



République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique Université Mouloud Mammeri TIZI OUZOU Faculté des sciences Biologiques et Agronomiques Département de Biologie Domaine des Sciences de la Terre et de l'Univers Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du diplôme de Master Spécialité : Géologie **Option : Ressources Minérales et Environnement**

SUJET :

Étude géologique et gîtologique des minéralisations à Ba-Pb-Zn-(Cu-Fe) de la région de Bou Mhani (Draa El Mizan)

Encadré par : M^r. HAMIS. A Etudié par :

M^{elle}. DAMOU Messaouda M^{elle}. SAMAH Silya

Soutenu publiquement le 24/11/2015 au pôle universitaire Tamda (UMMTO) à 10^h:00

Devant la commission composée de :

M^r. ISSAAD.M (président)

M^r. HAMIS.A (rapporteur)

M^r.KOLLI.O (examinateur)

M^r. SAMI.L (examinateur)

Maitre assistant à l'UMMTO/ FSBSA

Maitre assistant à l'UMMTO/ FSBSA

Professeur à l'USTHB/FSTGAT

Maitre de conférences à l'UMMTO/ FSBSA

Promotion 2014-2015

« Une personne qui n'a jamais commis d'erreur n'a jamais tenté d'innover ».

Albert Einstein

Remerciements

Au terme de ce travail nous tenons avant tout à remercier Dieu de nous avoir donné le courage, la volonté et la force de mener a terme ce modeste travail.

Nos vifs remerciements vont à notre promoteur M^r HAMIS.A pour ses conseils précieux, son aide, son encouragement et sa disponibilité ainsi que sa contribution générale à l'élaboration de ce mémoire.

C'est avec un grand plaisir que nous présentons nos remerciements loyaux au professeur KOLLI.O pour sa générosité et sa grande patience dont il a toujours fait preuve malgré ses occupations pédagogiques ainsi que pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi à M^r SAMI.L pour nous avoir fait le grand honneur d'examiner notre humble travail et pour ces encouragements durant tout notre cursus.

On tient à exprimer notre respectueuse gratitude à M^r ISSAAD.M d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Nous remercions également M^r BOUTALEB.A qui n'a ménagé aucun effort pour nous venir en aide.

Nous tenons à remercier très chaleureusement M^r SNAN.R pour son aide à confectionné des lames minces.

Nous remercions également Mahouche.M pour son soutien et son aide sur terrain.

Dédicace :

Je dédie cet humble travail avec grand amour, sincérité et fierté : A ma chère mère source de tendresse, de noblesse et d'affectation. A ma chère sœur Samira et cher frère Ramdane, en témoignage de la fraternité, avec mes souhaits de bonheur de santé et du succès. A la mémoire de mon grand-père qui nous a quittés voila 5 ans. A ma chère grand-mère a qui je souhaite une longue vie. A mes tantes maternelles et paternelles, leurs maries et leurs enfants. A mes oncles Rabah, Nourdine, Kamel et Hakim ainsi que leurs femmes. Et à tous les membres de ma famille A mes chers amie Taous et Nihad ainsi que leurs familles. A tous mes amies de la promotion géologie minière et géodynamique des bassins sédimentaires 2014/2015. A tous nos enseignants avec notre profonde gratitude ; qui n'ont épargné aucun effort pour nous offrir un bon enseignement.

A tous ceux qui m'ont aidé de prés ou de loin.



Dédicace :

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils. Pour toutes son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutient permanent venu de toi.

Mes frères et mes sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mes tantes et mes oncles, mes cousins et mes cousines, mon grand père et sa femme ainsi que ma grande mère et a tous les membres de ma famille, petits et grands veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes cotés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimable amis Liticia, Yasmine, Rahma, Amina et Samia ainsi que mes collègues d'études (la promotion RME et GBS 2014-2015 ainsi que la promotion 2013-2014) et mon binôme Lydia et sa famille.

Mes professeurs de l'UMMTO qui doivent avoir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

SAMAH. S

Remerciements
Dédicace
Liste des figures
Liste des photos
Liste des abréviations
Résumé/ Abstract

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

I-	But de travail.	.1
II-	Méthodologie	.1
III-	Histoire des travaux	.2
IV-	Aperçu géographique	.3

CHAPITRE II : CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

I.	Introduction	5
II.	Chaine tellienne nord algérienne	5
	1-Domaine interne (tell interne)	5
	1-A- Socle Kabyle	5
	1-B- La dorsale Kabyle appelé aussi la chaine calcaire	6
	Dorsale interne	6
	Dorsale médiane	6
	• Dorsale externe	6
	2- Domaine des flyschs	6
	2-A- Flysch massylien	7
	2-B- Flysch mauritanien	7
	2-C- Flysch numidien	7
	3-Domaine externe (tell externe)	7
	3-A- La nappe ultra tellienne	7
	3 -B-Les nappe tellienne (sensu-stricto)	8
	3-C-Les nappe péni-tellienne	8
III.	Tectonique	10
IV.	L'évolution tectonique des Maghrébides	10
V.	Magmatisme	14

CHAPITRE III : GEOLOGIE GENERALE DU SOCLE DE LA GRANDE KABYLIE

I-	Introduction16				
II-	Description pétro-tectonique :	17			
	1. Les gneiss oeillés inférieur	17			
	2. Les marbres à minéraux				
	3. Les Paragneiss				
	4. La nappe de Sidi Ali Bou Nab (SABN)	19			
	5. Les gneiss oeillés supérieur et granite orienté associées	19			
	6. Les micaschistes	20			
	7. Unité des schistes satinés	20			
	8. Les intrusions aplo-pegmatitiques et granitiques				
•	Le Paléozoïque				
III-	Magmatisme				
IV-	Tectonique				
V-	Métamorphisme				
VI-	Age du métamorphisme				

CHAPITRE IV : CADRE GEOLOGIQUE LOCAL

I-	Histoire des travaux	30
II-	Situation géographique	30
III-	Situation géologique	30
IV-	Cadre géologique du secteur d'étude	32
IV-1	- Introduction	32
IV-2	2- Stratigraphie	33
Г	V-2-a-Descriptions macroscopiques des formations	35
	1-Roches métamorphiques	35
	A-La série schisteuse	35
	A-a-Les séricitoschistes	35
	A-b-Les chloritoschistes	36
	A-c-Les micaschistes à deux micas	37
	-Micaschistes à muscovite	37
	-Micaschistes à biotite	37
	B-La formation gneissique	37
	B-a-Les orthogneiss	37
	B-b-Les gneiss oeillés à biotite	38
	B-c-Les paragneiss	39

B-d-Les leptynites	40
C- Les quartzites	40
D- Les amphibolites	41
E- Les marbres	42
2-Roches magmatiques	43
2-a-Les pegmatites	43
2-b-Les aplites	44
2-c-Les granites	44
IV-2-b -Descriptions microscopiques des formations	47
1- Les séricitoschistes	47
2- Les chloritoschistes	48
3- Les micaschistes à deux micas	50
4- Les gneiss oeillés à biotite	53
5- Les orthogneiss	53
6- Les paragneiss	54
7- Les marbres	55
8- Les quartzites	57
9- Les amphibolites	59
10- Les leptynites	61
11- Les granites	61
12- Les aplites	62
13- Les pegmatites	62

V-	Tectonique	64
	1-Tectonique cassante	64
	2-Tectonique souple	
VI-	Conclusion	72

CHAPITRE V : GITOLOGIE DU SECTEUR D'ETUDE

Introduction	73
Etude macroscopique	74
1- Minéralisation de barytine	74
A-Localisation	74
B-Description macroscopique des corps minéralisés	75
C-Relation roche encaissante-minéralisation et morphologie des	
corps minéralisés	78
D-Texture de la minéralisation	79
2- Minéralisations à magnétite	82
3- Minéralisations sulfurées	83
	Introduction Etude macroscopique 1- Minéralisation de barytine A-Localisation B-Description macroscopique des corps minéralisés C-Relation roche encaissante-minéralisation et morphologie des corps minéralisés D-Texture de la minéralisation 2- Minéralisations à magnétite 3- Minéralisations sulfurées

III-	Etude microscopique			
	1- Minéralisation à barytine			
	2- Minéralisations à magnétite			
	3- Minéralisations sulfurées	90		
IV-	Age de la minéralisation	96		
V-	Succession paragénétique	97		
VI-	Conclusion			

CHAPITRE VI : COMPARAISON ENTRE LE SECTEUR D'ETUDE ET D'AUTRES SECTEURS DU SOCLE DE LA GRANDE KABYLIE

-Situation géographique et géologique, contexte géologique, cadre tectonique et cadre

gîtologique de :	
1- Bou Mhani	
2- Mezguene	
3- Affensou	
4- Tighzert	
5- Ain El Hammam	
-Conclusion	

CHAPITRE VII : CONCLUSION GENERALE

Conclusion	générale	102
------------	----------	-----

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Chapitre I :

Fig.I-1	: Situation	géographique de	Tizi Ouzou et	du secteur d'étude	4
1 15.1-1	. Dituation	Scographique de		uu seeteur u etuu	···· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ·

Chapitre II :

Fig.II-1 : Les différents domaines structuraux du Nord de l'Algérie avec une coupe schématique du Nord au Sud (M. Durand Delga, 1960)......5 Fig. II-2: Reconstitution paléogéographique des différents domaines des Maghrébides au Fig. II-3: Rapports structuraux entre les différentes unités de la chaîne des Maghrébides et position structurale des différentes unités telliennes. (Modifiés d'après M. Durand-Delga, Fig.II-4 : Schéma structural simplifié de la partie centro-orientale algérienne des Maghrébides (synthèse des travaux des auteurs ; Boccaletti, 1985 ; Villa, 1978 ; Saadallah, Fig. II-5 : Position des différentes unités géologiques des Maghrébides (Domzing, 2006)..10 Fig.II-6a : Enchaînement géodynamique (a) au jurassique et (b) au Crétacé......12 *Fig.II-6b* : Enchaînement géodynamique à l'Oligocène (a) et au Quaternaire (b).....12 Fig.II-6c : Carte tectonique de la mer Méditerranée, affichant les principales chaînes de montagne, domaines crustaux et le déplacement de l'Afrique vers l'Europe de 50 Ma à nos jours (modifiée d'après JOLIVET et al, 2006).....13 Fig.II-7 : Scénario d'évolution de la Méditerranée Occidentale sur un transect NNW/SSE allant des Baléares à la plate-forme saharienne (Frizon de Lamotte et al, Fig.II-8: Carte et coupe schématique localisant l'activité magmatique Cénozoïque et ses relations géométriques avec les formations géologiques en Grande Kabylie (El Azzouzi et al

Chapitre III :

Fig.III-2 : Colonne synthétique des unités tectono-métamorphiques dans la région d'Oued
Ksari (Benkerrou, 1989)
<i>Fig.III-3</i> : Le magmatisme tertiaire autour de la méditerranée (Bellon, 1976)
Fig.III-4 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 du Djurdjura réalisée par J. Flandrin et son équipe en 1952, corrigée pour le Paléozoïque en gris et la shear zone à granites (échelle
réduite au 1/100.000)
Fig.III-5 : Schéma d'évolution de la Méditerranée Occidentale
(Lonergan et White,1 997)
Fig. III-6 : Carte structurale simplifiée du massif de Grande Kabylie
(Hammor et al, 2006)

Chapitre IV :

Fig.VI-1: Localisation géographique de Bou Mhani et leur limite administrative (Google
map)
Fig. IV-3 : Carte géologique schématique du massif de la Grande Kabylie montrant les
différentes unités métamorphiques et la situation des districts barytiques d'Affensou et du
terrain d'étude Bou Mhani (In Cheilletz et al, 1999)
<i>Fig.IV-4 : Fig.IV-4 :</i> Extrait de la carte géologique de Draa El Mizan (M.E.Ficheur 1889 montrant les formations du secteur d'étude
Fig.IV-28 : Coupe schématique dans la région de Bou Mhani (Kolli, 1997)45
Fig.IV-29 : Colonne synthétique des unités tectono-métamorphiques dans la région de Bou
Mhani (Kolli, 1994)

Fig.VI-76 : Stéréogramme montrant la direction et le plongement des linéaments dans les
schistes (Bouhadad 1989)
Fig.VI-77 : Stéréogramme montrant la direction et le plongement des axes de plis dans les
schistes (Bouhadad 1989)
Fig.VI-78: Rosace montrant la direction de fissure dans les gneiss (Bouhadad 1989)69
Fig.VI-79 : Rosace montrant la direction de fissures dans la barytine (Bouhadad 1989)69
Fig.IV-80 : Rosace linéamentaire de principales directions observées dans la carte70
Fig.IV-81 : Carte linéamentaire faite à partir des photos aériennes. A 1/20000 (1999), N°518-
518-540-541-542
<i>Fig.IV-82</i> : Photo aérienne montrant le secteur d'étude

Chapitre V:

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : Succession paragénétique de la carrière de Bou Mhani	
Tableau 2 : Comparaison entre le terrain d'étude Bou Mhani et d'autres	terrains du socle de
la Grande Kabylie	

Chapitre IV :

<i>Ph.VI-2</i> : La carrière de barytine de Bou Mhani	31
Ph.VI-5 : Les schistes micro plissés de la mine de Bou Mhani	35
Ph.VI-6 : Les séricitoschistes de la carrière de Bou Mhani	36
<i>Ph.VI-7</i> : Les chloritoschistes de la carrière de Bou Mhani	36
<i>Ph.VI-8</i> : Chloritoschistes traversées par un filonnet de quartz	36
Ph. VI-9 : Les micaschistes de Hadjirat Amellal	37
Ph.VI-10 : Les orthogneiss de Hadjirat Amellal	38
<i>Ph.VI-11</i> : Des lits de tourmalines suivent la foliation des orthogneiss	38
Ph.VI-12 : Les gneiss oeillés avec des lits de tourmaline	39
<i>Ph.VI-13</i> : Les formations des gneiss étirés de Hadjirat Amellal	39
Ph.VI-14 : Les formations de gneiss à biotite de Boukouraî	39
Ph.VI-15 : Leptynites de Hadjirat Amellal montrant une tourmaline de couleur	noirs
disséminée suivant la foliation	40
Ph.VI-16 : Les leptynites diaclasés de Hadjirat Amellal	40
Ph.VI-17 : Les quartzites de Hadjirat Amellal	40
Ph.VI-18 : Amphibolite Intrusives dans les schistes ou micaschistes	41
Ph.VI-19 : Amphibolite légèrement schistosée	41
<i>Ph.VI-20</i> : Filon d'amphibolite limitée par des schistes	41
Ph.VI-21 : L'épidote	42
Ph.VI-22 : Altération d'amphibolite en épidote	42
PH.VI-23 : Les marbres de Hadjirat Amellal	42
<i>Ph.VI-24</i> : Des bancs de marbre de Hadjirat Amellal	42
<i>Ph.VI-25</i> : Les pegmatites à barytine de Boukouraï	43
<i>Ph.VI-26</i> : Les pegmatites à grenat de Boukouraï	43
Ph.VI-27 : Les pegmatites de Boukouraï	44
Ph.IV-30 : Composition minéralogique d'un séricitoschiste (GrX 10 LPA)	45
Ph.IV-31 : Séricite dans séricitoschiste (GrX 10 LPA)	48
Ph.IV-32 : Chlorite et quartz dans un séricitoschiste (GrX 10 LPA)	48
Ph.IV-33 : Actinote dans un séricitoschiste (GrX 10 LPA)	48
Ph.IV-34 : Quartz, muscovite, pyroxène et chlorite dans une chloritoschiste	
(GrX 10 LPA)	49
Ph.IV-35: Amphibole dans une chloritoschiste (GrX 10 LPA)	49

Ph.IV-36 : Orthose recoupé par la calcite dans un chloritoschiste (GrX 10 LPA)	50
Ph.IV-37 : Deux générations de calcite dans un chloritoschiste (GrX 10 LPA)	50
Ph.IV-38 : Deux générations de muscovite Dans un micaschiste (GrX 10 LPA)	51
Ph.IV-39 : Quartz, biotite et muscovite suivent la foliation (GrX 10 LPA)	51
Ph.IV-40: Deux générations de minéraux opaques dans un micaschiste (GrX 10 LPA)	51
Ph.IV-41: Plagioclase et quartz dans un micaschiste (GrX 10 LPA)	52
Ph.IV-42 : Deux générations de biotite dans un micaschiste (GrX 10 LPA)	52
Ph.IV-43: Grenat dans un micaschiste (GrX 10 LPA)	52
Ph.IV-44 : Microcline dans un micaschiste (GrX 10 LPA)	52
Ph.IV-45 : Composition minéralogique d'un orthogneiss (GrX 10 LPA)	54
Ph.IV-46 : Muscovite dans un marbre (GrX 10 LPA)	56
<i>Ph.IV-47</i> : Pyroxène dans un marbre (GrX 10 LPA)	56
Ph.IV-48 : Phlogopite dans un marbre (GrX 10 LPA)	56
Ph.IV-49 : Deux générations de calcite dans un marbre (GrX 10 LPA)	56
Ph.IV-50 : Sphène dans un marbre (GrX 10 LPA)	57
<i>Ph.IV-51</i> : Tourmaline dans un marbre (GrX 10 LPA)	57
Ph.IV-52 : Quartz engrené dans un quartzite irrégulier (GrX 10 LPA)	58
Ph.IV-53 : Quartz et muscovite dans un quartzite (GrX 10 LPA)	58
Ph.IV-54 : Deux générations de quartz dans un quartzite (GrX 10 LPA)	58
Ph.IV-55 : Zircon, minéraux opaques dans un quartzite (GrX 10 LPA)	58
Ph.IV-56 : Apatite dans un quartzite (GrX 10 LPA)	59
Ph.IV-57 : Minéraux opaques recoupés par le quartz dans un quartzite (GrX 10 LPA)	59
<i>Ph.IV-58</i> : Hornblende verte dans une amphibolite (GrX 10 LPA)	60
Ph.IV-59 : Sphène dans une amphibolite (GrX 10 LPA)	60
<i>Ph.IV-50</i> : Pyroxène dans une amphibolite (GrX 10 LPA)	60
Ph.IV-61 : Microcline dans une pegmatite (GrX 10 LPA)	63
Ph.IV-62 : Orthose et plagioclase dans une pegmatite (GrX 10 LPA)	63
PhIV-63 : Deux générations de quartz dans une pegmatite (GrX10 LPA)	63
<i>Ph.IV-64</i> : Biotite et muscovite dans une pegmatite (GrX10 LPA)	63
<i>Ph.VI-65</i> : La Faille N040° 45E Pitch 75° dans les Leptynites	64
Ph.VI-66 : Les Failles NS et EW dans les leptinites	65
Ph.VI-67 : La Faille NE-SW dans les schistes	65
Ph.VI-68 : Les leptynites diaclasés	66
Ph.VI-69 : Le plissement dans les schistes	67

Ph.VI-70 : La Schistosité S1 dans les schistes	67
<i>Ph.VI-71</i> : L'étirement des cristaux de quartz et feld spath	68
<i>Ph.VI-72</i> : Les linéations N120°	
<i>Ph.VI-73</i> : La lentille de magnétite	
Ph.VI-74a et b: Barytine foliée	68
<i>Ph.VI-75</i> : Filon de quartz séquent á la foliation des orthogneiss	

Chapitre V:

