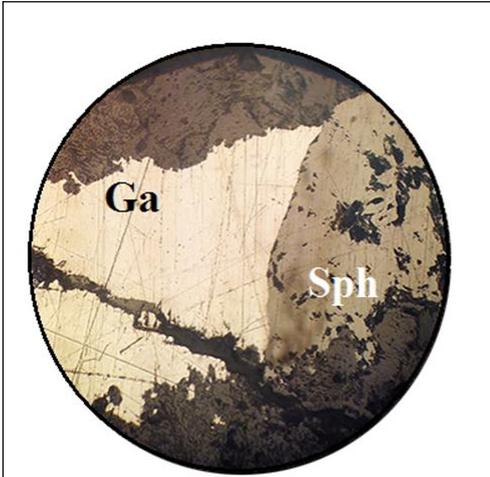


Figure 55: Microphotographie d'association Sphalérite + Galène (S.P LPA G)

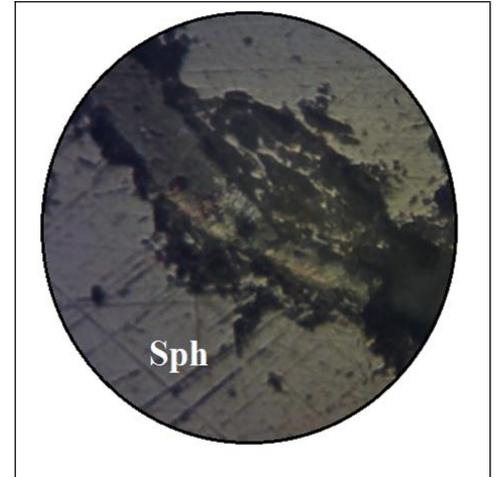


Figure 56: Microphotographie d'une Sphalérite (en S.P LPnA montrant des irisations G×20)

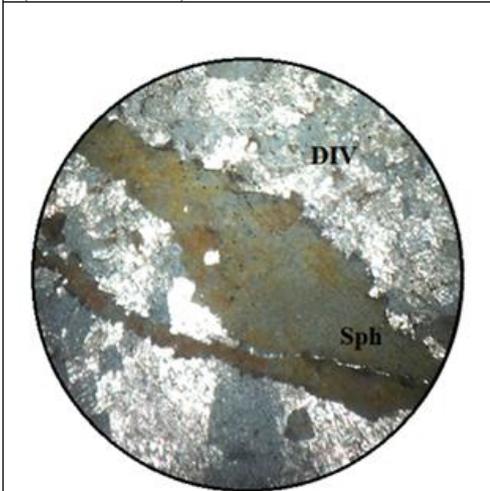


Figure 57: Microphotographie d'une Sphalérite qui recoupe la dolomite (L.M G X 4)



Figure 58 : Microphotographie de la Sphalérite avec une teinte brunâtre (L.M G X 10)

La Galène (PbS):**Etude macroscopique :**

Elle se présente sous forme massive, veinulée ou disséminations associées aux dolomites (grises et baroque blanche) ; elle est de couleur grise avec un éclat métallique caractéristique.

Il existe trois générations de Galène :

Galène I (Ga I) : Elle est sous forme de disséminations encaissées dans les dolomites grises.

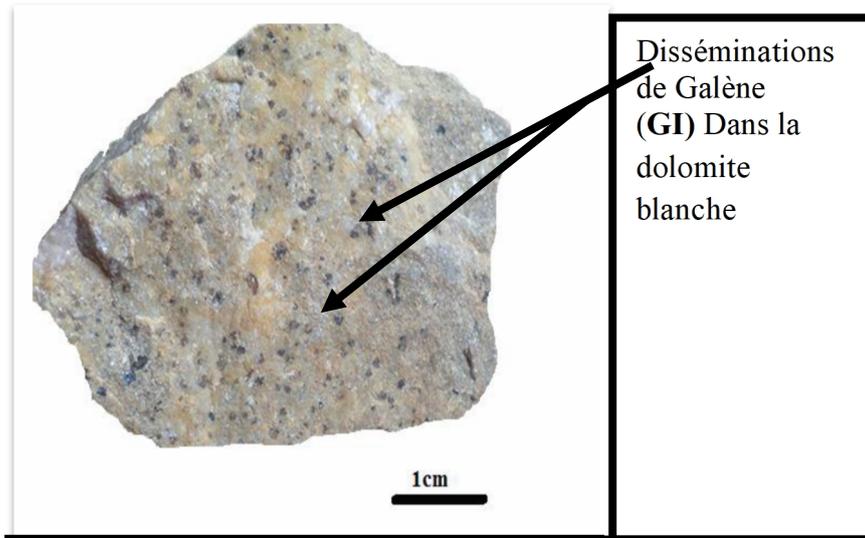
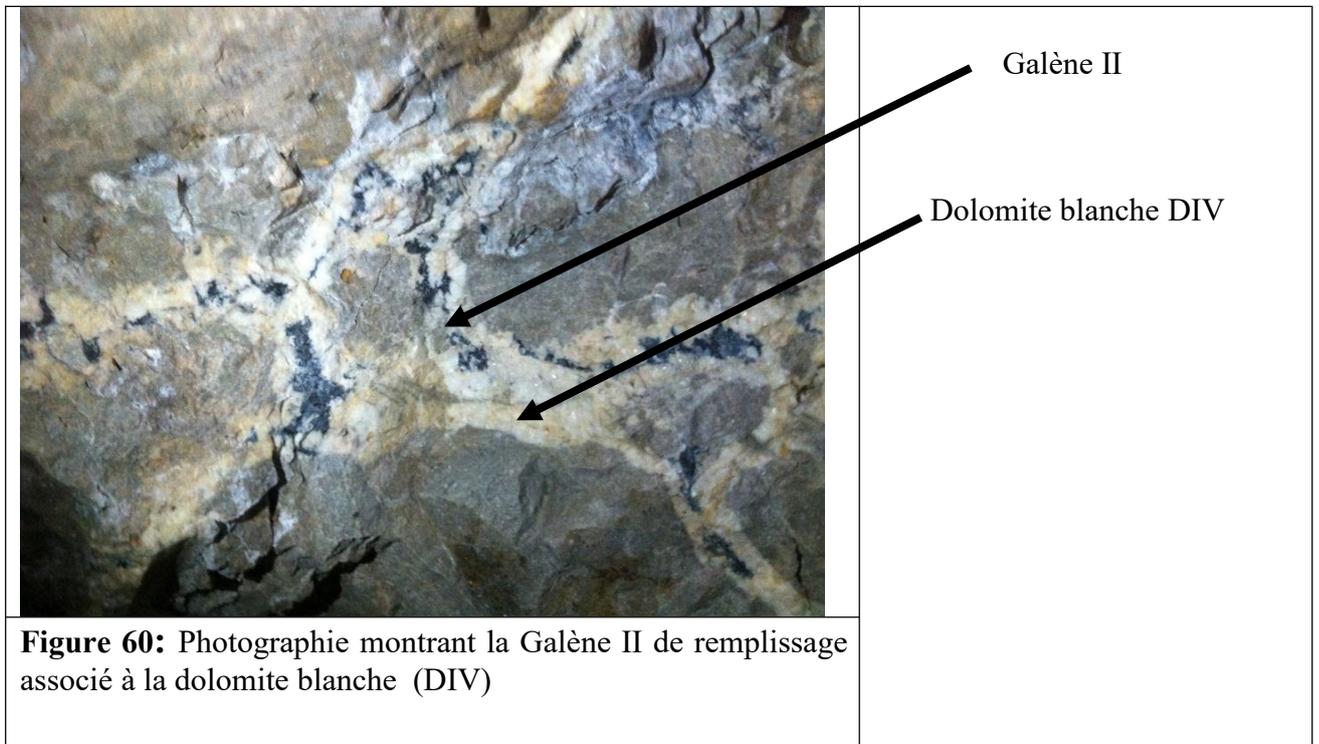


Figure 59: Photographie d'un échantillon montrant de la Galène en dissémination

Galène II (Ga II) :

C'est une Galène de remplissage des espaces ouvert (open space filling) ; associée à la Dolomite blanche épigénétique, ce qui lui confère un caractère tardif par rapport à la Sphalérite.



Galène III (Ga III) :

Elle est tardive, ce sont des veinules qui recoupent la dolomite blanche.

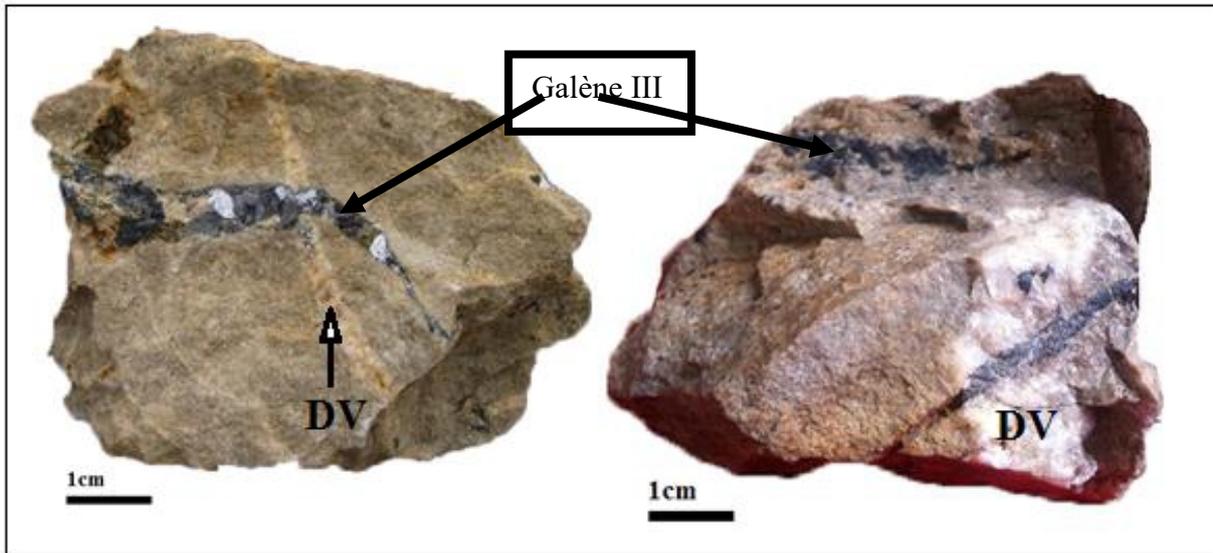


Figure 61: Photographie de veines de Galène III recoupant la dolomite blanche (DIII)

