

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل -  
Université Mohammed Seddik Benyahia - Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département : des Sciences de la Terre et de  
l'Univers



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم : علوم الأرض و الكون

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en  
Géologie**

**Option : Ressources Minérales, Géomatériaux et Environnement**

**Thème**

*Synthèse bibliographique sur la barytine d'Ichemoul,  
wilaya de Batna*

**Membres de Jury :**

**Président : Belmedrak Sounia**

**Examineur : Boulaouidat Lamia**

**Encadrant : Benlamari Azzouz**

**Présenté par :**

**Laib Amira**

**Taleb Khouala**

**Année Universitaire 2019-2020**

**Numéro d'ordre (bibliothèque) :** .....



## **Remerciement-**

*Au terme de ce travail, c'est pour nous un agréable devoir d'exprimer ici notre sincère reconnaissance et notre gratitude à tous ceux qui ont aidé et qui ont accepté de juger ce travail*

*Nous remercions avant tout, Dieu le tout puissant qui nous a éclairé le chemin de la réussite et du savoir et nous a donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail.*

*Nous exprimons nos profondes gratitudees à nos parents pour leurs encouragements, leur soutien et pour les sacrifices qu'ils ont enduré.*

*Notre promoteur, Ms. **Benlamari azzouz**, enseignant à l'université de jijel. Nous lui somme redevable à plus d'un titre, pour avoir proposé le thème et pour avoir suivi et dirigé patiemment ce travail, ses conseils précieux, ses juste critiques, ses connaissances avec sa très grande expérience ont été pour nous un encouragement permanent à terminer ce travail.*

*Nous remercions en particulier tous les enseignants pour leur aide et leur soutien*

*Nous remercions professeur **A. Bouzenoun** et tous les enseignants du département de la géologie qui ont contribué à notre formation.*

*Nous remercions aussi Sans oublier **unité ENOF Ichmoul** wilaya de Batna Pour les informations qu'ils nous ont données. Nous tenons à remercier vivement toutes personnes qui nous ont aidé à élaborer et réaliser ce mémoire, ainsi à tous ceux qui nous a aidé de près ou de loin à accomplir ce modeste travail.*

*Enfin nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos amis et collègues pour le soutien tout moral et matériel...*

A decorative border with intricate floral and scrollwork patterns surrounds the text. The border is black on a white background, featuring various motifs like leaves, flowers, and swirling lines.

*DEDICASSES*

*A mon père Tahar*

*A ma mère Malika*

*A mon grand père Amar rebi yachfih inchallah*

*A mes frères : Amir, Nassim, Rabah et*

*Mosstafa A mes sœurs : Nassima, Soumia,*

*Nadjet et Dounia*

*A mes cousines : Sara et Dalal*

*A mes amis : Khoula, Abela, Khadija joudi, Mariem*

*, Khadija malek, Fatima, Ikhlas et Salima*

*A mon amis Ayoub*

*A tout la famille laïb et kaouche*

*A mes poussins khadija et lokman*

*A ceux qui n'ont jamais cessé de m'encourager*

*A ceux qui sont les plus chers à mon coeur*

*A vous tous, je dédie ce modeste travail*

A decorative border with intricate floral and scrollwork patterns surrounds the text. The border is black on a white background, featuring symmetrical designs on all four sides.

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail accompagné d'un  
profond amour :*

*A ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation  
digne, son amour a fait de moi ce que je suis  
aujourd'hui ;*

*A ma chère mère ,*

*A mon cher père,*

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prière à  
mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que  
je puisse atteindre mes objectifs.*

*A mon mari,*

*A mes frères et mes sœur,*

*Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux  
tout au long de mes études.*

*A ma chère grande-mère,*

*Qui je souhaite une bonne santé.*

*A Amira,*

*Pour son entente et sa sympathie.*

# Sommaire

---

Remerciement

Dédicace

Listes des figures

Listes des tableaux

Introduction générale..... 1

## **Chapitre I. Cadre géographique et géologie régionale**

|   |    |
|---|----|
| I. 1. Cadre géographique .....  | 2  |
| I.1.1. Cadre géographique des Aurès .....                             | 2  |
| I.1.2. Situation géographique d'ichmoul.....                          | 2  |
| I.1.3. Réseau hydrographique .....                                    | 3  |
| I.1.4. Climat et végétation .....                                     | 3  |
| I.1.5. Population .....   | 4  |
| I.2. La géologie régionale.....                                       | 4  |
| I.2.1. Introduction.....  | 4  |
| I.2.2. domaine interne.....   | 4  |
| I.2.3. Le domaine des flyschs .....                                   | 5  |
| I.2.3.1. Le flysch massylien.....                                     | 6  |
| I.2.3.2. Le flysch maurétanien .....                                  | 6  |
| I.2.3.3. Le flysch Numidien.....                                      | 6  |
| I.2.4. Le domaine externe « les nappes telliennes » .....             | 7  |
| I.2.5. Les séries de l'avant pays allochtone .....                    | 7  |
| I.2.6. Contexte géologique de monts Aurès –Batna- monts Belmaza ..... | 7  |
| I.2.7. Les principales phases tectoniques .....                       | 9  |
| I.2.7. 1 : Les phases tectoniques Mésozoïques.....                    | 9  |
| I.2.7.2. Les phases tectoniques Cénozoïques .....                     | 10 |
| I.2.7.3. Les phases tectoniques récentes .....                        | 11 |

## **Chapitre II. Géologie locale**

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| II.1 : Introduction .....            | 12 |
| II.2 : Géologie locale .....         | 12 |
| II.2.1 : La lithostartigraphie ..... | 12 |
| II.2.1.1. Le Secondaire .....        | 13 |

|  |    |
|--|----|
| II.2.1.1.1. Le Trias.....                      | 13 |
| II.2.1.1.2. Le Barrémien.....                  | 13 |
| II.2.1.1.3. L'Aptien.....                      | 13 |
| II.2.1.1.4. L'Albien.....                      | 13 |
| II.2.1.2. Le Quaternaire.....                  | 14 |
| II.3. La tectonique.....                       | 16 |
| II.3.1 : Tectonique des Aurès.....             | 16 |
| II.3.1.1 : Tectonique plicative.....           | 16 |
| II.3.1.2 : Tectonique cassante.....            | 16 |
| II.3.2 : Cadre tectonique du gisement.....     | 16 |
| II.3.2.1 : Les plis.....                       | 18 |
| II.3.2.2 : Les fractures et les Diaclases..... | 18 |
| II.3.2.3 : Fentes et stylolithes.....          | 18 |
| II.3.2.4 : Boudinage.....                      | 18 |
| II.4 : Conclusion.....                         | 20 |

### **Chapitre III. Gîtologie**

|   |    |
|---|----|
| III .1 .Introduction.....                       | 22 |
| III.2. L'encaissant.....                        | 22 |
| III.2 .1. Les calcaires.....                    | 22 |
| III. 2.3.Les dolomies.....                      | 23 |
| III.3. Etude de la minéralisation.....          | 23 |
| III.4. La morphologie de corps minéralisés..... | 24 |
| III.5. La minéralogie.....                      | 24 |
| III .5 .1 .La barytine.....                     | 25 |
| III.5.2. La galène.....                         | 26 |
| III. 5. 3 .Chalcopyrite.....                    | 27 |
| III.5.4.Oxyde de fer.....                       | 28 |
| III. 6. Les textures.....                       | 28 |
| III.6.1. La texture veinulée.....               | 28 |
| III.6.2. La texture bréchique.....              | 28 |
| III.6.3. La texture rubanée.....                | 29 |
| III.6.4 : Les minéraux de gangue.....           | 31 |
| III.7. Conclusion.....                          | 31 |

## **Chapitre IV. Méthode d'Exploitation**

|   |    |
|---|----|
| IV.1 : Introduction.....                                  | 32 |
| IV.2 : Historique de la mine .....                        | 32 |
| VI.3 : Description des corps minéralisés du gisement..... | 34 |
| IV.4 : etat actuel des reserves geologiques.....          | 42 |
| IV.5 : l'exploitation .....                               | 43 |
| IV.5.1 : exploitation souterraine.....                    | 43 |
| IV.5.1.1 : la méthode par chambre et piliers .....        | 43 |
| IV.5.1.2 : Méthodes de tranché montant remblayer .....    | 45 |
| IV.5.2 : exploitation a ciel ouvert.....                  | 45 |
| IV.6 : Usage de barytine .....                            | 47 |
| IV.7 : Conclusion .....                                   | 47 |
| Conclusion générale .....                                 | 48 |
| Références bibliographique                                |    |

## Listes des figures

|  |    |
|--|----|
| Figure I.1 : Localisation de monts d'Aurès (Google).....   | 2  |
| Figure I.2 : Photo satellitaire montre la situation géographique d'Ichemoul (Google earth).....  | 3  |
| Figure I.3 : Coupe schématique montrant le dispositif structural des différentes unités de la chaîne des Maghrébides (Durand Delga, 1969) .....                                  | 5  |
| Figure I.4 : Carte géologique synthétique des Monts de Belezma-Aurès (BOUTALEB et al 2012).....  | 8  |
| Fig. II.1: Colonne lithostratigraphique d'Ichemoul (HADDOUCHE O, 2000).....  | 13 |
| Fig. II.2 : Carte et coupe géologique synthétique de la région d'Ichemoul. (D'après Haddouche Omar, 2000) .....  | 15 |
| Fig. II.3 : Ichemoul dans le schéma structural du massif de l'Aurès, (Guiraud, 1990).....  | 17 |
| Figure III.1 : Observation sur terrain des calcaires resserrés entre les grès et les Marnes. (H. Lariane, A. Khoualed, 2018). .....  | 22 |
| Figure III.2 : Observation microscopique en LPNA d'un calcaire où le ciment est microsparitique et les fragments de fossiles sont jointifs. (H. Lariane, A. Khoualed, 2018)..... | 22 |
| Figure III. 3 : Intercalation Marno-Calcaires affectée par une faille normale (H. Lariane, A. Khoualed, 2018) .....  | 23 |
| Figure III.5 : coupe de profile des amas d'Ichemoul (ENOF Ichemoul, 2017). .....   | 25 |
| Fig. III.6 : Photo représente une couche de baryte (ENOF Ichemoul, 2020).....  | 26 |
| Fig. III.7 : photo montrant le rubanement de la barytine (ENOF Ichemoul 2020) .....  | 26 |
| Figure III.8: observation de galène.....   | 27 |
| Fig.III.10 : Photo montrant une association de : Baryte, Cerusite, Chalcopryrite, Galène et hydroxydes de fer (Section polie en LPNA) (H. Lariane, A. Khoualed, 2018) .....      | 28 |
| Figure III.11 : Photo représente le remplissage de veines par la sphalérite et la galène (Haddouche et al 2012) .....  | 29 |
| Figure III.12 : Photo montre la texture bréchique (H. Lariane, A. Khoualed, 2018).....   | 29 |
| Figure14 : Photos représentent les différentes textures (H. Lariane, A. Khoualed, 2018).....   | 30 |
| Fig.IV.1 : Photo montre une galerie de circulation au niveau de l'amas 3 (Lariane H., Khoualed A. 2018) .....  | 33 |



|  |    |
|--|----|
| Fig.IV.2: Photo de l'ancienne station de traitement d'Ichmoul (Lariane H. Khoualed A. 2018).....         | 33 |
| Fig. IV.3: Image satellitaire du cinq amas du gisent d'Ichmoul [K. KERROUM, A. MELLAH 2017) .....        | 35 |
| Fig.IV.4 : photo montrant le rubanement de la barytine (ENOF Ichmoul 2020).....                          | 36 |
| Fig. IV.6: schéma d'une exploitation souterraine type chambre et pilier (KERROUM K. MELLAH A.2017) ..... | 43 |
| Fig.IV.7 : Photos montrant les galeries d'acheminement du minerai (ENOF Ichmoul 2019)...                 | 44 |
| Fig.IV.9: Schéma illustre l'exploitation par tranché montantes remblayées (KERROUM K. ..                 | 45 |
| Fig.IV.11 : Photos représente l'exploitation à ciel ouvert (ENOF Ichmoul, 2020) .....                    | 46 |

### **Listes des tableaux**

|   |    |
|---|----|
| <b>Tab. IV.1:</b> réserves entre les années 1966 et 2019 (ENOF Ichmoul 2019)..... | 42 |
|---|----|

# *Introduction*

En raison de la demande croissante dans le domaine d'industrie minière en Algérie, certaines entreprises ont eu recours à l'ouverture d'anciennes mines et cela pour répondre à cette demande . Parmi ces entreprises, l'ENOF (entreprise nationale des produits non ferreux et des substances utiles) qui a proposé l'exploitation du gisement de baryte de djebel Ichemoul dans la wilaya de Batna, et en extrayant la matière première de la mine d'Ichemoul et en la transportant vers l'usine de traitement d'Ain Maimoun (W. Khenchela).

La barytine (ou baryte) est une espèce minérale composée de sulfate de baryum de formule  $BaSO_4$ . Contenant du plomb, du calcium et du strontium. Elle compose des minéraux comme la famille angleso-barytine, calcaire-baryte et célesto-baryte.

Le massif d'Ichemoul est situé dans la partie orientale des monts des Aurès, contient une minéralisation en barytine-galène d'une grande importance socio-économique pour la région elle-même. Selon la présente modeste étude bibliographique, il parait que la minéralisation plombo-barytique d'Ichemoul encaissé dans les calcaires dolomitiques de l'Aptien est irrégulière et forme des gites étroits allongés suivant le sens du pendage des roches.

Ce présent travail est structuré de la façon suivante :

Le premier chapitre se Déroule sur la localisation géographique d'Ichemoul, et leurs particularités géographiques (réseau hydrographique, climat, végétation et population), ainsi que, le contexte géologique régional.

Le second chapitre, traitera la lithostartigraphie du massif d'Ichemoul, et les principales phases tectoniques affectant la région.

Le chapitre suivant porte sur la minéralisation baryte-galène objet de l'exploitation minière de la mine d'Ichemoul, et leur encaissant essentiellement carbonaté.

Le dernier chapitre sera axé sur l'historique de la mine, une description des 5 amas qui forme le gisement, les réserves géologiques et la méthode d'exploitation de ce gisement.