<i>Ph.V-3a</i> : Magnétite sous forme de lits encaissés dans un filon à barytine	
<i>Ph.V-3b</i> : Barytine remplace le marbre	76
Ph.V-4 : Filon de barytine grise, rubanée au niveau de l'Oued de Boukouraï	77
<i>Ph.V-5</i> : Pegmatite recoupant un filon de barytine riche en magnétite	
<i>Ph.V-6</i> : Des filonnets de galène dans la barytine	
<i>Ph.V-7</i> : Barytine rose	
<i>Ph.V-8</i> : Barytine grise	
<i>Ph.V-9</i> : Le contact entre la barytine et les gneiss	
<i>Ph.V-10</i> : Le contact entre la barytine et les schistes	
<i>Ph.V-11</i> : Barytine massive	
<i>Ph.V-12</i> : Barytine bréchique	
Ph.V-13: Barytine rubanée	
<i>Ph.V-14</i> : Barytine filonienne	
<i>Ph.V-15</i> : Barytine grise porcelanée	
Ph.V-16 : Lentille de magnétite encaissée dans un filon à barytine	
Ph.V-17 : Lits de magnétite	
Ph.V-18 : Dissémination de la magnétite dans une amphibolite (a) et dans la baryti	ne (b)82
<i>Ph.V-19</i> : Pyrite disséminé dans les gneiss (a) et dans le quartz (b)	
<i>Ph.V-20</i> : Sphalérite (a) et la galène (b) disséminé dans la barytine	83
<i>Ph.V-21</i> : Filets(a) et filon (b) de la galène dans la barytine	
<i>Ph.V-22</i> : Reliques de la barytine dans la galène	84
<i>Ph. V-23</i> : Malachite associée à la galène	
Ph.V-24 : Barytine IV dans la Ba I (GrX10 LPA)	
Ph.V-25 : Barytine I est substituée par la barytine IV et recoupé par la barytine	II (GrX 10
LPA)	

Ph.V-26 : Inclusion du quartz dans la barytine I (GrX 4 LPA)	87
<i>Ph.V-27</i> : Barytine III recoupe la barytine I (GrX 10 LPA)	87
Ph.V-28 : Quartz dans les interstices (GrX 10 LPA)	87
<i>Ph.V-29</i> : Inclusion d'apatite dans la barytine I (GrX 10 LPA)	87
<i>Ph.V-30</i> : Biotite et muscovite dans la barytine I (GrX 4 LPA)	88
<i>Ph.V-31</i> : Orthose associé à la barytine I (GrX 10 LPA)	88
Ph.V-32 : Minéraux opaques (GrX 10 LPA)	88
<i>Ph.V-33</i> : Grenat en inclusion dans la barytine I (GrX 10 LPA)	88
Ph.V-34 : Barytine II présente une structure en mortier de recristallisation (GrX10 LP	A).89
Ph.V-35: Séricite associé à la barytine (GrX 20 LPA)	89
<i>Ph.V-36</i> : Martite dans une barytine (GrX 5 LPA)	89
Ph.V-37 : Magnétite II automorphe dans un gneiss (GrX 10 LPA)	89
Ph.V-38 : Lentille de magnétite I dans un gneiss traversée par le quartz accompag	née par
des oxydes de fer (GrX 10 LPA)	90
Ph.V-39 : Pyrite I en grands cristaux dans une galène (GrX 5 LPA)	91
PhV-40 : Pyrite I incluse dans une sphalérite (GrX 10 LPA)	91
Ph.V-41 : Remplissage d'une fissure par de la pyrite II dans une barytine (GrX5 LPA	A)91
Ph.V-42 : Pyrite I surimposé sur la galène (GrX 5 LPA)	91
Ph.V-43 : Pyrite hématitisé dans une barytine (GrX 10 LPA)	92
Ph.V-44 : Pyrite hématitisé concrétionnée (GrX 10 LPA)	92
Ph.V-45 : Sphalérite dans une galène (GrX 10 LPA).	92
<i>Ph.V-46</i> : Inclusions d'une pyrite dans une galène (GrX 5 LPA)	93
<i>Ph.V-47</i> : Barytine cimentée par la galène (GrX 5 LPA)	93
Ph.V-48 : Reliques de galène dans une chalcopyrite (GrX 10 LPA)	93
<i>Ph.V-49</i> : Chalcopyrite remplace la galène (GrX 20 LPA)	93
<i>Ph.V-50</i> : Remplacement de la galène par de la Chalcopyrite (GrX 5 LPA)	94
Ph.V-51 : Chalcopyrite surimposée sur la pyrite (GrX 5 LPA)	94
<i>Ph.V-52</i> : Altérations de la chalcopyrite en covellite (GrX 10 LPA)	94
<i>Ph.V-53</i> : Tenantite dans une galène (GrX 20 LPA)	95
<i>Ph.V-54</i> : Cuivre gris en inclusions dans la galène (GrX 10 LPA)	95
<i>Ph.V-55</i> : Limonite dans une barytine (GrX 5 LPA)	96

Act : Actinote

Amp : Amphibole.

ANGCM : Agence Nationale de Géologie et de Contrôle Minière.

Apt : Apatite

Ba : Barytine.

Bt: Biotite.

Cal: Calcite.

Chl: Chlorite.

Chp : Chalcopyrite.

Cov : Covéllite

Cu gris : Cuivre gris

 $\mathbf{E}: \mathbf{Est}$

Echt : Echantillon

Gal: Galène

Gr : Grenat.

Goe : Goethite

Hém : Hématite

Hrb verte : Hornblende verte

Lim : Limonite

LNI : Larbâa Nath Irathen

LPA : Lumière polarisée analysée.

LPNA : Lumière polarisée non analysée.

Mag : Magnétite.

Mar : Martite.

Mic : Microcline.

Mus: Muscovite. N : Nord **O** : Ouest **O.M.K**: Oligo-Miocène Kabyle **Opq** : Opaque. **ORGM** : Office Nationale de la Recherche Géologique et Minière. Orthz: Orthose. **Ph**: Photo Phlg : Phlogopite Plg: Plagioclase **Px** : Pyroxène. **Pyr:** Pyrite. **Qtz** : Quartz. S: Sud S1 : Schistosité 1 SABN : Sidi Ali Bou Nab Ser : Séricite **SONAREM :** Société Nationale de la Recherche et de l'Exploitation Minière. Sph : Sphalérite Sphn : Sphène **Ten** : Tenantite **Tour** : Tourmaline. USTHB : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene Zir : Zircon **Zn** : Zinc

Résumé

La région de Bou Mhani est située dans la partie Sud Ouest du socle de Grande Kabylie, à 10 Km au NE de Draa El Mizan, wilaya de Tizi Ouzou.

Le secteur d'étude comporte une unité gneissique constituée de gneiss oeillés à biotite et des paragneiss ainsi que des calcschistes, recoupés par des aplites, granites et pegmatites et une unité schisteuse composée de séricitoschistes, chloritoschistes et micaschistes. Cette dernière repose sur l'unité gneissique par l'intermédiaire de failles normales et parfois par de contacts anormaux.

Le secteur d'étude est marqué par deux types de tectoniques : - une tectonique cassante représentée par les failles de directions : (N160 à N170 et N00 à N010) qui affectent les gneiss, les (NE-SW) dans les schistes, NW-SE dans les leptynites et en fin les (N040-N050) dans la barytine. Déformation souple ayant affectée l'ensemble schisteux est représentée par des plis isoclinaux de direction N150 20°E ainsi que par la schistosité de direction globale Nord Sud, la foliation et les linéations de direction N070 50°NE.

Trois types de minéralisations ont été mis en évidence dans cette région :

Une minéralisation à barytine est essentiellement filonienne accompagnée de magnétite, pyrite, chalcopyrite, galène, sphalérite, encaissée dans les gneiss, schistes et rarement dans les pegmatites. L'étude microscopique montre que la barytine est déformée et schistosée et révèle quatre générations.

Une minéralisation à magnétite présente sous forme disséminée dans les amphibolites et dans les gneiss et sous forme de lits ainsi que de lentilles dans la barytine.

Microscopiquement, elle est martitisée et accompagnée par des oxydes de fer.

Une minéralisation sulfurée est représentée par la pyrite, chalcopyrite, sphalérite ; cuivre gris et galène (le sulfure le plus répondue).La paragenése sulfurée qui est surimposée sur la barytine est décrite par : pyrite, sphalérite, galène, chalcopyrite (qui s'altère en covellite).

La barytine a une origine hydrothermale, métamorphisée au cour de l'orogénèse alpine et l'âge probable de cette minéralisation est tardi-hercynien.

Mots clés : socle de Grande Kabylie, carrière de Bou Mhani, schistes, gneiss, barytine, métamorphisme, polymétalliques.

Abstract

The region of Bou Mhani is located in the South-Western part of large base Kabylie, 10 km North-Estern of Draâ El Mizan, Tizi Ouzou.

The study area has a set consisting of gneiss gneissic biotite auger paragneiss and the calcschists, cut by aplite, pegmatite and granite, schist unite of séricitoschistes, mica schist and chlorite schist. The latter rests on all gneiss through normal faults and sometimes by anormal contact.

The study area is characterized by two types of deformations: - a brittle tectonic represented of directions vulnerabilities: (N160 to N170 to N010 and N00) that affect gneiss, the (NE-SW) in shale, NW-SE in leptynite and the end (N40-N50) in barite. - Having flexible deformation affected all schist is represented by folds isoclinals direction N150 $^{\circ}$ E 20 and by the cleavage of overall North South direction, the direction of foliation and linéations N070 50 $^{\circ}$ NE.

Three types of mineralization have been identified in this area:

A barite mineralization is essentially vein accompanied by magnetite, pyrite, chalcopyrite, galena and blende, hosted in gneisses, schists and rarely in the pegmatite. Microscopic study shows that barite is deformed and schistosée and reveals four generations.

Magnetite mineralization present as disseminated in the amphibolites and gneiss in the form of beds and lenses in barite. Microscopically, it is martitisée and accompanied by iron oxides.

Sulphide mineralization is represented by pyrite, chalcopyrite, blende; copper gray and galena (the most answered sulfide) .The paragenése which is superimposed on the barite is described by: pyrite, blende, galena, chalcopyrite (which alters in covellite).

Barite has a hydrothermal origin, metamorphosed in the Alpine orogeny court and the likely age of the mineralization is late-Hercynien.

Keyswords: Base Greater Kabylia, carrier of Bou Mhani, schists, gneiss, barite, metamorphic polymetallic.

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

Ce modeste travail est réalisé dans le cadre de l'obtention du diplôme de master en Science de la Terre et de l'Univers, Option Ressources Minérales et Environnement sur les minéralisations de la région de Bou Mhani.

I- **BUT DE TRAVAIL** :

Ce mémoire a pour but d'essayer de contribuer à l'étude géologique et gîtologique des indices minéralisés à Ba-Pb-Zn (Cu-Fe) affleurant dans notre secteur d'étude (Bou Mhani).

II- **METHODOLOGIE :** La réalisation de ce mémoire a nécessité des travaux suivants :

a) Synthèse bibliographique :

La recherche bibliographique est très importante pour une bonne connaissance de la géologie et de nombreux travaux sur la région en général et la Grande Kabylie en particulier. Elle a été réalisée grâce à la consultation de plusieurs documents : cartes géologiques, topographiques, géophysiques, gîtologique, photos aériennes, ainsi que des ouvrages qui ont été fourni par la bibliothèque des Universités Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou et USTHB d'Alger, l'ANGCM et l'ORGM.

b) Travaux de terrain :

Le but de nos sorties sur le terrain pendant (5jours) était le suivant :

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

c) Travaux de laboratoire :

Le travail de laboratoire consiste en :

- Une description macroscopique et à la loupe binoculaire des échantillons prélevés sur terrain afin de déterminer leurs compositions minéralogiques et leurs structures.
- Une étude microscopique de trente six lames minces et de vingt sections polies dans notre laboratoire de minéralogie avec le microscope polarisant et métallogénique.

III- HISTOIRE DES TRAVAUX :

Les premières recherches géologiques sur la Grande Kabylie ont débuté dans les années trente. Par la suite, ces recherches deviennent plus détaillées après l'intervention de **Nikense** en **1870** qui s'intéressa aux questions d'ordre stratigraphiques, pétrographiques et tectoniques.

Par la suite des études plus précises et rigoureuses relatives à ces disciplines furent réalisées successivement par E.Ficheur (1884-1912), J.Thiebault (1939-1944) et F.Hermann (1921-1926).

- 1857-1869 : L.Ville est le premier cartographe minier qui a étudié les formations du socle kabyle, en donnant le nom des terrains anciens. E. Prenon a également étudié ces formations.
- 1884-1912 : E. Ficheur a réalisé de nombreux levés géologiques au 1/50.000 (Tizi Ouzou, Dellys, Azazga et Draa el Mizan) dans la plus part des régions de la Grande Kabylie ainsi le massif du Djurdjura.
- 1925-1936 : J. Flandrin a réalisé des levés géologiques au 1/25.000 sur la chaine du Djurdjura.
- 1946-1950 : A. Lambert et al, montrent pour la première fois, l'existence de l'Ordovicien dans les régions les moins métamorphiques du socle kabyle dans les affleurements du Précambrien.
- 1951 : J. Thiebault a constaté une série continue du métamorphisme de la Grande Kabylie allant du schiste Ordovicien fossilifère à un substratum de migmatite.il y distingue : les éctinites et les migmatites séparées par une zone de transition, le tout étant traversé par des granites tardifs.
- Pendant diverses années, l'étude géologique de la Grande Kabylie et la chaine du Djurdjura a été réalisée par de nombreux auteurs, on citera : L.Dupart (1912), L.Glangeaud (1932-1938), L.Royer (1936-1937), P.fallot (1940-1942), F.Roman (1948), P.Muraour (1950), A.Barbier (1950), A.Cailleux (1950), J.Magnie (1951) et J.Colomb (1958).
- 1960-1970 : D. Raymond étudia la partie Nord de la Grande Kabylie sur le plan structural et stratigraphique.
- 1968 : G. Bossière a entamé des études sur l'ensemble métamorphique et plutonique (Draa El Mizan) et la partie Sud-Ouest de Tizi Ouzou.
- 1968 : Vydrine et ses collaborateurs firent des études sur la géologie et les lois de distribution des métaux non ferreux de l'Algérie du Nord.
- ✤ 1969 : Raoult a pu étudier les flyschs de la partie Nord du socle kabyle.
- ✤ A la fin des années 60 et 70 : Gorbounov et Boltenkov exécutèrent des levés géologiques de Larbâa Nait Irathen au 1/50.000.
- 1971-1972 : B. khan a réussi de faire la combinaison entre la prospection électrique et radiométrique sur les terrains de la Grande Kabylie.
- 1974 : G.Bossiere et D.Raymond : effectuèrent une étude sur la géologie de la Grande Kabylie.

- 1975 : D. Raymond met en évidence l'évolution sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la Grande Kabylie
- 1978 : Dubrovine exécuta des études de révision et pression sur les substances utiles non métalliques de la Grande Kabylie.
- ✤ 1980 : M. Durand Delga a déterminé les éléments structuraux des Maghrébides.
- 1986-1989 : Selijinov et Kostigov réalisèrent des recherches géophysiques dans différentes sites aurifères de la Grande Kabylie.
- Etudes récentes: de nombreuses recherches géologiques, structurales, pétrographiques, métallogéniques et gîtologiques sur la Grande Kabylie ont été faites par :
 - ✓ 1980 : G. Bossière, dans le cadre de la préparation de sa thèse de doctorat, il conclut que le massif cristallophyllien de Grande Kabylie est constitué d'une série gneissique qui est composée de quartzite, de gneiss oeillés, de paragneiss localement migmatitiques et de niveaux amphibolitiques, cette série est interprétée comme un socle ancien et surmonté d'une série schisteuse qui serait sa couverture.
 - ✓ 1992 : A. Saadallah et ses élèves : ont interprété la constitution du socle cristallophyllien Kabyle comme étant un empilement d'unités tectonométamorphiques ou nappes :
 - -R. Gani (1987), pour la région de Djemaa Saaridj.
 - -K. Loumi (1989), pour la région de Béni Douala
 - -N. Benkerrou (1989), à étudié la région de Oued Ksari.
 - -A. Bettahar (1990), s'est focalisé sur le massif de Sidi Ali Bounab.
 - ✓ 1988 : M. Naak : réalisa dans le cadre de sa thèse de magister en géologie, une étude géologique de la dorsale interne.
 - ✓ 1997 : O. Kolli, dans le cadre de sa thèse de doctorat d'état, réalisa une étude géologique et gîtologique des minéralisations du socle cristallin de Grande Kabylie, évolution métallogénique au cours du cycle alpin.
- En plus de ces travaux, on cite les rapports et les missions de prospection sur l'ensemble de la Grande Kabylie qui ont été faites par des ingénieurs et des chercheurs nationaux qu'étrangèrs à savoir ORGM sur de nombreux indices de Fe, Cu, Ba, Zn.

IV- APERÇU GEOGRAPHIQUE :

Le massif de Grande Kabylie long de 70km, large de 20km est dominé vers le Sud par les crêtes découpées de la chaine calcaire qui dépassent 2000 m d'altitude. Il est situé à une centaine de km à l'Est d'Alger et en grande partie dans la wilaya de Tizi Ouzou. Cette dernière se trouve à environ 90km à l'Est d'Alger, elle est limitée au Nord par la mer méditerranéenne, à l'Est par la wilaya de Bejaia, à l'Ouest par Boumerdes et Bouira au Sud **(Fig I-1).**

- La topographie de la région est caractérisée par des ravins profonds qui ont entaillé le massif. L'érosion a découpé l'ancienne pénéplaine en série de crêtes qui en sont le dernier vestige sur lequel sont juchés de nombreux de villages (les altitudes des montagnes).

- Le régime hydrographique est défini par des cours d'eaux de type torrentiel et semi permanant, eau abondante en hiver et début du printemps. En été, la plupart d'entre eux se tarissent. A l'exception de quelques rares Oueds qui coulent de façon permanente, on cite par exemple : Oued Sebaou, Oued Bougdoura...etc

- La population totale de Tizi Ouzou est estimé à 1 127 166 habitants, soit une densité de 381,21 habitants par km² (recensement de 2008).

- La Kabylie est caractérisée par un climat méditerranéen ; en raison des massifs montagneux qui caractérisent la région, il neige chaque année en hiver entre décembre pour les hautes altitudes (600m et plus) et en février pour les basses altitudes. En été, les masses d'air tropical remontent et créent la chaleur et la sécheresse.

- La végétation est caractérisée par des vastes terrains de genet, frêne, le chêne liège, d'un maquis, arboricole et céréalière dans les vallées et les hautes plaines. Parmi la végétation implantée par l'homme, on citera l'olivier, le figuier, le figuier de barbarie et le blé.



Fig.I-1 : Situation géographique de Tizi Ouzou et du secteur d'étude.

CHAPITRE II : CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

I. INTRODUCTION :

Deux chaines orogéniques caractérisent le Nord Algérien qui sont : chaines tellienne et atlasique. Le domaine tellien est contenu dans la chaine alpine prés méditerranéenne qui s'étend à l'Est par la cordière bétique et à l'Ouest par l'arc calabro- péloritain sur plus de 2000km, M. Durand Delga, 1960 (Fig II-1).



Fig.II-1 : Les différents domaines structuraux du Nord de l'Algérie avec une coupe schématique du Nord au Sud (D'après M. Durand Delga 1960).

II. CHAINE TELLIENNE NORD ALGERIENNE :

La chaine tellienne appartient à la chaine alpine des Maghrébides, elle est subdivisée en trois grands domaines paléogéographiques différents, wildi 1983 (Fig. II-2) :

1- Domaine interne (tell interne) :

Il est constitué du socle kabyle cristallin d'âge Paléozoïque surmonté par des séries sédimentaires peu métamorphiques et une couverture sédimentaire essentiellement carbonatées qui forme la dorsale Kabyle d'âge Trias à l'Eocène et les flyschs, (Fig.II-4).

