

N° d'ordre :



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**Université d'Oran 2**

**Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers Département des Sciences de la  
Terre**

**Mémoire**

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences de la Terre Option :  
Ressources Minérales, Géo matériaux et Environnement 2023-2024

**Etude : Indice de minéralisation à barytine-chalcopryrite dans la région de Ait  
Khelifa, Béni Amrane (Grande Kabylie, Chaîne des Maghrébides)**

Par: **Franck EKOMO**

Soutenu le 12 Juin 2024

**Jury**

**M<sup>me</sup> LAGRAA BENRAMDANE K. M.C.A. Université d'Oran 2 Présidente**

**M BENRAMDANE H., M.A.A. Université d'Oran 2 Rapporteur**

**M KOLLI O., Professeur USTHB, Bab Ezzouar, Alger, Co-rapporteur**

**M TABELIOUNA M., Professeur Université Oran 2 Examineur**

## **REMERCIEMENTS**

*Il m'est agréable à travers ces quelques lignes d'exprimer toute ma gratitude et mes remerciements envers les personnes qui m'ont aidé et m'ont soutenues tout au long de mon mémoire.*

*J'adresse mes remerciements à M. M. **Tabeliouna** qui me fait honneur de présider le jury.*

*Mon plus vif remerciement et gratitude vont à l'endroit au Professeur **O. Kolti**, qui m'a proposé, emmené sur le terrain faisant preuve de disponibilité et accepté de me corriger avec de pertinentes remarques. Qu'elle trouve ici, l'expression de ma profonde et éternelle gratitude.*

*Ma gratitude à M. **H. Benramdane**, pour son encadrement, suivi, patience et surtout de soutien permanent et conseils tout au long de ce travail. Qu'il trouve ici, l'expression de ma profonde et éternelle gratitude.*

*A Madame **K. Lagraa**, de m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail, pour ses précieux efforts tout au long de ma formation, notamment en Master, ici en Algérie.*

*A M. **H. Bouza** d'avoir dirigé mes travaux de laboratoire pour la confection des lames minces. Mes sincères remerciements.*

*Enfin, je remercie le corps professoral et le personnel administratif du Département de Géologie de l'Université d'Oran 2*

*A mon pays le Gabon qui m'a permis de faire mes études en Algérie, et à l'Algérie pour son accueil chaleureux.*

## **SOMMAIRE**

### *REMERCIEMENT*

SOMMAIRE.....	<i>I</i>
RESUME.....	<i>II</i>
ABSTRACT.....	<i>III</i>

## **CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE**

- 1. But du travail**
- 2. Méthodes de travail**
- 3. Historique des travaux antérieures**

## **CHAPITRE II : GEOLOGIE REGIONALE**

- 1. Aperçu géographique de la région Béni Amrane, village Aït Khelifa**
- 2. Présentation de la grande Kabylie**
- 3. Géologie de la chaîne des Maghrebides**
- 4. Domaine interne**
- 5. Aperçu sur la géologie de la Grande Kabylie**

## **CHAPITRE III : GEOLOGIE LOCALE**

- 1. Introduction**
- 2. Formation de gneiss à grain de quartz étirés**
- 3. Formation de schiste à baryte**
- 4. Schiste sombre et plissé**
- 5. Schiste à lentille de quartz et chalcoppyrite**
- 6. Schiste à lentille de quartzite et dissémination de chalcoppyrite**
- 7. Formation schiste sombre à calcaire marmorisé et à lentille de quartz**

## **CHAPITRE IV : GITOLOGIE LOCALE**

- 1. Introduction**
- 2. Minéralisation de chalcopyrite/pyrite**
- 3. Minéralisation de Barytine**
- 4. Conclusion**

## **CHAPITRE V : CONCLUSION GENERALE**

## **Résumé**

Le massif de Béni Amrane fait partie du socle kabyle, socle reconnu aujourd'hui en Algérie pour ses différentes minéralisations comme de plomb-zinc, de barytine, de fer, de cuivre et même de quelques terres rares.

Dans le massif de Béni Amrane on trouve majoritairement des faciès de granitogneiss et plusieurs variétés de schistes ; schiste à séricite muscovite, schiste à lentille de quartz, schiste à baryte, faciès répandus dans tout le socle Kabyle. Le massif de Béni Amrane étant une zone de charriage, cela nous obligera à ne pas considérer la succession litho-stratigraphique observée sur le terrain mais à en réorganiser une nouvelle en corrigeant des effets du charriage.

Comme cité préalablement, le socle kabyle sur lequel se trouve le massif de Béni Amrane est assez riche en minéralisation et le massif de Béni Amrane ne déroge pas à la règle car il contient en grande majorité des minéralisations de barytine de chalcopryrite et de pyrite qui accompagnent les quartz en remplissant les plans de schistosité et les failles causées par la tectonique.

## **Abstract**

The Béni Amrane massif is part of the Kabyle basement, which is recognized today in Algeria for its various mineralizations such as lead-zinc, barite, iron, copper, and even some rare earth elements.

In the Béni Amrane massif, we primarily find granite-gneiss facies and several varieties of schists ; sericite-muscovite schist, quartz-lens schist, barite schist, facies widespread throughout the Kabyle basement. Since the Béni Amrane massif is a thrust zone, we will need to disregard the lithostratigraphic succession observed in the field and reorganize it by correcting for the effects of thrusting.

As previously mentioned, the Kabyle basement, where the Béni Amrane massif is located, is quite rich in mineralization, and the Béni Amrane massif is no exception. It mainly contains mineralizations of barite, chalcopryrite, and pyrite, which accompany the quartz by filling the schistosity planes and faults caused by tectonics.

## **LISTE DES FIGURES**

*Fig. 1 : situation géographique de la région de Beni Amrane et Aït Khelifa ; (extrait images Google earth).*

*Figure 2 : localisation de la zone d'étude par rapport à Aït Khelifa*

*Fig. 3 : orogène alpin périméditerranéen (d'après Durand-Delga, 1969).*

*Fig. 4 : coupe synthétique N-S schématisant les rapports structuraux entre les différentes domaines et unités structurales de la chaîne des Maghrébides ; Villa J.M. (1980), Mise au point sur la structure orientale et des confins algéro-tunisiens, thèse docteur ès sciences, Paris VI*

*Fig. 5 carte géologique d'Algérie, Betier 1952*

*Fig. 6 : coupe stratigraphique de la zone d'étude*

*Fig. 7 : log corrigé*

*Fig. 8 : carte des gîtes minéraux de l'Algérie à l'échelle  $E=1/500000$  cm, le service géologie des mines et de la géologie, 1965*

*Fig. 9 Tableau de succession paragéométrique*

## **LISTE DES PHOTOS**

*Photo 1. Gneiss de la partie supérieur de la zone d'étude montrant la foliation causée par le métamorphisme*

*Photo 2 : remplissage d'une veine de quartz avec des inclusions de chalcopryrite et recouverts*

*Photo 3 : photo de la roche à la binoculaire*

*Photo 4 : photo en section polie en LPNA*

*Photo 5 : schistes sombres*

*Photo 6 : macroscopique montrant une veine de quartz*

*Photo 7 : échantillon en lame mince*

*Photo 8 : vue en lame mince au microscope de la séricite muscovite*

*Photo 9 : échantillon macroscopique montrant la chalcopryrite dans du quartz, et l'oxyde de fer qui remplit les fissures*

*Photo 10 : lame mince de l'échantillon montrant des quartz et de la baryte*

*Photo11 : la galerie*

*Photo12 : veine de chalcopryrite et amas de baryte sur la paroi de la galerie*

*Photo 13 : deux veines de quartz qui se recourent et une inclusion de chalcopryrite*

*photo : 14 échantillon brut de remplissage*

*Photo 15 : grain de chalcopryrite dans les schistes à barytine*

*Photo 16 : association de chalcopryrite et quartz dans les parois de la galerie*

*Photo 17 : inclusion de chalcopryrite dans une veine de quartz*

*Photo 18 : association de quartz et chalcopryrite*

*Photo 19 : muscovite associée au quartz, d'une lame mince en LPA*

*Photo 20 : grain de chalcopryrite sur les deux échantillons prélevés.*

*Photo 21 : lame mince montrant la minéralisation de la muscovite*

*Photo 22 : baryte au microscope inclus dans des quartz*

*Photo 23 : veine de baryte dans les schistes*

*Photo 24 : baryte à texture de porcelaine*

*Photo 25 : brèchification de la baryte par la calcédoine après la fracturation en lame mince*

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**Baaliouamer Y. et Saci N.Z. Master traitant de la synthèse sur les minéralisations ferrifères et à barytine du secteur d'Ain-Oudrer (Beni-Amrane (2020-2021), USTHB.**

**Bouillin J.P. (1986). Le bassin maghrébin : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes. Bull. Soc. Géol. France, 8(2) 547-558.**

**Durand-Delga M. (1969). Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. Publ. Serv. Géol. Algérie, n°39, 89-131.**

**O. Kolli (2017).**

**O. Kolli et al. Dépôts minéraux et procédés de traitement (1999)**

**Sadat S.A. et Ait Aldjet Y. mémoire sur les minéralisations ferrifères à magnétites et barytine de la région nord de Beni-Amrane (2017-2018).**

**Villa J.M. (1980). La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse Docteur ès Sciences. Paris VI, 3 vol, 663 p... 199 fig., 40 pl., 7 pl.**

**Wildi W. (1983). La chaîne tello rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. Rev. Géol. Dyn. Géog. Phys., (24), 3. pp 201-297.**

## CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

### I.1 Introduction

Le socle de Grande Kabylie appartenant à la Chaîne des Maghrébides (tronçon de la chaîne alpine périméditerranéenne) est reconnu aujourd'hui comme une unité métallogénique, par les nombreux gîtes, gisements et indices à Pb-Zn, Fe et Ba-F.