***Chapitre I***  
***Cadre géographique***  
***et géologie régionale***

## I.1. Cadre géographique :

### I.1.1. Cadre géographique des Aurès :

Le massif d'Aurès situé au nord algérien ; il constitue une entité géographique appartenant au domaine de l'atlas saharien. Ce massif est localisé entre la latitude  $35^{\circ} 00'$  et  $35^{\circ} 30'$  N et la longitude  $6^{\circ} 00'$  et  $7^{\circ} 00'$  E. Il est structuré par des mouvements tectoniques (anticlinaux et synclinaux) sur le territoire Ouest de Batna. En général d'une manière globale la région des Aurès est formée d'un groupe de chaîne au relief très contrasté (Benmessaoud et al, 2009). La série montagneuse d'Aurès orienté SW-NE (la chaîne atlasique) porte à 2200-2300m. Ses crêtes sommitales (Mehmel, Chélia et Aidel). Le djebel Ichemoul fait partie de cet immense massif montagneux. [Fig. I.1]

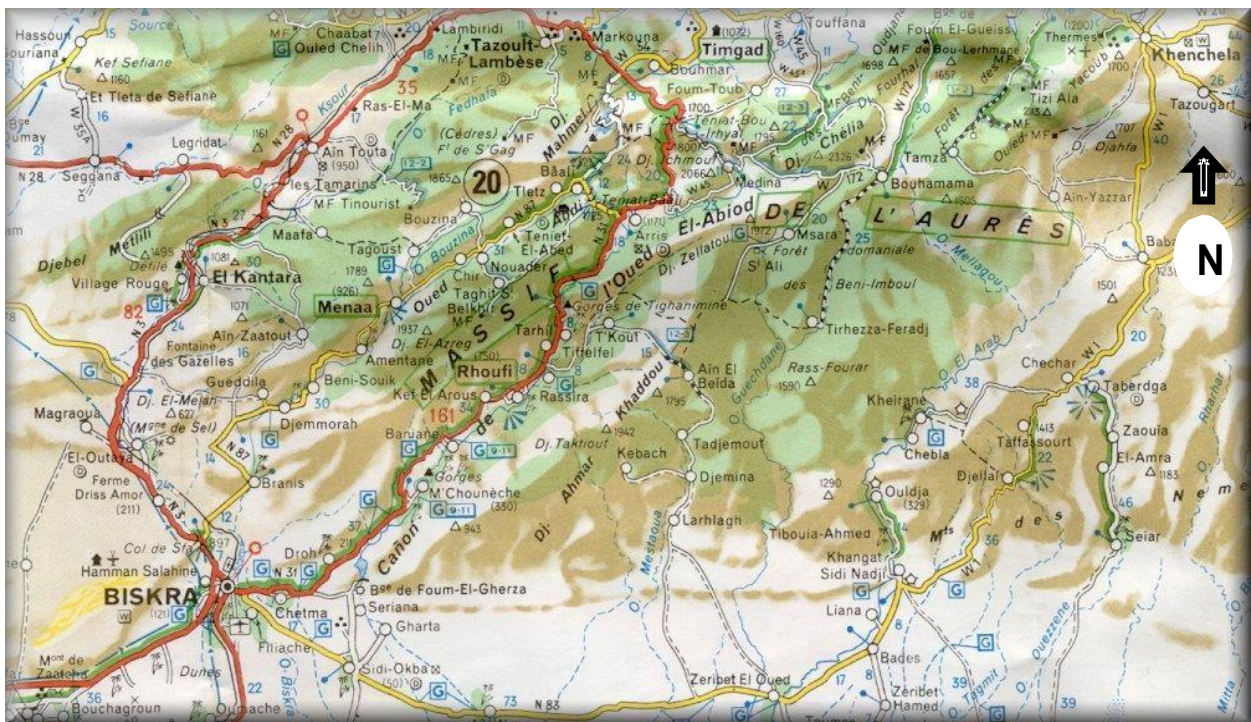
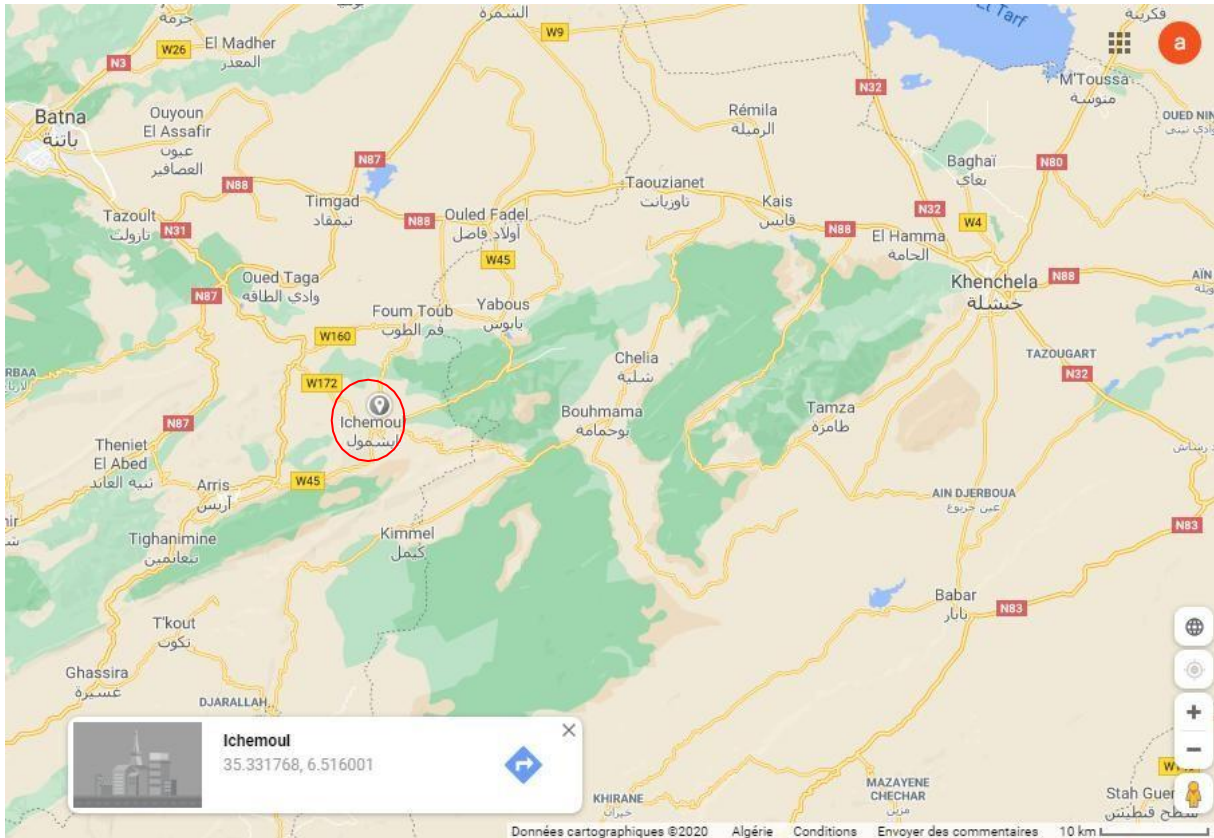


Figure I.1 : Localisation de monts d'Aurès (Google earth).

### I.1.2. Situation géographique d'ichemoul :

Le gisement de baryte d'ICHMOUL est situé dans la partie orientale des monts des Aurès, à 02 kms du chef-lieu de la Daïra d'ICHMOUL, à 60 km au Sud Est du chef-lieu de la wilaya de Batna. Le relief de la région du gisement est montagneux et fortement accidenté, les cotes absolues dépassent les 2000m d'altitude [Fig. I.2]. (ENOF ichemoul 2019).



**Figure I.2 :** Photo satellitaire montre la situation géographique du gisement d'Ichemoul (Google earth).

### I.1.3. Réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique est constitué par un système de nombreux Oueds fortement enfouis, dépourvus de cours d'eaux permanant et se dessèchent en été. La plupart des puits d'eau potable se trouvent sur la périphérie des nappes du Quaternaire aux pieds des massifs montagneux. Les chotts marécageux servent de bassins d'accumulation d'eau et d'importantes masses vaseuses.

### I.1.4. Climat et végétation :

Le climat est caractérisé par un régime très continental, avec un été long très chaud, sec et un hiver froid, pluvieux et venteux. La température oscille entre 8 à 15 °C en hiver et 20 à 40°C en été.

La végétation est représentée principalement par la broussaille couvrant ainsi les versants des collines. Les montagnes sont couvertes. Parmi les plantes forestières, on distingue les pins d'Alpe, cèdres et les broussailles.

### **I.1.5. Population :**

La population est plus dense surtout dans de petites entreprises locales, l'agriculture et l'élevage. Les entreprises minières sont représentées par de nombreuses carrières de matériaux de construction et d'agrégats pour les routes et voies d'accès.

## **I.2. La géologie régionale :**

### **I.2.1. Introduction :**

Les travaux de (Vila, 1980) sur la chaîne alpine d'Algérie orientale et la synthèse de (Wildi, 1983) sur la chaîne tello-rifaine de l'Afrique du Nord permettent de diviser du Nord vers le Sud de nombreuses unités empilées au cours des phases tectoniques successives. Elles sont caractérisées par la complexité et la diversité des styles mais aussi par la nature différenciée des matériaux qui les composent.

### **I.2.2. domaine interne :**

Ce domaine est formé d'éléments issus de la dilacération de la plaque d'Alboran: socle cristallophyllien continental aminci et couverture sédimentaire du Paléozoïque au Cénozoïque. Cette couverture peut être en partie désolidarisée de son socle pour former des nappes de charriages. (Delga, 1969, Bouillin et Raoult, 1971).

Il se subdivise en deux unités :

#### **I.2.2.1. Le socle kabyle :**

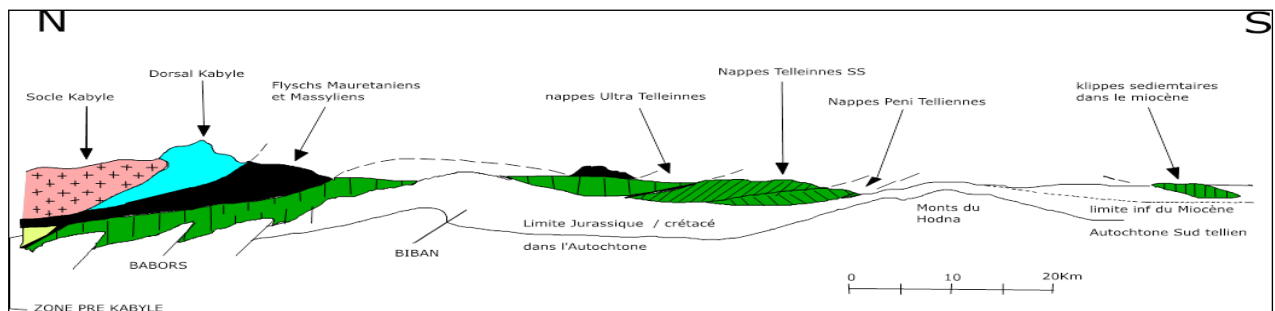
Il est caractérisé par :

- Un ensemble cristallophyllien profond appartenant aux faciès de granulites.
- Des gneiss à intercalations parfois puissantes de marbre et d'amphibolites associées à des péridotites du cap Bougaroun .
- Des schistes satinés ou phyllades, des grès et des porphyroïdes ocellés.



- La couverture sédimentaire paléozoïque du socle cristallin, peu ou pas métamorphique, dont les séries comprennent des termes de l'Ordovicien, du Silurien, du Dévonien et atteint le Carbonifère inférieur. Il est admis que le socle kabyle était probablement émergé durant le Secondaire du fait que la série oligo-miocène kabyle repose directement sur le socle kabyle (Delga, 1969, Bouillin et Raoult, 1971).

### b/ la dorsale kabyle ou « chaîne calcaire » :



**Figure I.3** : Coupe schématique montrant le dispositif structural des différentes unités de la chaîne des Maghrébides (Delga, 1969)

- aux niveaux carbonatés du Trias à l'Eocène constituent qui s'étire sur près de 90 km, d'Ouest (Djebel Sidi Driss) en Est (Zit Emba dans la région Nord de Guelma).
- les Bibans et les Babors qui étaient considérés comme étant de l'autochtone font également partie des nappes telliennes).

### I.2.3. Le domaine des flyschs:

Par rapport aux zones externes, les flyschs occupent une position allochtone et reposent en différents modes sur les zones internes (Vila, 1980).

Les travaux de Gélard et Raoult (1969) ont permis de signaler deux grands types de flysch gréseux, respectivement, le flysch maurétanien, et le flysch massylien.

A ces deux types de flyschs s'ajoute le flysch Numidien.

**I.2.3.1. Le flysch massylien** : Il englobe une série pélito-quartzitique d'âge Crétacé inférieur développée par une série pélito-micro-béclique d'âge Crétacé supérieur (kef sidi driss, vers le nord constinois. (C'est le flysch à microbrèches de Raoult, (1972)).



**I.2.3.2. Le flysch maurétanien :** on appelle aussi le flysch de Guerrouch (Durand-Delga et Lambert, 1955) et de Penthièvre (Neumann et Vila, 1967). Il est distingué par une série variée :

- Des radiolarites rouges du Malm (Vila, 1980).
- Un flysch calcaire d'âge Crétacé inférieur.
- Une puissante série argilo-gréseuse à la base et calcaire au sommet d'âge Crétacé supérieur.
- Des formations conglomératiques et micro-conglomératiques d'âge Yprésien.

**I.2.3.3. Le flysch Numidien :** Dû son nom à E. Fischeur (1890) pour désigner la trilogie suivante :

- Des argiles vari colores à Tubotomaculum dites "argiles sous-numidiennes".
- Des bancs de grès épais à grains hétérogènes.
- Des argiles, marnes et silexites dites "supra-numidiennes".

### **I.2.4. Le domaine externe « les nappes telliennes » :**

Ces éléments structuraux sont développés sur près de 100 km du Nord au Sud et supportant les empilements « normaux » des flyschs. Ce sont des « séries épaisses à dominante marneuse issues du sillon tellien », découpées par les phases tectoniques tertiaires en trois grandes unités par Vila (1980) dont les limites suivent à peu près les lignes paléogéographiques du Crétacé, du Paléocène et de l'Eocène. Du Nord au Sud les séries telliennes sont :

- **Les unités ultra-telliennes :** Elles sont constituées de marno-calcaires clairs à ammonites d'âge Valanginien à Vraconien, un Crétacé moyen à Rotalipores, un Sénonien marneux et micritique riche en Globotruncana et d'Hétérohélicidés et un Eocène essentiellement marneux et présente aussi des calcaires à silex noirs.
- **Les unités telliennes sensu stricto :** Elles sont formées d'un Crétacé inférieur riche en dépôts terrigènes où les intercalations des faciès néritiques restent modérées du Crétacé supérieur à l'Oligocène. (Vila, 1980).
- **Les séries péni-telliennes et les unités méridionales à Nummulites :** Elles se caractérisent par des faciès néritiques prépondérants du Crétacé supérieur à l'Oligocène et montrent une grande affinité avec leur avant pays méridionaux (Chadi, 1991).

### I.2.5. Les séries de l'avant pays allochtone :

Les séries de l'avant pays allochtone selon les contenus de Vila (1980), d'Est en Ouest on distingue:

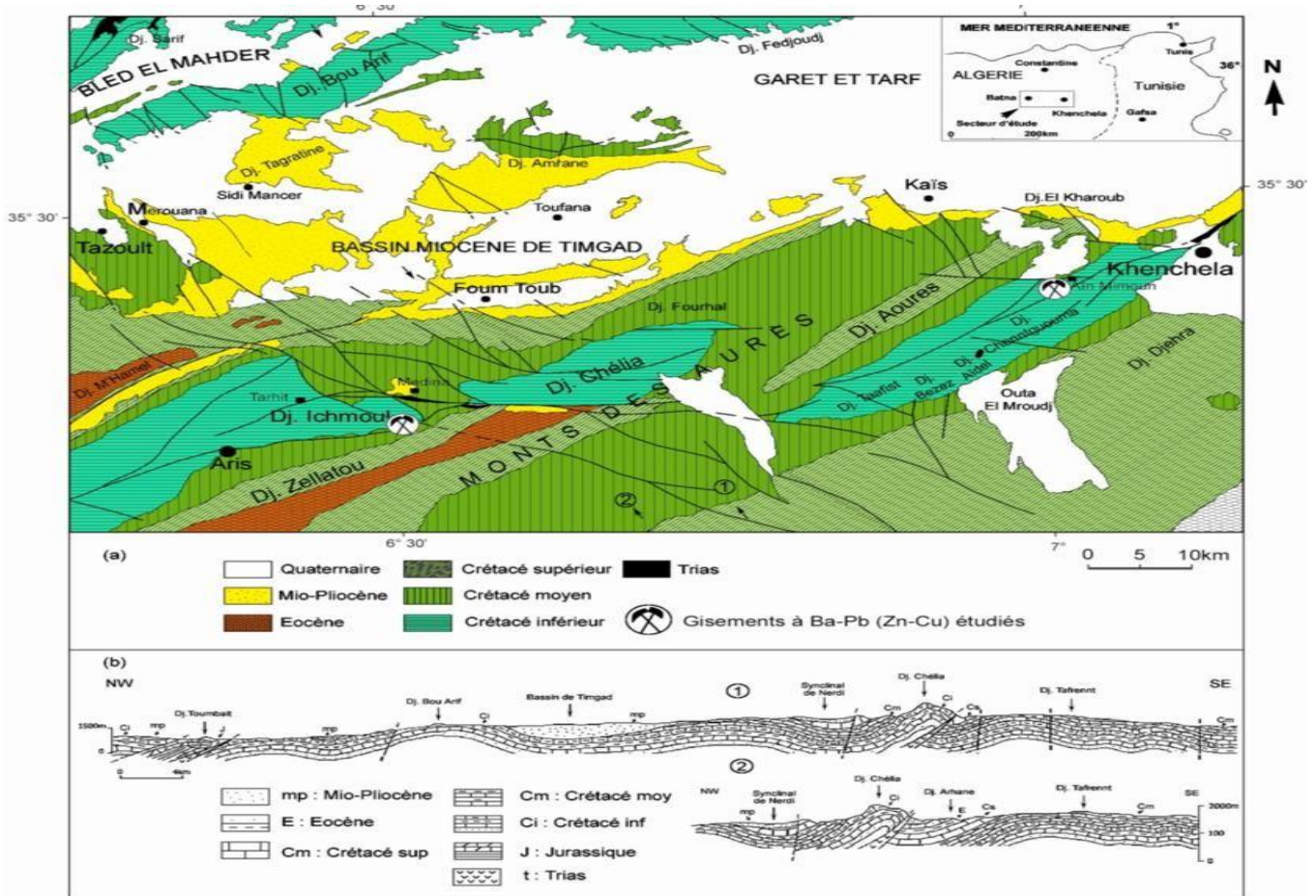
- ✓ **Les séries néritiques constantinoises** : Elles constituent des massifs isolés, de tailles variables, caractérisés par d'épaisses formations carbonatées du Mésozoïque. D'après Vila (1980), la série des massifs calcaires méridionaux ne dépasse pas le Cénomaniens et se termine par un contact anormal et aucune formation d'âge éocène n'est liée stratigraphiquement à la série néritique constantinoise. Cette unité est considérée comme autochtone pour Durand Delga (1969), Chadi (1991), Coiffait (1992) et allochtone pour Guiraud (1973) et Vila (1980).
- ✓ **Les unités sud-sétifiennes** : Il s'agit des séries mésozoïques à caractère de plate-forme subsidante et qui admettent des intercalations pélagiques.
- ✓ **Les unités des Sellaoua** : Ces unités sont issues d'un sillon prolongé du Sud-Ouest au Nord-Est. Elles affleurent au pied des séries néritiques constantinoises chevauchantes. Elles se caractérisent par des faciès bordiers du Chapitre I Généralités 13 sillon atlasique. Le saut brusque de faciès entre ces séries et l'atlas autochtone serait cependant suffisant pour envisager des raccourcissements considérables attribuables à des chevauchements de grande ampleur (Vila, 1980).