1-a- Socle Kabyle :

Le socle de la Grande Kabylie (d'après G.Bossiere 1970-1980) est constitué de trois ensembles structuraux de bas en haut :

-Une série gneissique : fortement métamorphique ; constituée à la base de gneiss fins localement migmatitiques à plagioclase ; biotite, grenat ; sillimanite prismatique ; surmontée de gneiss oeillés et de quartzites. Cette série est considérée comme un socle ancien (anté Paléozoïque).

-Une série schisteuse (schistes satinés) : elle s'agit de séricitoschiste et chloritoschiste plus ou moins quartzitique comportant des intercalations des porphyroïdes, cette série est d'âge anté Paléozoïque.

-Des schistes argileux et silteux ; fossilifères, peu ou pas métamorphique d'âge Paléozoïque. Cette unité est interprétée comme une couverture du socle gneissique.

La structuration de la série schisteuse remonterait à l'orogenèse hercynienne et l'ensemble socle-couverture à été repris par l'orogénèse alpine.

Le socle cristallin (d'après Saadallah 1992) de la Grande Kabylie comporte plusieurs unités (Paléozoïque) séparées par des accidents ductiles et cataclastiques. Ces unités sont de bas en haut :

-L'unité des gneiss oeillés inférieurs,

-L'unité des paragneiss (marbre à la base et paragneiss à sillimanite au sommet) ;

-La nappe de Sidi Ali Bou Nab (formation de HT, HP);

-L'unité des gneiss oeillés supérieurs de même composition que les unités précédentes, elle comporte en plus des granites orientés ;

- L'unité des micaschistes ;

- L'unité des schistes satinés ;
- Des granites et aplo-pegmatitique post tectoniques.

Le socle apparait sous forme de pointements littoraux (Alger, Chenoua, et Tenes et des massifs de plus grande extension de Grande et Petite Kabylie).

1-b- Dorsale Kabyle (chaine calcaire):

Elle constitue la limite entre la zone interne et la zone externe, elle borde le socle au Sud. Elle est constituée de formations allant du Permo-Trias à l'Eocène moyen manifestant une structure en écaille. La dorsale est subdivisée en trois unités qui sont du Nord au Sud :

Dorsale interne : elle montre une série complète du Permo-Trias au Néocomien. Ce dernier est surmonté par des calcaires biogènes d'âge Eocène.

Dorsale médiane : elle est caractérisée par des dépôts marneux à microphone d'âge Turonien au Lutétien inférieur, elle présente une lacune du terme du Crétacé moyen.

Dorsale externe : elle est marquée généralement par des radiolarites du Crétacé supérieur et de l'Eocène inférieur.

2- Domaine des flyschs :

Il s'agit de dépôts de mer profonde et mobile du Jurassique moyen au Burdigalien, généralement subdivisés en 3 grands groupes : (Fig. II-2)

2-a- Le flysch massylien :

Il s'est déposé au Crétacé inférieur dans la partie Sud du bassin des flyschs. Il est caractérisé par des sédiments allant du Néocomien au Lutétien qui sont formés de bas en haut par des argiles, quartzites et de pélites micro bréchiques et de micro-brèches.

2-b- Le flysch mauritanien :

Il occupe une position interne dans le domaine des flyschs et il comporte des sédiments d'âge allant de l'Hauterivien à l'Eocène inférieur. Il est formé de bas en haut par des radiolarites et un flysch calcaire, l'ensemble est surmonté par des argiles gréseuses, des calcaires micro conglomératiques et des conglomérats.

2-c- Le flysch numidien :

Il occupe la position structurale la plus élevée de l'édifice, il est charrié sur plusieurs unités telliennes. Il montre des formations détritiques ayant en alternance de puissantes masses gréseuses et d'assises pélitiques et argileuses. Ce flysch s'est formé durant l'Aquitanien et le Burdigalien.

3- Domaine externe (tell externe) :

Il représente la marge téthysienne du continent Africain, constitué par un ensemble de nappes allochtones d'âge Crétacé moyen à Néogène formées principalement de marnes. Ces nappes sont charriées sur une centaine de km, on distingue du Nord au Sud : (Fig. II-3)

3-a- Les nappes ultra telliennes :

Elles représentent des caractères proches de ceux des flyschs massyliens, elles sont des formations bathyales du Crétacé et de l'Eocène, formées de marnes micritiques riches en ammonites du Crétacé inférieur et des marnes épaisses à globotruncana marquées par la présence de galets, de blocs et micro brèches du Crétacé supérieur (Sénonien). Elles ne sont connues que dans l'Est d'Alger et en Tunisie.

3-b- Les nappes telliennes (sensu-stricto) :

Elles forment un empilement complexe de nappes chevauchées par les nappes ultra telliennes. Cet empilement est constitué essentiellement de formation marno-calcaire à microfaune. L'Yprésien et le Lutétien constituent les formations les plus caractéristiques des nappes telliennes sensu-stricto.

3-c- Les nappes péni-telliennes :

Se sont des séries nétritiques du Crétacé à l'Oligocène. Elles comportent des formations marneuses et carbonatées riches en faunes.

Il existe des unités encore plus externes nommées "les séries de l'avant pays allochtones" structurées au Miocène moyen, elles se placent entre les nappes telliennes au Nord, et l'autochtone ou para autochtone atlasique au Sud.



Fig.II-2 : Reconstitution paléogéographique des différents domaines des Maghrébides au Crétacé inférieur (Bouillin 1986).



Fig. II-3 : Rapports structuraux entre les différentes unités de la chaîne des Maghrébides et position structurale des différentes unités telliennes. (In M. Durand-Delga, 1969).



Fig.II-4 : Schéma structural simplifié de la partie centro-orientale algérienne des Maghrébides (synthèse des travaux des auteurs ; Boccaletti, 1985 ; Vila, 1978 ; Saadallah, 1991)

III. TECTONIQUE :

Du Mésozoïque au Tertiaire, l'évolution des Maghrébides est déterminée par la progression géodynamique de la méditerranée occidentale. Elle est caractérisée par le repoussement des plaques Européennes et Africaines.

L'hypothèse la plus récente « citra » : le domaine kabyle (bloc d'alboran de Wildi, 1984) : il y a 10 millions d'années, la Kabylie faisait partie du même bloc que la Sardaigne et la Sicile. L'ensemble est appelés ALKAPECA qui est un microcontinent situé à l'intérieur du domaine téthysien entre les plaques Iberia et l'Europe au Nord, Afrique au Sud, Apulie à l'Est.

Aujourd'hui, la Sicile et la Sardaigne sont des iles, tandis que la Kabylie est attachée au continent Africain sur le territoire Algérien. (Fig. II-5).



Fig.II-5 : Position des différentes unités géologiques des Maghrébides (In Domzing, 2006).

IV. L'EVOLUTION TECTONIQUE DES MAGHREBIDES :

La structuration actuelle des Maghrébides débute au :

Trias

Du Trias au Crétacé inférieur l'atlantique central et l'océan liguro-piémontais (Lemoine 1983) ont été réunis par une zone transformante, qui est un siège d'une transtention ; durant cette période (époque de distension), elle est responsable du volcanisme de la marge Sud du domaine kabyle.

Crétacé inferieur

A partir du Crétacé inférieur, un bassin de flysch profond et étroit a pris naissance entre l'Afrique et la plaque méso-méditerranéenne, qui est le moteur du mouvement entre les plaques Européennes et Africaines (Bouillin1977-1979).

✤ Crétacé supérieur –Eocène

Les Maghrébides ont subit un mouvement tectonique important qui s'exprime par : -Des chevauchements vers le Nord-Ouest, d'ampleur crustal ;

- Par un « uplift » et une érosion rapide ;

Par un métamorphisme éclogitique dans la sierra-Nevada, cordillères bétiques (Puga 1977);
Les flyschs du Crétacé supérieur continuent à se déposer jusqu'à l'Eocène supérieur sur la marge Sud des Maghrébides, ainsi la phase paroxysmale est marquée par une sédimentation à micro- brèche du Cénomanien;

Dans les alpes occidentales, il y a fermeture du sillon liguro-piémontais vers 110-80Ma. (fig.II-7).

* Eocène terminal-Oligocène inférieur

Pendant cette période, les conséquences de la subduction de la plaque Africaine sous la plaque Européenne entraine la collision de ces plaques qui a eu pour effet :

- En surface : réduction tectonique des bassins telliens et des flyschs, suivie de la genèse des nappes pelliculaires ;
- En profondeur : un épaississement crustal important.

✤ Oligocène supérieur – Miocène moyen

Se distingue par une période de distension marquée par un amincissement crustal majeur accompagné du magmatisme (Caby et Hammor1992 ; Aïte1994 ; Gelard 1995 ; Saadallah et Caby1994-1996). (Fig. II-6a, 6b et 6c).



Fig.II-6a : Enchaînement géodynamique (a) au jurassique et (b) au Crétacé (In Tapponnier, 1977)



Fig.II-6b : Enchaînement géodynamique à l'Oligocène (a) et au Quaternaire (b) (In Tapponnier, 1977)



Fig.II-6c : Carte tectonique de la mer Méditerranée, montrant les principales chaînes de montagne, domaines crustaux et le déplacement de l'Afrique vers l'Europe de 50 Ma à nos jours (In JOLIVET et al., 2006).



Fig.II-7 : Scénario d'évolution de la Méditerranée Occidentale sur un transect NNW/SSE allant des Baléares à la plate-forme saharienne (Frizon de Lamotte et al, 2000).

V. MAGMATISME :

Le magmatisme Néogène post-collisionnel de la marge méditerranéenne du Maghreb, forme une chaine magmatique qui s'étend sur 1200km des Mogods (Tunisie) à Ras Tarf (Maroc).

-Au Langhien : l'Algérie centrale et orientale est caractérisée par une dominance de magma calco-alcalin généralement riche en potassium, avec des granitoïdes métalumineux et péralumineux (dacite et andésite associées).

-Durant le Sérravalien : déplacement de l'activité calco-alcaline vers l'Est (Tunisie) et vers l'Ouest (Oranie et Maroc septentrional).

-Tortonien-Paléo-Pléistocène : développement d'un volcanisme alcalin aux extrémités de la chaine magmatique Néogène qui borde la marge méditerranée du Maghreb.

*La nature du magmatisme de la méditerranée du Maghreb et son évolution au cours du temps sont compatibles avec un processus de rupture de la lithosphère subducté, (René.C. Maury et al, 2000).
-Le volcanisme Néogène en Grande Kabylie est caractérisé par des basaltes et des andésites dans la région de Dellys et Cap Djinet et par des granitoïdes et des rhyolites à Zemmouri et Thenia, ce magmatisme est daté à 19-11Ma (El Azzouzi et al, 2014). (Fig. II-8).



Fig.II-8: Carte et coupe schématique localisant l'activité magmatique Cénozoïque et ses relations géométriques avec les formations géologiques en en Grande Kabylie (El Azzouzi et al ,2014).

CHAPITRE III : GEOLOGIE GENERALE DU SOCLE DE LA GRANDE KABYLIE

I- INTRODUCTION :

Le cristallin de la Grande Kabylie constitue l'un des massifs les plus caractéristiques des zones internes de la chaine des Maghrébides. Ce massif s'étend suivant une direction Est-Ouest sur une longueur d'environ 100Km et une largeur qui varie entre 20 et 30Km, (Fig. III-1).

Le socle de la Grande Kabylie a fait l'objet de quelques études géologiques. Parmi les plus importantes :

*Thiébaut (1951): a considéré le cristallin de la Grande Kabylie comme une série métamorphique continue allant des schistes fossilifères ordoviciens à un substratum de migmatite, l'ensemble est recoupé par des granites tardifs. Dans cette série continue, il reconnait deux ensembles métamorphiques : les éctinites et les migmatites, séparées par une zone de transition. Cette dernière est subdivisée, de haut en bas, en :

-une sous zone non feldspathique ;

-une sous zone feldspathique externe ;

-une sous zone feldspathique interne.

Les deux ensembles (gneiss et schistes) constituent deux unités tectoniques séparées par un contact anormal.

*Bossière (1980) : a interprété le massif de la Grande Kabylie comme un vieux socle gneissique recouvert en discordance par une couverture schisteuse. Le socle gneissique est constitué en grandes partie par de vieux gneiss dans lesquels s'intercalent de rares passés amphibolitiques. La couverture schisteuse épimétamorphique dans son ensemble, comporte divers termes : schistes à paragonite, graphiteux, métagrés arkosique, marbres et rares amphibolites.

La structuration du socle gneissique serait cadomienne et sa couverture schisteuse remonterait à l'orogenèse hercynienne. L'ensemble socle/couverture à été repris par l'orogenèse alpine.

*Gani (1988), Loumi (1998), Benkerrou (1989), Bettahar (1989) et Saadallah (1992): remodèlent le schéma donné par Bossière et proposent un complexe structuré en empilement d'unités tectono-métamorphiques.

Actuellement cette structuration en écailles tectono-métamorphiques est admise par la plupart des géologues, Mahjoub 1990 en Petite Kabylie et dans le massif de l'Edough (Caby et Hammor 1991). Plus récemment, ce complexe à été décrit comme un « métamoprphic core complex » (Saadallah et Caby 1994, 1996). D'après Saadallah 1992, le cristallin de la Grande Kabylie est constitué d'une pile d'unités séparées par des accidents ductiles et cataclastiques (Fig. III-2). Ces unités sont de bas en haut :

-L'unité des gneiss oeillés inférieur

-L'unité de paragneiss (marbre à la base et paragneiss à sillimanite au sommet) ;

-La nappe de Sidi Ali Bounab (formation de HT, HP) ;

-L'unité des gneiss oeillés supérieurs de même composition que les unités précédentes, elle comporte en plus des granites orientés ;

-L'unité des micaschistes ;

- L'unité des schistes satinés ;

-Des granites et aplo-pegmatitiques post tectoniques.



Fig. III-1: Position du massif de la Grande Kabylie dans le dispositif structural tertiaire des Bétides et des Maghrébides (d'après Durand Delga et J.M.Fonboté, 1980). (1) Ante triasic basement (Kabylian, Peloritan, Calabrian, Rifan, Betic), (2) Calcareous chain (Kabylian dorsal, Peloritan, Calabrian, Rifan, Betic) (1+ 2= kabylian domain in Algeria), (3) Flyschs (Kabylian, Peloritan, Calabrian, Rifan, Betic), (4) External zones (Tellian, Rifan, Betic, Calabrian and Sicilan), (5) Front limits of the alpine thrust sheet, (6) Anormal contact between alpine thrust sheet.

II- DESCRIPTION PETRO-TECTONIQUE : (Saadallah 1992)

1. Les gneiss oeillés inférieurs:

Ils affleurent à Amalou et Djemâa Saaridj dans la partie Est du massif de la Grande Kabylie et à Oued Ksari dans sa partie Ouest, (Fig.III-2). Ces deux zones sont séparées par l'accident d'Oued Aïssi.

Ces gneiss oeillés inférieurs sont surmontés par :

-Les marbres à minéraux au Nord de Larbâa Nath Irathéne (LNI) et Djemâa Saaridj dans la Grande Kabylie de l'Est.

-Les paragneiss à sillimanite dans la Grande Kabylie occidentale.

-et les schistes satinés surtout en Grande Kabylie occidentale.

Ces orthogneiss inférieurs sont considérés comme des granites syntectoniques qui ont cristallisé dans un contexte cisaillant et dans les conditions de l'amphibolite faciès. Ces roches sont interprétées comme étant la semelle ductile de toute la pile tectonique.

2. Les marbres à minéraux :

Ils affleurent surtout au Nord de la ville de LNI (Tablabate) et dans la localité Tizi Bou Amane dans la région de Djemâa Saaridj en Grande Kabylie orientale.

Le passage gneiss oeillées inférieurs/marbres se présente sous trois (3) aspects:

-Contact marbre sur les orthogneiss, avec une concordance de foliation bien visible au haut de la falaise de Taksebt El Djemaa, à 500 mètres environ au SE de Djemâa Saaridj.

-Passage marqué par une bande mylonitique au Nord de LNI, sur la route qui mène vers Irhil Bou Hamama.

-et suivant une bande cataclastique à plusieurs endroits au Nord de LNI.

Les marbres se présentent parfois en bancs massifs, ou en petits bancs décimétriques, ils sont constitués principalement de la calcite avec quelques cristaux de micas (phlogopite), graphite et pyrite.

3. Les paragneiss :

Cette formation affleure :

-Au Nord de LNI (dans l'Oued Rabta), à Tizi Ali, en Grande Kabylie centrale, en Grande Kabylie occidentale, sur le flanc Nord de SABN et dans le massif de Belloua.

Ils reposent de façon concordante sur les gneiss oeillés inférieurs à Djemâa Saaridj et sur les gneiss oeillés d'Oued Ksari.

Ils sont recouverts par des gneiss oeillés supérieurs, les micaschistes et par les schistes satinés.

Il s'agit d'une formation assez homogène comportant des mobilisâts quartzofeldspathiques et présentant exceptionnellement des paragneiss kinzigitiques avec des métabasites associées (Gani 1988) localisés en Grande Kabylie orientale dans quatre affleurements différents :

*Des lentilles de gneiss oeillées ;

*Des amphibolites ;

- *Des quartzites ;
- *Des niveaux de marbre ;
- *Des passées de micaschistes à biotite ;

*Des intrusions granitiques et aplo-pegmatites.

4. La nappe de SABN :

Elle est constituée par :

-Le granite de SABN qui affleure le long de la ligne de crête et sur les hauteurs des flancs Nord et Sud du massif.

-Les schistes à biotite qui constituent l'encaissant du granite, affleurent en auréoles discontinues autour du granite.

-Les cornéennes prevenant de la transformation des schistes au contact du granite.

-Les blastomylonites en continuité avec les schistes à biotite, affleurent sur le versant Sud en position inférieure (la base ductile de la nappe de SABN).

-Les micaschistes à biotite et grenat avec des marbres qui affleurent sur le versant Sud de SABN et surtout dans la partie Est. Ils semblent constituer la base de l'édifice.

Ces unités de SABN sont interprétées comme étant une nappe de type "crocodile", elles sont prises en sandwich par les paragneiss affleurant sur le versant Nord de ce massif, avec une tendance à se renfermer à l'extrémité Est de ce massif.

5. Les gneiss oeillés supérieurs et les granites orientés associés :

Ils affleurent sur une surface plus grande que les autres unités (dans toute la Grande Kabylie).

Ils forment une grande masse en Grande Kabylie orientale (les gneiss oeillés de LNI), où ils reposent sur les paragneiss et sont recouverts par les schistes satinés et les micaschistes. Ils sont limités à l'Ouest par l'accident d'Oued Aïssi et par le granite de Taboudrist.

De plus, ils affleurent à l'extrémité Est dans le massif de Koukou où ils sont entourés de schistes, avec souvent des micaschistes collés dessus.

En Grande Kabylie centrale, ils forment deux îlots importants à Mizdeta et à Ait Aïssi Ouziane. Alors que le premier est recouvert par le granite orienté d'Omdjol et par les micaschistes, le deuxième n'est recouvert que par les micaschistes. Tout les deux par contre reposent sur les paragneiss.

Le passage paragneiss/gneiss oeillés est marqué par une zone d'alternance.

Le contact avec les micaschistes est de nature magmatique (granitique), alors qu'avec les schistes il est cataclastique.

6. Les micaschistes :

Cette formation est constituée de micaschistes avec des niveaux de marbres, d'amphibolites et de quartzites. Sa partie supérieure est formée de métarhyolites mylonitisées d'Aït Anane.

Au contact des granites orientés et des gneiss oeillés supérieurs se développent, des cornéennes schisteuses et des micaschistes à andalousite.