L'indice d'Ait Khelifa, objet de ce Mémoire est une minéralisation de chalcoppyrite et de barytine.

### I.2. But du travail

L'objectif principal du travail qui rentre dans le cadre de la préparation du Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Géologie, option Ressources Minérales, Géo-Matériaux et Environnement (RMGE), est donc de réaliser une étude sur la minéralisation de chalcoppyrite et de barytine dans le village d'Ait Khelifa.

Notre démarche repose sur une approche de gîtologue avec :

- Une synthèse bibliographique des travaux préalablement réalisés dans la région
- Une brève visite sur terrain avec échantillonnage
- Préparation de sections polies et lames minces pour une étude au microscope

L'étude de terrain et microscopique des échantillons prélevés a permis d'identifier et donc d'étudier les différents faciès de la zone d'étude. L'étude microscopique quant à elle révéla les différentes minéralisations ainsi que leurs relations des unes avec les autres, et permit de discuter sur leurs origines et leur mode de mise en place. Un tableau de succession paragénetique est proposé en discussion.

### I.3. Historique de travaux antérieurs dans le massif de Béni-Amrane

Peu de travaux furent réalisés sur le massif de Béni Amrane

- **O. Kolli, C. Marignac, A. Cheilletz et D. Gasquet, A.A. NALKEMA, 1999.** Ces derniers travaillèrent sur le socle de grande Kabylie aux alentours de Béni Amrane, ils y décrivent des dépôts de type filonien et de remplacement de Ba-F-(Cu-Pb) encaissés dans l'unité calcaire, situés dans la partie occidentale du Djurdjura (Maghrébides internes). Les filons de barytines sont attribués à la phase de compression du Burdigalien, ils ont aussi décrit une formation de barytine associée aussi à la

compression du Burdigalien tardif, ainsi qu'une fluorine et des sulfures tardifs qui eux sont liés à une compression Serravallian-Tortonien tardive (N150-170°E).

- **O. Koli (2017)** présenta un résumé détaillé de l'histoire polycyclique du massif de Béni-Amrane dans laquelle il identifia des veines à minéraux de cuivre et de plomb associées à la baryte recoupant la schistosité principale des roches schisteuses encaissantes. Il précisa que la chalcopryrite non déformée recoupe des veines de barytes déformées et que les minéraux de plomb non déformé sont souvent associés aux marbres.
- **SADAT Sid Ali et AIT ALDJET Yanis, USTHB (2017-2018)**, qui eux y réalisèrent leurs travaux de mémoire de master et démontrèrent la présence de minéralisations ferrifères à magnétite-hématite accompagnés de minéraux supergènes, tels que la limonite, la goethite, la martite et de la barytine tardive recoupant la minéralisation à magnétite. Les analyses DRX montrèrent que la magnétite est titanifère, et avec les analyses MEB on ils identifiaient la présence de terres rares (cérium, lanthane).
- **Baaliouamer Youssef et Saci Narimene Zohra USTHB (2020-2021)**, qui eux aussi y réalisèrent leurs travaux de mémoire de Master dans la région de Beni Amrane, et démontrèrent la présence d'une unité granito-gneiss, une de séricito-schistes et une dernière unité schisteuse. Ils conclurent que les minéralisations ferrifères à magnétites et hématites coexistent avec une minéralisation de baryte tardive.

## Chapitre II : Géologie régionale

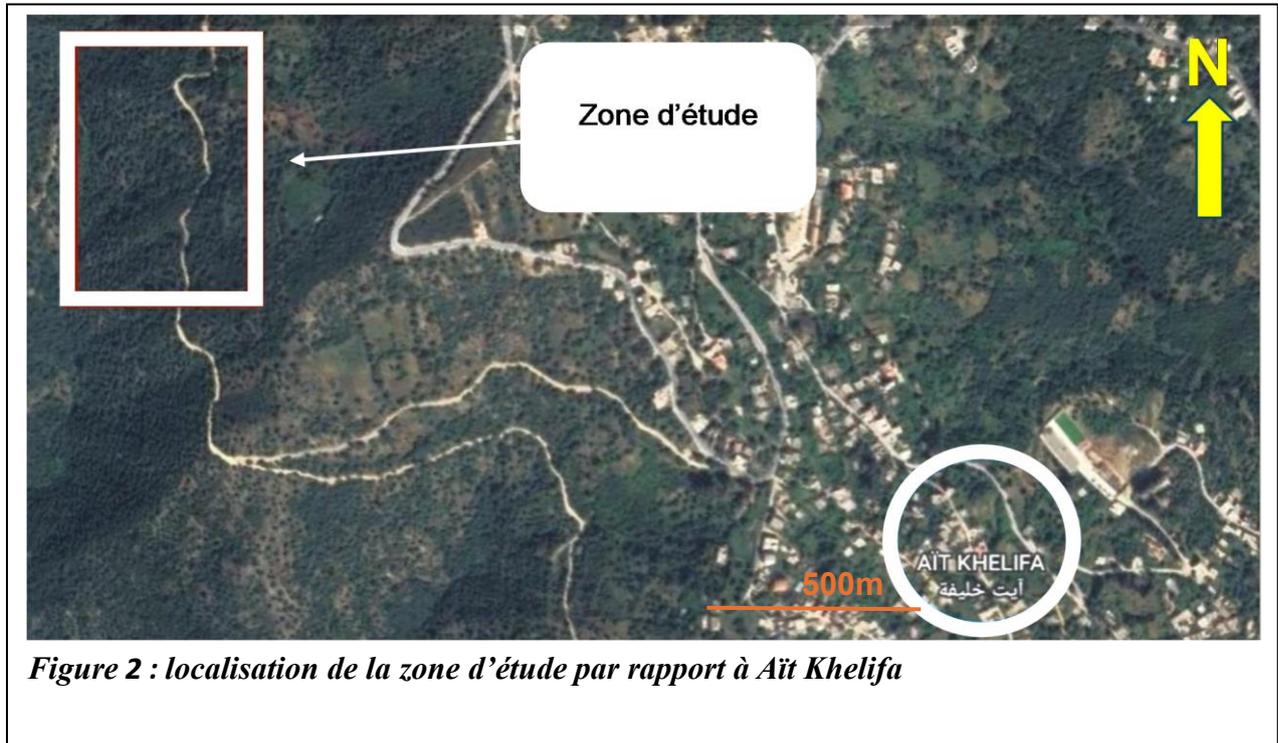
### 1. Aperçu géographique de la région Béni Amrane, village Aït Khelifa

Le secteur de Ait Khelifa fait partie de la commune de Béni Amrane, une subdivision administrative, relevant de la circonscription administrative de Thénia depuis 1985 dans la wilaya de Boumerdès. Le site a pour coordonnées : **Longitude 36° 40' 07'' N et Latitude 3° 35' 32''**.



*Fig. 1 : situation géographique de la région de Beni Amrane et Aït Khelifa ; (extrait images Google earth).*

Le secteur d'étude se situe près du village de Aït Khelifa, à moins de quatre kilomètres au nord-est de la commune d'Aït Bouaddou. Il est accessible par la route nationale n°5, et par la C W29 part l'ouest et est située sur le versant Est d'une colline à 1,5 km au Nord- ouest de Aït Khelifa (fig2).



*Figure 2 : localisation de la zone d'étude par rapport à Aït Khelifa*

Ce village est entouré de relief de montagne dont la plus notable à proximité, est le Djurdjura, avec un sommet (Lala Khadidja) atteignant les 2300m.

## 2. Présentation de la grande Kabylie

La région de **Grande Kabylie** ciblée par cette étude se localise au Nord de l'Algérie et est connue sous le nom de « **Chaîne Tellienne** ». Cette chaîne représente le tronçon algérien de la « **Chaîne des Maghrébides** », qui s'étend de l'Ouest à l'Est, en discontinu sur 1500 km depuis le Maroc à l'Ouest jusqu'en Tunisie à l'Est. Cette chaîne constitue la branche sud de la **Chaîne alpine périméditerranéenne** en forme d'anneau très aplati a été structurée par l'orogénèse alpine en zones internes et zones externes (fig. 3).

