

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

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



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم: علوم الارض و الكون

## Mémoire de Master

Filière : Géologie

Option : Ressources Minérales, Géomatériaux et Environnement

### Thème

**Pétrographie et minéralogie de l'encaissant carbonaté  
aptien et des minéralisations à Zn-Pb de la mine de  
Merouana (wilaya de Batna, Algérie nord-orientale).**

#### Membres de Jury

Président : Azzedine BOUZENOUNE  
Examinatrice : Sounia BELMEDREK  
Encadreur : Belkacem OUAAR

#### Présenté par :

BENSABRA HOUSSAM  
GAZALI MOHAMED

Année Universitaire 2018-2019

Numéro d'ordre (bibliothèque) : .....

## Remerciements :

Nous tenons avant tout à remercier, ALLAH, le tout puissant, le tout miséricordieux, qui, grâce à sa protection et sa bienveillance, nous a permis d'acquérir le savoir et d'arriver à ce niveau. Toute mon infinie gratitude va à mon promoteur Monsieur OUAAR BELKACEM, pour son encadrement et ses conseils précieux. Un grand merci à Messieurs le Professeur Bouzenoune Azzedine et à Mme Belmedrek Sonia et M. Lekouï Abdelmalek, pour le savoir qu'ils nous ont transmis avec modestie et sans hésitation. Nous aimerons remercier le chef de département des Sciences de la Terre et de l'Univers de l'université de Jijel Monsieur Tekrouk Mustapha pour nous avoir livré toutes les autorisations nécessaires à nos déplacements dans le cadre de notre projet. Nous tenons à exprimer notre sincère salutation à nos amis que nous avons toujours eus à nos côtés et à tous les collègues pour leur soutien moral. Enfin nous remercions nos parents et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude et respects.

## Dédicace :

Je dédie ce travail à mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mon cher frère AMIR et mes chères sœurs pour leur encouragement permanent et leur soutien moral.

A toute ma famille : mon grand-père, ma grand-mère et toute la famille HAROUD.

A toutes les personnes qui m'ont enseigné et qui m'ont orienté durant mon parcours en particulier Mr. OUAAR qui m'a encadré durant la réalisation de ce travail.

A mon partenaire dans ce travail.

A mes chers amis :

A tous les enseignants et les étudiants du groupe RMG.

## SOMMAIRE

Résumé

Abstract

ملخص

Listes des figures

Introduction générale ..... 1

### CHAPITRE I : CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIE REGIONALE

I.1-Cadre géographique ..... 2

I.2- Cadre Géologique régionale ..... 4

I.2.1-Les Monts du Hodna ..... 4

I.2.2- Stratigraphie ..... 7

I.2.3- Evolution paléogéographique ..... 13

I.2.4-Cadres structural et tectonique ..... 14

### CHAPITRE II : GEOLOGIE LOCALE

II.1- Introduction ..... 19

II.2- Géologie du secteur d'étude ..... 21

II.2.1-Stratigraphie du secteur de Boukhendouch et Tizourit ..... 23

a- Barrémien ..... 23

b- Aptien moyen ..... 23

c- Aptien supérieur ..... 23

II.3- Tectonique ..... 24

II.4- Conclusion ..... 25

### CHAPITRE III : PETROGRAPHIE DES ROCHES ENCAISSANTE

III.1- Introduction ..... 26

III.2- Méthodologie d'étude ..... 26

III.3- Observation macroscopique de l'encaissant ..... 31

III.3.1- Calcaire ..... 31

III.3.2- Dolomies.....	31
III.3.3- Grés.....	31
III.3.4- Marnes .....	31
III.4- Observation microscopique de l’encaissant.....	33
III.4.1- Microfaciès calcaires .....	33
III.4.2- Microfaciés calcaires gréseux.....	35
III.4.3- Microfaciés calcaires dolomitiques .....	37
III.4.4- Microfaciés dolomitiques .....	38
III.4.5- Microfaciés gréseux.....	40
III.5- Interprétation des Microfaciés .....	41
III.6- Conclusion .....	42

## **CHAPITRE IV : PETROGRAPHIE ET MINERALOGIE DES MINERALISATIONS**

IV.1- Introduction.....	43
IV.2- Historique sur les gisements du Hodna .....	43
IV.3- Historique des travaux antérieurs de la mine de Merouana.....	44
IV.4- Descriptions macroscopiques de la minéralisation.....	47
IV.4.1- Sulfures .....	47
IV.4.2- Minéralisations ferrifères .....	48
IV.4.3- Minéraux de gangue .....	48
IV.5- Descriptionsmicroscopique de la minéralisation .....	50
IV.5.1- Les minéraux métalliques .....	50
IV.5.2- Les minéraux d’altération .....	52
IV.5.3- Les minéraux de gangue .....	52
IV.6- Chronologie relative .....	55
Conclusion générale .....	57
Bibliographie .....	59

## RESUME

Le gisement de Merouana est localisé sur le versant Nord des Monts de Belezma dans la zone de jonction de la terminaison orientale des monts du Hodna, il représente le flanc Nord d'une structure anticlinale à cœur Jurassique de direction NE-SW.

Les principales séries stratigraphiques du secteur d'étude sont attribuées au Crétacé inférieur, comprenant essentiellement le Barrémien et l'Aptien en série monoclinale :

- La série barrémienne est représentée par des argiles bariolées, des grès abondants silicifiés et des calcaires à orbitolines.
- L'Aptien est représenté par une alternance des marnes, des calcaires à Orbitolines, des calcaires dolomités et des dolomies grises sombres bitumineuses à grains moyens.

Ces formations ont subi des contraintes tectoniques qui correspondent à des plissements atlasiques de direction NE-SW et une tectonique marquée par des fractures de direction NW-SE qui sont dues à l'influence d'une phase de compression.

L'étude pétrographique des échantillons carbonatés, à partir d'une description microscopique, nous a permis de déterminer les différents faciès constitutifs de l'encaissant des minéralisations. L'ensemble des observations microscopiques indiquent un milieu de dépôt de plateforme interne entre l'infratidal et intertidal.

Les minéralisations de Merouana se trouvent dans la barre dolomitique de l'Aptien supérieur, sous forme de remplissage de fissures de directions diverses, à remplissage généralement de sphalérite et galène associées à de la dolomite blanche.

La microthermométrie des inclusions fluides contenues dans la sphalérite et la dolomite a permis d'approcher les conditions de mise en place de l'ensemble de ces minéralisations.

Ces minéralisations se seraient mises en place dans des conditions épithermales à des températures comprises entre 90°C - 290°C et des salinités comprises entre 14 et 21 % équ. NaCl (Bara et al, 2016). Les modalités de mise en place de ces minéralisations se rangent dans le type de gisements associés aux fluides de bassin.

**Mot clés :** Merouana, Belezma, carbonates, Aptien, minéralisation zincifère, inclusions fluides.

## ABSTRACT

The Merouana deposit is located on the northern slope of the Belezma Mountains in the junction area of the eastern end of the Hodna Mountains, and represents the northern flank of a NE-SW Jurassic anticlinal structure.

The main stratigraphic series of the study area are attributed to the Early Cretaceous, mainly comprising Barremian and Aptian in monoclinical series:

- The Barremian series is represented by variegated clays, abundant silicified sandstones and orbitolines limestones.
- The Aptian is represented by an alternation of marls, Orbitolines limestones, dolomitized limestones and medium-grained dark gray bituminous dolomites.

These formations have undergone tectonic stresses that correspond to atlasitic folds of NE-SW direction and a tectonics marked by NW-SE fractures that are due to the influence of a compression phase.

The petrographic study of carbonate samples, from a microscopic description, allowed us to determine the different facies constituting the host of mineralization. The set of microscopic observations indicate an internal platform deposition medium between the infratidal and intertidal.

Merouana mineralization occurs in the upper Aptian dolomitic bar, filling fissures of various directions, usually filled with sphalerite and galena associated with white dolomite.

The microthermometry of the fluid inclusions contained in sphalerite and dolomite made it possible to approach the conditions for setting up all these mineralizations.

These mineralizations would have been emplaced under epithermal conditions at temperatures between 90 ° C and 290 ° C. The earliest sphalerite of the first generation would have been put in place under moderate thermal conditions (90 ° C - 130 ° C) while the later dolomite, second generation is set up under the hottest conditions (90 ° C). C - 290 ° C). The methods of setting up these mineralizations fall into the type of deposits associated with pond fluids.

Key words: Merouana, Belezma, carbonates, Aptian, zinc mineralization, fluid inclusions.

## ملخص

تقع رواسب مروانة على المنحدر الشمالي لجبال بلزما في منطقة التقاطع في الطرف الشرقي لجبال هدنة ، وتمثل الجهة الشمالية من هيكل جيوراسييك.

تُنسب السلسلة الطبقيّة الرئيسيّة لمنطقة الدراسة إلى العصر الطباشيري المبكر ، والتي تتكون أساساً من بارميان و أبتيان في سلسلة أحادية:

• يتم تمثيل سلسلة بريميان من الطين المتنوع والأحجار الرملية السيليكية الوفيرة والحجر الجيري المداري.

• يتم تمثيل ابيسيان عن طريق تناوب المرل ، أحجار أوربتولين ، حجر جيري دولوميت ، دولوميت رمادي داكن

متوسط الحبيبات.

تعرضت هذه التكوينات إلى الضغوط التكتونية التي تتوافق مع الطيات الأطلسية وتكتونية تميزت بكسور الاتجاه

والتي ترجع إلى تأثير مرحلة الانضغاط.

سمحت لنا الدراسة الصخرية لعينات الكربونات ، المأخوذة من وصف مجهري ، بتحديد الوجوه المختلفة التي تشكل

مضيف التمعن. جميع الملاحظات المجهرية تشير إلى وجود ترسب داخل المنصة المتوسطة بين الأمهات والمد والجزر.

تحدث تمعدنة مروانة في شريط الدولوميت العلوي في أبتيان ، حيث تملأ شقوق من اتجاهات مختلفة ، وعادة ما تكون

مملوءة بالسلفاريت والغالينا المرتبطة بالدولوميت الأبيض.

تحدث تمعدنة مروانة في شريط الدولوميت العلوي في أبتيان ، حيث تملأ شقوق من اتجاهات مختلفة ، وعادة ما تكون

مملوءة بالسلفاريت والغالينا المرتبطة بالدولوميت الأبيض.

أُتاحَت القياس الدقيق للسوائل المحتوية على سفاريت و دولوميت الاقتراب من ظروف إعداد كل هذه المعادن.

كان من الممكن أن توضع هذه المعادن في ظروف ظاهرية في درجات حرارة تتراوح بين 90 درجة مئوية و 290

درجة مئوية.

سيكون أول سبالربيت من الجيل الأول قد تم وضعه في مكان تحت ظروف حرارية معتدلة (90 درجة مئوية - 130

درجة مئوية) في حين أن الجيلوميت الأخير ، الجيل الثاني تم إنشاؤه تحت أشد الظروف حرارة (90 درجة مئوية). - C

290 درجة مئوية). تندرج طرق إعداد هذه المعادن في نوع الرواسب المرتبطة بسوائل البركة.

الكلمات المفتاحية: مروانا ، بليزما ، كربونات ، أبتيان ، تمعدن الزنك ، شوائب سائلة.



## Introduction générale

Le gisement de Merouana qui constitue notre secteur d'étude est situé au NW de la ville de Batna, il s'agit d'une minéralisation Zn-Pb encaissée dans des roches carbonatées datées de l'Aptien. Les premiers travaux de recherche dans cette région remontent à 1907 et se terminent par ceux réalisés par L'ORGM en 2000-2001.

Notre travail, a pour but de mieux connaître l'encaissant carbonaté et sa relation avec la minéralisation. Il sert également expliquer l'origine de cette minéralisation et proposé un modèle génétique approprié.

Pour ce faire, nous avons structuré cette étude de la façon suivante :

**Chapitre I :** nous renseigne sur le cadre géographique de la mine de Merouana, et nous donne une idée sur la géologie régionale des monts du Hodna à partir de la stratigraphie, de l'évolution paléogéographique et du cadre structural et tectonique.

**Chapitre II :** décrit la géologie locale de la région de Merouana.

**Chapitre III :** a pour but de réaliser une étude sédimentologique de l'encaissant afin de pouvoir déterminer le milieu de dépôt de ces minéralisations.

**Chapitre IV :** donne un aperçu historique des travaux miniers de la région du Hodna et de façon plus spécifique de la mine de Merouana ; il se poursuit par une étude macroscopique et microscopique de la minéralisation qui aboutit sur une paragenèse minérale.

Pour contraindre les conditions de mise en place de ces minéralisations sulfurées, nous avons repris les données effectuées par M. Bara, O. Haddouche et A. Boutaleb (2016). Ces auteurs ont mené une étude microthermométrie des inclusions fluides sur les paléo-fluides, emprisonnés dans les minéraux transparents de la sphalérite et la dolomite du gîte de Merouana.

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

### **I.1- Cadre géographique :**

La mine à Zn-Pb de Merouana se trouve près du village "Ali Annmer", situé à 5 Km au Sud de la ville de Merouana et à 45 km au NW de Batna (Fig.I-01).

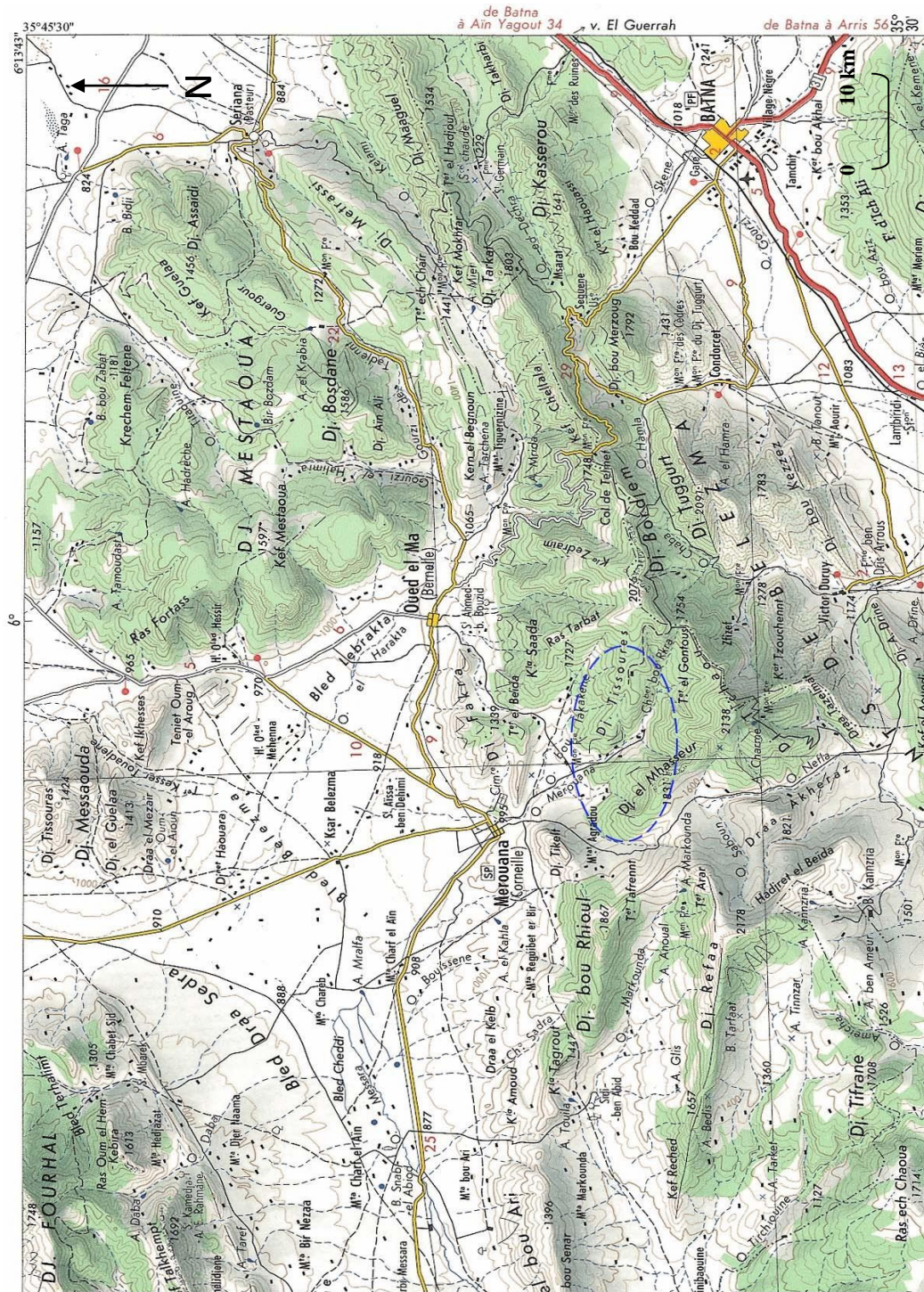
Le gisement est localisé sur le versant nord des monts de Belezma dans la zone de jonction de la terminaison orientale des monts du Hodna avec la partie SW des monts de Belezma. Ses coordonnées Lambert sur la carte topographique de Merouana (1/50000) sont :

➤ 35° 37' 37" N

➤ 5° 54' 29" E

Dans cette région :

- Le climat : est 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'Alep, cèdres et les broussailles.
- La population : est occupée 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.



**Fig. I-01** : Carte de localisation de la zone d'étude (Extrait de la carte topographique et toponymique de la région de Merouana 1/250000.)

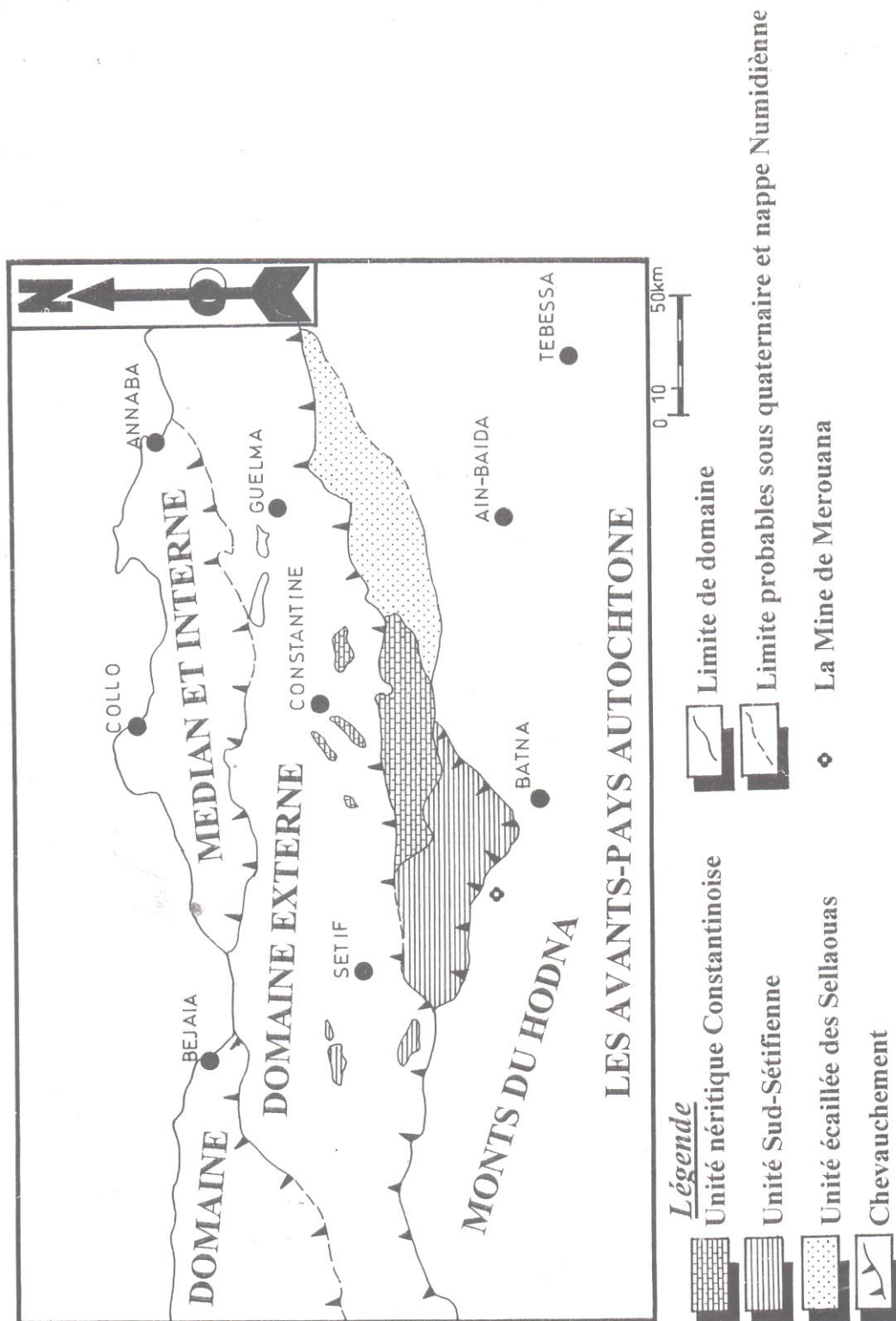
## **I.2- Cadre géologique régional :**

La région de Merouana appartient au domaine structural hodnéen ; celui-ci se localise dans la partie Sud-Ouest de l'unité Sud-Sétifienne et forme à son tour une jonction entre au Nord l'Atlas Tellien et au Sud l'Atlas Saharien (Fig.I-02).