7. L'unité des schistes satinés :

Les schistes satinés constituent la formation qui affleure sur une grande surface, couvrant toute la partie Sud de la Grande Kabylie et occupe le sommet de l'édifice tectonométamorphique Kabyle.

Des surfaces kilométriques forment un liseré discontinu le long de la bordure Nord du cristallin, à la limite avec le bassin de l'Oued Sebaou.

Les schistes satinés recouvrent ou sont toujours en contact cataclastique avec presque toutes les autres formations, notamment avec les gneiss oeillés inférieurs et supérieurs, avec les paragneiss et les granites orientés.

Cette unité est représentée par des séricitoschistes et des chloritoschistes à texture massive, elle renferme des intercalations de quartzites et de porphyroïdes.

Les principaux constituants de cette unité sont : le quartz, le plagioclase et les micas blancs moulés par une certaine foliation.

Cette formation est caractérisée par un épimétamorphisme, comportant deux zones : une zone supérieure à chlorite et une zone inférieure à biotite.

8. Les intrusions aplo-pegmatitiques et granitiques :

Les formations de marbres à minéraux et de paragneiss sont intrudées par des granites, des leucogranites et des aplo-pegmatites.

*le Paléozoïque :

Le Paléozoïque a toujours été associé au socle cristallophyllien, il est composé d'une partie inférieure schisto-gréseuse et d'une partie supérieure volcano-sédimentaire, carbonatée à la base et détritique au somment. Le Paléozoïque affleure principalement en Grande Kabylie, dont il est assez complet et moindre, en Petite Kabylie et dans le Chenoua à l'Ouest d'Alger.

Ce Paléozoïque peu ou pas métamorphique, débute au Cambrien supérieur et se termine au Carbonifère, il constitue le substratum de la dorsale interne de la chaine calcaire (Kouriet). (Raymond, 1971 et Gelard, 1976).



Fig. III- : Colonne synthétique des unités tectono-métamorphiques dans la région d'Oued Ksari (Benkerrou, 1989).

III- MAGMATISME :

L'évolution géodynamique de la méditerranéen occidentale est en étroite relation avec la mise en place d'un magmatisme essentiellement calco-alcalin d'âge Néogène.

En Algérie les travaux récents de Semroud (1981), Magarsti (1985) Ouabadi (1987) et Ait Hamou (1987) révèlent que ces activités magmatiques se sont manifestées à partir du Miocène et sont postérieur à la tectonique tangentielle alpine.

En Grande Kabylie le magmatisme est représentée par :

1-Le complexe magmatique Tertiaire :

-Le complexe de Cap Djinet : les formations de cette région sont représentées par les basaltes alumineux et par des andésites basiques d'âges Miocène (Burdigalien-Sérravalien).

Dans la région de Thenia, ainsi que dans la région d'Azrazka (Cap Djinet), le magmatisme à favorisé la mise en place des faciès sub intrusifs et intrusifs représentées par des gabbrodiabases et des dolérites, sous forme de dykes recoupant les formations sédimentaires. (Fig.III.3)

2-Le complexe magmatique Paléozoïque :

-Il s'agit de granites leucocrates, parfois monzonitiques d'origine profond (J.Thiebault 1951) et sont représentés par les massifs granitique de Sid Ali Bounab, Béni Douala, Larbâa Nath Irathen et Ain El Hammam.

L'âge des granites Paléozoïques de Sid Ali Bounab, déterminé par la méthode radio métrique est estimé à 279±8 Ma (Bossière 1982).

-Dans les régions de Tironal, Ait Agad, Tiguemounine, Bouadnane, Tighzerth et Chellata, le magmatisme est représentée par des granitoïdes qui sont considéré comme étant des granites hercyniens à tardi hercyniens, (Fig.III-4).



Fig.III-3: le magmatisme tertiaire autour de la méditerranée (Bellon 1976).



Fig.III-4 : -Extrait de la carte géologique au 1/50 000 du Djurdjura réalisée par J. Flandrin et son équipe en 1952, corrigée pour le Paléozoïque en gris et la shear-zone à granites (échelle réduite au 1/100.000).

IV- **TECTONIQUE :**

Les formations métamorphiques de la Grande Kabylie appartiennent au domaine alpin du Nord de l'Algérie. Elles sont structurées principalement par des événements géologiques du Crétacé au Miocène inférieur (-800 à -20 MA) auxquels se sont superposés ceux de l'extension qui a généré la mer méditerranée (-20 à 10 MA) et finalement les effets de la compression actuelles (-10 à l'actuel), mais sans oublier les événements hercyniens caractérisés par une déformation visible avec le métamorphisme dans la série schisteuse au Carbonifère supérieur, (Saadallah, 1992).

Ces événements géologiques sont en rapport avec la zone transcurrente entre l'Afrique et l'Eurasie faisant du Nord de l'Algérie une zone sismique, (Saadallah 1992, Yelles Chaouche et al 2005).

D'après les travaux réalisés sur le socle, il apparait que celui-ci est structuré par des événements tectoniques et tectono-métamorphiques variés décrits par divers auteurs dont on peut citer :

*G.Bossiere 1980 a mis en évidence plusieurs phases de plissement dans les gneiss et dans les schistes.

-Les gneiss présentent des plis dont les axes sont de direction Est-Ouest qui n'existe pas dans les schistes. Ces plis sont repris par le plissement des schistes sujacents.

-Les schistes ont subi deux phases de plissements, une phase se traduit sous forme de plis syn-schisteux dont les axes sont de direction $N140^\circ$ et une autre phase de direction $N160^\circ$.

Les plis sont de type isoclinaux plus ou mois ouverts, d'échelle centimétrique à plurimétrique et sont déversés vers le Sud.

*A.Saadallah et al 1984 mettent en évidence cinq phases de déformations à structures différentes d'âge Eo-alpin, datées par la géochronologie 39 Ar/ 40 Ar (Monie 1984) :

-Des chevauchements froids cataclastiques.

-Des chevauchements ductiles froids avec un métamorphisme rétrograde des mylonites à chlorite.

-Des accidents (chevauchements pour certains) ductiles de haute pression et haute température syn-métamorphique plus ou moins associées à des blastomylonites.

-Une phase plicative syn-métamorphique ancienne.

-Une phase miocène qui a engendré une grande faille d'effondrement Est-Ouest qui met en contact le Miocène du bassin de Tizi Ouzou avec le socle ; cette faille normale d'échelle plurikilométrique est décalée par de nombreuses failles de direction NE-SO, NO-SE et NS, (Fig.III-5).



Fig.III-5 : Schéma d'évolution de la Méditerranée Occidentale, (Lonergan et White, 1997).

V- METAMORPHISME :

A partir des assemblages minéralogiques, il apparaît que les différentes unités cristallophylliennes du socle de Grande Kabylie présentaient trois types de métamorphismes, (Fig.III-6 et 8).

1-Le métamorphisme général : ce métamorphisme est présent à travers tout le socle au sein des roches qui ont été soumise aux métamorphismes catazonal, mésozonal et épizonal.

- Le métamorphisme catazonal : se produit en profondeur sous les conditions très élevées de température et de pression donnant naissance à des granulites et des amphibolites.
- Le métamorphisme mésozonal : celui-ci caractérise les zones de haute température et de basse pression permettant la formation des gneiss, paragneiss, micaschistes et calcaires cristallins.
- Le métamorphisme épizonal : il caractérise les zones de basse pression et basse température, à la limite de la série des phyllites avec la couverture paléozoïque, elle-même épi-métamorphisée.

D'après le géothermétre de Hoinks (1986) et les géobaromètres de Gent (1976), Newton-Haselton (1986) et R.Gani (1988), conclutent que le métamorphisme général en Grande Kabylie est caractérisé par une température élevée et de basse pression dans le faciès amphibolites, avec l'apparition d'andalousite suite à une baisse de pression avec maintien de la température.

Cependant, la continuité entre les gneiss et les micaschistes (Loumi 1989) et entre les micaschistes et les schistes satinés (Benkerrou 1989), montre un faciès métamorphique allant des schistes verts à amphibolites faciès.

2-Le métamorphisme de contact : survient suite à la mise en place du granite de Sid Ali Bounab, caractérisé par la paragenése à andalousite, cordiérite, sillimanite et biotite.

3-Le métamorphisme blastomylonitique : celui-ci est caractérisé par une haute pression et haute température, (Bossière, 1980).

Les analyses effectuées dans la zone à disthène-sillimanite ont donné des températures de l'ordre de 700°c, (Ait Si Slimane, 1987).

L'étude du domaine de stabilité dans la zone à staurotide a donné une pression supérieur à 6 Kb et une température de l'ordre de $640\pm50^{\circ}$ c, (Bossière, 1980).



Fig. III-6 : Carte structurale simplifiée du massif de Grande Kabylie (Hammor et al, 2006).

VI- AGE DU METAMORPHISME :

L'âge du métamorphisme de la Grande Kabylie à été considéré hercyniens et plus ancien calédonien par un certains nombres d'auteurs (Durand Delga 1955, Bossière et Raymond 1972, Baudelot et Géry 1979, Peucat 1983, Bouillin et al 1984). Ces auteurs se sont basés sur les données suivants : (Fig.II-7).

Données stratigraphiques :

-Le paléozoïque est peu ou pas métamorphique.

-Le Permo-Trias non métamorphique est discordant sur le substratum Paléozoïque et parfois sur les phyllades, dans Djebel Rhedir (Raoult 1994), dans le massif de Chelleta (Gelard 1979), dans l'Azrou Aïcha (Flandrin 1952), Coutelle (1979) et dans Cordiet El Medane (Tefiani 1973).

-La présence de muscovite détritique dans le Cambro-Ordoviciens de djebel Aissa Mimoun, qui proviendrait de l'érosion des phyllades du socle (Bossière et al 1979). -Des terrains du Cambrien supérieur daté par des Acritarches dans le massif de Tizi Ouzou reposent sur les phyllades de la série schisteuse (Géry 1979). Le contact entre ces deux formations est considéré par Bossière (1972) et Raymond (1974) comme une ancienne discordance, par contre, pour Caby et Saadallah, il serait tectonique.

-La découverte du Silurien discordant sur les phyllades à Béni Afer par Durand Delga, le métamorphisme serait calédonien.

-La discordance de l'OMK sur le socle suppose un âge antérieur au Burdigalien inférieur (Benkerrou 1989).

Par les datations purement stratigraphiques, l'âge probable du métamorphisme de la Grande Kabylie serait anté Cambrien supérieur (Benkerrou 1989).

Les données géochronologiques :

-Les résultats obtenues sur les roches des massifs d'Alger et de la Grande Kabylie ont été interprété comme étant d'âge alpin (Monie et al 1982 et 1984), alors que Bossière 1985 à estimé l'âge des granites de SABN par la méthode Rb-Sb sur les micas à 271±12 Ma, âge contemporain du fonctionnement d'une zone blastomylonitique de haute pression.

-La datation effectuée par la radiométrie sur le zircon dans les gneiss d'Oued Ksari, les auteurs ont pu estimer un âge à 506 ± 3 Ma (Peucat et al, 1983).

*Donc les âges hercyniens et plus anciens ont été révélé dans le socle de la Grande Kabylie en fonction des faciès et la méthode utilisée.

-Les âges eo-alpins et alpins datés sur les micas (Caby 1982, Monie et al 1982 et 1984) semblent ressortir la coexistence d'événement alpin (Bossière et Peucat 1986).

*L'interprétation des données géochronologiques et des observations sédimentaires, nous ont permet de dire que le socle est hercynien et peut être ancien (Cadomien) pour certains auteurs (Peucat, Bossière 1985 et 1986) et alpin pour les autres (Monie et al 1982 et 1984). Le métamorphisme de la Grande Kabylie est nécessairement anté Oligocène terminal car l'OMK est discordant sur les schistes. Cet OMK n'est pas affecté par le métamorphisme.



Fig. III-7: Coupe schématique de la Grande Kabylie (coupe A-A' de la figure III-6) et indication des principaux âges isotopiques (d'après Saadallah et al, 1996 modifié par Michard et al, 2006)



Fig.III-8 : Chronologie des événements tectoniques, tectono-métamorphiques, sédimentaires et magmatiques dans les Maghrébides. Les âges ont été tirés de divers auteurs (Saadallah 1989)

CHAPITRE IV : CADRE GEOLOGIQUE LOCAL

I- HISTORIQUE DES TRAVAUX :

-Le gisement de Bou Mhani est connu depuis la période coloniale, il constitue un important champ filonien, formé essentiellement de filons de Barytine, des minéralisations à magnétite et des sulfures associés.

-L'exploitation de ce gisement à commencé à l'Ouest dans le secteur de Chabert depuis 1903 jusqu'à 1953. L'exploitation s'effectuera en carrière et plus rarement en galerie.

-En 1932, les travaux miniers qui ont été réalisés par une société exploitante sont arrêtés à cause d'un éboulement qui a détruit la mine.

-En 1936, les travaux ont été repris par la société MITRACO qui avait un contrat avec la société des mines et carrières.

-En 1939 jusqu'à 1947, les travaux furent arrêtés à nouveau à cause d'éboulements fréquents.

-Après l'indépendance, les activités géologiques était pratiquement nulles.

-Au début des années 1970, le gisement de Bou Mhani a connu un développement d'activité avec les travaux de protection entrepris par la SONAREM à travers le socle cristallophyllien de Grande Kabylie (Bouhadad 1989).

- Bouhadad (1989) et Kolli (1997), ont été les premiers géologues Algériens à réaliser une étude universitaire sur la minéralisation à Barytine de la région de Bou Mhani.

II- SITUATION GEOGRAPHIQUE :

Le secteur d'étude est situé à 20km au SW de la ville de Tizi Ouzou et à environ 10km au Nord-Est de Draâ El Mizan et à une centaine de km à l'Est d'Alger. Il est limité par les données Lambert ; X=609000 et Y=364000 et les coordonnée géographiques 3°53'25,29'' E et 36°35'10,56''N. L'altitude du point culminant est de 317m, (Fig.IV-1) et (Ph.IV-2).

III- SITUATION GEOLOGIQUE :

La région de Bou Mhani est située dans la partie occidentale du socle de Grande Kabylie, elle comporte deux unités lithologiques, (Fig.IV-3):

-Une unité gneissique.

-Une unité schisteuse.

Ces deux unités sont séparées par un contact anormal.



Fig.IV-1 : Localisation géographique de Bou Mhani et leur limite administrative (Google map).



Ph.IV-2 : Vu panoramique de la carrière de Bou Mhani



Fig. IV-3 : Carte géologique schématique du massif de la Grande Kabylie montrant les différentes unités métamorphiques et la situation des districts barytiques d'Affensou et du terrain d'étude Bou Mhani (In Cheilletz et al, 1999).

IV- CADRE GEOLOGIQUE DU SECTEUR D'ETUDE :

IV-1- Introduction :

Le district de Bou Mhani est constitué essentiellement des orthogneiss avec des alternances à micaschistes, marbres, amphibolites à la base et la série schisteuse au sommet.

Il est très riche en filon de barytine et quelques indices à magnétite, galène et d'autres sulfures. Il a été exploité pour la barytine et la galène (Chabert Nord-Ouest du district) 1903-1953 en carrière plus rarement en galerie.

Ce district comprend les secteurs suivants :

- Secteur de Hadjirat Amellal : représente la partie méridionale du massif de Bou Mhani. Il est constitué par un ensemble de filons à Barytine avec des lits ou lentilles de magnétite. Ce secteur comprend les formations suivantes : schistes satinés ; orthogneiss ; alternance à

micaschistes ; calcschistes ; marbres et amphibolites.

- Secteur de Boukouraï : situé aux environs du village Zemouchene, ce secteur est caractérisé par une minéralisation à barytine de type filonien accompagnée par des sulfures, encaissée dans des gneiss à biotite et rarement dans des pegmatites à grenat.

- Secteur de Bou Mhani mine (Chabert) : regroupe les anciennes mines de Bou Mhani et leur extension vers le Nord qui est constituée par la partie Sud-Ouest du village d'Issendou Naguel. Il est caractérisé par une minéralisation filonienne à Barytine associée à des sulfures de fer ; Zn ; Pb et de Cu, encaissée dans les schistes chloriteux et sericiteux (Kolli 1997).

IV-2- Stratigraphie :

Le secteur d'étude comporte deux unités lithologiques distinctes, (Fig.IV-4) :

-Une unité gneissique qui comprend :

- ✓ Des gneiss oeillés à biotite
- ✓ Des paragneiss et des calcschistes

Ces formations sont séparées par un contact anormal et sont Intrudés par des pegmatites et des amphibolites.

-Une unité schisteuse qui repose sur l'unité précédente par l'intermédiaire de failles normales et parfois de contacts anormaux.

Ces deux unités sont affectées par une tectonique cassante et souple.



Fig.IV-4 : Extrait de la carte géologique de Draa El Mizan (M.E.Ficheur 1889 montrant

les formations du secteur d'étude)

IV-2-a-Description macroscopique des formations :

1- Roches métamorphiques :

A- La série schisteuse :

Très répandue, elle affleure dans les parties septentrionales et méridionales du secteur d'étude et surmonte la formation des orthogneiss. Elle montre une couleur gris bleuté à gris verdâtre, parfois micro plissée et se débite en feuillets (au niveau de la mine), (Ph.VI-5). Le contact entre les schistes et les orthogneiss est un contact tectonisés, représenté par des failles plus ou moins verticalisées et parfois décrochantes.

Cette série schisteuse est caractérisée par la présence de nombreux quartz d'exsudations sous forme lenticulaire, souvent parallèle à la schistosité et de nombreuses fissures remplies par du quartz tardif recoupant nettement la schistosité.

La différence de couleur, l'aspect et la composition minéralogique de ces schistes nous permet de distinguer plusieurs types de schistes dont les plus représentatifs sont les séricitoschistes et les chloritoschistes.



Ph.IV-5 : Les schistes micro plissés de la mine de Bou Mhani

A-a-Les séricitoschistes :

D'épaisseur variable de 5 à 6m, ils sont constitués principalement de niveaux millimétriques à décimétriques de séricite et quartz qui est parallèle ou sécant sur la schistosité. Ils présentent une couleur bleue à fumé, parfois gris sombre devenant brun-rougeâtre par altération. Ces séricitoschistes sont caractérisés par leur toucher soyeux et présentent un aspect de schistes ardoisiers et se débitent en plaques minces. Ils sont fréquemment plissés et montrent parfois des variations de direction et de pendage, (Ph.VI-6).

A-b-Les chloritoschistes :

Ils sont de couleur verdâtre due à leur richesse en chlorite, d'épaisseur millimétrique avec un toucher soyeux et se débitent en frites. Ils sont traversés par des filonnets de quartz tardifs, (Ph.VI-7 et 8).



Ph.IV-6 : Les séricitoschistes de la carrière de Bou Mhani

Ph.IV-7 : Les chloritoschistes de la carrière Mhani



Ph.IV-8 : Chloritoschistes traversées par un filonnet de quartz

A-c-Micaschistes à deux micas:

Ils sont très répandus dans la région d'étude, ils se présentent sous forme d'une roche bien litée, se débitant en feuillets contenant parfois des dendrites. Ils sont composés de nombreuses paillettes de micas (muscovite, biotite), quartz et feldspath, (Ph.VI-9).

- *Micaschistes à muscovite* :(Hadjirat Amellal) : ils se présentent sous forme de schistes bien lités de couleur clair sur cassure fraiche à grain fin.
- *Micaschistes à biotite* : affleure à Hadjirat Amellal. Ils sont de couleur foncé. L'orientation des paillettes de biotite dans une même direction donne à la roche sa structure feuilletée.