Etude microscopique :

La Galène se présente sous forme de grandes plages de couleur jaunâtre, beige ; caractérisée par des arrachements triangulaires

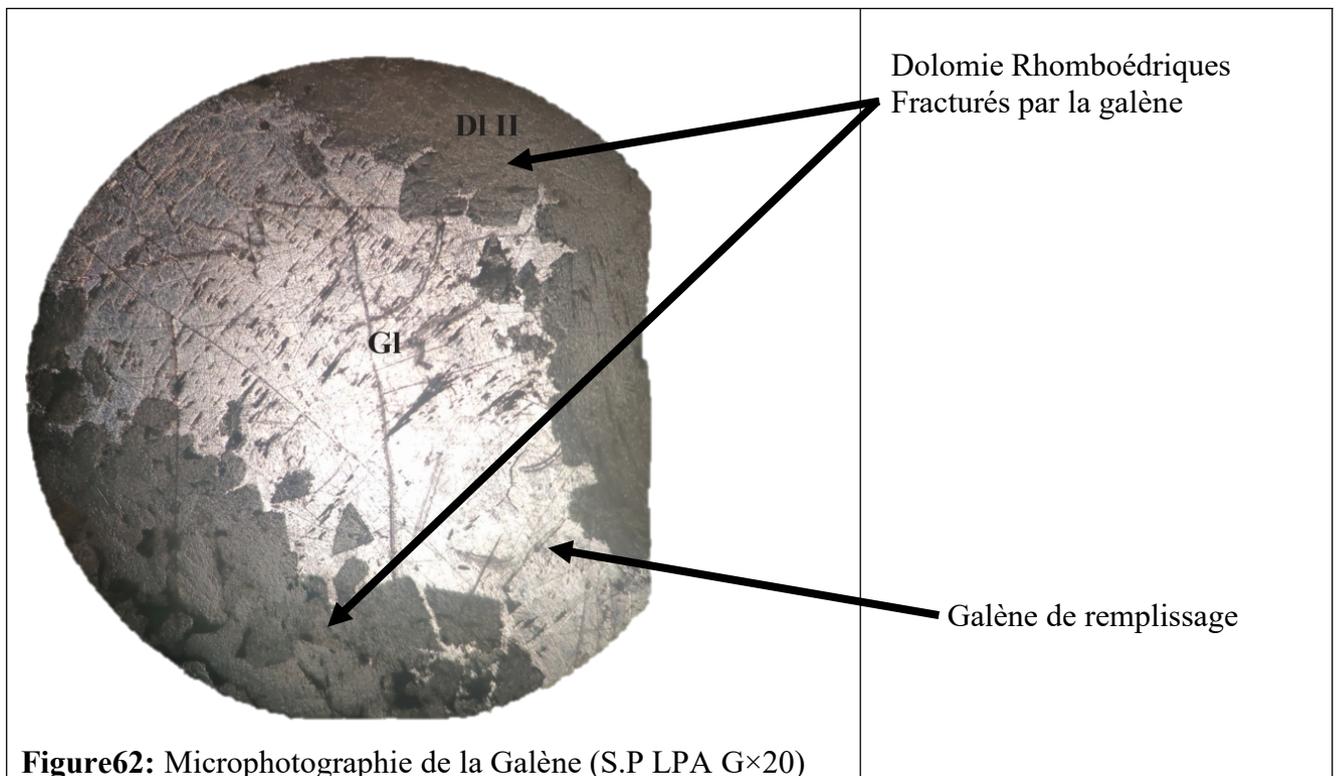


Figure 62: Microphotographie de la Galène (S.P LPA G×20)

2- Une minéralisation de paragenèse

Pyrite I (FeS₂) :

La Pyrite se présente sous forme de sections automorphes à sub-automorphes. Sa forme est généralement cubique, ou encore en agrégat de plusieurs cristaux. Elle se manifeste surtout en association avec la dolomie diagenétique.

Etude macroscopique :



Figure 63 : Photographie d'un échantillon de Dolomie micritique associée avec la Pyrite

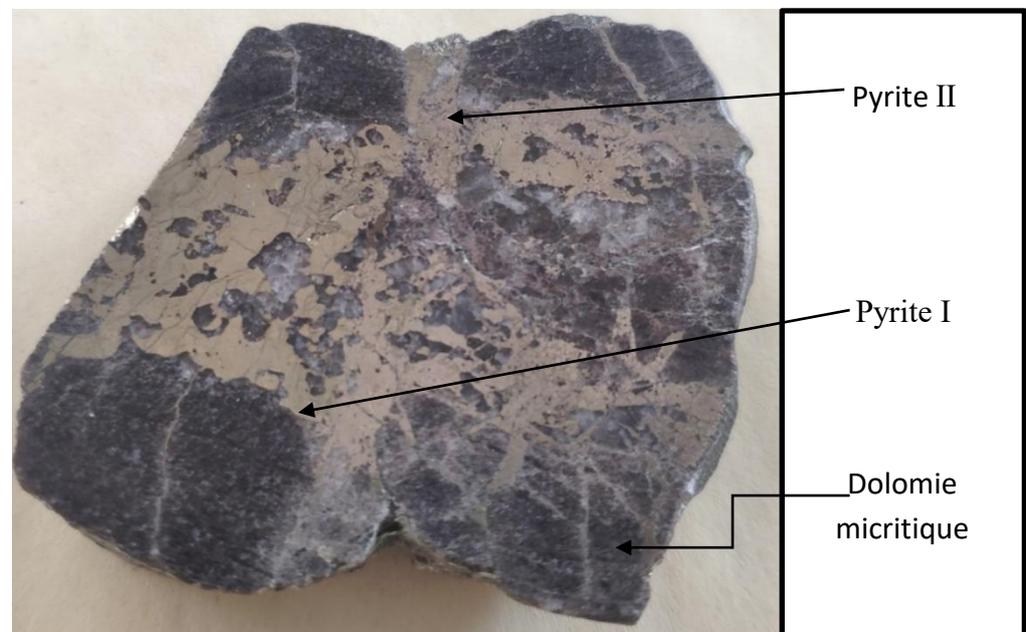


Figure 64 : Photographie d'un échantillon de Dolomie micritique associée avec deux générations de pyrite

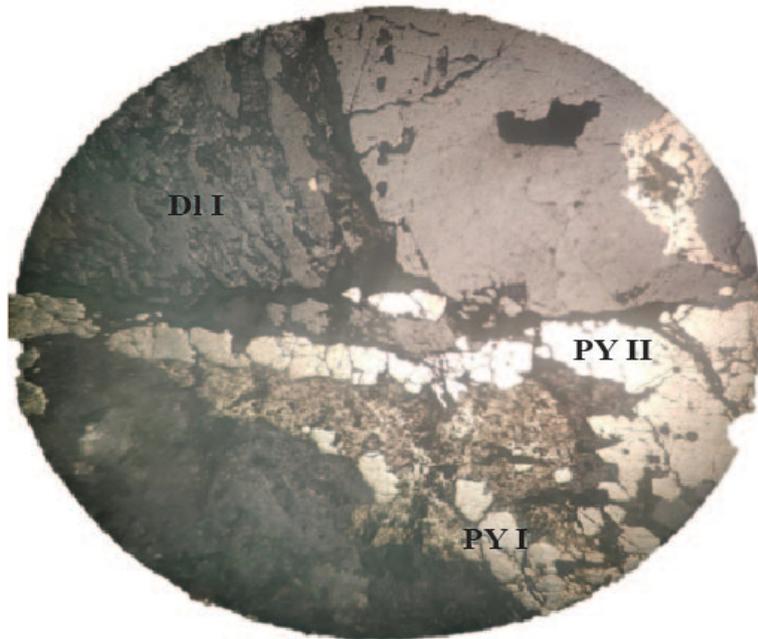


Figure 65 : Microphotographie de la Dolomite associée à la Pyrite (I et II) (S.P LPA G X 40)

Chalcopyrite(CuFeS_2) :

Moins abondante, elle est associée aux petits cristaux de Sphalérite et se présente en cristaux fins xénomorphes disséminés.

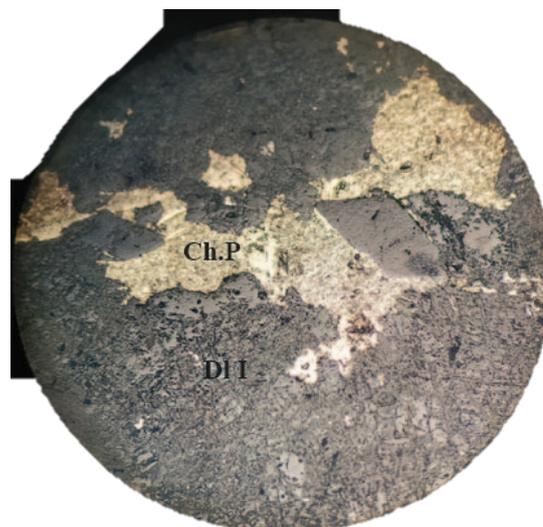


Figure66 : Microphotographie de la Dolomite associée à la Chalcopyrite (S.P LPA G X 40)

3. Minéraux supergène :**Cérousite($PbCO_3$) :**

Un minéral supergène (altération de la Galène), de couleur proche à celle de l'encaissant Dolomitique, on la distingue grâce aux reliques de la galène contenu dans ce minéral.

Covellite(CuS):

Un minéral supergène, de couleur bleu en lumière naturelle, qui se trouve dans les bords d'autres minéraux associés en général à la Galène.

Malachite ($Cu_2(CO_3)(OH)_2$) :

C'est un minéral secondaire qui se forme dans les zones d'altération d'un minerai de cuivre, de couleur vert d'herbe.

Manganèse (MnO) :

Se présente sous forme de dendrites finement arborescentes, constituées par des files ramifiées de petits cristaux d'oxydes de manganèse indiscernable à l'œil, qui se trouve dans les joints des calcaires.