**L'avant -pays atlasique** : Il est caractérisé par des séries sédimentaires mésozoïques et cénozoïques épaisses et très plissées. Ces séries sont principalement localisées au niveau de : l'Atlas tunisien, l'Atlas saharien, Monts du Hodna, Monts de Belezma-Batna et l'Aurès.

### I.2.6. Contexte géologique de monts Aurès –Batna- monts Belmaza :

Les monts de Belezma-Batna-Aurès où s'appartient le massif d'Ichemoul contiennent nombreuses minéralisations de Pb-Zn parfois associées à la barytine, parfois au cuivre voire au mercure qui peuvent devenir à leur tour dominants. Plus de 10 gisements économiques et prospectifs se présentent le long des monts Belezma-Aurès [Figure I. 4].

Le contexte géologique de la zone étudiée est situé le long de la bordure nord de l'Atlas saharien oriental. Elle appartient au champ plissé et à une zone très fracturé.



**Figure I.4 :** Carte géologique synthétique des Monts de Belezma-Aurès (BOUTALEB et al2012).

Les structures tectoniques les plus remarquables des monts Belezma-Aurès sont celles du Djebel Azreg-Djebel Ichemoul, du Djebel Chélia et du Djebel Khenchela, orientées sensiblement N40-N50 ° [FigI. 4.]. Ces structures anticlinales sont limitées au Nord par le bassin néogène de Timgad, très peu déformé. Dans le massif du Belezma-Aurès, la couverture méso-cénozoïque est fortement fracturée. Ces failles se répartissent généralement selon deux directions principales: NW-SE (N120 à N140 °), EW (N90 à N110 °) et plus rarement NNW-SSE (N160-170 °), NE-SW (N40-50 °) et NS (N0-20 °). L'événement de compression le plus important s'est produit pendant le Lutétien, puis au début du Miocène, qui a formé les montagnes de l'Atlas (Laffite, 1939; KaziTani, 1986, Bureau, 1986, Guiraud, 1990, Aris et al.1998, Marmi et al., 2008). Cette déformation par compression a provoqué l'inversion

d'anciennes failles normales, réactivé le soulèvement et le diapirisme des évaporites du Trias et créé la majorité des structures de plis observées aujourd'hui (Haddouche, 2010; Sami et al, 2011). Au Miocène supérieur-Pliocène, une phase distensive conduit à la formation de failles normales sur les flancs de l'anticlinal et à la création de petits bassins à la base et au sommet par effondrement. Au cours de cette phase, le dépôt de conglomérat est réalisé au moyen d'une transgression marine.

### **I.2.7. Les principales phases tectoniques :**

De nombreux chercheurs géologiques, y compris E. Ficheur (1892) et J. Savornin (1904), ont conclu que L'Atlas saharien oriental est affecté par de nombreuses phases tectoniques, et ces phases sont représentées comme suite :

#### **I.2.7. 1 : Les phases tectoniques Mésozoïques :**

Les résultats des travaux géologiques montrent que la période de distension généralisée fait partie du trias avec un volcanisme basique et une sédimentation argilo-gypseuse dominante (D. Bureau, 1971 ; R. Guiraud, 1973).

#### **-La phase Jurassique :**

Est Caractérisée par une subsidence différentielle qui arrive comme résultat de La distension généralisée du Trias au Jurassique inférieur. Cette subsidence persiste jusqu'à la fin du Crétacé inférieur avec la structuration générale E-W caractéristique des bassins maghrébins (P. Deleau, 1938 ; G. Durozoy, 1960 ; C. Voûte, 1967 ; N. Kazi-Tani, 1986).

La période qui comprend le jurassique moyen et tout le crétacé, la sédimentation se caractérise par des variations latérales de faciès, des lacunes et des dépôts en discordance angulaire. le jurassique inférieur et moyen c'est la période de distensive et subsidente qui attesté par des discordances angulaires qui marque la base du Crétacé inférieur (J. Savornin, 1904 ; M. D. Delga, 1949b-1955). S'est terminée par l'arèvement du Jurassique supérieur (J. Proust et al. 1977 ; J. Aubouin, 1977).

### **-La phase néo-cimmérienne :**

Les chercheurs en géologie affirment que cette phase c'est la base du Crétacé (Berriasien moyen) ; où elle apparaît sous forme de plis concentriques droits orientés N 10°-20°E dans l'Atlas saharien (Kazi-Tani, 1970) et au Sahara (Sonatrach in Conrad, 1980).

### **- La phase autrichienne :**

A la base de l'Albien supérieur se produisent des mouvements plicatifs exprimés diversement selon les lieux. Ils ont été reconnus un peu partout d'Est en Ouest depuis la Tunisie (Burolet, 1957) au Zaccar où l'Albien supérieur repose transgressivement sur du Jurassique et sur Paléozoïque.

Du Nord au Sud, depuis les Babor, où la déformation est accompagnée d'une schistosité et d'un métamorphisme de bas grade, jusqu'au Hodna. De belles structures autrichiennes sont repérées dans les confins Algéro-tunisiens (Kazi-Tani, 1986). Reprise par la déformation atlasique de l'Eocène supérieur.

### **- La phase laramienne :**

Cette phase a été étudiée par de nombreux chercheurs, car Savornin (1904) la considérait comme la plus ancienne pastille foetale du Crétacé bien incarnée dans le Hodna. Quant à Guiraud (1973) dit que les contraintes sont subméridiennes à NNW- SSE, D'autre part Bertraneu 1952 montre que la déformation enscherienne à donner des plis NW-SE, suit a une opération rétro-tectonique faite sur le Dj Bou Taleb, ces structures sont bien représentées dans l'Atlas saharien ( Kazi-Tani 1986).

### **I.2.7.2. Les phases tectoniques Cénozoïques :**

#### **-La phase fini-lutétienne :**

Cette phase est mieux représentée dans l'avant pays atlasique que dans le Tell Elle marque la fin d'un grand cycle sédimentaire qui a débuté dès le Trias supérieur (D. Obert et M. Leikine, 1974). L. Glangeaud. a souligné son importance en 1941.

Dans l'Atlas saharien, elle est manifestement plus évidente, en raison de son intensité et du fait de l'absence ou du peu d'importance des déformations ultérieures. Elle montre une direction de raccourcissement maximale N 150°E (NW/ SE).

Elle provoque aussi un plissement régional de direction N 50°E et des structures plicatives à grand rayon de courbure (S. Guellal et J.M. Vila, 1973).

### **-La phase du Miocène inférieur :**

Cette phase est bien représentée dans le Tell, elle est commencée plutôt dans les zones septentrionales que dans les zones méridionales (J. P. Bouillin, 1977 ; M. D. Courme-Rault et J. F. Raoult, 1985) caractérisée par des structures sensiblement E-W.

### **-La phase distensive Oligo-Miocène :**

Cette phase purement distensive de direction NE-SW qui aboutit à la création de grabens (N. Kazi-Tani, 1986).

### **I.2.7.3. Les phases tectoniques récentes :**

- Cette étape a été étudiée par G. Thomas (1985) au niveau du bassin de Chlef. Elle n'est pas enregistrée dans les Aurès-Zibans (N. Kazi-Tani, 1986).

- Une phase distensive quaternaire à l'origine des grabens subméridiens des confins algéro-tunisiens, également non enregistrée dans le secteur Zibano-aurèsiens (N. Kazi-Tani, 1986).

# *Chapitre II*

## *Géologie locale*

## **II.1 : Introduction :**

Dans ce chapitre, nous abordons un tour d'horizon de la géologie du territoire que nous avons mis en lumière, en évoquant les différentes grandes phases tectoniques et les déformations qui les affectent, en empruntant aux différentes thèses des auteurs les quelles (O.Haddouche ;R.Laffite ;Guiraud ).

## **II.2 : Géologie locale :**

### **II.2.1 : La lithostratigraphie :**

Le DjebelIchemoul est caractérisé par un pli anticlinal de direction NE-SW dont le noyau est formé par des roches détritiques du barrémien. Il est constitué par trois étages lithostratigraphiques représentés comme suite :

- Barrémien essentiellement gréseux ;
- Aptien calcaire-dolomitique ;
- Allbiencalcaire-marno-argileux ;

Ajoutant à cette lithostratigraphie, les formations argileuses du trias (HADDOUCHE O, 2000)



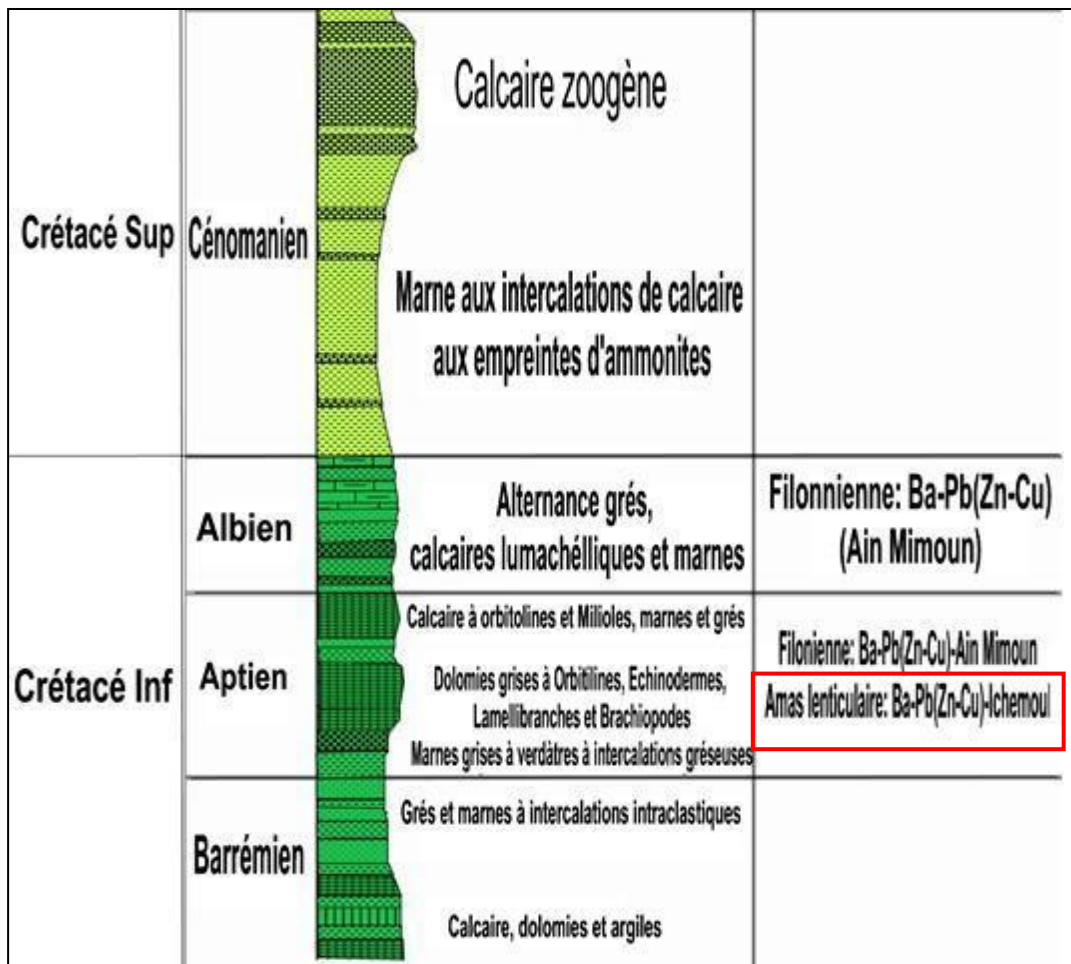


Fig.II.1: Colonne lithostratigraphique de djebel Ichemoul (HADDOCHE O, 2000).

### II.2.1.1. Le Secondaire :

#### II.2.1.1.1. Le Trias :

Ces formations caractérisées par un affleurement sous un aspect de pointements diapiriques, constitué par des marnes et des argiles bariolées qui contiennent des gypses de couleur blanchâtre et tendre à certains endroits. Parfois ces formations sont associées à des roches dolomitiques. R.LAFFITE (1939).

#### II.2.1.1.2. Le Barrémien :

Le barrémien se démarque dans la partie Nord du gisement. Il se compose de grés avec une épaisseur de 90m apparaissant en barres atteignant parfois 5m d'épaisseur, ces derniers se présentent généralement par des grés rougeâtres à grains fins. Il y a aussi des grés en plaquettes de couleur blanchâtre, positionnées au-dessus des grés en barres.

Dans cette région les bancs de dolomies ne dépassent pas l'échelle du décimètre, là où une étude de ces dolomies, a montré qu'elles contiennent des dolomites ferreuses qui se développent dans de petites cavités, car ces dolomites se forment toutes seules en réarrangeant des calcites magnésiennes, soit par des apports de solution magnésiennes le long des cassures. R.LAFFITE (1939).

#### **II.2.1.1.3. L'Aptien :**

Les dépôts aptiens sont largement développés dans la partie centrale et Ouest du massif, où ils sont représentés par des calcaires, grès, marnes, dolomies et calcaires dolomitiques. Dans la partie médiane succèdent des calcaires organogènes caverneux alternants avec des grès, schistes argileux, dolomies (calcaires dolomitiques) et marnes renfermant la minéralisation polymétallique à barytine sur trois bancs. (ENOF Ichemoul, 2019).

#### **II.2.1.1.4. L'Albien :**

Se distingue principalement par des marnes compactes situées dans les parties Sud et Est du gisement. Il se présente de bas en haut par les termes suivants (SONAREM, 1967) :

##### **- Les assises marneuses (ép. = 40m) :**

Ce sont généralement des alternances de marnes compactes finement cristallisées verdâtres, forment des lits réguliers de 5cm d'épaisseur avec des marnes jaune-verdâtre et friables.

##### **- Les assises Calcareuses (ép = 30m) :**

R.LAFFITE (1939) a signalé la présence des calcaires à hytocéras.

##### **- Les assises argileuses (ép =90m) :**

Apparaît en argiles vari couleurs, micacées à débit en plaquettes.

#### **II.2.1.2. Le Quaternaire :**

Représenté par des dépôts alluvionnaires à l'Est et au Nord- Est du gisement. (ENOF Ichemoul 2019).