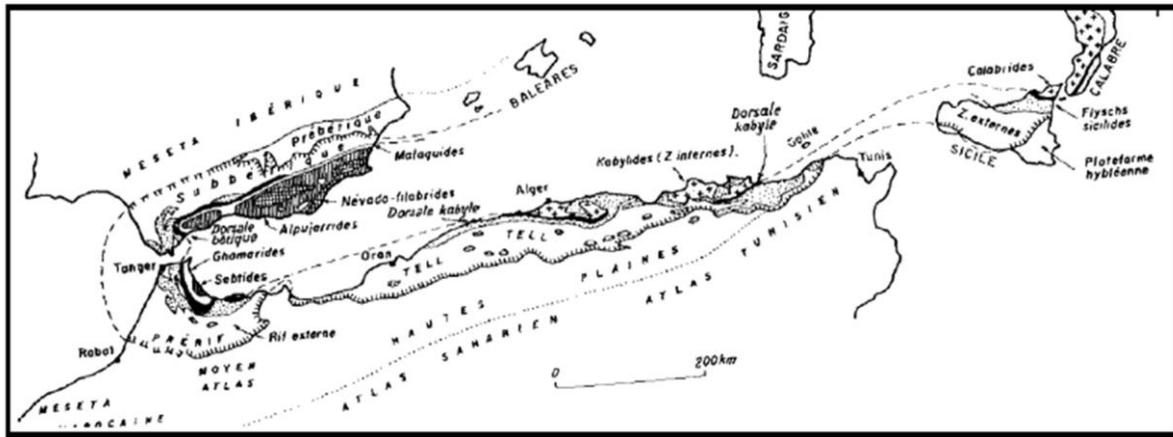


Fig. 3 : orogène alpin périméditerranéen (d'après Durand-Delga, 1969).

### 3. Géologie de la chaîne des Maghrebides

La chaîne des Maghrebides peut être subdivisée du Nord au Sud en trois domaines distincts :

- **Domaine interne**, localisé essentiellement en Grande et en Petite Kabylie ; constitué d'un ensemble cristallophyllien "**Socle Kabyle**" et sa couverture paléozoïque et un ensemble sédimentaire méso-cénozoïque dit "**Dorsale Kabyle**" ou "**Chaîne calcaire**", structurée en plis et écaillés déversés vers le Sud.
- **Domaine des flyschs kabyles** Il est constitué par des nappes de flysch crétacés-paléogènes disposés en bandes discontinues ; ils sont localisés au Nord et au Sud du domaine interne appelés flysch nord-kabyles, superposés aux massifs kabyles, rétro charriés sur les zones internes et en position relativement externe, à la bordure sud de la Dorsale kabyle dits flysch sud-kabyle et enfin en position très externe, sous forme de masse isolées flottantes charriées jusqu'à une centaine de kilomètres au sud sur le domaine des nappes telliennes. Deux principales séries de flyschs sont distinguées : la première série d'âge méso-cénozoïque dite **flyschs Massylien** et **flyschs Maurétaniens** et la deuxième série Oligocène essentiellement dite **flyschs Numidien**.

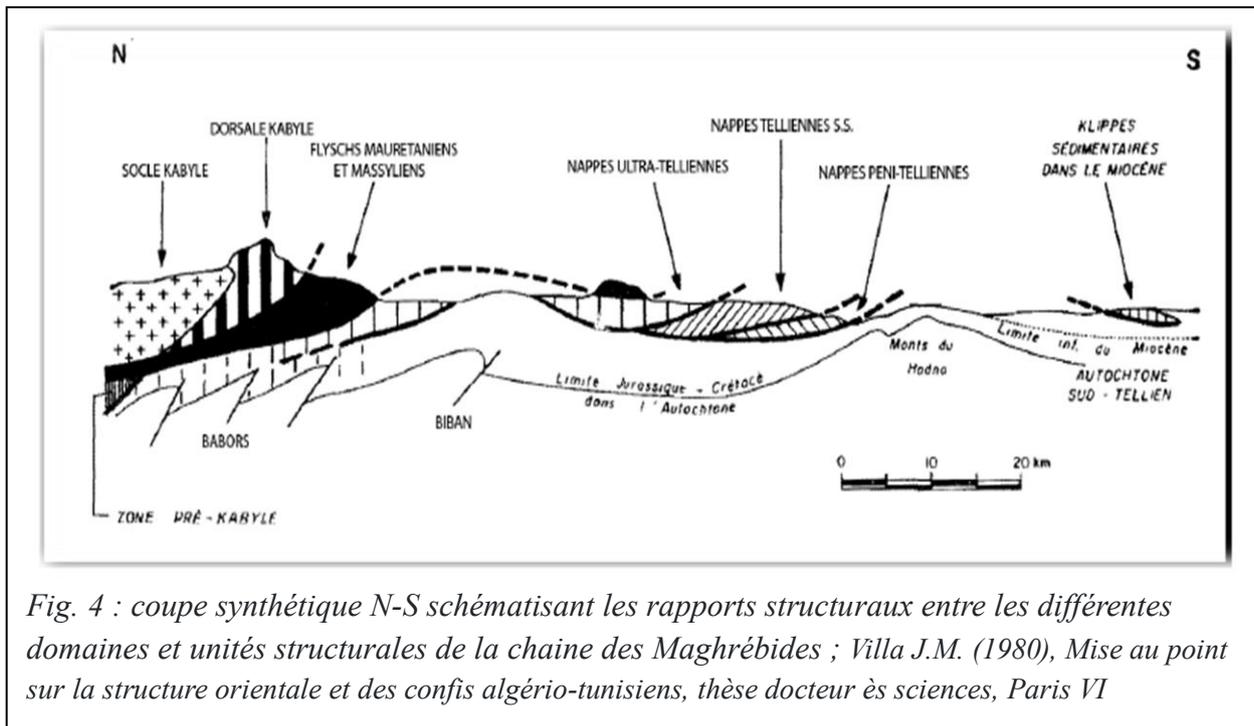


Fig. 4 : coupe synthétique N-S schématisant les rapports structuraux entre les différents domaines et unités structurales de la chaîne des Maghrébides ; Villa J.M. (1980), *Mise au point sur la structure orientale et des confins algéro-tunisiens*, thèse docteur ès sciences, Paris VI

- **Domaine externe**, c'est le domaine des **nappes Telliennes**, représenté par des nappes allochtones charriées vers le Sud. Elles sont constituées de séries sédimentaires d'âge également méso-cénozoïque, d'extension latérale considérable et à structures tectoniques complexes. On distingue du Nord au Sud :
  - ✓ Les nappes ultra-telliennes,
  - ✓ Les nappes telliennes sensu-stricto,
  - ✓ Les nappes péni-telliennes ;

Plus au Sud, ces nappes chevauchent l'Autochtone du domaine atlasique à l'Ouest, le parautochtone tellien au Centre et reposent sur l'Avant-Pays Allochtone et Unités Allochtones Sud-Sétifiennes à l'Est.

Enfin, le pourtour méditerranéen occidental a été le siège d'une importante activité magmatique. En Algérie, des complexes volcano-plutoniques néogènes et quaternaires sont localisés dans les zones internes et zones externes.

#### 4. Domaine interne

Le Domaine interne forme les reliefs les plus septentrionaux de l'Algérie ; il est constitué de deux entités principales ; à savoir :

1. **Le Socle kabyle**, affleure d'Ouest en Est dans les massifs du Chenoua (à l'ouest d'Alger), d'Alger, de Grande Kabylie et de Petite Kabylie (entre Jijel et Skikda). Ce dernier, avec 120 km de long et 30 km de large, constitue le plus large affleurement du socle kabyle en Algérie. Il est composé de roches cristallophylliennes métamorphiques (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (Ordovicien à Carbonifère) peu métamorphique. Ce socle. Puis recouvert par endroits, en discordance par des dépôts détritiques (principalement des molasses conglomératiques) d'âge Oligocène supérieur–Miocène inférieur, appelés Oligo-Miocène Kabyle.
2. **Dorsale Kabyle** ou **Chaîne Calcaire** elle borde le socle kabyle par le Sud, elle est considérée comme la couverture mésozoïques et cénozoïques du socle ; elle est reconnue par les hauts massifs calcaires (ex ; le Djurdjura) d'où son appellation de « chaîne calcaire » à cause de l'importance du Jurassique inférieur calcaires. Cette couverture essentiellement à calcaires est dolomies (au Lias et à l'Eocène), débute par des grès au Permo-Trias et se termine à l'Oligocène par des faciès conglomératiques. Du point de vue tectonique, la dorsale kabyle est subdivisée du Nord au Sud en trois dorsales (dorsale interne, médiane et externe) plissées, écalées est puis déversées vers le Sud.

### 5. Aperçu sur la géologie de la Grande Kabylie

La région étudiée est constituée de plusieurs formations repérables à la lecture d'une carte géologique (Fig. 5).

- Le socle qui est composé de **granite, pyroxène et gneiss** avec par endroit des lentilles de calcschistes, de calcaires marmorisés et cipolins ainsi que d'amphibolites.
- La **dorsale Kabyle** qui contient des formations du **Lias marin**, de l'**éocène marin** et de l'**oligocène marin**.
- Les formations du **crétacé supérieur** qui affleurent en bandes continues. Et celle du **crétacé inférieur** qui représente les nappes des **flysch Maurétaniens** et **massyliens** et limitée au sud par les **nappes telliennes**.
- Les dépôts du **miocène marin** apportés par le retour de la mer qui sont surmontés par ceux du **pliocène** et du **quaternaire**.