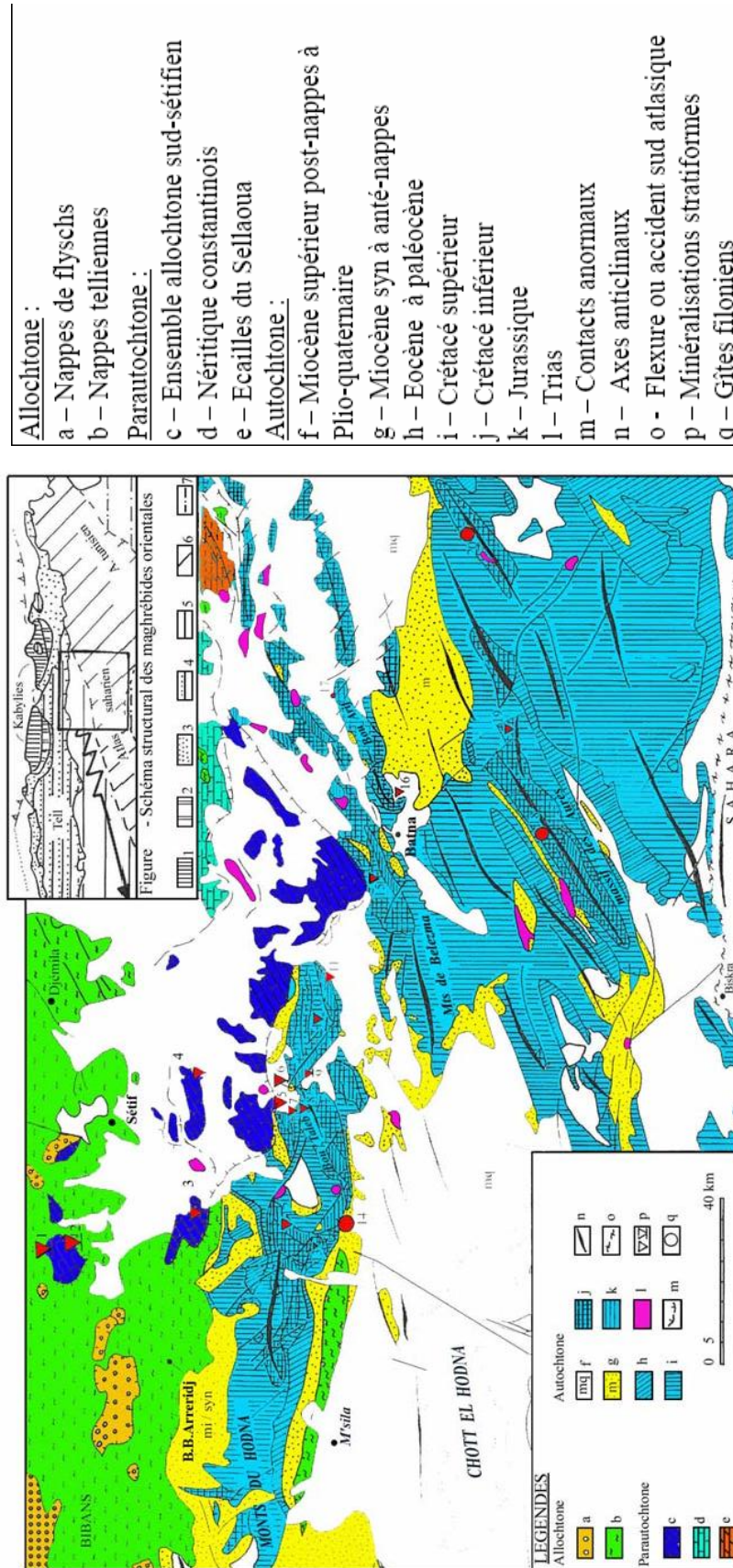
### **I.2.1- Les Monts de Hodna :**

La géologie du bassin du chott El Hodna est assez complexe du fait de sa position au contact de l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien. Selon Le Houérou et Claudin (1972), la géologie d'El Hodna se caractérise par : (Fig.I-03).

- Les formations du Quaternaire représentées par d'anciennes alluvions et des sédiments fins.
- Les formations du Tertiaire comprenant l'Eocène, l'Oligocène continental et le Miocène :
- Le premier est caractérisé par des grès rouges, des argiles variées, des calcaires et des conglomérats, des grès fins friables, des marnes rougeâtres. Le dernier est constitué d'une alternance de marnes gypseuses avec des grès et des calcaires.
- Le Secondaire qui comporte le Trias, le Jurassique et le Crétacé :
  - Le Trias présente une lithologie composée de marnes gypseuses et de sels.
  - Le Jurassique est formé par le calcaire, cependant le Crétacé est dominé par les marnes et des grès avec intercalation de calcaire.



**Fig.I-02** :Esquisse structurale du Nord-Est Algérien(d'après W Wildi 1983)



**Fig.I- 03 :** Carte structurale des domaines sétifien-Hodna-Belezma-Aurès ;(Boutaleb, 1999, sur un fond structural de Wildi, 1983)

## **2- Stratigraphie :**

D'après les travaux de Bar 1957, Vila 1977, Danilov 1986 et Guiraud 1990, rapportés par Ferkous (2007) dans son mémoire de magister. La stratigraphie régionale est représentée par les formations méso-cénozoïque (Fig.I- 03).

Les dépôts les plus anciens datent de Trias alors que les plus récents d'âge néogène souvent discordantes comblent les fonds des dépressions Synclinaux (Fig.I- 04).

### ➤ **Trias :**

Les formations triasiques ne se rencontrent que sous forme intrusives formant des diapirs assez importants concernant de larges territoires ou soulignant les grandes failles régionales.

El est représenté par des marnes rouges violacées et des argiles gypsifères parfois salifères formant des noyaux diapiriques.

Les contacts de Trias avec les autres formations sont caractérisés par des brèches à blocs exotiques hétérométriques admettant des corps de diabases et porphyres diabasiques.

### ➤ **Jurassique :**

Les formations d'âge Jurassique sont très peu développées dans la région considérée. Souvent elles constituent le cœur des anticlinaux de Belezma, Mestaoua, Tarbennt ....

### • **Lias :**

Il est représenté par des dolomies grises à noires, béchiques massives, parfois litées. Il affleure dans la partie NW de la carte d'Ain El Ksar à Djebel Sarif, à Djebel Toumbait et Djebel Tarbennt.

### • **Dogger :**

Il est représenté par des calcaires micritiques en plaquettes et dolomies à la base avec une puissance de 160 m. Au sommet il est représenté par une barre de calcaires noduleux à silex avec une puissance de 100 m.

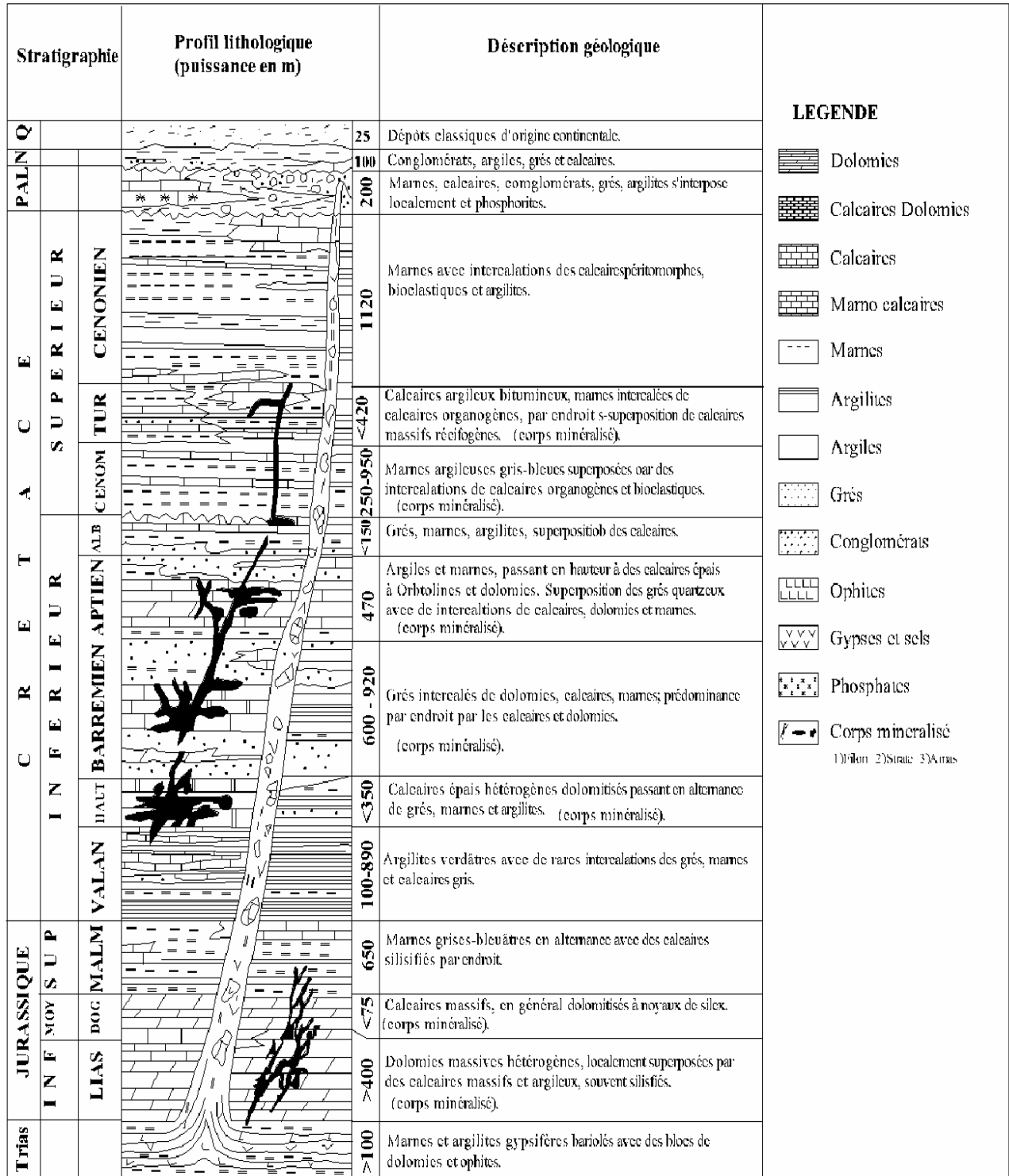


Fig.I- 04 : Colonne lithostratigraphique de la région BATNA-AURES (ORGM 2003, Vila, 1970 ; Kozlov, 1971 ; Azov, 1984)



- **Malm :**

Ils affleurent dans l'anticlinale du Ravin-Bleu et Djebel Sarif. Il est représenté par des calcaires, marnes et argiles rouges d'épaisseur allant de 150 à 500 m (Guiraud, 1990; Savornin, 1920 et Lasnier, 1965).

- **Crétacé :**

Les séries du Crétacé sont largement développées dans les limites de la région d'étude. Les roches du Crétacé montrent un coup complet et continu qui comprend toutes les subdivisions de la période Crétacé.

Un caractère très important des formations du Crétacé consiste comme le fait remarquer Laffitte (1939) dans la prédominance des faciès gréseux au sein du Crétacé inférieur dont l'épaisseur peut atteindre 2000 m et des faciès calcaire-marneux dans le Crétacé supérieur (épaisseur 3000 m).

- **Crétacé inférieur :**

Le Crétacé inférieur occupe de vastes superficies dans les Monts de Batna. Il constitue la couverture normale des noyaux Jurassiques. Les principales coupes ont fait l'objet de diverses publications (Bertraneu, 1955; Bureau, 1971; Glaçon, 1952 et 1967 ; Guiraud, 1967 et 1990).

- **Berriasien –Valanginien :**

Les formations valanginiennes surmontent en concordance les horizons carbonatés du Berriasien. Il est représenté par des marnes grises-verdâtres et des grés quartzeux (Guiraud 1990). Un large développement des calcaires est caractéristique pour la partie septentrionale de la région.(tout se travaille et prit de mémoire (FERKOUS Haroune2007)).

- **Hautérvien :**

Cet étage est marqué par la prédominance dolomitique sur les calcaires (dolomie diagénétiques) (Glaçon, 1967), formant des bancs souvent très massifs à intercalations des grés quartzeux, des argilites et des marnes (Guiraud, 1990).Les argilites sont grisverdâtres feuillées, à stratification fine et horizontal. L'épaisseur Valangirien-Hautévien varie de 400 à 750m.

- **Barrémien :**

Le Barrémien a été subdivisé en trois assises lithologiques : inférieure, moyenne considérablement carbonatée et supérieure carbonato-terrigène.

L'assise inférieure est représentée par des grés quartzeux avec des intercalations de calcaires, dolomies, marnes et argilites. Les grés quartzeux prédominent dans la plupart des cas. L'épaisseur varie de 300 à 385 m.

L'assise moyenne se caractérise par une composition carbonatée avec des intercalations de marnes, argile marneuses et des grés quartzeux. L'épaisseur atteint 1600 m.

L'assise supérieure est presque identique à l'assise inférieure avec une quantité plus importante en intercalations de calcaires, dolomies et marnes. L'épaisseur varie de 100-120 à 225 m.

- **Aptien :**

Les dépôts aptiens sont visibles dans les flancs anticlinaux et les voûtes des soulèvements anticlinaux de Bouarif et Chémora sur les feuilles 174 et 175, Djebel Kasserou, Djebel El- Madher et Djebel Sarif (NW de Batna).

L'Aptien se distingue par trois grandes subdivisions lithologiques. A la base de l'assise, le passage du Barrémien à l'Aptien est constitué de marnes gris verdâtre. Plus haut la série à Orbitolines formée d'alternance de grés, calcaires ou dolomies et sommet est constituée de dolomies, calcaires à Orbitolines gris à noirs avec des rares interlits de marnes (Bureau, 1971). L'épaisseur de l'Aptien varie de 300 à 450 m.

- **Albien :**

Les dépôts Albien sont représentés à la base par des marnes et argiles qui renferment des intercalations de grés grossiers. Les calcaires d'origine récifale sont largement développés au sommet de l'Albien (Bureau, 1971) dans lequel s'accumulent la plupart des fossiles (Laffitte, 1939). L'épaisseur de l'Albien varie de 400 à 500 m.

➤ **Crétacé supérieur :**

• **Cénomaniens :**

Les dépôts du Cénomaniens sont représentés principalement par des marnes gris-bleuâtres et au sommet des bancs de calcaires, marqué par la présence du fossile *Aspidiscus* (Bureau, 1971). La partie inférieure est presque exclusivement marneuse à interlits de calcaires, elle affleure autour de Djebel Bou Arif (Vila, 1977). L'épaisseur des dépôts cénomaniens varie de 70 à 650 m.

• **Turonien :**

Les dépôts du Turonien sont représentés par l'alternance plus au moins régulière de marnes et de calcaires, sur terrain les formations du Turonien sont reconnais par la présence

Des Hippurites (Rudistes) (Bureau, 1971). L'épaisseur du Turonien est variable selon la région et varie de 100 à 400m.

• **Coniacien-Santonien :**

Ces deux étages sont indifférenciés. Ils sont représentés à la base par des marnes contenant des intercalations de calcaires, calcaires marneux et microconglomérats, ensuite des dolomies spongieuses et saccharoïdes entrecoupées par des calcaires et enfin au sommet une intercalation fine de calcaires noduleux et organogènes. L'épaisseur de toute l'assise est de 200 à 220 m.

• **Campanien :**

Les dépôts du Campanien sont représentés par alternance des marnes vertes grisâtres avec des intercalations de calcaires organogènes. Le Campanien s'individualise par la présence de plusieurs bancs de gypse et la présence d'Inocérames dominant dans ces couches (Bureau, 1971). L'assise du Campanien atteint 550 à 700 m.

• **Maastrichtien :**

Les dépôts du Maastrichtien sont représentés à la base par des calcaires gris compacts, finement cristallisés, organogènes, parfois avec de la glauconie et de rares intercalations de marnes. La partie médiane du Maastrichtien est représentée par des marnes avec des intercalations fines de calcaires organogènes. La partie supérieure est identique à la première. L'épaisseur de l'assise est de 280 à 300 m.

➤ **Paléogène :**

Les dépôts du Paléogène sont développés surtout dans les zones synclinales. Ils se composent de calcaires, marnes et contiennent parfois du gypse et des phosphates. Vers le sommet, il y'a apparition de sables, conglomérats et brèches. La puissance du Paléogène varie de 450 à 500 m.

➤ **Néogène :**

Dans les limites de la partie centrale des Aurès, les dépôts Néogènes sont représentés surtout par des conglomérats du Miocène, qui sont remplacés vers le Sud par des formations marines normales (calcaires, marnes et gypse).

Dans les zones synclinales, les conglomérats et les poudingues du Miocène sont concordants avec les formations sous et sus-jacents. Dans les zones anticlinales, les dépôts recouvrent avec une forte discordance les roches les plus anciennes. L'épaisseur totale des formations est de 250 à 300 m.

➤ **Quaternaire :**

Les dépôts Quaternaires sont développés essentiellement dans les parties bordières des massifs montagneux (éboulement et terrasses), et dans les vallées (couvertures, alluvions). Ils sont représentés par des argiles sableuses, des accumulations de débris et de galets de différentes roches. Aux sources sont liés les tufs calcaires ou travertins.

### **I.2.3- Evolution paléogéographie :**

Selon les travaux de Guiraud 1973, Laffitte 1972, Laffitte 1939 et autres rapportés par Touansa (2015) dans sa thèse concernant la région de Belezma –Batna.

Il a été relaté dans sa partie paléogéographique que plusieurs épisodes de changement important dans la bathymétrie ont marqué la région depuis le Lias en général et se sont poursuivis durant le Crétacé sup-Paléogène.

De même le cadre tectonique de la région rapporté par le même auteur souligne que les structures rencontrées dans la région ne diffèrent guère de celle des monts du Hodna et ne sont que le prolongement oriental.

### **I.2.4- Cadre structurale est tectonique :**

#### **I.2.4.1- Les Monts de Batna-Bellezma :**

Ans la chaîne de montagnes correspond à un alignement NE-SW de reliefs s'étendant de Batna à l'Est jusqu'au village de Sefiane à l'Ouest.

Ce massif se présente sous forme d'un anticlinal asymétrique dont le flanc Sud est redressé sub-verticalement à Dj Tuggurt, tandis que les pendages du flanc Nord sont moins forts. Ils sont structurés en plis anticlinaux à grands rayons de courbure, avec une orientation générale des axes NE-SW, les terrains formant ces massifs sont essentiellement Jurassico-Crétacés. Géographiquement les monts de Batna-Bellezma sont situés au Nord des Aurès, limité au Nord-Ouest par les monts de Hodna et au Sud Est par la dépression de Batna-Ain Touta.

#### **I.2.4.2- La tectonique Batna - Bellezma :**

Dans les massifs de Batna-Aurès, la couverture méso-cénozoïque est fortement fracturée. Ces accidents se répartissent généralement selon deux directions principales ((NW-SE), (NE-SW)) et E-W (fig05) :

- E-W (N70 à N90°).
- NE-SW (N45-80°).

Les accidents NW-SE à composante normale ou dextre sont très répandus dans la région. Ils présentent des dimensions d'échelle décimétrique à kilométrique généralement à faible rejet vertical (métrique à décimétrique) pour les failles normales.