Ph. IV-9 : Les micaschistes de Hadjirat Amellal

B- La formation gneissique :

Cette formation affleure dans la partie centrale du secteur d'étude et constitue la partie basale de l'édifice structurale. Elle comporte : les orthogneiss, les gneiss oeillés à biotite, les paragneiss et les leptynites.

B-a-Orthogneiss :

Observé à Hadjirat Amellal, ils se présentent sous forme de bancs massifs caractérisés par une foliation peu marquée avec des lits épais de tourmaline de direction Nord-Sud avec un pendage de 25°E parallèle à la foliation. Ils renferment essentiellement du quartz, feldspath,

tourmaline, micas blancs et quelques sulfures (pyrite). Des filons de quartz d'exsudation recoupent la foliation de ces orthogneiss, (Ph.VI-10 et 11).



Ph.IV-10 : Les orthogneiss de Hadjirat Amellal



Ph.IV-11 : Des lits de tourmalines suivent la foliation des orthogneiss

B-b-Gneiss oeillés à biotite :

Ils sont caractérisés par leurs formes oeillés, ils montrent une foliation nette matérialisée par des yeux de quartz, feldspath et des lits de tourmaline. Ces roches constituent la semelle de la série métamorphique de Bou Mhani. De couleur foncée à dominance de biotite et peu ou pas de muscovite, (Ph.VI.12 et 14).

Ces gneiss sont parfois étirés dans la direction de la foliation, (Ph.IV-13).





Ph.IV-12: Les gneiss oeillés avec des lits de tourmaline

Ph.IV-13 : Les formations des gneiss étirés de Hadjirat Amellal



Ph.IV-14 : Les formations de gneiss à biotite de Boukouraî

B-c-Paragneiss :

Ils constituent le sommet de la série gneissique. Macroscopiquement, ils se présentent en bancs massifs, finement lités, de teinte gris sombre à gris clair avec des bancs noir de tourmaline ce qui donne l'aspect rubanée aux paragneiss, (Bouhadad, 1989).

B-d-Leptynites :

Ce sont des roches métamorphiques de type gneissique, de couleur très claire avec une foliation très nette, à grains très fins. Ils sont caractérisés par la présence de minéraux de quartz, feldspath, micas blancs et grenat ainsi que la tourmaline disséminée, (Ph.VI-15 et 16).



Ph.IV-15 : Leptynites de Hadjirat Amellal montrant une tourmaline de couleur noirs disséminée suivant la foliation.

Ph.IV-16 : Les leptynites diaclasés de Hadjirat Amellal

C- Les quartzites :

La roche de couleur claire, est à muscovite et rarement à biotite. Les bancs de quartzites alternent parfois avec des niveaux d'amphibolites et sont caractérisés par une linéation minérale de direction N140° marquée par un allongement des cristaux de quartz, (Ph.VI-17).



Ph.IV-17 : Les quartzites de Hadjirat Amellal

D- Les amphibolites :

Ce sont des roches de couleur vert foncé à texture massive et montrent une légère schistosité. Elles affleurent principalement au Sud des filons de barytine en plusieurs petits niveaux dont l'épaisseur est réduite (inférieur au mètre), sont riches en magnétite et sont souvent en intrusion dans les micaschistes, (Ph.VI-18, 19 et 20).



Ph.IV-18 : Amphibolite intrusives dans les schistes ou micaschistes

Ph.IV-19 : Amphibolite légèrement schistosée



Ph.IV-20 : Filon d'amphibolite limitée par des schistes

Parfois ces amphibolites se présentent sous forme de couche verdâtre (vert clair), il s'agit d'altération d'amphibolites en épidote, (Ph.VI-21 et 22).



Ph.IV-21 : L'épidote

Ph.IV-22 : Altération d'amphibolite en épidote

E- Les marbres :

Macroscopiquement, ils se présentent en bancs massifs avec une dureté élevée de couleur blanche à gris bleutée d'épaisseur métriques à centimétriques, parfois ils sont rubanés avec une alternance de lits clairs et de lits sombres, (Ph.VI-23 et 24).



Ph.IV-23 : Les marbres de Hadjirat Amellal

Ph.IV-24 : Des bancs de marbre

C-Roches magmatiques :

Les roches magmatiques rencontrées dans le secteur d'étude sont représentées par : des pegmatites, des granites et des aplites.

C-a- les pegmatites :

Macroscopiquement la roche est souvent de couleur blanchâtre à grise. La taille des minéraux constitutifs est très variable (quelques millimètres à une dizaine de centimètre) à savoir les grenats bien arrondis, micas blancs, feldspath, quartz et tourmaline. Parfois, elles encaissent la barytine.

Les pegmatites de la carrière de Bou Mhani présentent des structures circulaires en entonnoir rappelant le palmier d'où le nom « pegmatite palmées », (Kolli, 1997 et Bouhadad, 1989), (Ph.VI-25, 26 et 27).



Ph.IV-25 : Les pegmatites à barytine de Boukouraï Ph.IV-26 : Les pegmatites à grenat



Ph.IV-27 : Les pegmatites de Boukouraï

C-b-les aplites :

A l'œil nu, la roche montre une couleur laiteuse et une texture microgrenue, (Bouhadad 1989).

C-c-granites :

Le granite affleurant dans le secteur de Bou Mhani, présente une texture grenue isogranulaire, de couleur blanchâtre riche en micas blancs, parfois noirci par l'abondance de la tourmaline et de la biotite, (Kolli, 1997 et Bouhadad, 1989).



Fig.IV-28 : coupe schématique dans la région de Bou Mhani, (Kolli, 1997).

Chapitre IV : Cadre géologique local



Fig.IV- 29 : Colonne synthétique des unités tectono-métamorphiques dans la région de Bou Mhani (Kolli, 1997)

IV-2-b-Description microscopique des formations :

L'étude au microscope polarisant des principaux faciès rencontrés permet de relever les caractéristiques propres suivantes :

1. Les séricitoschistes :

Microscopiquement, ils montrent une texture lépidoblastique et une association minéralogique à quartz, plagioclase, micas, chlorite, actinote, séricite et minéraux opaques, (Ph.IV-30).

-Quartz : très abondant, ils se présentent sous forme amygdalaire de taille variable et montrent une extinction roulante. Ces derniers sont allongés et étirés suivant le plan de schistosité et ils sont moulés par des lits micacés, (Ph.IV-30).

-Plagioclase : très peu abondant, ils sont associés au niveau quartzeux.

-Biotite : elle se présente en baguette allongée parallèle à la schistosité, avec un pléochroisme net dans les bruns à jaunes pales. Cette dernière est parfois chloritisée, ce qui lui donne une teinte verdâtre.

-Muscovite : elle est abondante et se présente en baguette allongée plus ou moins épaisse suivant le plan de schistosité S1, elle montre des teintes vives du $2^{\text{éme}}$ ordres.

-Actinote : elle se présente en fibres allongés montrant deux familles de clivage à 120° , avec des teintes de polarisations du 1^{er} ordre, (Ph.IV-33).

-Minéraux opaques : ils prennent une forme allongée suivant le plan de schistosité S1, mais on note quelques formes irrégulières disséminées dans la roche.

-Chlorite : elle apparait en petits cristaux isolés et dispersés ou encore en grosses baguettes de biotite qui commencent à s'altère en chlorite, dans ce cas, la chlorite est un minéral secondaire, (Ph.IV-32).

-Séricite : elle souligne la schistosité S1 et constitue environ 80% de la composition minéralogique de la roche, renfermant des lentilles de quartz, (Ph.IV-31).



Ph.IV-30 : Composition minéralogique d'un séricitoschiste (GrX10 LPA)

Ph.IV-31 : Séricite dans un séricitoschiste (GrX 10 LPA)



Ph.IV-32 : Chlorite et quartz dans un séricitoschiste Ph.IV-33 : Actinote dans un séricitoschiste (GrX 10 LPA) (GrX 10 LPA)

2. Les chloritoschistes :

L'observation microscopique nous a permis de distinguer une texture lépidoblastique et une composition minéralogiques suivant ; chlorite, pyroxène, amphibole, quartz, calcite,
orthose et muscovite.

-Chlorite : elle constitue environ 80% de la composition minéralogique de la roche, elle se présente en section allongé de couleur verte, (Ph.IV-34).

-Quartz : se présente en cristaux xénomorphes, de tailles variables.

-Pyroxène : apparait en cristaux automorphes avec des clivages de 90° très nets en lumière naturelle et s'altère en chlorite, (Ph.IV-34).

-Amphibole : apparait en grands cristaux automorphe, (Ph.IV-35).

-Calcite : présente deux générations : la 1^{er} apparait en gros cristaux automorphes recoupée par la calcite II, la 2éme apparait en petits cristaux automorphes, (Ph.IV-37).

-Orthose : apparait en grands cristaux automorphe recoupé par la calcite, (Ph.IV-36).

-Muscovite : apparait en petits cristaux associée au chlorite, (Ph.IV.34).



Ph.IV-34 : Quartz, muscovite, pyroxène et chlorite dans un chloritoschiste (GrX 10 LPA)

Ph.IV-35 : Amphibole dans un chloritoschiste (GrX 10 LPA)



FPh.IV-36 : Orthose recoupé par la calcite dans un chloritoschiste (GrX10 LPA)

Ph.IV-37 : Deux générations de calcite dans un chloritoschiste (GrX 10 LPA)

3. Micaschistes à deux micas :

Au microscope, la roche est constituée par l'alternance de lits quartzeux et phyllites montrant une texture lépidoblastique. La composition minéralogique de la roche est la suivante : quartz, plagioclase, microcline, muscovite (I, II), biotite (I, II), grenat et minéraux opaques.

-Quartz : il se présente en cristaux xénomorphes à sub automorphes, de différentes tailles, étirées et parallèle à la schistosité S1, parfois il se présente sous forme de lentille de quelque millimètre de longueur, (Ph.IV-39).

-Plagioclase : très peu abondant, il apparait en cristaux automorphe associée au quartz, (Ph.IV-40).

-Microcline : il apparait en cristaux subautomorphe, renfermant de nombreuses inclusions de quartz, (Ph.IV-43).

-Biotite : elle est de couleur marron-brun par endroit rougeâtre, de tailles variables, elle montre un pléochroisme net (marron foncé-jaune pale). On peut distinguer deux générations : (Ph.IV-41)

*La 1^{ére} génération se présente en paillette allongée concordante à la schistosité S1 en alternance avec des lits clairs quartzeux.

*La 2éme générations est sécante à S1, elle est sous forme de gros cristaux automorphes.

-Muscovite : elle se présente en cristaux allongés de tailles variables, de teintes vives du 2éme ordres. Deux générations ont été observées : (Ph.IV-38)

- * La muscovite1 se présente en petits cristaux parallèles à la schistosité S1.
- *La muscovite 2 se présente en gros cristaux sécants à la schistosité S1.

-Grenat : ils se présentent en gros cristaux à inclusion de muscovite, (Ph.IV-42).

-Minéraux opaques : ils sont très abondants et présentent deux générations : (Ph.IV-40)

*La 1^{ere} est allongée et parallèle à la schistosité S1

* La 2^{éme} est sous forme de petits cristaux sécants à S1.

Ces minéraux opaques correspondent soit à des sulfures ou à des oxydes de fer.



Ph.IV-38 : Deux générations de muscovite Dans un micaschiste (GrX 10 LPA)

Ph.IV-39 : Quartz, biotite et muscovite suivent la foliation (GrX 10LPA)



Ph.IV-40 : Deux générations de minéraux opaques dans un micaschiste (GrX 10 LPA)



Ph.IV-41: Plagioclase et quartz dans un micaschiste (GrX 10 LPA)

Ph.IV-42 : Deux générations de biotite dans un micaschiste (GrX 10 LPA)



Ph.IV-43 : Grenat dans un micaschiste (GrX 10 LPA)

Ph.IV-44 : Microcline dans un micaschiste (GrX 10 LPA)

4. Les Gneiss à biotite :

L'étude des lames minces nous a permis de distinguer la composition minéralogique suivante : biotite, muscovite, quartz, feldspath et tourmaline. Ces minéraux s'agencent de manière à donner à la roche une texture granolépidoblastique marquée par des micas qui souligne la schistosité S1 et moulent les cristaux du quartz.

-Quartz : ils se présentent en cristaux xénomorphes de tailles variables étirés dans le plan de foliation et forme avec les feldspaths les yeux de gneiss.

-Feldspath : ils sont représentés par le microcline, l'orthose et les plagioclases. Ces derniers se présentent sous forme de cristaux automorphes maclés.

-Biotite : elle se présente en cristaux automorphes de tailles moins que celle de la muscovite, elle cristallise soit dans le plan de foliation, soit elle ne présente aucune direction préférentielle.

-Muscovite : elle est très abondante, se présente en paillettes de tailles variables et souligne le plan de foliation.

-Tourmaline : constitue un minéral accessoire dans les gneiss oeillés. Elle est sous forme de petites aiguilles de tailles variables allongées dans le plan de foliation.

5. Les orthogneiss :

Microscopiquement, la roche est constituée de : (Ph.IV-45)

-Quartz en grains engrenés et un peu étirés, avec une extinction roulante,

-Biotite 1 brune en cristaux aciculaires déformés et la biotite 2 brun verdâtre de disposition quelconque, chloritisé.

-Feldspath : forme avec le quartz la trame de la roche, à grains moyen, représenté par :

*Microcline : apparait en gros cristaux subautomorphe.

-Muscovite : elle est plus ou moins altérée et souligne la foliation métamorphique.

-Tourmaline : est très tardive, se présente en grains ±automorphe suivant le plan de foliation.

-Les autres minéraux accessoires sont représentés par quelques grains d'épidotes, zircon et apatite



Fig.IV-45 : Composition minéralogique d'un orthogneiss : microcline, quartz, biotite et opaque (*GrX 10 LPA*)

6. Les Paragneiss :

L'étude de lame mince relève une texture granolépidoblastique dans laquelle on trouve les minéraux suivants : quartz, biotite, muscovite, orthose, tournaline et minéraux opaques.

-Quartz : il se présente en cristaux xénomorphes et constitue 50% de la composition minéralogique de la roche.

-Orthose : il se présente en cristaux lamellaire sub automorphes et étirés suivant la schistosité S1, il renferme parfois des inclusions en gouttelettes de quartz.

-Biotite : elle est extrêmement rare dans la roche et se présente en petites paillettes de couleur brune.

-Muscovite : elle souligne la schistosité S1 et moulent les cristaux de quartz et l'orthose.

-Tourmaline : elle est assez abondante et constitue le minéral accessoire. Elle apparait en aiguilles de petites tailles, parfois, elle constitue de grandes plages xénomorphe fortement craquelées.

-Minéraux opaques : ils apparaissent avec une forme cubique et ils s'agiraient de la pyrite et de la goethite (d'après l'étude métallographique).

7. Les marbres :

L'étude microscopique montre que ce type de roche à une texture granolépidoblastique avec une composition minéralogique suivante : quartz, plagioclase, calcite, phlogopite, pyroxène, amphibolite, sphène, tourmaline, muscovite et minéraux opaques

-Calcite : est le constituant essentiel de la roche (80% environ), elle présente une texture granolépidoblastique. Deux générations ont été observées : (Ph.IV-49)

*La lére génération : se présente en cristaux automorphes sensiblement de même taille. Elle montre souvent des macles polysynthétiques, dans certains cas, les cristaux de la calcite sont déformés et étirés dans le plan de foliation.

*La 2éme générations : est sous forme de très petits cristaux xénomorphes. Elle se met en place au niveau des fractures et les espaces intergranulaires (minéral secondaire).

-Quartz : il est très peu abondant, apparait en grains subautomorphes à xénomorphes de tailles variables. Le quartz se rencontre en inclusions dans la calcite (quartz détritique) ou en plage limpide.

-Plagioclase : il apparait en cristaux \pm automorphes maclés polysynthétiques flottant dans la matrice calcique.

-Pyroxène : apparait en grands cristaux avec des clivages de 90°, (Ph.IV-47).

-Phlogopite : elle se présente en baguette allongée à relief peu accentué. En lumière polarisée analysée, elle montre des teintes vives et elle est associée à la calcite primaire, (Ph.IV-48).

-Sphène : apparait sous forme losangique (automorphe) à relief fort. En lumière polarisée analysée, il montre des teintes vives et il est associé à la calcite1, (Ph.IV-50).

-Tourmaline : apparait sous forme de baguettes allongées (aiguilles) associée à la calcite 1, (Ph.IV-51).

-Muscovite : se présente en paillettes allongées suivant la foliation montrant des teintes vives du 2éme ordres, elle est associée a la calcite 1, (Ph.IV-46).



Ph.IV-46 : Muscovite dans un marbre (GrX 10 LP)

Ph.IV-47 : Pyroxène dans un marbre (GrX 10 LP)



Ph.IV-48 : Phlogopite dans un marbre (GrX 10 LPA)

Ph.IV-49 : Deux générations de calcite dans un marbre (GrX 10 LPA)



Ph.IV-50 : Sphène dans un marbre (GrX 10 LPA)

Ph.IV-51 : Tourmaline dans un marbre (GrX 10 LPA)

8. Les quartzites :

L'observation microscopique nous à permis de distinguer la composition minéralogique suivante : quartz, muscovite, zircon, apatite, tourmaline et minéraux opaques.

-Quartz : forme environ 80% de la roche, on distingue deux générations : (Ph.IV-52-54)

*Quartz I : se présente en gros cristaux xénomorphes parfois déformé à structure engrenée avec une extinction roulante.

*Quartz II : se présente en petits cristaux xénomorphes recoupant le quartz I.

-Muscovite : se présente en fines baguettes allongées disséminées et semble être inclut dans les cristaux du quartz, (Ph.IV-53).

-Zircon : à une forme plus ou moins arrondis et il est inclus dans les grains du quartz, (Ph.IV-55).

-Apatite : elle est rare, subautomorphe, à relief fort et incolore. En lumière polarisée analysée, elle montre une teinte blanc à gris du 1^{er} ordre. Elle est en inclusions dans les grains du quartz, (Ph.IV-56).

-Minéraux opaques : sont peu abondant, ils se présentent en cristaux subautomorphe. Parfois recoupés par le quartz II, (Ph.IV-57).

-Tourmaline : se présente sous forme d'aiguilles, présentant des teintes du 2éme ordres, disséminés dans les grains du quartz.



Ph.IV-52: Quartz engrené dans un quartzite irrégulier (GrX 10 LPA)

Ph.IV-53 : Quartz et muscovite dans un quartzite (GrX 10 LPA)



Ph.IV-54 : Deux générations de quartz dans un quartzite (GrX 10 LPA)

Ph.IV-55 : Zircon, minéraux opaques dans un quartzite (GrX 10 LPA)



Ph.IV-56 : Apatite dans un quartzite (GrX 10 LPA)

Ph.IV-57 : Minéraux opaques recoupés par le quartz fissurale dans un quartzite (GrX 10 LPA)

9. Les amphibolites :

Microscopiquement, la roche présente une texture granolépidoblastique et montre les minéraux suivants : hornblende verte, épidote, quartz, tourmaline, apatite, sphène, (Ph.IV-59) et Clinopyroxène.

-Hornblende verte : très abondante, de couleur verte montrant un pléochroisme net dans les verts, elle se présente en cristaux plus ou moins automorphes, parfois altérés en épidote, (Ph.IV-58).

-Epidote : elle se présente en petites gouttelettes, soit en agrégat corrodant les amphibolites.

-Quartz : il est rare, se présente en cristaux de tailles variables et de formes irrégulières. Il se montre inclus dans l'hornblende verte, (Ph.IV-58).

