



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran2

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Sciences de la Terre

## Mémoire

Pour l'obtention de diplôme Master

**Option** : Géodynamique de la Lithosphère

# Caractérisation Pétrographique et Structurale du Gisement de Baryte de Boucaïd Wilaya de Tissemsilt, relation encaissement-minéralisation

Présenté et soutenu par :

**BELFARH IMANE**

Devant le jury composé de :

Dr. KARED Ratiba,	MCB	Université d'Oran 2	président
Mr. BAAOUAGUE Abdel Baki,	MAA	Université d'Oran 2	Encadrer
Mme. ALLAMI Fatima Z,	MAA	Université d'Oran 2	Examineur

Oran 2023

# ***Remercîment***

***Je remercie Dieu le tout généreux de m'avoir accordé la santé, la volonté et la patience pour mener à bien ma formation de Master et pour réaliser ce modeste travail de recherche.***

*J'adresse mes profonds remerciements au directeur de ce travail Mr A. Baaouague qui m'a fourni le sujet de ce mémoire et m'a guidé de ses judicieux conseils et suggestions, et la confiance qui ont contribué à alimenter ma réflexion tout au long de cette réalisation.*

*Je tiens à gratifier aussi les membres de jury Mme Allami et Melle Kared pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant d'examiner mon travail.*

*Je tiens à remercier chaleureusement le professeur Mr Seddiki pour son soutien et Mr Bendoukha.*

*Un grand merci à toute corps professoral du Département des Sciences de la Terre qui mon fait bénéficié dans mes années d'étude.*

*Enfin je remercie l'ensemble de mes proches et mes collègues d'étude et plus particulièrement*

*M. Amira, B.Yasser, A.Alaa et toute la promo de GL 2023*

## *Dédicace*

Je dédie ce mémoire à:

À l'homme qui m'a toujours encouragé, tant matériellement que moralement, mon cher père.

À ma chère mère, qui a été mon premier soutien en tout, que Dieu te protège

À ma deuxième mère, Rima, je lui souhaite de vivre longtemps et en bonne santé.

**Mes Sœurs :** Achoike halima et Fadila **Mes Frères:** Zakaria Khir din et Abd Malek

Je dédie ce travail à ceux qui ont été un soutien pour moi tout au long de mon parcours universitaire, mes oncles DAHMAN et BELKHIR.

Sans oublier mes oncles MAAROUF et HMAIDA que Dieu ait pitié d'eux

**Mes chères tantes :** G, K, Z, M, S, K, R, F, Wira et Hasna

**À tous mes cousins et mes cousines :** Rima, Roufa, Lana, Fedwa, Halouma, Meriem, Basouma, Hafous, Abdou, Nafissa, Riham, Naila, Asma, Jamila, Soulef, Sara, Maria, Achraf, Hamed, Amina, Zozo...

À Touha, ma meilleure amie, ma sœur de cœur et ma compagne de route

À **Mes Amis** Fatiha Nour Nawal Amira Mokhtaria Zahra Mohamed Yasser Alaa Allal Daoud

## Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier la tectonique et la pétrographie de la barytine de la mine de Boucaïd dans la Wilaya de Tissemsilt. Plus particulièrement, de déterminer la relation entre la mise en place de la minéralisation et le contrôle tectonique de la région. C'est pour cela que nous avons effectué une étude de terrain de quelques jours.

Notre travail se compose de trois chapitres. :

- Le premier chapitre est le résultat d'une étude bibliographique où nous présentons la géologie régionale et locale de ce gisement.
- Le deuxième chapitre présente la géologie du gisement, avec un accent particulier sur la tectonique de la région.
- Le troisième est basé sur l'étude minéralogique et la pétrographique de la barytine ainsi qu'une étude générale de la méthode d'exploitation et de traitement appliqués actuellement.

Nous terminons notre étude par une conclusion générale.

**Les mots clés :** Ouarsenis – Boucaïd - Barytine – tectonique – filon - hydrothermalisme – minéralisation

## المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة الخصائص التكتونية والبتروجرافية للباريت في منجم بوقايد في ولاية تيسمسيلت. وبشكل أكثر تحديداً، تحديد العلاقة بين تكوين المعدن والتحكم التكتوني في المنطقة. وهذا هو السبب في إجراء دراسة ميدانية لمدة بضعة أيام.

تتكون هذه الدراسة من ثلاثة فصول:

- الفصل الأول هو نتيجة لدراسة بيبليوغرافية. وفي هذا الفصل، نقدم الجيولوجية الإقليمية والمحلية للرواسب.
- يقدم الفصل الثاني جيولوجية الرواسب، مع التركيز بشكل خاص على البنية التكتونية للمنطقة.
- يعتمد الفصل الثالث على دراسة الخصائص المعدنية والبتروجرافية للباريت، بالإضافة إلى دراسة عامة لطرق التعدين والمعالجة المستخدمة حالياً.

نختتم دراستنا بخاتمة عامة

**الكلمات المفتاحية:** الونشريس- بوقايد-الباريت-التكتونية-الوريد-الحرارة-المائية-منشأ-تمعدن

## Abstract

The objective of this study is to investigate the tectonic and petrographic characteristics of barite from the Boucaïd mine in the wilaya of Tissemsilt. More specifically, to determine the relationship between the formation of the mineral and the tectonic control of the region. This is why a field study was conducted for a few days.

This study is divided into three chapters.

- The first chapter is the result of a bibliographic study. In this chapter, we present the regional and local geology of the deposit.
- The second chapter presents the geology of the deposit, with a particular focus on the tectonic structure of the region.
- The third chapter is based on the mineralogical and petrographic study of barite, as well as a general study of the mining and processing methods currently in use.

We conclude our study with a general conclusion.

**Key Words:** Ouarsenis – Boucaïd - Baryte–tectonic - vein –hydrothermal – paragenesis – mineralization

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Situation géographique du Massif de l'Ouarsenis dans l'Atlas Tellien.....	3
<b>Figure 2:</b> Situation géographique de l'Ouarsenis .....	4
<b>Figure 3:</b> localisation géographique de l'Ouarsenis.....	10
<b>Figure 4:</b> Situation géographique de la région de Boucaïd par rapport à l'Ouarsenis (image SAT Google Earth). .....	11
<b>Figure 5:</b> Carte géologique de la zone culminante de l'ouarsenis d'après Calembert 1952 (modifiée) .....	12
<b>Figure 6:</b> Logs Stratigraphiques du jurassique du massif de l'Ouarsenis (Kireche, 1993) .....	13
<b>Figure 7:</b> Les principales formations jurassiques de l'Ouarsenis.....	14
<b>Figure 8:</b> Traits structuraux du secteur d'étude. (D'après Calembert, 1952 ; Benhamou, 1996, modifiée).....	15
<b>Figure 9:</b> Les unités structurales de l'Ouarsenis (d'après Mattauer, 1958 ; Benhamou, 1996 , modifiée). .....	16
<b>Figure 10:</b> Reconstitution paléogéographique & paléo structurale (A : corrélation / B : 2D / C : 3D) (Zeghari, 2009)..	17
<b>Figure 11:</b> Géomorphologie de la région culminante de l'Ouarsenis .....	18
<b>Figure 12:</b> Alternance des bancs calcaires et silex.....	18
<b>Figure 13:</b> Affleurement du calcaire oolithique.....	19
<b>Figure 14:</b> Calcaire gréseux .....	19
<b>Figure 15:</b> Calcaire a bioturbation .....	20
<b>Figure 16:</b> Calcaire a silex .....	20
<b>Figure 17:</b> La Barytine.....	24
<b>Figure 18:</b> La baryte en poudre.....	26
<b>Figure 19:</b> L'exploitation par chambres et piliers.....	28
<b>Figure 20:</b> Méthode sous niveau abattu .....	29
<b>Figure 21:</b> Soutènement dans le Gisement Lakhdar .....	30
<b>Figure 22:</b> Pelle sur rail et locotracteur et Wagonnet.....	31
<b>Figure 23:</b> Pelle sur rails.....	32
<b>Figure 24:</b> Gisement Lakhdar .....	33
<b>Figure 25:</b> Trace d'ammonite .....	34
<b>Figure 26:</b> Gisment Nord.....	34
<b>Figure 27:</b> Filon de Barytine dans des calcaires et des argile .....	35
<b>Figure 28:</b> Texture Massive de baryte .....	36
<b>Figure 29:</b> Texture rubanée de deux ou de bandes la barytine et le calcaire.....	37
<b>Figure 30:</b> Vues macroscopique de calcaire oolithique à veinule de calcite .....	37
<b>Figure 31:</b> Vues microscopiques de calcaire oolithique à veinule de calcite .....	38
<b>Figure 32:</b> Vue microscopique de barytine ( Grx5).....	38
<b>Figure 33:</b> Barytine en lattes (Grx5).....	39
<b>Figure 34:</b> Quartzite avec la pyrite & hydroxydes de fer (LPA Grx5) .....	39
<b>Figure 35:</b> Vue microscopique de calcite (Grx5).....	40
<b>Figure 36:</b> Vue microscopique de calcite avec la pyrite & hydroxydes de fer .....	40
<b>Figure 37:</b> Assemblage de barytine, de calcite et de dolomite (Grx5).....	41

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Tableau périodique des éléments. (Robert.G 2019, IUPAC 2018) .....	22
<b>Tableau 2:</b> Les propriétés fondamentales de la Barytine .....	26

# Tables des matières

Remercîment	
Dédicace	
Résumé	
الملخص	
Abstract	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Tables des matières	
Introduction .....	1
<b>Chapitre I</b>	
<b>Généralité</b>	
I-1. Situation géographique du massif de l’Ouarsenis.....	3
I-2. La Région de Boucaïd .....	4
I-3. Climatologie .....	4
I-4. Hydrologie et Hydrogéologie .....	4
I-5. Historique des Travaux.....	5
I-5.1. Les Travaux De Recherche Minière .....	5
I-5.2. Les Travaux Géologique.....	6
I-6. Méthodologie.....	7
I-7. Objectifs de l’étude.....	8
<b>Chapitre II</b>	
<b>Etude structurale et paléogéographie</b>	
II-1. Géologie du gisement.....	10
II.1.1. Situation géographique de Boucaïd .....	11
II-2. Tectonique.....	15
<b>Chapitre III</b>	
<b>Etude pétrographique et minéralogique</b>	
III-1. Généralité sur la Barytine .....	22
III-1.1. Définition .....	22
III-1.2. L’origine.....	23
III-1.3. Utilisation.....	24
III-2. Description pétrographique et Minéralogique .....	27
III-2.1. Introduction.....	27

III-2.1.1. Les paramètres de méthode d'exploitation .....	28
III-2.1.2. Traitement .....	30
III-2.2. Caractéristique et genèse de gisement.....	32
III-2.2.1. Caractère particulier morphologique des gisements .....	32
III-2.3. Analyse minéralogique et pétrographique.....	35
III-2.3.1. Analyse Microscopique Des Lames Minces .....	35
III-2.3.2. Etude texturale de la minéralisation.....	36
III-2.3.3. Description pétrographique et minéralogie .....	37
III-2.3.3.1. La roche encaissante.....	37
III-2.3.3.2. Les sulfates (Barytine : BaSO <sub>4</sub> ).....	38
III-2.3.3.3. Les sulfures .....	39
III-2.3.3.4. Les minéraux de gangue.....	39
-Le quartz (SiO <sub>2</sub> ).....	39
-La calcite CaCO <sub>3</sub> .....	40
-La dolomite: (Mg, Ca) (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .....	41
III-3. INDICE DE MINERALISATION.....	41
Conclusion.....	43
Bibliographie.....	46



# **Introduction**

### **Introduction**

L'Algérie est un pays géographiquement et géologiquement diversifié, avec une grande variété de formations géologiques. La région d'Ouarsenis, la partie la plus élevée du massif appartenant au système montagneux de l'Atlas tellien, enregistre une histoire géologique complexe qui lui donne une certaine particularité structurale. La tectonique a joué un rôle important à la mise en place de ces massifs.