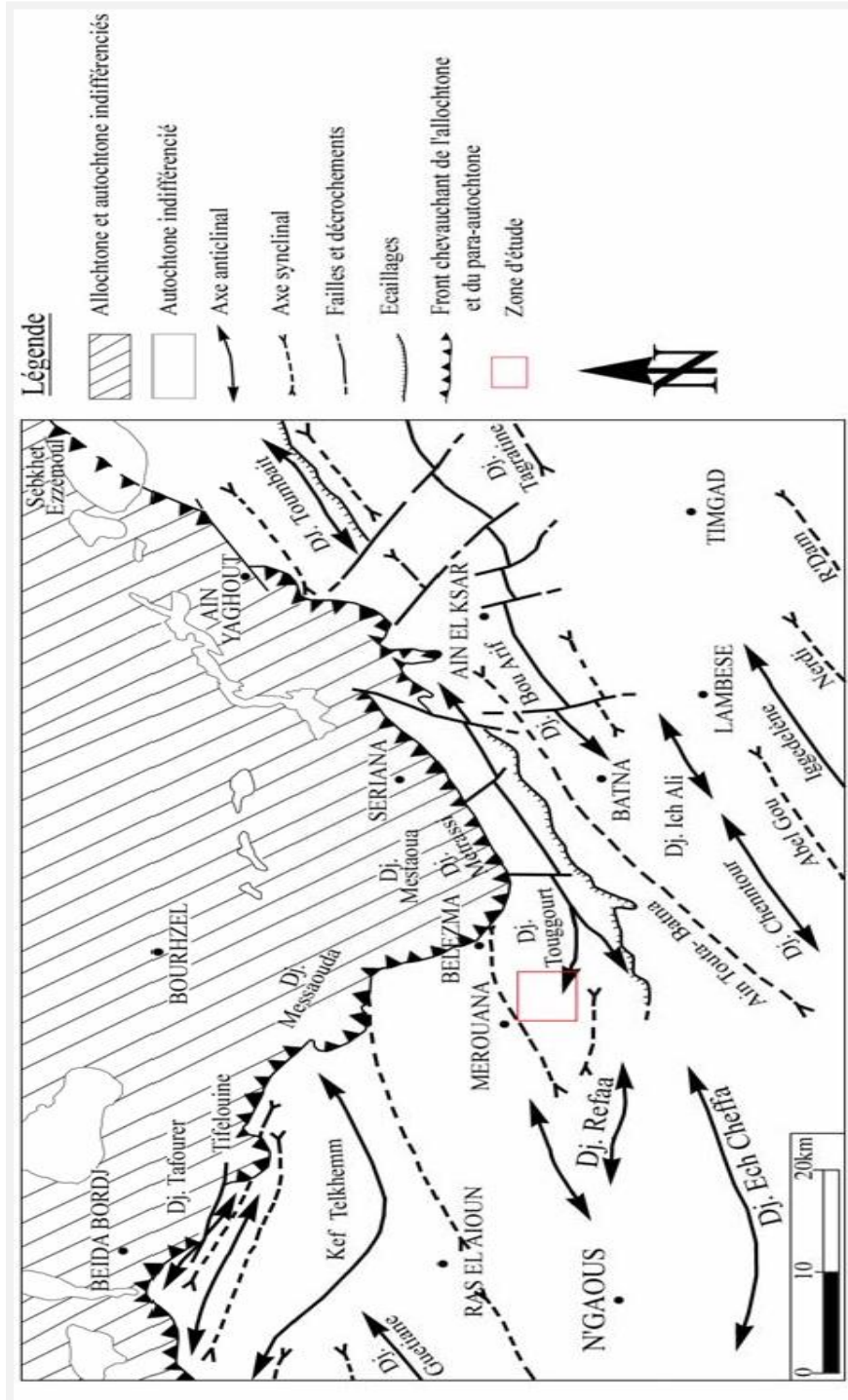


Fig.I-05 : Schéma structural de l'autochtone des monts du Belezma

(d'après J.M. Vila 1980)

### **Anticlinal de Belezma- Batna:**

Le massif de l'anticlinal de Belezma-Batna est caractérisé par de forts reliefs répartis en plusieurs chaînons orientés sensiblement ENE - WSW (d'âge fini Pliocène). Il se présente sous forme d'un anticlinal asymétrique dont le flanc Sud est redressé, sub-vertical au Dj.Tuggurt, tandis que les pentes du flanc Nord sont moins fortes (Fig.I- 05). Cette structure d'origine alpine est découpée par plusieurs systèmes de faille d'orientation constantes NW-SE, ou plus variables ENE-WSW à E-W.

#### **I.2.4.3- Les phases tectoniques :**

A l'instar de tous les régions de l'Algérie de Nord, la tectonique alpine est manifesté pendant plusieurs Phase plus ou moins marquée selon les régions.

Ans dans notre région concernée a savoir Belezma- Batna, se sont manifester durant le méso- cénozoïque.

##### **A-Phase Atlasique :**

Début par la surrection rapide et l'émersion du relief qui entraîne le comblement du bassin d'El Kantara par des conglomérats, comblement aussi suivi d'une tectogénèse intense. La compression subméridienne et la contrainte maximale dirige du Nord vers le Sud, due peut-être à un premier rapprochement du môle Constantinois et des Aurès, ont donné naissance de bombement anticlinal d'orientation axiale pratiquement identique à l'actuel (Bellion, 1972). Après cette phase majeure et pendant une période générale de distension se produisent des réajustements structuraux tardi-tectoniques responsable des faites suivants:

- Création des pièges à sédiment où va se déposer le Miocène inférieure continental détritique.
- Accumulation des marnes gréseuse de la première assise marine Miocène dans de petits bassins.
- Apparition d'une discordance angulaire faible séparant, est Subsidence des synclinaux de Seggana et de chair-Barika.

**B-Phase Alpine :**

Survient à la fin du Pliocène et annoncée par le changement de sédimentation du Pliocène inférieur traduisant le début de la surrection, s'est manifestée à la suite du serrage des monts du Belezma entre le front du « môle Constantinois et les Aurès », et par un rajeunissement important des structures.

Les reliefs actuels sont en effet la résultante de force de compression et de soulèvement post-Miocène importantes, mais appliquées sur un matériel déjà plissé, alors que la phase Atlasique déformée des assises très épaisses et plus homogènes ne présentant que peu de zones de moindre résistance.(Bellion, 1972).



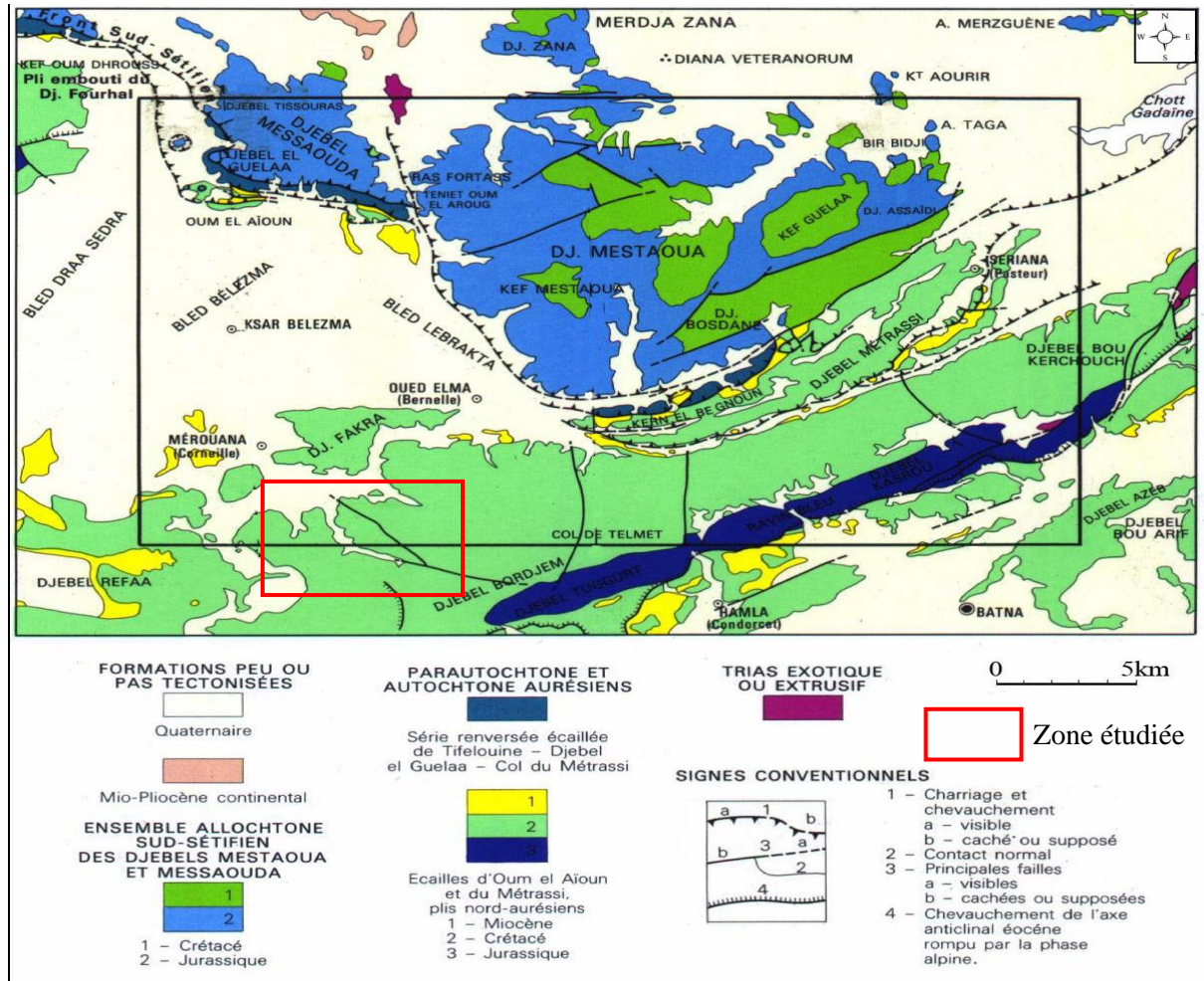
**II. Géologie de Merouana et des régions voisines :**

**II.1-Introduction**

Le secteur de Merouana fait partie du domaine plissé de l'avant-pays atlasique. Il est limité dans sa partie septentrionale par le massif de Mestaoua, qui correspond à l'allochtone Sud-Sétifien, défini par J.M.Vila (1980) et dans sa partie méridionale par les Monts de Batna (Fig.II-01).

L'ensemble montagneux septentrional correspond aux massifs du Dj. Mestaoua (1424 m) et surtout du Dj. Mestaoua (1621m). Ce sont de vastes entablements calcaires subhorizontaux et dénudés inclinés en pente douce vers le Nord où leurs formations vont s'envoyer progressivement sous le Quaternaire de la feuille de Bourhzel (Fig.II-02)

L'ensemble montagneux méridional développé du Sud de Merouana au Sud de Sériana correspond à une haute sierra qui atteint 1949 m au Ras Tarbat.



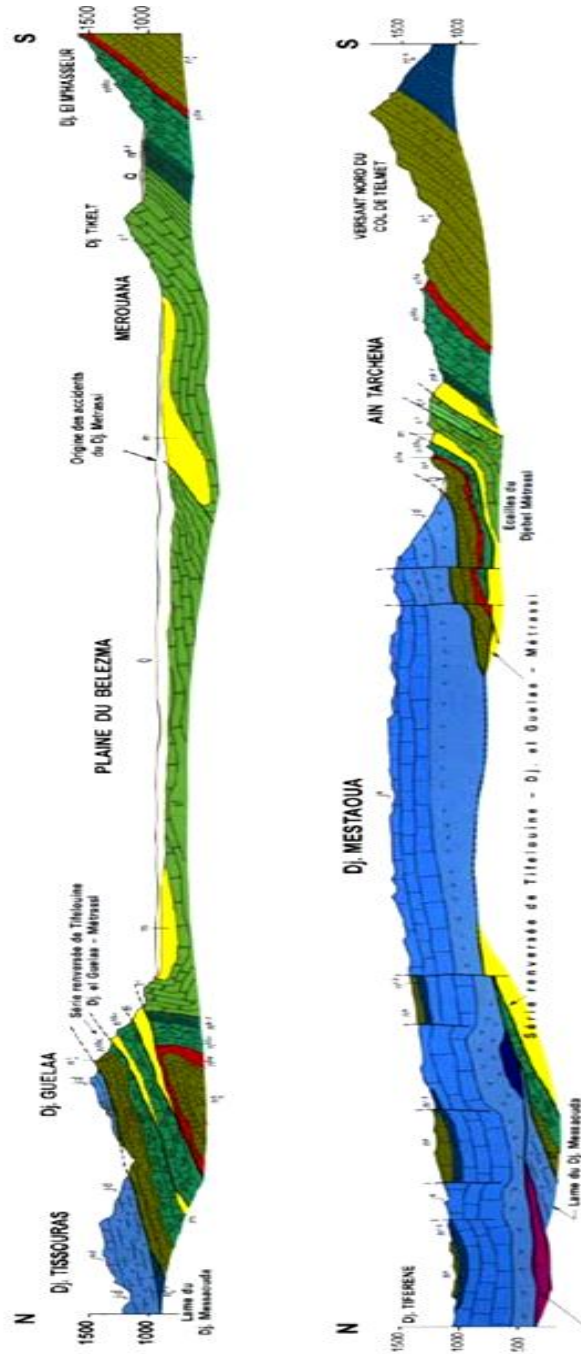
**Fig. II-01 : Schéma structural simplifié (Extrait de la carte géologique de Merouana au 1/50 000, d'après J.M.Vila, 1977)**

Toutes ces hauteurs correspondent au début du massif des Aurès et font communiquer ce dernier avec les hautes plaines constantinoises.

De nombreux recouvrements anormaux sont observés dans la région, les plus spectaculaires sont visibles dans la partie Nord de la ville de Merouana autour du Djebel Messaouda et dans le couloir qui de Seriana à Oued El Ma sépare le Djebel Mestaoua de l'anticlinal du Ravin Bleu.

Les Djebels Messaouda et Mestaoua possèdent en effet un Jurassique moyen-supérieur carbonaté épais, caractéristique des séries de plate-forme du Constantinois.

- Miocène marin** : conglomérats, grès roux et marnes.
- Turonien** : calcaires à Hippurites ; mammo-calcaires bitumineux à la base.
- Cénomannien** : calcaires à Caprinidés ou à Miliolidés ; à la base, marnes à *Aspidiscus* affleurant très mal.
- Albien-Vraconien** : argiles, marnes, biomicrorites à Hedbergellés, grés et calcaires organogènes à Orbitolines.
- Aptien carbonaté** : dolomies, marnes, calcaires à Orbitolines, au sommet couches à *Oraiveolina reicheli*.
- Aptien** à dominante marneuse.
- Barémien** calcaire-dolomitique et surtout gréseux au sommet.
- Néocomien** : pélites et grés du Ravin bleu, à rares intercalations calcaires ; à la base, biomicrorites à Calpionelles.
- Jurassique supérieur à Berrisien** : alternances de marnes à Ammonites et de biomicrorites à Saccocamidés puis à Calpionelles.
- "Argovien"** : "Ammonitico rosso".
- Jurassique "moyen"** à Filaments : calcaires à silix.
- Lias indifférencié** : calcaires, dolomies et Toarcien de type "Ammonitico rosso" au sommet.



**Fig. II-02** : Coupes géologiques interprétatives de la région de Merouana (J.M.Vila, 1977)

## II.2- Géologie du secteur d'étude :

Le secteur de Boukhendouch (rive gauche de l'oued de Merouana) et de Tizourit (rive droite de l'oued de Merouana) fait partie de la région de Merouana, ils représentent le versant Nord des monts du Belezma. Les formations qui les constituent sont d'âges Aptien-Barrémien avec des minéralisations en zinc encaissées dans les dolomies d'âge Aptien (Fig.II-03 et 04).



**Fig. II-03 :** Photo montrant une vue générale de la région du Merouana (Bara et al, 2016).

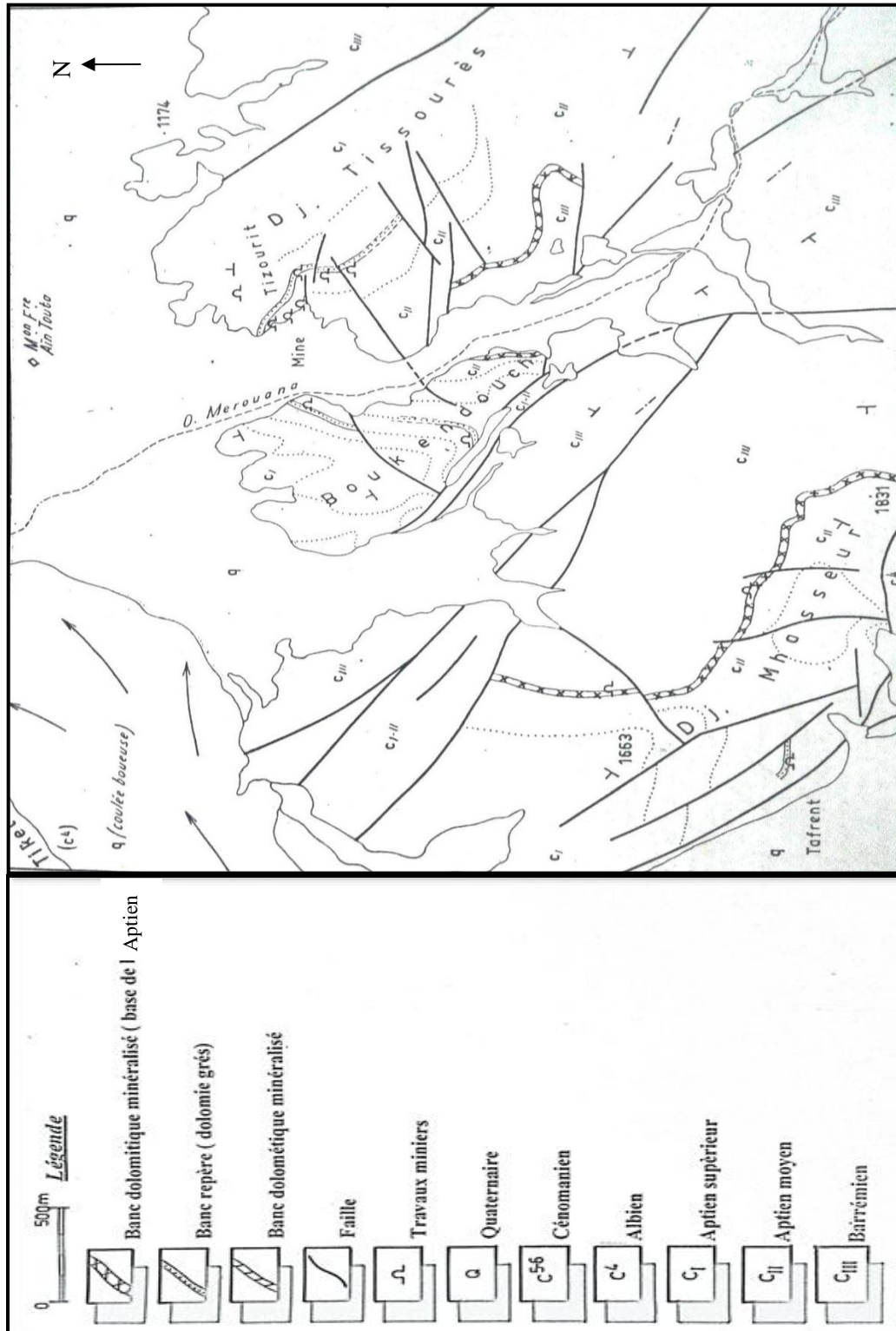


Fig. II-04 : Carte géologique schématique de Merouana (d'après J.Glaçon, 1967)

### II.2.1- Stratigraphie du secteur Boukhendouche et Tizourit :

Dans cette région, les formations sont essentiellement d'âge Barrémien et Aptien (J.Glaçon, 1967) (fig. II.04).

