

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**

جامعة مولود معمري

FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES GÉOLOGIQUES



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

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

Par : **HAMZAOUI Thanina**

Et

**MASSOUT Ahmed**

**Thème :**

**Caractérisations géologiques et gîtologiques des concrétions barytiques du  
Crétacé supérieur de la région des Bibans et typologie des inclusions fluides  
associées.**

Soutenu publiquement le 19/09/2023 devant le Jury composé de :

Mr. SAMI Lounis

Professeur à l'UMMTO

Président.

Mr. HAMIS Ahmed

M.C.B à l'UMMTO

Examineur.

Mlle. GACI Nabila

Maitre Assistante Classe A à l'UMMTO

Promotrice.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions **DIEU** le tout puissant qui nous a éclairé le chemin de la réussite et du savoir.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. C'est avec reconnaissance qu'on partage ce travail avec vous.

On souhaite remercier tout particulièrement notre encadrante **Mlle N. GACI** pour ses conseils éclairés tout au long de ce projet. Son expertise et sa patience ont été inestimables.

Nos remerciements vont également à **Mr. L. SAMI** qui a bien voulu présider le jury.

On tient également à présenter nos remerciements à **Mr. A. HAMIS** pour l'honneur qu'il a fait en acceptant de juger notre travail.

Nos remerciements vont à tous les enseignants et les ATS du département des Sciences Géologiques, à leur tête **Mme. ABDE RAHMANI** pour son orientation lors de notre confection des lames mince au sein de l'atelier de notre département.

On n'oubliera jamais l'aide de **Mme. N. BEDJA OUI** du laboratoire (CETIM) qui par un simple email, a répondu présente, nous a facilité toutes les analyses nécessaires pour l'étude minéralogique des concrétions à barytine.

On tient également à remercier nos familles pour leurs soutiens indéfectibles, ainsi que nos amis et collègues qui nous ont encouragés et inspirés tout au long de cette aventure académique. Enfin, je n'oublie pas les enseignants, et toutes les personnes qui ont partagé leurs connaissances et leurs ressources, contribuant ainsi à l'enrichissement de ce travail. Ce mémoire n'aurait pas été possible sans chacune de ces personnes. Merci du fond du cœur pour votre soutien continu.

## Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

*A mes chers parents, je ne saurés assez les remercier, eux qui m'ont donné le courage d'aller de l'avant même dans les pires moments. Dieu vous garde.*

*A toi ma chère mère qui m'encourage et qui m'entoure d'amour. A toi mon cher père qui m'a favorisé tous les moyens pour ma réussite.*

*A mes chers frères : Ghiles qui a mis tout en œuvre pour ma réussite, Massinissa qui a répondu présent en toutes circonstances, Kocella malgré ton éloignement ta su m'aider et m'encourager.*

*A ma sœur adoré Thiziri, mon altere égal avec qui j'ai partagé ce chemin de réussite, je te souhaite beaucoup de succès, à ma belle-sœur Tinhinane, qui m'a toujours tendue la main.*

*A toutes les personnes qui m'ont soutenue durant la préparation de ce travail notamment MASSOU Ahmed mon binôme, à tous mes camarades de section en particulier : Lynda, et Samira.*

*A mes meilleures amies : Ourida, Marzouka et Sadia merci d'être la toujours pour moi a tous mes bons et mauvais moments.*

*A toutes les personnes ayant aidé de près ou de loin, même avec un mot gentil, pour la réalisation, au bon déroulement et à l'accomplissement de ce travail je vous dis merci.*

*H. Thanina*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à toute ma famille, mes parents, à mes amis et à tous ceux qui ont veillés à ma réussite.*

*M. Ahmed*

# SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des planches

Liste des abréviations

Sommaire

## CHAPITRE I : GENERALITES ..... 1

1 : INTRODUCTION .....	2
2 : GENERALITES : .....	3
2.A : Définition de la Barytine : .....	3
3 : BUT DU TRAVAIL : .....	4
4 : METHODES DE TRAVAIL : .....	4
5 : CADRE GEOGRAPHIQUE : .....	5
6 : HISTORIQUE DES TRAVAUX ANTERIEURS : .....	6