-Tourmaline : elle est tardive, se présente en aiguilles disséminées surimposé sur hornblendes verte.

-Apatite : assez abondante et se présente en cristaux automorphes.

-Clinopyroxène : ils sont rares, se présentent en cristaux automorphes avec un clivage de 90°, (Ph.IV-60).



Ph.IV-58 : Hornblende verte dans une amphibolite (GrX 10 LPA)

Ph.IV-59 : Sphène dans une amphibolite (GrX 10 LPA)



Ph.IV-60 : Pyroxène dans une amphibolite (GrX 10 LPA)

10. Les Leptynites :

Elles sont parcourues par des lentilles de quartz d'exsudation, montrant un débit en crayon très marqué en raison de la déformation qui les affectent. Elles sont parfois ondulées et présentent la composition suivantes : quartz, feldspath, tourmaline et muscovite.

-Quartz : il se présente en grains étirés parallèle à la foliation.

-Feldspath : se présente en cristaux déformés.

-Tourmaline : apparait sous forme des passés millimétriques à centimétriques de tourmalinites concordantes ou sécantes sur la foliation.

-Muscovite : apparait en baguettes allongées suivant la foliation.

11. Les granites :

Microscopiquement, ils révèlent les constituants suivants : feldspath, quartz, muscovite, biotite et tourmaline. Ces minéraux sont bien agencés ce qui constitue une texture équante. (Bouhadad 1989).

- Les feldspaths : on distingue le microcline, les plagioclases et l'orthose.

*Microcline : apparait en grandes plages automorphes, macle caractéristique en « tissuécossais », ces cristaux sont kinkés, craquelés et renferment de nombreuses inclusions de quartz et de micas.

*Orthose : se présente en cristaux lamellaires à contours plus ou moins irréguliers, montrant des fois des phénomènes de perthitisation.

*Plagioclase : il est de même taille que le microcline et l'orthose avec lesquelles ils constituent approximativement 50% de la composition minéralogique de la roche.

-Quartz : on distingue le quartz I, qui se présente en cristaux xénomorphe montrant une extinction ondulante et un quartz II qui colmate les interstices et les fractures.

-Biotite : la biotite à une couleur brune verdâtre, elle est relativement rare dans la roche ou elle apparait en petites paillettes.

-Muscovite : la muscovite se présente soit en grandes paillettes souvent kinkés, soit en filets associés au quartz II.

-Tourmaline : elle est le seul minéral accessoire observé dans ces granites, elle a des caractères analogues à celles décrites dans les pegmatites.

12. Les aplites :

Ils présentent une texture cataclasée formée par les minéraux suivants : feldspath et quartz.

- Les feldspaths : ils sont représentés par les plagioclases et l'orthose.

*Les plagioclases : ils constituent plus de 60% de la composition minéralogique de la roche. Ils apparaissent sous forme de grains automorphes de taille inférieure à 0.1 mm. Parfois la macle polysynthétique qui caractérise ces plagioclases est plissée attestant ainsi des contraintes que la roche a subit.

*L'orthose : s'apparente avec les plagioclases sur le plan de taille et de forme. Cependant, les orthoses montrent des extinctions ondulantes ainsi que des inclusions de quartz.

- Le quartz : présent les mêmes caractéristiques que l'orthose sur le plan de taille et de forme.

13. Les pegmatites :

L'observation en lames minces relève une texture grenue avec la composition minéralogique suivante : quartz, plagioclase, microcline, orthose, muscovite, biotite, tourmaline et grenat.

-Quartz : présente deux générations : (Ph.IV-63)

*Quartz I : apparait en gros cristaux xénomorphes

*Quartz II : apparait en petits grains colmatant les fractures et les interstices recoupant le quartz I.

-Feldspath : sont représentés par : l'orthose, plagioclase et le microcline

*Orthose : il se présente en cristaux subautomorphes montrant la macle de Carlsbad, (Ph.IV-62).

*Plagioclase : se présente en grands cristaux subautomorphes à macles polysynthétiques, (Ph.IV-62).

*Microcline : il apparait en cristaux subautomorphes de tailles variables. Il renferme des inclusions de quartz, (Ph.IV-61).

-Muscovite : se présente en petits cristaux automorphes sur les feldspaths, (Ph.IV-64).

-Biotite : apparait en cristaux automorphes allongés souvent associés à la muscovite, (Ph.IV-64).

-Tourmaline : se présente en aiguilles de petites tailles, parfois en grandes plages fortement craquelés.

-Grenat : se présente en gros cristaux craquelés.



Ph.IV-61 : Microcline dans une pegmatite dans une pegmatite (GrX 10 LPA)



Ph.IV-63 : Deux générations de quartz Ph.IV-64 : Biotite et muscovite dans une pegmatite (GrX 10 LPA)

V- **TECTONIQUE** :

Le secteur d'étude est très accidenté. Il résulte de la combinaison de plusieurs phases tectoniques donnant naissance à des mouvements cassants et souples.

Tectonique cassante :

Les mesures prises sur le terrain, de toutes les failles rencontrées, des diaclases et des miroirs de faille, au niveau de différentes formations ; on cite les principales enregistrées :

- réseau de directions NS et EW (N040° 45°E 75°pitch) et NE-SW dans les leptynites, (Ph.IV-65-66).

-réseau de directions N160°-N170° et N00-N010° dans les gneiss, (Bouhadad) (Fig.IV-78).

-réseau de directions N040°-N050° dans la barytine, (Bouhadad) (Fig.IV-79).

-réseau de fractures NE-SW (les plus abondante) dans les schistes, (Ph.IV-67).

-diaclases de direction EW affectant les leptynites, (Ph.IV-68).



Ph.IV-65 : La faille N040° 45E Pitch 75° dans les leptynites



Ph.IV-66 : Les failles NS, EW et NE-SW dans les leptinites



Ph.IV-67 : La faille NE-SW dans les schistes



Ph.IV-68 : Les leptynites diaclasés

Déformation souple :

Elle se traduit par des plis isoclinaux d'échelles centimétriques à métriques dans les schistes (Fig.IV-77) ; dont la direction est N150° 20°Est, avec une inclinaison moyenne de 10° à 15° Sud Est, (Ph.IV-69).

Elle est caractérisée aussi par des surfaces de schistosité, de foliation (Ph.IV-74 et 75), les lenticulations et en fin par des linéations, ainsi, on relève :

-A l'échelle de l'affleurement, une surface de schistosité S1 de direction globale Nord Sud, cette schistosité marque par endroit des changements de direction N130° avec un pendage 15° vers l'Est. (Ph.IV-70).

A l'échelle de la lame mince, une schistosité S2 est observée dans les micaschistes à deux micas, elle est soulignée par la muscovite II et la biotite II qui recoupent la schistosité S1.

-Les linéations sont représentées par des linéations d'allongement et d'étirement des cristaux de quartz et feldspath dans les gneiss oeillés et sont de direction N070° 50°NE (Ph.IV-71). Il s'agit des linéations d'intersections de direction N120° 20°SE dans les gneiss (Ph.IV-72) et dans les schistes, (Ph.IV-76) (Bouhadad 1989).

-La présence de lentille de magnétite d'épaisseur variable dans des filons à Barytine, (Ph.IV-73).



Ph.IV-69 : Le plissement dans les schistes



Ph.IV-70 : La schistosité S1 dans les schistes

Chapitre IV : Cadre géologique local



Ph.IV-71 : L'étirement des cristaux de quartz et feld spath



Ph.IV-72 : Les linéations N120•



Ph.IV-73 : La lentille de magnétite



Ph.IV-74a: Barytine foliée



Ph.IV-74b : Barytine foliée

Ph.IV-75 : Filon de quartz séquent á la foliation des orthogneiss

Chapitre IV : Cadre géologique local



Fig.IV-76 : Stéréogramme montrant la direction et le plongement des linéaments dans les schistes (Bouhadad 1989)

Fig.IV-77 : Stéréogramme montrant la direction et le plongement des axes de plis dans les schistes (Bouhadad 1989)



Fig.IV-78 : Rosace montrant la direction de fissure dans les gneiss (Bouhadad 1989)

Fig.IV-79 : Rosace montrant la direction de fissures dans la barytine (Bouhadad 1989)

-Interprétation de la carte linéamentaire :

L'étude de la carte linéamentaire ainsi réalisée à partir des photos aériennes (à 1/20000) et la carte minute de la région de Draa El Mizan (à 1/50000) a permit d'identifier les structures géologiques tels que : les limites entre les formations, les fractures, les failles et les cisaillements, résultant des différentes phases tectonique ayant affectées la région, (Fig.IV-81 et 82).

A partir de la rosace effectuée sur cette carte linéamentaire, quatre directions principales ont été mis en évidence : N-S, NE-SW, E-W et NW-SE, (Fig.IV-80).

On remarque que les linéaments de grandes extensions semblent correspondre à de grandes failles N-S, NW-SE et NE-SW, par contre les linéaments à faibles extensions semblent correspondre des failles E-W. Cependant les failles N-S sont les plus récentes, elles recoupent toutes les failles et les NW-SE recoupent les E-W et NE-SW.



Fig.IV-80 : Rosace linéamentaire de principales directions observées dans la carte





Fig.IV-80 : *Carte linéamentaire faite à partir des photos aériennes. A 1/20000 (1999), N°518-518-540-541-542.*

Fig.IV-81 : Photo aérienne montrant le secteur d'étude

VI-CONCLUSION :

Le secteur d'étude est constitué de deux unités lithologiques distincts, à savoir une unité gneissique et une unité schisteuse intrudées par des roches magmatiques acides et basiques ainsi que par de la barytine.

Ces deux unités qui sont séparées par des failles normales et parfois par des contacts anormaux, sont affectées par une tectonique souple représentée par la schistosité, les linéations ainsi que par les plissements et par une tectonique cassante matérialisée par des diaclases et des failles. Deux directions ont été enregistrées l'une à N160-170° et l'autre à N00-N010° dans les gneiss et à N040-N050° dans la barytine.

Les linéations ont une direction N120° et une inclinaison de 20°SE.

CHAPITRE V : GITOLOGIE DU SECTEUR D'ETUDE

I- INTRODUCTION :

L'étude du terrain sur le plan gîtologique nous a permis de distingué trois types de minéralisations dans différents faciès. La première minéralisation à barytine seule encaissée dans les orthogneiss, les schistes et les marbres, la deuxième est sulfurées et la troisième à magnétite toujours associée à la barytine encaissée dans les schistes et les pegmatites, (Fig.V-1).



Fig.V-1 : Extrait de la « Carte des gites minéraux d'Alger Nord au 1/500 000» montrant la localisation de secteur d'étude (Service Géologique de l'Algérie, 1965).

II- ETUDE MACROSCOPIQUE DES MINERALISATIONS:

1-Minéralisation à barytine :

Dans la région d'étude sont localisés plusieurs filons à barytine répartis dans différents secteurs. Selon les appellations des géologues de la SONAREM, ces secteurs sont: la carrière de Bou Mhani, les filons de Hadjirat Amellal et les filons de Boukouraï, (Fig.V-2).

A-Localisation :

*Les filons de la carrière de Bou Mhani :

La carrière de Bou Mhani est située à 200m au Nord-Ouest de l'école de Zemouchene, à une altitude de 200m et à l'intersection des coordonnées Lambert : X=364,200, Y=608,800 et des coordonnées géographiques : Latitudes=N36°35`,575``, Longitude=E003°53`,577``.

*Les filons d'Amellal :

Les filons d'Amellal sont localisés dans la partie Sud de Zemouchene, à une altitude 317m, à l'intersection des coordonnées Lambert : X=363,300, Y=609,100 et les coordonnées géographiques : Latitude=N36°33`,883``, Longitude=E003°54`,122``

*Les filons de Boukouraï :

Situés à 100m au Sud-Ouest de l'école de Zemouchene à l'intersection des coordonnées Lambert : X=364,300, Y=608,750



Fig.V-2 : Extrait de la « carte topographique de Draa El Mizan à 1/50000 » montrant les indices minéralisés de la région d'étude.

B-Description macroscopiques des corps minéralisés:

B-1- Hadjirat Amellal :

La minéralisation est essentiellement barytique, elle se présente sous forme filonienne de direction globale Nord-Sud et d'épaisseur environ 3m, accompagnée par des lentilles à magnétite d'extension variée ainsi que par des filonnets satellitaires d'épaisseurs 50cm environ.

L'ensemble est encaissé dans les gneiss étirés. Ces filons suivent la foliation de leurs encaissants, parfois cette minéralisation remplace le marbre, (Ph.V-3b).

*la barytine est massive, de couleur gris-blanchâtre. Elle présente parfois des rubanements soulignés par la magnétite.

*la magnétite se présente sous forme lenticulaire, parfois elle montre une foliation ou linéation. La foliation de la barytine et de la magnétite sont relativement parallèle, (Ph.V-3a).



Ph.V-3a : Magnétite sous forme de lits encaissés Ph.V-3b : Barytine remplace le marbre dans un filon à barytine.

B-2-Boukouraï :

Les observations macroscopiques réalisées sur le terrain montrent que les filons de barytine se situent dans la partie amont d'Oued de Boukouraï, ils sont encaissés dans les gneiss à biotite conformément ou sécant à la foliation dans une zone ou ces derniers sont fortement recoupés par des pegmatites.

Les filons de barytines ont des extensions, de puissances et de formes très variés. De point de vue de leur morphologie on peut les classer comme des concentrations minéralisées ayant une forme filonienne, d'épaisseur 2m et de direction différentes : EW 38°S dans les gneiss d'Oued de Boukouraï et NS recoupe la pegmatite, ainsi que comme des concentrations minéralisées de type filonienne d'épaisseurs 1,5cm de direction N140°30°S, (Ph.V-5).

*la barytine de ce secteur est massive, rubanée de couleur gris-blanchâtre où franchement blanchâtre et parfois noirâtre (riche en magnétite), elle est finement cristalline et donne un aspect porcelané. Ce rubanement est souligné le plus souvent par de la magnétite et rarement par la différence de couleur, (Ph.V-4).



Ph.V-4 : Filon de barytine grise, rubanée au niveau de l'Oued de Boukouraï

Ph.V-5 : Pegmatite recoupant un filon de barytine riche en magnétite

B-3-Carrière de Bou Mhani :

Les échantillons récoltés au niveau de la carrière, montrent que la barytine est massive compacte de couleur blanche, grise et parfois rose. A cette barytine sont associés des minéralisations à sulfures représentés par la pyrite, chalcopyrite, galène, sphalérite et des oxydes de cuivre (malachite), (Ph.V-6, 7et 8).



Ph.V-6 : Des filonnets de galène dans la barytine



Ph.V-7 : Barytine rose

Ph.V-8 : Barytine grise

C-Relation roche encaissante/minéralisations et morphologie des corps minéralisées :

La roche encaissante est un orthogneiss, massif et non altéré. Elle se présente sous forme de bancs foliés ne dépassant pas 6m d'épaisseur, cette foliation est soulignée par les cristaux de quartz et de feldspath. (Hadjirat Amellal et Boukouraï), (Ph.V-9).

Dans la carrière de Bou Mhani, la roche encaissante est un schiste chloriteux, de couleur verdâtre qui se débite en frite, (Ph.V-10).

La minéralisation apparait sous forme de filon et filon couche, recoupant la roche encaissante. Le minerai est d'aspect massif. Le contact entre la roche encaissante et la minéralisation est souvent très net.



Ph.V-9 : Le contact entre la barytine et les gneiss



Ph.V-10 : Le contact entre la barytine et les schistes

D-Texture de minéralisation :

L'étude macroscopique des corps minéralisés, nous a permis de mettre en évidence les textures suivantes : massive, rubanée, filonienne, porcelanée et bréchifiée.

a-Texture massive :

Elle est observée généralement au centre des corps minéralisés, représentée par des cristaux bien cristallisés de la barytine, d'une épaisseur moyenne de 2 mm, de couleur blanche, grise et rose, avec un éclat nacré et une densité élevée, (Ph.V-11).



Ph.V-11: Barytine massive

b-Texture bréchique :

Elle se rencontre essentiellement dans les zones tectonisés et broyées, où les fragments de barytine sont anguleux et sub-arrondis cimentés par leurs encaissants, (Ph.V-12).



Ph.V-12 : Barytine bréchique

c-Texture rubanée:

Elle est caractérisée par une alternance des rubans de barytine riche en magnétite, d'épaisseurs millimétrique à décimétrique, de couleur gris blanchâtre, (Ph.V-13).



Ph.V-13 : Barytine rubanée

c-Texture filonienne :

C'est la texture la plus répondue. La barytine blanche se présente sous forme de filon couche d'épaisseur métrique et des filonnets satellitaires d'épaisseurs centimétrique discontinues encaissés dans les gneiss et parallèles à la foliation de ces derniers, (Ph.V-14).



Ph.V-14 : Barytine filonienne

d-Texture porcelanée :

C'est la texture la plus rare. Les cristaux de barytine sont très fins, translucide de différentes couleurs blanchâtre et grisâtre, (Ph.V-15).



Ph.V-15 : Barytine grise porcelanée

2-Minéralisation à magnétite :

La minéralisation à magnétite de cette région est encaissée dans les gneiss et les amphibolites. Elle se présente sous forme :

-lenticulaire dans la barytine, d'épaisseur millimétrique à centimétrique, d'une direction parallèle à la foliation de la barytine et des gneiss, (Ph.V-16).

-Sous forme de lits dans la barytine, ce qui donne un aspect rubané à la barytine, (Ph.V-17).

-Sous forme disséminé dans les gneiss, les amphibolites (Ph.V-18-a) et la barytine (Ph.V-18b). Les grains de magnétite sont automorphe, de dimension millimétrique et de forme variée.



Ph.V-16 : Lentille de magnétite encaissée dans un filon à barytine



Ph.V-17 : Lits de magnétite



Ph.V-18 : Dissémination de la magnétite dans une amphibolite (a) et dans la barytine (b)

3-Minéralisation sulfurée :

La minéralisation sulfurée apparait surimposer sur la barytine, elle est représentée par :

- la pyrite est disséminée dans les gneiss de Boukouraï et dans la barytine de la carrière de Bou Mhani et en plaquage associé au quartz, (Ph.V-19).

-la sphalérite (très rare) et la chalcopyrite sont disséminées dans la barytine de la carrière, (Ph.V-20).

-la galène est le sulfure le plus dominant, elle se présente sous différents aspects : en filonnets, filets plissés recoupant la barytine (Ph.V-21) et en grande plages remplaçant la barytine dans laquelle apparait en relique, (Ph.V-22).

Dans beaucoup d'observations, la minéralisation sulfurée apparait seule sous forme de veinule millimétrique à centimétrique recoupe la schistosité S1 de la roche encaissante.



Ph.V-19 : Pyrite disséminé dans les gneiss (a) et dans le quartz (b)



Ph.V-20 : Sphalérite (a) et la galène (b) disséminé dans la barytine
Chapitre V : Gitologie du secteur d'étude



Ph.V-21 : Filets(a) et filonnets (b) de la galène dans la barytine



Ph.V-22 : Reliques de la barytine dans la galène

A ces sulfures s'ajoutent des oxydes de cuivre (malachite) associée à la galène, (Ph.V-23).



Ph.V-23 : Malachite associée à la galène dans une barytine

III- ETUDE MICROSCOPIQUE :

L'étude microscopique des lames minces des échantillons récoltés sur terrain, nous montre que la barytine constitue plus de 70% de la roche et se présente en cristaux millimétriques à centimétriques suivant la direction de la foliation de son encaissant. Cette barytine renferme d'autres minéraux tels que : la biotite, muscovite, quartz, orthose, apatite, grenat, séricite, ainsi que des minéraux opaques soulignant la schistosité au sein de la barytine.