#### a) Le Barrémien :

La puissance du Barrémien visible est d'au moins 400 m, il constitue les pentes de Dj. Mhasseur au Sud-Ouest de la mine de Merouana avec des calcaires en petits bancs, des marnes et des grès en alternance régulière. Ce barrémien est mieux défini par J.M. Vila (1977), il est calcaro-dolomitique et surtout gréseux au sommet, les horizons carbonatés contiennent de nombreuses algues mal conservées, des débris de polypiers, des échinodermes, des gastropodes et des lamellibranches, les horizons gréseux montrent de belles figures de rippe-marks.

#### b) L'Aptien moyen :

La limite Barrémien-Aptien moyen peut être fixée dans des marnes grises sous la couche dolomitique minéralisée mieux visible à DJ. Mhasseur.

J. M. Vila (1977) décrit cet étage comme une série à dominante marneuse qui contient des agiles gréseuses à intercalation des grès. La microfaune est pauvre et n'a pas livré que quelques ostracodes.

#### c) L'Aptien supérieur :

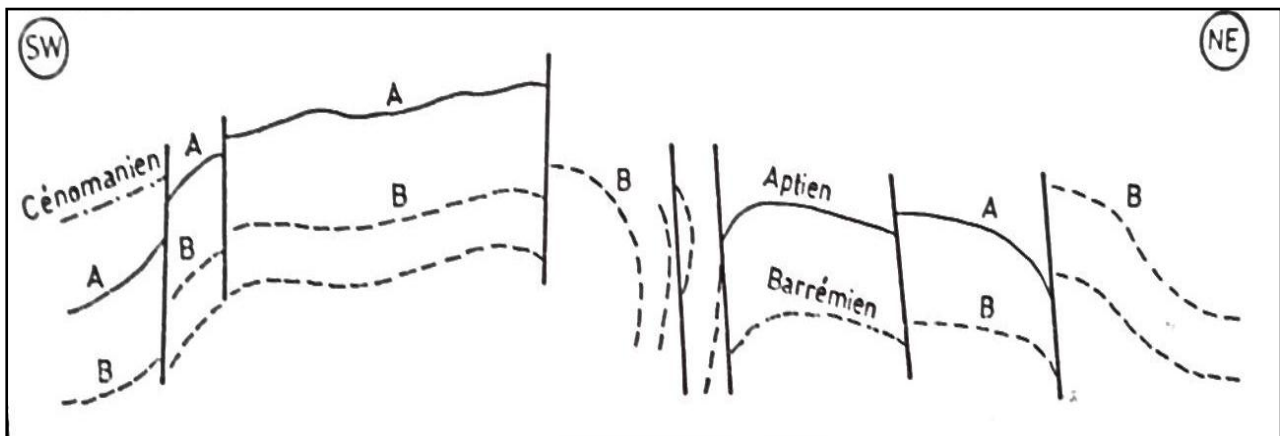
Il est caractérisé par des formations surtout carbonatées constituées de calcaires dolomitiques intercalées avec des marnes, grès et calcaires marneux ainsi que de calcaires gris en gros bancs massifs à orbitolines ou en petits bancs à débris de lamellibranches (ostréa), gastéropodes (nérinées). L'extrême sommet de la série contient quelques bancs de grès mieux visible à DJ. Boukhendouch.

La microfaune selon J. M. Vila (1980) est représentée par des orbitolines (mestorbitolina), texana ROEMER typique du Gargasien, des spicules, des miliolles, des textularidés, ainsi que des horizons de micrites gris foncé à "ovalvéolina" reicheli de Castro.

### II. 3- La tectonique :

Dans la région de Marouana il y'a une nette tendance de l'anticlinale de Bellezma à passer de la direction WSW-ENE à la direction WNW-ENE à virer vers le NW comme font les anticlinaux des Babors Ouest , et les Monts du Hodna à la hauteur de T'zila, dans la zone de changement de direction se produisent des complications à Merouana, il n y a pas de failles rectiligne ni continues, pas de réseaux parallèle, mais une disposition assez désordonnée, malgré cela on distingue deux direction de failles :

- une direction NE-SW qui correspond au plissement atlasique anté-Miocène.
- une direction NW-SE qui est celle des fossés d'effondrement, d'autre part on peut observer des amorces de plis coffrés, de pincés, le coin d'aptien effondré entre deux plis du Barrémien correspond à la région des mines, la structure est schématisée sur la coupe (Fig. II-5).



**Fig. II-05 :** Coupe très schématique de la structure de Merouana-Mhasseur –Tissourès (d'après J.Glaçon, 1967)

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

Notre secteur d'étude est formé par des lithofaciès caractéristique tels que :

- L'Aptien carbonaté dont le sommet est caractérisé par des calcaires à *Oovalveolina reicheli*
- L'Aptien moyen à dominante marneuse, contient des niveaux dolomitiques minéralisés.
- Le Barrémien calcaro-dolomitique et surtout gréseux au sommet.

Ces formations ont subi des contraintes tectoniques qui correspond à des plissements atlasiques de direction NE-SW et une tectonique marquée par des fractures de direction NW-SE qui sont dues à l'influence d'une phase de compression.



### III. 1- Introduction :

Afin de réaliser une étude sur les roches encaissantes de la minéralisation plombo – zincifère, des deux massifs Boukhendouch et Tizourit, nous avons tracé deux coupes A-B et A'-B' orientées perpendiculairement à la structure des deux massifs (Fig. III-1 et Fig. III-2).

Les terrains sédimentaires qui affleurent à travers ces deux massifs sont d'âge Aptien. La direction des couches et le pendage pour les deux massifs sont donnés respectivement :

Boukhendouch : N 110° à 135° E 75° à 80° SW .

Tizourit : N 30° à 35° E 75° à 80° SE .

### III. 2 - Méthodologie d'étude :

L'étude pétrographique de l'encaissant est basée sur la description macroscopique et microscopique des échantillons prélevés sur le terrain.

La préparation d'une dizaine de lames minces est faite au laboratoire de géologie de l'Université de Annaba, le reste des lames ont été mises à notre disposition par notre encadreur.

L'étude microscopique des lames minces s'est faite au laboratoire pédagogique du Département de Sciences de Terre et de l'Univers avec un microscope optique « Zeiss ».

Dans un premier temps, nous avons synthétisé l'ensemble des différentes observations en colonne lithostratigraphique.

Ce travail est suivi par une étude microscopique des lames minces avec des illustrations afin d'aboutir à définir les différents microfaciès et identifier leur milieu de sédimentation.

Pour la description des microfaciès calcaires, nous avons utilisé la classification de R.J. Dunham (1962), alors que pour les grès nous sommes basés sur la classification de Dott (1964) du diagramme QFR ; le quartz (Q), les feldspaths (F) et les fragments lithiques (R) occupent les sommets du diagramme triangulaire.

Pour les microfaciès dolomitiques nous avons adopté la classification de D.F.Sibley et J. M. Gregg (1987) basée sur la distribution de la taille des cristaux (unimodale ou polymodale) et sur la forme des cristaux (planaire ou non planaire).

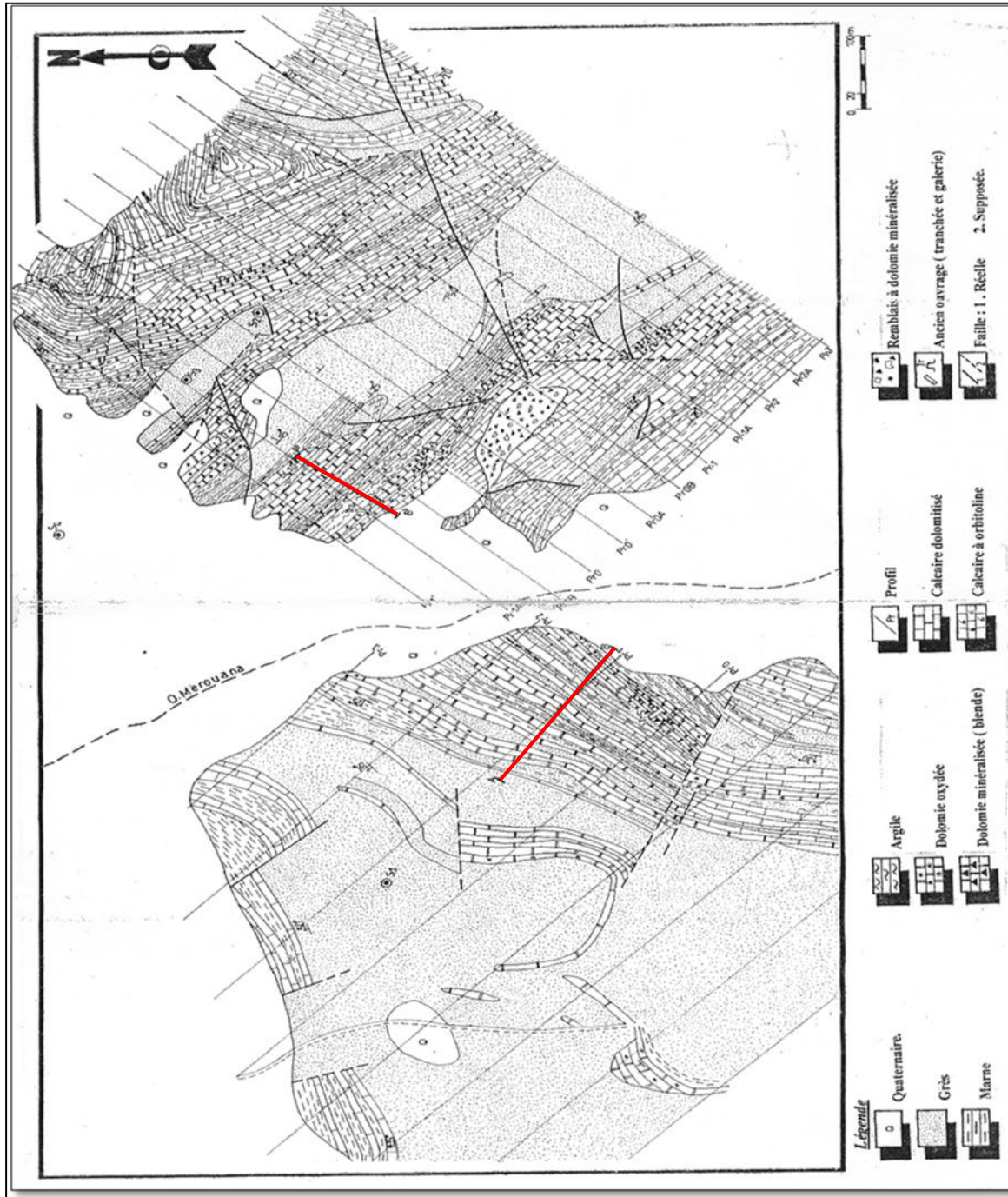
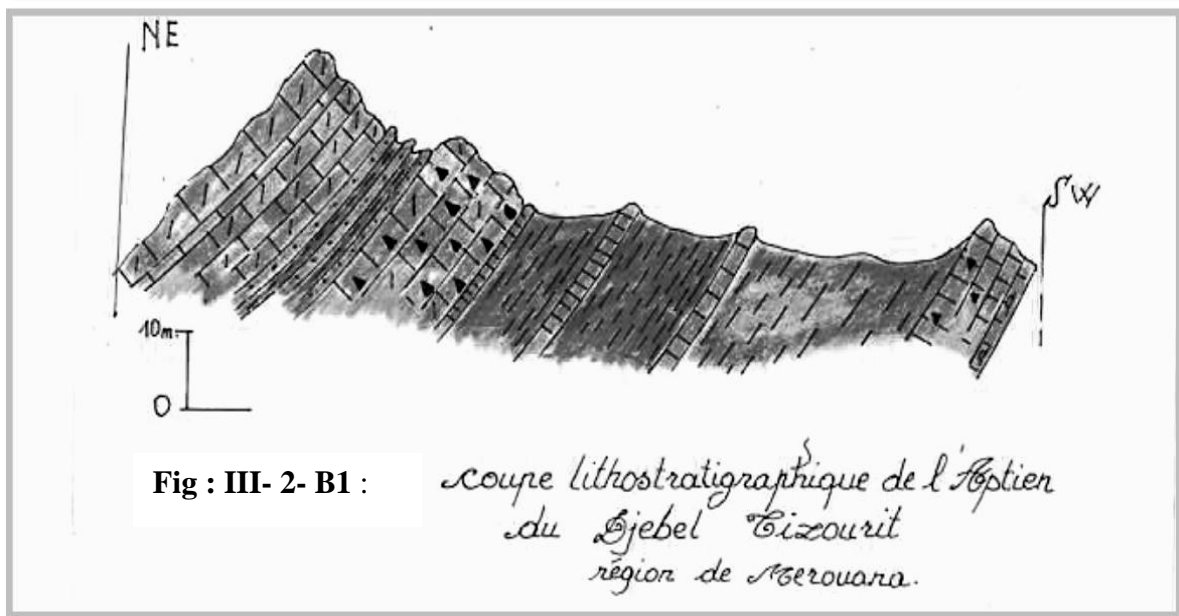
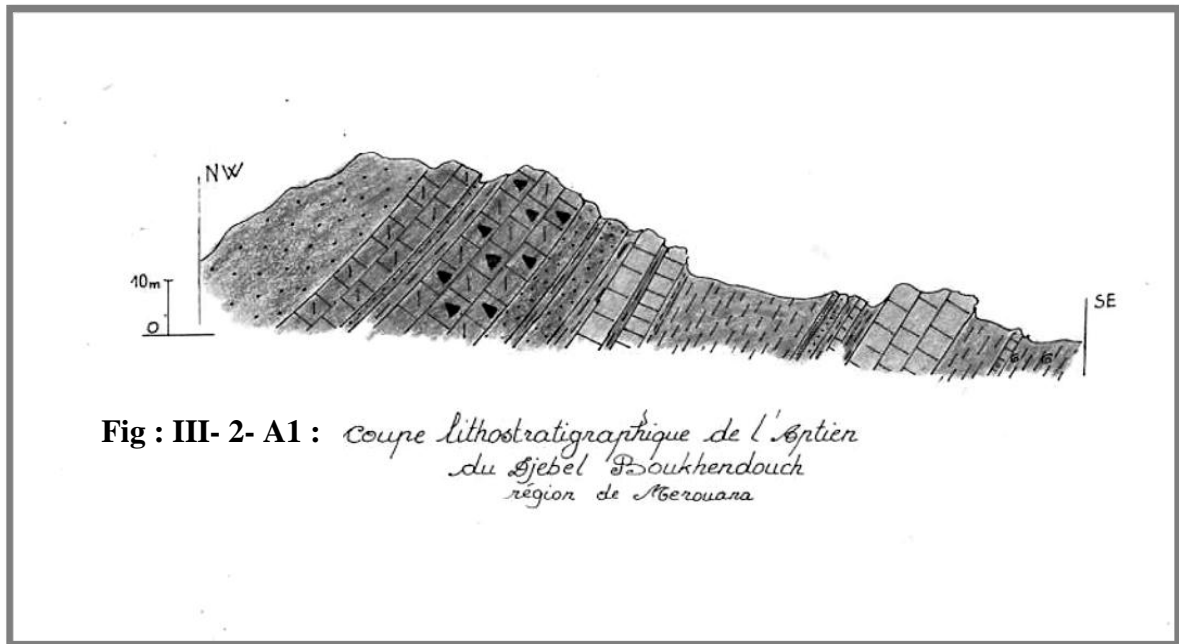
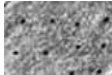







FIG. III- 1 : Carte géologique de l'indice de Tizourit (à droite) et de Boukhendouch (à gauche) (d'après l'O.R.G.M., 2000) et localisation des coupes étudiées



Légende :

-  Grés
-  Calcaire
-  Marnes à gastéropodes
-  Dolomie minéralisée
-  Marnes
-  Dolomies brunâtres


Age	Epaisseur (m)	Profil lithostratigraphique	Caractères lithologiques
APTIEN SUP	70m		Grès blanchâtres
	60m		Dolomies brunâtres
			Intercalations de grès blanc dans des marnes
			Dolomies brunâtres
			Intercalations de grès blanc dans des marnes
	40m		Intercalations Calcaire a la marneuse
APTIEN MOYEN	30m		Marnes
	20m		Intercalations marne-calcaire et dolomies gréseuses
			Calcaire
	10m		Intercalations de calcaire à milioles gréseux dans des marnes à gastéropodes

FIG. III- 3- B1 : Colonne lithostratigraphique de boukhandouch


Age	Epaisseur (m)	Profil lithostratigraphique	Caractères lithologiques
<b>APTIEN MOYEN</b>	<b>70 m</b>		Dolomies massives de couleur brunâtre
			Marnes grisâtres intercalées avec des grès blanchâtres
	<b>60 m</b>		Dolomies minéralisées
	<b>50 m</b>		
	<b>40 m</b>		
	<b>30 m</b>		Alternance des marnes friables avec des dolomies brunâtres
<b>20 m</b>			
<b>10 m</b>	Dolomies brunâtres minéralisées		
	Calcaires grisâtres à orbitolines		

FIG. III- 3- B2 : Colonne lithostratigraphique de Tizourit

---

### III. 3- Observation macroscopique de l'encaissant :

Les faciès encaissant les minéralisations Zn – Pb sont les suivants : voir les coupes et leurs logs lithostratigraphique (Fig. III-2 et Fig. III-3) :

#### III. 3-1- Les calcaires :

Ce sont des calcaire bioturbés bleuâtres à noirâtres compacts, à grains généralement fins, avec des bancs d'épaisseur pluri-décimétriques à métriques renfermant des bioclastes où on reconnaît essentiellement : des orbitolines, des milioles, des débris de lamellibranches et des rudistes.

Des fentes de tension et des filonnets remplis par de la calcite fibreuse ou granulaire témoignent d'une importante activité tectonique (Pl III- 1 Fig.1 et 2).

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

C'est ce faciès qui renferme la minéralisation. Ce sont des couches de dolomies massives, d'épaisseur totale de 6 m, représentées par des bancs métriques (1 à 2 m). Ce faciès de couleur gris clair à brunâtre, finement à moyennement grenu est affecté par une fissuration à remplissage calcitique.

Cette dolomie est fortement oxydée partiellement poreuse et légèrement bitumineuse (Pl III- 1 Fig. 3).

#### III. 3-3- Les grès :

A Boukhendouch, l'épaisseur des bancs est d'ordre décimétrique, leur couleur est blanchâtre à la patine gris clair à brunâtre à la cassure.

Une alternance marno-dolomitique à rares passées gréseuses avec accentuation des grès vers le sommet marque la série de Boukhendouch (Pl III- 1 Fig.4).

Ces grés sont parfois marqués d'une légère fissuration remplie par de la calcite ou des oxydes de fer.

#### III.3-4- Les marnes :

Ce sont des marnes d'épaisseur variable d'ordre décimétrique à métrique ou encore plurimétriques (jusqu'à 17 m à Tizourit). Ce faciès de couleur gris clair, gris verdâtre à noir, se débite en plaquettes ou se trouve sous forme compact.

Ces marnes comprennent parfois des oxydes de fer et du bitume par endroits et renferme aussi des gastéropodes du genre *Nérinée*, des brachiopodes et des oursins (Pl III- 1 Fig. 5).

**PLANCHE III- 1**



**Fig. 1 :** Photos montrant un calcaire construit à rudistes



**Fig. 2 :** Un banc de calcaire fracturé et traversé par des fentes de tension



**Fig 3:** Alternance marno-calcaire au dessus d'un banc de dolomie massive



**Fig 4 :** Alternance marno-dolomitique à passage gréseux



**Fig 5:** Marnes friables renfermant des gastéropodes du genre *Nérinée*.

---

### III.4- Observation microscopique de l'encaissant :

L'analyse microscopique des lames minces nous a permis d'identifier quatre microfaciès à partir de la colonne lithostratigraphique de Boukhandouch et celle de Tizourit.

#### III.4.1- Microfaciès calcaire :

##### III.4.1.1-Wackestone (Packstone) à milioles et grands lamellibranches :

Ce microfaciès comprend des débris d'échinodermes, des algues vertes (dasycladacées : *acicularia*) et des lamellibranches dont la plupart sont recristallisés et certains ont une bordure micritisés (Pl III- 2 Fig.1).

Les foraminifères benthiques sont représentés par : les milioles, *textularia*, des lituolidés : *cunéolina*, *cyclolina*, et certains ostracodes (Pl III- 2 Fig.2). L'ensemble des allochèmes baignent dans un ciment micritique.