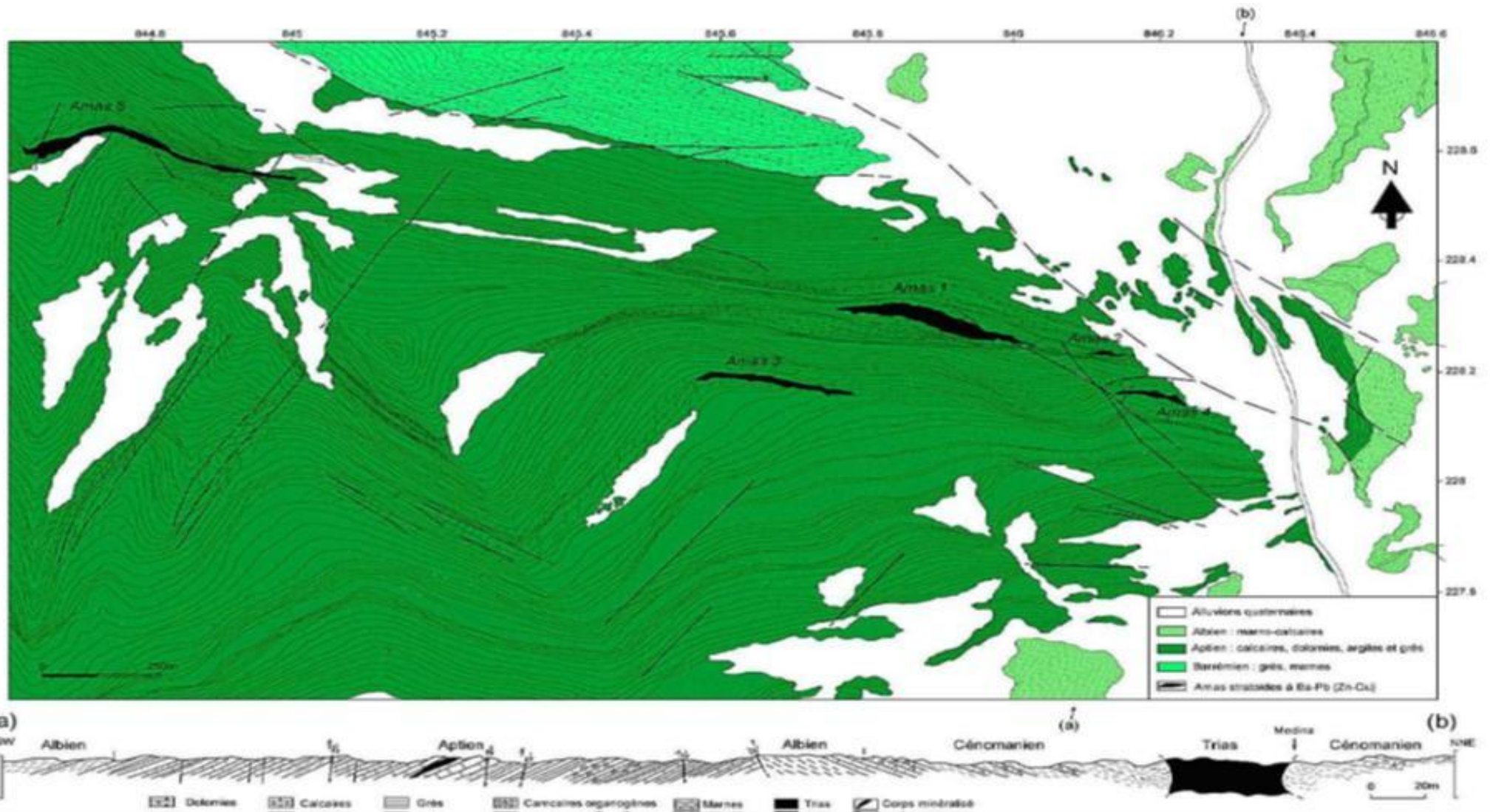
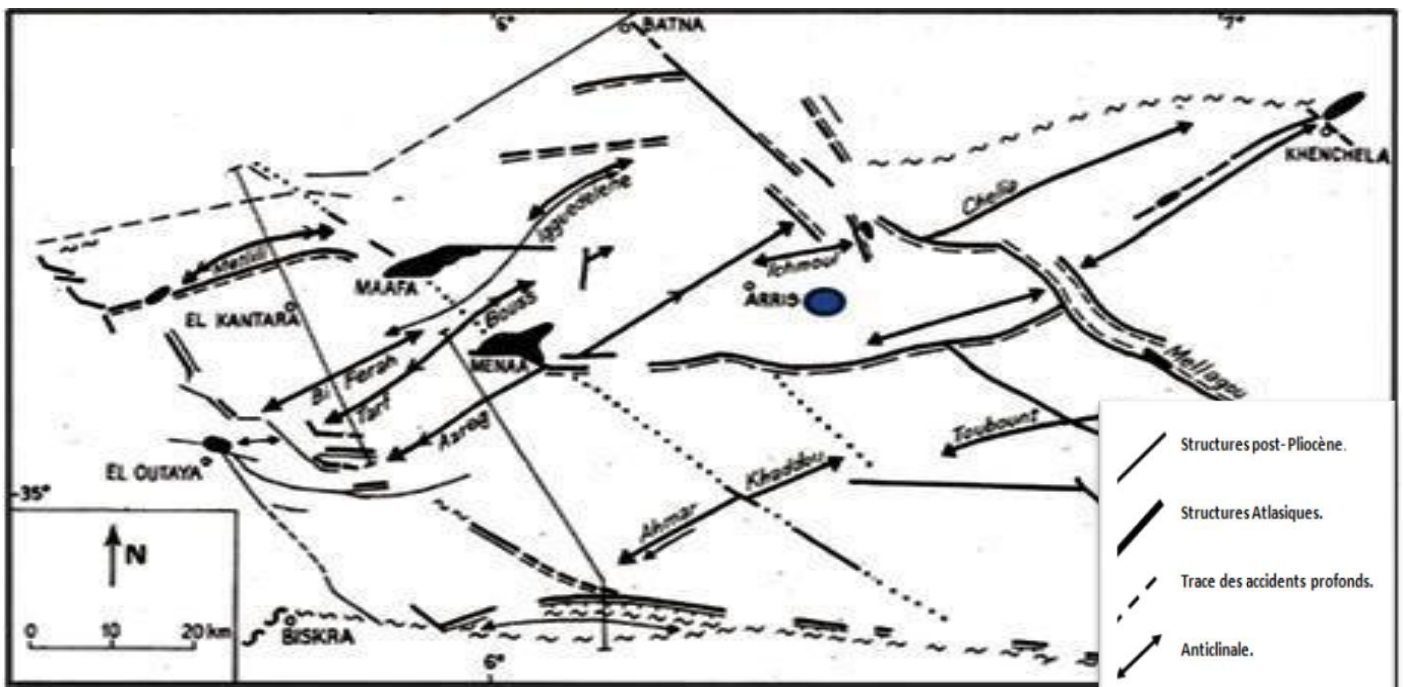


Fig. II.2 Carte et coupe géologique synthétique de la région d'Ichemoul. (D'après Haddouche Omar, 2000)

**II.3. La tectonique :**

**II.3.1 :Tectonique des Aurès :**

Les Aurès représentent un édifice structural appartenant au domaine Atlasique, ils sont constitués de plis plus ou moins réguliers, souples dont l'orientation globale se situe entre le N55° E à N 60° E. Les plissements se seraient effectués entre le Lutétien et le Burdigalien (Bureau, 1986 ; Aoudjehane et al., 1992). Ils sont caractérisés par un phénomène d'étranglements ou de dilatations brusques des plis en plusieurs points, chose qui peut être traduite en réalité par les rejeux d'accidents profonds au niveau de la couverture post-triasique [figure II.3] (Guiraud, 1990).



**Fig . II.3 :** Le schéma structural du massif de l'Aurès, (Guiraud, 1990).

**II.3.1.1 : Tectonique plicative :**

Les premières déformations ont pu s'amorcer dès la base de l'Eocène et surtout pendant le Lutétien. Cependant la phase de serrage majeure dite "Atlasique" devrait avoir un âge intra lutétien. Le Miocène est déformé à la suite d'un rejeux de certaines structures atlasiques avec apparition de nouvelles structures sur les bordures du massif obliques aux précédentes. Le deuxième épisode de plissement peut être attribuable à la phase du quaternaire basal : Plioquaternaire (Laffitte, 1939 ; Guiraud, 1990).



### **II.3.1.2 : Tectonique cassante**

Dans les Aurès, le réseau de fracturation est dense, ramifié et semble beaucoup plus désorganisé. La fracturation est généralement sub-verticale, elle s'exprime par :

- Des familles axiales (N20°E–N30°E), (N50°E–N60°E),...
- Deux familles obliques orientées (N100°– N110°E) et (N80°– N110°E)

Cette fracturation semble avoir évolué avec les plissements, à l'exception de la famille N100°– N110°E, qui elle, n'est pas déformée. Les plans de fractures axiales portent souvent des stries de mouvements mineurs inverses, alors que ceux des familles tardives N100°– N110°E sont le plus souvent caractérisés par des stries de mouvements mineurs obliques. R.LAFFITE (1939).

### **II.3.2 : Cadre tectonique du gisement :**

Le gisement se trouve sur le flanc Sud-est d'un pli anticlinal de direction NE-SW. Au Nord-est de l'anticlinal se développe une grande faille d'Age éocène, orienté NW-SE, perpendiculaire à l'axe du pli, des failles subordonnées déterminent la structure en blocs de la partie NE du gisement. Plusieurs fissures de dimensions et d'orientations différentes sont développées dans les séries du barrémien formant le pli de l'anticlinal (ENOF Ichemoul, 2019)

#### **II.3.2.1 : Les plis :**

Les plis sont connus comme la plus grande courbure de la surface terrestre et sont des plis proches du nord à 60 ° E. Dans le cas de l'ichemoul, les charnières de pli au niveau de l'ams (5) sont très fissurées en raison de l'expansion. Donc des structures extensives à l'extérieur (extrados) du pli, et compressives à l'intrados, cet extrados représente dans un niveau calcaire (beige à la patine et jaunâtre à la cassure) d'ordre métrique limité par les marnes vers le mur et par des grés entrecroisés vers le toit du banc. (H.Lariane,A.Khoualed 2018).

#### **II.3.2.2 : Les fractures et les Diaclases :**

Cette région caractérisé par fracturation intense est matérialisé par des fissures de quelque centimètre de longueur et large de quelque millimètre remplis des cristaux de calcite ces fractures auront lieu au niveau des calcaires, calcaire gréseux et les grés à structure entre croisé.

Il y'a aussi des stries d'une faille normale décrochant au niveau des calcaires gréseux.

L'intensité de la tectonique en certains endroits dans la région, elle génère des zones où on peut trouver des brèches tectoniques, colmatées par de la calcite et est bien visible à l'oeil nue. (H.Lariane,A.Khoualed 2018)

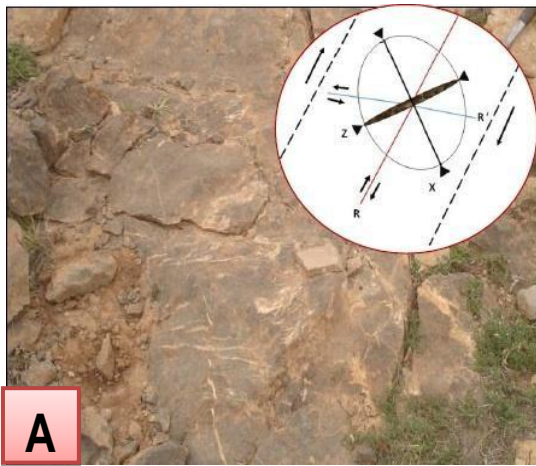
### **II.3.2.3 : Fentes et stylolithes :**

Les fentes de tension sont généralement des petites veines (quelques dizaines de centimètres), remplis de minéraux (calcite ou quartz)). Dans la région elles sont trouvent dans les niveaux des grés entrecroisés. Ces grés caractérisés par une couleur grise claire a la patine et gris claire a la cassure. Elles sont résultent ou la contraintes Maximal dans le sens contraire du sens de cisaillement.

Les stylolithes ce sont des surfaces portant des pics et des creux, formés par la dissolution sous pression de la roche.(H.Lariane, A.Khoualed 2018)

**II.3.2.4 : Boudinage :** Ce phénomène représente dans un banc de calcaire d'ordre métrique trouvé entre deux niveaux de marnes friables, exactement à 1929 m d'altitude (H.Lariane, A.Khoualed 2018)

**PlancheII.1: Les zones touchées par la tectonique.**



**A** : Fentes en échelons, **B** : Stries de faille, **C**: Boudinage : brèches tectonique, **E** : Extrados du pli, **F** : Fractures et diaclases (H. Lariane, A. Khoualed, 2018).

#### **II.4 : Conclusion**

Le massif d'Ichemoul fait partie des monts des Aurès, plus précisément, dans leur partie orientale, et est formé par des terrains d'âge Crétacé inférieur. Notamment, un Barrémien essentiellement gréseux, Aptien calcaro-dolimitique, et un Albien calcaro-argileux.

Le gisement se trouve sur le flanc sud-Est d'un pli anticlinal de direction NE-SW caractérisé par une intense fracturation, matérialisée par des fissures de quelque centimètre de longueur et large de quelque millimètre, des fentes et des brèches tectoniques.

Plusieurs fissures de dimensions et d'orientations différentes sont développées dans les séries du barrémien formant le pli de l'anticlinal. (ENOF Ichemoul, 2019)



***Chapitre III :***  
***Gîtologie***

### III .1 .Introduction :

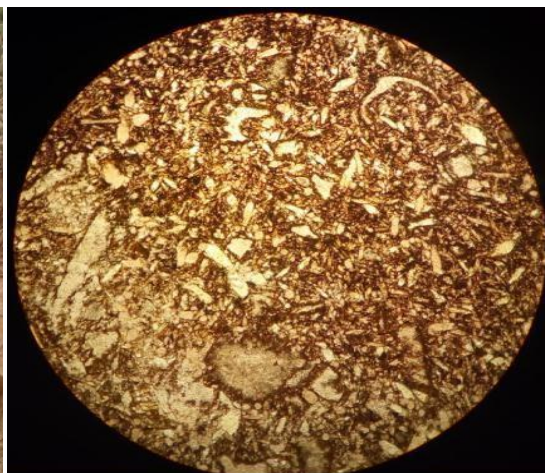
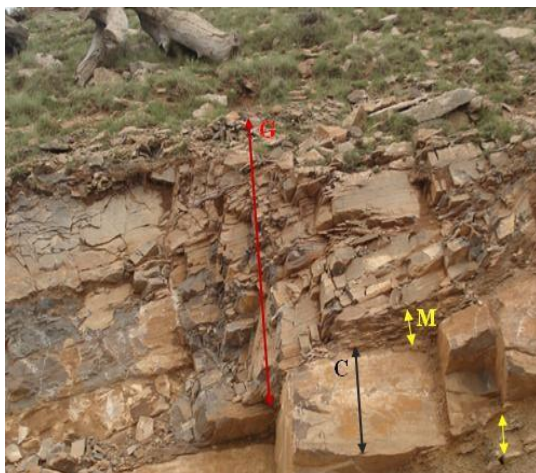
L'objectif de ce chapitre c'est la description de minéralisation du l'amas (5) Dj. Ichemoul au niveau de l'amas (05). Le massif d'Ichemoul est situé sur la feuille topographique d'Arris (N°230) à l'échelle 1/50000. La minéralisation d'Ichemoul est encaissées dans des formations carbonatées Albo-aptiennes, elle est caractérisée par une association minérale composé de barytine, Galène, accompagnée par le cuivre gris, la chalcoppyrite, la pyrite, et aussi par divers produits d'oxydation.

### III.2. L'encaissant :

La minéralisation de baryte-galène de djebel ichemoul encaissée généralement dans les calcaires, les calcaires gréseux, et les dolomies d'âge Albo- aptiennes.

#### III.2 .1. Les calcaires :

Ces calcaires se formes par des bancs stratifiés, de teinte jaunâtre à la patine et grisâtre à la cassure avec une épaisseur variable (cm àdm). Ils sont plein de fractures et diaclases dont les directions sont variables et souvent entrecroisées. Ces fractures sont remplies par la calcite et la dolomite. Au microscope, il s'agit d'un biosparité où ces calcaires sont riches en fragments d'organismes reliés entre eux par un ciment microsparitique [Fig.III.1et 2] (H. Lariane, A. Khoualed, 2018).