## CHAPITRE II : CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL DES BIBANS ..... 8

1 : INTRODUCTION : .....	9
2 : STRATIGRAPHIE : .....	10
2.A : Le Trias : .....	12
2.B : Le Jurassique : .....	13
2.C : Le Crétacé : .....	13
2.D : Le Paléogène : .....	16
2.E : Le Néogène : .....	17
2.F : Quaternaire : .....	17
3 : TECTONIQUE REGIONALE : .....	17
3.A : La tectonique souple : .....	18
3.B : La tectonique cassante : .....	18
3.C : Les structures diapiriques : .....	19
4 : CONCLUSION .....	19

## CHAPITRE III : GEOLOGIE DES SECTEURS D'ETUDE..... 20

1 : KOUDIAT DJEBASSA : .....	21
1.A : Introduction : .....	21
1.B : Aspect lithologique : .....	22

1.C : <i>Tectonique</i> :.....	33
2 : SIDI ZIANE :.....	36
2.A : <i>Introduction</i> :.....	36
2.B : <i>Aspect lithologique</i> :.....	37
2.C : <i>Tectonique</i> :.....	41
3 : CONCLUSION : .....	44
<b>CHAPITRE IV : ETUDE GITOLOGIQUE. ....</b>	<b>45</b>
1 : INTRODUCTION : .....	46
2 : DESCRIPTION ET MORPHOLOGIE DES CONCRETIONS DE BARYTINE : .....	46
2.A : <i>Découverte</i> : .....	46
2.B : <i>Morphologie</i> :.....	48
2.C : <i>Minéralogie</i> :.....	55
3 : COMPARAISON ET CONCLUSION : .....	59
<b>CHAPITRE V : LES INCLUSIONS FLUIDES.....</b>	<b>61</b>
1 : INTRODUCTION : .....	62
2 : TECHNIQUE ANALYTIQUE : .....	63
3 : TYPOLOGIE DES INCLUSIONS FLUIDES : (PLANCHE 7) .....	63
4 : CONCLUSION : .....	63
<b>CHAPITRE VI : CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>65</b>
CONCLUSION GENERALE .....	66

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Photo satellitaire montrant la localisation des deux secteurs d'étude dans la région des Bibans par rapport à la capitale Alger (Google Earth, 2023). .....	6
<b>Figure 2:</b> Carte structurale simplifiée du Tell Central algérois ( d'après Wildi, 1983). .....	9
<b>Figure 3 :</b> Colonne stratigraphique synthétique sans échelle de la région des Bibans (d'après : J. Savornin (1920), A. Caire (1957), M. Keiken (1974-1976), Wildi (1983), O. Kirèche (1993) J.M.Vila (1981)). .....	11
<b>Figure 4 :</b> Localisation des manifestations triasiques de quelques régions des Bibans (Moula, 1998). Fond topographique d'après la feuille Akbou n°115 de la carte de l'Algérie au 1/200 000. .....	12
<b>Figure 5 :</b> Principaux éléments structuraux de la zone bibanique (A. Caire, 1957). .....	18
<b>Figure 6 ;</b> Schéma montrant les relations entre les zones longitudinales (1) et transversales (2) et les structures (3) qui leur sont associées. (P. Guardia, 1975 in : O. Kireche, 1993). .....	19
<b>Figure 7 :</b> Carte géologique de la région d'étude (Extrait de la carte géologique de Mansourah au 1/50 000°). Dellal.M.2019 .....	21
<b>Figure 8:</b> Coupe géologique schématique de Koudiat Djebassa. (Gaci, 2015) ..	22
<b>Figure 9:</b> Vues panoramiques de Koudiat Djebassa, ( Gaci, 2015). .....	23
<b>Figure 10:</b> Vues panoramiques de la lame triasique détachée interstratifiée dans le Sénonien. (Gaci, 2015). .....	23
<b>Figure 11:</b> Calcaire violacés en blocs détachés des nids d'oxydes de fer jaunes et veines de gypse ( Gaci, 2015). .....	25
<b>Figure 12:</b> Blocs calcaires jaunes au sud du Koudiat Djebassa ( avant les travaux). (Gaci, 2015). .....	26
<b>Figure 13:</b> Reliques lenticulaires de marno-calcaires du sommet du Koudiat Djebassa.( Gaci, 2015). .....	26
<b>Figure 14:</b> Aspect des calcaires dolomitiques. (Gaci, 2015) .....	27
<b>Figure 15:</b> Des niveaux de dolomies noies intercalés dans le gypse au sommet du Koudiat Djebassa. (Gaci, 2015). .....	27
<b>Figure 16:</b> Aspect des calcaires dolomitiques cargneulisés. (Gaci, 2015). .....	28
<b>Figure 17:</b> a- Affleurements par niveaux de la carrière de Djebassa b. Détail de la séquence d'argilites compactes schistoïdes à fractures anastomosées remplies par du gypse (Gaci, 2015). .....	28
<b>Figure 18:</b> Trias gypseux de Koudiat Djebassa en affleurement au niveau 646m (au cours des travaux de l'exploitation) (Gaci, 2015). .....	29