Nous remarquons la présence de certains pyritoédres dans la matrice ou parfois dans les bioclastes, notons aussi la présence de rares grains de quartz de taille (90  $\mu\text{m}$ ) et des bioturbation reconnaissables par un changement d'un ciment micritique vers un ciment microsparitique.

Ce microfaciès présente des stylolites ainsi que deux directions de fracturation à remplissage calcitique (Pl III-2.Fig.1), d'autres présentent encore des fracturations à remplissage ferrifère sur les parois.

##### III.4.1.2- Packstone (Wackestone) à orbitolines :

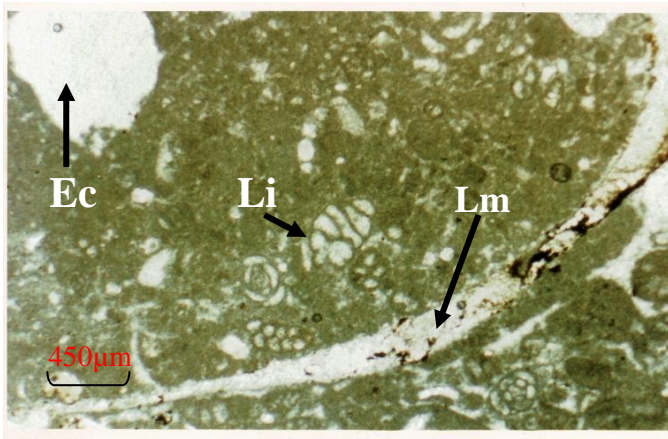
Ce microfaciès est riche en orbitolines genre *orbitolina*, il contient des débris de lamellibranches, des échinodermes ainsi que des algues vertes (dasycladacées : *acicularia*).

Les autres éléments figurés sont représentés par des lithoclastes de types endoclastes et des oncoïdes (Pl III- 2 Fig. 3). Du quartz détritique est aussi présent mais en très faible quantité qui ne dépasse guère 7 %.

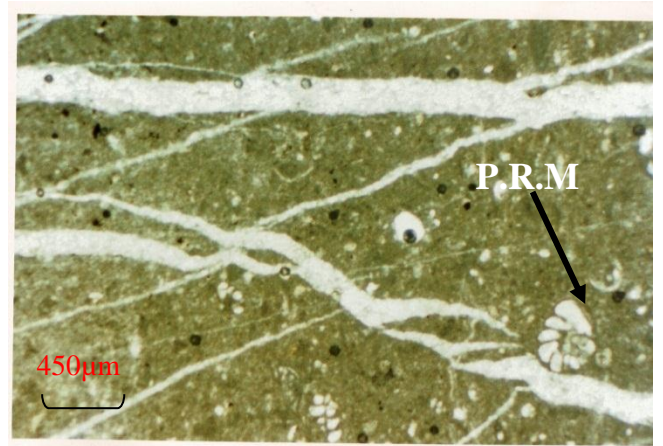
Des stylolites et des fracturations à remplissage calcitique de 50  $\mu\text{m}$  à 150  $\mu\text{m}$  d'épaisseur affectent ce faciès.



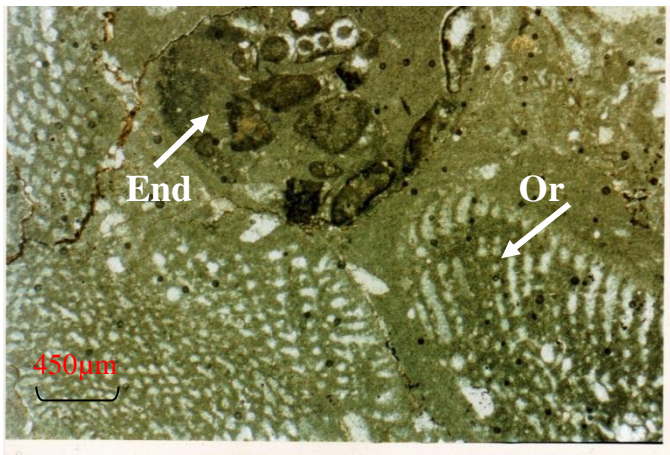
**PLANCHE III- 2**



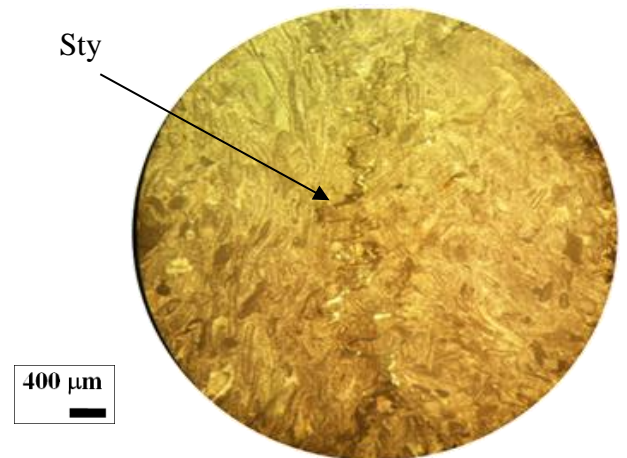
**FIG 01 :** Wackestone (Packestone) à miliolites et grands lamellibranches.



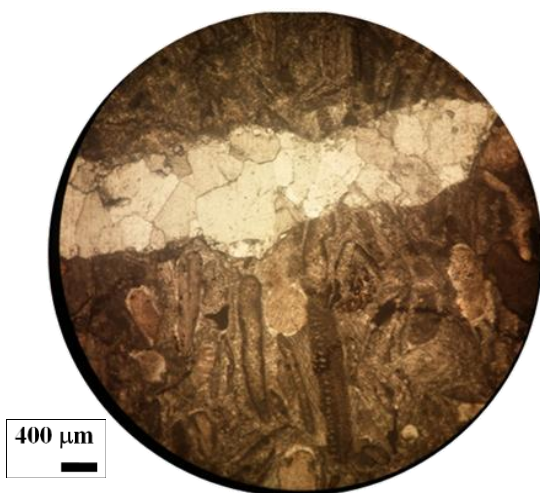
**FIG 02 :** Wackestone renfermant « une pseudolithothamnion reicheli marie » et montrant deux directions de fracturation à remplissage calcitique.



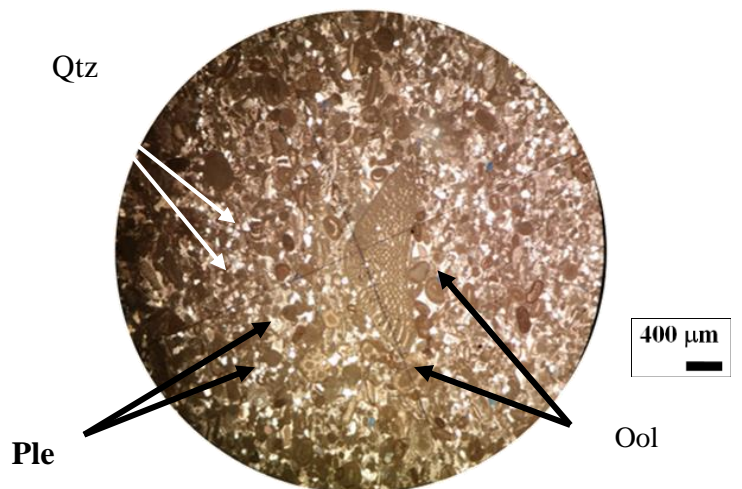
**FIG 0 3 :** Packestone à orbitolines et endoclastes.



**FIG 04 :** Packestone à pellesoïdes de formes aplatis bien allongées traversé par des stylolithes



**FIG 05 :** Packestone à pellesoïdes traversé par un filonnet calcitique.



**FIG 06 :** Packestone à pellesoïdes, oolithes et orbitolines riche en quartz détritique .

Qtz :quartz . Ool : oolithes . Ple : pellesoïdes. End :endoclastes. Or: orbitolines . Sty: stylolithes

### **III. 4. 1. 3- Packstone à pellesoïdes, spicules d'oursins et lamellibranches :**

Ce microfaciès comprend des pellesoïdes dominants (plus de 85%), et montre un mauvais classement (taille varie entre 200  $\mu\text{m}$  et 1200  $\mu\text{m}$ ). Ces pellesoïdes présentent des formes aplatis bien allongées et suit un seul plan de direction bien distinct (Pl III- 2 Fig. 4)

Les autres éléments figurés sont représentés principalement par des intraclastes, des bioclastes, des spécules d'oursins et des fragments d'échinodermes.

Nous remarquons aussi la présence des stylolites à oxydes de fer ainsi que des filonnets de calcite d'épaisseur de 200 à 1800  $\mu\text{m}$ , d'autres présentent encore une porosité vacuolaire et de fissuration (Pl III- 2 Fig.5).

### **III .4 .2- Microfaciès calcaire gréseux :**

#### **III. 4. 2. 1-Packstone à pellesoïdes, oolithes et orbitolines :**

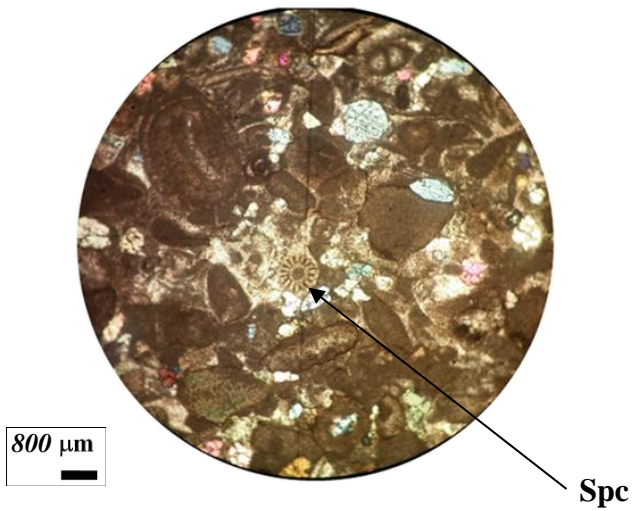
Dans ce microfaciès les grains de quartz détritique dépassent 20 à 25 %. La taille moyenne des grains est de 100 à 200  $\mu\text{m}$  et présente dans ce fait un très bon classement (Pl III- 2 Fig.6).

Dans le détail, ce faciès renferme des pellesoïdes en bon classement, homogènes de taille moyenne 250  $\mu\text{m}$  en formes ovoïdes et sphériques.

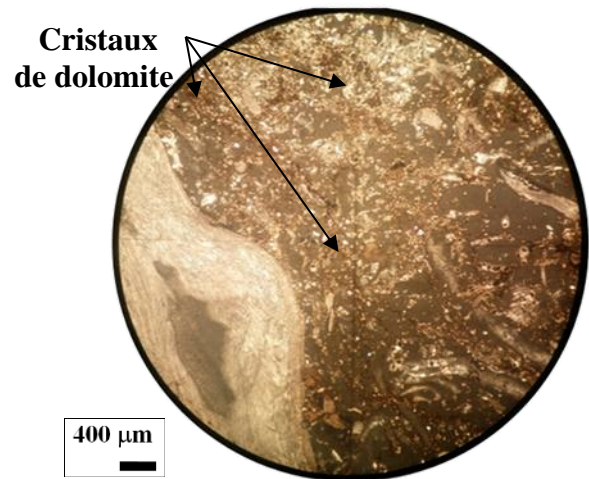
Notons la présence des oolithes type  $\alpha$  ainsi que des sphérolithes. Les oolithes montrent encore leurs laminations corticales plus ou moins conservées, d'autres ont une structure grumeleuse et le plus souvent sont transformées en pellesoïdes.

Ce microfaciès est riche en orbitolines géantes, en coupes transversales et longitudinales. On note la présence des miliolles, spicules d'oursins, lithoclastes, gastéropodes, fragments d'échinodermes et rares foraminifères. Le ciment micritique assure la liaison entre les allochèmes (Pl III- 2 Fig.6 et Pl III- 3 Fig.1).

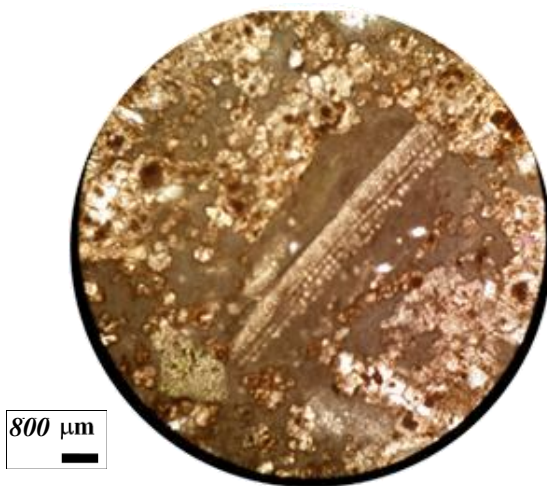
**PLANCHE III- 3**



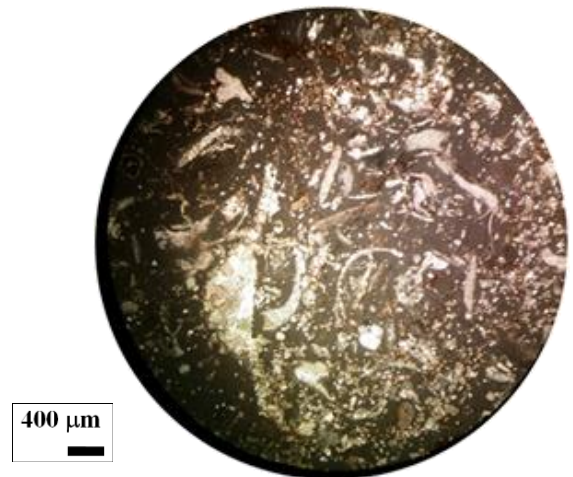
**FIG 1 :** Packstone à pellets partiellement calcifiés riche en quartz détritique .



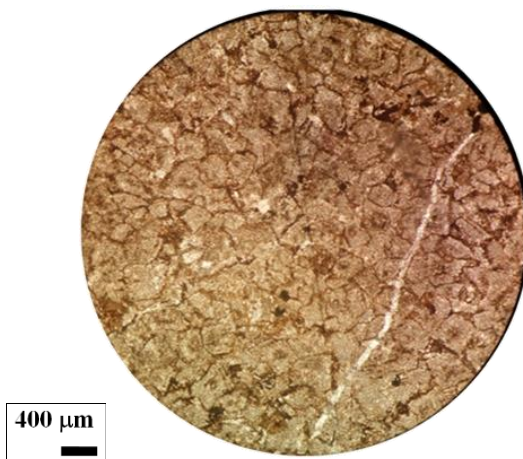
**FIG 2 :** Dolomicrite à grand rudiste riche en dolomite à cœur sombre planaire « e » .



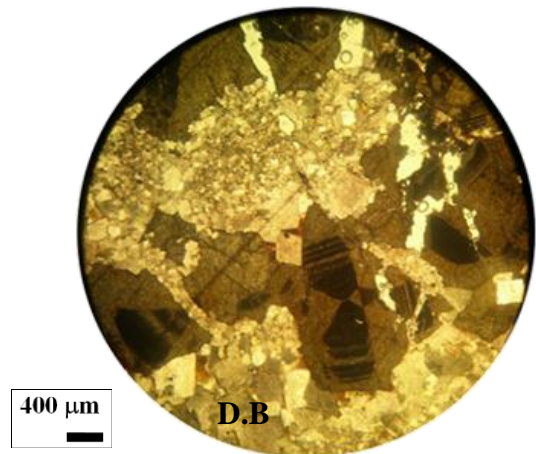
**FIG 3 :** Dolomicrite riche en dolomite à cœur sombre planaire « e » .



**FIG 4 :** Dolomicrite riche en bioclastes montrant une dolomite planaire (s) à oxydes de fer en périphérie .



**FIG 5 :** Dolomicrite riche en dolomite planaires (s) à oxydes de fer en périphérie traversée par un filonnet de calcite .



**FIG 6 :** Dolomie baroque associée à la minéralisation, présentant des contours et des clivages incurvés.

---

### III .4 .3- Microfaciès calcaire dolomitique :

#### III. 4. 3. 1-Packstone (Wackstone) à rudistes et fragments d'échinodermes :

Dans ce microfaciès on observe beaucoup des grands rudistes, en plus des lamellibranches, fragments d'échinodermes, spécules d'oursins et rares milioles (Pl III- 3 Fig.2).

Les grains de quartz sont très rares (ne dépassent pas 3 %), dont la taille des grains est de 50 à 150  $\mu\text{m}$ .

Le ciment micritique est traversé par des stylolites à oxyde de fer et des fracturations à remplissage calcitique granulaire, de 50  $\mu\text{m}$  d'épaisseur.

En fait une transformation en dolomicrites y apparaît dans ce microfaciès (30 à 35 % de dolomites). Cette dolomite à cœur sombre est polymodale planaire « e » de couleur grisâtre à brunâtres et de taille variant entre 50 à 150 $\mu\text{m}$  (Pl III- 3 Fig. 3).

#### III. 4. 3. 2-Packstone à milioles et foraminifères :

Ce microfaciès est biomicritique riche en milioles, et comprend également des orbitolines et quelques rares foraminifères type trissérié.

Des cristaux de quartz 3 % à 4 % de taille variée entre 50 à 150  $\mu\text{m}$ , sont aussi présents baignent dans un ciment micritique. Des réseaux de fractures de différentes épaisseurs (50 à 400  $\mu\text{m}$ ) traversent ce faciès dont on note un remplissage calcitique granulaire.

Une dolomite finement grenue de taille 100 à 200  $\mu\text{m}$  envahit partiellement ce faciès (15 à 20 %). Cette dolomite est unimodale planaire (s) de couleur brunâtre marquée par des oxydes de fer à la périphérie (Pl III- 3 Fig. 4 et 5).

Une dolomite grossièrement grenue de taille allant de 150 à 700  $\mu\text{m}$  se rencontre parfois en remplissage de vide le long des filonnets calcitique, ou associée carrément à la minéralisation. (Pl III- 3 Fig. 6). Elle présente des contours et des clivages incurvés et une extinction ondulante ; c'est le caractère distinctif de la dolomite baroque ou "saddle dolomite".

Dans la classification de Sibley et Gregg (1987), la dolomite baroque entre dans la catégorie des dolomites à texture "non planaire".

### III .4 .4- Microfaciès dolomitiques :

Il comprend plusieurs variétés de dolomies :

#### III .4 .4-1-Dolomie finement et moyennement grenue :

Elle se présente sous deux tailles distinctes :

**A-** Une dolomie fine planaires « s » unimodale d'aspect parfois micritique de couleur brunâtre, sa taille est de (80  $\mu\text{m}$ ) et ses contacts intergranulaires présentent des traces d'oxydes de fer. Elle comprend quelques organismes non recristallisés tels que : les lamelibranches et d'autres organismes recristallisés en dolomie moyennement grenue planaire « e », c'est une dolomie stylolitisée et fracturée (Pl III- 4 Fig. 1).

**B-** Une dolomie moyennement grenue ; elle est sous trois formes :

➤ Dolomie à cœur sombre représentée par une dolomie polymodale planaire « e » à « s » de couleur grisâtre à brunâtre et de taille variant entre 300 et 350  $\mu\text{m}$ , elle a un cœur sombre et des bordures claires. Cette dolomie à cœur sombre présente des zonations ferrifères, les espaces intergranulaires sont cimentés par les oxydes de fer et elle est caractérisée par une porosité vacuolaire et de fissuration (Pl III- 4 Fig. 2).

Cette dolomie encaisse fréquemment la minéralisations zincifère et se trouve également en inclusion dans celle-ci.

➤ Dolomie brunâtre unimodale planaire « s » de taille 300  $\mu\text{m}$ , renferme des débris de lamelibranches et d'échinodermes non recristallisés ainsi que des fantômes de bioclastes recristallisés par des cristaux de dolomie moyennement grenue.

On note la présence d'une porosité vacuolaire et de fissuration. Les oxydes de fer occupent les espaces intergranulaires (Pl III- 4 Fig. 3).

➤ Dolomie oxydée représentée par une dolomie brunâtre unimodale planaire « e » à « s » de taille variant entre 250 et 300  $\mu\text{m}$ . Cette dolomie présente parfois un cœur à oxydes de fer ainsi que des zonations de croissance ferrifère. (Pl III- 4.Fig. 4).

On note la présence d'une fracturation à remplissage dolomitique et une porosité vacuolaire, les oxydes de fer dans les espaces intergranulaires sont assez fréquents.