Le massif culminant de l'Ouarsenis est constitué essentiellement de formations sédimentaires d'âge jurassique avec des couches retournées qui affleurent à la surface sous forme de massifs isolés parmi les terrains crétacés

La région de Boucaid est située dans le massif montagneux d'Ouarsenis dans la wilaya de Tissemsilt, est une zone géologiquement riche en minéraux. Cette étude géologique vise à explorer les différentes formations rocheuses et les types de minéralisation présents dans cette région.

La morphologie des gisements de l'Ouarsenis (Boucaid) inclue, est caractérisé par des filons, lentilles et amas résultant des accidents tectoniques ayant eu lieu dans cette zone.

La demande en baryte augmente d'une façon exponentielle. A cet effet, l'industrie minière en Algérie s'occupe de l'exploitation de ce type de minerai. La mine de Boucaid (wilaya de Tissemsilt), fait l'objet de cette exploitation.



# **Chapitre I**

## **Généralité**

## I-1. Situation géographique du massif de l'Ouarsenis

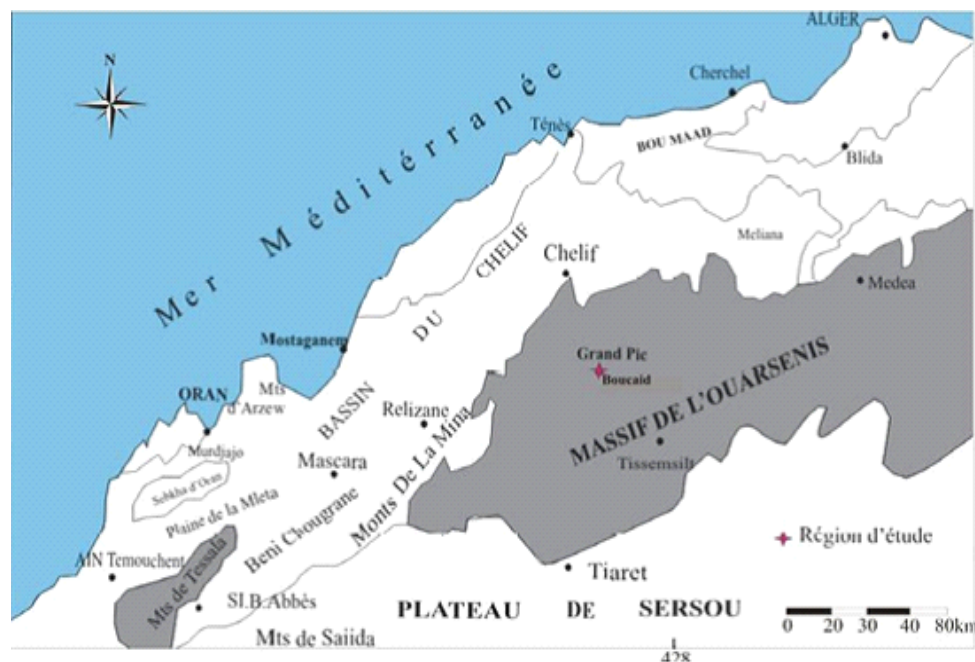
L'atlas tellien est une chaîne de montagnes qui traverse plusieurs pays du nord de l'Afrique, dont l'Algérie.

L'Atlas tellien traverse l'Algérie de l'est à l'ouest. Il s'étend sur environ 1500 Km est composé de plusieurs massifs du nord au sud, les massifs côtiers, médianes et intérieurs, Cette région est connue pour sa diversité géologique et biologique, ainsi que pour ses paysages montagneux spectaculaire et également une source importante de ressources naturelles, notamment de minéraux, du gaz naturel..

La région de Ouarsenis est située dans le nord-ouest de l'Algérie, font partie intégrante des massifs intérieurs. Il s'étend entre le Chelif à l'est et au nord, l'oued mina et les monts de Saïda à l'ouest et le plateau du Sersou au sud à cheval sur les wilayas de Médéa, Ain Defla, Tissemsilt, Chlef, Relizane et Tiaret. Cette région est caractérisée par son relief accidenté, ses allées profondes, ses falaises abruptes et sa géologie complexe.

L'Ouarsenis est constitué d'épointements de roches sédimentaire jurassiques qui affleurent sous forme de massifs isolés parmi les terrains crétacé : Grand pic, Sra sidi Abdelkader, Sidi Belkheiret, Rokba, Batha et certains blocs de glissement par gravité

L'Ouarsenis s'étale sur 200 Km de longueur environ. Il montre deux parties, une orientale et l'autre occidentale par rapport au massif du Grand pic culminant à 1985 m. (Mattaure 1958)



**Figure 1:** Situation géographique du Massif de l'Ouarsenis dans l'Atlas Tellien

## I-2. La Région de Boucaïd

La région de Boucaïd est située dans le massif montagneux d'Ouarsenis (une zone de jonction entre l'Ouarsenis oriental et occidental). Elle se situe à 70 Km au Nord-Est du Chlef la wilaya de Tissemsilt, à 250Km au Sud-Ouest de la capitale d'Alger

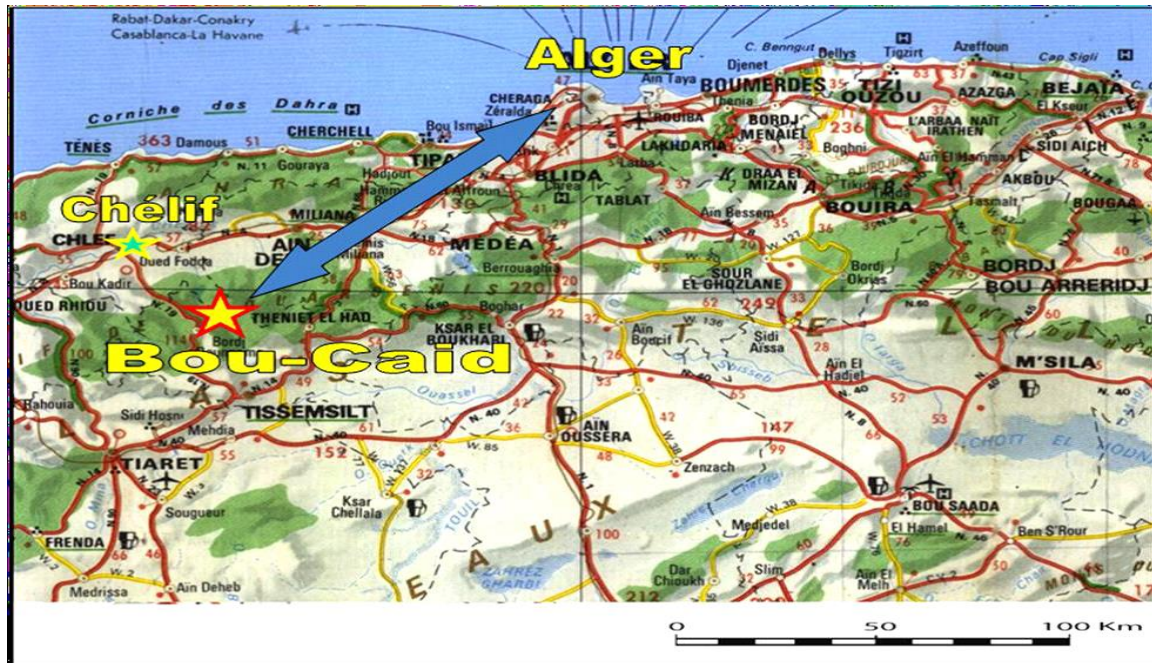


Figure 2: Situation géographique de l'Ouarsenis

## I-3. Climatologie

Le climat d'Ouarsenis varie en fonction de l'altitude, et de la situation géographique. En altitude, les températures peuvent descendre en dessous de zéro pendant les mois d'hiver, tandis qu'à plus basse altitude le climat est méditerranéen, avec des hivers doux et des étés chauds.

La région de l'Ouarsenis, dont la zone d'étude, la région de Bou-caïd (la mine) fait partie intégrante, est soumise à un climat méditerranéen typique avec un été torride, relativement chaud et sec ainsi qu'un hiver pluvieux, humide et froid.

## I- 4. Hydrologie et Hydrogéologie

Les réservoirs d'eau de l'Ouarsenis sont surtout contrôlés par les masses calcaires dont la tectonique a favorisé la circulation des eaux pluviales, qui ont provoqué la dissolution des minéraux constitutifs. En générale, les sources exogènes n'ont pas un grand débit, ce qui est dû à l'enfouissement du réseau hydrographique est enfoui sous les marno-schistes. les drainages des nappes se fait naturellement par les failles.

Les divers cours d'eau constituent le poids hydrologique dans la commune de Bordj Bounaama qui se résume à des puits et sources localisées dans les différents douars et sont destinées à la consommation locale, tel que :

- a) **Ain Tolba** : Elle s'agit de l'exécutive d'une nappe perchée due à la disposition tabulaire en bassin des assises liasiques.
- b) **Ain Khadra** : Elle apparaît dans des éboulis à proximité du contact par faibles déformations liasiques des chainons Belkheiret qui s'élève à une altitude de 1662m avec le flysch du socle au bord Sud.

Dans la région de Bordj-Bounaama, la nature des formations géologiques ne permet pas la présence d'aquifère important. L'eau des pluies s'infiltré dans les calcaires par des fissures et réapparaît à la surface à des niveaux bas, sous forme de résurgences ou sources d'eau. (Chegra, Benabdeslam 2021)

## **I-5. Historique des Travaux**

### **I-5.1. Les Travaux De Recherche Minière**

Les premiers gisements découverts dans la mine de Boucaïd sont des filons Plombo-Zinc en 1856, dans le lieu connu sous le nom de Grand Pic, ensuite ce fut le tour de ceux de Belkheiret et d'Abdelkader d'être découvert en 1860 et 1863 respectivement. Ceci a conduit à émettre une demande d'obtention d'un permis d'exploration en 1872 par M. Terraillon et M. Calen. Mais les travaux ne furent jamais entamés pour certaines raisons et la région fut systématiquement abandonnée.

Le gisement de l'Ouarsenis connu depuis le Moyen-âge, la mise en exploitation du gisement de Bou-Caïd date de la fin du 19ème siècle pour les poly métaux (Pb-Zn), qui a connu son apogée dans les 1940 suite aux études réalisées par le géologue français M. Fourme, la deuxième période a démarré avec la nationalisation des mines en 1966 et la continuité en matière d'exploitation des poly métaux, parallèlement la SONAREM a entamé les travaux de prospection à partir de 1967 qui consistent dans les études et la reconnaissance systématique du gisement, en 1975, lors des travaux de levé géologique au Sidi bel Abbas, il y a eu la découverte d'une puissante structure bar tissée de 850m de longueur .l'exploitation et le traitement de la baryte a commencée en 1976.cette dernière à être fait l'objet des travaux de prospection et dévaluation de 1977 à 1981,la restructuration organique de la SONAREM en 1983, a donnée naissance à l'entreprise ENOF qui hérita des unités de production dont l'unité de production de la baryte de la mine de Bou-Caïd. En 2001, l'ENOF donna naissance à la

filiale SOMIBAR qui signifie : Société des Mines de Baryte d'Algérie, qui hérita de la mine de Bou-Caïd. Depuis, 1976, la société SOMIBAR filiale de l'ENOF a commencée à extraire la barytine jusqu'à nos jours. (Meghellet, Belaid 2019)

### **I-5.2. Les Travaux Géologique**

- Entre 1889 et 1895, les premiers travaux sur la région furent effectués par C. Nicaise (1869), Ficheur (1889-1891), Pomel (1890) et Ripelin (1895) qui ont découvert et étudiés les premiers fossiles découverts dans cette région. Les grands traits de la structuration et la tectonique de la région a été réalisée par J. Welsch, 1890; M. Bertrand, 1891; J. Replin, (1895).
- En 1948, Flandrin présentait une synthèse du Nummulitique algérien incluant l'Ouarsenis oriental dans ses reconstitutions paléogéographiques.
- 1949-1950, Mattauer, Caire et Glangeaud ont entrepris la révision de la feuille géologique au 1/50000 de Miliana, pour aborder en 1951, l'étude du massif de l'Ouarsenis Oriental.
- En 1952, Calambert publie «Etude géologique du massif culminant de l'Ouarsenis» et une importante monographie exclusivement consacrée au massif culminant et accompagnée d'une carte au 1/10000.
- En 1958, Mattauer publie « Etude géologique de l'Ouarsenis Oriental »
- En 1960, Polvêche a étudié la géologie de l'Ouarsenis Oranais.
- En 1968, Fares K. a soutenu sa thèse de doctorat sur l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique du Tell algérien (massif culminant de l'Ouarsenis, Oued Fodda, massifs de la plaine du Chélif et Babors).
- 1986, Kazi-Tani a fait ressortir les grands traits de l'évolution verticale de la série, du Kef Sidi Amar ainsi que leurs variations latérales
- En fin en 1991, Atrops, Benest et Benosman, ont fait une étude stratigraphique sur le Malm-Berriasien du Grand Pic et la même année ces auteurs avec en plus de Almeras ont publié un article sur la découverte et dynamique d'une transgression au Callovien sur le socle tardi-hercynien dans le domaine sud tellien (Ouarsenis, Algérie).
- 1992, K. Atif, a présenté une étude stratigraphique, sédimentologiques et évolution paléogéographique de la " Formation des calcaires bleus de DjorfTouka".
- 1992, A. Gabani a analysé la boutonnière de Koudiat Larouah du point de vu lithostratigraphique et sédimentologiques.

