



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI OUZOU



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master en géologie

Option : Ressources Minérales Géomatériaux et Environnement

Thème

*Etude des minéralisations de Barytine et
Cuivre de la région Beni Amrane*

Réalisé par :

BATATACHE Yamina

Encadré par :

Dr. Hamis.A

Soutenu publiquement

Devant le jury composé de :

Mr. SAMI.L

Mr. HAMIS.A

Mr. ZEGHOUANE.H

Professeur.UMMTO

M.C.B . UMMTO

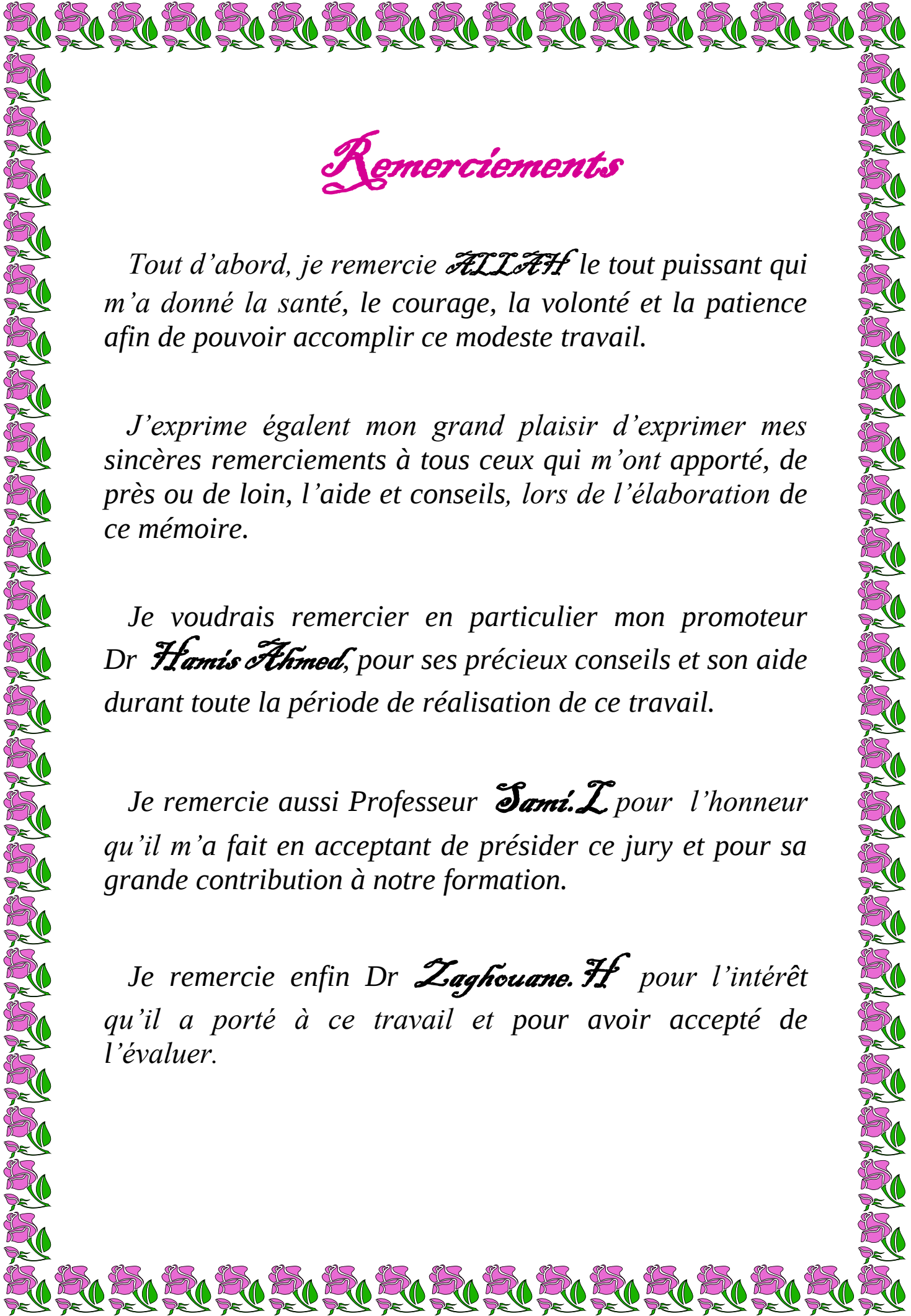
M.C.B . UMMTO

Président

Encadreur

Examineur

Promotion 2020/2021



Remerciements

Tout d'abord, je remercie *ALLAH* le tout puissant qui m'a donné la santé, le courage, la volonté et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

J'exprime également mon grand plaisir d'exprimer mes sincères remerciements à tous ceux qui m'ont apporté, de près ou de loin, l'aide et conseils, lors de l'élaboration de ce mémoire.

Je voudrais remercier en particulier mon promoteur Dr *Hamis Ahmed*, pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période de réalisation de ce travail.

Je remercie aussi Professeur *Sami. L* pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider ce jury et pour sa grande contribution à notre formation.

Je remercie enfin Dr *Zaghouane. H* pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail et pour avoir accepté de l'évaluer.



Dédicace

*Avec un cœur ouvert et une
immense joie je dédie ce modeste
mémoire ;*

A mes chers parents

A mes chères sœurs

A mes chers frères

A mes chères amies

A tous ceux qui me sont chers

Sommaire

Résumé – Abstract	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Introduction Générale	1
1 Situation géographique de la région de Beni Amrane.....	3
1.1 Situation de la zone d'étude :	3
1.2 Climat, faune et flore.....	4
2 Historique des travaux antérieurs	6
1 La chaîne des Maghrébides	8
2 Structure de la chaîne des Maghrébides	9
2.1 Les zones internes.....	9
2.1.1 Le Socle kabyle	9
2.1.2 La Dorsale Kabyle.....	10
2.2 Domaine des flyschs :	11
2.2.1 Le Flysch Maurétanien.....	11
2.2.2 Le Flysch massylien	12
2.2.3 Le Flysch Numidien	12
2.3 Les zones externes	12
1 Introduction	14
2 Contenu lithologique de la zone d'étude.....	14
2.1 La formation basale des schistes et quartzites	16
2.2 La formation médiane minéralisée :	17
2.3 Formation des schistes et des carbonates :	20
3 Tectonique :	22
3.1 Tectonique cassante :	22

3.2	<i>Tectonique ductile :</i>	24
4	Conclusion	25
1	Introduction :	27
2	Etude des minéralisations	27
2.1	<i>Minéralisation à barytine</i>	27
2.2	<i>Minéralisation à Cu (chalcopyrite)</i>	31
3	Tableau paragéritique	34
4	Genèse	35
5	Conclusion	35
	Conclusion Générale	37

Références bibliographique

Résumé :

Le massif de Beni Amrane appartient au Socle de Grand Kabylie. La région d'Ait Khelifa se localise à l'ouest de la ville de Beni Amrane. Elle est caractérisée par la présence de plusieurs minéralisations dans ce travail on s'intéresse aux minéralisations à Barytine et aux minéralisations sulfurées (chalcopyrite) qui sont encaissées dans les schistes.

L'étude lithologique de cette région indique l'affleurement de trois formations bien distinctes :

Une formation à la base, d'une épaisseur important de schiste associé à quelques mètres de quartzite.

Une formation médiane constituée essentiellement de schistes dans lesquels s'intercalent une minéralisation composée de deux types de Barytine (porcelanée, saccharoïde).

Une formation au sommet composée des schistes fins incluant certains passages carbonatés à calcaire cristallin contenant un niveau millimétrique de barytine porcelanée.

Les minéralisations de cette région sont représentées par deux types :

Les minéralisations à Barytine affleurent en deux forme ; porcelanée et saccharoïde qui sont associée à une minéralisation de chalcopyrite.

Les minéralisations Sulfurées (chalcopyrite) toujours liées aux minéralisations de Barytine et qui recoupe cette dernière. La minéralisation de chalcopyrite apparait soit sous forme de remplissage soit en petit filon.

Abstract

The massif of Beni Amrane belongs to the Socle of Grand Kabylie. The region of Ait Khelifa is located west of the town of Beni Amrane. It is characterized by the presence of several mineralizations in this work we are interested in barite mineralization and sulphide mineralization (chalcopyrite) which are hosted in schists.

The lithological study of this region indicates the outcrop of three very distinct formations:

A formation at the base, of an important thickness of schist associated with some meters of quartzite.

A median formation essentially made up of schists in which mineralization composed of two types of barite (porcelain, saccharoid) is interspersed.

A formation at the top composed of fine shales including some carbonate passages with crystalline limestone containing a millimetric level of porcelain barite.

The mineralization of this region is represented by two types:

Barite mineralization occurs in two forms; porcelain and saccharoid which are associated with chalcopyrite mineralization.

Sulphide mineralization (chalcopyrite) always linked to barite mineralization and which intersects the latter. Chalcopyrite mineralization appears either as a filling or as a small vein.

Liste des abréviations :

Ba : Barytine

Cu : Cuivre

Sch : schiste

Qtz : Quartz

Dlm : Dolomite

Chp: Chalcopyrite

Pyr: Pyrite

Sil: Silice

Bor: Bornite

Dig: Digénite

Mal: Malachite

Cov: Covellite

Fra: Fracture

Sul: Sulfure

MEB: Microscope Electronique à Balayage

LPA : lumière polarisé analysée

LN : lumière naturelle

G× : Grossissement

Liste des figures

Figure 1:Localisation de Beni Amrane par rapport à la wilaya de Boumerdès	3
Figure 2: Localisation de la région d'étude sur photo satellite (Google earth).....	4
Figure 3: Flore de la région de Beni Amrane	4
Figure 4: Température moyenne maximale et minimale de la région Beni Amrane	5
Figure 5: Probabilité de précipitation quotidienne à Beni Amrane.....	6
Figure 6: Schéma structural des chaînes alpines de la Méditerranée occidentale (d'après (chalouan 2008))	8
Figure 7: Coupe synthétique interprétative N-S de la partie centrale du Domaine tellien (Durand Delga 1969 ; modifiée par Aïte, 1994)	9
Figure 8: Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides	11
Figure 9: Log lithologique montrant les différentes formations de secteur d'Ait khelifa	15
Figure 10: Photo représentant la formation de schistes.....	16
Figure 11: Echantillon montrant un schiste satiné à forte linéation	16
Figure 12: Vue microscopique montrant la schistosité S1 et S2 dans un schiste (L.M en LPA.G×10) (Boudali.F.2018)	17
Figure 13 : Affleurement d'un niveau métrique de schiste satiné à barytine (Boudali.F.2018)	17
Figure 15: Schiste encaissant un niveau de barytine plissée et fracturée (Boudali.F.2018)	18
Figure 14: Alternance des niveaux centimétriques des lits de schiste et lits de barytine (Boudali.F.2018)	18
Figure 16: Aspect d'un méta-microconglomérat à dragées de quartz (Boudali.F.2018)	18
Figure 17 : Galet de quartz monocristallin (LPA.G×4) (Boudali.F.2018).....	19
Figure18 : Vue microscopique d'un galet de quartz polycristallin (LPA) (Boudali.F.2018) ..	19
Figure 19: Vue microscopique de microconglomérats à matrice très fine souligné par de la séricite et des minéraux opaques (LPA.G×10) (Boudali.F.2018)	19
Figure 20: Echantillon de schiste satiné montant une patine de couleur brunâtre recoupé par des lentilles de quartz (Boudali.F.2018).....	20