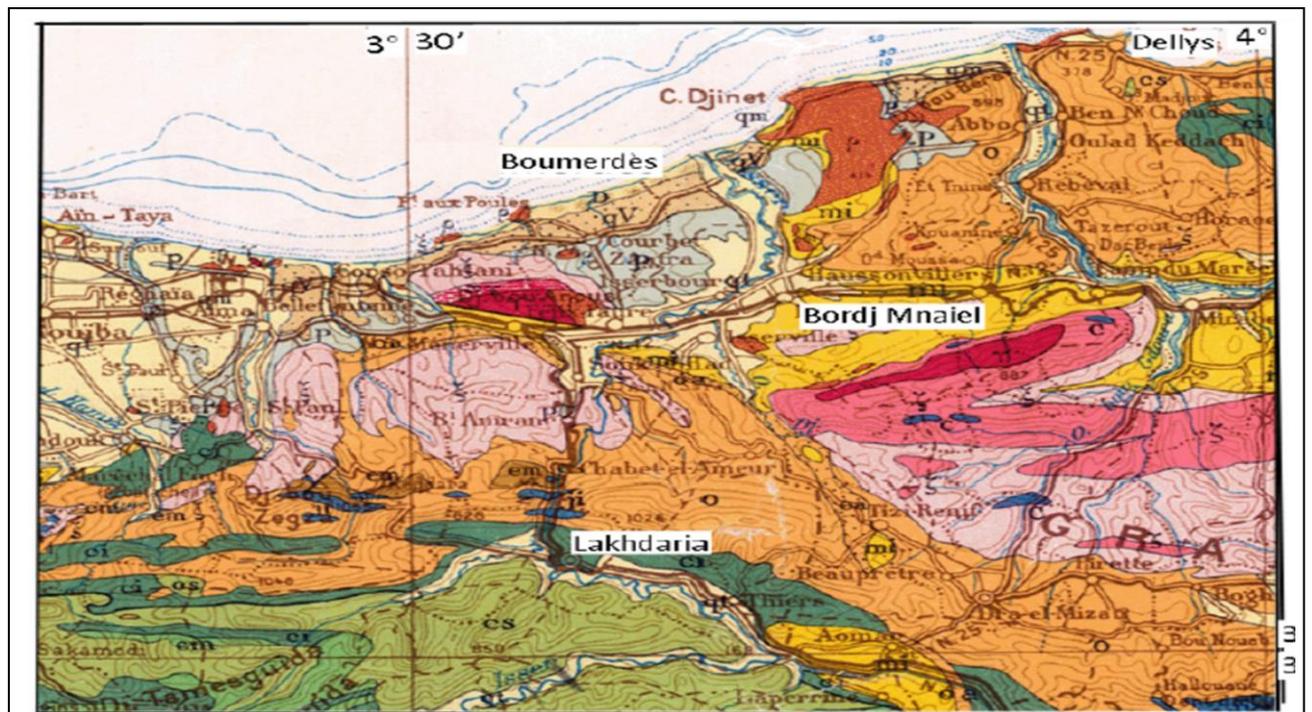


Fig. : Carte géologique de la région d'étude, (extrait de la carte géologique d'Algérie au 1/500.000, Betier, 1952)

A	Albionne	o	Oligocène	ji	Jurassique inf <sup>o</sup> marin
D	Dunes récentes	eo	Eocène	z	Miscanthus, schistes variés
q	Quaternaire	es	Crétacé supérieur marin	o	Orléans
p	Pliocène	em	Crétacé moyen	g	Graviers, gravillonnages, sables
mc	Miocène	si	Crétacé inférieur	mi	Miscanthus, microrhynchonites
				c	Calcaires métamorphiques
				am	Amphibolites

Fig. 5

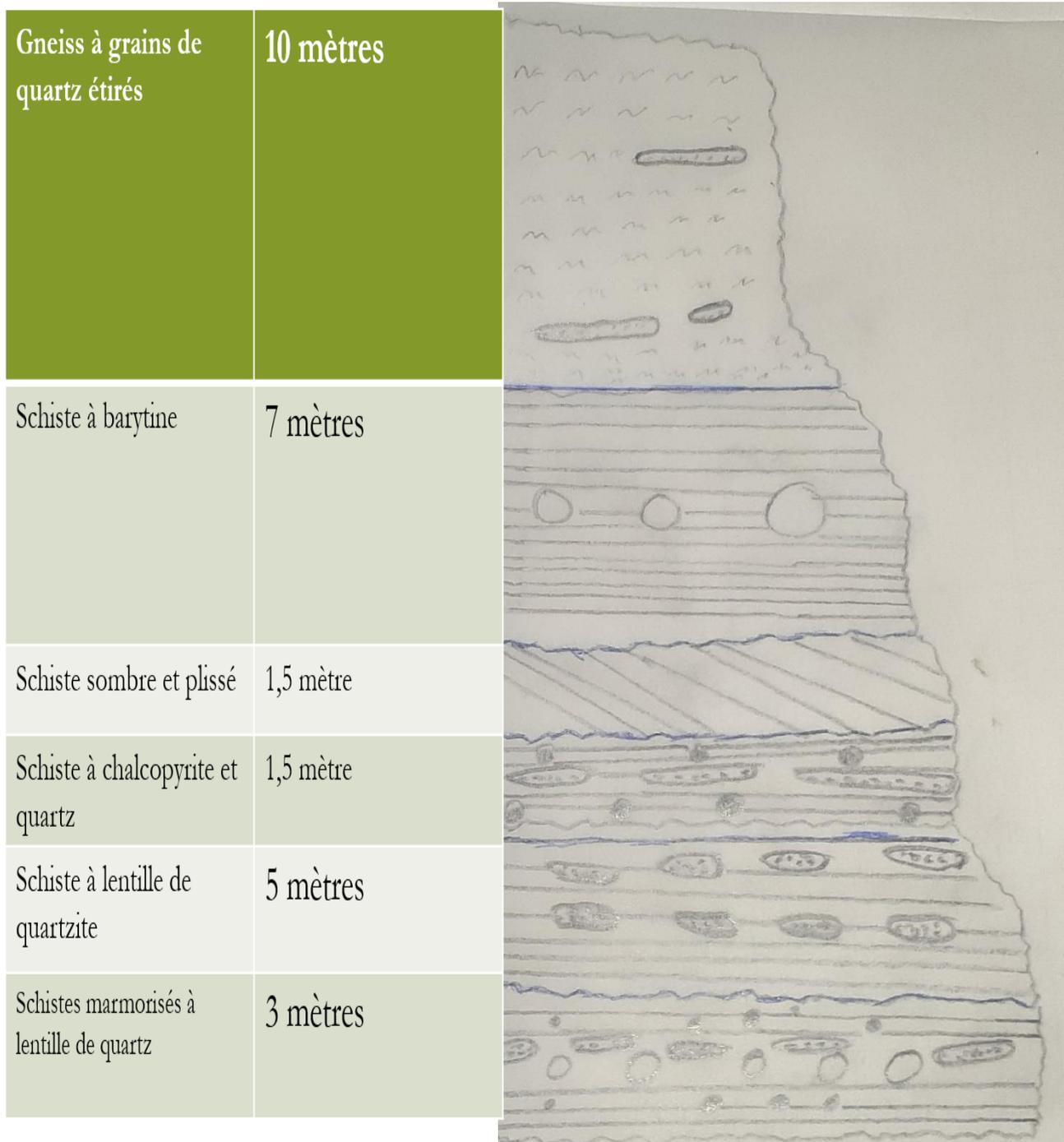
Echelle : 500.000<sup>e</sup>  
 0 10 20 30 40 50 km.