- 1992 Lachkar N, a étudié « La lithostratigraphie et la diagénèse de la série carbonatée du jurassique inferieur et moyen de Srâa-Abdelkader. Dans la même année.
- 1994, A. Aribi, a présenté une étude pétrographique des dépôts détritiques (sédimentologie séquences et environnements) où il a fait ressortir que cette sédimentation disparaît latéralement.
- de 1996 à 1997. A. Abbache (1996). K Moumou (1997) et O. Benzahkroufa (1997) ont étudié respectivement un exemple d'une sédimentation réduite contrôlée par un paléo relief Carixien de Rokba-Aatba et l'évolution spatiotemporelle d'une unitelithostratigraphique par le contrôle allocyclique et autocyclique.
- 1996, Benhamou a soutenu une thèse de Doctorat sur le pic de l'Ouarsenis intitulée "Evolution tectono-eustatique d'un bassin de la TethysMaghrébine: l'Ouarsenis (Algérie) pendant le Jurassique inférieur et moyen".
- 1998, Z. Lallagui, a analysé d'une façon approfondie la plateforme carbonatée liasique de la Formation carbonatée de Kef Sidi Amar.
- 1999, D. Bouras (1999) a focalisé son étude sur le dynamisme de la transgression bajocienne.
- 2006, M. Benyoucef a présenté un mémoire intitulé : Les flyshsalbo-Aptiens de l'Ouarsenis oriental (Algérie du Nord): Aspect sédimentologiques et reconstitution paléogéographique.
- 2007, M. Zaagane a présenté intitulé Etude géostatistique des éboulements sur les versants du Grand Pic de l'Ouarsenis : porteur des risques sur la population limitrophe.
- 2009, A. Zeghari , a présenté un Mémoire d'Ingénieur intitulé étude sédimentologique et structurale du bloc Belkheirat (Sud du Grand Pic de l'Ouarsenis).
- 2021, A. BENNAMA, Mémoire du Master intitulé La Barytine : géologie, pétrologie, et gîtologie Usages et perspectives. (Cas du gisement de Boucaïd W- Tissemsilt)

## **I-6. Méthodologie**

L'étude des gisements de baryte dans la région de boucaïd (Ouarsenis), qui ont été effectuées au sein de la société ENOF (Entreprise Nationale des produits Miniers Non Ferreux et des Substances Utiles), a consisté en deux étapes.

- Une mission de terrain de quelques jours a été menée pour localiser les minéraux utiles en coupe stratigraphique, étudier leur relation avec les roches encaissantes et les assises de minéralisation,, évaluer l'influence de la tectonique sur les conditions de localisation et la



morphologie des gisements, et examiner les différentes minéralisations sur place. L'objectif général de l'étude des gisements minéraux est de déterminer leurs conditions géologiques de formation et d'évaluer leurs possibilités d'exploitation industrielle.

- Un travail de laboratoire, les échantillons sont préparés par le laboratoire du département (Département de GEOLOGIE du Faculté Sciences de la Terre et de l'Univers) pour être prêts études sous le microscope.
- Faire une étude minéralogique et pétrographique

### **I-7. Objectifs de l'étude**

L'objectif principal de cette étude est de faire une description structurale et pétrographique de la région étudiée.

Après la préparation et l'observation des lames minces au microscope, l'étude minéralogique est menée.

Les objets d'étude incluent la composition chimique de la substance minérale, les propriétés physico-techniques des minéraux, ainsi que la texture et la structure des minerais.

En savoir plus sur les différentes étapes et les méthodes d'exploitation

# **Chapitre II**

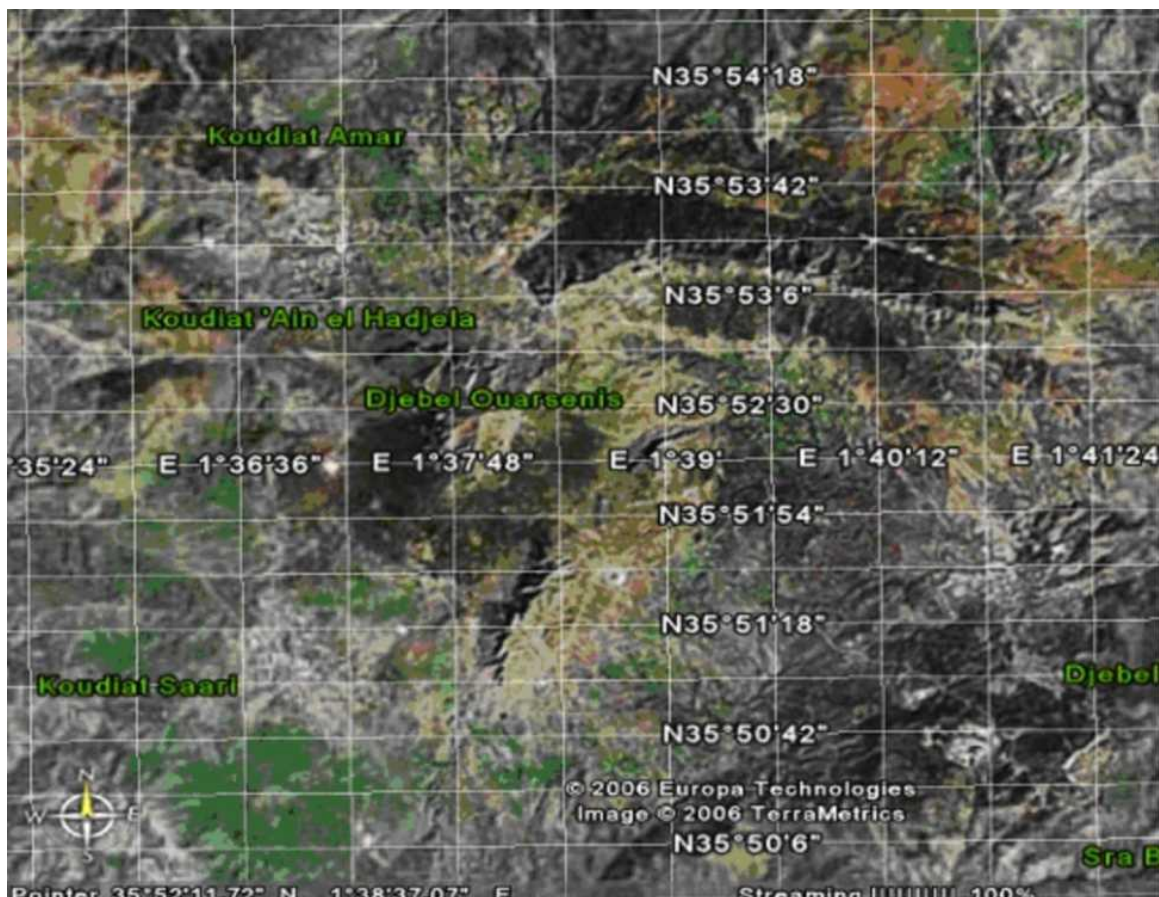
**Etude structurale et  
paléogéographie**

## II.1. Géologie du gisement

Les gisements étudiés s'inscrivent dans la géologie du massif de l'Ouarsenis s'étendant sur une distance de 200km, celui-ci est composé de roches sédimentaires affleurant sous forme de massifs isolés du jurassique parmi les terrains du crétacé. Les massifs connus se trouvant dans ce territoire constituant cette région relative à cette genèse sont : Massif du Grand Pic, Massif d'Abdelkader, Massif Belkheiret, Massifs Batha, et certains autres blocs de glissements par gravité

Le relief est très accidenté, avec des dénivelées de 500 à 900 m, ce qui explique les conditions d'affleurement excellentes, dont les formes positives de la topographie sont constituées d'épointements de roches Jurassiques composées le plus souvent du calcaire. (Meghellet, Belaid 2019)

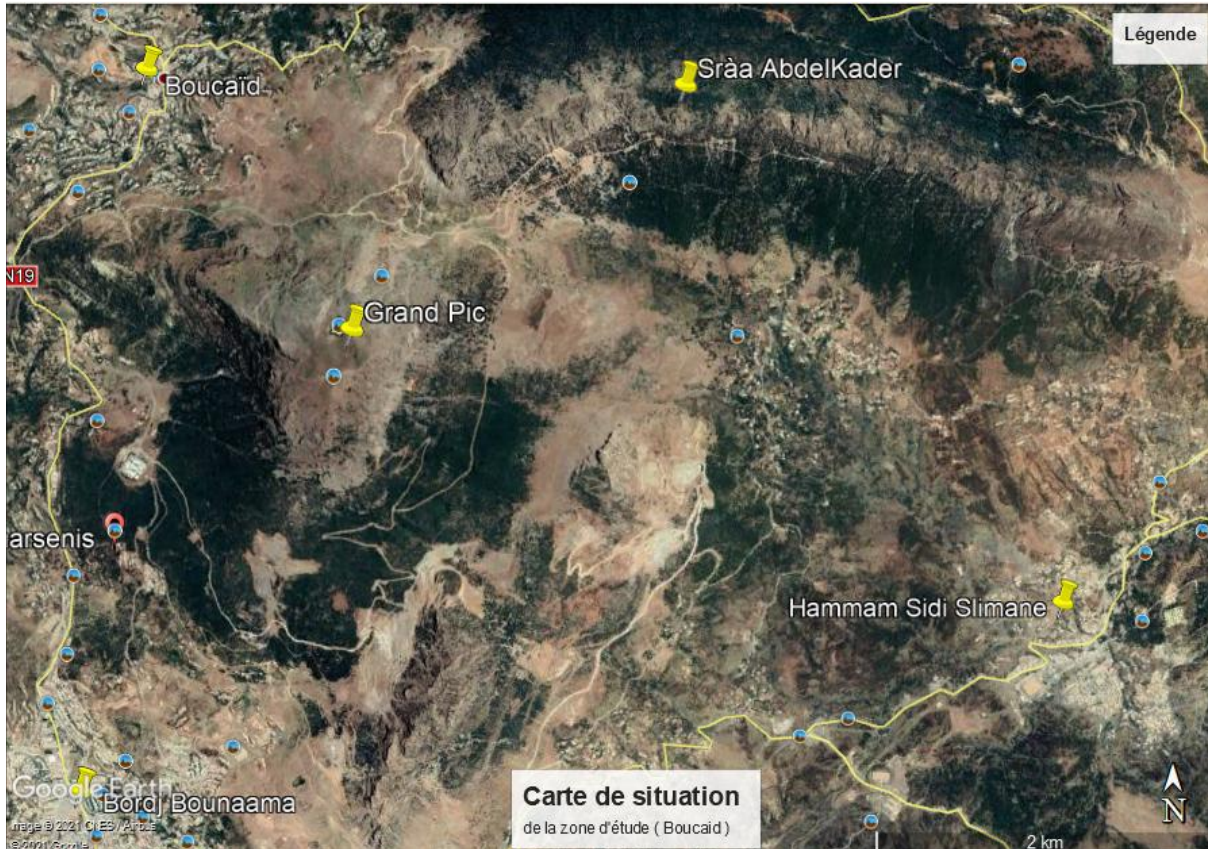
Ces derniers affleurent sous forme de crêtes étroites et de sommets rocheux



*Figure 3: localisation géographique de l'Ouarsenis*

### II.1.1. Situation géographique de Boucaïd

Se localise dans la partie la plus élevée du massif montagneux de l'Ouarsenis qui est situé à 250 km au Sud-Ouest d'Alger, composé essentiellement de dépôts sédimentaires qui du point de vue stratigraphique vont du Trias au Quaternaire



**Figure 4:** Situation géographique de la région de Boucaïd par rapport à l'Ouarsenis (image SAT Google Earth).

Le massif culminant de l'Ouarsenis est constitué de formations sédimentaires d'âge secondaire représenté au complet depuis le trias jusqu'au crétacé moyen.