Figure 67 : Photographie d'un échantillon de Malachite

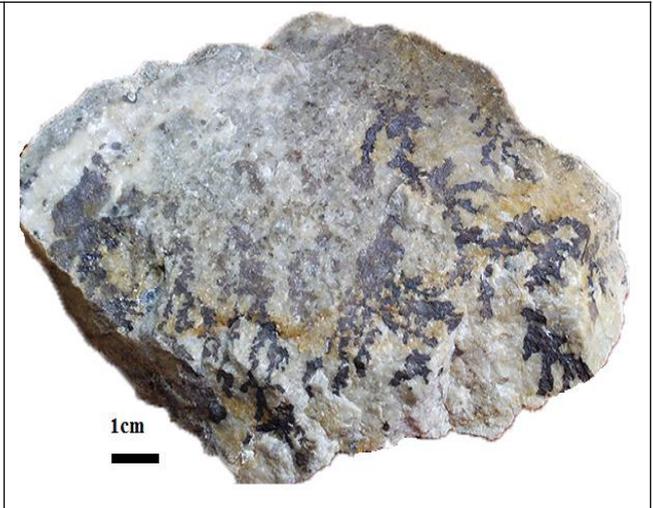


Figure 68: Photographie d'un échantillon de dendrites de Manganèse

RELATION ENTRE LA MINERALISATION ET L'ENCAISSANT DOLOMITIQUE :

La minéralisation Plombo-Zincifères montre une nette liaison avec les calcaires dolomités et les dolomies du Lias supérieur. Il s'agit des niveaux poreux et perméables qui seraient susceptibles de renfermer des corps minéralisés, qui se placent entre le socle paléozoïque et les terrains grés-marneux peu perméables du Jurassique supérieur.

RELATION ENTRE LA MINERALISATION SULFUREE ET LA TECTONIQUE :

Les mouvements tectoniques sont à la faveur des cassures profondes, séparant de grands blocs (horst et graben), et les rejets verticaux de ces blocs ont atteint plusieurs centaines de mètres. Selon toutes probabilités, ces cassures auraient servi de voies d'accès " de couloir » aux venues hydrothermales minéralisantes, ce qui permet d'expliquer, les gites Plombo-Zincifères connus sur les parties bordières des horsts. Les mouvements éocènes résultant de la dernière phase de l'orogénèse Alpine achèvent l'histoire de l'évolution géologique de la région, qui aboutit à la mise en place des gites et indices de Pb-Zn.

B- Les minéralisations de la région de Beni-Snous

1. Minéralisation liée au granite

Feldspath : un orthose rare, il se présente sous forme de macle de Carlsbad, le plus souvent altéré en séricine.

Quartz : le quartz est abondant, il se présente sous forme des plages sub_automorphes, il contient des inclusions de saphène et de zircon.

Plagioclases : le plagioclase est peu abondant, il se présente en cristaux automorphes à macles polysynthétiques, rarement zoné. (Planche I, figure 69)

Biotite : la biotite est rare le plus souvent chloritisée comme elle peut être fibro_radiée. (Planche I, figure 70)

Les 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 71 et 72)

Zircon : le zircon se présente en petits cristaux prismatiques, il est sub_arrondis et sans auréole pléochroïque. (Planche I, figure 73)

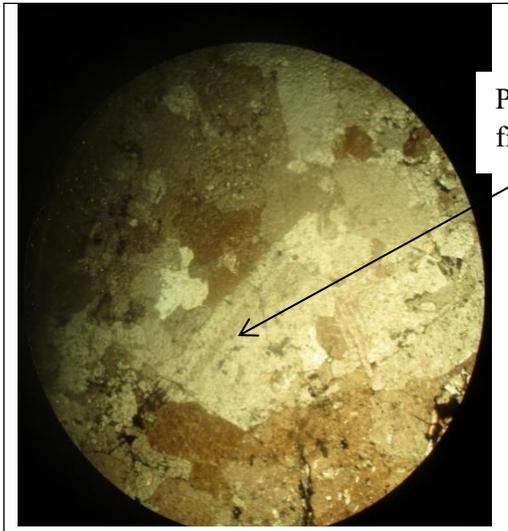
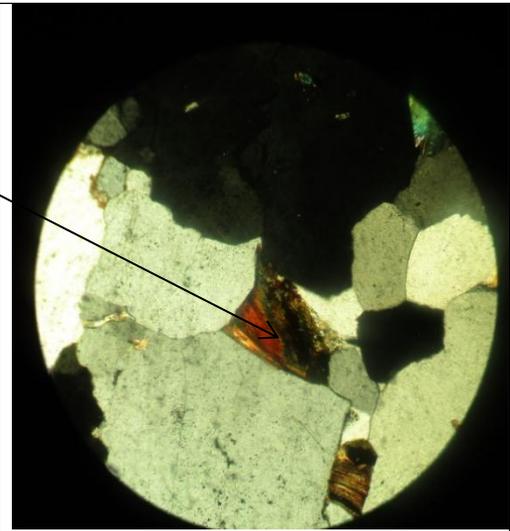
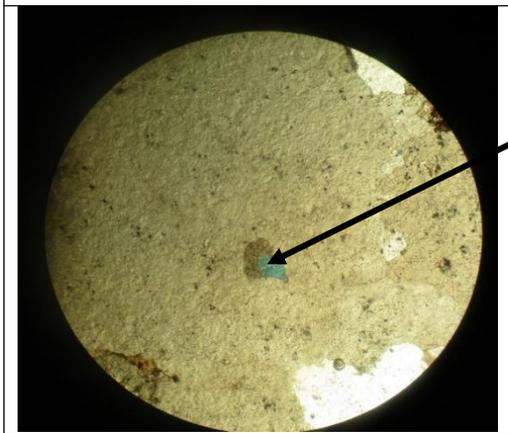
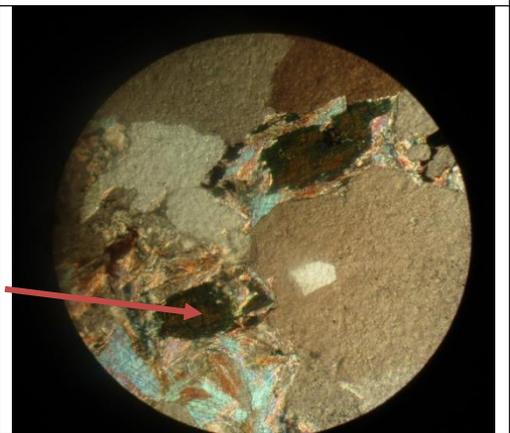
Apatite : L'apatite se présente sous forme de petites sections automorphes. (Planche I, figure 74)

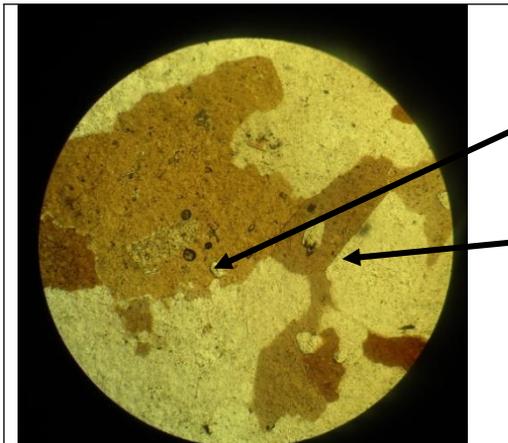
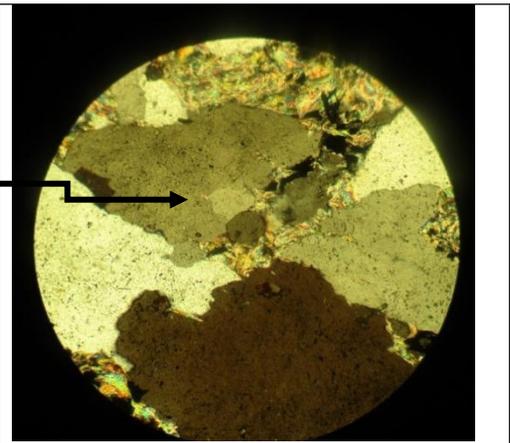
Minéraux opaques : les opaques suivent généralement le plan du clivage de la biotite et le chlorite.

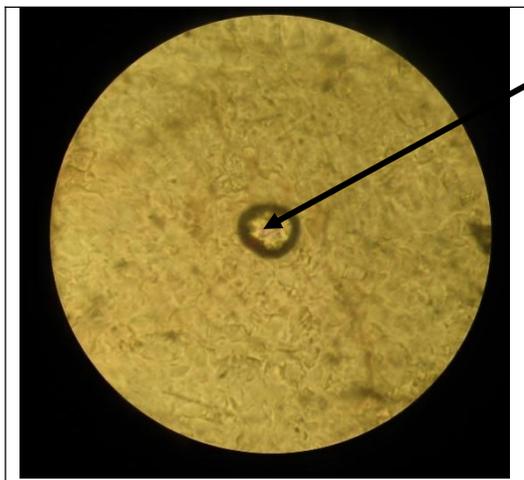
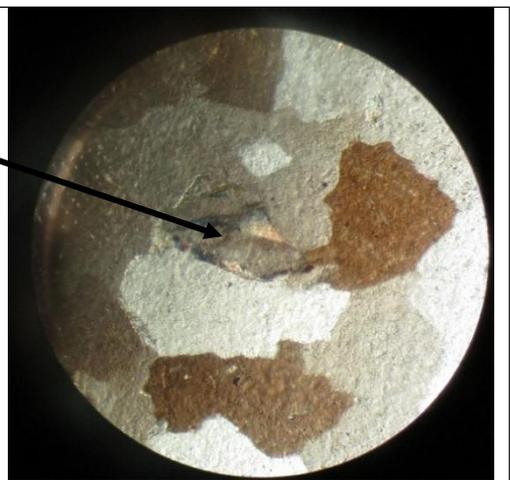
Grenat : le grenat se présente sous forme de gros cristaux isotropes. (Planche I, figure 75)