## Chapitre III : Géologie locale

### 1. Introduction

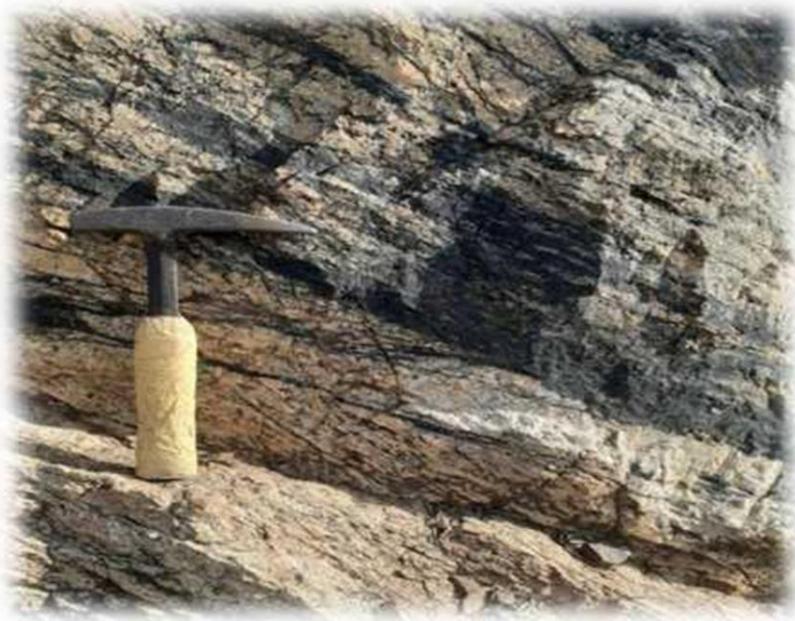
Peu de travaux ont été réalisés sur le secteur d'étude, les travaux de **Sadat Ali et Ait Aldjet (2018)** indiquèrent la présence de trois faciès métamorphisme dans les régions environnantes : **les schistes à chloritoïde et quartzite, les granitogneiss et les schistes siriciteux.**

Les différentes formations identifiées dans le cadre de notre étude furent :



**Figure 6 : coupe stratigraphique de la zone d'étude**

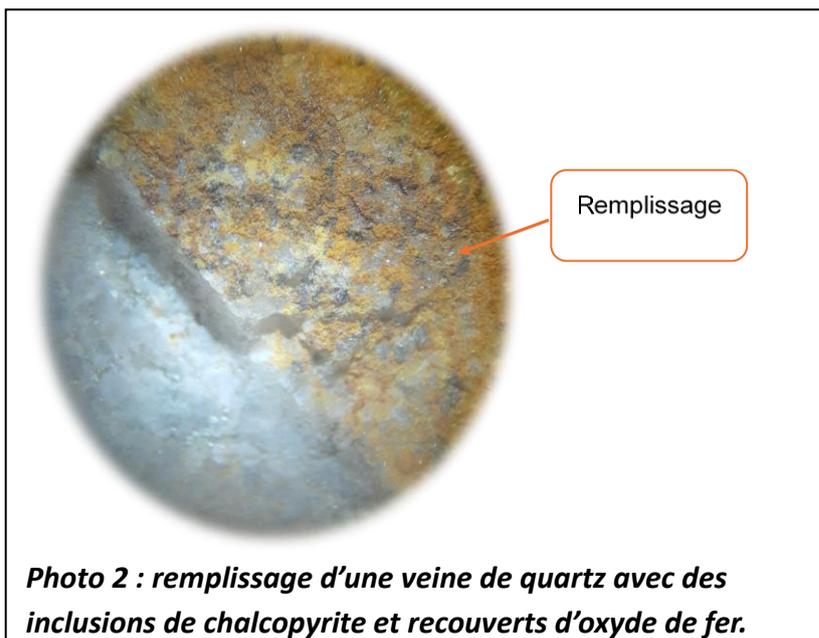




***Photo1: gneiss de la partie supérieur de la zone d'étude montrant la foliation causée par le métamorphisme***

- **Description macroscopique**

Elle est composée de remplissage de quartz associé à de la tourmaline. Dans ses remplissages de quartz, on y observe des petits grains de chalcopryrite disséminés, caractérisés par leur brillance, et aussi des formations d'oxyde de Fer (photo 2). On note la présence de deux plans de cassures qui se rejoignent en des angles d'environ 60°.



***Photo 2 : remplissage d'une veine de quartz avec des inclusions de chalcopryrite et recouverts d'oxyde de fer.***

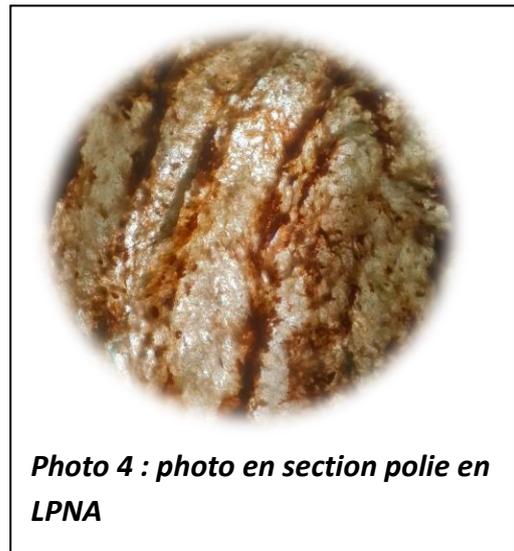
### 3. Formation de schiste à baryte

Située en dessous des **Formation de gneiss à œil de quartz**, elle est composée de schistes qui encaisse de la baryte. Cette formation représente la première occurrence de schiste dans la région.

On y observe des quartz, des dépôts de baryte, de fer, et de chalcopirite de façon continue dans les plans de schistosité qui eux-mêmes furent plissé par la tectonique. La schistosité est continue et parallèle dans un même plan (photo 3).



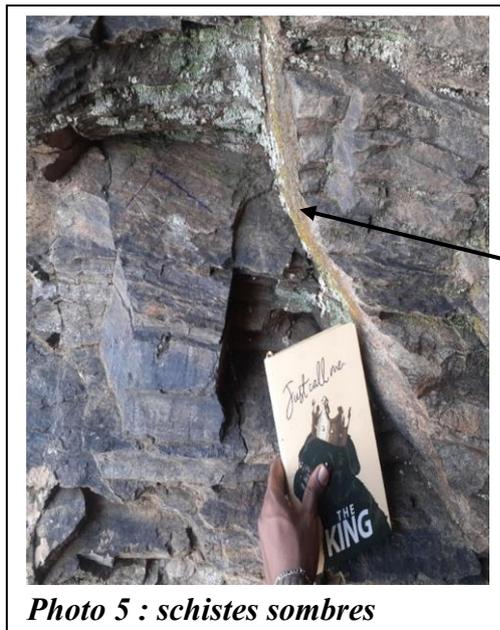
*Photo 3 : photo de la roche à la binoculaire*



*Photo 4 : photo en section polie en LPNA*

### 4. Schiste sombre et plissé

Elle affleure en dessous de la **Formation de schiste à baryte** et se présente par une couleur noire et une texture généralement bréchique. On y observe facilement des failles pouvant faire plus de 5 mètres de long la recouper de bas en haut. Elle est orientée 35° vers le nord-est. Mais ne contenant pas de minéralisation recherchée (chalcopirite-barytine), elle ne fut pas étudiée microscopiquement.



*Photo 5 : schistes sombres*

## 5. Schiste à lentille quartz

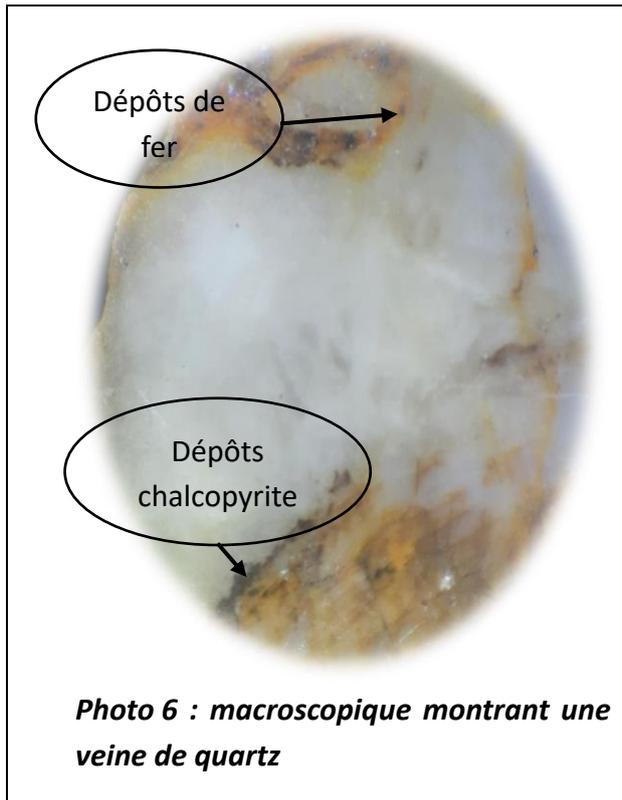
- **Présentation**

Cette formation affleure en dessous des **schistes sombres plissés**, sur une épaisseur d'à peine un mètre.