#### III .4 .4-2- Dolomie gréseuse :

Ce sont des dolomies finement à moyennement grenues de couleur blanchâtre, grisâtre à brunâtre (identique à celle décrites plus haut) avec un pourcentage de quartz variant entre 35 % et 40 % celui-ci a une taille comprise entre 90 à 130  $\mu\text{m}$ , on y reconnaît des débris d'échinodermes et de lamelibranches non recristallisés et certains fantômes de bioblastes

PLANCHE III-4

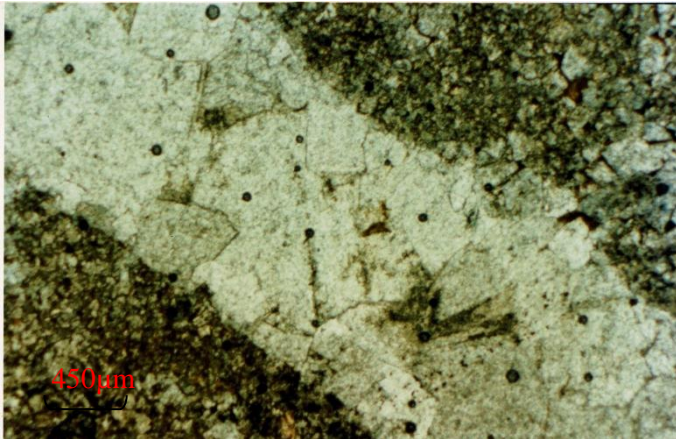


FIG 1 : Dolomie finement grenue traversée par un filonnet de calcite

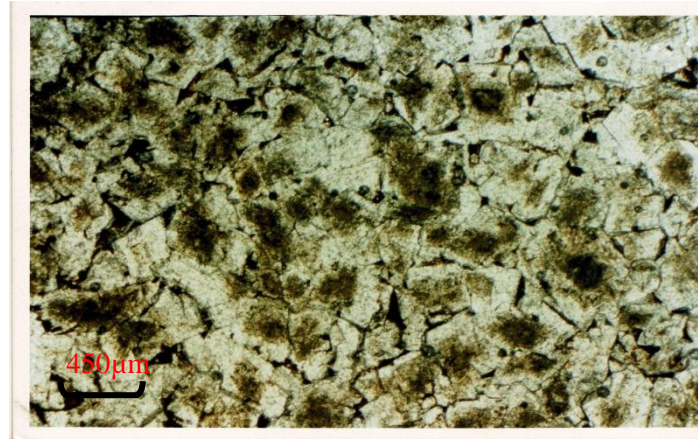


FIG 2 : Dolomie planaire « e » moyennement grenue à cœur sombre.

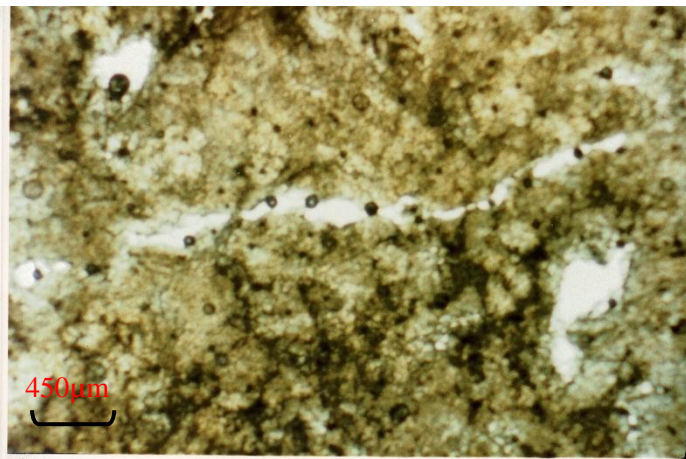


FIG 3 : Dolomie planaire « s » moyennement grenue montrant une porosité vacuolaire et de fissuration.

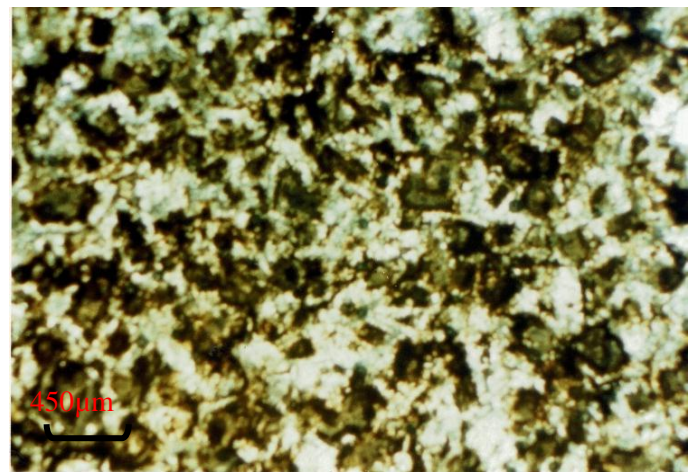


FIG 4 : Dolomie oxydée planaire « e » et « s ».

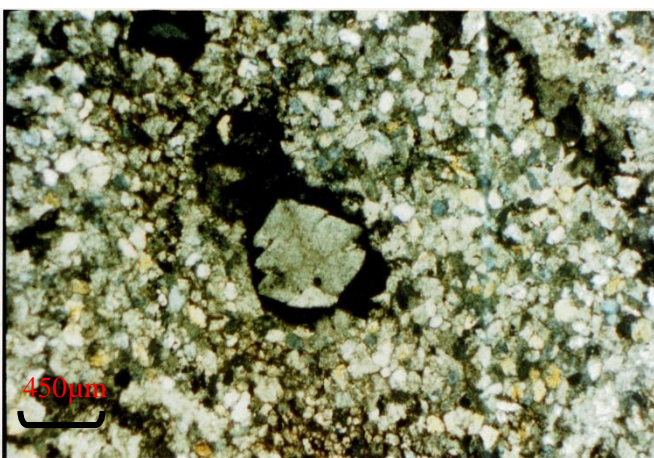


FIG 5 : Dolomie finement grenue gréseuse et bitumineuse (LPA).

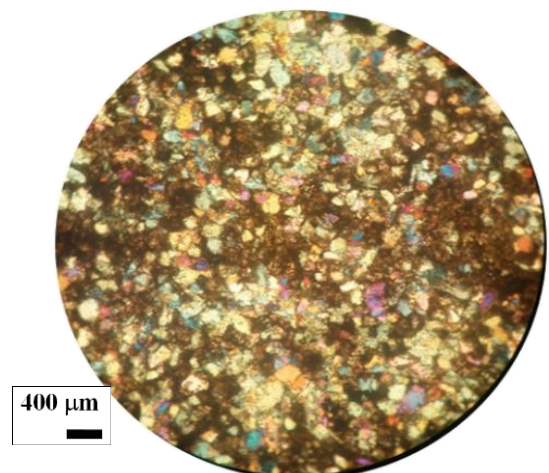


FIG 6 : Arénite quartzeuse envahie partiellement par des oxydes de fer (LPA).

LPA : Lumière polarisé Analysé

recristallisés, le bitume et la glauconie sont assez fréquents, les oxydes occupent les espaces intergranulaires. Cette dolomie est stylolithisée et présente une porosité de fissuration importante (Pl III- 4.Fig. 5).

#### **III .4 .4-3- Dolomie baroque :**

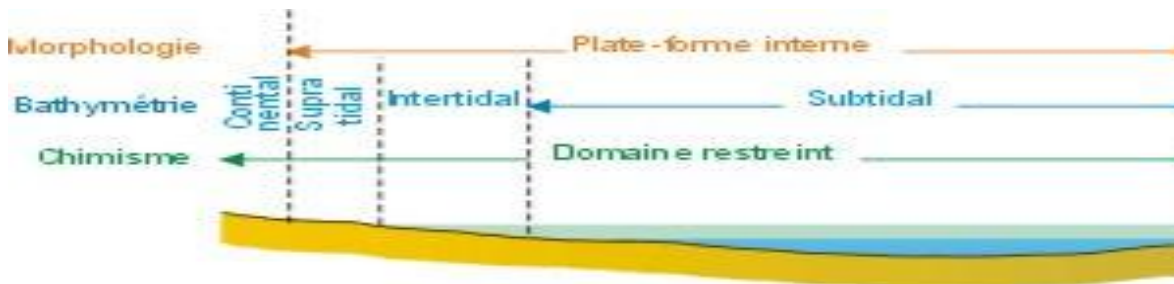
Cette dolomie est similaire à celle représenté plus haut dans le calcaire dolomitique (Pl III- 3.Fig. 6). Elle se rencontre toujours comme remplissage de vides en association avec la minéralisation zincifère. Cette dolomie présente dans la plupart des cas une couleur blanchâtre et une taille allant de 700 à 1500  $\mu\text{m}$ . Ce sont des cristaux rhomboédriques présentant des distorsions des contours et des clivages incurvés et une extinction ondulante.

#### **III .4 .5- Microfaciès gréseux :**

Il s'agit d'une arénite quartzreuse caractérisée par des grains de quartz dominant qui dépassent 95%. La forme des grains est angulaire et la taille moyenne des cristaux est de 80  $\mu\text{m}$ .

Ce microfaciès présente un bon classement et marqué par une oxydation importante. Les oxydes de fer sont présents dans les espaces intersticielles du quartz et à l'intérieur des fractures de différentes épaisseurs (50  $\mu\text{m}$  à 100  $\mu\text{m}$ ). Ce lithotype présente une porosité vacuolaire et de fissuration importante (Pl III- 4.Fig. 6).

### III.5- Interprétation des microfaciès :



**Fig.III-04** : Répartition des environnements sur une plate-forme (Boulvain, 2019)

Les lithofaciès de la formation de Tizourit et de Boukhendouch montrent une évolution verticale. Nous avons à faire d'une part à des formations carbonatées représentées par des calcaires et des dolomies et d'autre part à des formations gréseuses.

Une sédimentation carbonatée peu profonde et de faible énergie (inter-infratidale) est confirmée par la diversité et l'abondance d'une faune benthique. Cette faune indique des conditions propices à la vie, tel que : des échinodermes, des lamellibranches, des gastéropodes, et les foraminifères benthiques tels que : les miliolites, les orbitolines, les lituolidés et les textularidés montrent bien leur adaptation dans le milieu subtidal.

Le passage vers un milieu riche en oolites indique une augmentation du niveau d'énergie. En effet, les oolites sont dues à des eaux chaudes saturées et un mouvement continu de vagues roulant les particules sur le fond (I. Cojan et M. Renard, 1999).

Les oolites observées sont surtout de type alfa, bien qu'il existe quelques rares oolites de type beta et des sphérules. Selon B.H. Purser (1980), la plupart des oolites semblent se former suivant des mécanismes physico-chimiques.

Le terme pelloïdes (ou pelloïdes) est très répandu dans tous les faciès. En fait, la micritisation d'oolites peut entraîner une confusion avec des pelotes fécales ou des gravelles (ou « pseudo-oolites »). La plupart des pelloïdes semble être formés par micritisation de grains carbonatés de toutes origines. Ce processus complexe comprend : des perforations par microvégétaux, une précipitation interne de ciment cryptocristallin et probablement la recristallisation du carbonate pré-existant. Ces mécanismes provoquent à la fin la formation d'un élément cryptocristallin sans structure.

La présence d'intraclastes qui sont des fragments de sédiments carbonatés consolidés précocement, qui ont été fragmentés par l'érosion ou par les agents taraudeurs et qui ont été



peu transportés, ils ont donc une composition voisine de la matrice qui les contient et présentent souvent des formes angulaires (I. Cojan et M. Renard, 1999) indiquant l'existence d'une pente et donc la proximité d'une barrière.

Ce milieu ne présente pas de cimentation drusique, mais plutôt une matrice micritique qui suggère le calme relatif de cette plate-forme.

Ce milieu est soumis périodiquement à des influences gréseuses qui indiquent la proximité d'un continent émergé, et qui est probablement le continent Saharien pendant le Crétacé inférieur (Guiraud, 1973 et Villa, 1980).

L'étude des bancs dolomitiques montre une dolomie de remplacement, dont la présence d'éléments figurés marins infratidaux (fantômes d'oolithes, de fossiles...) militent pour une dolomitisation tardive après enfouissement. Une dolomie de recristallisation de moindre importance s'observe aussi dans toutes les colonnes carbonatées (calcaire dolomitisés) ; elle est le plus souvent liée à la circulation d'eaux magnésiennes, plus ou moins chaudes le long des fractures. La répartition de la forme de la masse dolomitisée étant très variable en fonction du réseau de cassures, et des possibilités d'infiltration entre les bancs.

La présence de stylolites montre l'importance de l'enfouissement qu'à connue cette plate-forme durant le Mésozoïque.

### **III.6- Conclusion :**

L'interprétation des microfaciès carbonatés de la série aptienne de Tizourit et de Boukhendouch, nous à permis de conclure le milieu de dépôt des deux massifs. Il s'agit en fait d'un milieu de formation restreint de plate-forme .

#### IV.1- INTRODUCTION :

L'aspect métallogénique des Aurès (Hodna) et Belezma, est caractérisée par la présence de plusieurs gisements et indices de plomb et Zinc, dont les minerais contiennent parfois du barium, du mercure et du cuivre.

Les résultats des travaux miniers d'exploration et d'exploitation existants au niveau de l'EREM (1967) in A. Boutaleb (2001) et l'analyse des données d'archives ont permis de déterminer, pour ces gisements et indices, la composition minéralogique ainsi que les caractères morpho structuraux (Fig. IV- 01).

#### IV.2-Historique des gisements des Hodna :

Le Hodna de part sa grande extension (environ 120 km d'Est en Ouest et 50 km du Nord au Sud) recèle les minéralisations à Pb-Zn en milieu carbonaté les plus économiques du NE algérien. Il renferme plus de 50% des indices de Pb-Zn connus et totalisent une accumulation métal (Pb + Zn) de l'ordre de 3 Mt (réserves + extraction).

Bien que tous les gîtes de ce district soient connus depuis la fin du siècle dernier, très peu d'études ont été réalisées sur la région (Glaçon, 1967; Popov, 1968 et Touahri, 1987).

Les gisements économiques sont localisés dans la région d'Ain Azel qui renferme plusieurs gîtes stratiformes dont les plus importants sont Ain Kahla, Kherzet Youssef à l'Ouest et Gouzi, Debba et Chaabet El Hamra au Sud-Est(Fig. IV- 01).

Les corps minéralisés constituent des «amas» multicouches, de deux à plusieurs corps minéralisés dans la même strate ou dans plusieurs strates superposées. En outre plus d'une dizaine d'autres gîtes sont connus dans cette zone et font de cette région un véritable «District métallogénique» à Pb-Zn.

Les métaux de base (Pb et Zn) sont les principales substances minérales exploitées dans le passé (surtout les oxydes), mais les travaux de l'ORGM ont mis en évidence des amas à teneurs économiques en Ba et F (Ain Kahla et Gouzi-Debba).

Récemment, l'ORGM a développé plusieurs programmes d'exploration pour la recherche de Pb-Zn dans le Hodna, mais avec peu de résultats positifs.

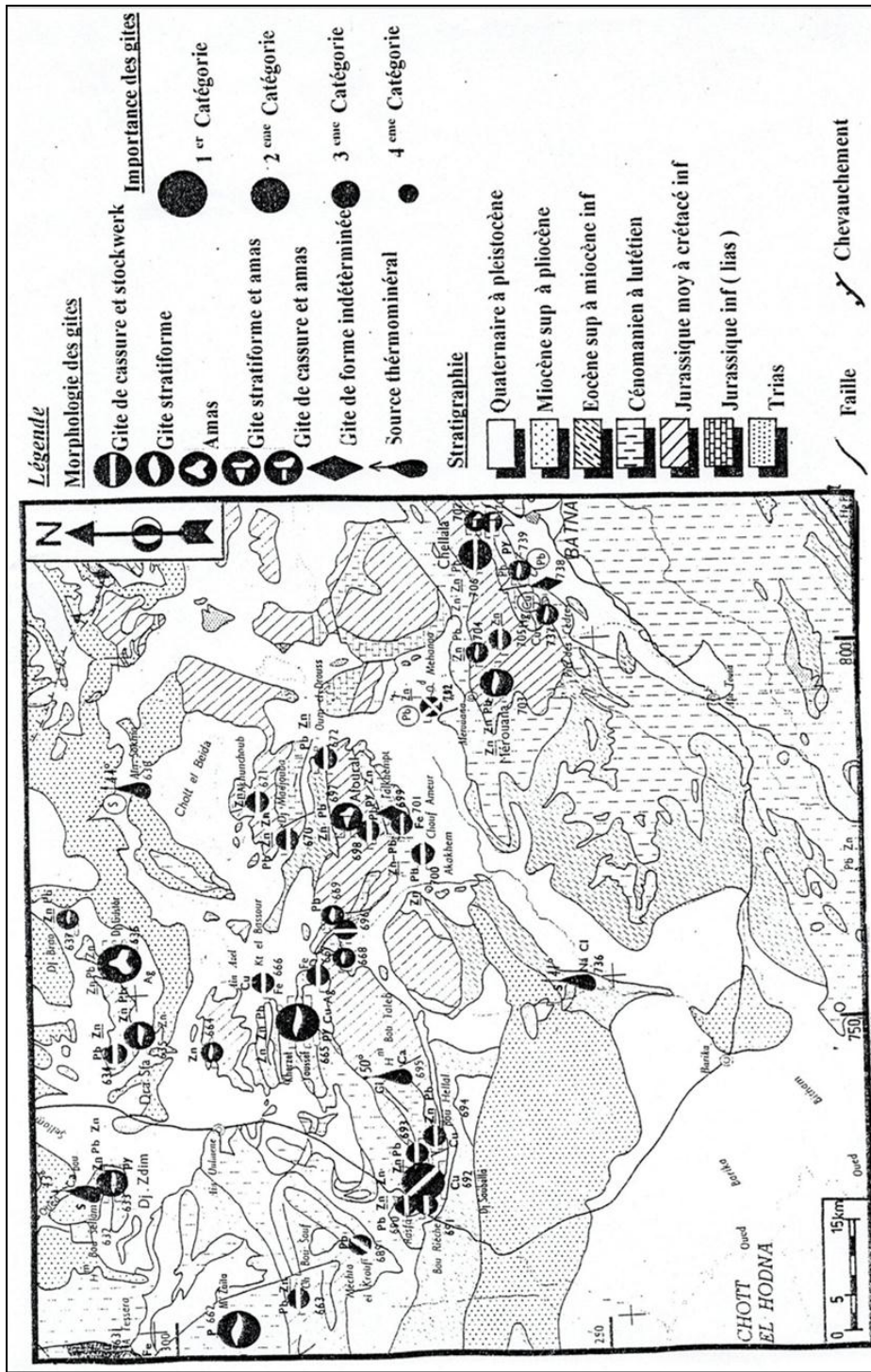
Les études qui ont été faites sur les différents gîtes de la région du Hodna (Bertraneu,1950 ; Glaçon, 1967 ; Popov, 1967 ; Touahri, 1987 ; Khaldi, 1986 ; Boutaleb *et al.*, 1988 ; Beyoud, 1992 et ORGM 2003 ) s'accordent sur l'existence de deux types de minéralisations :

- ❖ Les minéralisations à Pb-Zn (Ba - F) et pyrite stratiformes (d'ailleurs les plusintéressantes sur le plan économique)
- ❖ Les minéralisations veinulées et en remplissage de cassures qui présentent la même composition minéralogique.

#### **IV.3-Historique des travaux antérieurs de la mine de Merouana :**

les travaux sur champs miniers de Merouana datent depuis longtemps, l'exploitation a débuté en 1907 et a fourni en lan de 1000 tonnes du produit calciné à 45% de zinc (le minerai exploite était de la calamite et de la smithsonite). Le minerai sulfuré (sphalérite) était estimé a 900-1000 tonnes de métal (zinc) et des teneur moyenne variant de 6,8 a 10% par le B.R.M.A en 1950- 1951. L'exploitation ancienne était assez dispersée et répartie en plusieurs chantiers les plus importants étaient ceux de Tizourit (sur la rive droit de l'oued de Merouana ) qui s'étagaient à plusieurs niveaux ce quartier a fourni la plus grande partie de la production totale.