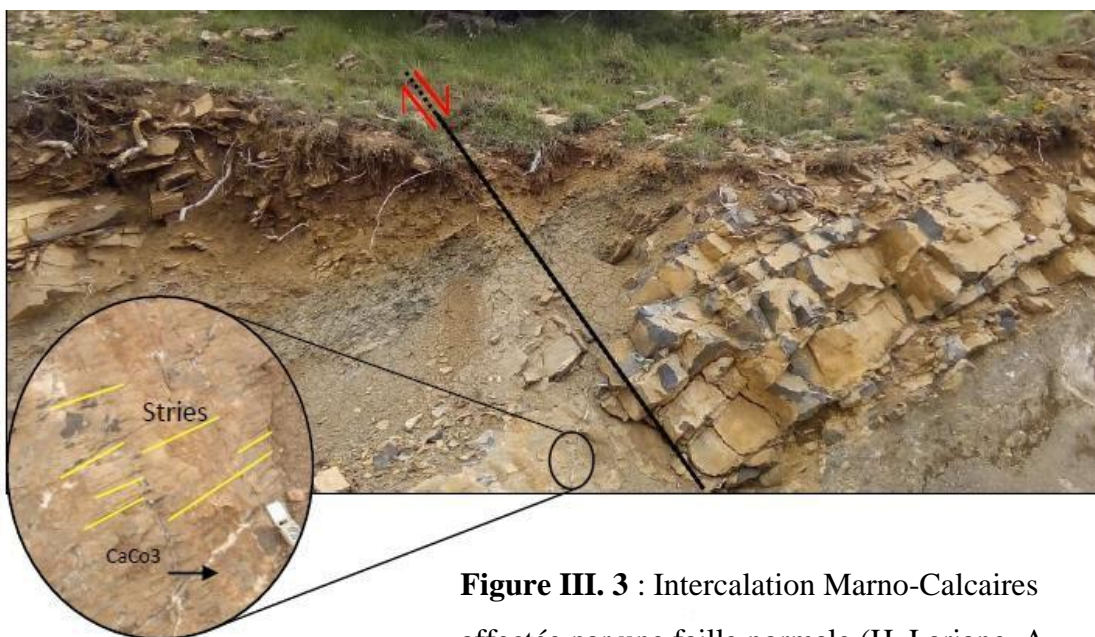
**Figure III.1 :** Observation sur terrain des calcaires resserrés entre les grès et les Marnes.(H. Lariane, A. Khoualed, 2018).

**G :** Grès entre croisés, **C :** Calcaires, **M :** Marnes friables.

**Figure III.2 :** Observation microscopique en LPNA d'un calcaire où le ciment est microsparitique et les fragments de fossiles sont jointifs.(H. Lariane, A. Khoualed, 2018).

### III .2 . 2. Les calcaires gréseux :

Il s'agit de calcaires très riche en silice (Quartz). Ils se présentent en bancs centimétriques à décimétriques, de couleur gris à la cassure et à la patine. Ils sont caractérisés par un aspect saccharoïde [figure III. 3]. Ces bancs de calcaires gréseux ont une direction N80°E et un pendage de 26° SSE et la majorité de fractures ont une direction N100°E avec un pendage estimé de 52° vers le NNE (H. Lariane, A. Khoualed, 2018).



**Figure III. 3 :** Intercalation Marno-Calcaires affectée par une faille normale (H. Lariane, A. Khoualed, 2018).

### III. 2 .3 .Les dolomies :

A l'échelle macroscopique, ces dolomies cristalline montre une patine brune, et cassure grise et les grains sont indiscernable à l'œil nu. Au microscope, elle se forme par des cristaux saccharoïdes isogranulaire.

### **III.3. Etude de la minéralisation:**

L'aspect métallogénique des monts des Aurès est caractérisé par la présence de plusieurs gisements et des indices de plomb, zinc, barytine, mercure et cuivre qui sont développés dans des structures anticlinales. (ENOF Ichemoul, 2019).

On distingue deux groupes de gisements:

- Les gisements stratiformes (Ichemoul, Fournal, et Merouana) sont les plus représentatifs, montrant un lien étroit de la minéralisation avec les niveaux puissants de dolomies et calcaires souvent à proximité d'accidents cassants.
- Les gisements filoniens développés dans les formations dolomitiques et calcaires dolomitisés de l'Aptien.

La minéralisation est rarement présente dans les marnes et les grès.

### **III.4. La morphologie de corps minéralisés :**

Le gisement de barytine de djebel Ichemoul n'a pas été bien étudié, du fait qu'on n'a pas basé dans cette recherche bibliographique en un nombre suffisant de références.

la minéralisation d'Ichmoul se présente en deux types morphologiques principaux : en amas lenticulaire (cinq amas d'épaisseur métrique à plurimétrique et une extension en longueur d'environ six cents mètres) ; et en forme irrégulière avec une distribution diffuse de la barytine et des autres minéraux métalliques. Les corps minéralisés sont alignés dans la direction E-W avec des creux variant de 45 à 90 ° vers le sud (Haddouche O., 2000)

### **III.5. La minéralogie :**

La minéralisation plombo-barytique est localisée dans les calcaires dolomitisés d'âge Albo-aptien. Elle est irrégulière et forme des gites étroits allongés suivant le sens du pendage des roches [figure III. 5].

On distingue trois types de minéralisation, notamment, une minéralisation Barytique, minéralisation plombo-barytique et une minéralisation plombo-zincifère, en obéissant à une loi de répartition zonale verticale.

- **Minéralisation barytique** : Située dans les parties périphériques supérieures des Amas minéralisés.
- **Minéralisation plombo-barytique** : Se développe essentiellement dans la partie médiane.
- **Minéralisation plombo-zincifère** : Remplit les petits vides de calcaire en aval du pendage.

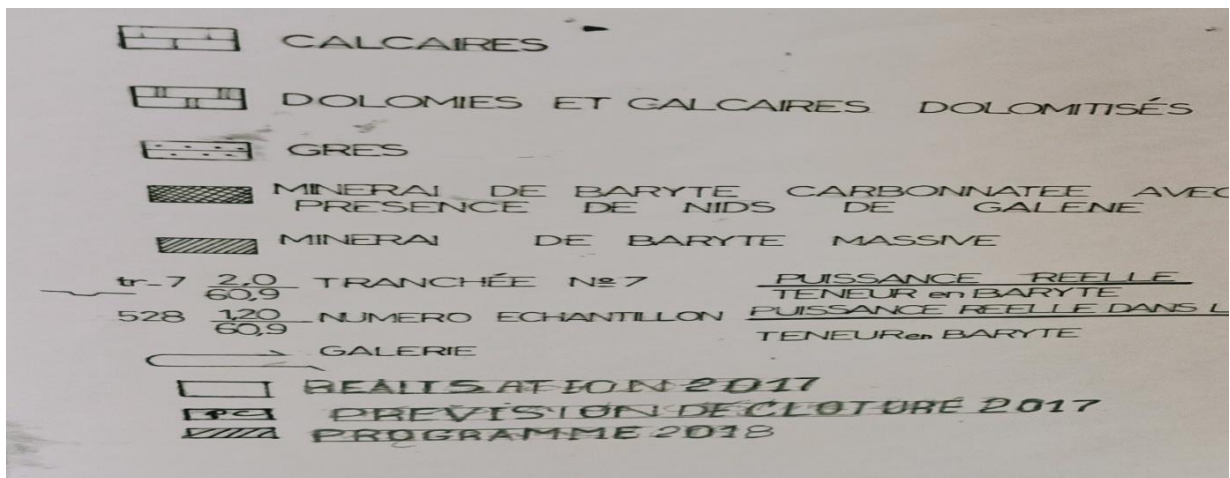
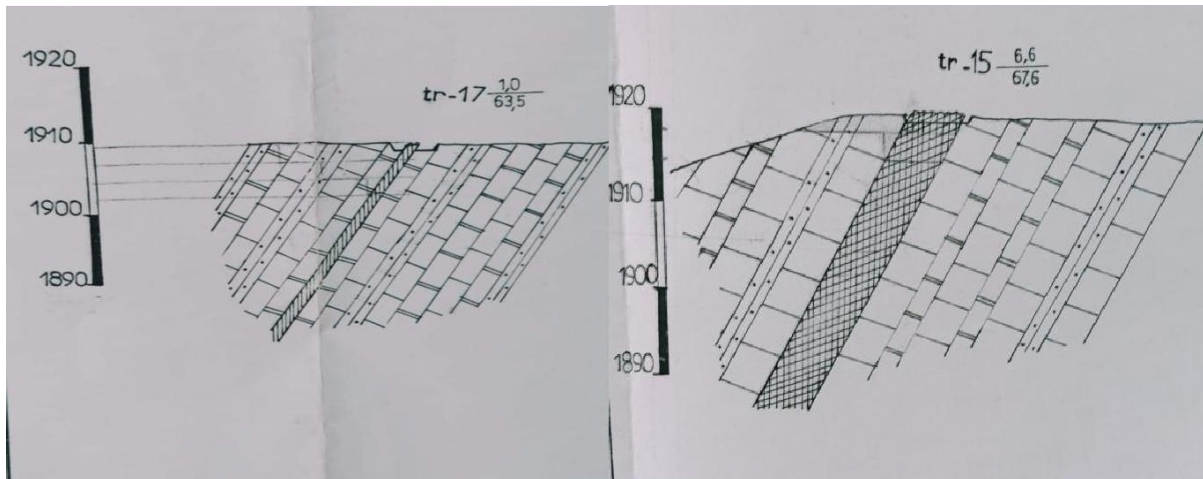


Figure III.5 : coupe de profile des amas N5 d'Ichemoul(ENOF Ichemoul, 2017).



**III .5 .1 .La barytine :**

Sulfate de baryum ( $BaSO_4$ ) caractérisé par une couleur blanc laiteux [figure III.6] avec une dureté faible sur l'échelle de Mohs et une densité élevée. La barytine se présente sous plusieurs formes ; tabulaire, en gerbe, lamellaire, ou encore remplissant certains fractures.

Et aussi on a trouvé la barytine sous forme rubanné de taille millimétrique à centimétrique dont associée la galène [figure III.7].



**Fig. III.6 :** Photo représente la baryte



**Fig .III.7 :** photo montrant le rubanement de la barytine (ENOF Ichemoul 2020)

### III.5.2. La galène :

Sulfure de plomb (PbS), se rencontre sous forme de petits cubes parfaits avec une couleur gris sombre et un éclat métallique. Au microscope, elle est représentée généralement sous forme de grandes plages xénomorphes de dimension millimétrique à centimétrique [figure III. 8].



**Fig. III.8:** observation de galène

### III.5.3 .Chalcopyrite :

Un sulfure de Cuivre et de Fer, de couleur jaune-verdâtre et à éclat métallique, rarement rencontré dans le gisement d'Ichemoul. Au microscope, elle se présente en cristaux xénomorphe de taille variable [figure III.9].



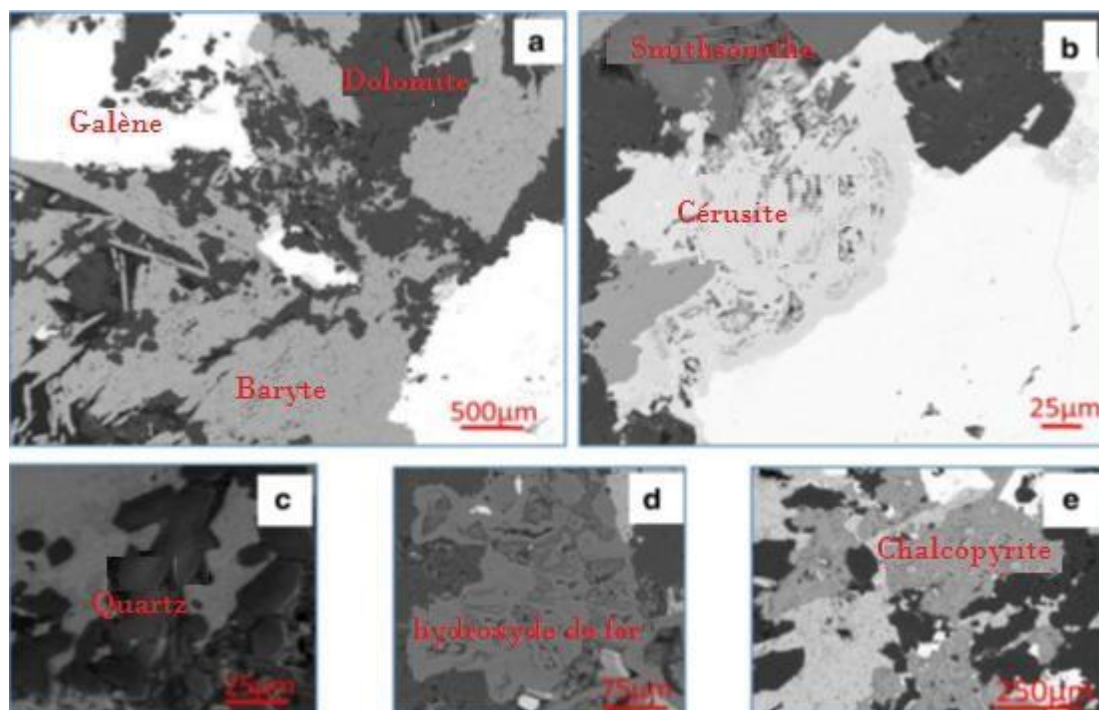


**Fig. III.9 :** Photo montre le minerais de barytine accompagnée avec la Chalcopirite disséminée dans des calcaires. (H. Lariane, A. Khoualed, 2018).

(CHP : Chalcopirite, Oxy : oxydation)

#### III.5.4. Oxyde de fer :

Ils sont représentés par de petites taches ou pigments de teinte brun-orange, rougeâtre, ou encore rouge rouille, sur la barytine.



**Fig.III.10 :**Photo montrant une association de : Baryte, Cérusite, Chalcopirite, Galène et hydroxydes de fer (Section polie en LPNA) (Iarachi et al, 2019).



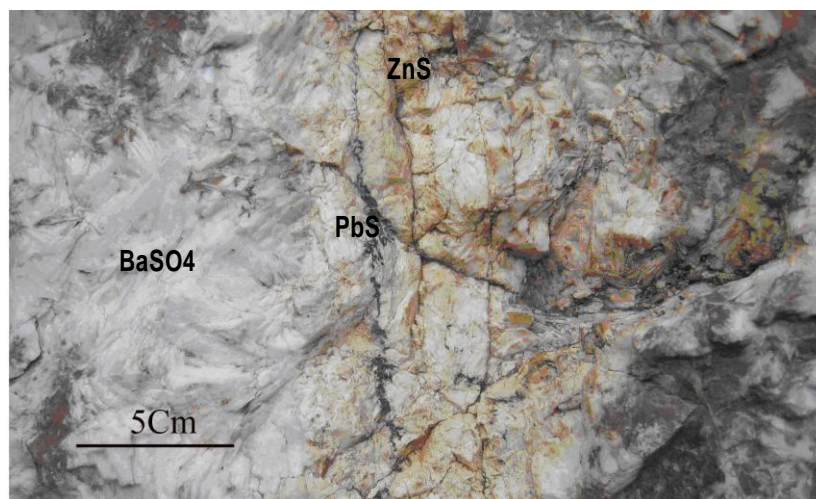
- Au niveau du gisement d'Ichemoul, le Zinc est présenté généralement par sphalérite et smithsonite.

### III. 6. Les textures :

Dans le gisement d'Ichemoul, on distingue plusieurs textures entre autres :

#### III.6.1. La texture veinulée :

Elle se manifeste par des veinules ou petites fissures de dimension variant du millimètre au décimètre avec un remplissage de sphalérite et galène accompagnée par la barytine [figure III.11].

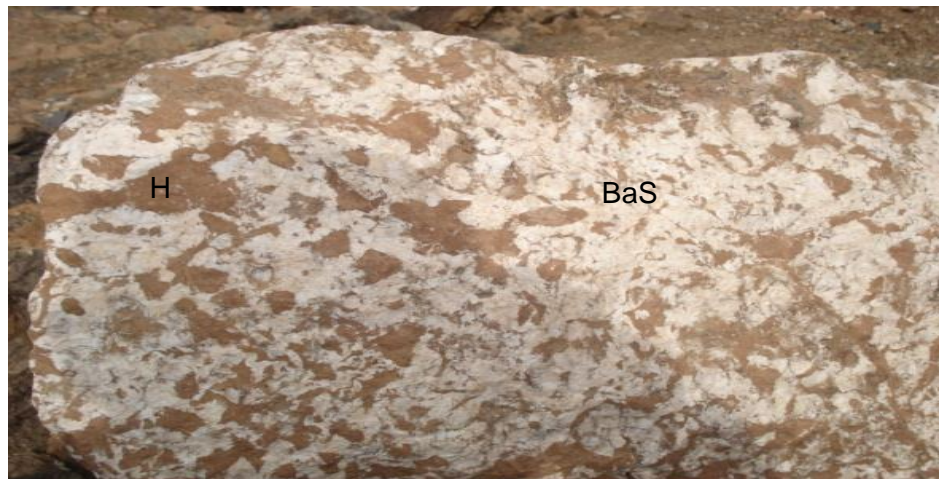


**Fig.III.11** : Photo représente le remplissage de veines par la sphalérite et la galène (BOUTALEB et al 2012).

$BaSO_4$  : baryte,  $PbS$  : galène,  $ZnS$ : Sphalérite.