- Trias dolomitique et gypseux, roche cristallophyllienne, argiles ;
- Lias infra lias : Dolomies, Calcaires dolomitiques, Veines de barytine et de calcite
- Lias Moyen : Bancs de calcaire blanchâtre, Conglomératiques, Filons puissants de barytine et Calcite, Poudingues locaux
- Lias Supérieur: Bancs calcaires, oolithiques, Calcaires à silex, niveaux conglomératiques, Fossiles abondants
- Dogger : formation poudingue formes à micro-organismes, grés, calcaires à silex calcaires à strates, Fossiles abondants
- Malm : Bancs marmot, Calcaires, Alternances calcaires bariolés marnes schistoïdes, Fossiles abondants - Marne et calcaires jaunâtres, Calcaires à grains fins
- Crétacé : Calcaires bariolés en dalles, Marnes, Ammonites, Pyriteuses, Marnes et schistes, Lentilles gréseuses, Conglomérât, Huîtres. (**HENRY J, et al.2000**)

L'Ouarsenis est constitué d'époinçements de roches sédimentaires jurassiques qui affleurent sous formes de massifs isolés parmi les terrains crétacés : Grand Pic, Sra Sidi Abdelkader, Sidi Belkheiret, Rokba, Batha, et certains blocs de glissement par gravité.

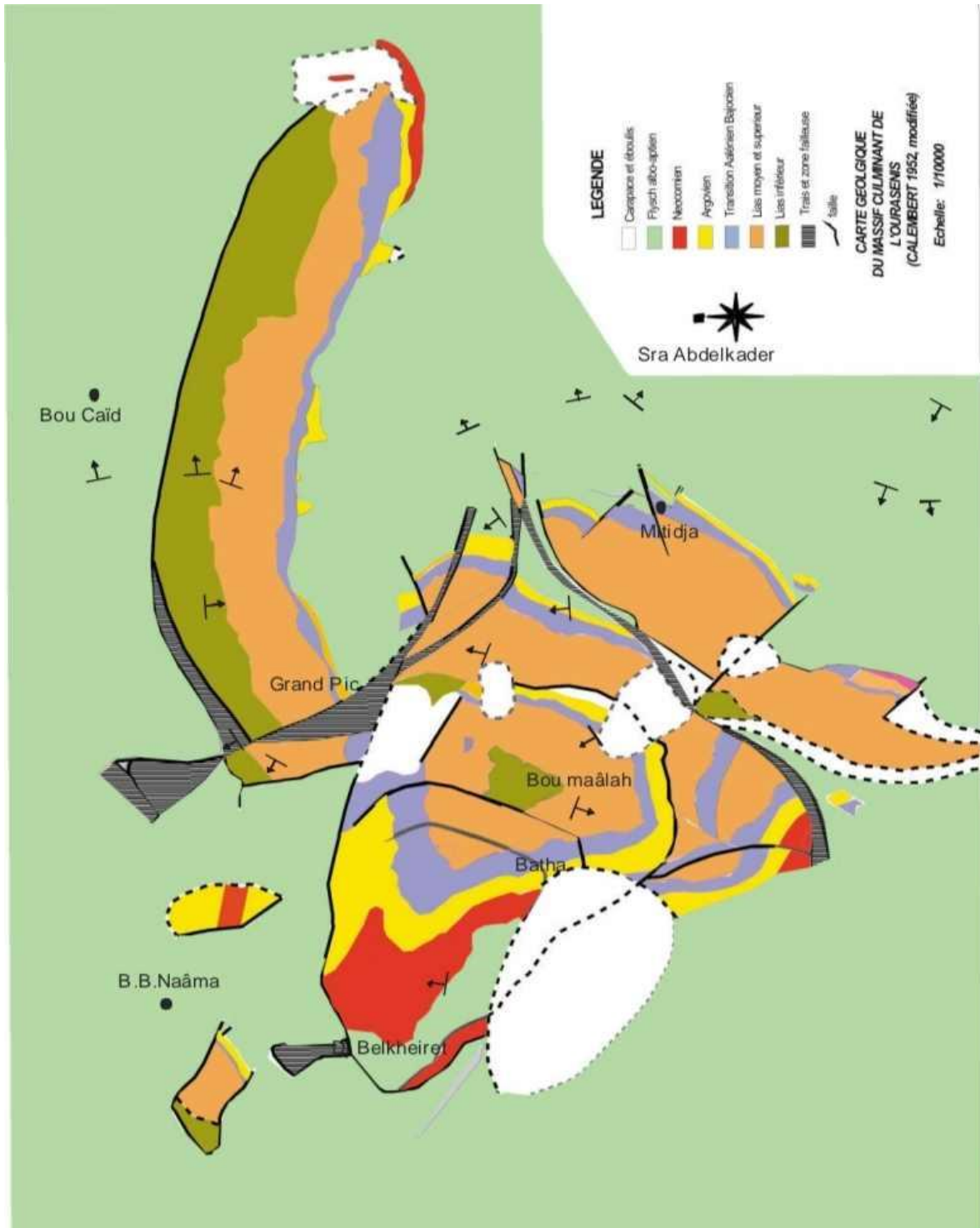


Figure 5: Carte géologique de la zone culminante de l'ouarsenis d'après Calembert 1952 (modifiée)

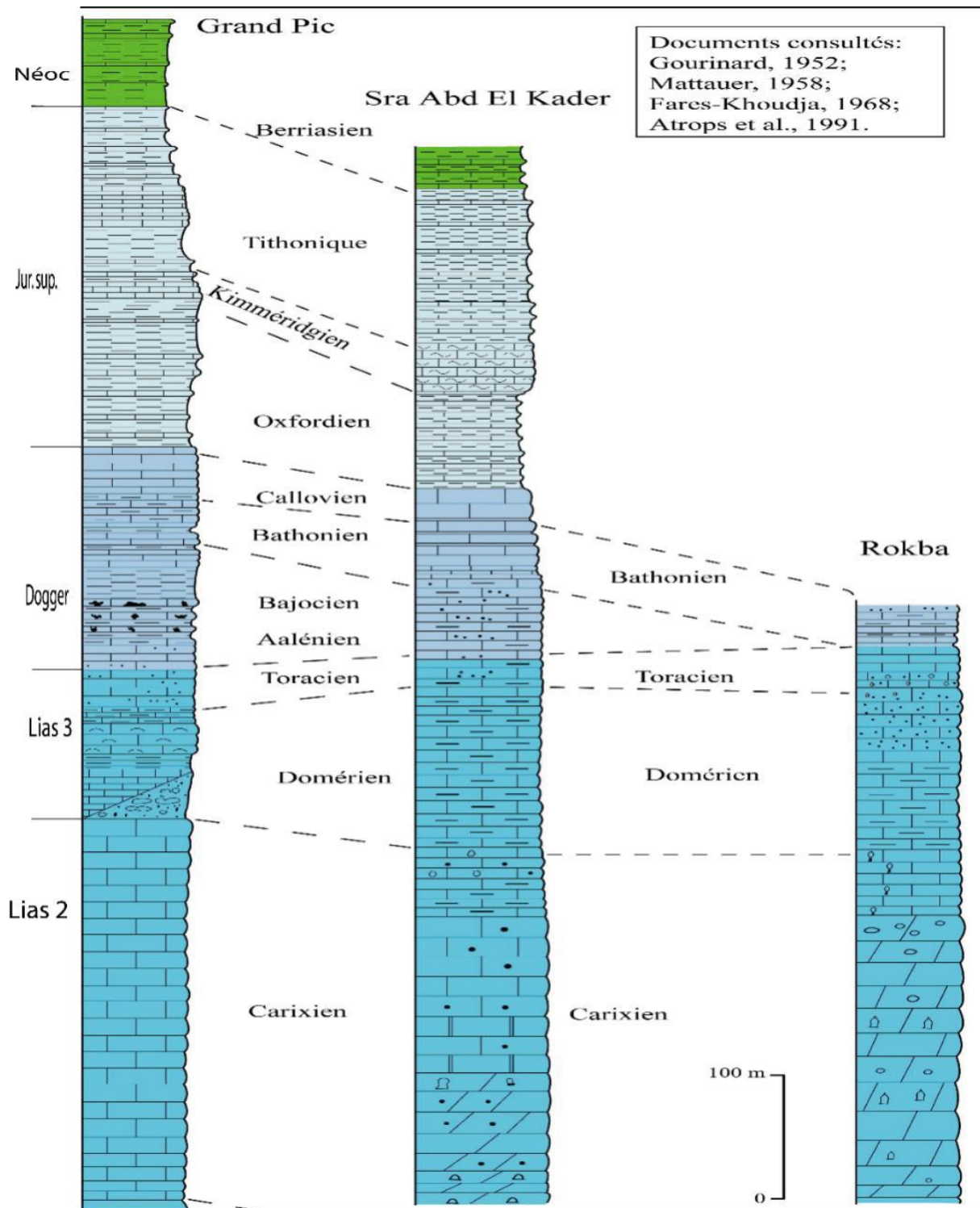
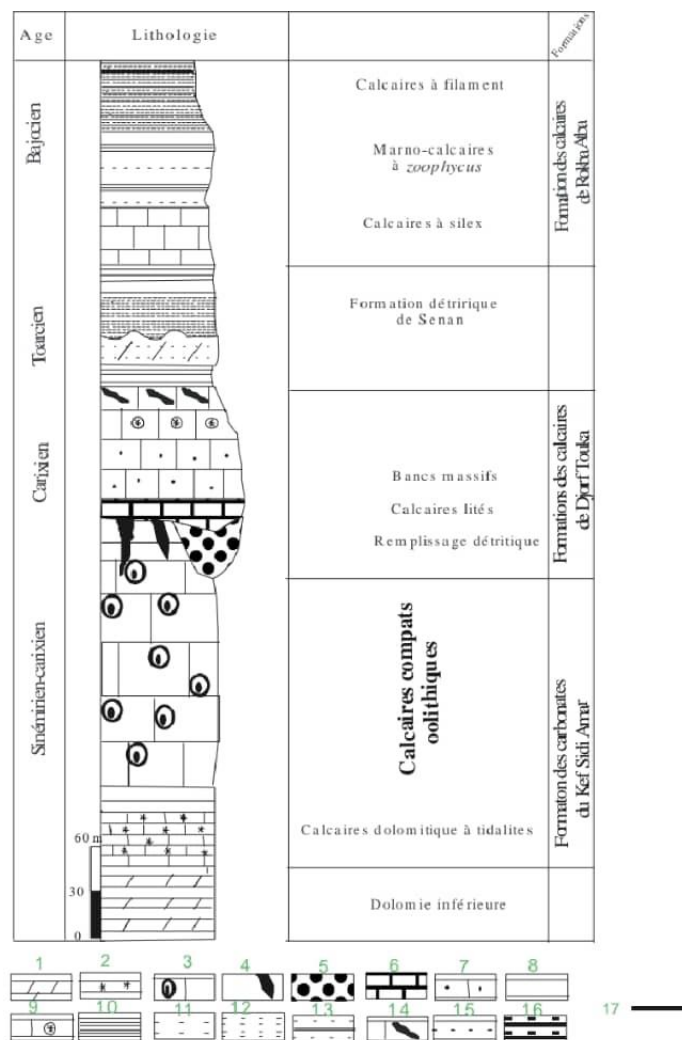