- **Description macroscopique**

La roche est composée majoritairement de quartz dont les fissures sont remplies d'oxyde de fer, et des grains de chalcopryrite. Les plus grandes fissures sont principalement sur un même axe et d'autres microfissures leurs sont perpendiculaires ou penchées. **(Photo 6)**

Dans sa continuité la formation a une part à texture de broyage contenant toujours du quartz, de la chalcopryrite et de l'oxyde de fer. Ici les minéraux sont disséminés de façon homogène, aucun ne semble être inclus dans l'autre il semblerait qu'ils aient tous été déposés en même temps mais qu'après la schistosité a réorganisé la texture. **(Photo7)**



## 6. Schiste à lentille de quartzite et dissémination de chalcopryrite

- **Présentation**

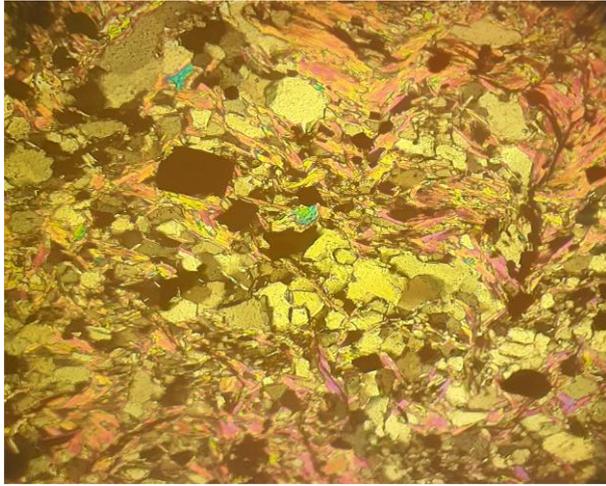
Cette formation affleure en dessous des **Schiste à lentille quartz**, avec une épaisseur de 5 mètres.

- **Description macroscopique**

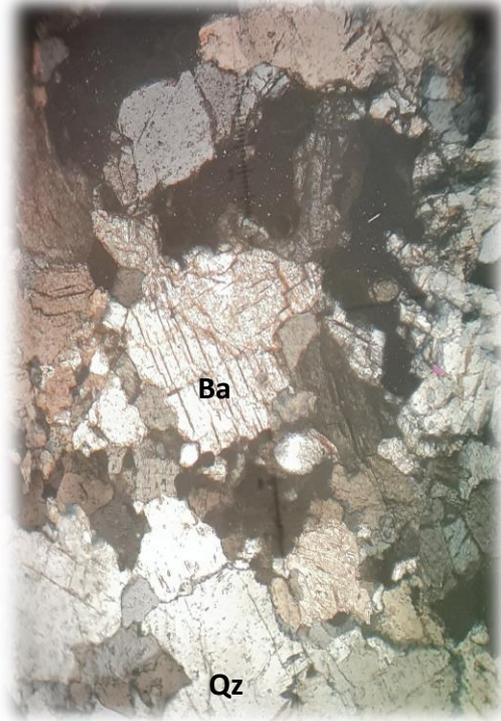
La roche est composée de quartz contenant des inclusions de chalcopryrite disséminés. Les cassures de quartz sont remplies par de l'oxyde de fer, la quasi-totalité des fractures en sont remplies. Les plus grandes fissures sont sur le même plan tandis que sur un plan perpendiculaire à ce dernier se trouvent de petites veinules remplies d'oxyde de fer également. La chalcopryrite est pré-schistosité car cette dernière les contourne dans son passage. (**Photo 9**)

Ce faciès contient aussi de la baryte en inclusion dans les grains de quartz. (**Photo 10**)

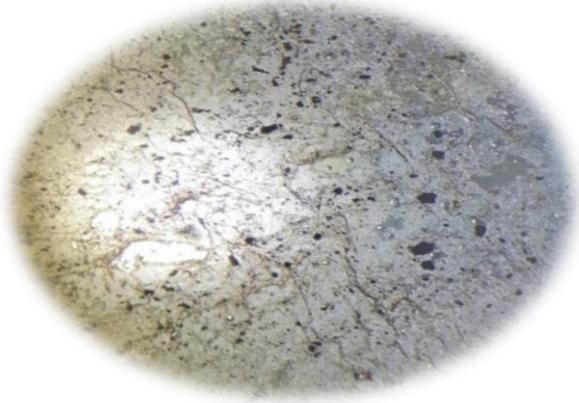
A d'autres endroits il y a des bandes de quartz à grains iso granulaires alternant avec des bandes à séricite plissées. (**Photo 8**)



*Photo 8 : vue en lame mince au microscope de la séricite muscovite*



*Photo 10 : lame mince de l'échantillon montrant des quartz et de la baryte*



*Photo 9 : échantillon macroscopique montrant la chalcopirite dans du quartz, et l'oxyde de fer qui remplit les fissures*

- **Formation schiste à calcaire sombre marmorisé à lentille de quartz**

#### **Présentation**

Elle est située en dessous de la formation de **Schiste à lentille de quartzite et dissémination de chalcopirite**, elle se présente par un aspect bréchique de couleur noire et des zones blanches. Elle contient des veines de chalcopirite est associée au quartz et à de la barytine (**photo12**).

Dans la formation se trouve une ancienne galerie qui permet une observation profonde de la formation (**photo 11**). La veine est orientée Nord 40° sur une distance horizontale de 10m.



*Photo11 : la galerie*



*Photo12 : veine de chalcopirite et amas de baryte sur la paroi de la galerie*

- **Description macroscopique**

Le calcaire sombre présente des veines de quartz, qui contiennent à leur tour des inclusions de chalcopirite. D'autres fragments de chalcopirite plus fins sont contenus dans le calcaire, sans lien apparent avec les veines de quartz. Les remplissages de quartz et sont principalement alignées sur le même plan, bien qu'une autre veine remplie de quartz la recoupe quasi perpendiculairement, cette dernière contient aussi des fragments de chalcopirite et est recouverte d'oxyde de fer. (**Photo 13**)

Dans les gros plans de schistosités on observe les remplissages de barytine associées à ceux de chalcopirite. Le quartz et la chalcopirite s'entrecoupent, avec parfois la chalcopirite qui recoupe et vice versa. L'oxyde de fer est toujours présente et rempli toutes les veinules de chaque minéralisation. (**Photo 14**)



*Photo 13 : deux veines de quartz qui se recourent et une inclusion de chalcopyrite*



*photo : 14 échantillon brut de remplissage*

## Chapitre 4 : Géologie locale

### 1. Introduction

La région d'étude montre un nombre important de gîte de minéraux, à la lecture de la carte des gîtes de minéraux de l'Algérie (**figure 6**) on note que les gîtes majoritaires sont ceux de Plomb-Zinc, de Baryte et de Fer. Il existe d'autres gîtes tel le mercure, l'étain et l'or natif mais ces derniers sont minoritaires.

- Les gîtes de **plomb-zinc** sont en forme filonienne avec des direction allant de Nord-Sud à Ouest-Est. Le plomb zinc est représenté par des blendes, de la galène ainsi que la smithsonite et sont accompagné par des minéraux de baryte, de calcite, de sidérite, de quartz et de carbonates complexe. Ces gîtes de plomb-zinc sont encaissés dans des calcaires et surtout des schistes. Ils se situent à cheval entre les zones allochtones, les formations du crétacé inférieur à jurassique moyen et des formations lutétien à cénomaniens. Notons que ces gîtes présentent des tonnages moyens à faibles de l'ordre de 30000 tonnes en métal.
- Les gîtes de **barytes** sont eux principalement rependus au Nord-Est de la région d'étude. Ils sont en forme de filon de direction Est-Ouest à Nord-Sud. Certains gîtes présentent un mixe de forme aliant des filons et des amas. La barytine est accompagné de calcite principalement et est encaissée dans des grès, quartzites, conglomérats, calcaires et micaschistes. Les gîtes de barytes sont situés majoritairement sur des formations allant du miocène inférieur à éocène supérieur, mais au Nord-Est ils reposent sur des gneiss et micaschistes.
- Les gîtes de **fer** sont disséminés dans toutes la région et sont en forme stratiformes, de amas et filonienne. Il est présent en minéraux de carbonates et est accompagné de minéraux de baryte. Ils sont encaissés dans des formations calcaires et micaschistes et reposent sur des formations allochtones, du crétacé inférieur à jurassique moyen, du lutétien à cénomaniens ainsi que de gneiss et micaschistes.