Figure 21: Echantillon de dolomite massive (Boudali.F.2018)	20
Figure 22: Dolomie brunâtre recoupé par du quartz blanc laiteux (Boudali.F.2018)	20
Figure 23 : Vue microscopique montrant des grains de dolomie sub-automorphe à xénomorphe (LPA.G×4) (Boudali.F.2018)	22
Figure24 : Vue microscopique représente une lentille de quartz qui souligné la schistosité (LPA.G×4) (Boudali.F.2018)	22
Figure 25 : Grains de barytine granulaires qui épousent d'anciens cristaux carbonatés (LPA.G×4) (Boudali.F.2018)	22
Figure 26 : Faille décrochante dextre montrant un plan de faille, Direction : N-S N180° pendage: 65°SW (Ait Aldjat Y 2018)	23
Figure 27 : Faille normale de direction N160° et pendage 65°SE avec une brèche de faille. (Ait Aldjat Y 2018)	23
Figure 29 : Deux failles conjuguées de direction NS et SW-NE (Ait Aldjat Y 2018).....	23
Figure 29 : Carte minute géologique de Palestro qui inclue la région étudiée d'après ORGM 2010 (Ait Aldjat Y 2018)	24
Figure 30 : Photo montrant un pli au sein d'un schiste satinés (Ait Aldjat Y 2018)	24
Figure 31 : Photo montrant des schistes plissés à barytine	24
Figure 32 : Photo prise dans la galerie montrant les minéralisations à barytine (Ba) et cuivre, chalcopryrite (chp).....	27
Figure 33 : échantillon de la barytine gris porcelanée de texture massive (Boudali.F.2018) ..	28
Figure 34 : Affleurement d'un niveau de la barytine porcelanée gris (Boudali.F.2018)	28
Figure 35 : Barytine fracturée dans une matrice farineuse (L.M.LPA.G×4) (Boudali.F.2018)	28
Figure 36 : Barytine à macle mécanique (L.M.LPA.G×4) (Boudali.F.2018)	28
Figure 37 : Alternances de lits de barytine et de schistes (Boudali.F.2018)	29
Figure 38 : Echantillon montrant une chalcopryrite recoupée par la barytine	29
Figure 39 : Echantillon de barytine montrant une texture massive	29

Figure 40 : Vue microscopique montrant le recoupement de la barytine par la silice (G×10)	30
Figure 41 : Vue microscopique montrant l'alignement des plages de barytine (G×4)	30
Figure 42 : Vue microscopique montrant des fissures remplies de sulfure dans la barytine (G×4)	30
Figure 44 : Echantillons montre le recoupement de barytine par la chalcopryrite qui altéré par des oxydes	31
Figure 44 : Vue dans une section polie montrant une grande plage de chalcopryrite	32
Figure 45: Vue dans une section polie montre le recoupement de barytine par la chalcopryrite	32
Figure 46 : Vue microscopique dans une section polie montrant le recoupement de la pyrite par la chalcopryrite (G×4)	32
Figure 47 : Vue microscopique dans une section polie montrant la pyrite bréchifiée recoupée la chalcopryrite (G×4)	32
Figure 48 : Vue microscopique dans une section polie montrant le remplacement de la chalcopryrite par la bornite (G×4)	33
Figure 49 : Vue microscopique dans une section polie montrant une petite plage de bornite (G×4)	33
Figure 50 ; Vue microscopique dans une section polie montrant le remplacement de la chalcopryrite par la covéllite (G×4)	33
Figure 51 : Vue microscopique dans une section polie montrant l'altération de la chalcopryrite en digénite et en pyrite bréchifiée recoupées par la malachite suivant les fractures (G×4)	33

Introduction Générale

Le Nord Algérien appartient à la province orogénique alpine qui couvre la chaîne des Maghrébides, il est caractérisé par la manifestation de nombreux types de minéralisation. Dans ce mémoire on se propose d'étudier les caractéristiques des minéralisations polymétalliques à Cu et Ba de la région de Beni Amrane et ce, basant sur leur étude géologique et gîtologue et de l'encaissant de ces minéralisations et une description des processus minéralogiques.

Ce travail a été réalisé en trois phases : travaux de bureau, terrain et laboratoire.

Les travaux de bureau ont été centrés sur les recherches bibliographiques et la compilation des ouvrages, thèses et mémoires relatifs à la géologie du Nord de Algérie en général et particulièrement sur la région de Beni Amrane.

Concernant le terrain, nous n'avons pas pu effectuer la sortie programmée, en raison des grands incendies qui se sont déclarés dans la région et les dégâts qu'ils ont causés, mais nous nous sommes appuyés sur des études antérieures réalisées dans la région. Ainsi que sur des échantillons de roche collectées par Mr Hamis.

Les travaux de laboratoire :

Ils ont consisté une étude pétrographique des lames minces et d'une étude métallographique sur des sections polies.

Chapitre I
Généralités

1 Situation géographique de la région de Beni Amrane

1.1 Situation de la zone d'étude :

Le massif de Beni Amrane représente la suite du massif cristallophyllien de grande Kabylie, il forme la partie occidentale de cette dernière ce qui est une région montagneuse et très accidentée, le sommet le plus élevé atteint 630 m d'altitude.

Administrativement Beni Amrane représente une commune appartenant à la daïra de Thenia et a la wilaya de Boumerdes. Située à 50 km à l'Est d'Alger, elle est bordée au Nord par Thenia , et Souk El had ; au Sud par Ammal à l'est par Chabet Al-Ameur et Isser ; et à l'Ouest par Keddara (Bouzgza) (Fig 1 et 2).

La zone d'étude est située à environ 2km au Nord-Ouest du village de Beni Amrane, elle est définie par les coordonnées géologiques suivantes :

Latitude 36 ° 40 '07' Nord

Longitude 3° 35' 32' Est

Altitude moyenne 300m

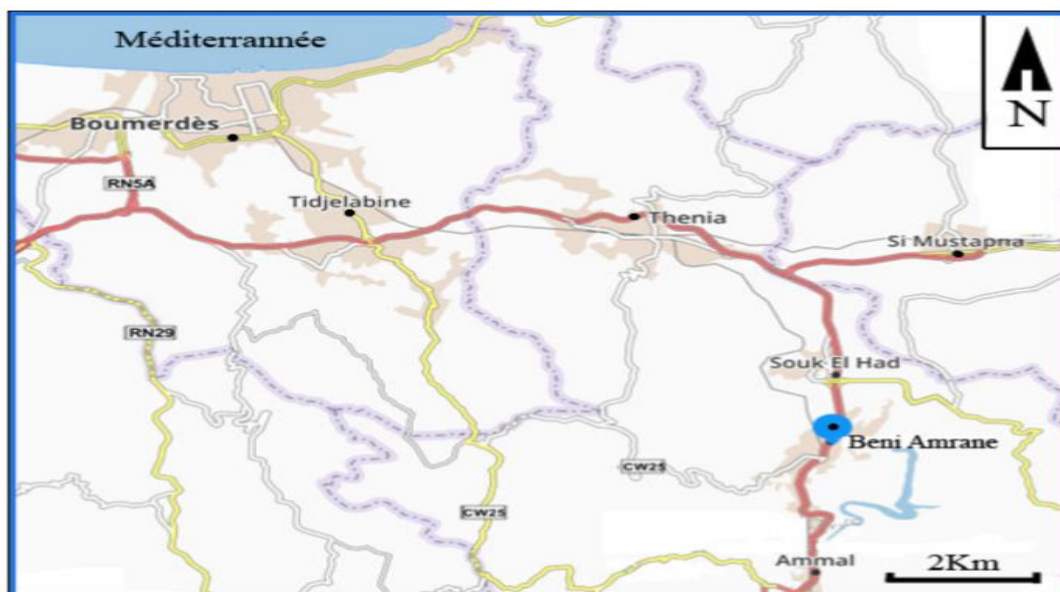


Figure 1: Localisation de Beni Amrane par rapport à la wilaya de Boumerdès

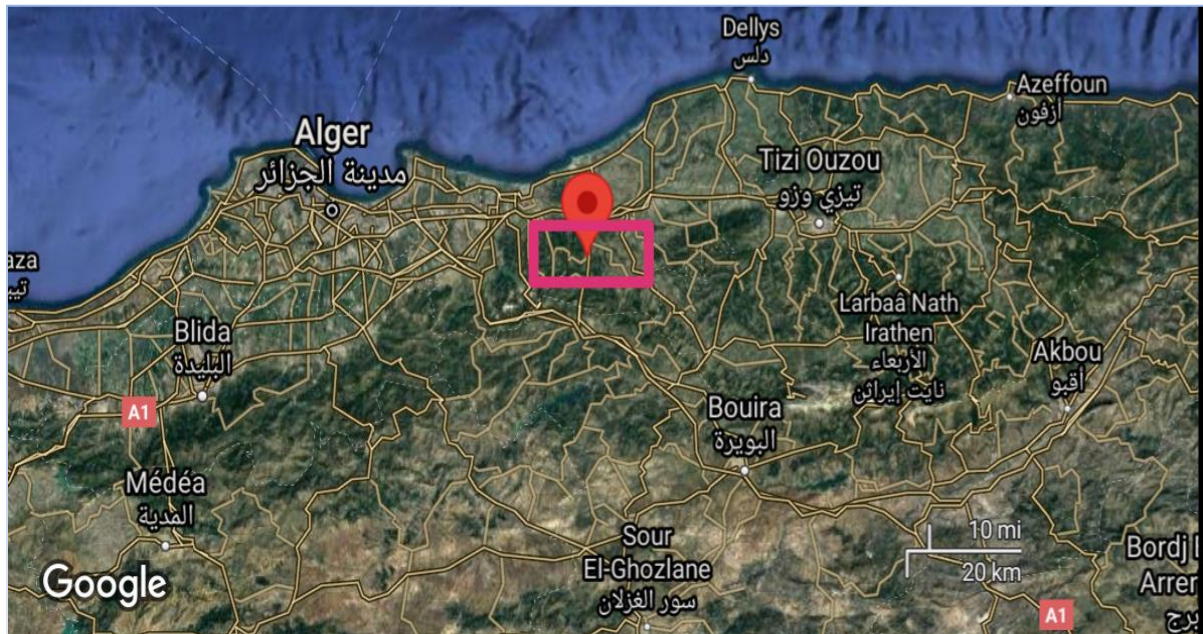


Figure 2: Localisation de la région d'étude sur photo satellite (Google earth)

1.2 Climat, faune et flore

➤ faune et flore

La région de Beni Amrane caractérisée par une faune et flore typique de la Kabylie

Représentée par une végétation de type méditerranéenne : l'olivier sauvage, le genêt, le laurier rose (dans les lits d'oued), le chêne liège, le chêne vert, ainsi que la végétation ajouté par l'homme tel que le figuier le cerisier, le pommier.....etc.(Fig 3)



Figure 3: Flore de la région de Beni Amrane

La faune est nombreuse et bien représentée, elle comprend : le sanglier, le porc-épique, le renard, le chacal, l'hyène, la belette, la mangouste et différents reptiles : la vipère, la couleuvre, le lézard etc....