Figure 6: Logs Stratigraphiques du jurassique du massif de l'Ouarsenis (Kireche, 1993)

Au cours de notre stage, nous avons mené une étude stratigraphique de la région Kef Sidi Amar

**LES TERRAINS JURASSIQUES :** Ils forment en quelque sorte l'ossature de l'Ouarsenis. Leurs affleurements n'apparaissent que dans des zones bien localisées. Toute la série du jurassique est présentée dans ce secteur et exclusivement dans le Grand Pic (Kef Sidi Amar). cette succession montre 5 formations bien distinctes allant du lias inférieur au callovien

1. **Formation carbonaté de Kef Sidi Amar:** calcaire compacts oolithiques
2. **Formation des calcaire De Djorf Touka :** Calcaire a bivalves  
Calcaire a bioturbation
3. **Formation marno-calcaire de Trig Sidi Amar :** une alternance marno-calcaire
4. **Formation silicoclastique de Senan:** calcaire griseux
5. **Formation des calcaire de Rokbat Aatba :** calcaire a silex



Formations des carbonates du Kef Sidi Amar: 1- Dolomies inférieures 2- Calcaires dolomitiques à tidalites 3- Calcaires compacts oolithiques 4- Fissures karstiques 5- Remplissage détritrique 6- Calcaires sombres lités 7- Calcaires massifs à bivalves 8- Calcaires à grands bivalves 9- Calcaires bioturbés à Chaetopterozoaires 10- Alternances marno-calcaires 11- Grès grossiers massifs à forêts et à grande taille 12- Grès fins argileux 13- Grès fins argileux 14- Calcaires à silex 15- Marno-calcaires à zoophycos 16- Calcaires à filaments 17- Discontinuités majeure.

Figure 7: Les principales formations jurassiques de l'Ouarsenis

## II-2. Tectonique

La tectonique des gisements constituant la mine de Boucaïd est celle qui affecte le massif de l'Ouarsenis est constitué de roches jurassiques étant amené vers la surface à partir d'une faille profonde de direction sub-latitudinale à l'époque : Post-Crétacé Inférieur. A la suite des contraintes tectoniques ce massif a été morcelé en plusieurs blocs. Celle-ci est à l'origine du déplacement des nappes. L'ossature du massif montagneux fut ainsi constituée par un anticlinorium à ennoyage, causé par le déplacement des nappes, vers le Nord-Est, et aussi par un flanc inverse l'anticlinal couché au sud remplissant l'aire synclinale. Ceci fut l'origine de nombreux accidents tectoniques qui ont affecté les masses calcaires favorable à la cassure que ceux des pays environnants, et par conséquent un aspect plus complexe et écaillé, caractérisant chaque grande masse calcaire résultante. (Mekdour, 2017)

Le massif du Grand Pic est coupé par quelques grandes failles sub-méridionales et par une grande quantité de cassures sub-longitudinales. Les secteurs des contacts de ces derniers contrôlent ordinairement le placement des corps des minerais.

L'action tectonique de même direction sur le massif d'Abdelkader s'est traduite par le renversement partiel vers le Sud-Est de ces flancs occidentaux. Après la stabilisation tectonique, sur le versant Sud du Grand Pic, se manifestent largement les phénomènes de déplacement et de glissement par gravité des blocs. (Mattaure, 1958)

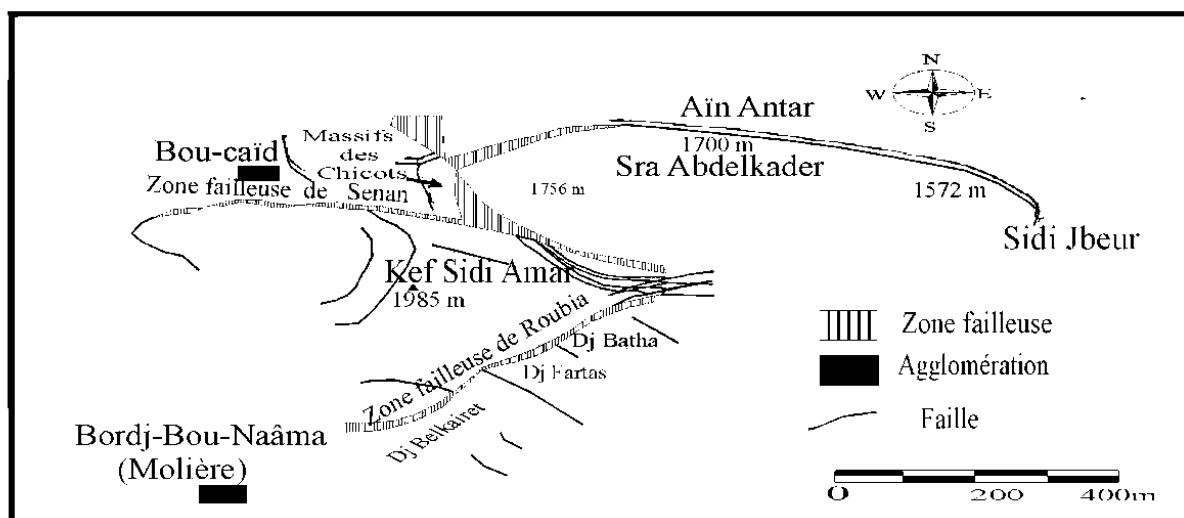


Figure 8: Traits structuraux du secteur d'étude. (D'après Calembert, 1952 ; Benhamou, 1996, modifiée)



### L'Autochtone

L'autochtone est représenté dans les massifs crétacés et miocènes.

Ces massifs présentent une structure relativement simple. Il s'agit des anticlinaux d'orientation générale Est-Ouest. Ils sont dissymétriques, car le flanc Nord-est affecté par de nombreuses failles. Tandis que le flanc Ouest est caractérisé par une faille Nord-Sud et à l'Est par une faille subméridienne (Mattaouer, 1958 ; Zeghari, 2009).

### Complexe A

Mattaouer désigne sous le terme du complexe A les formations souvent difficiles à caractériser qui existent entre l'autochtone et les unités charriés

Cette formation est représentée essentiellement par un puissant affleurement schisteux à faciès flychoïde (Benyoucef, 2006)

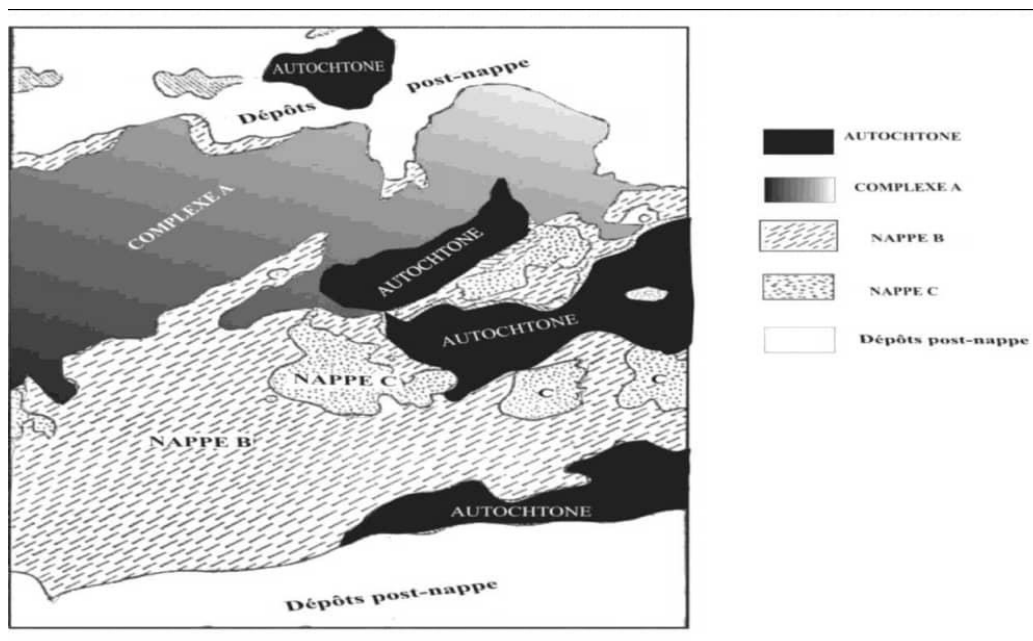
**L'allochtone** La nappe est formé essentiellement du Crétacé supérieur généralement marneux, un Oligocène et un Eocène à faciès différents de ceux de l'autochtone (Mattaouer, 1958 ; Zeghari 2009).

**La Nappe C :** Est la plus individualisée que les autres unités dans le cadre stratigraphique que sur le plan tectonique

Elle est structurellement la plus élevée, et se caractérise par une semelle de crétacé à faciès flysch surmontée d'oligocène à faciès numidien

### Les dépôts post-nappes

Le dépôt post-nappe est constitué de Miocène ou de Pliocène très peu tectonisé



**Figure 9:** Les unités structurales de l'Ouarsenis (d'après Mattaouer, 1958 ; Benhamou, 1996, modifiée).

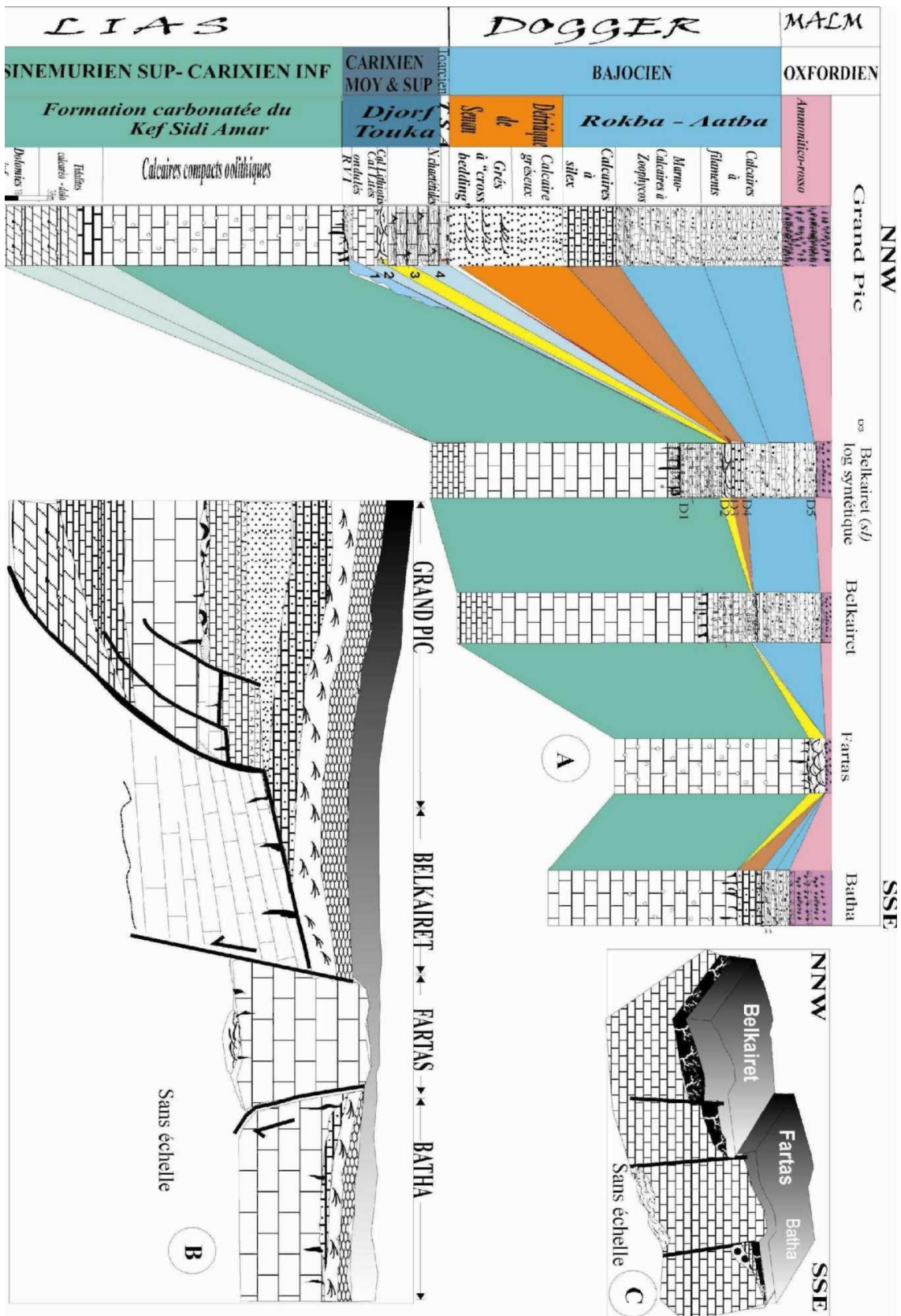


Figure 10: Reconstitution paléogéographique & paléo structurale (A : corrélation / B : 2D / C : 3D) (Zeghari, 2009)