<b>Figure 19:</b> Différentes variétés du gypse de la carrière de Djebassa. <i>a</i> . Massif blanc ou coloré ; <i>b</i> : Saccaroïde ; <i>c</i> : Lamellaire (Gaci, 2015). .....	29
<b>Figure 20:</b> Echantillons du soufre natif associé au gypse et aux carbonates du complexe triasique.( Gaci, 2015). .....	30
<b>Figure 21:</b> <i>a</i> . Affleurement montrant une brèche . <i>b</i> . la Célestine en druse (Gaci, 2015).....	30
<b>Figure 22:</b> <i>a</i> : Un niveau calcaire granuleux à Inocérames. ....	31
<b>Figure 23 :</b> Aspect des marnes jaunâtres parcourues de filonnets de calcite (Gaci, 2015).....	32
<b>Figure 24 :</b> Grandes unités structurales de la zone sub-bibanique. (A. Caire, 1952).....	33
<b>Figure 25 :</b> <i>a</i> et <i>b</i> . Structure géologique du Koudiat Djebassa au Nord-Ouest de la gare de Mzita (C.L. 649,75 - 315,80), (A. Caire, 1957). ....	34
<b>Figure 26 :</b> Rosace directionnelle établie à partir de la carte linéamentaire de la région d'étude. Dellal.M.2019 .....	35
<b>Figure 27 :</b> Carte linéamentaire de la région d'étude au 1/20 000°Dellal.M.2019 .....	36
<b>Figure 28 :</b> Carte géologique de la région d'étude (Extrait de la carte géologique de Sidi Ziane au 1/50 000°).....	37
<b>Figure 29 :</b> Coupes géologiques schématiques et colonnes stratigraphiques de la région de Sidi Ziane (Lakhal, 2018). ....	39
<b>Figure 30 :</b> Photo montrant un calcaire noir à silex. (Lakhal, 2018).....	40
<b>Figure 31 :</b> Photo montrant des boules calcaires jaunes (Lakhal, 2018). .....	40
<b>Figure 32 :</b> vue panoramique des marnes grises entrecoupées de gros bancs de grés calcareux (Lakhal, 2018). ....	41
<b>Figure 33 :</b> Photo montrant des horst et graben de Sidi Ziane (Lakhal, 2018). 42	
<b>Figure 34 :</b> Veinules de calcite fracturées. (Lakhal, 2018).....	42
<b>Figure 35 :</b> Fracture à extension centimétrique remplie de calcite fine (Lakhal, 2018).....	42
<b>Figure 36 :</b> Photo montrant une faille inverse avec les stries de la faille (Lakhal, 2018).....	42
<b>Figure 37 :</b> Carte linéamentaire de la région d'étude au 1/50 000°.Dellal . M. 2019 .....	43
<b>Figure 38 :</b> Rosace directionnelle établie à partir de la carte linéamentaire de la région d'étude. Dellal.M.2019. ....	43
<b>Figure 39 :</b> Extrait d'une carte par l'image de Google Street Maps montrant la localisation de la carrière de Djebassa.. ....	47
<b>Figure 40 :</b> Extrait de la carte topographique de Sidi Ziane, montrant localisation du secteur d'étude. (Google Earth, 2023).....	47