➤ **Le climat :**

La région est caractérisée par un climat chaud et humide, un hiver relativement froid et un été chaud. La température moyenne est de 19°C environ avec une précipitation annuelle de 767 mm. La saison très chaude dure 2,9 mois, du 21 juin au 18 septembre, avec une température quotidienne moyenne de 29 °C. Avec une température moyenne maximale de 30°C et minimale de 20°C (Fig 4).

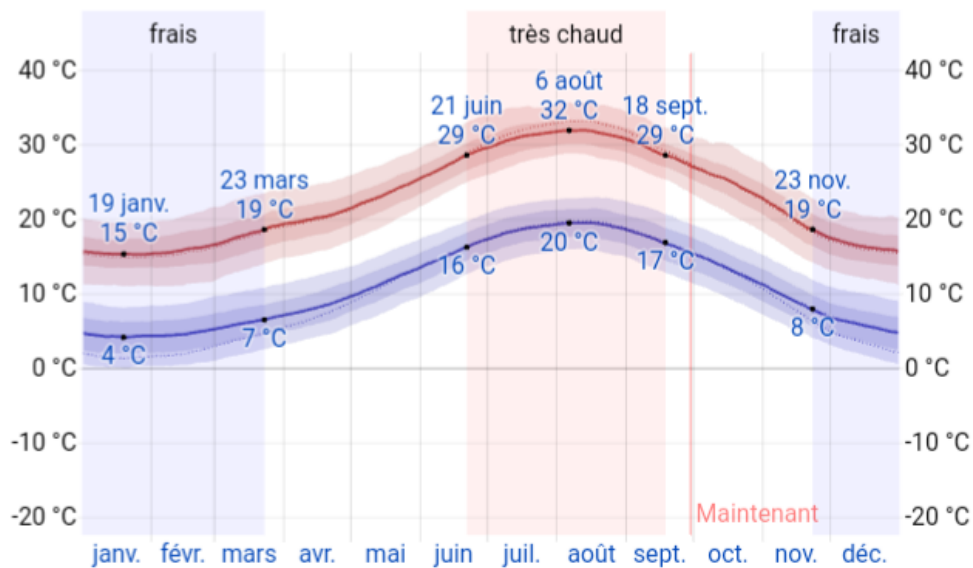


Figure 4: Température moyenne maximale et minimale de la région Beni Amrane

La probabilité de jours de précipitation à Beni Amrane varie au cours de l'année (Fig5).

La saison connaissant le plus de précipitation dure 8.1 mois, du 15 septembre au 19 mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 15%. La probabilité de précipitation culmine à 28% le 19 novembre.

La saison la plus sèche dure 3,9 mois, du 19 mai au 15 septembre. La probabilité de précipitation la plus basse est 2% le 18 juillet.

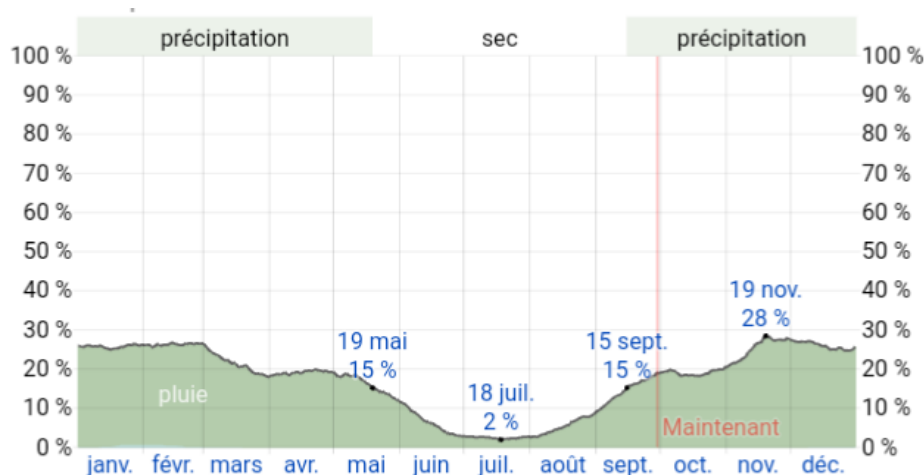


Figure 5: Probabilité de précipitation quotidienne à Beni Amrane

2 Historique des travaux antérieurs

D'après nos recherches bibliographiques, aucune étude scientifique n'a été menée sur la géologie de cette région. La seule étude qui traite les minéralisations de cette partie du socle de Grande Kabylie c'était la minéralisation ferrifère d'Ain Oudrer (Duparc et Ritter, 1898). Son exploitation a duré une vingtaine d'années, de 1890 à 1910)

Les études géologiques approfondies sur cette zone sont rares, à l'exception de celle de M.Ficheur, qui a esquissé la géologie de la région en 1885, ou il s'est basé sur les grandes orientations cartographiques, premièrement dans le cadre de l'établissement de la carte géologique de Palestro au 1/50000 puis, dans le cadre de son travail de thèse. Beaucoup plus tard, la SONAREM (Société Nationale de Recherche et d'Exploitation Minière) a revisité en 1970 superficiellement la région dans le cadre d'une prospection systématique. Avec des résultats jugés insuffisants, les travaux furent abandonnés.

Plus tard cette région fut exploitée à petite échelle, la minéralisation sulfurée à chalcopryrite dans une gangue à barytine dans le secteur d'Ait Khelifa, sans que l'on puisse préciser à quelle date cela s'est fait en raison du manque d'archives. Sur le terrain, on peut encore observer l'existence de quelques petites galeries d'exploitation de la chalcopryrite et d'un petit tas de minerai encore visible, dans un endroit au-dessus des galeries.

Chapitre II
Géologie régionale

1 La chaîne des Maghrébides

La chaîne des Maghrébides ou chaîne alpine d'Afrique du Nord appartient à l'orogénèse alpine périméditerranéenne d'âge Tertiaire. Elle s'étend de l'Ouest à l'Est sur environ 2000 Km.

La chaîne a été la conséquence de la convergence et de la collision d'une partie de la marge sud Européenne avec la marge Nord-africaine d'un bassin Téthysien Maghrébine (wildi, 1983).

Cette chaîne des Maghrébides forme un grand ensemble géologique (kieken 1962). Les structures se manifestent par la superposition d'unités allochtones charriées sur des terrains autochtones préatlasiens subdivisées en deux grands domaines : le domaine interne et le domaine externe (fig06).

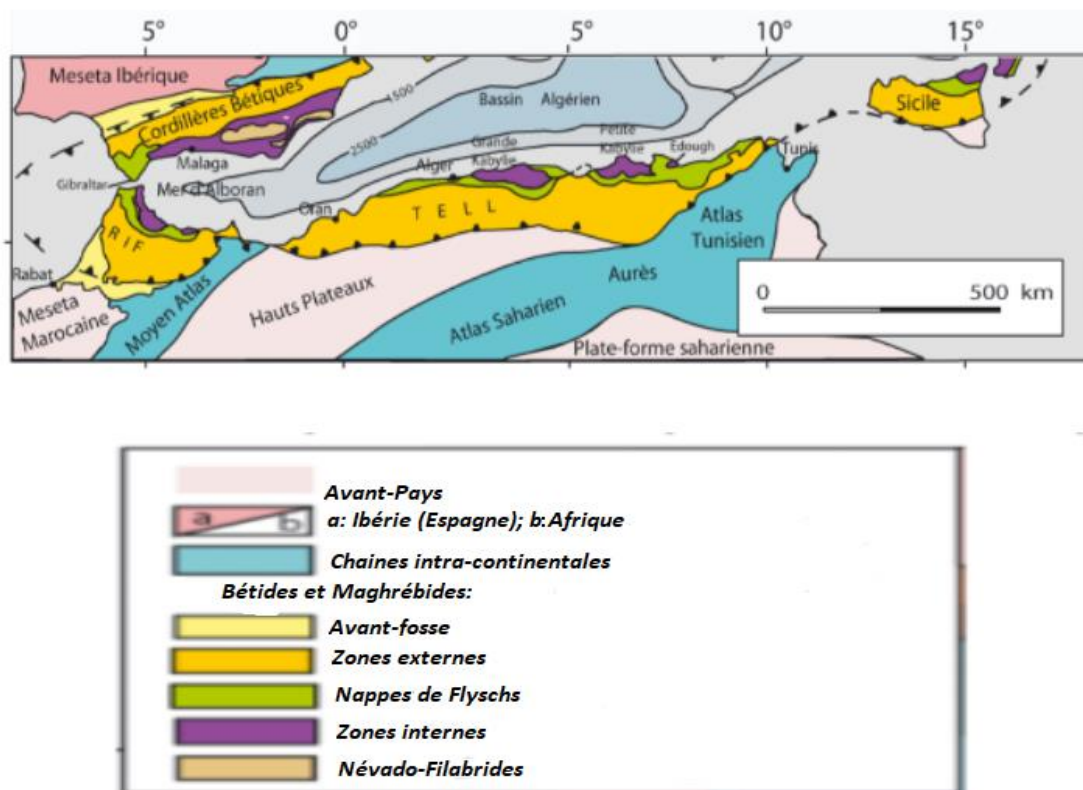


Figure 6: Schéma structural des chaînes alpines de la Méditerranée occidentale (d'après (chalouan 2008))

2 Structure de la chaîne des Maghrébides

2.1 Les zones internes

Elles sont représentées par les massifs anciens littoraux d'âge paléozoïque à antépaleozoïque nommés Socle Kabyle. Ce dernier est constitué essentiellement de roches métamorphiques délimitées sa partie méridionale par une couverture sédimentaire, la dorsale Kabyle ou chaîne calcaire d'âge Secondaire à Tertiaire (Fig7).