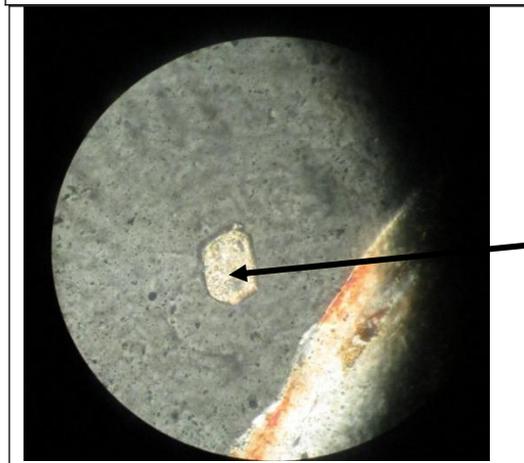
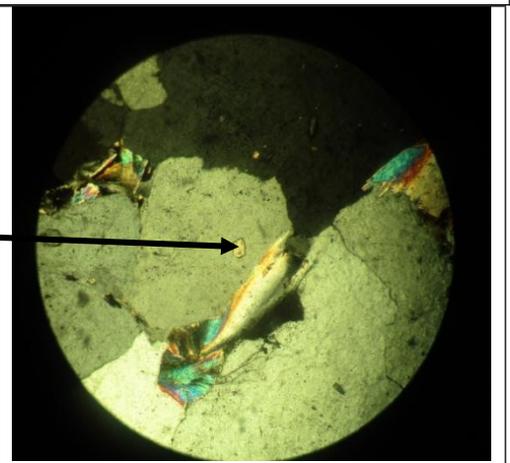
Topaze : la topaze se présente en prismes allongés, en inclusion dans la biotite et plagioclases. (Planche I, figure 76)

PLANCHE I

	<p>Plagioclase fissuré</p>	<p>Biotite chloritisée</p>	
<p>Figure 69 : Microphotographie montrant un Plagioclase fissuré LPA.GX10</p>		<p>Figure 70: Microphotographie montrant une Biotite chloritisée LPA.GX10</p>	
	<p>Tourmaline</p>	<p>Tourmaline chloritisée</p>	
<p>Figure 71 : Microphotographie montrant une Tourmaline vert bleuté LPA.GX10</p>		<p>Figure 72 : Microphotographie montrant une Tourmaline chloritisée LPA.GX10</p>	

	<p>Zircon</p> <p>Apatite</p>		
<p>Figure 73 : Microphotographie montrant l'apatite et le Zircon LPA.GX10</p>			<p>Figure 74 : Microphotographie montrant un grain de Topaze LPA.GX10</p>

	<p>Grenat</p>		
<p>Figure 75 : Microphotographie montrant un grain de Grenat LPA.GX4</p>		<p>Calcédoine</p>	<p>Figure 76 : Microphotographie montrant la calcédoine LPA.GX10.</p>

		<p>Sphène</p>	
<p>Figure 77 : Microphotographie montrant le Sphène dans une plage de quartz LPA.GX40.</p>			<p>Figure 78 : Microphotographie montrant le Sphène dans une plage de quartz LPA.GX10.</p>

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.

Barytine : la barytine est abondante, elle est généralement filonienne. (Planche II, figure 79 80 et 81)

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 83)

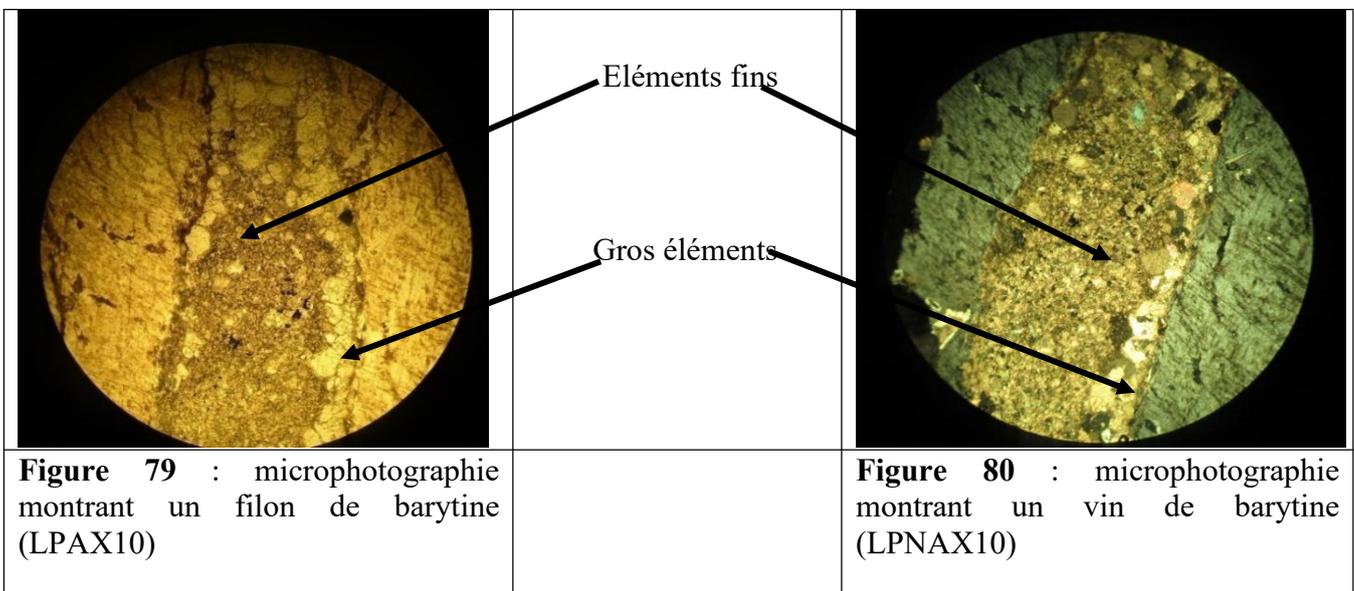
Chlorite : le chlorite est le produit d'altération de la biotite, elle se présente en lamelles sub-automorphes

Pyrite : la pyrite est très rare, elle se présente en petits cubes noir.

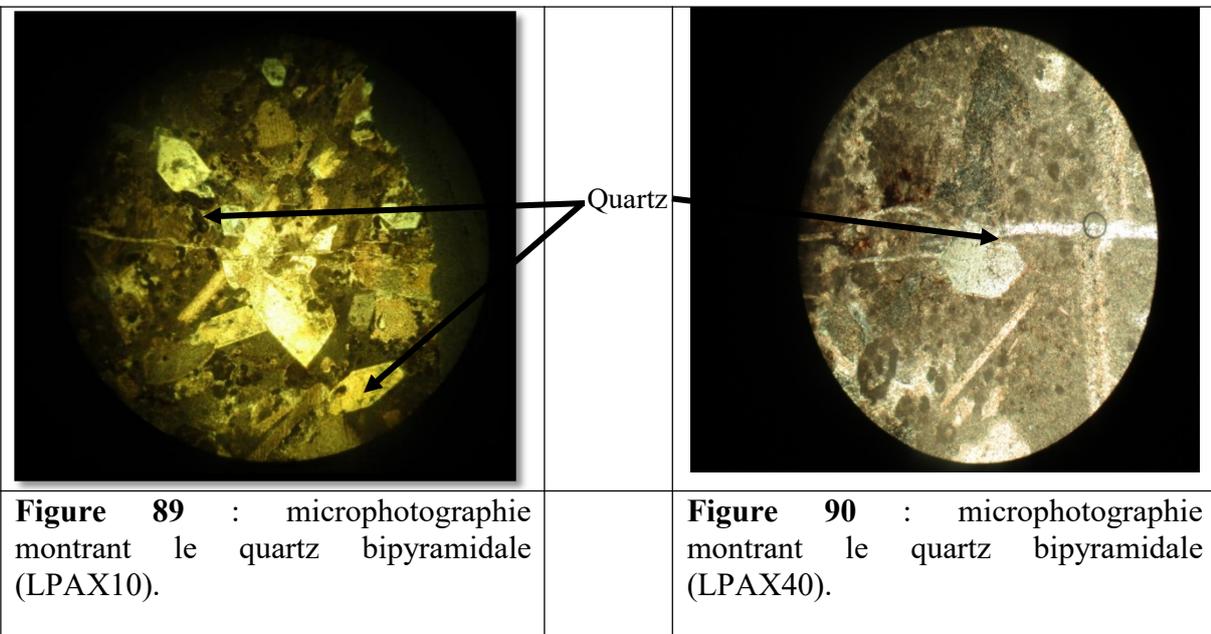
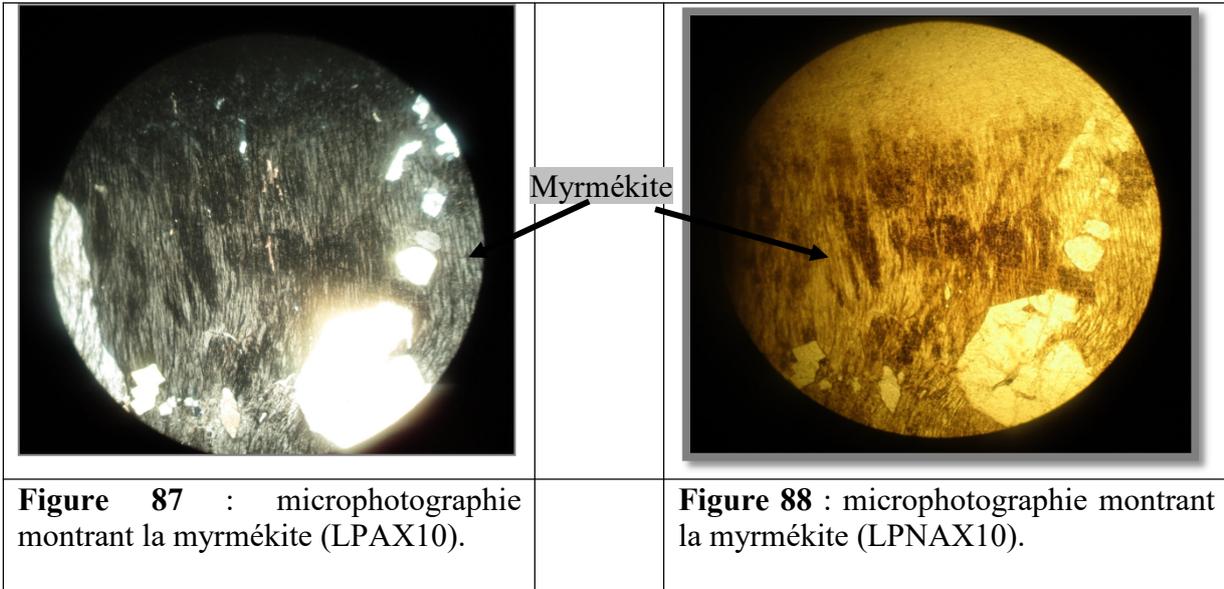
Minéraux accessoires :