*Figure 11: Géomorphologie de la région culminante de l'Ouarsenis*



*Figure 12: Alternance des bancs calcaires et silex*



*Figure 13: Affleurement du calcaire oolithique*



*Figure 14: Calcaire gréseux*



*Figure 15: Calcaire a bioturbation*



*Figure 16: Calcaire a silex*

# **Chapitre III**

**Etude pétrographique et  
minéralogique**

### III-1. Généralité sur la Barytine

#### III-1.1. Définition

La Barytine désigne le sulfate de Baryum naturel dont la formule chimique est BaSO<sub>4</sub>, le Baryum est un élément chimique de numéro 56 dans la classification périodique de Mendeleïev. Le mot "Baryum" vient du Grec Barys (lourd) et en français Baryte qui est un oxyde de Baryum, auquel on a ajouté le suffixe "-ium" utilisé pour désigner les métaux. Elle est opaque aux rayons X.

Le Baryum est un métal alcalino-terreux. De couleur argentée, il est mou et insoluble.

C'est cristallisé dans le système orthorhombique. Lorsqu'il est pur, il est de couleur blanche, puisqu'il est très réactif avec l'oxygène, il est très difficile de trouver le Baryum sous forme d'élément natif. Mais, du fait de cette caractéristique, il est très utilisé pour piéger des gaz dans des dispositifs sous vide comme les capteurs thermiques à tube ou les tubes cathodiques (Superprof 2020, Marteau.P et autres 2014)

Key:																																																																																																			
atomic number		Symbol		name		conventional atomic weight		standard atomic weight																																																																																											
1	H	hydrogen	1.008	[1.0078, 1.0082]	2	He	helium	4.0026		13	B	boron	10.81	[10.806, 10.821]	14	C	carbon	12.011	[12.009, 12.012]	15	N	nitrogen	14.007	[14.006, 14.008]	16	O	oxygen	15.999	[15.999, 16.003]	17	F	fluorine	18.998		18	Ne	neon	20.180																																																													
3	Li	lithium	6.94	[6.938, 6.961]	4	Be	beryllium	9.0122		13	Al	aluminium	26.982		14	Si	silicon	28.086	[28.084, 28.086]	15	P	phosphorus	30.974		16	S	sulfur	32.06	[32.059, 32.076]	17	Cl	chlorine	35.45	[35.446, 35.457]	18	Ar	argon	39.95	[39.942, 39.963]																																																												
11	Na	sodium	22.990		12	Mg	magnesium	24.305	[24.304, 24.307]	19	K	potassium	39.098		20	Ca	calcium	40.078(4)		21	Sc	scandium	44.956		22	Ti	titanium	47.867		23	V	vanadium	50.942		24	Cr	chromium	51.996		25	Mn	manganese	54.938		26	Fe	iron	55.845(2)		27	Co	cobalt	58.933		28	Ni	nickel	58.693		29	Cu	copper	63.546(3)		30	Zn	zinc	65.38(2)		31	Ga	gallium	69.723		32	Ge	germanium	72.630(8)		33	As	arsenic	74.922		34	Se	selenium	78.971(8)		35	Br	bromine	79.904	[79.901, 79.907]	36	Kr	krypton	83.798(2)	
37	Rb	rubidium	85.468		38	Sr	strontium	87.62		39	Y	yttrium	88.906		40	Zr	zirconium	91.224(2)		41	Nb	niobium	92.906		42	Mo	molybdenum	95.96		43	Tc	technetium			44	Ru	ruthenium	101.07(2)		45	Rh	rhodium	102.91		46	Pd	palladium	106.42		47	Ag	silver	107.87		48	Cd	cadmium	112.41		49	In	indium	114.82		50	Sn	tin	118.71		51	Sb	antimony	121.76		52	Te	tellurium	127.60(3)		53	I	iodine	126.90		54	Xe	xenon	131.29											
55	Cs	caesium	132.91		56	Ba	barium	137.33		57-71	lanthanoids					72	Hf	hafnium	178.49(2)		73	Ta	tantalum	180.96		74	W	tungsten	183.84		75	Re	rhenium	186.21		76	Os	osmium	190.23(3)		77	Ir	iridium	192.22		78	Pt	platinum	195.08		79	Au	gold	196.97		80	Hg	mercury	200.59	[200.59, 200.59]	81	Tl	thallium	204.38	[204.38, 204.38]	82	Pb	lead	207.2		83	Bi	bismuth	208.98		84	Po	polonium			85	At	astatine			86	Rn	radon											
87	Fr	francium			88	Ra	radium			89-103	actinoids					104	Rf	rutherfordium			105	Db	duabium			106	Sg	seaborgium			107	Bh	bohrium			108	Hs	hassium			109	Mt	meitnerium			110	Ds	darmstadtium			111	Rg	roentgenium			112	Cn	copernicium			113	Nh	nihonium			114	Fl	flerovium			115	Mc	moscovium			116	Lv	livermorium			117	Ts	tennessine			118	Og	oganesson											
57	La	lanthanum	138.91		58	Ce	cerium	140.12		59	Pr	praseodymium	140.91		60	Nd	neodymium	144.24		61	Pm	promethium			62	Sm	samarium	150.36(2)		63	Eu	eurogium	151.96		64	Gd	gadolinium	157.25(3)		65	Tb	terbium	158.93		66	Dy	dysprosium	162.50		67	Ho	holmium	164.93		68	Er	erbium	167.26		69	Tm	thulium	168.93		70	Yb	ytterbium	173.05		71	Lu	lutetium	174.967																										
89	Ac	actinium			90	Th	thorium	232.04		91	Pa	protactinium	231.04		92	U	uranium	238.03		93	Np	neptunium			94	Pu	plutonium			95	Am	americium			96	Cm	curium			97	Bk	berkelium			98	Cf	californium			99	Es	einsteinium			100	Fm	fermium			101	Md	moscovium			102	No	nobelium			103	Lr	lawrencium																											

Tableau 1: Tableau périodique des éléments. (Robert.G 2019, IUPAC 2018)

### III-1.2. L'origine

La barytine (ou la baryte) est un minéral tendre mais lourd avec une densité de 4,48 d'origine hydrothermal.

La Barytine est un minerai assez ubiquiste, présent dans des formations géologiques très vastes, aussi bien dans les socles que dans les bassins sédimentaires (Marteau. P 2014).

Les gisements de Barytine peuvent être classés dans les groupes suivants en fonction des caractéristiques physiques, des caractéristiques géochimiques et du cadre géologique :

- Gisements sédimentaires (grés, calcaire, dolomies, marnes) la barytine se présente en lentilles stratiformes et petits filons dans les fissures (les occurrences et les gisements étant moins fréquents),
- Gisements volcaniques (granites, basaltes) cas le plus fréquent, les gisements de types filoniens et parfois stratiformes.

#### III-1.2.1. Les minéralisations et les gisements de barytine sont liés :

- Soit aux dépôt sédimentaire en milieu évaporitique et les zones minéralisées stratiformes de couverture sédimentaire qui sont associées à des fractures d'extension régionale qui affectent le socle et sa couverture.

La barytine se trouve en concentration stratiforme (couches, lentilles) où stratiodes (niveaux à nodules et géodes).

Les zones minéralisées stratiformes d'origine exhalatif (couche et amas) sont parfois associées aux sulfures massifs d'origine volcanique.

Les plus importantes zones minéralisées de barytine au monde appartiennent à cette catégorie.

Dans ces zones minéralisées, la Baryte est généralement associée à d'autres minéraux tel que : fluorite, quartz également aux sulfures de plmb- cuivre- zinc

- Soit aux circulations de fluides hydrothermaux dont le baryum est transporté dans les fluides Hydrothermaux et déposé sous forme de barytine dans les failles, les fractures, les joints, les cavités où les plans de stratification ainsi que dans toutes autres ouvertures existantes au moment de la formation de la zone minéralisée.



- Et en dernier les gisements résiduels, la barytine peut également être issue de la destruction des zones minéralisées préexistantes qui sont généralement encaissées dans des dolomies



Figure 17: La Barytine

### III-1.3. Utilisation

La Barytine est un minéral très important dans le domaine industriel et à cause de ces différentes propriétés (densité, blancheur, absorbance des rayons... etc)

La barytine est utilisée principalement dans l'industrie pétrolière et gazière (90 %) pour augmenter la densité des boues de forage, ce qui permet d'éviter les fuites de gaz.

- **La Barytine dans l'industrie pétrolière :**

La Barytine représente jusqu'à 40 % des constituants des boues de forage pétrolier, la consommation de cette matière dans un forage pétrolier varie suivant le type du terrain traversé, la pression des gaz rencontrés et la profondeur du forage.

(La barytine est utilisée en premier lieu dans la préparation de boues lourdes dans les forages profonds de recherche d'hydrocarbures, liquides et gazeux).

Les boues de forage sont des milieux fluides complexes constitués d'eau ou d'huile, de produits chimiques et des minéraux en suspension, la boue injectée dans les forages, doit être capable de faire remonter correctement à la surface les débris de roche produits au fond du trou. Elle assure le refroidissement et la lubrification des outils dans le forage. Elle assure aussi l'imperméabilisation et la stabilité des parois du trou.

La densité de la boue permet d'équilibrer le poids important des tiges de sonde et les éventuelles venues de gaz sous pression, pour prévenir les risques d'explosion. Par addition de barytine on peut porter la densité des boues de bentonite qui est d'environ 1.05 à la valeur voulue qui peut atteindre 2.5.

La Barytine représente jusqu'à 40 % des constituants des boues de forage pétrolier, la consommation de cette matière dans un forage pétrolier varie suivant le type du terrain traversé, la pression des gaz rencontrés et la profondeur du forage. (Batouche, 2021)

- **La Barytine comme charge minérale :**

La barytine a l'avantage d'être blanche, inerte, dense et non abrasive. Elle entre dans la composition des encres d'imprimeries et dans la composition des plastiques et caoutchouc, la fabrication du papier et les peintures.

- **La Barytine dans l'industrie chimique :**

L'industrie chimique absorbe près de 16 % de la consommation mondiale. La barytine est la principale matière pour la fabrication des dérivés du baryum : Carbonates, Chlorures, Oxydes, Hydroxydes, Nitrates, Peroxydes et Sulfates de Baryum.