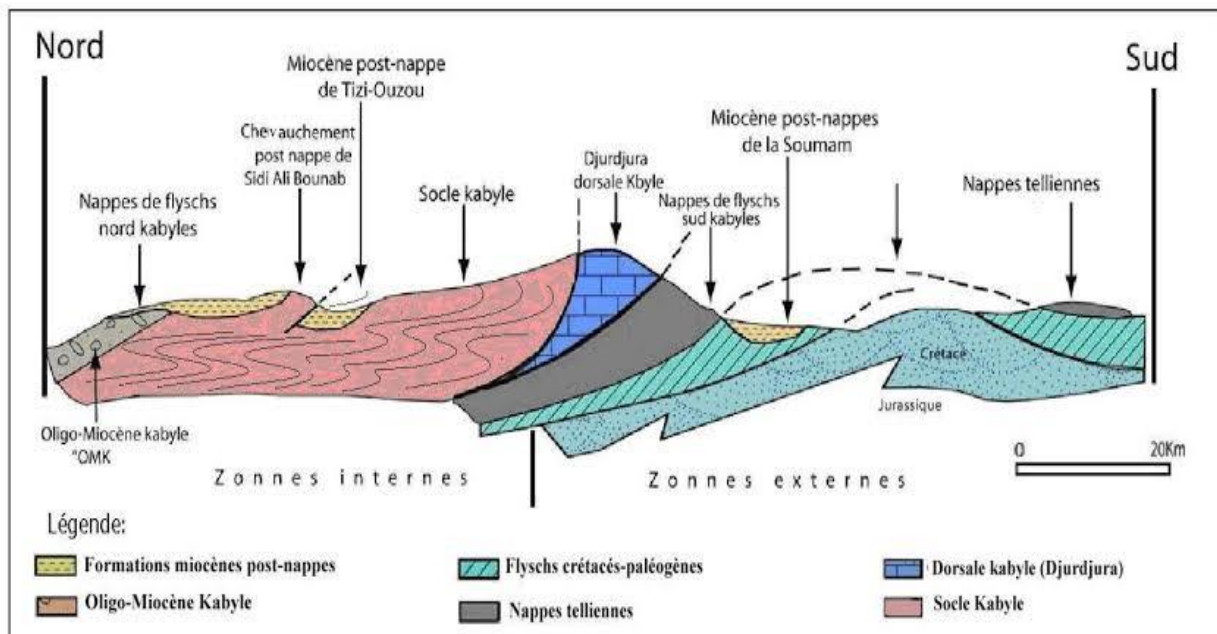


Figure 7: Coupe synthétique interprétative N-S de la partie centrale du Domaine tellien (Durand Delga 1969 ; modifiée par Aïte, 1994)

2.1.1 Le Socle kabyle

Le Socle Kabyle d'âge proterozoïque, affleure enprintements en petite Kabylie qui s'étend de Nord au Sud environ 50 km et de l'Est vers l'Ouest environ 150 km. Ce Socle est caractérisé par des formations cristallophylliennes, représentées par des gneiss, des micaschistes, des schistes, des amphibolites et des granulites.

Le socle constitue un complexe métamorphique qui comporte trois ensembles structuraux différents sur le plan lithologique (Bossière 1970-1980), une série gneissique fortement métamorphique considérée comme noyaux du socle, et une série

schisteuse épimétamorphique considérée comme couverture elle est. La troisième est composée de schistes argileux et silteux.

La série gneissique :

Est représentée de bas en haut par :

- Des quartzites à biotite ;
- Des gneiss ocellés dont les caractères pétrographiques et minéralogiques montrent leur origine orthodérivé ;
- des gneiss fins plagioclassiques plus au moins migmatitiques qui dérivent par métamorphisme d'une série détritico-pélique (paragneiss).

A l'intérieur de cet ensemble sont interstratifiés des niveaux d'amphibolite et des marbres, alors que la série schisteuse surmonte la série des gneiss (métamorphisme de granite tardi- hercynien) sans qu'il soit possible d'en observer nettement le contact.

La série schisteuse Présente deux zones :

- Une zone basale à biotite (micaschistes et schistes à biotite) ;
- Une zone sommitale à chlorite (chloritoschiste, séricitoschistes).

2.1.2 La Dorsale Kabyle

Appelée également chaîne calcaire, elle représente la couverture de Socle cristallophyllien. Elle est caractérisée par des faciès argilo-gréseux d'âge Triasique, des marno-calcaires jurassiques et des niveaux détritiques, l'Eocène. Cette chaîne est subdivisée en trois unités de Nord au Sud en distingue :

Dorsale interne : Elle est constituée par une série conglomératique et gréseuse à la base, calcaire au sommet, dont l'âge allant du Permo-Trias jusqu' au Néocomien. Depuis elle est restée émergée jusqu'au Paléocène, ce dernier surmonté par des calcaires néritiques massifs riches en microfaune benthique qui atteignent le sommet du Lutétien.

Dorsale médiane : Elle montre, à la base, la même série que la dorsale interne qui peut cependant atteindre le Barrémien. Le Crétacé supérieur, le Paléocène, l'Eocène (Jusqu'au Lutétien inférieur) sont représentés par une série de faible épaisseur caractérisée par un marno-calcaires à microfaunes pélagiques.

La Dorsale externe : Elle est constituée par un Lias particulier souvent à Ammonites et Rhynchonelles puis par des séries détritiques conglomératiques du Dogger- Malm se terminant par des Radiolaires, des séries gréseuses du Crétacé inférieur et d'épaisse séries détritiques grossiers surtout calcaires du Sénonien au Lutétien.

2.2 *Domaine des flyschs :*

Représente un ensemble de nappes avec des formations détritiques datées du Jurassique moyen à l'Eocène (Fig8). Il correspond à un secteur marin profond mis en place par un courant de turbidité. Les sédiments sont constitués par une alternance de grés et marnes accumulés dans le bassin océanique. Du Nord au Sud en distingue : le Flysch Maurétanien ; Massylien ; Numidien.

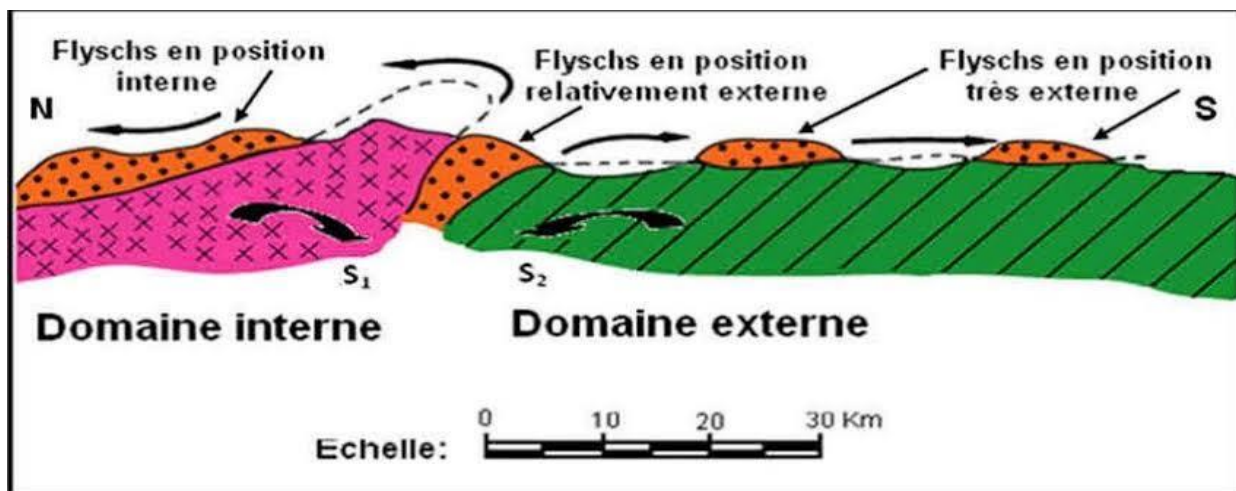


Figure 8: Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides

2.2.1 *Le Flysch Maurétanien*

Il occupe une position interne, présentant à la base des dépôts Jurassiques qui débutent par des formations grés-carbonatées du Néocomien, passant ensuite à des faciès gréseux du Barrémien-Albien moyen, puis carbonaté de l'Albien supérieur.

2.2.2 *Le Flysch massylien*

Il occupe une position externe, à la base il est représenté par des marnes argileuses d'âge Crétacé-Eocène à niveau conglomératiques et des passées de micro-brèches d'où son nom de flysch à micro-brèches.

2.2.3 *Le Flysch Numidien*

Il occupe une position structurale élevée. Il est, représenté par des niveaux épais de grès alternant avec des passées d'argiles du Stampien-Aquitainien.

2.3 *Les zones externes*

Elle se situent dans le domaine tellien formé par un ensemble de nappes allochtones pelliculaires constituées principalement de marnes d'âge Crétacé moyen à Néogène et ayant été charriées sur une centaine de km vers le Sud. En distingue du Nord au Sud :

Les Nappes Ultra-telliennes, composée d'une formation bathyale du Crétacé à l'Eocène et une série plus détritique au Sénonien et à l'Eocène. Elles ne sont connues que dans l'Est algérien et en Tunisie. Elles présentent des caractères proches de ceux du flysch massylien.

Les Nappes Telliennes, sensu-stricto, sont formées d'un Lias de plate-forme surmonté de Jurassique plus marneux, puis par un Crétacé détritique, qui devient marneux à argilo-calcaire et enfin l'Eocène aux marnes épaisses.

Les Nappes Péni-telliennes, dont les séries néritiques du Crétacé à l'Oligocène sont Carbonatées et marneuses.

Chapitre III
Géologie locale

1 Introduction

Le massif de Beni Amrane est le prolongement occidentale du massif de grande Kabylie et présente les mêmes formations que ce dernier : les gneiss à la base et les schistes au sommet.

La région d'étude est située à l'Ouest du village de Beni Amrane, au voisinage de la région d'Ait Khelifa. Les formations lithologiques dans ce secteur sont caractérisées seulement par des schistes à intercalation de quartzites et de rares niveaux carbonatés.

2 Contenu lithologique de la zone d'étude

L'étude de la succession lithologique montre les formations suivantes :

- Une formation basale schisto-quartzitique.
- Une formation médiane minéralisée.
- Une formation sommitale schisteuse.