1- Minéralisation à barytine :

Elle présente à la fois une texture granoblastique en gros cristaux à macles mécaniques et une texture de recuit, polygonal et microcristalline. On distingue quatre générations (Bouhadad, 1989 et kolli, 1997) :

-Barytine I : se présente en gros cristaux généralement subautomorphes de taille qui peut atteindre 1cm, de couleur gris clair présentant des macles mécaniques avec une extinction ondulante qui témoigne les effets du métamorphisme.

-Barytine II : apparait en veinules millimétriques recoupant la barytine I et présente une structure en mortier, de recristallisation, de couleur gris blanchâtre, (Ph.V-25 et 34).

- Barytine III : cristallise dans les zones de cataclases, recoupe nettement la barytine I et elle est de couleur grise, (Ph.V-27).

-Barytine IV : se présente en grandes plages et à structure fibroradié. Elle est observée soit dans les espaces intergranulaires, soit sur la barytine I qu'elle substitut, de couleur grise. (Ph.V-24)

-Quartz : il est abondant et présente deux générations :

*Quartz I : apparait en cristaux subautomorphes inclus dans la barytine I, (Ph.V-26).

*Quartz II : apparait sous forme de grains xénomorphes remplacent les interstices, (Ph.V-28).

-Biotite : se présente en cristaux automorphes inclus dans la barytine I, elle est de couleur verte ou brune, (Ph.IV-30).

-Muscovite : elle est moins abondante que la biotite, se présente en petites baguettes incluse dans la barytine I, (Ph.V-30).

-Orthose : apparait en cristaux subautomorphes, caractérisés par la macle de Carlsbad inclus dans la barytine I, (Ph.V-31).

-Apatite : se présente en cristaux hexagonales de couleur grise. Il apparait en inclusion dans la barytine I, (Ph.V-29).

-Grenat : se présente en petits cristaux arrondis inclus dans la barytine I, (Ph.V-33).

-Séricite : apparait sous forme de baguette allongée (fibreuse) inclus dans la barytine I, (Ph.V-34).



Ph.V-24 : Barytine IV dans la Ba I (GrX10 LPA)

Ph.V-25 : Barytine I est substituée par la barytine IV et recoupé par la barytine II (GrX 10 LPA)

Chapitre V : Gitologie du secteur d'étude



Ph.V-26 : Inclusion du quartz I dans la barytine I (GrX 4 LPA)

Ph.V-27 : Barytine III recoupe la barytine I (GrX 10 LPA)



Ph.V-28 : Quartz II remplace les interstices (GrX 10 LPA)

Ph.V-29 : Inclusion d'apatite dans la barytine I (GrX 10 LPA)



Ph.V-30 : Biotite et muscovite dans la barytine I (GrX 4LPA).

Ph.V-31 : Orthose associé à la barytine I (GrX 10 LPA)



Ph.V-32 : Minéraux opaques (GrX 10 LPA)

Ph.V-33 : Grenat en inclusion dans la Barytine I (GrX 10 LPA)



Ph.V-34 : Barytine II présente une structurePh.V-35 : Séricite associé à la barytineen mortier de recristallisation (GrX10 LPA)(GrX 20 LPA)

2- Minéralisation à magnétite :

En section polies, elle se présente en cristaux étirés subautomorphes, de taille moyenne parfois martitisé et renferme des inclusions de pyrite, (Ph.V-36).

En lame mince, elle apparait en cristaux automorphes non déformée (magnétite I) et en lentilles recoupés par le quartz (magnétite II), accompagné par des oxydes de fer, (Ph.V-37 et 38).



Ph.V-36 : Martite dans une barytine (GrX 5 LPA)

Ph.V-37 : Magnétite II automorphe dans un gneiss (GrX 10 LPA)



Ph.V-38 : Lentille de magnétite I dans un gneiss traversée par le quartz accompagnée par des oxydes de fer (GrX 10 LPA)

3- Minéralisations sulfurées :

Les observations microscopiques des sections polies ont montré l'association minéralogique suivante : pyrite, sphalérite, galène, chalcopyrite, cuivre gris et covellite.

a-Pyrite : présente deux générations :

*Pyrite I : elle apparait en grands cristaux automorphes incluse ou/et surimpose la galène et en petits cristaux incluse dans la sphalérite, (Ph.V-39-40 et 42).

*Pyrite II : elle apparait sous forme de veinules occupant les fissures, (Ph.V-41).

Certains cristaux de pyrite sont altérés en goethite, (Ph.V-43 et 44).

Chapitre V : Gitologie du secteur d'étude



Ph.V-39 : Pyrite I en grands cristaux incluse dans une galène (GrX 5 LPA)

Ph.V-40 : Pyrite I en petit cristaux incluse dans une sphalérite (GrX 10 LPA)



Ph.V-41 : Remplissage d'une fissure par de la Pyrite II dans une barytine (GrX 5 LPA)

Ph.V-42 : Pyrite I surimposé sur la galène (GrX 5 LPA)



Ph.V-43 : Pyrite hématitisé dans une barytine (GrX 10 LPA)

Ph.V-44 : Pyrite hématitisé concrétionnée (GrX 10 LPA)

b-Sphalérite : elle se présente sous forme de plages subautomorphes, en inclusions dans la galène, (Ph.V-44).



Ph.V-45 : Sphalérite dans une galène (GrX 10 LPA)

c-Galène : c'est le sulfure le plus dominant, elle se présente sous forme de vaste plage xénomorphes à clivage courbe. Elle englobe des inclusions de pyrite automorphe et de sphalérite subautomorphes, parfois elle cimente la Barytine, (Ph.V-46-47).

Chapitre V : Gitologie du secteur d'étude



Ph.V-46 : Inclusions d'une pyrite dans une galène (GrX 5 LPA)

Ph.V-47 : Barytine cimentée par la galène (GrX 5 LPA)

d-Chalcopyrite : se présente en plages xénomorphes remplaçant la galène, en cristaux subautomorphes surimposée sur la pyrite, ce qui permet de dire qu'elle est postérieure à la pyrite et à la galène, (Ph.V-48-49-50 et 51).



Ph.V-48 : Reliques de galène dans une Chalcopyrite, recoupant la barytine (GrX 10 LPA)

Ph.V-49 : Chalcopyrite remplace la galène (GrX 20 LPA)



Ph.V-50 : Remplacement de la galène par de la Chalcopvrite (GrX 5 LPA)

Ph.V-51 : Chalcopyrite surimposée sur la pvrite (GrX 5 LPA)

e-Covellite : elle est associée à la chalcopyrite, elle proviendrait de l'altération de celle-ci, (Ph.V-52).



Ph.V-52 : Altérations de la chalcopyrite en covellite (GrX 10 LPA)

f-Cuivre gris : il se présente en cristaux subautomorphes disséminés dans la galène de couleur vert pistache, ainsi sous forme arrondis de couleur vert d'olive (tenantite) en inclusions dans la galène, (Ph.V-53 et 54).



Ph.V-53 : Tenantite dans une galène et dans la barytine (GrX 20 LPA)



Ph.V-54 : Cuivre gris en inclusions dans la galène (GrX 10 LPA)

g-Limonite : elle provient de l'altération de la magnétite, de la pyrite, elle se présente sous forme de remplissage de veinule, (Ph.V-55).



Ph.V-55 : Limonite dans une barytine (GrX 5 LPA)

h-Pyrrhotite : elle a été signalée dans les rapports de la Sonarem.

IV- AGE DE LA MINERALISATION :

L'âge de la minéralisation à barytine de Bou Mhani ne peut pas être connu avec certitude, vu que l'âge du métamorphisme qui a affecté le socle de la Grande Kabylie et luimême controversé.

Les minéralisations à barytine recoupent clairement la foliation majeur S1 des orthogneiss et des schistes ; donc l'âge de S1 est anté triasique (tardi hercynien). (Bouillin 1984 et al)

Ces minéralisations sont affectées par une déformation ductile et un métamorphisme mylonitique d'âge crétacé inférieur (Cheilletz et al 1994 et Kolli et al 1995), donc ces minéralisations sont d'âge tardi hercyniennes probablement jurassique (anté crétacé).

Donc on peut affirmer que l'âge de la minéralisation à barytine serait tardi hercyniens (D'après Bossière 1980) et probablement jurassique (anté crétacé) (D'après Kolli 1997).

Cette barytine aurait été métamorphisée au cours de l'orogénèse alpine (métamorphisme mylonitique).

V- SUCCESSION PARAGENETIQUE :

L'étude macroscopique et microscopique des échantillons récoltés dans notre secteur d'étude et l'examen des sections polies et des lames minces permettent de :

1. Déterminer les relations existant entre les minéraux utiles et ceux de la gangue.

2. D'établir une chronologie des évènements pour la mise en place de cette minéralisation.

La chronologie du dépôt de la minéralisation de notre secteur se résume comme suit:

1- *Phase métamorphique* : C'est la phase de fracturation et de mise en place de minéraux de gangue, elle comprend deux stades : le premier est marqué par le dépôt du quartz, barytine I, magnétite I, actinote, grenat, biotite I, muscovite II, apatite et phlogopite. Dans le deuxième stade on assiste au dépôt de la biotite II et de la muscovite II.

2-Phase de remobilisation : elle corresponde au dépôt de la barytine II qui recoupe la première génération suite à une fracturation.

3-Phase hydrothermale sulfurée : elle est marquée par l'apparition de la barytine III, de la magnétite II et des minéraux sulfurés à la suite d'une fracturation.

4-Phase supergène : elle correspond à la formation de la barytine IV et des minéraux secondaires.

PHASES	PHASE METAMORPHIQUE		PHASE DE REMOBILISATION	PHASE HYDROTHERMALE	PHASE SUPERGENE
MINERAUX	STADE I	STADE II	1	SULFUREE	
Quartz Barytine Magnétite Actinote Grenat Biotite Muscovite Apatite phlogopite Chlorite Séricite Pyrite Sphalérite Galène Chalcopyrite Tenantite Martite Covellite Goethite	$\begin{bmatrix} I \\ I $		III III R III A III III III R III III III R III III III III III R III III IIII III IIIII IIII IIIIII IIII IIIIII IIII IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	F III R II A - C - T - III - III - III - IIII - IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	

 Tableau 1 : Succession paragénétique probable de la carrière de Bou Mhani

V- CONCLUSION

L'observation macroscopique des échantillons prélevés dans le secteur d'étude relève que : la minéralisation à barytine est encaissée le plus souvent dans les gneiss, dans les schistes et rarement dans les pegmatites. Le contact barytine / roches encaissantes est souvent très nette.

La barytine apparait en filons couches, filonnets satellitaires d'extensions et d'épaisseurs variables. Elle présente une texture massive grenue, porcelanée, bréchifié, rubanée. Ces rubans sont soulignés par la magnétite.

La minéralisation à magnétite se présente sous formes de lentilles et de lits encaissées dans la barytine, sous forme disséminée dans les amphibolites.

Sur cette barytine est surimposée une minéralisation sulfurée marquées par : pyrite, chalcopyrite, galène, sphalérite, covellite, limonite, goethite et martite.

L'observation microscopique montre l'existence de quatre générations de barytine :

Barytine I: en gros cristaux à macles mécaniques intensément déformés par le métamorphisme.

Barytine II : filonienne recoupant la barytine I et présente une structure en mortier, de recristallisation.

Barytine III : recristallisée dans les zones de cataclases et recoupe la barytine I.

Barytine IV : c'est le résultat de l'altération de la barytine I et présente une structure fibroradié.

La minéralisation à magnétite se présente en cristaux subautomorphes étires parfois martitisés et déformés, elle est recoupée par la pyrite et le quartz.

La paragenése sulfurée qui est surimposé sur la barytine est exprimée dans le secteur d'étude par la pyrite, sphalérite, galène, chalcopyrite, covellite, cuivre gris et limonite.

CHAPITRE VI : COMPARAISON ENTRE LE SECTEUR D'ETUDE ET D'AUTRES SECTEURS DU SOCLE DE LA GRANDE KABYLIE

CHAPITRE VI : Comparaison entre le terrain d'étude et d'autres terrains du socle d	e la	a Grande Kab	ylie
--	------	--------------	------

CHAPITRE VI : Comparaison entre le terrain d'étude et d'autres terrains du socle de la Grande Kabylie

Secteurs	Bou Mhani	Mezguene	Affensou	Tighzert	Ain El Hammam
Situation géologique et géographique	Il est situé à 20Km au Sud Ouest de la ville de Tizi Ouzou et limité entre les coordonnées Lambert : X : 609000 et Y : 364000 et entre les coordonnées géographiques : 3°5325,2°PE et 36°35'10,56'N. Il est situé dans la partie occidentale du socle de Grande Kabylie.	Il est situé à environ 20 Km au sud de la ville d'Azazga entre les coordonnées géographique 2*4949*Est et 49°68"Nord. Il est situé dans la partie orientale du socle Kabyle dont il fait partie de son unité schisteuse.	Il est situé à 2 Km au Nord de la commune de Larbáa Nath Irathen entre les coordonnes Lambert : X : 634500, Y : 37400. Il fait partie de l'unité inférieure de socle de Grande Kabylie.	II est situé à 15Km au Sud Est de Tizi Ouzou entre les coordonnées Lambert : X ₁ ,621,23 X ₂ :625,25 et Y ₁ :371,25, Y ₂ :373,75. Ce petit massif de Tighzert fait partie de socle cristallophyllien de Grande Kabylie.	Il est situé à 50 Km à l'Est de la ville de Tizi Ouzou entre les coordonnées Lambert : X ₁ : 641 .75 ; X ₂ : 645 et Y ₁ : 367 .50 ; Y ₂ : 367 .50. Il appartient au socle Kabyle constitué de roches cristallophylliennes.
Contexte géologique	Le terrain de Bou Mhani titué de deux ensembles iques : – Un ensemble gneissique : représenté par des gneiss à biotite et par des paragneiss et caleschistes. Ces formations sont séparées par un contact anormal et sont intrudées par des pegmatites, granite, aplites et amphibolites. -Un ensemble schisteux : repose sur l'ensemble précédent par l'intermédiaire de failles normales et parfois de contacts anormaux.	Le terrain de Mezguene est constitué des ensembles lithologiques suivants : -Un ensemble de phyllades : constitué de chloritoschiste et de séricitoschiste avec des concordants avec la schistosité. -Un ensemble intrusif : représenté par des dolérites recoupe les schistes.	Le terrain d'Affensou est formé par l'empilement d'unités tectono - métamorphiques qui sont séparées par des contacts ductile et cataclasique. Elles s'agencent de la façon suivante de bas en haut :(Gani1988) : -La dalle orthogneissique inférieure -Le complexe para métamorphique est subdivisé en deux sous unités : *Sous unité de marbre à la base *Sous unité de paragneiss au sommet. -La dalle orthogneissique supérieure à métapélites -L'unité des schistes satinés Ces unités sont intrudés par des aplo-pegmatite à l'exception de l'unité des schistes	Le secteur de Tighzert est constitué d'un ensemble schisteux composé essentiellement de micaschistes dans lesquels afflurent plusieurs niveaux d'amphibolites. Cet ensemble est recoupé par un granite appelé « granites de Tighzert ».	Le secteur d'Ain El Hammam constitué par : -Un ensemble schisteux représenté par des schistes satinés et des micaschistes. -Un ensemble gneissique représenté par des gneiss oeillés et des gneiss fins intrudés par des roches magmatiques acides (granites, pegmatites, aplites). Dans ces deux ensembles affleurent des roches basiques exprimées par des amphibolites.
Cadre structurale	L'ensemble gneissique et l'ensemble schisteux, de la région de Bou Mhani sont affectés par une tectonique cassante, ductile. Tectonique cassante : représentée par des diaclases de direction globale Est-Ouest et des failles de différentes directions, les principales enregistrées sont : NE-SO dans les schistes ; NS et EW dans les leptynites ; NI 60°-N170° et N00°-	Le terrain de Mezguene est affecté par deux types de tectoniques à savoir : elle se traduit par des surfaces de schistosité de direction N50 à N20 avec un plongement 60°vers le sud ; des lenticulations et des linéaments. Déformation souple : elle se traduit par des microplis isogonaux centimétriques à décimétriques de direction SE-NO	Le secteur d'Affensou est affecté par deux types de tectoniques : Tectonique ductile : elle est caractérisée par la foliation et la schistosité de direction N30 à N150 avec un plongement de 45° vers le sud ouest dans les orthogneiss. Déformation souple : elle est soulignée par des plis métriques à hectométriques se plan axial subvertical et un axe horizontale de direction N130° à	La région de Tighzert est affectée par deux types de tectoniques : Déformation souple : elle affecte uniquement l'ensemble schisteux et qui se manifeste par des plis isoclinaux, serrés, diverses vers le sud. Tectonique cassante : représentée par trois familles de failles normales sub-verticales de différentes directions : NS, EO, NO-SE et par un accident majeur subméridien marquée	La région d'Ain El Hammam est affectée par deux types de tectoniques : Tectonique ductile : caractérisée par une schistosité S_1 de direction ENE-OSO et par un plongement 40° vers le SE observée dans tous les facies métamorphiques. Une schistosité S2 se traduit par des linéations de crénulations. Des linéations d'allongements de direction N65 et un plongement 40° vers

	N040°-N050° dans la barytine. Déformation souple : elle se traduit par des plis isoclinaux d'échelles centimétriques à métriques de direction N150° 20° Est et une inclinaison de 10° à 15° SE affectant les schistes. Tectonique ductile : matérialisée par une schistosité S1 de direction Nord Sud et des linéations de direction Nor050° NE dans les gneiss et N120° 20° SE dans les schistes.	Tectonique cassante : se manifeste par des failles normales et inverses affectant l'ensemble gréso- pèlitique et l'unité schisteuse. La direction principale de ces failles est ENE- OSO.	orthogneiss et marbre. Tectonique cassante : se manifeste par des failles normales, inverses et des diaclases au niveau des orthogneiss, micaschistes, marbre et pegmatites.	miroirs de failles ainsi que des glissements bancs sur bancs dans les micaschistes caractérisés par des stries de glissement de direction N120° à N140°.	schistes et les gneiss. Déformation souple : elle se traduit par des plis isoclinaux, droits parfois faillés affectant les schistes. Des plis de direction Est Ouest ont été observés dans les quarizites. Tectonique cassante : représentée par des failles de différentes échelles, leurs directions principales sont : -Est- Ouest d'échelle métrique et affecte les gneiss. -Nord -Sud d'échelles décamétriques affecte les gneiss et met en contact les schistes satinés à l'est avec des gneiss à l'ouest. -NE-SO d'échelles décamétriques affecte les gneiss et les chistes satinés et met en contact les micaschistes satinés.
	Trois types de minéralisation ont été distingués :	La minéralisation de la région de Mezguene est essentiellement	Niveau d'Affensou la minéralisation barytique est de type	Deux types de minéralisations ont été distingués :	Deux types de minéralisations ont été distingués :
	barytine : elle est encaissée le plus	filonien d'origine hydrothermale	épigénétique, elle se manifeste dans les	magnétite : elle est encaissée dans les	-Mineralisation a magnétite : elle est encaissée dans les
Cadre gîtologiques	et dans les schistes et rarement dans les	dans les séricitoschiste. Elle présente des	gneiss oeillés de l'unité orthogneissique inférieure suivant la	amphibolites et présente une texture disséminée. -Minéralisation à	amphibolites et présente une texture disséminée. -Minéralisation à
	apparait en filon couche et en filonnets	textures variees : massive et rubanée .Ces rubans sont soulignés	foliation de direction générale Est- Ouest. Elle présente une	Barytine : elle est représentée par sept filons encaissés	barytine : plusieurs filons de barytine encaissés dans les
	d'extension et d'épaisseur variables avec une texture	par des sulfures (pyrite, chalcopyrite et oligiste).	texture massive et parfois rubanée, à laquelle est associé une	exclusivement dans la formation schisteuse, qui sont généralement	micaschistes, d'échelle centimétrique à décimétrique de
	massive et rubanée. -Minéralisation à magnétite : elle se		minéralisation polymétallique représentée par la	parallèles à la schistosité. Ces filons sont d'échelles	direction parallèle à celle de la schistosité et de plongement de 40 à
	présente sous forme disséminée dans les		magnétite, la pyrite, chalcopyrite et	métriques, de directions moyennes N20 de	50° vers le sud .Elle se présente sous forme
	forme de lentilles et de lits encaissées dans la		covenite.	à50° vers le sud. Elle présente une texture	minéralisations de magnétite et pyrite.
	-Minéralisation sulfurées : apparait			massive et rubanée.	
	surimposées sur la barytine, elle est				
	pyrite, sphalérite, galène, chalcopyrite				
	cuivre gris et covellite.	manaison antra la	antaun diátuda at di	utuas sastaures	

Conclusion

A partir de tableau de la comparaison, on peut déduire que tous les secteurs cités font partie du socle de la Grande Kabylie. Ce dernier est constitué de deux ensembles : un ensemble inférieur gneissique et un ensemble supérieur schisteux.