**En radiologie médicale :** Le sulfate de baryum un contrastant qui modifie l'absorption des rayons X, accentue des contrastes et rend lisibles des organes qui ne le seraient pas, tels que les poumons. Il visualise également les différences de densité de l'os. La bouillie barytée, non soluble, est utilisée en médecine pour des examens du tube digestif. Cette forme non dangereuse du sulfate de baryum, permet de « visualiser le cheminement du bol alimentaire dans le tube digestif, et de mettre en évidence des fausses routes ou des fistules.

- **Le sulfate de baryum est utilisé dans la plasturgie et l'industrie papetière.**
- **Le carbonate de baryum est utilisé en verrerie, ainsi que dans le travail de la céramique et de la porcelaine.**



*Figure 18: La baryte en poudre*

### III-1.4. Les propriétés de la barytine

Les caractéristiques physico-chimiques de la baryte sont résumées au tableau ci-après

<b>Nomenclature</b>	Barytine
<b>Composition chimique</b>	BaSO <sub>4</sub>
<b>Masse formulaire</b>	Ba 58,84 %, O 27,42 %, S 13,74 %,
<b>Couleur</b>	Incolore, parfois blanc, jaune
<b>Système cristallin</b>	Orthorhombique
<b>Dureté</b>	3.5
<b>Densité</b>	3.5 – 4.48
<b>Cassure</b>	Irrégulière
<b>Trait</b>	Blanc
<b>L'éclat</b>	Vitreux
<b>L'insolubilité</b>	Insoluble
<b>Teneur</b>	70 à 85,79%
<b>Résistance au choc</b>	Fragile
<b>Transparence</b>	Transparent, translucide à opaque

*Tableau 2: Les propriétés fondamentales de la Barytine*

## III-2. Description pétrographique et Minéralogique

### III-2.1. Introduction

La demande en baryte augmente d'une façon exponentielle. A cet effet, l'industrie minière en Algérie s'occupe de l'exploitation de ce type de minerai. La mine de Boucaid (wilaya de Tissemsilt), fait l'objet de cette exploitation. Selon les conditions géologiques du gisement de la mine de BOUCAID, la mine est exploitée par le mode souterrain.



### III-2.1.1. Les paramètres de méthode d'exploitation

- La morphologie du gisement.
- Les dimensions du gîte (puissance, dimensions comptées en direction et au pendage).
- Les conditions de gisement.
- Les propriétés des minerais et des roches avoisinantes en ce qui concerne la stabilité,
- Le caractère de leur effondrement, le tassement après effondrement, etc.
- La répartition des teneurs en métal dans le gîte.
- Sécurité des travaux et des travailleurs. (Boky, 1968)

**En tenant compte de ces paramètres, les quartiers de la mine de baryte de BOUCAID répondent à la méthode d'exploitation suivante.**

**A- Chambre et pilier :** L'exploitation par chambres et piliers en gisement filoniens concerne les gisements tabulaires à pendage compris entre 15° et 30° (cette méthode utilise le gisement Lakhdar). Les méthodes d'exploitation traditionnelles des gisements reposent sur le travail manuel. Les mineurs forent les trous de mines avec un marteau perforateur, et les matériaux abattus sont déblayés par des scrapers.

L'exploitation commence par le traçage de chambres horizontales, à partir d'une galerie servant à la fois d'accès et de roulage (galerie principale). Le premier étage horizontal suit le toit, l'étage suivant est tracé un peu plus bas dans la même direction et ainsi de suite en descendant de façon à obtenir un découpage en gradins. (Chegra, Benabdesalem 2021)



*Figure 19: L'exploitation par chambres et piliers*

**B- Chambre magasin :** Cette méthode est employée pour les gisements verticaux et sub-verticaux ( $86^\circ$  à  $90^\circ$ ) se présentant sous forme filonienne.

**C- Sous niveau abattu :** La méthode consiste au creusement des trémies de soutirage au niveau de la voie déroulage, ensuite le creusement des sous niveaux du bas vers le haut et des recoups pour le traçage et le découpage et enfin un tir de masse par bloc pour récupérer le reste du gisement comme est éclairé dans la figure ci-dessous (cette méthode utiliser donne gisement Lakhdar et nord).

- Caractéristiques du minerai : solide (stable)
- Caractéristiques de la roche encaissante : stable (sans l'argile ou de structures géologiques comme les failles...)
- La forme de gisement : est de préférence de forme tabulaire et régulière d'un niveau à l'autre)
- Pendage : l'angle doit être supérieur à l'angle de repos
- Dimension de gisement : gisement de puissance modérée grande profondeur et n'importe quelle longueur et hauteur



*Figure 20: Méthode sous niveau abattu*

### III.2.1.2. Traitement

A la fin des travaux d'exploitation, commence une deuxième étape le traitement de la matière première afin d'arriver aux produits finis. Ces travaux se divisent en trois stations :

**Station de concassage** : préparation du tout-venant à l'enrichissement.

**Station d'enrichissement** : enrichissement de tout-venant par la méthode de séparation gravimétrique humide.

Selon les applications industrielles et les spécifications requises, la barytine primaire peut suivre les phases de préparations suivantes en usines : broyage fin et mélange de différentes qualités pour obtenir un produit standard pour la préparation des boues de forage, broyage et micronisation pour obtenir les produits pour charge

**Station de pulvérisation et conditionnement** : séchage, broyage fin et mise en Big-bang et/ou en sacs.



*Figure 21: Soutènement dans le Gisement Lakhdar*



Figure 22: Pelle sur rail et locotracteur et Wagonnet





*Figure 23: Pelle sur rails*

### **III.2.2. Caractéristique et genèse de gisement**

Les gîtes métallifères de l'Ouarsenis sont sur tout Zincifères et deviennent du type **B.G.P** (Blende, Galène, Pyrite) en profondeur, la présence de fluorine dans la gangue, ainsi que des autres caractères conduisent à ranger la minéralisation dans la catégorie méso thermique.

#### **III.2.2.1. Caractère particulier morphologique des gisements**

La morphologie du gisement de l'Ouarsenis est conditionnée par les accidents tectoniques qui ont affecté les terrains encaissants donnant des corps en filons, lentille, amas et veinule.

*A)-Les filons*

La minéralisation filonienne dans la mine de BOUCAID est observée dans les gisements suivants : (filon Sidi Djbar, filon Nord, filon AMMAL).

*B)-Les amas*

Cette morphologie est représentée dans le gisement Lakhdar

- Gisement Lakhdar : il est situé sur le flanc sud de l'extrémité ouest du massif Sera Abdelkader, la morphologie est affectée par des accidents tectoniques, il se présente selon deux types : Les filons, Les amas

Le gisement est de type hydrothermal il a été formé par des circulations des fluides hydrothermaux riche en baryum et transporté dans les fluides et déposé dans les fractures (faille, fissure). Dans ce gisement la méthode d'exploitation est souterraine (chambres et piliers, sous-niveau abattu). Il est encaissé dans les calcaires a traces d'ammonites.



*Figure 24: Gisement Lakhdar*



*Figure 25: Trace d'ammonite*

- Gisement Nord : il est situé dans la partie Nord-Est du massif Srâa Abdel Kader, la structure de gisement représente sous forme de filon subvertical. le gisement est exploité à partir de trois galeries qui en la même direction

La méthode la plus adéquat qui utilisé dans ce type est la méthode de chambre magasin

La couche minéralisée qu'on a observée est limité par des schistes (toit) et des calcaires (mur).



*Figure 26: Gisement Nord*



*Figure 27: Filon de Barytine dans des calcaires et des argile*

### **III.2.3. Analyse minéralogique et pétrographique**

L'étude pétrographique a été effectuée à l'aide de l'examen microscopique sur des lames minces. La réalisation de ces lames sur la Barytine nécessite une préparation particulière en raison de leur friabilité dans la plupart des cas. Une induration de l'échantillon est donc nécessaire pour pouvoir procéder au découpage, polissage et collage.

#### **III.2.3.1. Analyse Microscopique Des Lames Minces**

##### **Les étapes :**

La préparation d'une lame mince est un processus délicat qui nécessite un certain nombre d'outils et de techniques spécialisés. Le processus de préparation d'une lame mince commence par le choix d'un échantillon de bonne qualité, l'échantillon doit être suffisamment solide pour supporter le processus d'amincissement et suffisamment représentatif du matériau à étudier.

- À l'aide d'une scie circulaire diamantée, nous préparons une tranche d'une épaisseur d'environ 2.5cm

- On trace une zone rectangulaire et utilise une scie circulaire pour couper la tranche et obtenir un pavé de roche, appelé sucre
- On rode l'un des faces du sucre avec une succession de disques diamantés monté sur un plateau tournant pour obtenir une surface parfaitement lisse
- On applique une résine époxyde sur la surface préparée du sucre
- On y colle ensuite une lame de verre qui a été dépolie, puis on chauffe pour faire polymériser la résine
- On scie le sucre pour qu'il ne reste plus qu'une tranche de 300um (=0.3mm) collée à la lame de verre. Pour cela on utilise une scie d'arasement diamantée spécialement calibrée
- On abruse la tranche de roche collée à la lame de verre grâce à un plateau tournant et du carbure de silicium. Cela permet d'atteindre une épaisseur de 30 um (0.03 mm) et de rendre la roche translucide
- On vérifie l'épaisseur de la lame mince en l'observant en lumière polarisée au microscope optique

### III.2.3.2. Etude texturale de la minéralisation

La minéralisation montre des textures variées Texture veinulée, Texture Disséminée, Texture rubanée, dont les plus importants sont les textures massives.

**Texture massive** : observée dans la plupart des filons de barytine. Elles sont indicatrices de remplissage dans les fractures ouvertes due à une extension. c'est la texture la plus fréquente, elle se présente sous forme de masse homogène



*Figure 28: Texture Massive de baryte*

**Texture rubanée :** l'alternance de deux ou de bandes la barytine et le calcaire



*Figure 29: Texture rubanée de deux ou de bandes la barytine et le calcaire*

### III.2.3.3. Description pétrographique et minéralogie

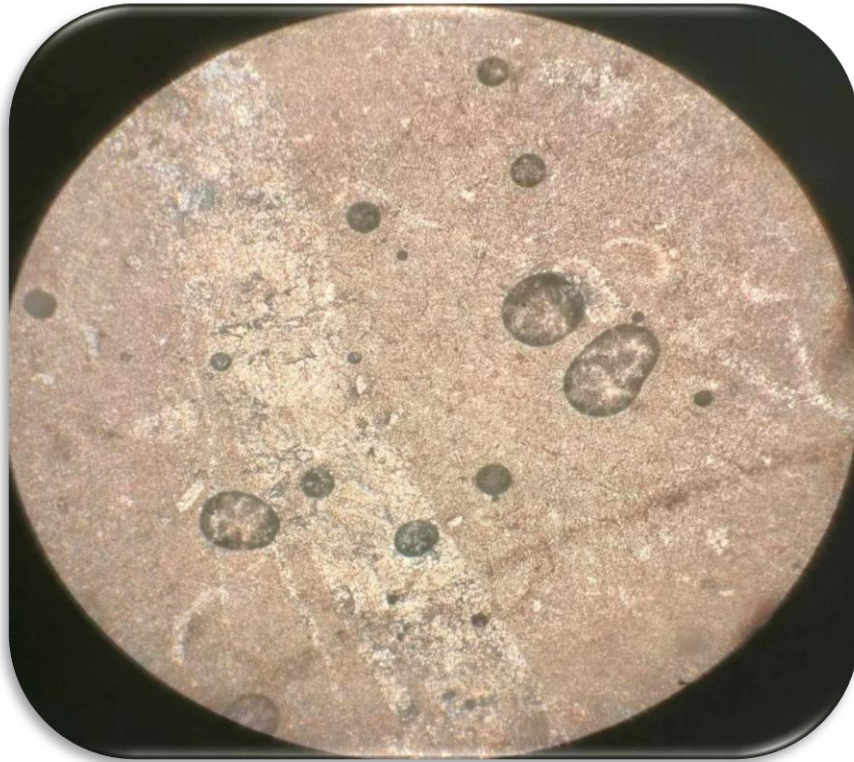
Les filons de Barytine de Boucaïd sont encaissés dans les formations calcaro-dolomitique.