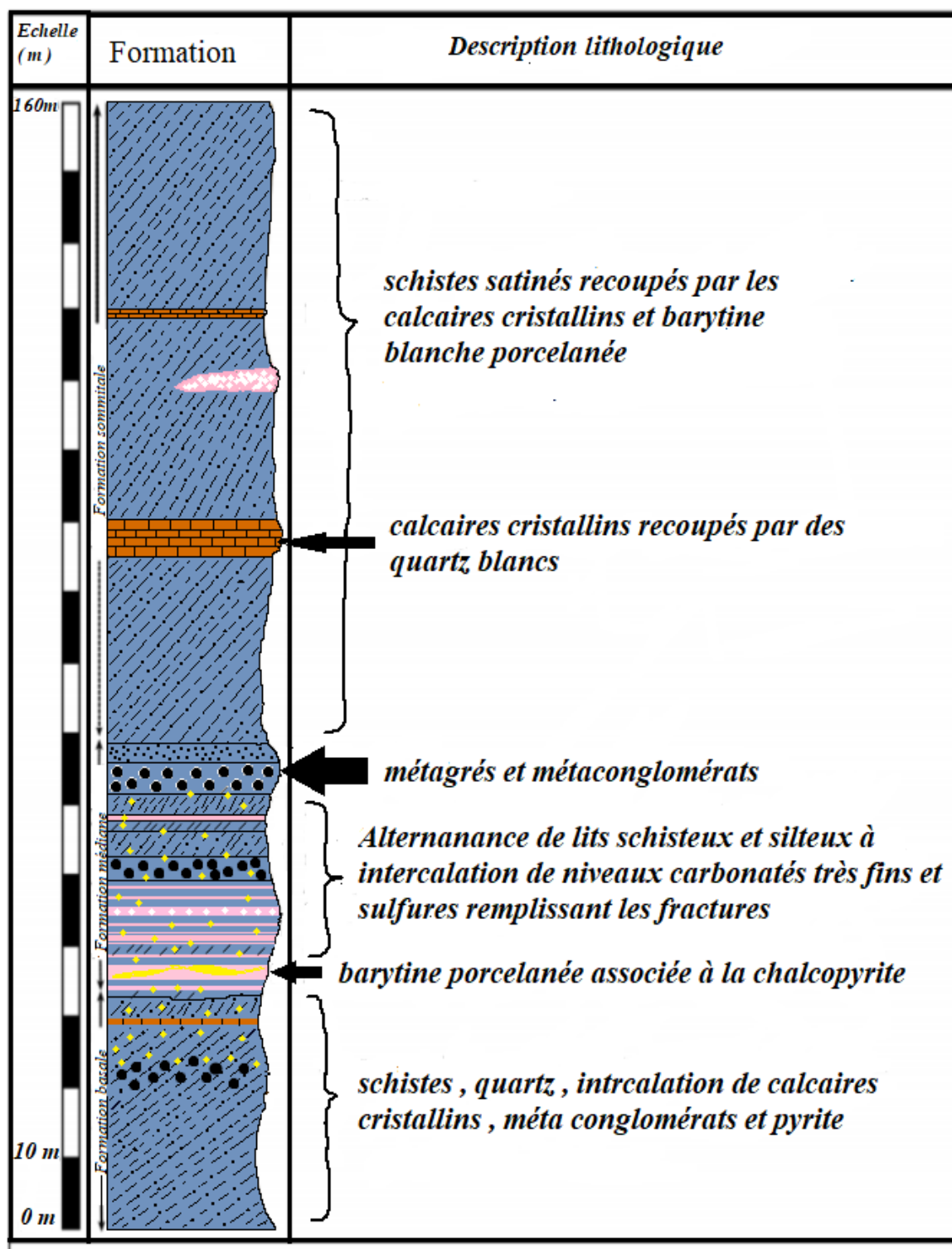


Figure 9: Log lithologique montrant les différentes formations de secteur d'Ait khelifa

2.1 La formation basale des schistes et quartzites

Cette formation peut atteindre une épaisseur de 50m environ. Elle est formée de schistes satinés à la base, alternant avec des niveaux des quartzites qui sont bien développés vers le sommet (Fig10).

Généralement, ces niveaux sont millimétriques à centimétriques et rarement métriques. Les schistes et quartzites renferment des disséminations de sulfures (pyrite et chalcoppyrite) lorsque dans les zones minéralisées. On note dans les schistes, la présence d'une schistosité ainsi qu'une forte linéation (fig11).



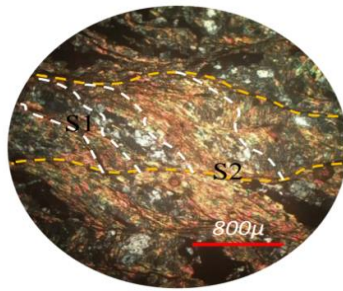
Figure 10: Photo représentant la formation de schistes



Figure 11: Echantillon montrant un schiste satiné à forte linéation

Au microscope les schistes montrent la présence de cristaux de quartz xénomorphes, étirés suivant la schistosité S1 qui est marquée par des petites muscovites (séricites) en plus de nombreux minéraux opaques. L'observation montre également une autre schistosité S2 (schistosité de crénulation) soulignée par hydroxydes de Fer (fig12). Rarement on peut observer la présence de très petits cristaux carbonatés à dolomite ou calcite.

Les niveaux de quartzites représentent des méta-grès fins (silts) et des méta-microconglomérats. Ils montrent une structure iso-granulaire (la taille des grains est autour de 20 μ m) à point triple caractéristique des structure de recuit.



**Figure 12: Vue microscopique
montrant la schistosité S1 et S2 dans un
schiste (L.M en LPA.G×10)
(Boudali.F.2018)**

2.2 La formation médiane minéralisée :

Elle représente une formation qui mesure environ 40m d'épaisseur. Elle est composée essentiellement de séricitoschistes qui renferment globalement deux niveaux principaux de barytine d'environ trois mètres pour chacune (fig13).



**Figure 13 : Affleurement d'un niveau métrique de schiste satiné à barytine
(Boudali.F.2018)**

Il existe une alternance millimétrique à centimétrique entre les niveaux de barytine et parfois décimétrique entre les schistes satinés et barytine, cette dernière est parfois plissée (fig14.15)



Figure 15: Alternance des niveaux centimétriques des lits de schiste et lits de barytine (Boudali.F.2018)



Figure 14: Schiste encaissant un niveau de barytine plissée et fracturée (Boudali.F.2018)

Aux niveaux sommitaux des formations minéralisées coiffent cette formation par des bancs de méta-grès fins et micro-conglomérats à dragées de quartz visibles à l'œil nu (fig16). La pyrite et la chalcoppyrite sont représentées sous forme des disséminations et des remplissages de microfractures dans niveaux méta détritiques.



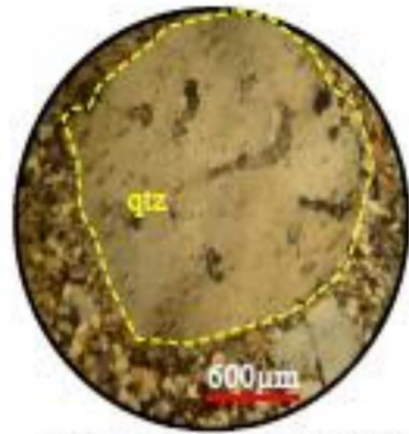
Figure 16: Aspect d'un méta-microconglomérat à dragées de quartz (Boudali.F.2018)

Macroscopiquement, ces conglomérats composés par des éléments de quartz poly à monocristallins (fig18), de taille d'environ 50µm par fois, ces éléments représentent des remplissages de quartz très fins aux niveaux des fractures (fig17).

Ces éléments sont cimentés par une matrice argileuse et siliceuse de taille de 5µm, et parfois sont de nature dolomitique avec d'autres éléments de dolomie recristallisées.

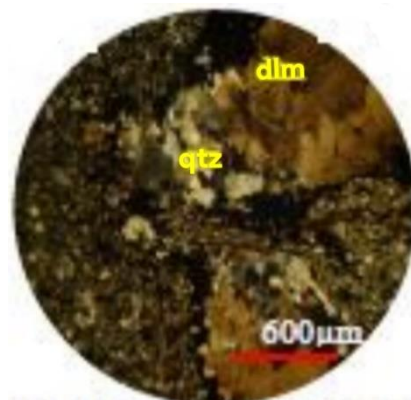


**Figure18 : Vue
microscopique d'un galet de
quartz polycristallin (LPA)
(Boudali.F.2018)**



**Figure 17 : Galet de quartz
monocristallin (LPA.G×4)
(Boudali.F.2018)**

La figure19 montre les microconglomérats à quartz de petite taille avec une matrice siliceuse très fine (2 à5 μm), les grains sont étirés et marquent la schistosité S1 qui est accompagnée par de la séricite et des minéraux opaques tardifs dont certains occupent les fractures dans ce microconglomérat.



**Figure 19: Vue microscopique de microconglomérats à matrice très fine
souligné par de la séricite et des minéraux opaques (LPA.G×10) (Boudali.F.2018)**

2.3 Formation des schistes et des carbonates :

D'après l'observation macroscopique, les schistes représentent une pile de 100 m d'épaisseur, ils montrent une patine de colleur brunâtre, ils présentent un aspect monotone et sont recoupés par des lentilles de quartz bien visibles (fig20).

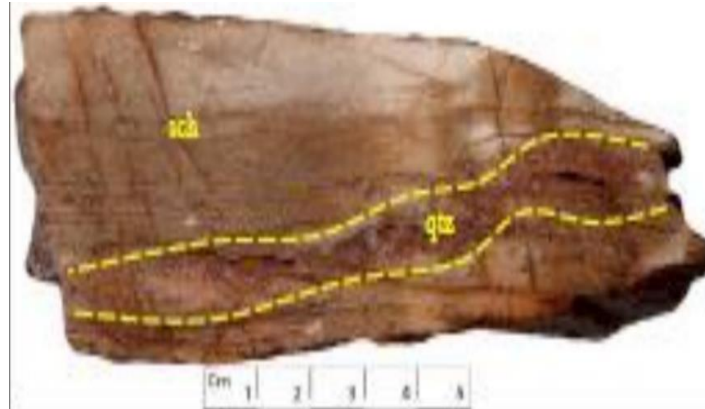


Figure 20: Echantillon de schiste satiné montant une patine de couleur brunâtre recoupé par des lentilles de quartz (Boudali.F.2018)

La figure 22 représente un premier niveau discontinu de dolomie avec une patine brunâtre et gros cristaux qui mesurent environ 2 à 3 m d'épaisseur, ce niveau est recoupé par des veinules de quartz blanc laiteux. Les échantillons pris dans ce niveau apparaissent un peu denses et laissent supposer l'existence de la barytine, ce qui a été confirmé lors de l'observation des lames minces (fig21).



Figure 22: Dolomie brunâtre recoupé par du quartz blanc laiteux (Boudali.F.2018)



Figure 21: Echantillon de dolomite massive (Boudali.F.2018)

Le deuxième niveau affleure vers le sommet de la formation et est représenté par des calcaires cristallins de couleur grisâtre. Le second indice étudié de barytine occupe la partie sommitale de cette formation schisteuse. L'alternance entre les lits de quartz fin et les lits à séricite est très claire. Dans ces passages le plissement est peu perceptible.

Les observations microscopiques des lames minces révèlent que :

La formation de schistes est composée par de petits grains de quartz dont la granulométrie comprise entre 30 à 120 micron environ. Ils forment souvent des lentilles de quartz recristallisé à peu près conforme à la schistosité qui est entourée par de petites paillettes de séricite et des enduits ferrugineux.

L'existence de nombreuses fentes perpendiculaires ou transverses sur la schistosité remplies de quartz, de minéraux opaques et d'enduits ferrugineux. Dans ces schistes la schistosité de crénulation est très rarement visible (Fig24).