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 :

<p>Figure 81 : microphotographie montrant la biotite chloritisée (LPNAX10)</p>		<p>Barytine</p>	<p>Figure 82 : microphotographie montrant un barytine fibreuse (LPNAX10)</p>
	<p>Chlorite</p>	<p>Orthose</p>	
<p>Figure 83 : microphotographie montrant une chlorite bleu (LPAX10)</p>			<p>Figure 84 : microphotographie montrant un orthose (LPAX10)</p>
	<p>Tourmaline</p> <p>Barytine</p> <p>Plagioclase</p>		
<p>Figure 85 : microphotographie montrant la tourmaline et la barytine (LPAX10).</p>			<p>Figure 86: microphotographie montrant la barytine et les plagioclases (LPAX10).</p>



2. Minéralisation liée au calcaire

a. Calcaire silicifié :

	<p>Calcite</p> <p>Brachiopode</p> <p>Silice tardive</p>	
<p>Figure 91 : microphotographie montrant deux générations de quartz (LPAX10).</p>		<p>Figure 92 : microphotographie montrant un brachiopode entouré par la calcite (LPAX10).</p>

b. Calcaire à bioclaste :

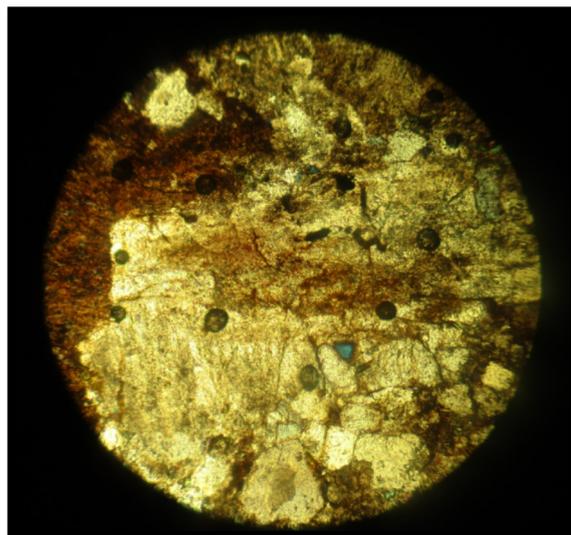


Figure 93 : microphotographie montrant un calcaire à bioclaste (LPAX10).

c. Calcaire à barytine :

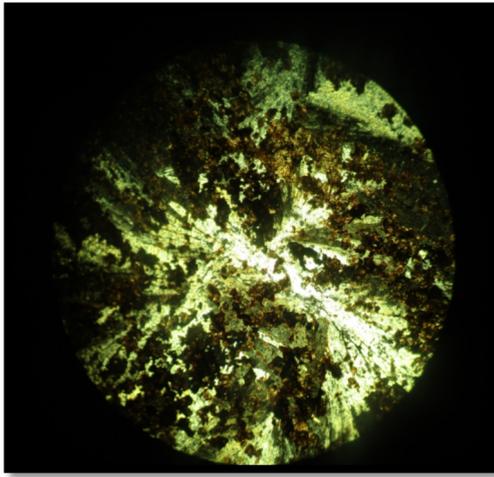


Figure 94 : microphotographie montrant une barytine fibro-radiée(LPAX10).

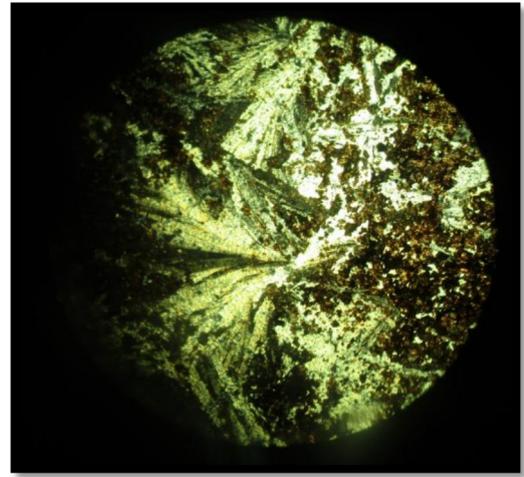


Figure 95 : microphotographie montrant une barytine fibro-radiée(LPAX10).

d.Brèche à marcassite :

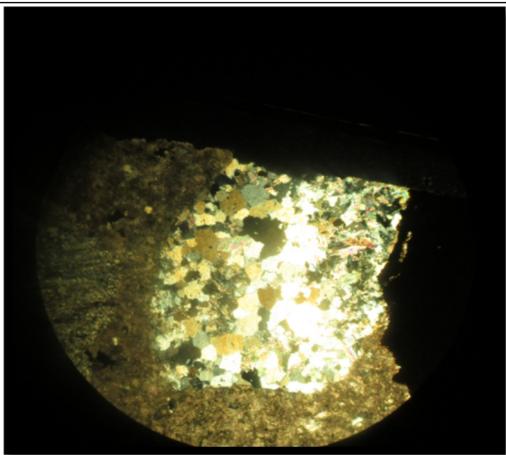


Figure 96 : microphotographie montrant une barytine cryptocristalline (LPAX10).

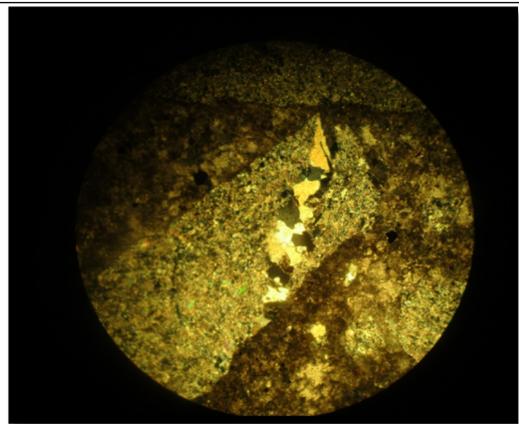
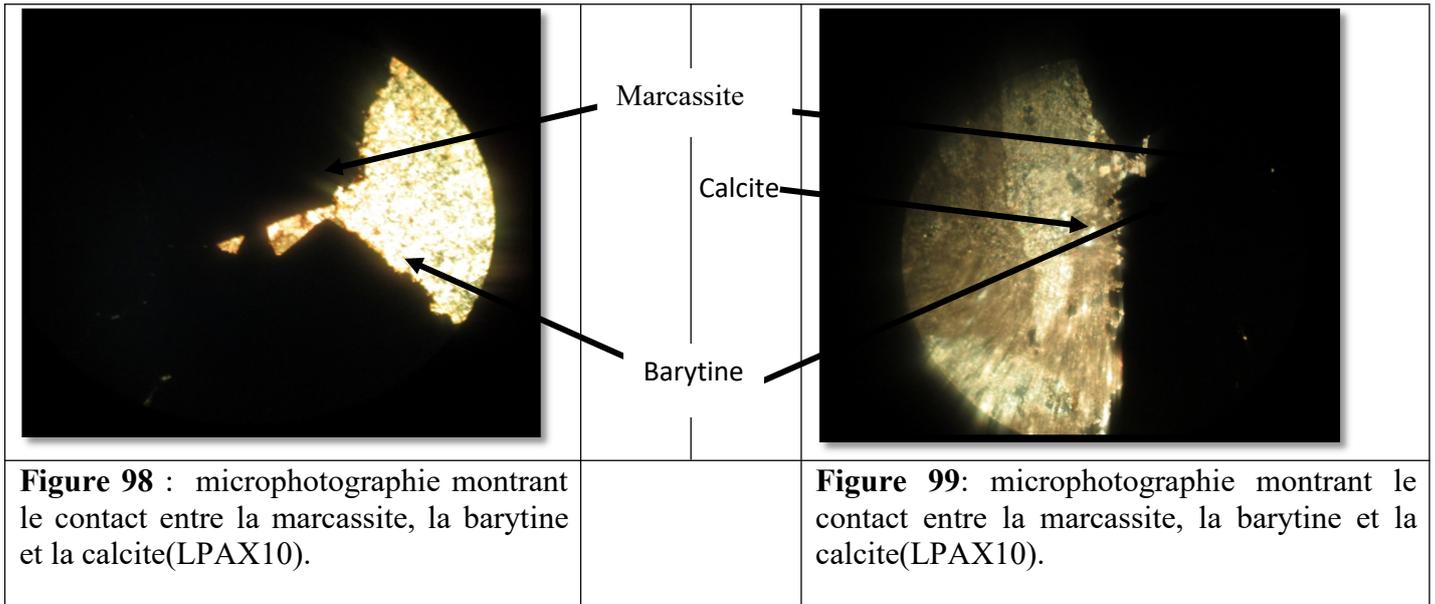


Figure 97 : microphotographie montrant une barytine cryptocristalline dans une fissure(LPAX10).



1.3-Les minéralisations a barytine associée au schistes :

Roche est de couleur marron sombre avec conservation d'anciens litages de roches sédimentaires. Elles sont altérées, elles sont associées aux quartzites.