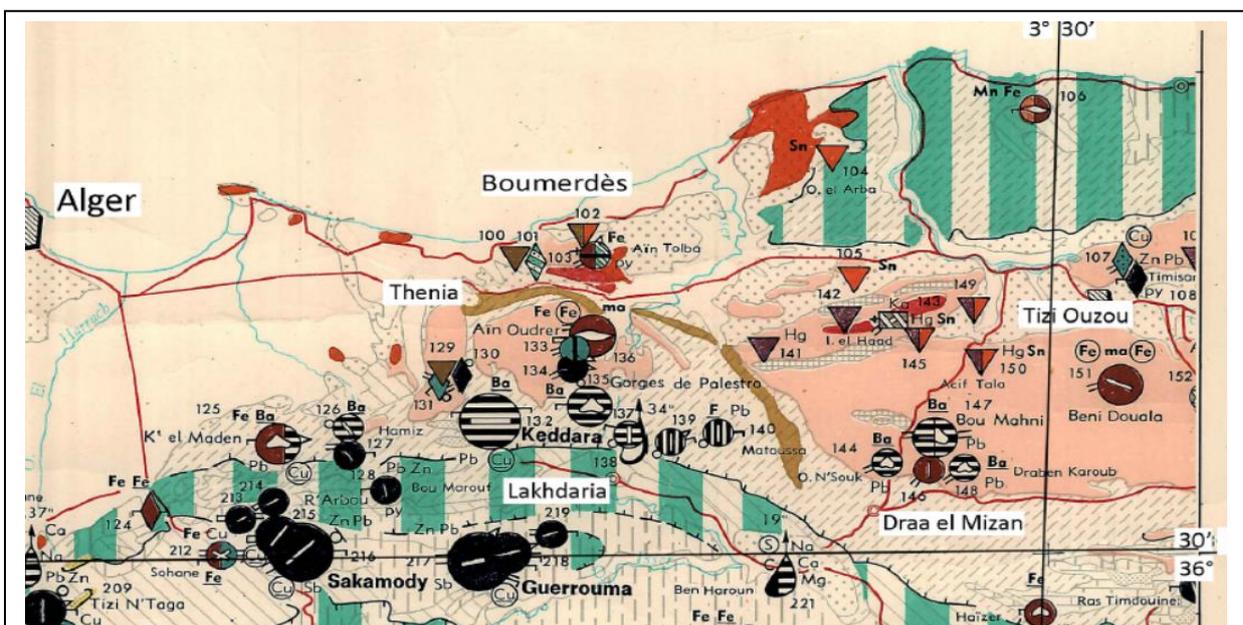


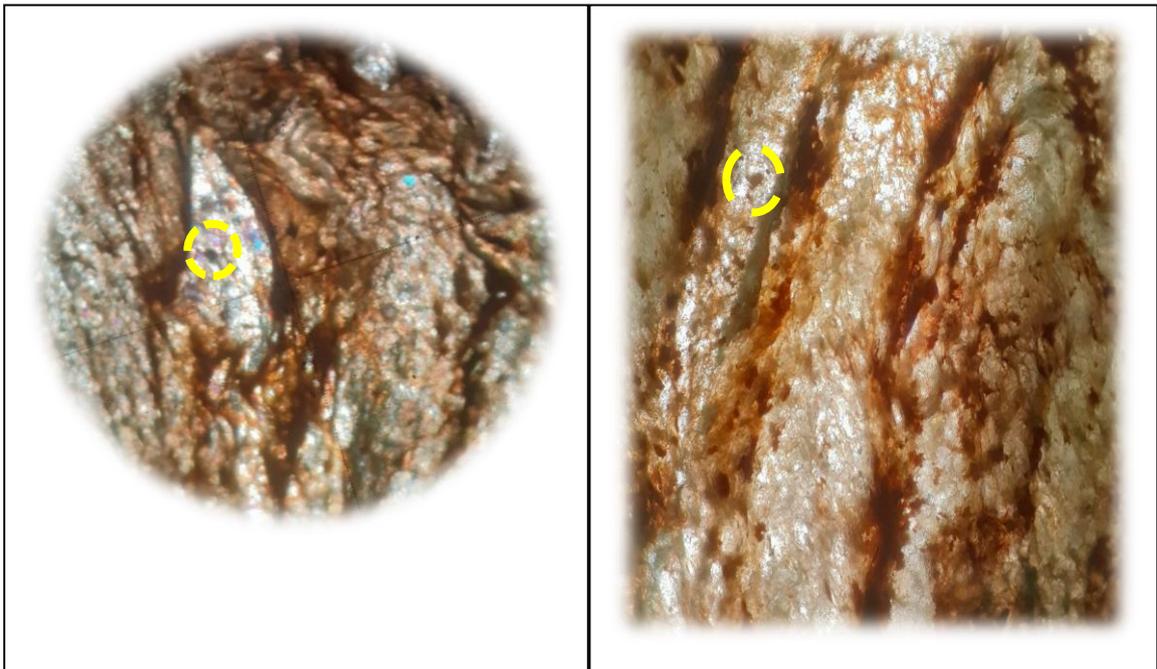
Figure 8 : carte des gîtes minérales de l'Algérie à l'échelle  $E=1/500000$  cm, le service géologie des mines et de la géologie, 1965

Les minéralisations étudiées dans le cadre du présent travail furent ceux de **baryte** et de **chalcopryrite**.

## 2. Minéralisation de chalcopryrite/pyrite

Dans la région étudiée, la pyrite/chalcopryrite est observée dans plusieurs les formations : **Schiste à lentille de quartz**, **schiste à barytine**, **Schiste à lentille de quartzite et dissémination de chalcopryrite**, **Schiste à chalcopryrite et quartz** ainsi que la formation de **schiste sombre marmorisé à lentille de quartz**.

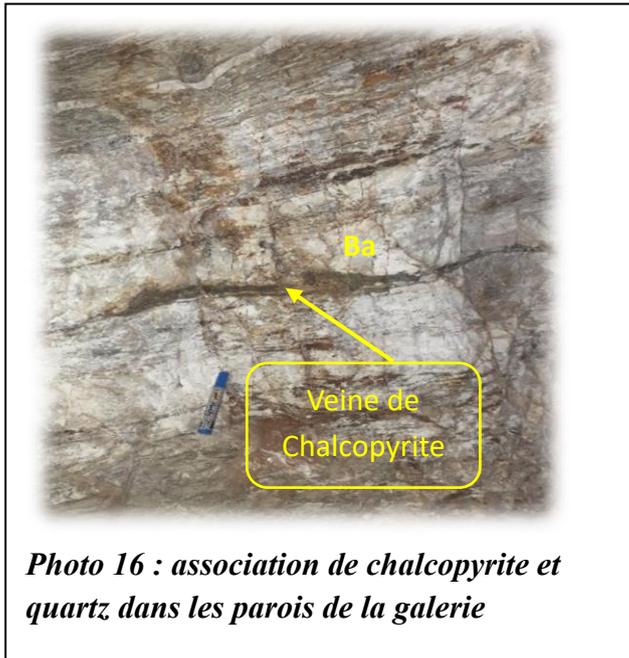
- Dans la formation de **schiste à barytine** elle est venu recoupée le quartz certainement avant que le métamorphisme ne fasse son effet, elle représente environ 5% des minéraux. C'est la formation contenant le moins de pyrite parmi toute celles qui en ont (**photo 15**).



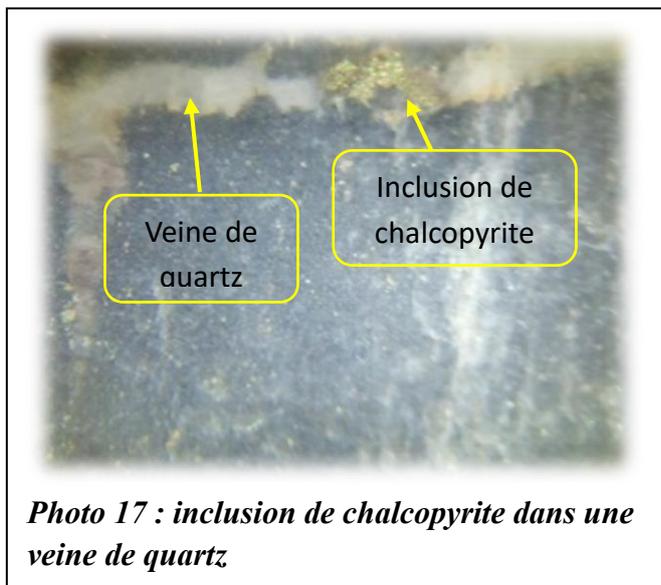
**Photo 15 : grain de chalcopryrite dans les schistes à barytine**

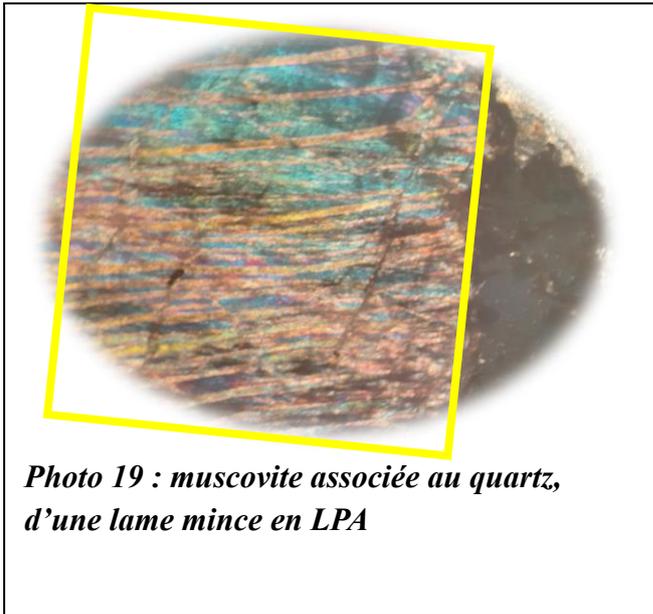
- La chalcopryrite est aussi trouvée dans la formation de **schiste sombres marmorisées à lentille de quartz**, elle s'y retrouve encore associée au quartz dans les plans de schistosités. C'est la formation contenant la plus grosse teneur car les veines de chalcopryrite peuvent être longues de plus de 5 mètres et épaisse de plus de 5cm. Outres le quartz on y retrouve aussi de grande quantité de baryte faisant de cette formation de

schiste sombre marmorisée à lentille de quartz celle dans laquelle l'association chalcopryrite-baryte est la plus aboutie (**photo 16**).