L'observation de la roche carbonatée montre qu'elle est formée par de gros cristaux de calcite (ou dolomite) sub-automorphes à xénomorphes dont la taille est comprise entre 400 et 600 microns. Ces grains montrent souvent des macles mécaniques (Fig23). Parfois, la roche apparaît très bréchifiée et la granulométrie devient beaucoup plus fine.

Les minéraux carbonatés sont remplacés dans beaucoup de proportion par de la barytine granulaire qui épousent les anciens cristaux carbonatés (Fig.25). La barytine apparaît ainsi en plages et en remplissage de petites fentes. L'observation montre aussi l'existence d'autres fentes plus tardives à calcite et enduits ferrugineux.

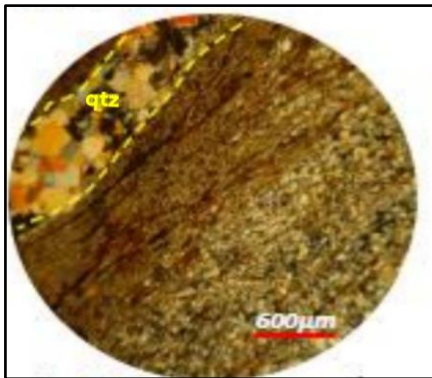


Figure24 : Vue microscopique représente une lentille de quartz qui souligne la schistosité (LPA.G×4) (Boudali.F.2018)

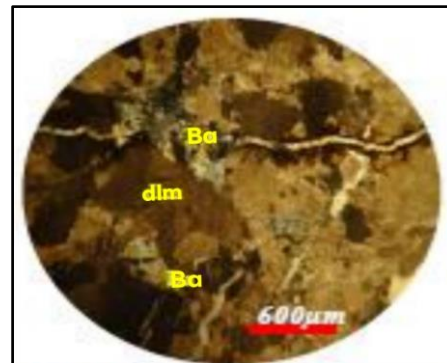


Figure 23 : Vue microscopique montrant des grains de dolomie sub-automorphe à xénomorphe (LPA.G×4) (Boudali.F.2018)

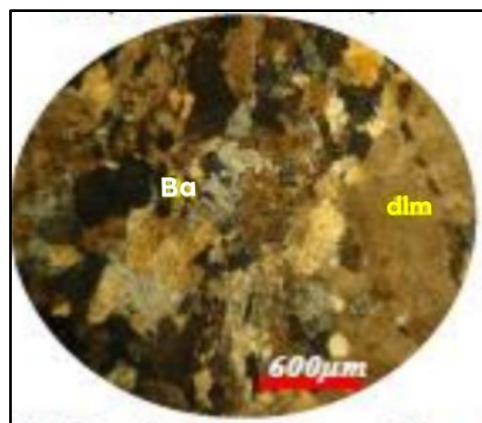


Figure 25 : Grains de barytine granulaires qui épousent d'anciens cristaux carbonatés (LPA.G×4) (Boudali.F.2018)

3 *Tectonique :*

La région est caractérisée par une tectonique cassante qui se traduit par des nombreuses failles, et une tectonique ductile au niveau des schistes et quartzite

3.1 *Tectonique cassante :*

La plupart des failles sont exprimées à petite échelle en failles normales (Fig27) ou décrochantes certaines failles décrochantes ont été mises en évidence grâce aux

linéations bien visibles sur les schistes (Fig26) et ont une tendance générale (N-S, et NW-SW). Ces failles sont traduites à grande échelle, les schistes satinés en témoignent avec leur présence dans les parties sus-jacentes alors qu'ils sont censés être au sommet de la série. On retrouve ces failles plus haut au niveau de la galerie, ils affectent souvent le minerai en le découpant, ceci a causé l'arrêt des travaux de la mine, laissant supposer que la partie manquante a probablement été déplacée par une grande faille.



Figure 27 : Faille normale de direction N160° et pendage 65°SE avec une brèche de faille. (Ait Aldjat Y 2018)



Figure 26 : Faille décrochante dextre montrant un plan de faille, Direction : N-S N180° pendage: 65°SW (Ait Aldjat Y 2018)



Figure 28 : Deux failles conjuguées de direction NS et SW-NE (Ait Aldjat Y 2018)

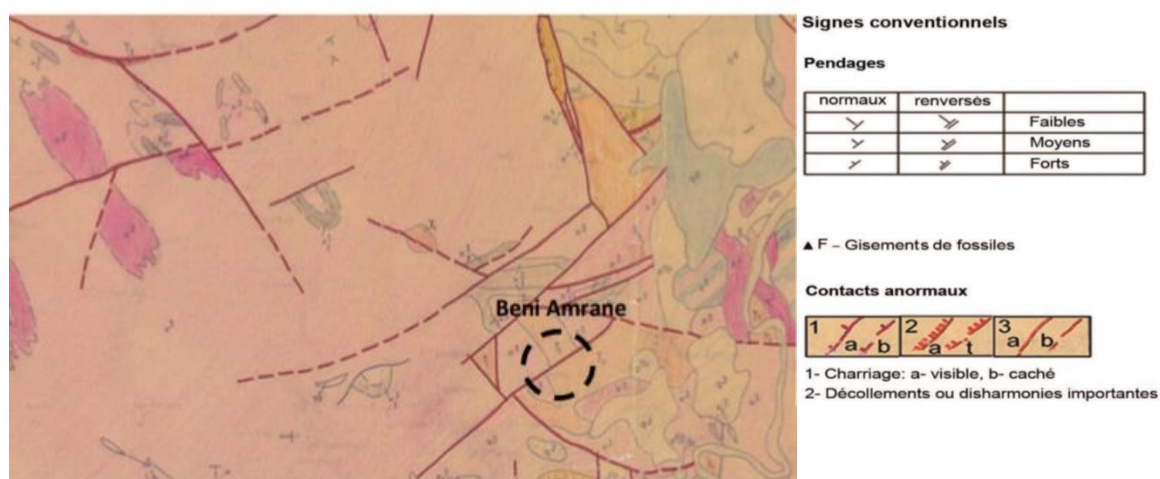


Figure 29 : Carte minute géologique de Palestro qui inclue la région étudiée d'après ORGM 2010 (Ait Aldjat Y 2018)

3.2 *Tectonique ductile :*

La tectonique ductile est exprimée le plus dans les schistes minéralisés et les schistes satinés en relation avec le quartz (Fig30), et aussi la barytine (Fig31).



Figure 30 : Photo montrant un pli au sein d'un schiste satinés (Ait Aldjat Y 2018)



Figure 31 : Photo montrant des schistes plissés à barytine

4 Conclusion

L'étude géologique de la région d'Ait Khelifa montre qu'il est constitué par trois formations essentielles.

Une formation basale composée par des schistes avec une épaisseur d'environ 50m et se termine vers le sommet par des quartzites de quelques millimétriques d'épaisseurs.

Une formation médiane minéralisée d'environ 40m d'épaisseur, composée par une alternance de schiste et de barytine recoupée par des petits fillonets de barytine saccharoïde. A la fin de cette formation, apparait les méta-grès fins constitués de grains étirés de quartz, évolués en méta-microconglomérats.

Une formation sommitale qui atteint les 100m, composé par des schistes fins recoupés par une barytine porcelanée avec un niveau carbonaté, qui correspondent à l'ancien dolomie métamorphisé actuellement.

Ces formations indiquent des structures plissées à grande et à petite échelle dans la plupart des cas exprimant des plis d'entraînement.

Chapitre IV
Etude Gîtologique

1 Introduction :

Le secteur d'étude est caractérisé par de types de minéralisations qui sont encaissés dans les schistes sériciteux. La première s'agit d'une minéralisation à barytine et l'autre tardive à cuivre représentée par la chalcoppyrite (fig32).

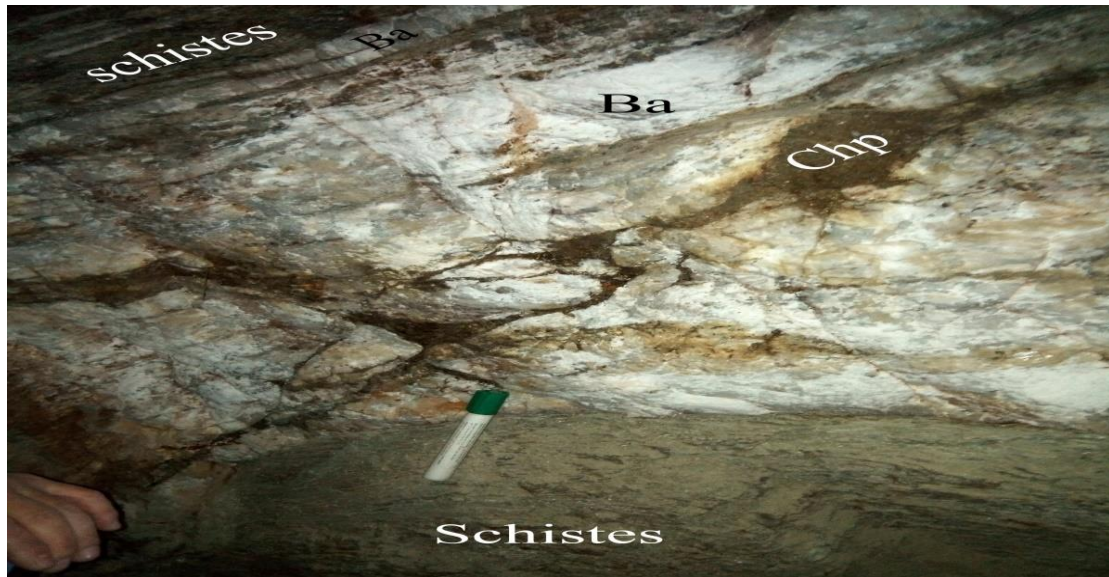


Figure 32 : Photo prise dans la galerie montrant les minéralisations à barytine (Ba) et cuivre, chalcoppyrite (chp)

2 Etude des minéralisations

2.1 Minéralisation à barytine

Les observations de terrain au niveau de la galerie, montrent deux types de barytine encaissés dans les schistes suivant la schistosité de la roche : une barytine de type porcelanée et une autre de type saccharoïde.

➤ La barytine porcelanée :

Ce type de barytine affleure en extension réduite de trois à quatre mètres environ, elle est observée au sommet de la formation schisteuse. Elle apparait sous forme de petits blocs le long de la piste menant aux anciennes galeries d'exploitation. Ses relations avec l'encaissant schisteux ne sont pas nets (fig34). Elle présente une belle couleur blanche avec une texture massive. Elle n'est associée à aucun sulfure ou oxyde (Fig33).