#### III.2.3.3.1. La roche encaissante

**Calcaire oolithique :** c'est la roche encaissante est typique du Jurassique (Lias, Dogger et Malm). constitué de bioclastes, on trouve les grains de quartz et des veinules de calcite, et le tout est cimenté par une matrice micritique



*Figure 30: Vues macroscopique de calcaire oolithique à veinule de calcite*

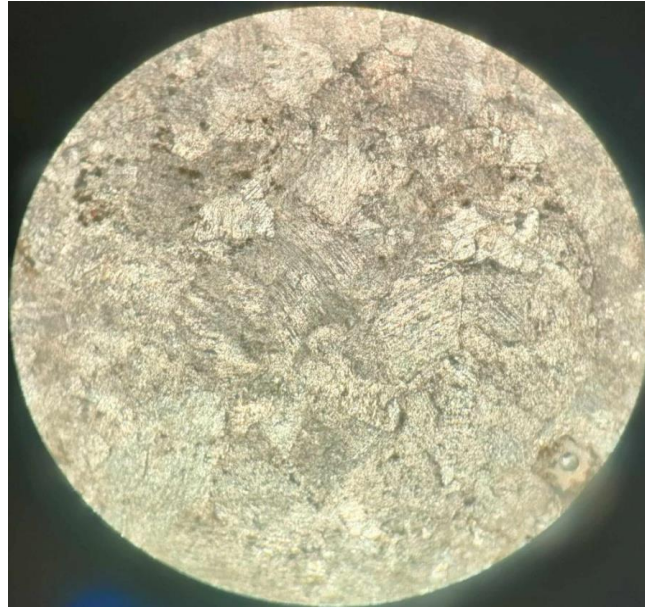


*Figure 31: Vues microscopiques de calcaire oolithique à veinule de calcite.*

#### III.2.3.3.2. Les sulfates (Barytine : $BaSO_4$ )



*Figure 32: Vue microscopique de barytine ( Grx5)*



*Figure 33: Barytine en lattes (Grx5)*

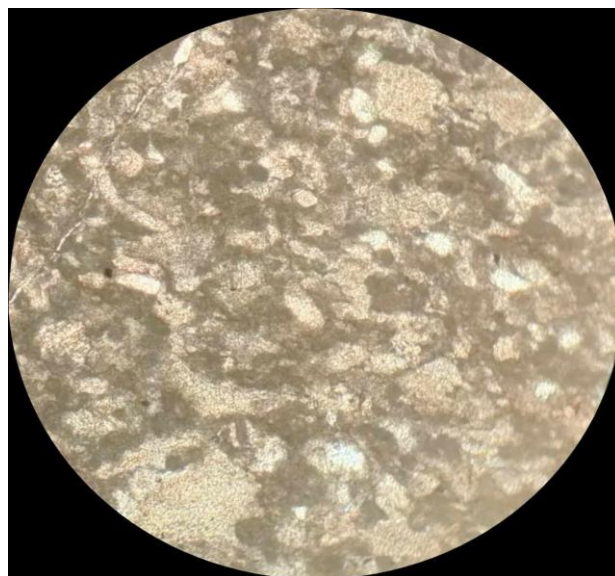
#### III.2.3.3.3. Les sulfures

**La Galène (PbS)** : sulfure de plomb se présente sous forme de grain de différentes tailles disséminés dans les calcaires ou dans la barytine ; on la trouve aussi en veinules dans l'encaissant et dans les fractures associée à la pyrite et la sphalérite. Opaque sur le microscope

**La pyrite (FeS<sub>2</sub>)** sulfure de fer se présente en petits grains disséminés dans les calcaires et parfois dans la barytine. Opaque sur le microscope.

#### III.2.3.3.4. Les minéraux de gangue

- **Le quartz (SiO<sub>2</sub>)**



*Figure 34: Quartzite avec la pyrite & hydroxydes de fer (LPA Grx5)*



- La calcite  $\text{CaCO}_3$



*Figure 35: Vue microscopique de calcite (Grx5)*



*Figure 36: Vue microscopique de calcite avec la pyrite & hydroxydes de fer*

- La dolomite: (Mg, Ca) (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>



*Figure 37: Assemblage de barytine, de calcite et de dolomite (Grx5)*

### III.3. INDICE DE MINERALISATION

Les observations et les analyses effectués dans le secteur d'étude montrent que la localisation des minéralisations est guidée par quelques facteurs, qui sont :

- **Lithologiques** : les gisements de barytine de Boucaïd se présentent en filons et disséminés aux seins des calcaires micritiques à oolithiques parfois dolomitiques avec des substitutions avec d'autre éléments. Ces substitutions ne se produit pas arbitrairement, car la métensomatose ne s'est effectuée d'une manière efficace que dans certain faciès privilégiés. Les observations révèlent que les calcaires ou les carbonates en général sont les roches de gangue
- **Structuraux** : la distribution des stocks de polymétaux (Pb, Cu, Zn, Fe...) dans le secteur étudié est sous l'étroite dépendance de la densité de la fracturation des formations carbonatées. Les failles sont généralement de direction NE – SW ; les calcaires encaissent en surface et dans les cavités karstiques et les galeries d'exploitations, ces fractures sont remplies par des cristaux de barytine traversées par des veinules noirâtres à grisâtre de blende à smithsonite. Ces veinules sont servies probablement comme des drains aux fluides hydrothermaux. (Benaama, 2021)

# **Conclusion**

### Conclusion

L'étude géologique de gisement Ouarsenis nous a permis d'illustrer une description générale sur la formation de la zone d'étude à savoir :

- La roche encaissante de calcaire qui date du jurassique ;
- La morphologie des gisements est conditionnée par les accidents tectoniques en donnant des corps en filons, lentilles, amas et veinules
- l'origine de la minéralisation de barytine est Hydrothermale de moyenne à haute température
- La minéralisation de barytine est de type gîte filonien, provient d'un remplissage des fractures traversant les calcaires, dolomies et argiles schisteuses
- Le remplissage des failles des fractures nous donne des filons et lentilles
- Le remplissage des cassures et des fissures nous donne des veinules et des amas
- Les failles jouent un rôle important dans la distribution de la minéralisation
- Tectoniquement, l'analyse structurale montre un dispositif en bloc des massifs dû aux accidents chevauchants résultant de la compression éocène.
- La morphologie de la minéralisation du gisement est conditionnée par les accidents tectoniques qui ont affecté les terrains encaissants :
  - 1- **Les filons** : sont les gisements constitués par le remplissage, en général irrégulier et discontinu, de fractures préexistantes de l'écorce terrestre par des minéralisations diverses. La minéralisation filonienne dans la mine de BOUCAID est observée dans les gisements suivants : (filon Sidi Djébar, filon Nord, filon AMMAL).
  - 2- **Les amas** : Ce sont des gisements de forme quelconque, généralement sous forme de lentille ou de sphère dont les 3 dimensions (longueur, largeur, profondeur) sont de même grandeur. Cette morphologie est représentée dans le gisement Lakhdar

Au point de vue stratigraphique, Le jurassique se décompose à trois périodes: **Le Lias** (inférieur), **Le Dogger** (moyen), **Le Malm** (supérieur). L'Ouarsenis comporte 3 grands massifs:

- **Grand pic d'altitude 1985m.**
- **Sra Abdelkader**
- **Massif de Belkheiret**

Est contient aussi des petits massifs ( batha - roukbet elatba - kef nhal)

### **Les terrains triasiques ont 3 formations :**

- 1- Calcaire dolomitique.
- 2- Altération marno-calcaire.
- 3- Formation gypseuse.

### **Le terrain jurassique comporte 5 formations :**

- 1- En haut calcaire dolomitique de Kef Sidi Omar.
- 2- Formation de carbonates de Djorf Touka.
- 3- Alternance marno-calcaire de trig Sidi Omar.
- 4- Une seule formation gréseuse de Sena.
- 5- Alternance marno-calcaire de Roukbat elatba.

### **Les terrains Crétacé inférieure 2 formations :**

- 1- Schiste gréseux (Albo-Aptien)
  - 2- Altération marno-calcaire (Néocomienne).
- Le gisement polymétallique de Boucaïd, fait partie du massif culminant de l'Ouarsenis les minéralisations à Pb, Zn, Ba sont encaissées dans les formations calcaires du Lias et du Dogger, réparties dans le massif du Grand Pic, Srâa Abdelkader et Belkheïrat.
  - L'étude minéralogique des échantillons sur des lames minces avec une observation microscopique révèle l'existence d'associations minérales simples, à savoir de barytine, de la dolomite, de la calcite et du quartz
  - La barytine montre plusieurs textures : massive, veinulée, rubanée et disséminée.
  - La Barytine est un minéral très important dans le domaine industriel et surtout dans l'industrie pétrolier et chimique à cause de ces différentes propriétés (densité, blancheur, absorbance des rayons... etc.), ses diverses applications, ses importantes réserves et son intensive exploitation, celle-ci contribue largement au développement économique et industriel du pays.
  - Les caractéristiques du gisement de BOUCAID, imposent l'utilisation de différentes méthodes d'exploitation (chambre et pilier; chambre magasin et sous niveaux abattu).
  - La préservation de la sécurité du personnel au sein de la mine est primordiale pour le bon fonctionnement des différentes opérations d'exploitation.

# **Bibliographie**

## **Bibliographie**

### **B**

**B. BOKY [1968]**, «Exploitation des mines», traduit du russe par -A. GORODISKI, B. de TREZVINSKY, Y. VASSILEVSKY

**BATOCHE, T. (2021)**- CARACTERISATION ET TRAITEMENT DU MINERAI BARYTIQUE D'AÏN MIMOUN POUR L'OBTENTION D'UN CONCENTRE DE HAUTE QUALITE. *Thèse de Doctorat LMD en Mines, UNIVERSITE LARBI TEBESSI - TEBESSA*

**BENHAMOU, M. (1996)**- Evolution tectono-eustatique d'un bassin de la Téthys Maghrébine: l'Ouarsenis (Algérie) pendant le Jurassique inférieur et moyen. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Oran*

**BENNAMA, A. (2021)**- intitulé La Barytine géologie, pétrologie, et gîtologie Usages et perspectives. (Cas du gisement de Boucaïd W- Tissemsilt). Mémoire du Master

### **C**

**CALEMBERT L. (1937)** - Contribution à l'étude géologique du massif culminant de l'Ouarsenis (Algérie).

**CALEMBERT L. (1952)** - Etude géologique du "Massif culminant de l'Ouarsenis". *Bull. Serv. Carte géol. de l'Algérie*

**CHEGRA N , BENABDESLAM M. (2019)**-Etude géotechnique de la stabilité d'une mine souterraine cas de la mine Bou-caïd (Tissemsilt). Mémoire du Master

### **H**

**HENRY J, DUFFAUT P, BEREST P, BILLAUX D, BOULON M, CORNET F, et al. (2000)**, 'Manuel de Mécanique des Roches', Tome 1 (Fondements), Comité français de Mécanique des Roches

### **I**

**IUPAC 2018** : [www.iupac.org](http://www.iupac.org). Periodic Table of the Elements. 1 December 2018.

### **M**

**Marteau P , avec la collaboration de Colin S et Vincens B. (2014)** – Mémento Barytine. Rapport BRGM/RP-63974-FR

**Marteau, P. ( 2014)**-.Barytine Fiche détaillées

## ***Conclusion***

---

**MATTAUER M. (1958)**- Etude géologique de l'Ouarsenis oriental (Algérie). *Publ. serv. Carte.géol.*, Algérie

**MEGHELLE L, BELAID M. (2019)**- Etude géotechnique de la stabilité d'une mine souterraine cas de la mine Bou-caïd (Tissemssilt). Mémoire du Master

**MEKDOUR, M.(2017)**-Valorisation des rejets de la mine de Boucaïd par flottation et un pré-traitement gravimétrique. Mémoire du Master

**MEMONTO BARYTINE – Rapport Final – BRGM /RP – 63974-FR** Novembre 2014.