Sur le plan géologique, les secteurs d'Ain El Hammam, Affensou, Bou Mhani sont constitués de deux ensembles (ensemble gneissique et schisteux) tandis que les secteurs de Mezguene et Tighzert sont constitués uniquement de l'ensemble schisteux. Les formations de ces régions sont intrudées par des roches magmatiques acides ou basiques.

Sur le plan structural, toutes les formations des secteurs précédents ont été affectées par deux types de tectoniques : cassante et souple, à la différence de directions et d'épaisseurs.

On remarque que l'unité supérieure de tous les terrains est affectée par des failles dont les directions principales sont : N-S, E-W, NE-SW.

Sur le plan gîtologiques : ces régions sont les sièges de mise en place de minéralisations barytique, Pb-Zn, Fe et Cu. La barytine est encaissée dans les gneiss et les schistes et elle est souvent filonienne et suit la schistosité. La minéralisation ferrifère est à magnétite, elle est encaissée généralement dans les amphibolites parfois dans la barytine. La minéralisation sulfurée (galène, sphalérite, pyrite, chalcopyrite, cuivre gris) est généralement associée à la barytine.

CHAPITRE VII : CONCLUSION GENERALE

Le cristallin de Grande Kabylie appartient à la zone interne de la chaine des Maghrébides, il est structuré par des événements tectono-métamorphiques des deux phases hercynienne et alpine. Par endroit, le massif de Grande Kabylie est recouvert en discordance par l'Oligo-Miocène Kabyle (dépôts détritiques essentiellement conglomératiques d'âge Oligocène supérieur et Miocène inférieur) et il est bordé au Sud par la dorsale Kabyle (niveaux carbonatés Mésozoïques et Cénozoïques).

Le socle de Grande Kabylie est constitué d'une pile d'unités séparées par des accidents ductiles et cataclastiques. Ces unités sont de bas en haut : (Saadallah. A, 1992)

-L'unité des gneiss oeillés inférieur

-L'unité de paragneiss (marbre à la base et paragneiss à sillimanite au sommet) ;

-La nappe de Sidi Ali Bounab (formation de HT, HP) ;

-L'unité des gneiss oeillés supérieur de même composition que les précédentes, elle comporte en plus des granites orientés ;

-L'unité des micaschistes ;

- L'unité des schistes satinés ;

-Des granites et aplo-pegmatitiques poste tectonique.

La région de Bou Mhani est située dans la partie Sud Ouest de cristallin de Grande Kabylie.

Sur le plan géologique : le secteur d'étude est constitué de deux grandes unités lithologiques :

L'unité gneissique : affleure dans le district de Hadjirat Amellal ainsi que dans le district de Boukouraï .Elle comporte deux sous unités :

Une sous unité de gneiss oeillés à biotite : constitue la semelle de la série métamorphique. À Hadjirat Amellal, Ces gneiss montrent une tendance leptynitique.

Une sous unité de calcschistes et de paragneiss : elle occupe la partie sommitale de l'unité gneissique. Elle est formée essentiellement de calcschistes et de paragneiss à intercalation de micaschistes à andalousite.

Ces deux sous unités sont séparés par un contact anormal et intrudés par des pegmatites, d'aplites, des granites, d'amphibolites et de barytine.

L'unité schisteuse : affleure dans le district de Bou Mhani, elle est constituée de séricitoschiste, chloritoschiste, micaschiste. Cette dernière repose sur l'unité gneissique par l'intermédiaire de failles normales et parfois par des contacts anormaux.

Le métamorphisme qui a affecté ces deux unités est de type schiste vert à amphibolites facies (Kolli.O et al 1997).

Sur le plan tectonique : la région d'étude est affectée par une tectonique cassante et une déformation souple.

-Tectonique cassante : représentée par les failles de directions suivantes :

-N160-N170 et N00-N010 dans les gneiss.

-NE-SW dans les schistes.

-NW-SE dans les leptynites.

-N40-N50 dans la barytine.

-Déformation souple ayant affectée l'unité schisteuse est représentée par des plis isoclinaux de direction N150 20° Est ainsi que par la schistosité de direction globale Nord-Sud, la foliation et des linéations de direction N070 50° NE.

Sur le plan gîtologiques : la minéralisation de secteur d'étude est essentiellement à barytine à laquelle viennent s'associer des minéralisations à magnétite et à sulfures.

Macroscopiquement ; la minéralisation à barytine montre la texture filonienne est la plus fréquente ; encaissée dans les gneiss, schistes, marbre et rarement dans les pegmatites avec un contact très net.

La barytine est caractérisée par d'autres textures tels que : massive, bréchique, porcelanée, rubanée. Ces rubans sont soulignés par de la magnétite, elle présente aussi des couleurs différentes : grise, blanche et rose.

A cette barytine est surimposée une minéralisation à sulfures représentée par la galène, pyrite, chalcopyrite, sphalérite, cuivre gris et covellite.

L'étude microscopique montre que la barytine est déformée et schistosée, ce qui permet de dire qu'elle a subit à la fois une phase métamorphique et une phase tectonique. Quatre générations ont été distinguées :

Barytine (I) : se présente en gros cristaux à macles mécaniques.

Barytine (II) : apparait en veinules et présente une structure en mortier de recristallisation.

Barytine (III) : cristallise dans les fractures ouvertes recoupant la barytine.

Barytine (IV) : se présente en plages amiboïdes et à structure fibroradié. Elle est observée soit dans les espaces inter granulaires, soit dans la barytine(I) qu'elle substitut.

Du point de vue génétiques, les observations macroscopiques, notamment la mise en place de la barytine sous forme filonienne en relation avec les accidents cassants, indiquent qu'elle est d'origine hydrothermale.

Les observations macroscopiques montrent que la magnétite apparait sous forme disséminée dans la barytine, dans les amphibolites et dans les gneiss ainsi sous forme de lits et de lentilles dans la barytine. Microscopiquement, la magnétite cristallise en grains plus en moins automorphes parfois étirés (lentille) disséminés dans un gneiss. Rarement, elle est martitisée et souvent accompagnée par les oxydes de fer. Du point de vue génétique, la magnétite encaissée dans les amphibolites semble être liée aux venues magmatiques basiques. L'étude microscopique des amphibolites, montrent la présence des sections de pyroxènes plus en moins ouralitisés et l'association amphibole – quartz qui rappelle la texture doléritiques ce qui permet de dire que les amphibolites proviendraient des anciennes dolérites. Ces derniers étaient riches en fer et qui lors du métamorphisme a été remobilisées et cristallisées en magnétite.

La minéralisation sulfurée apparait surimposer sur la barytine, elle est représentée par la galène (la plus abondante), pyrite, chalcopyrite, sphalérite, cuivre gris, sous forme disséminées ou en filets. Microscopiquement, la paragenése sulfurées est représentée comme suit : pyrite, sphalérite, galène, chalcopyrite, covellite et cuivre gris.

L'âge de la minéralisation reste encore incertain, selon l'hypothèse de Kolli et al 1994, la minéralisation à barytine serait d'âge anté-Crétacé probablement Jurassique. Cette barytine avait été métamorphisée au cours de l'orogénèse alpine.

Enfin les travaux de prospection réalisés par la SONERM dans la région au début des années soixante-dix montrent que le gisement de Bou Mhani est sub-économique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-Ainouz, F. et Benali, H, 1990. Géologie et minéralisations à barytine-magnétite de Larbâa Nath Irathen (Grande Kabylie). Mém. Ingén, USTHB Alger.

-Aite, M. O and Gelard, J. P. 1997. Post-collisional paleostresses in the Central Maghrebides (Great Kabylia, Algeria), *Bulletin De La Société Géologique De France*, *168*(4), 423–436. 61.

-Andrieux, J. et Djellit, H, 1989. Structure de la Petite Kabylie occidentale (Algerie) : flyschs « ultra » et flyschs externes. C. R. Acad.SC.Paris, 309 sér. II, 1191-1196 p.

-Belhaï, D. Merle, O et Saadallah, A. 1990b. Transpression dextre à l'Eocène supérieur dans la chaine des Maghrébides (massif du Chenoua, Algérie). C. R. Acad. Sci. Paris, t.310.Série D, 795-800p.

-Bellon, H et Brousse, R. 1977. Le magmatisme périméditerranéen occidental. Essai de synthése. Bull. Soc.géol.Fr,(7), n°3, 469-480 p.

- **Benkerrou, N. 1989**. Etude pétro-métamorphique et structurale du massif cristallin d'Oued Ksari (Grande Kabylie, Algérie), Thèse de Magister, *Univ.USTHB Alger*, 145 p.

- **Bossière, G et Gromov, A.** Note préliminaire sur les pegmatites du massif cristallophyllien de Grande Kabylie (Algérie), aspect pétrographique et inclusions fluides.publ, serv, géol., Algérie (Nlle série), Bull, n°45, pp.99 -111p.

- **Bossière, G. 1977.**Sur l'existence d'une bande blastomylonitique au Nord-Ouest de la Grande Kabylie(Algérie), Bull, Soc, géol, fr, n°, n°5, 1071-1076 p.

- **Bossière, G. 1978**.Etude des paragéneses post-cinématiques dans les métapélites de la couverture du socle de Grande Kabylie (Algérie), mise en évidence d'un métamorphisme de basse pression, Bull,Soc,géol,fr,n°3,289-298 p.

- **Bossière, G, Menegazzo-Vitturi.L et Sassi, F. P.1979.**Caractère géo-barométriques du cristallophyllien épi métamorphique anti-alpin de Grande Kabylie(Algérie), Bull, minérale I02,55-60 p.

- **Bossière, G, Peucat, J.J.1985.** New geochronological information by Rb–Sr and U–Pb investigations from the pre-Alpine basement of Grande-Kabylie (Algérie). *Can. J. Earth SCI.* 22,675–685 p.

- Bouillin, J. P. 1977. Géologie Alpine de la petite Kabylie dans les régions de Collo et D'El Milia-Alger, thèse de doctorat, université de paris VI (pierre et marie Curie), 476 p

- Bouillin, J.P, Durand Delga, M, Gélard, J.P, Leikine, M, Raoult, J.F, Raymond, D,Tefiani, M et Vila, J.M. 1973. Les Olistostromes d'âge Miocène inférieure liées aux flyschs allochtones Kabyle de l'orogène alpin d'Algérie, *B.S.G.F.* (7), XV, n° 3-4.

- Bouillin J.P, Bossiére G.,Bourrouillh G.,Coutelle A.,Durand –Delga M., Gelard J.P.,Gery B.,Raymond D.et Tefiani M .(1984).Mise au point sur l'âge des socles métamorphiques Kabyles (Algérie).C.R.Acad.Sci.Paris,t.298,Série II ,n°15 , 665-660 p.

-**Bouhadad, Y. 1989**. Etude géologique et gîtologique de quelques filons à Barytine Magnétite dans le secteur de zemouchene Région de Bou Mhani S.W de la Grande Kabylie (Algérie), mémoire d'ingéniorat d'état en géologie, *Univ.USTHB Alger, 82 p*.

-**Caby R.et Hammor D. (1992**). Le massif cristallin de l'Edough (Algerie).Un « MétamorphicCore Complex » d'âge miocène dans les Magrébides .C.R.Acad .Sci.Paris,t.314. Série II,829-835 p.

Caby R. ;Saadallah A. ; Monie P. ;Gani R. et Loumi K.(1986). Phénoménes distensifs et surrection syn à post miocéne des terrains cristallins de Grande Kabylie.6éme Sém .Nat.Sci.Terre ,Alger, 26 p.

-Cheilletz, A, Ruffet, G, Marignac, C, Kolli, O, Gasquet, D, Fe'raud, G, Bouillin, J.P.1999. ⁴⁰Ar=³⁹Ar dating of shear zones in the Variscan basement of Greater Kabylia (Algeria). Evidence of an Eo-Alpine event at 128 Ma (Hauterivian–Barremian boundary): geodynamic consequences. Tectonophysics 306 (1999) 97–116, www.elsevier.com/locate/tecto.

-**Cheilletz A. ; Kolli O ;Gasquet D.et Marignac Ch.(1994a) :** Existe-t-il un événement tectonométamorphique d'age crétacé inférieur dans les Maghrébides ?: données préliminaires ⁴⁰Ar/ ³⁹Ar en Grande Kabylie.15^e RST,Nancy,1994-Soc.Géol.édit.Paris,93 p.

-El Azzouzi, M, H.Bellon, A, Coutelle, J.P, Réhault. 2014. Miocène magmatism and tectonics within the Peri-Alboran orogen (Western Mideterranean), *Journal of Geomatics*, http://dx.doi.org/10.1016/j.jog.2014.02.006

-**Gani, R. 1988**. Etude pétro-structurale des massifs cristallins de Larbaa Naith-Irathen et de Djemaa Saharidj (Grande Kabylie, Algérie), Thèse de Magister, *Univ.USTHB Alger*, 147 p.

-**Haddaden, O, Talbi, M. 1988**. Géologie et minéralisations à Magnétite-Barytine dans le secteur d'Ain-El-Hammam et Tighzert, (Grande Kabylie), Mémoire d'ingénieur d'état, *Univ.USTHB Alger*, 102 p.

- Hammor, D., D. Bosch, R. Caby and O. Bruguier, 2006. A two-stage exhumation of the Variscan crust: U–Pb LA-ICP-MS and Rb–Sr ages from Greater Kabylia, Maghrebides, *Terra Nova*, 18, 299–307, doi: 10.1111/j.1365-3121(06)00693.

- **Kolli, O. 1997**. Géologie et gitologie des minéralisations à Ba-Pb-Zn- (Cu-Fe) du socle Cristallin de Grande Kabylie évolution métallogéniques au cours du cycle alpin, Thèse de doctorat, *Univ.USTHB Alger*, 220 p.

-Lateb, T, Bourzama, C. 2009. Etude géologique et métallogéniques des minéralisations à Pb-Zn-Cu ± (Fe-Ba) liées au socle métamorphique du Djebel Belloua/Aissa Mimoun en Grande Kabylie, Wilaya de Tizi-Ouzou, Mémoire de fin d'étude, *Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene*, 103 p.

-**Lepretre, A.2012**. Contrainte par imagerie pénétrante sur l'évolution d'une marge Cénozoique réactivée en compression (Cas de la marge algérienne, secteur de Tipaza), Thèse de doctorat, *Université de Bretagne Occidentale*, 238 p.

- Loumi, k. 1989. Etude structurale de la région de Béni Douala (socle cristallophyllien de Grande Kabylie – Algérie), Mise en évidence de mouvements vers le N.W, Thèse de Magister, *U.S.T.H.B*, 155 p.

-Maury, R. C, S. Fourcade, C. Coulon, M. El Azzouzi, H. Bellon, A. Coutelle, A. Ouabadi, B. Semroud, M. Megartsi, J. Cotten, Q. Belanteur, A. Louni-Hacini, A. Pique, R. Capdevila, J. Hernandez, and J. P. Rehault, 2000. Post-collisional Neogene magmatism of the Mediterranean Maghreb margin : a consequence of slab breakoff, Comptes Rendus De L'Académie Des Sciences Série II Fasciculea-Sciences De La Terre Et Des Planètes, 331 (3), 159–173, doi : 10.1016/S1251-8050(00)01406-3.48, 58, 154 p.

-Marignac Ch, Kolli O, Cheilletz A.et Gasquet D. (1992).Les minéralisations en Pb-Zn et barytine de grande Kabylie (N Algérie), métamorphisées dans l'épizone, sont-elles la preuve de l'existence d'un événement tectonométamorphique alpin dans le socle ?. C.R .Acad. Sci . Paris, t.314 ,Série II ,.799-805 p.

-Monié, P, H, Maluski, A, Saadallah and R, Caby. 1988. New 39Ar-40Ar ages of Hercynian and Alpine thermotectonic events in Grande Kabylie (Algeria), *Tectonophysics*, 152, 53-69 p.

-Naak, F. 2010. Etude pétrologique des granitoïdes Hercyniens à tardi-Hercyniens des Kabylies, Thèse de doctorat, Univ.USTHB Alger, 244 p.

-Naak M. (1988). Etude géologique de la Dorsale Interne du Djurdjura. Interprétation généralisée à l'ensemble de la chaine et proposition d'un modèle d'évolution dynamique de ce tronçon de la paléo marge continentale Kabyle. Thèse de Magister, Univ . Alger

-Raymond, D. 1976. Evolution sédimentaire et tectonique du nord-ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours du cycle alpin, Thèse de doctorat d'Etat, *Univ. Pierre et Marie Cury –Paris VI, 156 p.*

-**Raymond, D, 1977**. Structure et évolution Alpine d'un ségment interne de l'orogène maghrébin : le Nord-Ouest de la Grande Kabylie (Algérie), *Bult.Soc.géol.France*, (7), t. XIX, n° 4, 797-804 p.

-**Saadallah A, 1992.**Le cristallin de la Grande Kabylie (Algerie) : sa place dans la chaine des Maghrébides.These de doctorat, *Univ.USTHB Alger, 252 p*.

-**Saadallah, A, Caby, R. 1994**. Structuration et exhumation des massifs cristallins des Maghrébides (Algérie) : les effets de la distension méditerranéenne, *Bull. Serv. Géol. Algérie* 5, 81–87 p.

-Saadallah, A, Caby, R. 1996. Alpine extensional detachment tectonics in the Grande Kabylie metamorphic core complex of the Maghrébides (northern Algeria). *Tectonophysics* 267, 257–273 p.

- **Thiébaut, J. 1951**. Etude géologique des terrains métamorphiques de la Grande Kabylie, *Bul.Ser.Car.Algérie*, 5e Sér. Petro, N° 6. 175 p.

-Touahri, B. 1991. Géochimie et métallogénie des minéralisations à plomb et zink du Nord de L'Algérie, *Office national de la géologie*, Mémoire n° 4, 260 p.

-Vauchez, A. 1986. The development of discrete shear-zones in a granite: tress, strain and changes in deformation mechanism. *Tectonophysics*, 133, 137-156 p.

-Wildi, W. 1983. La chaine tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie): structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. *Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys.* 24, 201–297 p.

-Yelles-Chaouche, A. Boudiaf, A. Djellit, A. Bracene, R. 2005. La tectonique active de la région nord-algérienne, *C. R. Géoscience*, 338, 126–139 p, doi:10.1016/j.crte.(05).11.002