#### III.6.2. La texture bréchique :

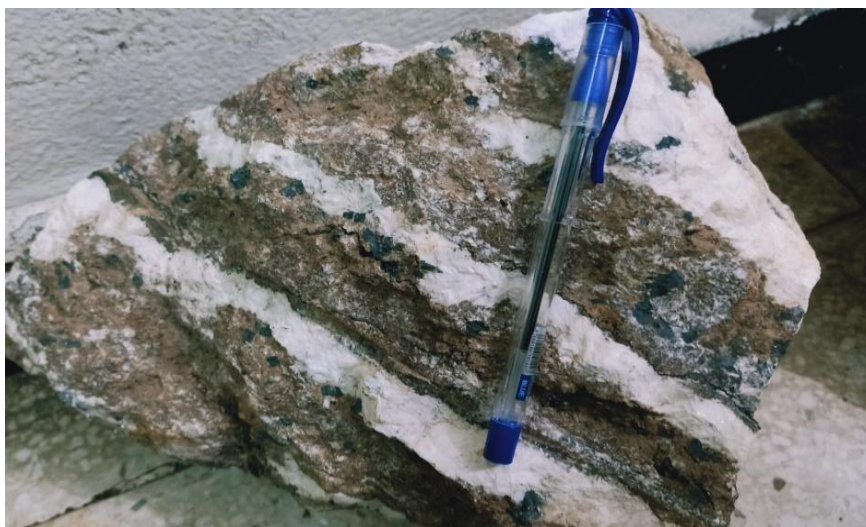
Elle est le résultat d'une fracturation tardive produit dans le minerai barytique et remplie essentiellement par les oxydes de Fer [figure III.12] (H. Lariane, A. Khoualed, 2018).



**Fig.III.12** : Photo montre la texture bréchique (H. Lariane, A. Khoualed, 2018).

### **III.6.3. La texture rubanée :**

Elle se caractérise par une alternance de baryte et de dolomies . La taille des rubans est d'ordre centimétrique avec des cristaux disséminés [fig.III.13].



**Fig. III.13** : Photo représente la texture rubanée (Rubans de baryte et dolomies) avec des disséminations de galène.



**Fig.III .14 :** Photos représentent les différentes textures (H. Lariane, A. Khoualed, 2018).

A : texture en gerbe ; B : texture en latte ; C : texture zébrée.

#### **III.6.4 : Les minéraux de gangue :**

Les minéraux essentiels qui constituent la gangue sont : la dolomite et la calcite et parfois le quartz.



### **III.7. Conclusion :**

Le massif d'Ichemoul fait partie du domaine tellien. Sur le plan tectonique, ce secteur est caractérisé par des structures plissées associées à un réseau complexe de failles.

La minéralisation de ce gisement est encaissée dans des formations carbonatées du Crétacé Inférieur, plissé en anticlinal et constitué de cinq lentilles stratiformes de minerai barytique dans lequel est dispersée la galène. Une para-genèse à sulfure : la pyrite, de la blende, de la chalcopirite et du cuivre gris qui semble être tardive a été identifiée dans le niveau N° 1 de L'amas N°5.

Le minerai barytique se représente en plusieurs textures principalement, la texture rubanée, texture en lattes, textures zébrées, textures bréchiques et la textures massives.

La région soumise à une action conjuguée de plusieurs épisodes tectoniques et d'extensions variables, où ces accidents montrent des directions très variées et leur répartition n'est pas homogène dans l'ensemble de la région.

*Chapitre VI*  
*Méthode*  
*d'Exploitation*

### VI.1 : Introduction :

Ce chapitre est consacré sur l'historique de la mine d'Ichmoul, l'exploitation et le stock de ce matériau (Baryte). Ainsi, la description des différents corps minéralisés du gisement et la méthode adoptée pour l'extraction de chacun.

### VI.2 : Historique de la mine :

De 1932 à 1954, la société « ROYNA » a exploité le gisement d'ICHMOUL en réalisant 22 galeries d'une longueur totale dépassant 3000 m et 340 m de cheminées sur des niveaux d'exploitation de l'ordre de 30 à 60m et dont la dénivelée maximale est de 350m. (ENOF Ichmoul 2019).



**Fig.VI.1** : Photo montre une galerie de circulation au niveau de l'amas 3 (Lariane H., Khoualed A. 2018).



**Fig.VI.2:** Photo de l'ancienne station de traitement d'Ichmoul (Lariane H. Khoualed A. 2018)

- Entre l'année 1966 et 1967 La campagne de prospection SONAREM et dans l'objectif d'évaluer le potentiel réserve du gisement d'ICHMOUL. Et cela en réalisant plusieurs travaux dans le domaine de la géologie et en obtenant des résultats, notamment 810 Pièce d'Echantillonnage métallométrique, 4 méthodes d'études géophysiques, 1100 d'analyses chimiques. (ENOF Ichmoul 2019)
- En 1997 à 1998 il s'agit de la réalisation des travaux de recherches de surface comme levé topographique, l'échantillonnage et les calculs des réserves( ENOF Ichmoul 2019)
- La période entre les années 2013 et 2016 il fait la création du projet de la mine d'Ichmoul en 2 titres miniers
  - ✚ 6673 PE pour l'exploration
  - ✚ 6674 AR pour l'exploitation artisanale

Durant cette période, plusieurs travaux ont été accompli on mentionne la réalisation du 7 Kms de piste atteignant les différents amas et 7 plates-formes de sondage, Extraction et transport de 19 000 tonnes de minerai de baryte et transport 3 200 tonnes de SCHLAM (rejet de l'ancienne laverie) vers l'unité d'AIN MIMOUN. (ENOF Ichmoul 2019)

- En 2017 -2018 la mine va commencer leur travail avec la méthode d'exploitation souterraine et en suite à ciel ouvert.

Durant cette période ils ont réalisé :

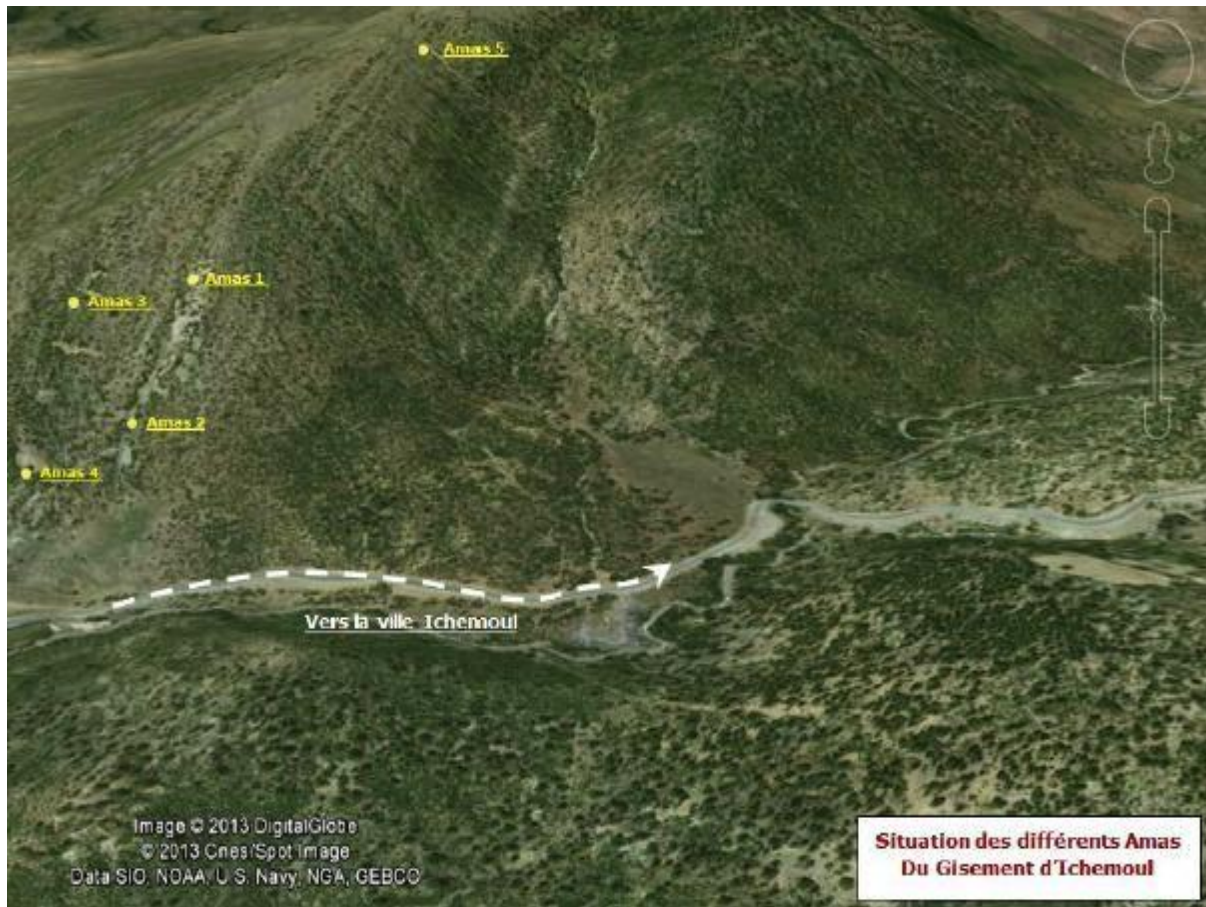
- Réalisation de 1 002.5 ml de travaux préparatoires (creusement et remise en état).
- Extraction de 15 600 tonnes du minerai de baryte à ciel ouvert.
- Transport de 8 900 tonnes du TV vers Ain Mimoun.
- Production de 3 759.5 tonnes de produit fini.
- Commercialisation de 2 768.32 tonnes de produit fini.
- Installation des différents équipements miniers : conduite d'air comprimé, citerne de stockage d'air, pose de rail..... etc.
- Réalisation de plus de 4 km de pistes reliant les différents amas du gisement.
- Réalisation des plates-formes pour la réception du tout-venant.
- Réalisation de la clôture du carreau-mine en grillage.
- Réalisation d'un forage d'eau de 250 ml.
- Réception des différents équipements de la station de traitement.
- Réception d'un groupe électrogène de 880 KVA de l'unité d'ALBATHA.
- Réception d'un compresseur de 43 bars de l'unité de BOUCAID. (ENOF

Ichmoul 2019)



### VI.3 : Description des corps minéralisés du gisement :

Le gisement du djebel Ichmoul est composé de cinq (5) amas minéralisés, quatre (4) d'entre eux sont situés dans la partie SE du gisement et un(1) dans la partie Ouest. Le corps minéralisé dans ces amas est irrégulier et forme des gites étroits allongés suivant le sens du pendage des roches. (Lariane H., Khoualed A.2018)



**Fig. VI.3:** Image satellitaire du cinq amas du gisement d'Ichemoul [K. KERROUM, A. MELLAH 2017)



**Fig.VI.4** : photo montrant le rubanement de la barytine (ENOF Ichmoul 2020)

Ces fiches suivantes donnent les caractéristiques des cinq (5) amas formant le gisement d'Ichmoul (ENOF Ichmoul, 2019).

**Fiche technique Amas N°1**

|   |   |
|---|---|
| <b>Permis d'exploitation</b>                  | <b>6673 PXM</b>   |
| <b>Caractéristiques géologiques</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur : 420 m</li> <li>• Largeur : 40m</li> <li>• Profondeur : 250m</li> <li>• Puissance moyenne : de 1à 3m (2.5m)</li> <li>• Pendage : 45°</li> </ul>    |
| <b>Travaux d'exploration</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Découvert par des travaux miniers (09 galeries N°II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX ET X de 377 m) et le sondage fond n°7 avec un volume de 72.3ml</li> </ul> |
| <b>Encaissant</b>                             | <b>Calcaires dolomitiques</b>   |
| <b>Réserves géologiques SONAREM 1966-1967</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plombo-barytiques : 79 229 tonnes à 6.94% Pb et 44.73%BaSo<sub>4</sub></li> <li>• Barytiques : 40 834 tonnes à 44.93%BaSo<sub>4</sub></li> </ul>             |
| <b>Début d'exploitation</b>                   | <b>2013</b>   |
| <b>Réserves extraites au 31/10/2019</b>       | <p><b>11166 tonnes (à ciel ouvert)</b></p> <p><b>728 tonnes (fond)</b></p>  |

### Fiche technique Amas N°2

|   |  |
|---|--|
| <b>Permis d'exploitation</b>                  | <b>6673 PXM</b>  |
| <b>Caractéristiques géologiques</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur en pendage: 200 m</li> <li>• Largeur : 20m</li> <li>• Profondeur : 80m</li> <li>• Puissance moyenne : 3m</li> <li>• Pendage : 45°</li> </ul> |
| <b>Travaux d'exploration</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Découvert par des travaux miniers (01 galerie N°III de 33.5m) et 06 sondages : n°1, 2, 14, 13,24 et 07 avec un volume de 1 205.5ml</li> </ul>         |
| <b>Encaissant</b>                             | <b>Calcaires dolomitiques</b>  |
| <b>Réserves géologiques SONAREM 1966-1967</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plombo-barytiques : 70 118 tonnes à 7.31% Pb et 46.55%BaSo<sub>4</sub></li> <li>• Barytiques : 40 834 tonnes à 44.93%BaSo<sub>4</sub></li> </ul>      |
| <b>Début d'exploitation</b>                   | <b>2016</b>  |
| <b>Réserves extraites au 31/10/2019</b>       | <p>912 tonnes (à ciel ouvert)</p> <p>2628 tonnes (fond)</p>  |

**Fiche technique Amas N°3**

|   |  |
|---|--|
| <b>Permis d'exploitation</b>                  | <b>6673 PXM</b>  |
| <b>Caractéristiques géologiques</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur en pendage:350 m</li> <li>• Largeur : 30à 125m</li> <li>• Puissance moyenne : 2 ,8m</li> <li>• Pendage : 30°à 40°</li> </ul>   |
| <b>Travaux d'exploration</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Découvert par des travaux miniers (09galerie N°II, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, de 1515m) et 08 sondages : n°4, 23, 06, 09,19et 05, 17,18 (sondages de fond) avec un volume total de 1735.3ml</li> </ul> |
| <b>Encaissant</b>                             | <b>Calcaires dolomitiques</b>  |
| <b>Réserves géologiques SONAREM 1966-1967</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plombo-barytiques : 324356 tonnes à 5.43% Pb et 33.33% BaSO<sub>4</sub></li> </ul>  |
| <b>Début d'exploitation</b>                   | <b>2014</b>  |
| <b>Réserves extraites au 31/10/2019</b>       | <b>5910 tonnes (à ciel ouvert)</b>   |

**Fiche technique Amas N°4**

|   |   |
|---|---|
| <b>Permis d'exploitation</b>                  | <b>6673 PXM</b>   |
| <b>Caractéristiques géologiques</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur en pendage:290 m</li> <li>• Largeur : 40 à 50 m</li> <li>• Puissance moyenne : de 3m</li> <li>• Pendage : 35° à 45°</li> </ul>        |
| <b>Travaux d'exploration</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Découvert par des travaux miniers (01 galeries N°II, de 130 m) et de 05 sondages n°01, 13, 24, 02,14avec un volume de 1133.4ml</li> </ul>      |
| <b>Encaissant</b>                             | <b>Calcaires dolomitiques</b>   |
| <b>Réserves géologiques SONAREM 1966-1967</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plombo-barytiques : 97008 tonnes à 3.17% Pb et 46.78%BaSO<sub>4</sub></li> <li>• Barytiques : 30953 tonnes à 33.65%BaSO<sub>4</sub></li> </ul> |
| <b>Début d'exploitation</b>                   | <b>2016</b>   |
| <b>Réserves extraites au 31/10/2019</b>       | <p><b>2640 tonnes (à ciel ouvert)</b></p> <p><b>430 tonnes fond</b></p>   |



**Fiche technique Amas N°5**

|   |  |
|---|--|
| <b>Permis d'exploitation</b>                  | <b>6673 PXM</b>  |
| <b>Caractéristiques géologiques</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Longueur : 300 m</b></li> <li>• <b>Longueur en pendage : 430m</b></li> <li>• <b>Puissance moyenne : de 4m</b></li> <li>• <b>Pendage : 30°</b></li> </ul>                                 |
| <b>Travaux d'exploration</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Découvert par des travaux miniers (02 galeries N°XIX et XX, de 85 m) et de 09 sondages n°15, 16, 03, 21, 25, 26, 20, 22 et 08 avec un volume de 1334.8ml, et 09 tranchées</b></li> </ul> |
| <b>Encaissant</b>                             | <b>Calcaires dolomitiques</b>  |
| <b>Réserves géologiques SONAREM 1966-1967</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Plombo-barytiques : 669748 tonnes à 2.82% Pb et 37.60% BaSO<sub>4</sub></b></li> <li>• <b>Barytiques : 167967 tonnes à 57.09% BaSO<sub>4</sub></b></li> </ul>                            |
| <b>Début d'exploitation</b>                   | <b>2017</b>  |
| <b>Réserves extraites au 31/10/2019</b>       | <b>14845 tonnes (à ciel ouvert)</b>  |