Étude macroscopique :

Se sont des schistes satinés avec beaucoup de séricite (verdâtre grein fin Muscovite).ces schistes semblent

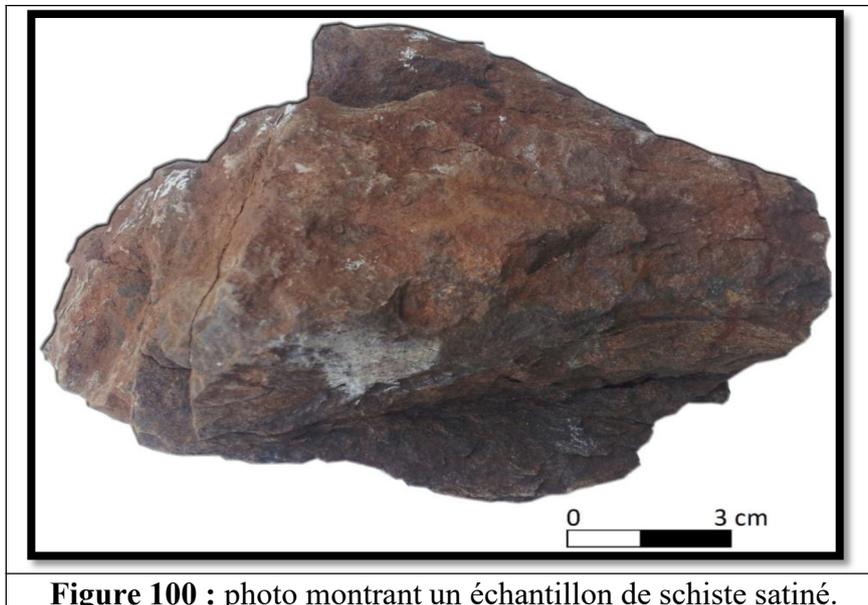
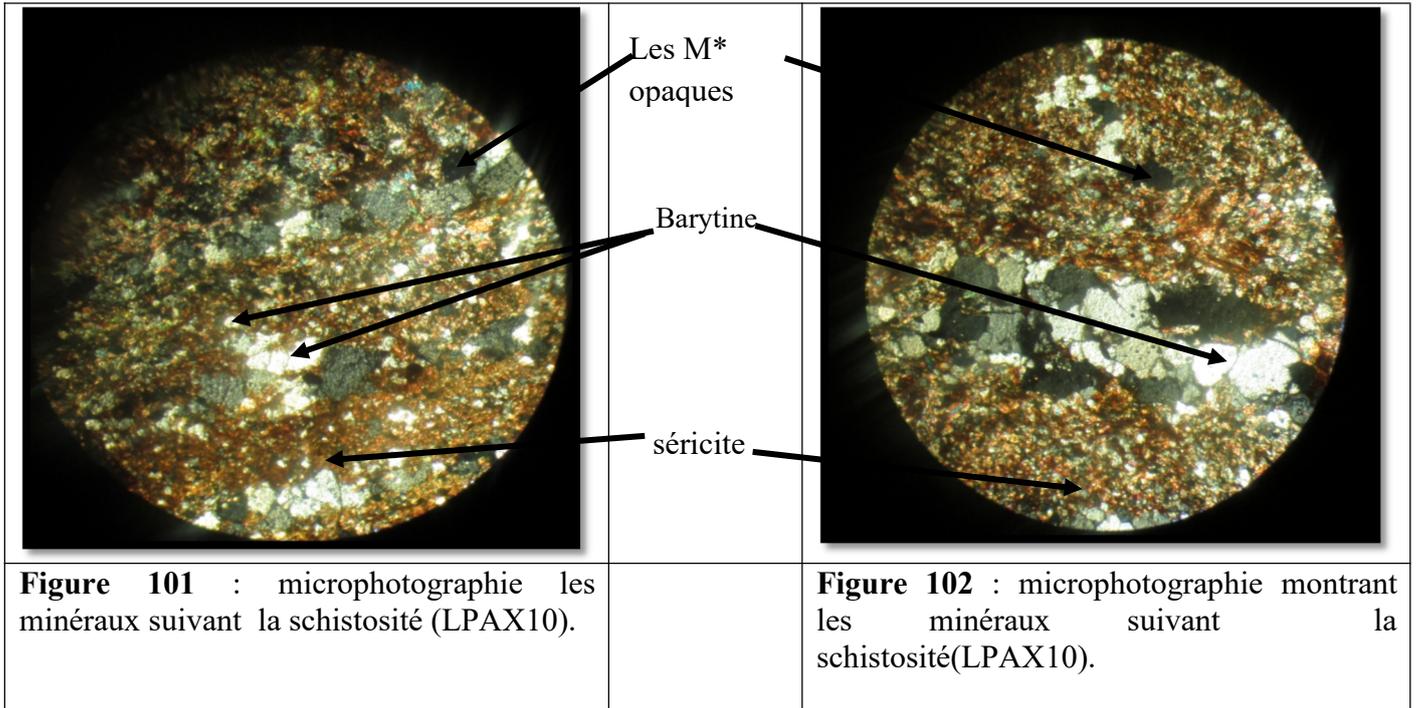


Figure 100 : photo montrant un échantillon de schiste satiné.

Étude microscopique :

Se sont des schistes satinés avec beaucoup de séricite (verdâtre).ces schistes semblent avoir un léger métamorphisme de basse pression et haute température.



Minéralisation	Stade diagénétique		Stade épigénétique	Stade supergène
	Précoce	Tardif		
Dolomite	<u>D1</u>	<u>DII</u>		
Sphalérite		<u>DIII</u>	<u>Sph</u>	
Galène			<u>Gal I</u> <u>Gal II</u>	
Pyrite		<u>PyI</u>	<u>PyII</u>	
Chalcopyrite			<u>Chpy</u>	
Quartz	<u>Qtz I</u>			<u>Qtz II</u>
Aragonite			<u>Arag</u>	
Cérousite				<u>Cér</u>
Covellite				<u>Cov</u>
Malachite				<u>Mal</u>
Manganèse				<u>Mn</u>

Fracturation – Bréchification – Dissolution – Crystallisation

Fracturation – Crystallisation

Fracturation – Crystallisation

Figure 103 : Tableau paragénétique de la région de Deglen

Minéraux	Stade diagenétique		Stade épigénitique	Stade supergène
	précoce	tardif		
Dolomite	<u>D_I</u>	<u>D_{III}</u>		
Galène			<u>G_I</u>	
Sphalérite			<u>Sph_I</u>	
Pyrite		<u>P_{VI}</u>	<u>P_{VII}</u> Fracturation-Bréchification	
Chalcopyrite			<u>Ch_{II}</u>	
Calcite			<u>P_{VIII}</u> Fracturation-Cristallisation	
Azurite			<u>C_I</u>	<u>AZ</u>
Malachite				<u>Mal</u>
Chlorite				<u>Chlo</u>

Figure 104 : Tableau paragenétique de la région de Beni snous

IV.4.C. Description macroscopique des filons a barytine :

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 le contexte géologique qui l'encaisse.

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 Harbibi, mémoire d'ingénieur 2000)

1-Caractères géométriques, morphologiques et structuraux :

Géographiquement les gites filoniens du secteur de Beni Snouss se subdivisent en deux :

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

a) Le 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

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.

Filon n°2 :

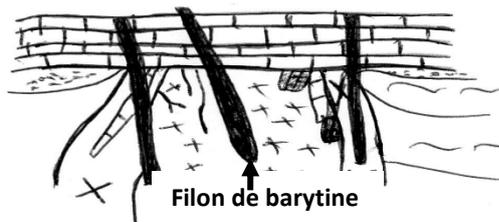
Relation minéralisation tectonique :

L'étude faite 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 (chalcopyrite, pyrite, 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.

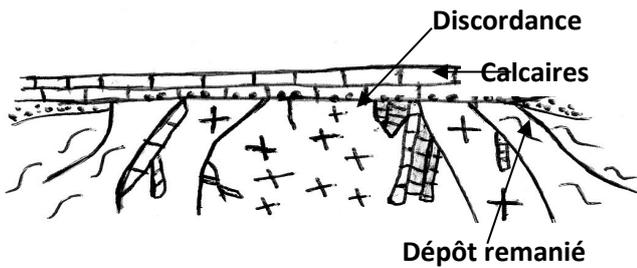
H
A
S
E
A
L
P
I
N
E

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



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.

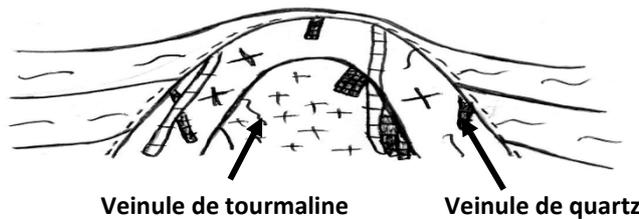
Phase distensive faisant rejouer les accidents hercyniens.



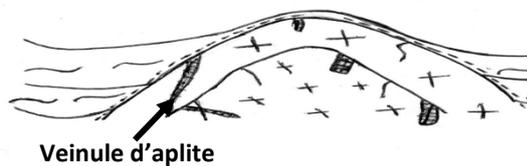
La mise en place des dépôts calcaires.

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

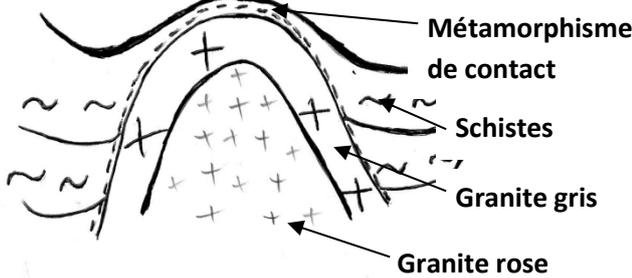
La fin paléozoïque est marquée par une forte altération (latérite ferrugineuse) et érosion du relief.



La mise en place des veinules de quartz à sulfures.