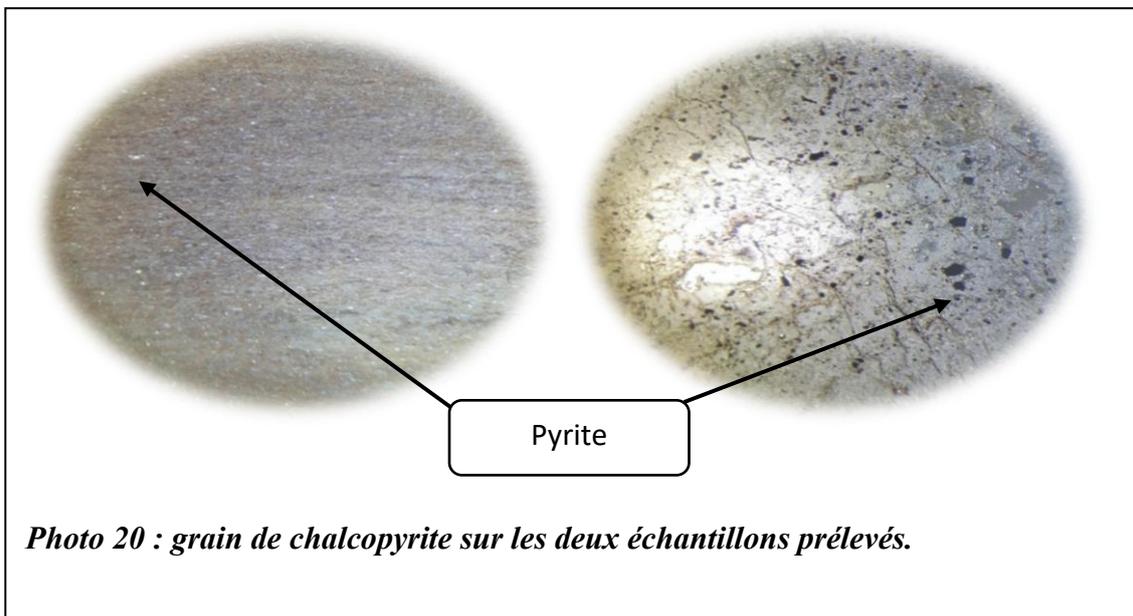
A l'observation de la veine de remplissage, on observe des grains de chalcopyrite de taille associée ; pour les veines de puissance millimétriques les grains de chalcopyrites sont millimétriques (**photo 17**), et pour les veines de puissances centimétriques la chalcopyrite qui s'y trouve y est centimétrique tout autant. Les tailles de grains vont donc du 1/10ème de millimètre à plus de cinq centimètres (**photo 18**). Une minéralisation de muscovite est observable en association avec les minéralisations de remplissage, elle est apparue avant le métamorphisme car elle a été fragmentée par la schistosité (**photo 19**).



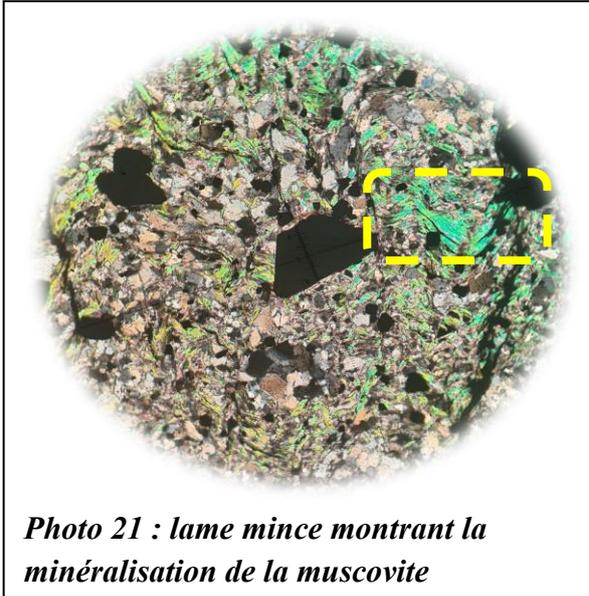


*Photo 19 : muscovite associée au quartz, d'une lame mince en LPA*

- **Dans les schistes à chalcopryrite et quartz**, la chalcopryrite se trouve toujours associée à des quartz, et de l'oxyde de fer dans les fractures (**photo 20**). On note aussi la présence d'une minéralisation de muscovite qui est associée à celle du quartz (**photo 21**).



*Photo 20 : grain de chalcopryrite sur les deux échantillons prélevés.*



*Photo 21 : lame mince montrant la minéralisation de la muscovite*

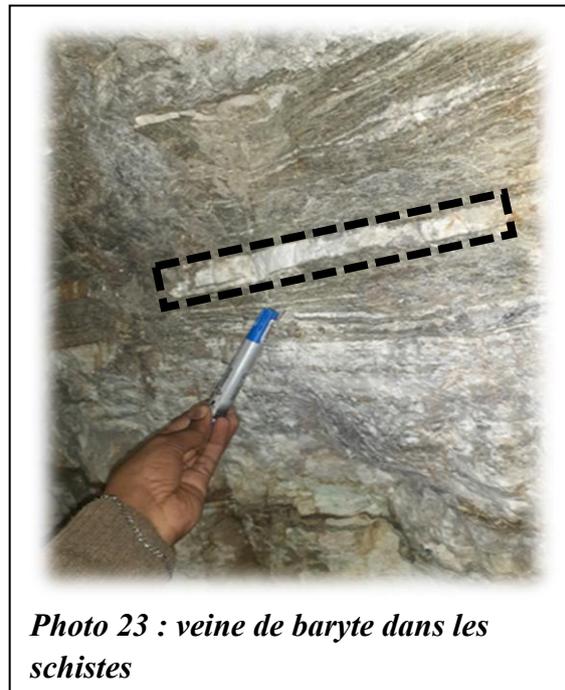
### 3. Minéralisation de Barytine

Elles sont situées dans deux formations :

- Les minéralisations de baryte sont présentes dans la formation de **schiste sombre à lentille de quartz**, observable depuis une galerie comme indiqué préalablement. Elle est associée à la chalcoppyrite et des quartz dans les plans de schistosités (**photo 23**). Dans cette formation, la barytine et la chalcoppyrite coexistent dans les schistes, toujours avec une les dépôts d'oxyde de fer.



*Photo 22 : baryte au microscope inclus dans des quartz*



*Photo 23 : veine de baryte dans les schistes*

- La **barytine à texture de porcelaine** contenu dans des schistes accompagnés de dépôts de fer et quelques chalcopyrates à petits grains. La barytine est lamellaire, recoupée par de la calcédoine en fine veinules (**photo 25**), par endroits les lamelles sont légèrement courbée et donc probablement déformées.



**Photo 24 : barytine à texture de porcelaine**



**Photo 25 : brèchification de la barytine par la calcédoine après la fracturation en lame mince**

Un tableau de succession paragénétique a pu être élaboré en synthétisant les observations des différents faciès :

minéraux	Phase métamorphique	Fracturation 1	Phase à sulfure	Fracturation 2	Phase à barytine	Altération supergène
silicates	■					
Chalcopyrrite /pyrite			■			
barytine			■		■	
Oxyde de fer						■

**Fig. 9 Tableau de succession paragénétique**

## **Chapitre V : Conclusion générale**

Le massif de Béni Amrane présente les mêmes formations déjà connues en Grande Kabylie : **granitogneiss schiste à séricite muscovite, schiste à lentille de quartz, schiste à barytine.** Formations logiques car ce massif est profondément métamorphisé en plus d'être une nappe de charriage.

Les minéralisations qui s'y trouvent sont majoritairement en remplissages dans les plans de schistosité et dans les cassures causées par la tectonique, ces minéralisations sont de **quartz parfois associés à de la séricite, de chalcopryrite et pyrite ainsi que de barytine.**

Les minéralisations de chalcopryrite sont plus rependues que celles de barytines car **on les retrouve dans quasiment tous les faciès**, les minéralisations de barytine se trouvent dans deux formations : **les schistes à barytine et les calcaires sombres schisteuses à lentille de quartz et chalcopryrite.**

L'association **chalcopryrite-barytine** est observée dans deux faciès : **les schistes à barytine** dans laquelle la barytine est très dominante car elle est le principal minéral encaissé, la chalcopryrite y est en petit grain inclus dans les quartz qui s'y trouvent et aussi dans les cassures observées sur la baryte. Cette association se trouve aussi dans les **calcaires sombres schisteuses à lentille de quartz et chalcopryrite**, dans ce faciès la chalcopryrite et la barytine sont en remplissage dans les plans de schistosités et les fractures. Ce faciès est celui dans laquelle l'association chalcopryrite-barytine est en plus grande teneur car **la puissance de leurs veines de remplissage atteint les 5cm sur des longueurs de plus de 5m.**

*La prospection stratégique ayant abouti en la trouvaille de minéralisation de chalcopryrite-barytine en teneur potentiellement exploitable, des études stratégiques plus avancées sont recommandées car le potentiel d'exploitation du massif de Béni Amrane est réel.*