Figure 34 : Affleurement d'un niveau de la barytine porcelanée gris (Boudali.F.2018)



Figure 33 : échantillon de la barytine gris porcelanée de texture massive (Boudali.F.2018)

L'observation microscopique montre l'existence de nombreux clastes de taille différente, les plus gros apparaissent souvent fracturés (fig36). Dans certains cas déchiquetés et marqués par des macles mécaniques disloquées. Ces clastes sont pris dans une matrice à barytine composée de très fins cristaux équants de types farineux (fig35).

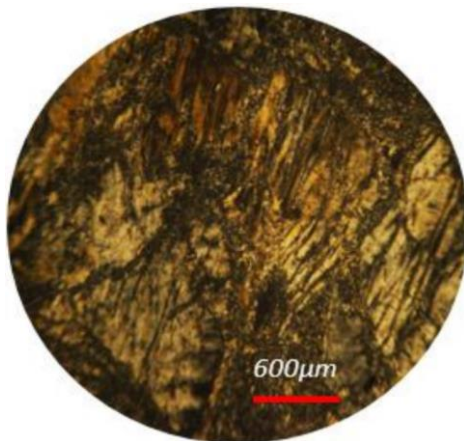


Figure 36 : Barytine à macle mécanique (L.M.LPA.G×4) (Boudali.F.2018)

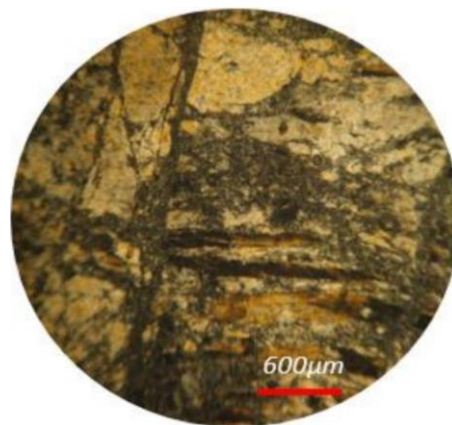


Figure 35 : Barytine fracturée dans une matrice farineuse (L.M.LPA.G×4) (Boudali.F.2018)

➤ *La Barytine Saccharoïde :*

Les minéralisations de ce type de barytine sont intimement liées à la minéralisation de chalcopryrite. L'observation de terrain montre l'existence de deux principaux niveaux minéralisés, de 3 m environ d'épaisseur, séparés par des intercalations millimétriques à décimétriques de niveaux schisteux (fig37). Lorsqu'elle n'est pas touchée par l'altération des oxydes montre une belle couleur blanchâtre (fig39). Cette dernière est bien granulaire, saccharoïde et montre des texture massives et rubanées, ce rubanement est marqué par la présence de chalcopryrite et certaine schistosité (fig38).

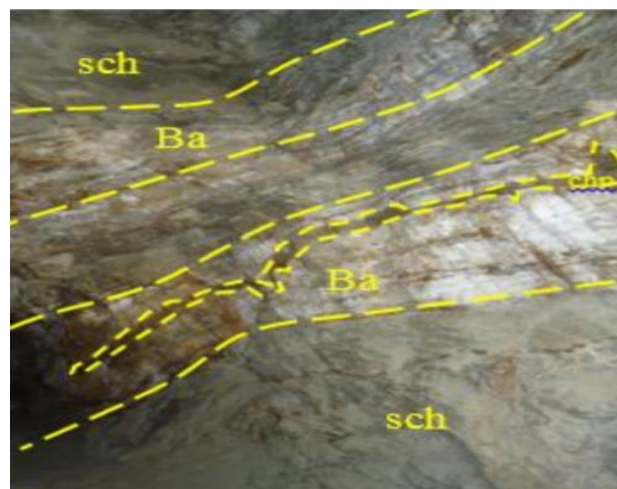


Figure 37 : Alternances de lits de barytine et de schistes (Boudali.F.2018)



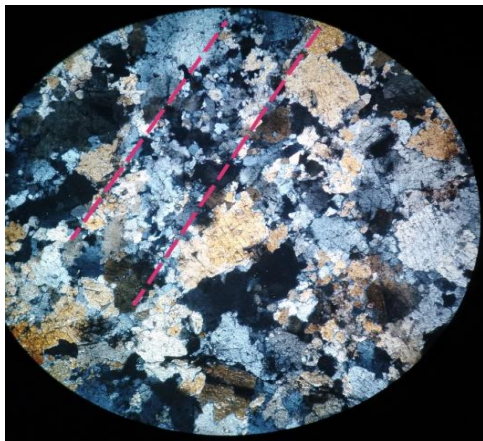
Figure 39 : Echantillon de barytine montrant une texture massive



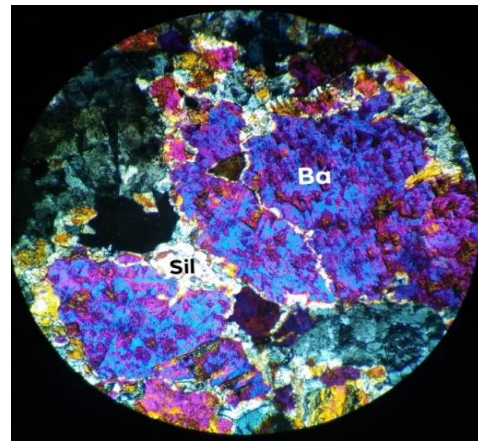
Figure 38 : Echantillon montrant une chalcopryrite recoupée par la barytine

L'observation microscopique montre que la barytine est représentée sous forme de grandes plages xénomorphes recoupées par des petites plages de même nature, ces dernières sont alignées suivant certaine schistosité (fig41). Par fois ces plages sont recoupées par des remplissages de silice de couleur blanche (fig40).

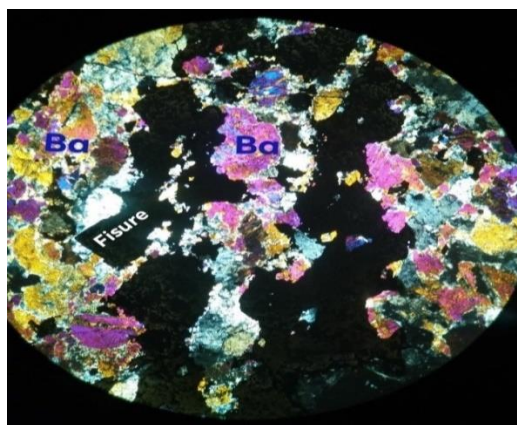
La figure 42 montre des fissures remplies par des sulfures qui recourent les grains de barytine.



**Figure 41 : Vue
microscopique montrant
l'alignement des plages de
barytine (G×4)**



**Figure 40 : Vue
microscopique montrant le
recoupement de la barytine
par la silice (G×10)**



**Figure 42 : Vue microscopique
montrant des fissures remplies de
sulfure dans la barytine (G×4)**

2.2 Minéralisation à Cu (chalcopyrite)

L'observation macroscopique montre que les minéralisations à chalcopyrite sont présentées sous forme de remplissage au niveau des fractures qui recoupe la minéralisation de barytine, cette dernière est altérée par des oxydes (fig43).

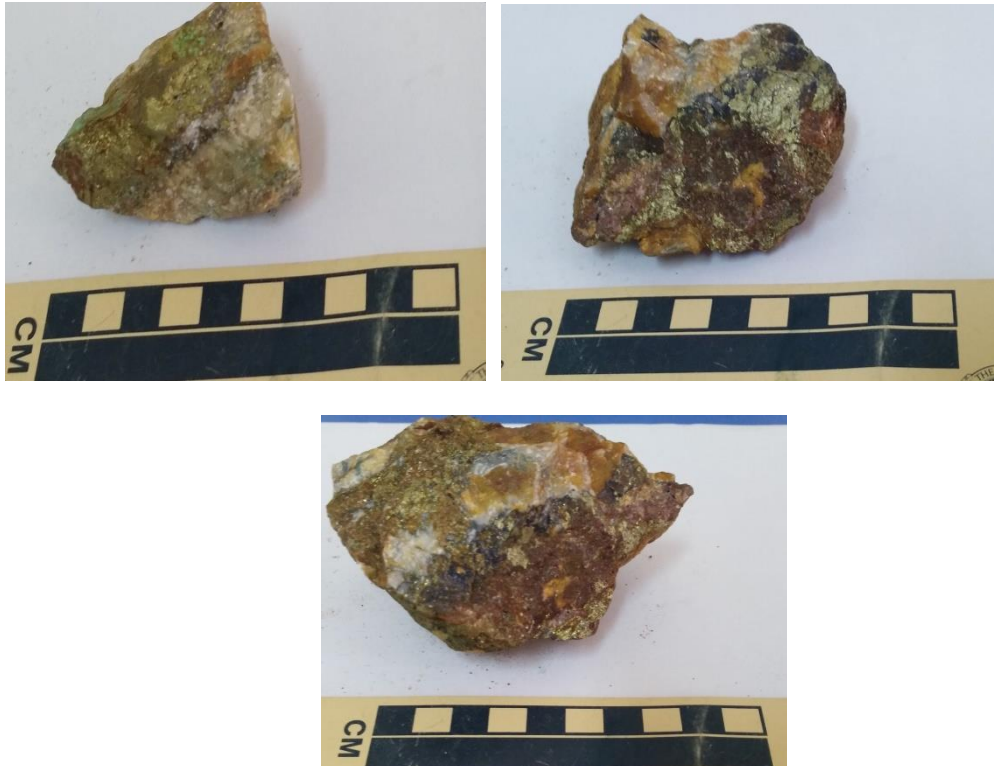


Figure 43 : Echantillons montre le recouplement de barytine par la chalcopyrite qui altéré par des oxydes

L'observation des sections polies montre que la minéralisation de chalcopyrite est représentée soit sous forme des grandes plages plein de petits cristaux de pyrite (fig44), soit apparait sous forme de filon, recoupant franchement le minerai à barytine (fig45).

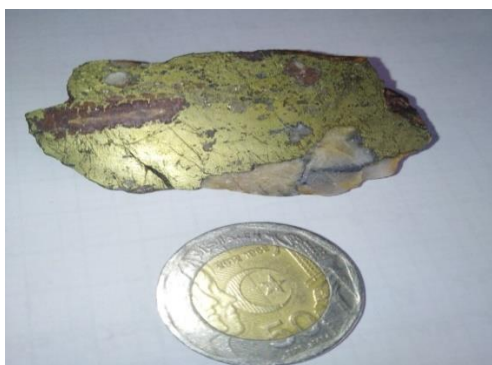


Figure 44 : Vue dans une section polie montrant une grande plage de chalcopyrite



Figure 45: Vue dans une section polie montre le recouvrement de barytine

Sous le microscope la chalcopyrite montre des grandes plages jaunâtre dans nombreux cas recoupe la pyrite qui est représentée sous forme de plages bréchifiées xénomorphe de couleurs brune foncé (fig46.47), l'observation indique l'existence de petite plage soit de bornite (fig49) soit de digénite qui remplace la chalcopyrite (fig48), ensuit la covellite qui replace la chalcopyrite résultante de l'altération super-gène de la chalcopyrite (fig51), enfin l'observation montre des alignements de petit grain de malachite (fig50).