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



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

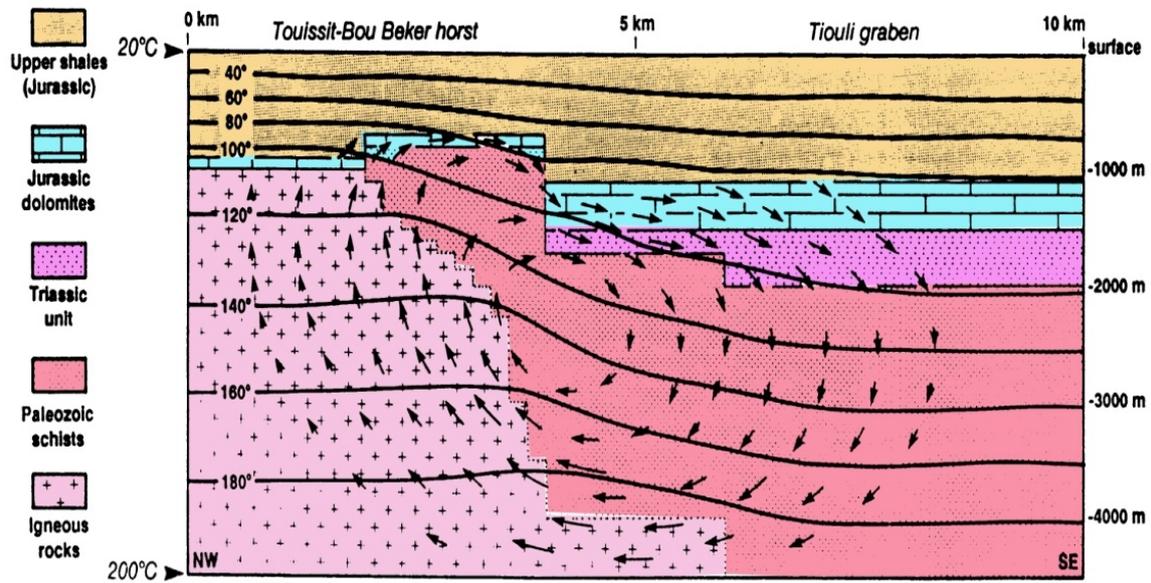
Phase compressive anté viséenne.

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

Figure 105 : Schéma récapitulatif des différents événements géologiques d'après Labchri.D et Salhi.D (sans échelle).

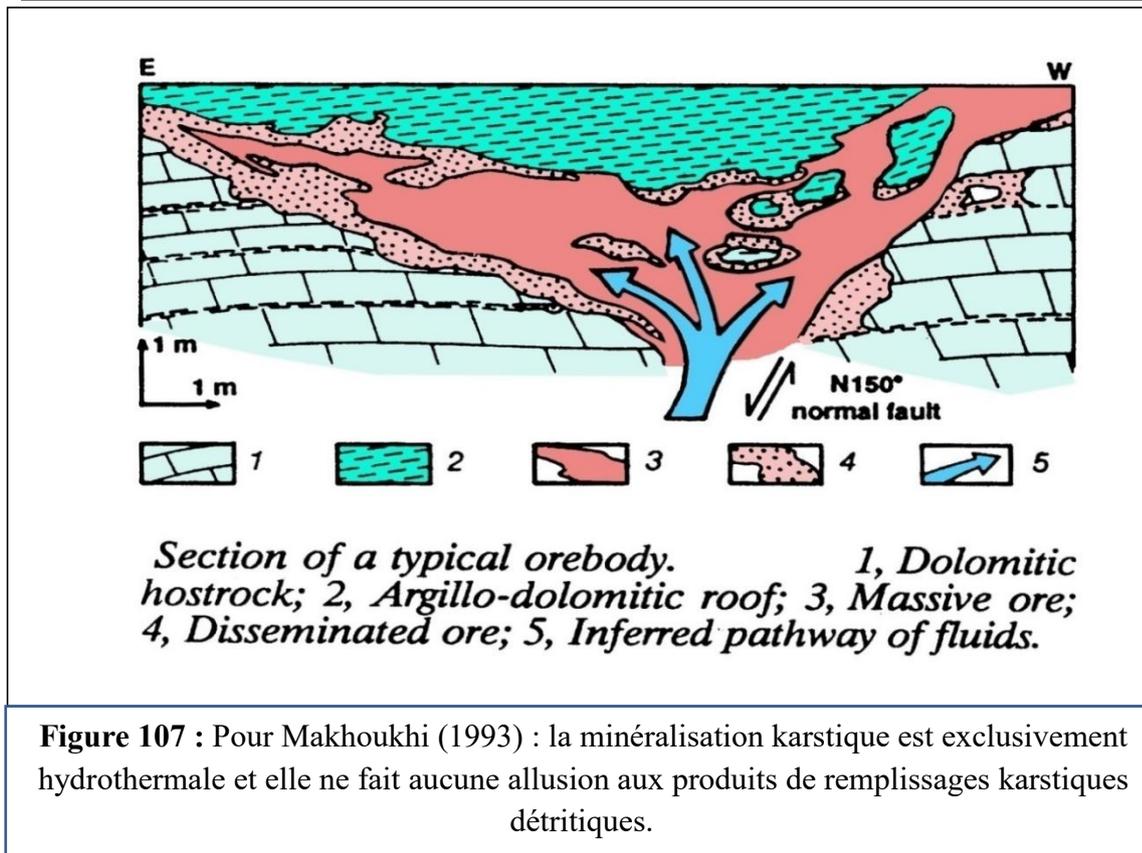
IV.6. Modèle génétique

Si pour la minéralisation en stratabound tout le monde s'accorde à dire qu'elle est probablement associée à des fluides de bassin chauds et salés qui ont été expulsés depuis les bassins subsidents vers les apex de bassin .



Two-dimensional hydrogeological model, showing steady-state convective cell and isotherms.

Figure 106 schéma de Modèle conceptuel adopté par Makhoukhi et al. (1993) pour expliquer la mise en place des minéralisations de Bédiane, Touissit et Bou Bekeur au Maroc



Les arguments de Labchri. D 2011, ont remis en cause l'origine détritique des produits de remplissages exo-karstiques « El Abed » et réfutent une mise en place des minéralisations de Ghar Roubane par des solutions hydrothermales précoces au cours du Dogger comme le suggère Touahri(1991).Car cette hypothèse exige un système exhalatif syn-sédimentaire associé à un volcanisme jurassique. Or il n'existe nulle part a cette époque une activité magmatique connue dans cette région.

Etapas de l'évolution paléogéographique du site d'El Abed.
 début de la transgression au Domérien supérieur-Toarcien, d'après G. Lucas, 1942. Immersion complète du site d'El Abed pendant l'Aalénien ou le Bajocien.

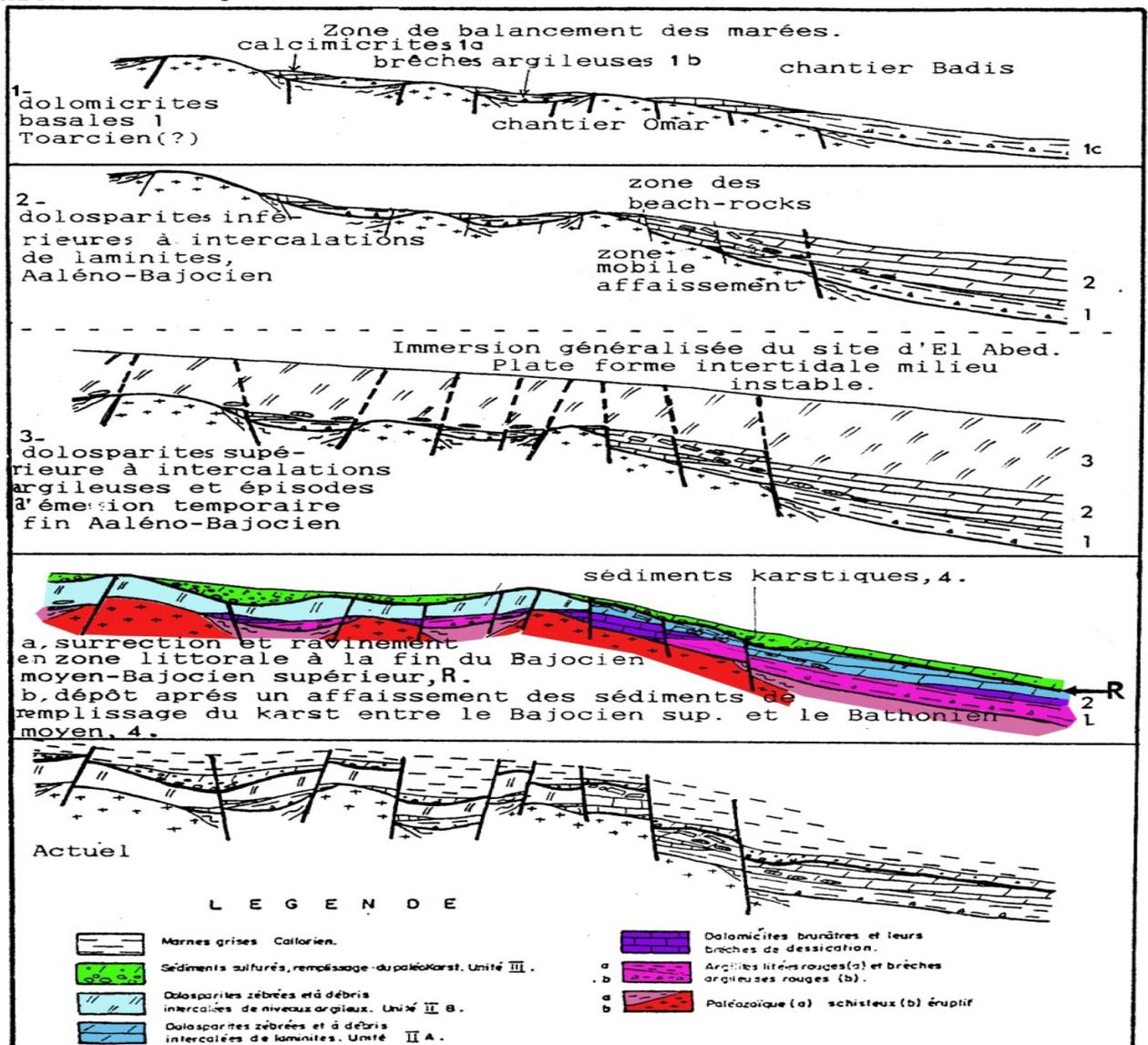


Figure 108: Modèle proposé par Touahri, (1991) pour expliquer l'origine des produits de remplissage karstiques: surrection et érosion en zone littorale puis dépôt des sédiments internes du karst au Dogger.

IV.7. Conclusion de l'étude gitologique :

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 schistes et les granites du socle Paléozoïque et les calcaires liasiques,

Le minerai montre des textures variées dont les plus importants sont les textures massives et bréchiques.

L'étude microscopique révèle une phase hydrothermale épigénitique, composée d'une association minéralogique à barytine, galène, pyrite, chalcopirite suivit d'une phase supergène exprimée par les minéraux d'altération tels que la malachite, azurite. En outre la gangue est constituée de calcite et les 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.

Dans le secteur de djebel Deglène La minéralisation la plus intense se localise préférentiellement dans les zones de fracturation, aux niveaux des dolomies sparitiques.