Dans la figure .IV- 03 , J GLACON ( 1967), montre un plan du chantier 5 bis dans lequel les amas « calaminaires » reconnus par les anciens exploitants avaient la forme de colonnes droites et allongées sinueuses, entièrement et exclusivement comprises dans le banc de dolomie il existe deux colonnes principales I et II ,la colonne I avait 800m de longueur avec une inclinaison vers le Nord-Ouest , la colonne II, de même caractéristiques a été dépliés , mais les travaux montrent encore au-delà de la colonne calaminaire une véritable « imprégnation » en blende sur prés de 1,60m de distance vertical entre un mur de dolomie et un toit dolomitique et argileux, avec galène. (Fig.IV- 03)



**Les Gite dans les noms et les symboles ne figurent pas sur la carte, 4 eme categorie :**

667 mechta djennane fe , 668 Chabet El Hamra pb zn , 669 Tzila pb / zn py , 693 Abiene pb zn cu , 696 Djebel Meness oriental pb / Cu , 698 Ain Tourit pb zn , 704 Oude el Ma Zn pb , 705 Djebel el Goutas Zn , 707 Djebel kessasia pb , 738 Oude Saboun Fe , 739 Bou-Merseug pb

Fig.IV-01 : Carte des gîtes minéraux de la partie orientale des Monts du Hodna (O.N.I.G.1987)



Fig.IV- 02 :Image montrant la galerie de Tizourit

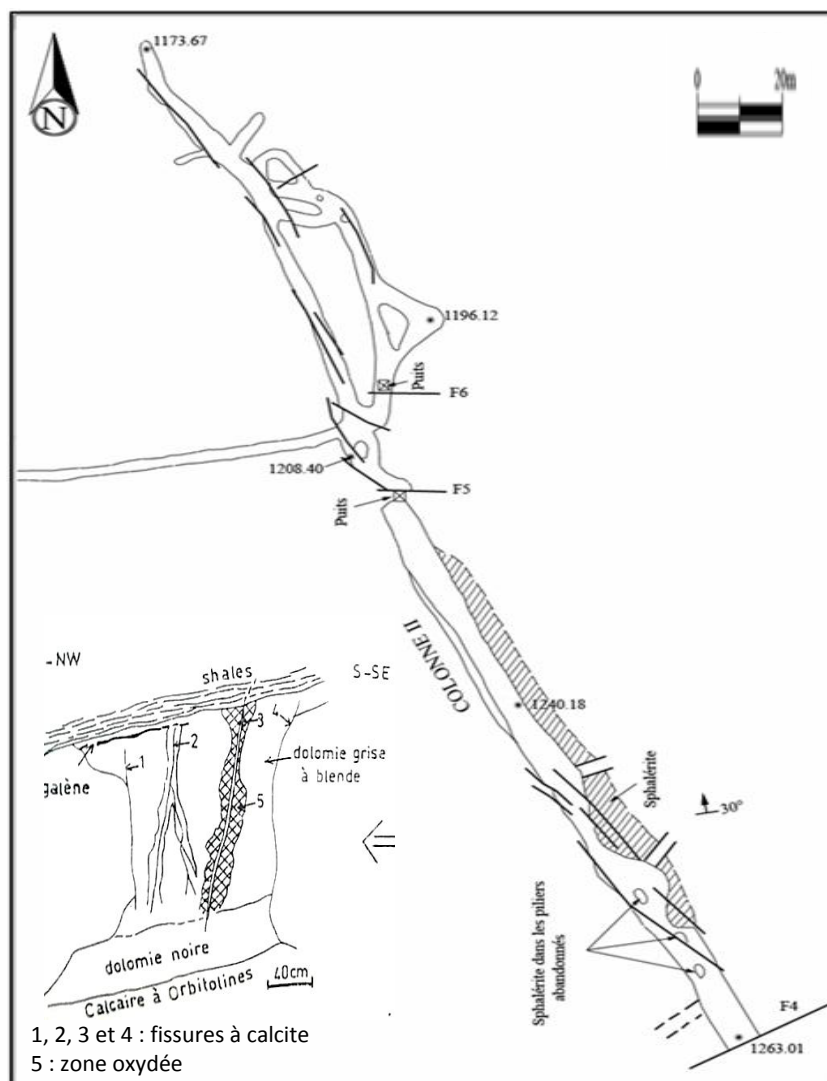


Fig.IV- 03 :Plan du Chantier de Tizourit (J. Glaçons, 1967)

#### **IV.4-Descriptions macroscopiques des minéralisations :**

La minéralisation Zn-Pb est localisée à Djebel Boukhendouch (à 600 m de la rive gauche de l'oued Merouana) et à Djebel Tizourit (sur la rive droite de l'oued Merouana) au sein de deux barres dolomitiques Aptiennes dont l'épaisseur atteint 3m (Fig. III- 1). Il s'agit dans les deux cas d'une minéralisation disséminée dans un encaissant dolomitique moyennement grenue de couleur grisâtre à brunâtre marquée parfois par une oxydation intense et une fracturation à remplissage calcitique.

L'échantillonnage a été effectué dans la barre dolomitique inférieure située au-dessus du banc repère qui est le calcaire à orbitolines et au niveau des haldes.

À l'échelle macroscopique, les minéralisations sulfurées et leur produit d'altération se présentent comme suit :

##### **IV.4.1-Minéralisations sulfurées :**

Elles sont représentées par la sphalérite (ZnS) et la galène (PbS).

###### **a) La sphalérite :**

La Sphalérite est le sulfure le plus fréquent dans le gisement de Merouana, elle présente des couleurs variables jaune mielleux à brune et un éclat résineux. Ce sulfure est soit à texture massive ou sous forme de grandes plages millimétriques, en cristaux automorphes à subautomorphes disséminés dans un encaissant dolomitique (Pl.VI-1 Fig.01 et Fig. 03).

###### **b) La galène:**

La galène est moins abondante que la sphalérite. Macroscopiquement, elle se présente en cristaux de taille centimétrique à pluricentimétrique à éclat métallique vif de couleur gris plomb et présente des clivages cubiques parfaits.

Ces cristaux de galène sont disséminés dans un encaissant dolomitique de couleur brunâtre et se présentent parfois sous forme de remplissages de fractures inframillimétrique (Pl.VI-1 Fig. 02).

#### **IV.4.2- Minéralisations ferrifères :**

##### **a)L'hématite :**

L'hématite est présente en surface et envahit quelques bancs carbonatés. Ce minerai se présente en masse terne sans cristaux apparents, en remplissage des fissures. Parfois ces fissures intenses, d'ouvertures variantes donne à la roche un aspect bréchiqque.

##### **b)La limonite:**

C'est une variété terreuse brunâtre à éclat terne de masse pulvérulente qui se présente en grain fin (inferieur à 1mm) libres dans le fond des cellules de boxworks, ou en masse de grains accolés les uns aux autres dans les fractures et les pores(Pl VI-1 Fig. 04).

#### **IV.4.3- Minéraux de gangue :**

##### **a)La dolomie spathique :**

Elle est de couleur blanche, reconnue par son résultat négatif à l'acide chlorhydrique. Elle précipite dans des cavités pluri millimétriques à centimétriques, ou remplace des fossiles. Cette dolomie spathique est liée dans la plus part des cas à la sphalérite. (Pl VI-1 Fig. 03).

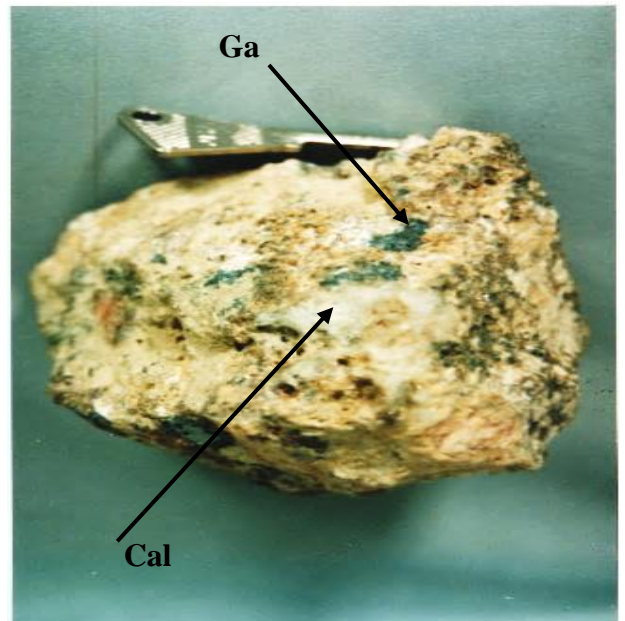
##### **b)La calcite :**

Elle se présente en faciès granulaire ou saccharoïde, en remplissage de géodes, de couleur blanche à transparente à éclat vitreux. Elle est dans la plupart des cas en contact avec la galène et associée à la limonite. (Pl VI-1 Fig. 02 et 04).

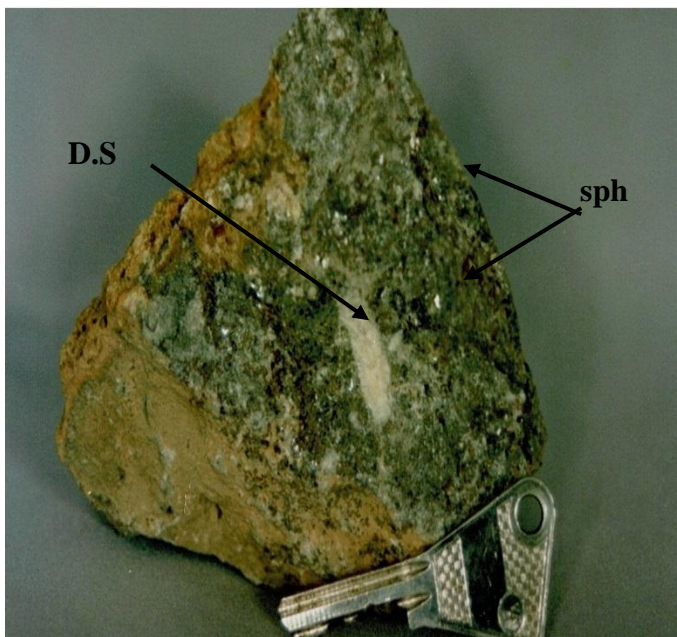
**PLANCHE IV-1**



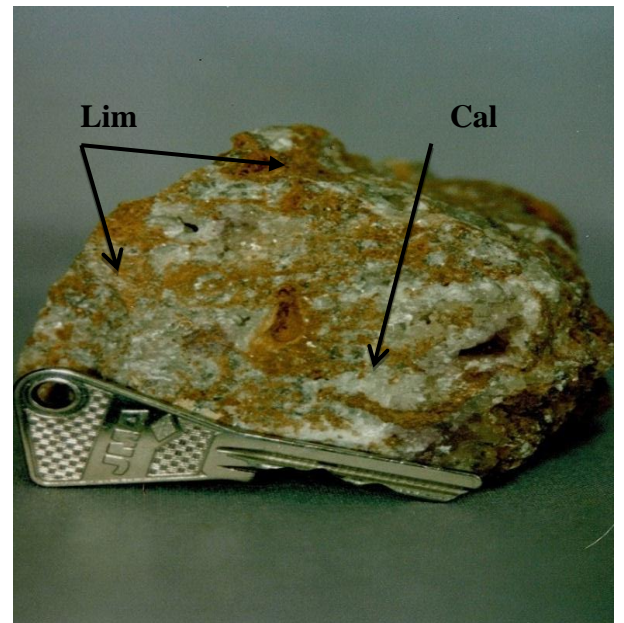
**Fig. 01 :** Cristaux de sphalérite disséminés dans un encaissant dolomitique.



**Fig. 02 :** Cristaux de galène et de calcite dans un encaissant dolomitique.



**Fig. 03 :** Dolomie spathique dans une cavité, associée à des cristaux de sphalérite.



**Fig. 04 :** Calcite saccharoïde associée parfois à des géodes à remplissage limonitique.

**Abréviation :** Ga : Galène, Sph : sphalérite, Cal : calcite, D.S : Dolomie spathique, Lim : limonite



#### **IV.5-Descriptions microscopiques des minéralisations :**

Nous tenons avant tout à remercier notre encadreur qui a mis à notre disposition des sections polies afin de compléter ce chapitre. L'observation de ses sections polies et des lames minces, nous a permis d'identifier plusieurs minéraux :

##### **IV.5.1- Les minéraux métalliques :**

###### **a) La sphalérite :**

C'est le minéral métallique le plus abondant, elle est de couleur grise, à faible pouvoir réflecteur en lumière polarisée non analysée et isotrope à réflexion interne brun-jaune orange en lumière réfléchi. Elle se développe en cristaux subautomorphes à automorphes et participe au remplacement de la dolomie moyenne qui se trouve en inclusion au sein de la sphalérite (Pl. IV- 4 Fig. 01 et 02).

Cette sphalérite peut être associée aux petites plages de pyrite (Pl. IV- 2 Fig. 01 et 02) et présente des altérations en smithsonite (Pl. IV- 3 Fig. 04 et 05).

###### **b) La galène :**

La galène est moins abondante que la sphalérite et se présente sous forme de cristaux xénomorphes, de couleur blanche à pouvoir réflecteur assez élevé (plus faible que la pyrite), son clivage est net et elle présente de nombreux arrachement triangulaires qui sont caractéristique du minéral. En lumière polarisée analysée, elle est isotrope (à légèrement anisotrope) et ne présente pas des réflexions internes (Pl. IV- 2 Fig. 03 et 04).

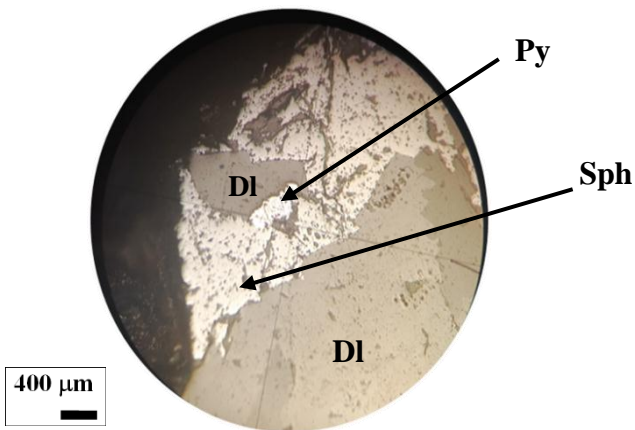
Cette galène est altérée en cérusite qui se présente sous formes d'auréoles autour de la galène, ou le long de ses clivages, elle peut se présenter également sous forme de plages xénomorphes (Pl. IV- 3 Fig. 01 et 02).

###### **c) La pyrite :**

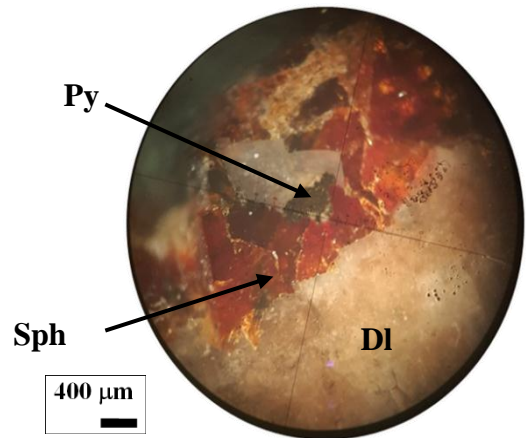
La pyrite est peu abondante, elle est invisible sur terrain, et ne s'observe qu'au microscope. Elle se reconnaît par sa couleur jaune très claire à pouvoir réflecteur élevé en lumière polarisée non analysée (supérieur à la galène) et par son isotropie en lumière polarisée analysée.

Ce minéral est caractérisé par des pyritoèdres disséminés dans un encaissant dolomitique et dans la sphalérite (Pl. IV- 2 Fig. 01 et 02), où on remarque que les cristaux suivent parfois les contacts intergranulaires de la dolomie.

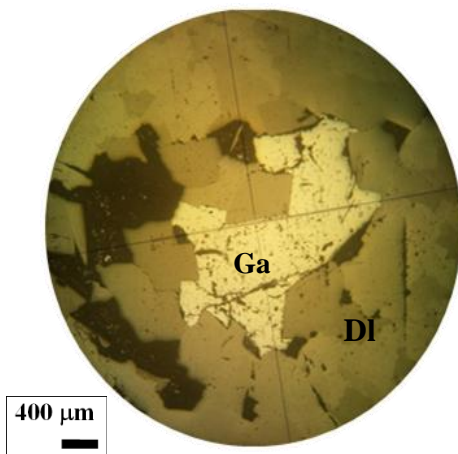
**PLANCHE IV- 2**



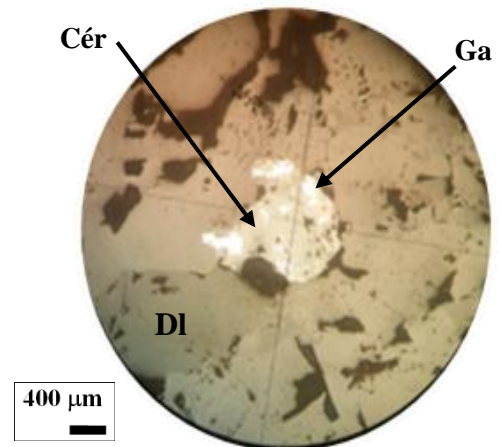
**Fig. 01 :** Une plage de pyrite en contact Avec la dolomite et entourée par la sphalérite (,lumière polarisée analysée.



**Fig. 02 :**Section précédente en (LPA)



**Fig. 03 :** Section polie montrant la galène qui remplace la dolomite (LPN)



**Fig. 04 :** Galène altérée en cérusite dans une gangue dolomitique (LPA)

**Abréviation :** Ga :Galène, Py : Pyrite, Sph : sphalérite, Dl : Dolomite.

#### **IV.5.2- Les minéraux d'altération :**

##### **a) La cérusite :**

Elle est de couleur grise avec un pouvoir réflecteur plus faible que celui de la blende et présente une anisotropie nette dans le gris foncé avec des réflexions internes. Ce minéral est le produit d'altération de la galène, il l'entoure sous forme d'auréole, ou se rencontre encore le long de ses clivages (Pl. IV- 2 Fig. 04)

La cérusite se manifeste encore à l'intérieur des vides laissés par la dissolution de l'encaissant carbonaté dolomitique. (Pl. IV- 3 Fig. 01 et 02)

##### **b) La smithsonite :**

Ce minéral est le produit d'altération de la sphalérite, il se présente sous forme d'auréole autour de la sphalérite ou au sein de cette dernière le long des fissures. La sphalérite est partiellement remplacée par la smithsonite elle est parfois totalement remplacée par cette dernière. (Pl. IV- 3 Fig. 03 et 04).

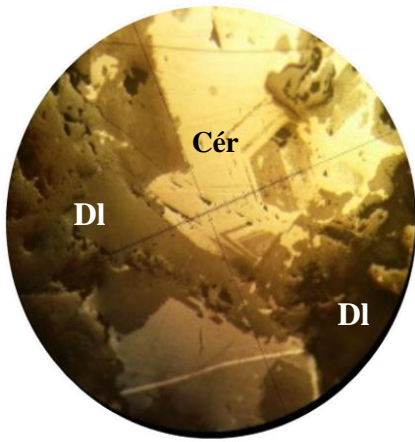
Ce minéral est de couleur gris clair avec un pouvoir réflecteur plus faible que la blende, bon polie avec pléochroïsme net et anisotropie en lumière polarisée analysée

#### **IV.5.3- Les minéraux de gangue :**

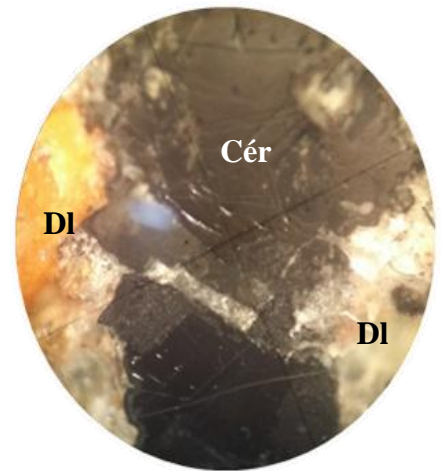
Le minéral principal représentant la gangue est la dolomite. En raison du processus de dolomitisation ayant affecté l'encaissant des minéralisations zincifères, la dolomite est abondante notamment au niveau des zones de fractures.