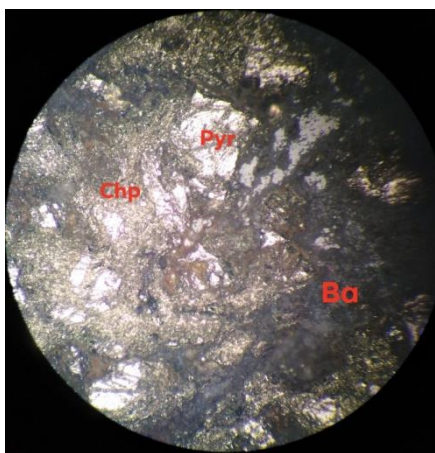


Figure 46 : Vue microscopique dans une section polie montrant le recouvrement de la pyrite par la chalcopyrite (G×4)

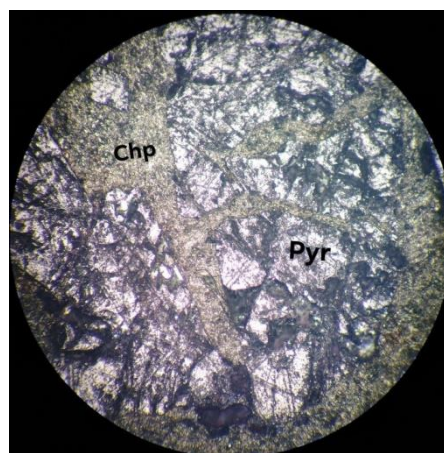


Figure 47 : Vue microscopique dans une section polie montrant la pyrite bréchifiée recoupée la chalcopyrite (G×4)

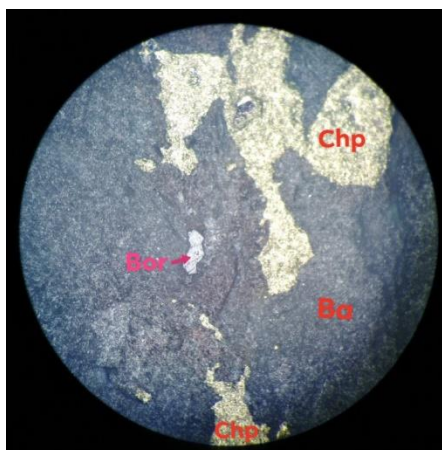


Figure 49 : Vue microscopique dans une section polie montrant une petite plage de bornite (G×4)

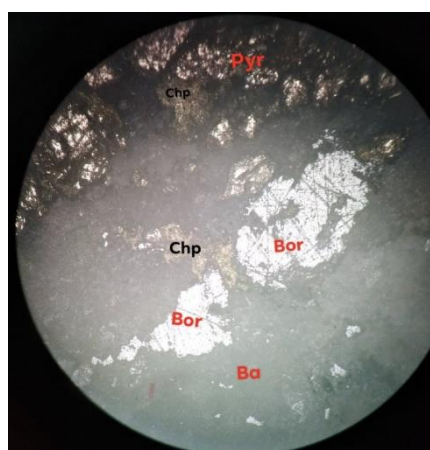


Figure 48 : Vue microscopique dans une section polie montrant le remplacement de la chalcopyrite par la bornite (G×4)

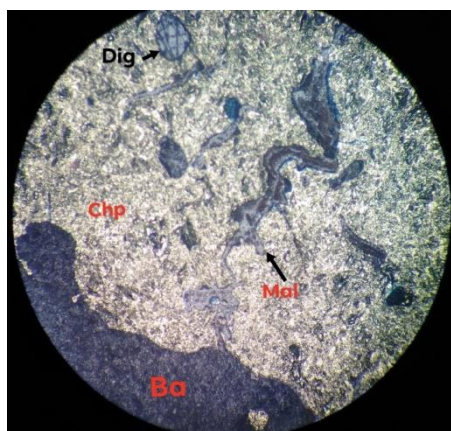


Figure 51 : Vue microscopique dans une section polie montrant l'altération de la chalcopyrite en digénite et en pyrite bréchifiée recoupées par la malachite suivant les fractures (G×4)

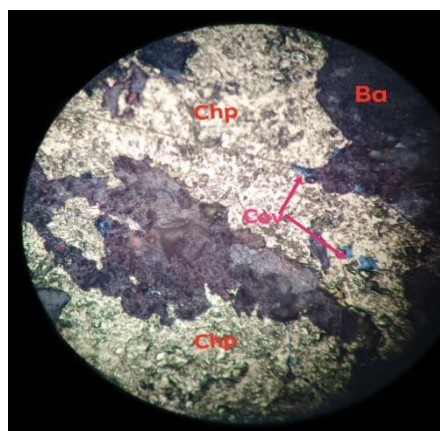


Figure 50 ; Vue microscopique dans une section polie montrant le remplacement de la chalcopyrite par la covellite (G×4)

3 Tableau paragénitique

Minéraux	Métamorphisme	Hydrothermale		Supergène
		Form1	Form2	
Quartz	_____			
Tourmaline		_____		
Séricite	_____			
Chlorite	_____			
Dolomite			_____	
Magnétite	_____			
Hématite	_____	_____	_____	
Martite				_____
Barytine		_____	_____	
Bornite				_____
Pyrite	_____	_____	_____	
Chalcopyrite			_____	
Azurite				_____
Malachite				_____
Limonite				_____
Digénite				_____
Covellite				_____

4 Genèse

Les minéralisations à Ba et Cu ont été classées par Kolli (1997) en :

- stratiformes à sphalérite-galène-pyritechalcopyrite, encaissées dans les niveaux carbonatés du sommet de la série schisteuse ;
- filonien et en lentilles à barytine-galène dans les séries schisteuses.

Ces minéralisations stratiformes sont tardi-hercyniennes à probablement post-hercyniennes. Celle à sphalérite présente de grandes analogies avec les minéralisations karstiques sous-inconformité de la bordure Cévenole (Macquar et al., 1990) dont l'âge mésozoïque est prouvé (Marignac et al., 1992 ; Bossière, 1980; Bouillin et al., 1984, in: Boutaleb et al., 2000).

La paragenèse des filons à barytine suggère qu'il s'agit originellement de minerai (à quartz-barytine-dolomite-pyrite-(adulaire ou illite)-smectite) similaire à celui des filons de barytine du Massif Central français dont l'âge mésozoïque est reconnu. La mylonitisation qui affecte les gneiss et la série schisteuse se retrouve aussi dans la minéralisation. Elle serait liée au cycle alpin et l'âge probable est crétacé inférieur (Cheilletz et al., 1994)

5 Conclusion

L'étude gîtologique de la région d'Ait Khelifa est caractérisée par une minéralisation à cuivre-barytine encaissée dans les schistes.

La minéralisation à barytine montre deux types : l'un porcelanée, et une autre saccharoïde.

Les observations microscopiques montrent une barytine xenomorphe recoupée par de la chalcopyrite et de la silice. Souvent, les grains de cette dernière sont allongés suivant la schistosité.

La minéralisation sulfurée à chalcopyrite observée au microscope montre la présence de grandes plages de chalcopyrite renfermant en inclusion de pyrite et de nombreux minéraux d'altération supergène tel que: la digénite, bornite, malachite, covellite et rare azurite.

Conclusion Générale
Et Bibliographie

Conclusion Générale et Bibliographie

Conclusion Générale

Le massif de Beni Amrane , fait partie de prolongement de socle cristallophyllien de Grand Kabylie, l'étude géologique de secteur d'Ait Khelifa montre que la région est partitionnée en trois formation métamorphique principale :

Une formation à la base qui comprend des schistes et quartzites.

Une formation minéralisée, encaissant la minéralisation à barytine et chalcopryrite.

En fin une formation sommitale constituée par des schistes fins à intercalation des niveaux carbonate avec une schistosité S1 S2 bien marquée.

La région est affectée par une tectonique intense qui a subi plusieurs phases de déformations, des failles ;et des plis au niveau des schistes et quartzite.

Les minéralisations à barytine apparaissent en deux types :

La première porcelanée marquée au niveau des schistes sommitaux qui présente des textures massives avec une belle couleur.

La deuxième saccharoïde associée aux minéralisations de chalcopryrite et caractérisée par des structures rubanées.

Les minéralisations à chalcopryrite apparaissent en veinules qui recoupe la barytine.

L'observation microscopique montre :

La présence de deux formes différentes de plages de barytine alignées suivant la schistosité.

La chalcopryrite est présentée sous forme des grands plages recoupées par des minéraux d'altération supergène.

Conclusion Générale et Bibliographie

Références bibliographiques

Ait Aldjat Y(2018). Minéralisations ferrifères à magnétite et barytine de la région nord de Beni-Amrane (p18,19,20).

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

Boudali.f(2018). Etude géologique et géochimique des minéralisations à Ba, Cu, Pb d'Ait Khelifa, Beni Amrane (Nord Algérien) mémoire master.

Boullin.J.P(1986). Le « bassin maghrébine » une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes.Bull.soc.géol.france.p547-558.

Boussier.G(1980). Un complexe métamorphique polycyclique et blastomylonisation. Etude pétrologique de la partie occidentale de massif de grande Kabylie(Algérien) thèse.Sc.Nates.p207.

Durand.D(1969). Mis au point sur la structure de N-E de la Berbérie Bull.Serv.carte géolo.Algerie N.5.

Gani.R (1988). Etude pétro-structurale des massifs cristallins de Larbaa Nath Irathen et de Djemaa Saharidj (Grande Kabylie). Thèse Magister, Alger.

Kieken.M(1962). Esquisse tectonique de l'Algérie (Algérie de Nord) .Bull.serv.Cartegéol.Algérie n°32, 31p.

Kolli.O(1997). Géologie des minéralisations à Ba, Pb, Zn (Cu-Fe) de socle cristallin de grand kabylie p 2,3 ,9.

Loudra.I(2016). Etude de la vulnérabilité des eaux souterraines de la plaine alluviale de haut sébaou par la méthode de parastchim.p12.

Mererzi A(2015). Les formations évaporitiques triasiques des Hautes Plaines Sétifiennes(NE Algérien) : Répartition et caractérisation des substances minérales associées(p13).

Saadallah A. (1992). Le cristallin de la grande Kabylie (Algérie) : sa place dans la chaîne Maghrébides. (Thèse pour grade de Docteur en Sciences 1992).

Conclusion Générale et Bibliographie

Wildi.W(1983). La chaîne cello-rifaine (Algérie-Maroc-Tunisie) structure stratigraphie et évolution de Trias au miocène.Rev.de géol.dynam.et géogra.physique.vol. p 201,297.

Livres

LIVRET GUIDE FIELD-TRIP GUIDEBOOK .Géodynamique et Minéralisation des Formations Paléoprotérozoïques pour un Développement Durable