## VI.4 : ETAT ACTUEL DES RESERVES GEOLOGIQUES

| AMAS N0           | catégorie | Réserves géologiques SONAREM 1966-1967 |         |      | Réserves exploitables 1966-1967 |         | Réserves extraites de 2013 au 31/10/2019 |         | Réserves exploitables au 31/10/2019 |         | Réserves géologiques au 31/10/2019 |        |
|-------------------|-----------|--|---------|------|---------------------------------|---------|--|---------|-------------------------------------|---------|------------------------------------|--------|
|                   |           | Tonnage                                | % BaSo4 | % Pb | Tonnage                         | Teneur  | Tonnage                                  | Teneur  | Tonnage                             | Teneur  | Tonnage                            | Teneur |
| 1                 | B         | 72 800                                 | 44,73   | 6,88 | 69 160                          | 40,02   | 11 796                                   | 55,00   | 57 364                              | 40,02   | 60 383                             | 44,73  |
|                   | C1        | 47 230                                 | 44,14   | 7,67 | 44 869                          | 39,49   | 0,00                                     | 0,00    | 44 869                              | 39,49   | 47 230                             | 44,14  |
|                   | C2        | 0,00                                   | 0,00    | 0,00 | 0,00                            | 0,00    | 0,00                                     | 0,00    | 0,00                                | 0,00    | 0,00                               | 0,00   |
|                   | TOTAL     | 120 030                                | 44,50   | 6,94 | 114 029                         | 39,81   | 11 796                                   | 55,00   | 102 233                             | 39,79   | 107 613                            | 44,50  |
| 2                 | B         | 11 800                                 | 46,55   | 9,28 | 11 210                          | 41,65   | 1 127                                    | 57,00   | 10 083                              | 41,65   | 10 614                             | 46,55  |
|                   | C1        | 114 030                                | 50,95   | 7,84 | 108 329                         | 45,58   | 3 561                                    | 0,00    | 104 768                             | 45,58   | 110 282                            | 50,95  |
|                   | C2        | 12 500                                 | 37,51   | 3,56 | 0,00                            | 0,00    | 0,00                                     | 0,00    | 0,00                                | 0,00    | 12 500                             | 37,51  |
|                   | TOTAL     | 138 330                                | 49,36   | 7,32 | 119 539                         | 45,21   | 4 688                                    | 13,70   | 114 851                             | 45,04   | 133 395                            | 49,36  |
| 3                 | B         | 132 600                                | 48,78   | 6,00 | 125 970                         | 43,65   | 5 910                                    | 47,00   | 120 060                             | 43,65   | 126 379                            | 48,78  |
|                   | C1        | 63 700                                 | 43,48   | 5,47 | 60 515                          | 38,90   | 0,00                                     | 0,00    | 60 515                              | 38,90   | 63 700                             | 43,48  |
|                   | C2        | 128 000                                | 12,55   | 4,82 | 0,00                            | 0,00    | 0,00                                     | 0,00    | 0,00                                | 0,00    | 128 000                            | 12,55  |
|                   | TOTAL     | 324 300                                | 33,44   | 5,43 | 186 485                         | 49,43   | 5 910                                    | 47,00   | 180 575                             | 49,27   | 318 079                            | 33,44  |
| 4                 | B         | 26 900                                 | 37,76   | 3,37 | 25 555                          | 33,79   | 3 884                                    | 67,12   | 21 671                              | 33,79   | 22 812                             | 37,76  |
|                   | C1        | 86 309                                 | 52,87   | 3,07 | 81 994                          | 47,31   | 0,00                                     | 0,00    | 81 994                              | 47,31   | 86 309                             | 52,87  |
|                   | C2        | 0,00                                   | 0,00    | 0,00 | 0,00                            | #DIV/0! | 0,00                                     | 0,00    | 0,00                                | 0,00    | 0,00                               | 0,00   |
|                   | TOTAL     | 113 209                                | 49,28   | 2,97 | 107 549                         | 44,09   | 3 884                                    | 67,12   | 103 665                             | 37,32   | 109 121                            | 49,28  |
| 5                 | B         | 0,00                                   | 0,00    | 0,00 | 0,00                            | #DIV/0! | 0,00                                     | 0,00    | 0,00                                | 0,00    | 0,00                               | 0,00   |
|                   | C1        | 496 160                                | 47,46   | 2,97 | 471 352                         | 42,46   | 16 715                                   | 62,00   | 454 637                             | 39,55   | 478 565                            | 47,46  |
|                   | C2        | 341 500                                | 32,85   | 2,68 | 0,00                            | #DIV/0! | 0,00                                     | 0,00    | 0,00                                | 0,00    | 341 500                            | 32,85  |
|                   | TOTAL     | 837 660                                | 41,50   | 2,82 | 471 352                         | 39,55   | 16 715                                   | 62,00   | 454 637                             | 39,55   | 820 065                            | 41,50  |
| TOTAL<br>GISEMENT | B         | 244 100                                | 46,25   | 6,13 | 231 895                         | 41,38   | 22 717                                   | 55,09   | 209 178                             | 41,53   | 220 187                            | 46,25  |
|                   | C1        | 807 429                                | 48,02   | 3,79 | 767 058                         | 42,97   | 20 276                                   | 51,11   | 746 782                             | 41,19   | 786 086                            | 48,02  |
|                   | C2        | 482 000                                | 27,58   | 3,27 | 0,00                            | #DIV/0! | 0,00                                     | #DIV/0! | 0,00                                | #DIV/0! | 482 000                            | 27,58  |
|                   | TOTAL     | 1 533 529                              | 41,31   | 4,05 | 998 953                         | 42,60   | 42 993                                   | 53,21   | 955 960                             | 41,26   | 1 488 273                          | 41,31  |

Fig. VI.5: tableau des réserves entre les années 1966 et 2019 (ENOF Ichmoul 2019)



### VI.5 : L'EXPLOITATION :

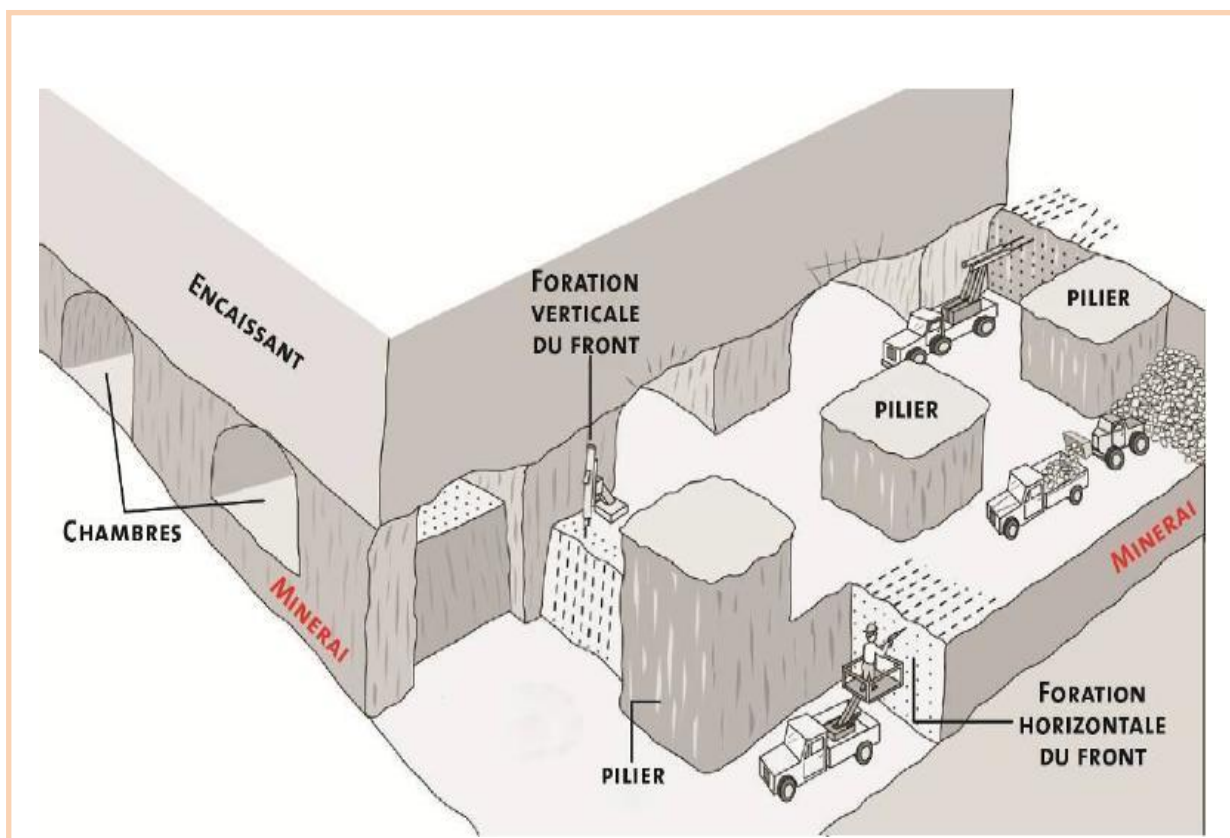
Dans cette mine les deux méthodes d'exploitation sont utilisées : Exploitation souterraine et exploitation à ciel ouvert.

#### VI.5.1 : EXPLOITATION SOUTERRAINE :

Dans le gisement d'Ichmoul, l'exploitation souterraine est la mieux adaptée, pour les amas 1, 2,3 et 4 car le Profondeurs des filons du gisement qui sont situés à une profondeur qui dépasse 200 m de la surface. La méthode d'exploitation souterraine utilisée est :

##### VI.5.1.1 : la méthode par chambre et piliers :

Cette méthode repose sur le principe de l'enlèvement du minerai en laissant des piliers en place, l'objectif de maintenir la stabilité du toit d'une temporaire. L'espace vide entre les colonnes de la salle s'appelle chambre. Cette méthode est utilisée à grande échelle car elle permet d'accéder à tout type de gisement.



**Fig. VI.6:** schéma d'une exploitation souterraine type chambre et pilier (KERROUM K. MELLAH A.2017)

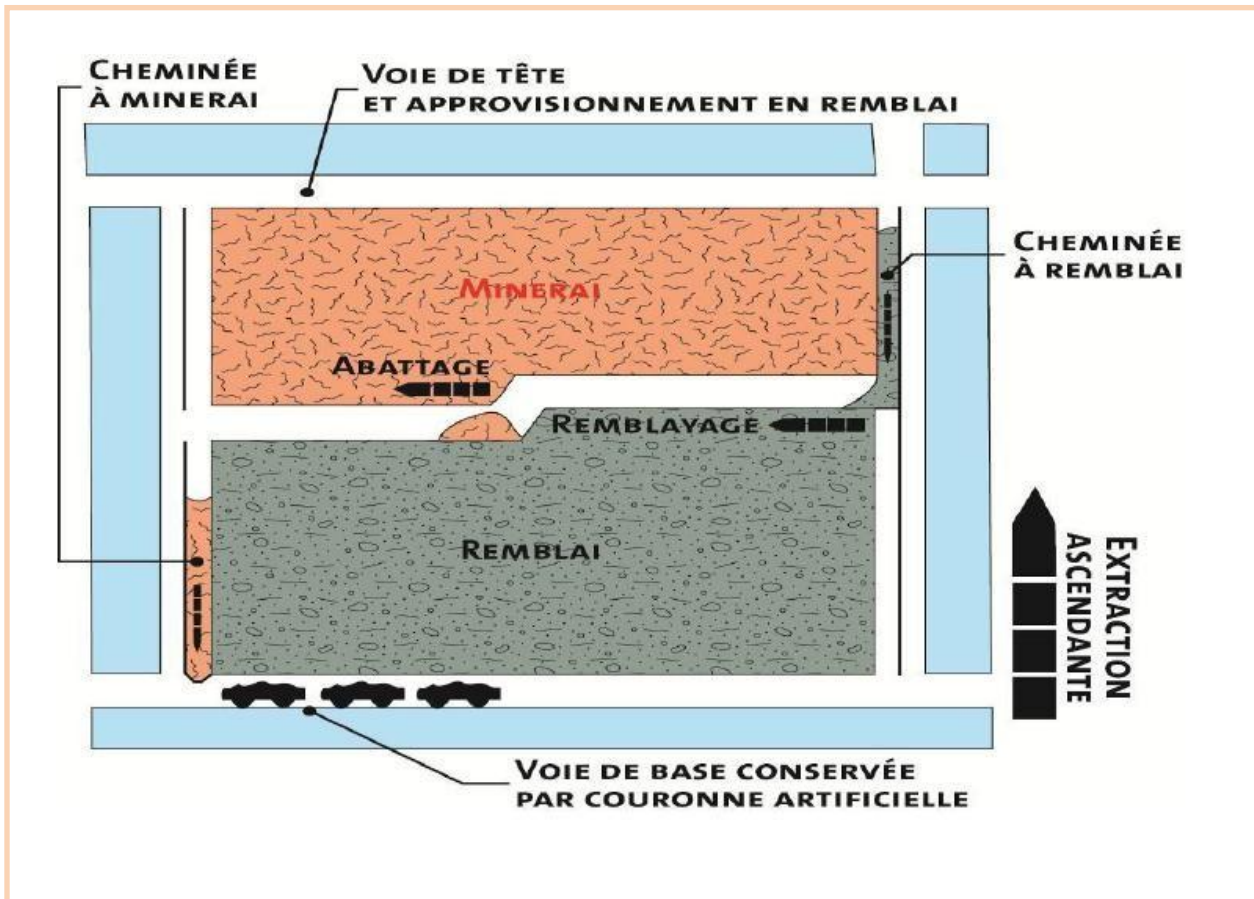
Dans ce gisement Il s'agit du creusement d'une galerie de base ou de roulage et une galerie de tête. Ces deux galeries sont reliées par des cheminées d'une longueur moyenne de 50m suivant le pendage du minerai .la distance entre les cheminées est de 30 à 40m. Au-dessus de la galerie de roulage, un stot de protection de 3m doit être laissé. Des panneaux de dimensions 50x30 à 40m sont créés. A ce stade commence l'étape d'abattage par le traçage des chambres tous les 10m en laissant des piliers de 4m x 4m dont leur récupération éventuelle interviendra à la dernière phase d'abattage (ENOF Ichmoul 2019)



**Fig.VI.7 :** Photos montrant les galeries d'acheminement du minerai (ENOF Ichmoul 2019)

### VI.5.1.2 : Méthodes de tranché montant remblayer :

La méthode d'exploitation par tranché montante remblayée a été utilisée ces dernières années uniquement, où cette méthode s'applique pour les gisements filoniens de faible puissance encaissée dans un massif rocheux stable, mais actuellement cette méthode a été abandonnée



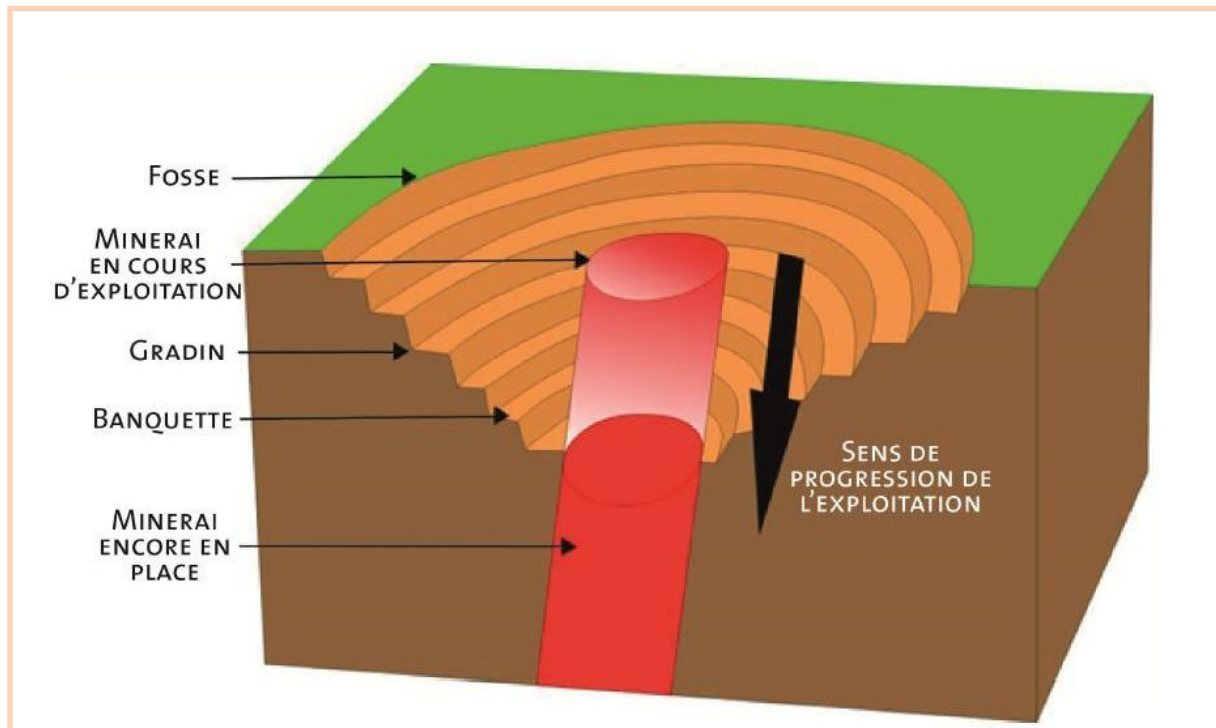
**Fig.VI.9:** Schéma illustre l'exploitation par tranché montantes remblayées (KERROUM K.