Plusieurs types de dolomite ont été distingués ; dolomite finement à moyennement grenues et dolomite rhomboédrique baroque grossière de 150 à 700 micron (Pl. IV- 4 Fig. 01 et 02).

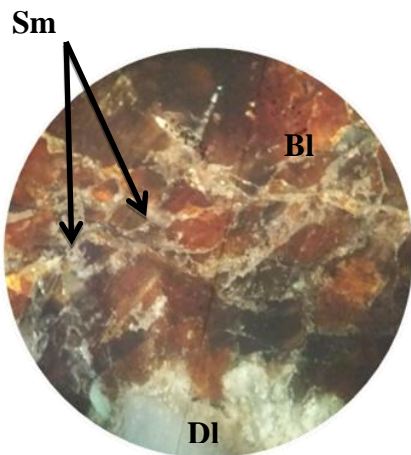
**PLANCHE IV- 3**



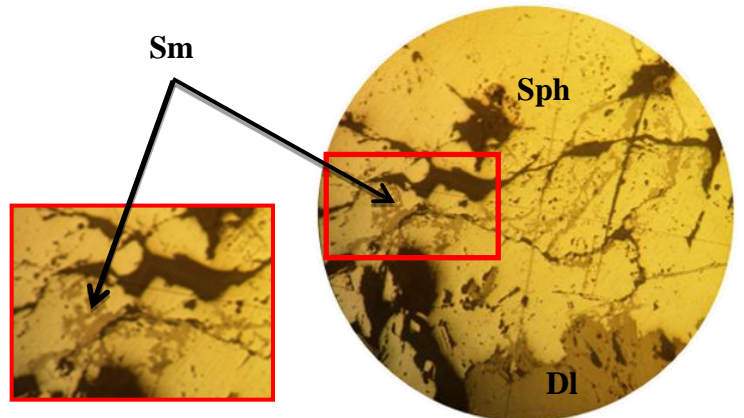
**Fig. 01** :Plage de cérusite dans un vide de dissolution de la dolomite (LPN, Obj.x10)



**Fig. 02** : Section précédente en (LPA, Obj.×10)



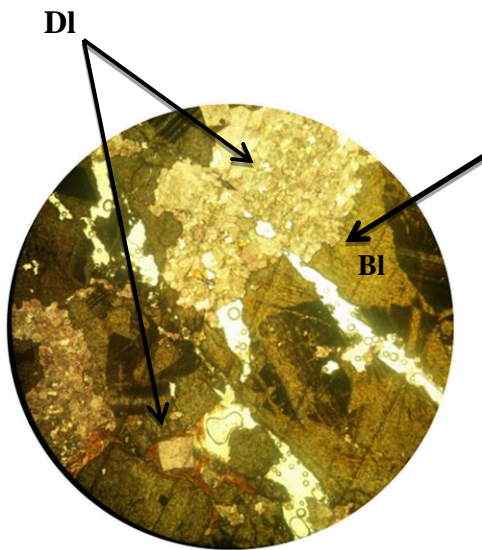
**Fig. 03** : Figure d'altération de la blende en smithsonite (LPA, Obj.x10)



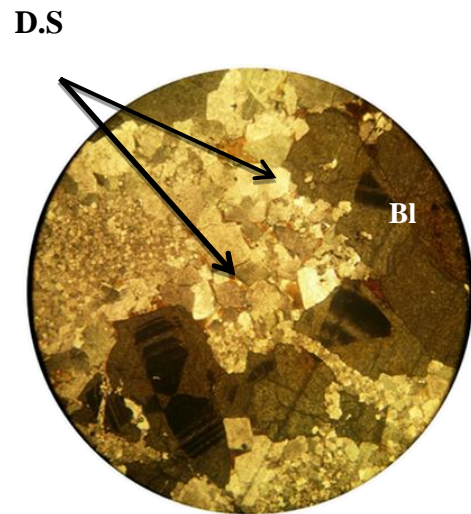
**Fig. 04** : Section précédente en (LPN, Obj.×10)

**Abréviation** : Sm: Smithsonite, Cér :Cérusite, GI : Galène, Sph : sphalérite, DI : Dolomite

**PLANCHE IV- 4**



**Fig. 01 :** Lame mince montrant l'inclusion de dolomite dans la sphalérite (LPA, Obj.x10)



**Fig 02:** Lame mince montrant la dolomite baroque et dolomite finement grenus remplacées par la sphalérite

**Abréviation :** Bl : Blende (sphalérite), DI : Dolomite, D.S : Dolomite Spathique (baroque)

**IV.6- Chronologie relative :**

Les observations macroscopiques et microscopiques relatives aux relations mutuelles entre les différentes phases minérales constitutives des minéralisations de la mine de Merouana a permis de mettre en évidence des phénomènes de dolomitisation, et de mise en place hydrothermale des minéraux utiles et de gangue et des processus d'altération supergène. La succession paragénétique récapitulée dans le tableau ci-dessous résume l'ensemble de ces observations :

Minéraux	Minéralisation Diagénétique		Minéralisation Epigénétique	Minéralisation Supergène
Dolomite fine et moyenne	—	F		
Calcite		R	—	
Dolomite baroque		A		—
Quartz	—	C		
Pyrite	—	T		
sphalérite		U	—	
Galène		R		
Smithsonite		A	—	
Cérusite		T	—	
Oxyde de fer		I		—
		O		
		N		—

**Fig.IV-04 : Succession paragénétique probable dans les minéralisations**

D'après les observations précédentes nous constatons que les minéraux de cette paragenèse se répartissent en plusieurs phases :

Une phase diagénétique représentée par la formation de l'encaissant calcaire et sa dolomitisation partielle qui se traduit par les différents types de dolomies fine et moyenne rencontrées : à cœurs sombres, oxydées, gréseuses... Cette première phase sédimentaire contient accessoirement la formation de grains de pyrite diagénétique ainsi que du quartz détritique.

Une deuxième phase hydrothermale épigénétique se poursuit par un épisode de fracturation qui a permis aux fluides hydrothermaux enrichis en éléments chimiques le dépôt de la galène et la blende et se poursuivent tardivement par le dépôt de la dolomite baroque.

Suite à ces dépôts, une dernière phase d'altération supergène a exposé les différentes minéralisations aux conditions de surface. Cette exposition a provoqué l'oxydation des principaux minéraux primaires des minéralisations pour produire des minéraux secondaires d'altération. Ainsi la galène s'est altérée en cérusite et la blende en smithsonite.

Les résultats des données thermométriques obtenus à partir des études effectuées par M. Bara, O. Haddouche et A. Boutaleb (2016) sur les inclusions fluides de certaines phases minérales de la sphalérite et la dolomite baroque de Merouana sont consignés sur le tableau suivant :

	Sphalérites	Dolomites
Températures d'homogénéisation (TH)	90 – 130 °C	90-290 °C
Températures fusion de la glace (Tfg)	-12 à -19°C	-12 à -19.5°C
Salinités (S) %	15.80 à 20.78 %	14 à 20.97 %
Températures (Te)	-35 à -53°C	-49 à -55°C
Températures fusion de l'hydrohalite (Tfhh)	-22 à -31°C	-21 à -26°C
NaCl %	3.72 à 13.02 %	5.58 à 14.26 %
CaCl <sub>2</sub> %	6.2 à 14.07 %	5.89 à 14.57%

Fig.IV- 05 : tableau des inclusions fluides de certaines phases minérales de la sphalérite et la dolomite baroque de Merouana.

L'étude microthermométrique des inclusions fluides piégées par les phases minérales étudiées dans le gîte de Merouana a permis de constater que : Les minéraux de Merouana sont caractérisés par une double diminution de la Th et de la Tfg, due probablement à une dilution ou à l'arrivée d'un fluide tardif moins chaud et moins salé responsable de la mise en place de la dolomite post-minérale et de la galène.



## Conclusion générale :

Le gisement de Merouana se localise sur le versant Nord des monts de Belezma dans la zone de jonction de la terminaison orientale des monts du Hodna, avec la partie SW des monts de Belezma, il représente le flanc Nord d'une structure anticlinale à cœur Jurassique de direction NE-SW.

Ce gîte faisant partie géologiquement de l'ensemble autochtone aurésien, est limité dans sa partie septentrionale par les massifs de Mestaoua et dans sa partie méridionale par les Monts de Batna.

Les principales séries stratigraphiques du secteur de Merouana sont attribuées au Crétacé inférieur, comprenant essentiellement le Barrémien et l'Aptien en série monoclinale :

La série barrémienne est représentée par des argiles bariolées et des grès abondants silicifiés et des calcaires à Orbitolines.

L'Aptien est représenté par une alternance des marnes, des calcaires à Orbitolines, des calcaires dolomités et des dolomies grises sombre à grain moyen bitumineux.

L'analyse microscopique de l'aptien carbonaté a permis d'identifier plusieurs microfaciès dominés par des packstones et des wackestones. La faune identifiée consiste principalement en : lamellibranches, gastéropodes, débris d'échinodermes, spécules d'oursins et quelques foraminifères. À ces allochèmes s'ajoute des oolithes, des pellesoïdes et des lithoclastes.

Tous les critères de caractérisation de la sédimentation carbonatée de Merouana montrent une appartenance au l'Aptien à une plate forme interne peu profonde sans atteindre la barrière.

Les minéralisations de Merouana se trouvent dans la barre dolomitique de l'Aptien supérieur, sous forme de remplissage de fissures de directions diverses, à remplissage généralement de sphalérite et galène et associées à de la dolomite blanche.

L'étude microscopique montre que les minéralisations présentent une paragenèse simple à Sphalérite, Galène, Dolomite, et accessoirement pyrite. Les minéraux d'altération supergènes sont représentés par la Smithsonite et la cérusite.

Les résultats microthermométrie relatifs aux températures d'homogénéisation (Th) obtenues à partir des mesures effectuées sur les inclusions fluides contenues dans la sphalérite

et la dolomite (M. Bara *et al* 2016) montrent que la sphalérite est probablement due à la circulation d'un fluide moins chaud (90 – 130°C), alors que la dolomite tardive (post minérale) est issue d'un fluide plus chaud (90 - 290°C).

La salinité du fluide minéralisateur est marquée par des chiffres allant de 14.00 – 20.97% équi.NaCl. Cette salinité serait celles de fluide géoprésurés expulsés du bassin sédimentaire.

## BIBLIOGRAPHIE

- **Bär, C, B. (1957)** : Etude géologique de la feuille au 1/50.000 d'Ain M'lila (Algérie). *Publ. Serv. Géol. Algérie, Bull, n°9.*
- **Bara, M., Haddouche, O. et Boutaleb, A. (2016)** : Les minéralisations à Zn-Pb de Merouana (Monts de Belezma, N-E de l'Algérie) : Contexte Géologique et apport de l'étude des inclusions fluides. *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie.*
- **Boutaleb, A. (2001)** : Les minéralisations Pb-Zn du domaine Sétifien-Hodna : Gîtologie, pétrographie des dolomies, microthermométrie et implications métallogénique. *Thèse. Doct. D'Etat, USTHB (FSTGAT), Alger. Algérie.*
- **BERTRANEU, M., (1950-1952)** - Contribution à l'étude des Monts du Hodna; le massif de boutaleb, pub. serv. géol. algérie, nouvelle série, bull. n0 4.
- **Bureau, D. (1971)** : le crétacé inférieur des monts de batna (aurès). lithologie et premières observations lithostratigraphiques. *bull. soc. géol de france (7), xiii, n°3-4, pp.374 à 385.*
- **BEYOUND, Z., (1992)** - Les tidalites carbonatées et les minéralisations à Pb-Zn-Ba-F du jurassique inf. et moy. de ain azel (hodna-algérie). thèse de docteur de l'inpl. Nancy 162 p.
- **Boutaleb, A. (2001)** : Les minéralisations Pb-Zn du domaine Sétifien- Hodna : Gîtologie, pétrographie des dolomies, microthermométrie et implications métallogénique. *Thèse. Doct. D'Etat, USTHB (FSTGAT), Alger. Algérie.*
- **Bureau, D. (1971)** : Le Crétacé inférieur des Monts de Batna (Aurès). Lithologie et premières.
- **Bureau, D. (1972)** : Esquisse géologique des monts du Belezma. *Publ. Serv. Géol. Algérie, (Nlle série) Bull, n°45, pp.73 à 92.*
- **Bulletin du service géologique de l'algerie.** Miniraisation with **pb-zn** of merouawa (belazmamounts ,N-E Algeria ): geological context ans contribution of the fluidinclusions study.
- **Crawford, M.L.1981** Phase equilibria in aqueous fluide inclusion minéral. *associé .canada short cours herd-book .6.pp75-100 .*
- **CHI ,GX , AND NI , P . 2007 .**Equation for calculation of  $\text{NaCl} / (\text{NaCl} + \text{CaCl}_2)$  .*acta petrologica sinica ,vol . 23 .pp . 33 – 37 .*
- **Cojan, I et Renard, M. (1999)** : Sédimentologie. *Edition Dunod – Paris.*

- **Dunham, R.J. (1962).** "Classification of carbonate rocks according to depositional texture". In Ham, W.E. Classification of carbonate rocks. American Association of Petroleum Geologists Memoir. 1. p. 108–121.
- **D.F.Sibley et J.M.Gregg (1987) :** La méthode scientifique de distribution de la taille et de la forme des cristaux.
- **FERKOUS Haroune 2007 :** interprétation géostatistique des données semi-quantitatives d'une campagne de prospection géochimique des polymétaux : cas du district de batna (algérie orientale).pp 6\_11.
- **Glaçon, J. (1967):** Recherche sur la géologie et les gîtes métallifères du tell Sétifien (algérie). Publ. Serv. Géol. Algérie, (Nlle série) Bull, n°32.
- **GLAÇON J. (1952) -** Les monts du Hodna (Partie orientale) XIX e Congrès de Géologie, Alger ; Mon. Rég. 1ère Série , Algérie, n° 7.
- **GUIRAUD R. (1967) -** Esquisse géologique du Dj. Guetiane -Tachrit (Monts du Hodna, Département de Batna). Publ. Serv. Géol. Algérie, (Nelle série), Bull. N°35, pp. 63-76.
- **GUIRAUD, R., (1990) -** 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 Doct. Sci. Univ. Nice, 259 p. Mémoires n03, Publ. de l'ONIG, Alger.
- **GUIRAUD R. (1971) -** Aperçu sur les principaux traits stucturaux du Hodna et des régions voisines .Publ. Serv. Géol. Algérie, (Nelle série) , Bull. N°41, pp. 45-49.
- **GUIRAUD R. (197 3) -** 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. Revue de Géographie physique et de géologie dynamique (2) , Vol. XVII, fasc. 4, pp. 427-446. Paris.
- **Guellal, S & Vila, J (1973):** Etude géologique du permis Ain Baida. *Rapport. Inédit (SONATRACH).*
- **Guiraud, R. (1990):** Evolution post-triasique de l'avant pay de la chaîne alpine en Algérie. (*d'après l'étude du bassin du hodna et les régions voisines*), mémoire n°31 université d'avignon, faculté des sciences labo de géologie.
- **KHALDI, A., (1987) -** Le gisement de Kherzet Youssef: une minéralisation Pb-Zn-Fe-(Ba) stratiforme dans le membre médian marno-carbonaté du Barrémien

de la région, de Ain Azel (Hodna, Algérie), Th. Doct; 3 cycle, ENSG Nancy, 439 p.

- **Houérou, Le. & Claudin (1972)** : North Africa ; Past, Present, Future. in « Proceedings of the international conference on arid lands in transition » : 227-278. Amer. Ass. Adv. Sc., Washington D.C.
  - **Laffite, R. (1939)** : Etude géologique de l'Aurès. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie. 2ème série, strati. Descriptions régionales n° 15*.
  - **Purser, B.H. (1980)** : Sédimentation et diagénèse des carbonates néritiques récents (tome 1). *Edit Technip- Paris*.
  - **Sangster, D.F. (1990)** - Mississippi Valley-type lead-zinc. In. *Geology of Canadian mineral deposit types* (Eckstrand, O.R.; Sinclair, W.D. & Thrope R.I., eds.), Geological Survey of Canada 8, 253-261.
  - **Sonarem (1967)** - Rapport sur les travaux de prospection géologique dans les monts Batna -Aurès, 1966-67. - 194 p., 22 pl.ht.
  - **Sangster, D.F. (1990)** - Mississippi Valley-type lead-zinc. In. *Geology of Canadian mineral deposit types* (Eckstrand, O.R.; Sinclair, W.D. & Thrope R.I., eds.), Geological Survey of Canada 8, 253-261.
  - **Sverjensky D.A. (1981)** - The origin of a Mississippi Valley Type deposit in the Viburnum Trend Southeast Missouri. *Econ. géol.* Vol. 76, pp. 1848-1872.
- SAVORNIN J. (1920)** – Etude géologique de la région du Hodna et du plateau sétifien. *Bull. n° 7, Serv. Carte Géol. Algérie, 2ème série*.
- **Sverjensky D.A. (1981)** - The origin of a Mississippi Valley Type deposit in the Viburnum Trend Southeast Missouri. *Econ. géol.*, vol. 76, pp. 1848-1872.
  - **SONAREM (1967)** - Rapport sur les travaux de prospection géologique dans les monts Batna– Aurès, 1966-67. - 194 p., 22 pl.ht.
  - **Site internet :** <https://www4.ac-nancy-metz.fr/base-geol/fiche.php?dossier=127&p=3descrip>
  - **TOUAHRI, B., (1987)** - Géochimie et métallogénie des minéralisations à Pb-Zn du Nord de l'Algérie. Th. Doct. Sc. Univ. Paris VI, 380 p.
  - **TOUANSA, R. (2015)** : Stratigraphie, sédimentation et paléoenvironnement de la

série jurassique du Dj.Kasserou (Monts de Batna). *Mémoire de Magister, Université El Hadj Lakhdar de Batna*, 131 pages, Algérie.

- **O RGM (2000-2003)** :un rapport sur la prospection des poly métaux dans le hodna oriental ,2000-2003.
- **Observations lithostratigraphique.** Bull. Soc. Géol de France (7), XIII, n°3-4, pp.374 à 385.
- **POPOV, A. (1968)** - Les types morphologiques et la répartition des gisements de zinc et de plomb en Algérie. Ann. Mines. Géolo. Tunis, n0 23, p. 103-203.
- **Popov, A. (1976)** : Les gisements de fer en Algérie. In H.W. Wlther & A. Zitzmann (eds) : *The iron ore deposits of Europe and adjacent area, vol.1, pp. 83-89.*
- **Vanko et al., 1988 ; Crawford, 1981 ; Chi et Ni, 2007.**
- **Vila, J. M. (1977)** : Notices explicatives de la carte géologique au 1/50.000 : Ain Yaghout (146), AinKercha (147), Ain el Ksar (173), Tazoult (201) et Boulhilet (174).
- **VANKO D. A. (1988)** – Synthetic fluid inclusions: VIII. Vapor-saturated halite solubility in part of the system NaCl- CaCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O with application to fluid inclusion from oceanic hydrothermal system: *Geochemica Cosmochemica Acta*, v. 52, p.2451.
- **Vila, J. M. (1977)** : Notices explicatives de la carte géologique de Merouana n° 172, échelle 1/50.000.
- **Vila, J. M. (1977)** : Notices explicatives de la carte géologique au 1/50.000 : Ain Yaghout (146), Ain Kercha (147), Ain el Ksar (173), Tazoult (201) et Boulhilet (174).
- **Vila, J. M. (1980)** : La chaîne alpine d'Algérie nord-orientale et des confins algéro-tunisiens. *Thèse Doct. d'Etat, Univ. P. et M. Curie, Paris VI, 665p.*
- **Vila, J. M. (1977)** : Notices explicatives de la carte géologique au 1/50.000 : Ain Yaghout (146), Ain .
- **Vila, J. M. (1980)** : La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisien. *Thèse de doctorat d'état, université Pierre et Marie Curie – Paris VI, 663p.*
- **Vila, J. M. (1980)** : La chaîne alpine d'Algérie nord-orientale et des confins algéro-tunisiens. *Thèse Doct. d'Etat, Univ. P. et M. Curie, Paris VI, 665p.* Kercha (147), Ain el Ksar (173), Tazoult (201) et Boulhilet (174).
- **Wildi, W. (1983)** : La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : Structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. *Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys., vol. 24.*