Le phénomène de dolomitisation précède le dépôt de la minéralisation qui s'est effectué en deux stades (diagénétique et épigénétique).

La minéralisation sulfurée est essentiellement à Sphalérite et Galène, encaissée dans les dolomies de l'Aaléno-Bajocien et recoupe le Bathonien.

Il a été confirmé que la minéralisation de la région est contrôlée par des fractures dans les séries carbonatées, et elle n'a aucun lien avec le magmatisme. Les fluides ont circulé à l'échelle régionale. Ces différentes caractéristiques lithologiques, pétrographiques et structurales nous ont permis de classer le gîte de Deglène au type MVT.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les secteurs d'études se situent dans les monts de Ghar Roubane, cette région est constituée par deux unités distinctes : le socle paléozoïque et sa couverture mésozoïque.

La région de Beni -Snous

L'étude structurale, pétrographique et géologique du massif de Beni -Snous comporte les traits caractéristiques suivants : Sur le plan stratigraphique, il s'agit des formations mésozoïques constituées essentiellement de calcaires liasiques qui reposent en discordance sur un socle paléozoïque formé d'un schiste silurien et d'un granite post westphalien.

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

Un faciès de granite gris.

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. De point de vue géologique, la barytine présente plusieurs couleurs (blanche et rose), morphologie et texture.

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

La région de Deglene,

Elle est formée par une couverture carbonatée mésozoïque, discordante sur le socle paléozoïque plissé. ce horst est associé à une paléo-structure hercynienne réactivée depuis le Lias inférieur et tout au long du dépôt transgressif d'une sédimentation de type tidal d'âge jurassique supérieur.

D'après l'étude géologique on retient les traits suivants :

Les dolomies diagénetiques sont précoces, formées par épigénéisation des calcaires. Le phénomène de dolomitisation a donné naissance à plusieurs générations de dolomites.

La perméabilité des dolomies a favorisé le drainage des fluides métallifères d'où la concentration des minéralisations.

La minéralisation hydrothermale est essentiellement sulfurée où la sphalérite et la galène sont dominantes. Elle occupe les espaces ouverts, encaissée dans les dolomies de l'Aaléno-Bajocien et parfois recoupant le Bathonien. Elle est associée aux zones bordières des horsts. L'origine des minéralisations est due à la circulation de fluides hydrothermaux lors des mouvements Eocène- Oligo-miocène.

Bibliographie

- **BENDJAZIA M A –BENLAMARI (2012)** - Contribution à l'étude géologique et minéralogique du gît plombo-zincifères d'El Abed.
- **BENEST M. et ELMIS. (1969)** – apporta des Précisions stratigraphiques sur le Jurassique inférieur et moyen de la partie méridionale des Monts de Tlemcen (Algérie). C.R. somm. Soc. Géol.Fr.Paris, n° 8, p. 295-296,
- **BOUABDELLAH M. (1996)** - Mechanisms of formation of internal sediments at the Beddiane Lead-Zinc deposit, Touissit mining district, North-eastern Morocco. Department of Mineral Engineering, Génie Minéral, Ecole Polytechnique de Montréal. Special Publication N°4, 1996, pp. 356-363.
- **BOUABDELLAH M. (1999)** - Zoned sulphur isotope signatures at the Mississippi Valley –type Touissit Boubeker, El Abed District, (Morocco-Algeria) Evidence for thermochemical sulphate reduction and mixing of sulphur sources. Bulletin of minerlogy. University of Geneva, pp821-824.
- **BOUALAMET.A(2014)** : Rapport de stage sur la région d'EL Abed.
- **BOUDIAF.M et IGAHLOUZENE. (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 AOUICHAT.M** –Etude structurale et pétrographique des dolomies du gît Pb-Zn d'El Abed (Tlemcen).
- **BOURAOULR ET MEZIANI. R(2004)** Contribution a l'étude Géologie et Géologique des indices polymétalliques de Beni-Snous (Tairat, Mellal,Bouabdous) Monts de Tlemcen (NW.Algerie) Mémoire d'ingénieur d'état USTHB Alger.
- **BOUTALEB A. AFALFIZ A. ; AISSA D. ; KOLLI O. ; MARIGNAC Ch. & TOUAHRI B(2000)** – Métallogénie et évolution géodynamique de la chaîne tellienne en Algérie. Bull.Serv. Géol. Algérie, Vol.11, n°1, pp. 3-27.
- **BOUTALEB A. (2001)** Etude des minéralisations des domaines sétifien Hodna pétrographie des dolomies, micro thermométrie : implication métallogéniques These de Doctorat USTHB Alger
- **BOUTALEB A. (2003)** – Origine et age relatif de la minéralisation karstique d'El Abed, 2ème Séminaire de Stratigraphie National, Beni Abbes 7-9 décembre

- **BOUTALEB A. et MOUSSAOUI, Kh, (2010)** : Etude pétrographique et microthermométrie préliminaire des dolomies et sphalérite d'El Abed- Tlemcen-Nord Ouest de l'Algérie- These de magister USTHB Alger
- **BOUTALEB A. (2011).** Carbonate hosted lead-zinc deposit of El Abed – Tlemcen North
- **BOUTALEB.A –HADJ MOHAMED.N-AISSA.D et KOLLI** (The Ghar Roubane Polymétallique minéral area North Western Algeria –laboratoire de métallogénie USTHB.
- **BOUTRA. H (2012)** - Rapport de stage –Etude gîtologique du git de Pb-Zn d'El Abed et d'autres minéralisations de la wilaya de Tlemcen.
- **CHAA.H(2010)** -Contribution à l'étude gîtologique des minéralisations karstiques du git d'El Abed (Tlemcen).
- **ELMI S. (1970).** - Rôle des accidents décrochant de direction SSW-NNE dans la structure des Monts de Tlemcen (Ouest algérien). Soc. Hist. nat. Afrique Nord, t. 61, p. 3-8, 1 fig.
- **ELMI S. (1971).** - Les zones d'ammonites dans la série Bajocien supérieur-Callovien de l'Oranie (Ouest algérien). Bull. Soc. Géol. Fr., (7), t. XIII, p. 28-37, 1 fig.
- **ELMI S. (1972)** - L'instabilité des Monts de Tlemcen et de Ghar-Roubane (Ouest Algérien) pendant le Jurassique, interprétation paléogéographique. C.R. somm. Soc. géol Fr., p. 220-222.
- **ELMI S. (1973)** - Décrochements et mouvements atlasiques dans la région frontalière Algéro-Marocaine (Monts de Ghar-Roubane). C.R. Acad. Se., Paris, sér. D, t. 276, p. 1521-1524.
- **ELMI S. (1977)** - La sédimentation carbonatée en bordure du horst de Ghar-Roubane (Algérie occidentale) pendant le Carixien. Bull. Soc. Géol. Fr., (7), t. XIX, p. 355-365, 12 fig.
- **ELMI S. (1978)** - Polarité tectono-sédimentaire pendant l'effritement des marges septentrionales du bâti africain au cours tu Mésozoïque (Maghreb). Ann. Soc. géol. Nord, (1977), p. 315-323.
- **ELMI S. et BENEST M. (1978)** - Les "Argues de Saïda" faciès flyschöide du Callovien-Oxfordien du sillon Tlemcenien (Ouest algérien). Stratonomie, environnement, interprétation et évolution paléogéographique. Docum. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon, hors-séné 4, Livre jubilaire Jacques Flandrin, p. 203-261.
- **GHARBOU DJE.R –TOUMI F.** – La contribution à l'étude pétrographique et gîtologique de Beni-Snous (Tairet- Bouabdous).
- **GOUMGHAR.N DJEDDI.Y** Etude de la minéralisation à Pb-Zn de Degléne (Partie Sud des Monts de Ghar Roubane, Tlemcen, Algérie)

- **HADDOUCHE.O BOUTALEB. Ab HERBERT. R. PICARD, D ET SAMI, L (2004) :** les minéralisations a Pb-Zn, Fe, Ba (Sr) d'El Ouasta (Algérie-Nord orientale) : typologie et apport des études d'inclusion fluides. Bulletin du service Géologique de l'Algérie Vol, 15, n°2 Pp,87-105.
- **HARBIBI.Y ET Moussa. N (2000) :** étude des filons de Barytine de Beni-Snous (Tlemcen) mémoire d'ingénieur d'état USTHB, Alger
- **HOURIA.R** étude d'impact sur l'environnement. Cas de la carrière de Beni-Snous (wilaya de Tlemcen)
- **INGOULENE O**-Etude des minéralisations à Pb- Zn des monts de Ghar Roubane (Tlemcen).
- **LABCHRI D. (2011).** Etude des minéralisations d'El Abed (Tlemcen) – Thèse de magister –USTHB Alger.
- **LETOUL,Ch ET BOUALAMAT, A.B (2014) :** étude des minéralisation a 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 de Sidi El-Abed. Bull. Ser. Car. Géol. Algérie 2ème série n°16.
- **LUCAS G. (1954) -** Relation de la structure de la minéralisation Plombo-Zincifères dans la région de Ghar Roubane frontière Algéro-marocaine XIX. Congrès de Géol. Inter. R. Sect.XII.
- **MAKHOUKHI S. (1993) –** Le gisement de Beddiane (Maroc oriental) : Gîtologie et élémentde modélisation d'une minéralisation de type Mississippi Valley. Thèse de Doctorat de l'Ecole Normale Supérieure de Paris. 124p.
- **MEZIANI, T ET MENIA, R (2015) :** étude de la minéralisation de Barytine de la région de Beni-Snous (W.Tlemcen)
- **MIMOUNI, Dj et MAHBOUBI, H.(2014) :** Etude gitologique de l'indice de minéralisation << Djebel Degléne>> (partie Sud des Monts de Ghar Roubane Tlemcen, Algérie).Thèse de magistère Université Abou bekr Belkaid-Tlemcen
- **SALHI.D et LOUNICI.K** Etude de la minéralisation a Barytine de Beni-Snous (Wilaya de Tlemcen). Mémoire de master-UMMTO Tizi-Ouzou
- **TOUAHRI. B (1991) -** géochimie et métallogénie des minéralisations Pb-Zn du Nord de Western Algeria.