MELLAH A., 2017)

### VI.5.2 : EXPLOITATION A CIEL OUVERT :

Cette méthode est appliquée au niveau de l'amas 5. Cela est dû à son caractère unique par rapport aux autres amas, notamment, à la qualité du minerai de barytine dont peut atteindre 68% de  $BaSO_4$ , ainsi qu'elle apparait à faible profondeur. En plus, il n'y a pas de travaux miniers souterrains au niveau de cet amas. Par conséquent, l'utilisation de la méthode d'extraction à ciel ouvert est la plus appropriée. (ENOF Ichmoul, 2019)





**Fig.VI.10:** Schéma d'une exploitation à ciel ouvert (Poulard F., Daupley X., Didier C., Pokryska Z., D'Hugues P., Charles N., Dupuy J.-J., Save M. 2017)



**Fig.VI.11 :** Photos représente l'exploitation à ciel ouvert (ENOF Ichmoul, 2020)

L'adoption d'une méthode d'exploration souterraine est plus pratique car elle permet généralement d'accéder à tous les types de gisement à grande profondeur, mais elle comporte de nombreux risques, notamment la possibilité que des pierres tombent sur les ouvriers et parfois l'effondrement de toutes les mines, contrairement à l'exploitation à ciel ouvert, qui est moins dangereuse, mais les deux ont un impact négatif sur l'environnement, d'autant plus que les déformations de la nature et l'extinction de certains êtres vivants.

### **VI.6. Usage de barytine :**

La barytine ou bien sulfate de baryum est utilisée à des fins industrielles depuis le milieu de siècle dernier. Aujourd'hui, elle est utilisée principalement de l'industrie de pétrole comme additif à forte densité pour les boues de forage. Les autres utilisations se trouvent dans les applications chimiques et comme charges minérales dans certains produits : peintures, plastiques, caoutchouc, bétons, plaquettes de freins, disque d'embrayage. (KERROUM K. MELLAH A., 2017)

### **Conclusion :**

Dans le massif d'Ichemoul, la minéralisation barytique apparaît aussi bien en surface que souterraine, a nécessité l'exploitation du minerai à ciel ouvert et souterraine. La méthode d'exploitation utilisée en surface est celle par gradins, alors qu'en profondeur deux méthodes sont suivies, notamment, la méthode par chambres et piliers où la minéralisation est stratiforme et est de faible profondeur. La deuxième méthode utilisée est celle par tranchées montantes remblayées. Le minerai exploité est transporté par la suite vers l'usine de traitement d'Ain Mimoun dans la wilaya de Khenchela.

*Conclusion*

*Générale*



Djbel ICHMOUL a été connue pour ses indices minéralisés depuis la deuxième moitié du siècle dernier tandis que le gisement Djebel ICHMOUL est connu depuis les années 1900, des prospections ont été menées en 1924, alors que la première exploitation date de 1932 jusqu'au 1954 par la société ROYNA.

Ce gisement de baryte est situé dans la partie orientale des monts des Aurès, Le relief de la région du gisement est montagneux et fortement accidenté, les cotes absolues dépassent les 2000m d'altitude. Il est caractérisé par des structures plissées associées à un réseau complexe de failles.

Le gisement d'Ichmoul est encaissé dans des formations carbonatées, notamment les calcaires et les dolomies du Crétacé Inférieur, plissé en anticlinal. Ce gisement est composé de cinq amas minéralisés.

Trois types de minéralisation distinguée, Barytique, plombo-barytique et plombo-zincifère :

- Minéralisation barytique : située dans les parties périphériques supérieures des Amas minéralisés.
- Minéralisation plombo-barytique : se développe essentiellement dans la partie médiane.
- Minéralisation plombo-zincifère : remplit de petite vides de calcaire en aval du pendage.

Le minerai barytique se présente en plusieurs textures, principalement la texture rubanée, texture en lattes, textures bréchiques et la textures massives.

Dans la mine d'Ichemoul, deux méthodes d'exploitation sont suivies, la méthode d'exploitation souterraine par chambres et piliers au niveau des amas 1, 2, 3 et 4, et la méthode d'exploitation à ciel ouvert au niveau de l'amas 5. Après cela, le minerai de barytine est transporté pour le traitement à Ain Mimoun.

*Références*  
*Bibliographique*

- ABDELHAK BOUTALEB, Omar HADDOUCHE, and Imene BENHAMOUD.(2012) :** Geological context, mineralization, and timing of the Aïn Mimoun Ichmoul carbonate hosted Ba, Pb-Zn, Cu deposit, Aures district, northeastern Algeria. *African Earth Sciences* 45. p 123-136.
- ARIS. Y. (1994) :** Etude tectonique et micro tectonique des séries jurassiques à plio-quaternaires du Constantinois central (Algérie nord orientale) caractérisation des différents phases. Thèse de doctorat, université Nancy I, 215p.
- AOUDJEHANE M., BOUZENOUNE A, ROUVIER H. ET THIBIEROZ J. (1992) :** Halocinèse et dispositifs d'extrusions du Trias dans l'Atlas saharien oriental (NE algérien). *Géol. Médit.*, Marseille, XIX, 273-287.
- ARTICLE (INTERNET)** Les méthodes d'exploitation souterraine publiée le 15 juin 2010 (modifié le 28 janvier 2011).p
- BENMASOUAD, H., KALLA, M. & DRIDI, H. (2009).—** Évaluation de l'occupation des sols et désertification dans le Sud de l'Aurès (Algérie). *M@ppemonde94*, <http://mappemonde.mgm.fr/num22/articles/art09206.html>.
- BOURAOUI S. (Juin 2016) :** contribution à l'étude structurale de la localité de yabous, wilaya de kenchela, mémoire présent en vue de l'obtention du diplôme master en Géologie de l'Ingénieur. Université Larbi Ben M'hidi. Oum El Bouaghi p60.
- BOUILLIN. J.P. (1971) :** Découverte de Mésozoïque épimétamorphique au Nord-Est d'El Milia (Petite Kabylie) : la fenêtre des Beni Toufout. *Cr Som, Soc, Géol. Fr.*, fasc. 12, pp. 115-116.
- BOUILLIN.J.P et RAOULT J.F. (1971) :** Présence sur le socle du Constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs ; le Numidien peut-il être néo-autochtone ? *I bid.*, XIII, pp. 338-362, 8fig.
- 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 (4) pp. 547-558.
- BUREAU. D. (1986) :** Approche sédimentaire de la dynamique structurale : Evolution mésozoïque et devenir orogénique de la partie septentrionale du fossé saharien (Sud-Ouest constantinois et Aurès, Algérie). Thèse doctorat, université Pierre et Marie Curie, Paris, 441p
- CHADI. M. (1991) :** Etude géologique de monts d' AïnM'lila (Algérie orientale). Thèse de Doctorat, université de Nancy I, 191p.
- CHADI. M. (2004) :** Cadre géologique et structural des séries crétacées néritiques du Constantinois (Est algérien). Thèse de doctorat d'état, université de Constantine, 219 p.

**COIFFAIT. P.E. (1992)** : Un bassin post-nappes dans son cadre structural: L'exemple du bassin de Constantine (Algérie nord-orientale). Thèse de Doctorat d'état, université de Nancy I, 501p.

**DJEFFAL RAMI.(2014)** Etude lithostratigraphique et sédimentologique de la série turonoconiacienne du Djebel Ich-Ali –Aurès- et Djebel Tuggurt–Monts de Belezma-Batna-.Mémoire fin d'étude .UNIVERSITE HADJ LAKHDAR –BATNA.

**DURAND DELGA. M. (1969)** : Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berberie. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, N. S., Bull. n°39, pp 89-131, 9 fig.

**DURAND-DELGA. M et LAMBERT. A. (1955)**: Existence d'un flysch schisto-gréseux Tithonique et Néocomien aux abords des massifs anciens kabyles. C.R.Somm. Soc. Geol. Fr., P.200, Paris.

**FISCHEUR.E. (1890)** : Description géologique de la Kabyle du Djurdjura. Etude spéciale des terrains tertiaires. Thèse, Paris. Fontana et Cie, édit. Alger.

**Guiraud R. (1990)** : Evolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Bassin du Hodna et des régions voisines. Pub. Office National de la Géologie,Mémoires N°3, pp. 1-259, 10 pl.

**GUIRAUD.R, BELLION.Y, BENKHELIL.Y et MOREAU.C. J.(1987)** : Post-Hercyniantectonics Northern and Western Africa. African Geology Reviews. Geological Journal 22, 433–466.

**GUIRAUD.R. (1973)** : L'évolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. Thèse de doctorat, université de Nice, 270 p.

**HADDOUCHE, O. (2010)** Les minéralisations à Ba, Pb-Zn, Cu,Hg liées au segment NE du Djebel Azreg-Djebel Khenchela(NE de l'Algérie) : géologie, gîtologie et apport de l'étude des inclusions fluides. Thèse. Doct., USTHB, Alger. Algérie.

**HADDOUCHE. Omar, et al,** Géologie gîtologie et microthermométrie des minéralisations à BA-Pb-(Zn, Cu), liées au segment NE du Djebel AZREG-Djebel Khenchela (Monts des Aurès) : Exemple des gisements d'Ichemoul et d'Ain Mimoun. Vol.21, n°2, pp 165-182,10 Fig, 1tab

**KAZI-TANI, N. (1986)** Evolution géodynamique de la bordurenord-africaine : le domaine intraplaquenord-algérien.Approchemégaséquentielle. Thèse Doct.èsSciences,Univ. Pau et des pays de l'Adour, 2 tomes.

**KERROUM K., MELLAH A. (2017)** : Plan d'exploitation du gisement de baryte de djebel Ichemoul, wilaya de Batna, mémoire de fin d'étude Université Abderrahmane Mira de Bejaïa 84p.

**LAFFITE, R. (1939)** Etude géologique de l'aurès. Bull. Serv. Carte géol. Algérie. 2ème série, strati. Descriptions régionales n° 15, 451 p.

**LARIANE H., KHOUALED A. (2018)** : Etude de la Minéralisation à Barytine-Galène de l'amas N°5 de la mine d'Ichemoul (Wilaya de Batna), Mémoire de fin d'étude Master II Université de Constantine 1, 59P.

**Larachi N., Bali A., OuldHamou M., Bensaadi S. (2019)** : Recovery of lead and barite from the abandoned Ichemoul mine wastes. In Algeria.

**LOMBARD. A. (1953)** : Les rythmes sédimentaires et la sédimentation générale. Rev. Inst. Franc. Pétrole, n° spéc pp 9-45.

**MARMI, R. & Guiraud, R. (2006)** End Cretaceous to recent polyphased compressive tectonics along the "Môle Constantinois" and foreland (NE Algeria). Journal of

**NEUMANN. M et VILA .J.M. (1967)** : Analyse stratigraphique et structurale du flysch de Penthièvre (Nord du Constantinois Algérie). Bull. Soc. Géol. Fr., (7), IX, P.401-409. Paris.

**OBERT D. (1974)**, Phases tectoniques mésozoïques d'âge antécénomannien dans les Babors (Tell nord-sétifien, Algérie). Bull. Soc. Géol. France, (7), XVI, Paris.

**POULARD F., DAUPLEY X., DIDIER C., POKRYSKA Z., D'HUGUES P., CHARLES N., DUPUY J.-J., SAVE M. (2017)** Collection (la mine en France) exploitation minière & traitement des minerais (article p71).

**SAMI, L., KOLLI, O. BOUTALEB, A., (2011)** Caractérisation des fluides minéralisateurs de l'indice à Ba-F-Pb-Zn de M'khiriga (Monts du Mellègue, NE algérien). Bull. Serv.

**SAVORNIN. J. (1920)** : Etude géologique de la région du Hodna et du plateau sétifien. Doctorat ès Sciences. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 2e série, n° 7, 502 p., 94 fig., 1 carte 1/800 000.

**VILA. J. M. (1980)** : La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse de doctorat, université de Paris VI, 3 vol, 663 p., 199 fig., 40 pl., 7 pl. h.t.

**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.

## Références bibliographique

---

**YASSINE BEGHAMI, Errol VÉLA, Gérard DE BÉLAIR & Michel THINON.(2015).**

**ENOF UNITE ICHMOUL(2017).**

**ENOF UNITE ICHMOUL(2019) : plan d'exploitation 2020, 79 p.**



## Résumé

Notre étude s'est concentré sur les minéralisations du Djbel Ichmoul, dans la wilaya de Batna, le gisement est situé dans la partie orientale des monts des Aurès et est caractérisé par un pli anticlinal de direction NE-SW. Le massif d'Ichemoul est formé par des terrains essentiellement détritiques du Crétacé inférieur.

La géologie de cette région est caractérisée par la répartition de plusieurs terrains qui appartiennent aux différents ensembles structuraux des Aurès.

Le gisement formé par 5 amas ces amas contient 3 types de minéralisations, minéralisation barytique, plombo-barytique, et plombo-zincifère. La minéralisation est encaissé dans les roches carbonatés albo-aptiens. Elle se présente sous plusieurs textures. Notamment, la texture rubanée, la texture en lattes, texture bréchique et la texture massive).

Dans Le gisement d'Ichemoul, deux méthodes sont utilisées pour l'exploitation de barytine, la méthode d'exploitation souterraine (par chambre et piliers) et la méthode d'exploitation à ciel ouvert.

**Mots clés :** Djbel ICHMOUL, barytine, minéralisation, plis, amas, roches carbonatées, exploitation.

---

## Abstract

Our study focused on the mineralizations of Djbel Ichmoul, in the wilaya of batna, the deposit is located in the eastern part of the Aures mountains characterized by an anticline fold in the NE-SW direction which core is formed by rocks detrital of the barremian.

The geology of this region is characterized by the distribution of several terrains that belong to the different structural groups of the Aurès.

The deposit formed by 5 clusters these clusters contains 3 types of mineralization (Barite mineralization, lead-barite, lead-zinc). hosted in the carbonate rocks of the Lower Cretaceous characterized by textures (banded, lath texture, breccia and massive textures).

In The Ichmoul deposit, two methods are used for barite mining, the underground mining method (by chamber and pillar) and the open pit mining method.

**Key words :** Djbel ICHMOUL, barite, mineralization, folds, clusters, carbonate rocks, mining.

---

## ملخص

تمحورت دراستنا حول تمعدنات جبل اشمول ، التابع اداريا لولاية باتنة ، والذي يقع في الجهة الشرقية لجبال الأوراس وتتميز بطية منحنية في اتجاه شمال شرق- جنوب غرب يتكون قلبها من صخور فتاتية تعود لحقبة الطباشيري السفلي.

تتميز جيولوجيا هذه المنطقة بتوزيع العديد من التضاريس التي تنتمي إلى المجموعات الهيكلية المختلفة للأوراس . في منجم ايشمول يتم استخدام طريقتين لاستغلال البارييت ، طريقة الاستغلال تحت الأرض (بواسطة الغرف و الاعمدة) وطريقة الاستغلال المكشوف او السطحي.

**الكلمات المفتاحية:** جبل ايشمول, بارتين, طية , تمعدنات, كتلة, صخور كربوناتية, استخراج.