<b>Figure 41</b> : Aspect des niveaux marneux gris noir (encaissant) porteurs de concrétions de barytine à Sidi Ziane (Lakhal, 2018).....	48
<b>Figure 42</b> :Diffractogramme aux RX de la partie périphérique de la concrétion de barytine de la région de Koudiat Djebassa (K6p). ....	56
<b>Figure 43</b> : Diffractogramme aux RX de la partie centrale de la concrétion de barytine de la région de Koudiat Djebassa (K6n). ....	57
<b>Figure 44</b> : Diffractogramme aux RX de la partie périphérique de la concrétion de barytine de la région de Sidi Ziane. (S11p).....	58
<b>Figure 45</b> : Diffractogramme aux RX de la partie centrale de la concrétion de barytine de la région de Sidi Ziane. (S11n). ....	59

### **LISTE DES PLANCHES**

<b>Planche 1</b> : ASPECT MACROSCOPIQUE (EXTERIEUR) DES CONCRETIONS A BARYTINE DE KOUDIAT DJEBASSA. ....	49
<b>Planche 2</b> : COUPES DE CONCRETIONS A BARYTINE DONT LE CENTRE OFFRE UNE STRUCTURE SEPTARIA DE KOUDIAT DJEBASSA. ....	50
<b>Planche 3</b> : ASPECT MACROSCOPIQUE (EXTERIEUR) DES CONCRETIONS A BARYTINE DE SIDI ZIANE ....	51
<b>Planche 4</b> : COUPES DE CONCRETIONS A BARYTINE DE LA REGION DE SIDI ZIANE. ....	52
<b>Planche 5</b> : MINERALOGIE D'UNE CONCRETION A BARYTINE DE KOUDIAT DJEBASSA ....	53
<b>Planche 6</b> : MINERALOGIE D'UNE CONCRETION A BARYTINE DE SIDI ZIANE ....	54
<b>Planche 7</b> : MICROPHOTOGRAPHIES DES INCLUSIONS FLUIDES DE LA REGION BIBANS (SIDI ZIANE).(Grossissement ×60) ....	64

### **LISTE DES ABREVIATIONS :**

**(BaSO<sub>4</sub>)** : La barytine.

**(Ba)** : baryum.

**(FeS<sub>2</sub>)** : pyrite.

**(PbS<sub>2</sub>)** : galène.

**(SrSO<sub>4</sub>)** : célestine.

**(Ca)** : calcite.

**(Gy)** : gypse.

**(Qtz)** : quartz.

**Ba I** : barytine 1<sup>er</sup> génération.

**Ba II** : barytine 2<sup>ème</sup> génération.

**Ba III** : barytine 3<sup>ème</sup> génération.

**Ech** : échinodermes.

**Lpa** : lumière polarisé analysé.

**DRX** : diffractométrie des rayons X

**K6p** : échantillon numéro 6 de la région Koudiat Djebassa de la partie périphérique.

**K6n** : échantillon numéro 6 de la région Koudiat Djebassa de la partie centrale.

**S11p** : échantillon numéro 11 de la région Sidi Ziane de la partie périphérique.

**S11n** : échantillon numéro 11 de la région Sidi Ziane de la partie central.

**If** : inclusions fluides.

**L** : Liquide.

**V** : Vapeur.

## RESUME

Ce mémoire actuel vise à contribuer à la réalisation d'une synthèse portant sur les caractéristiques géologiques et gîtologiques des concrétions de barytine situées dans les régions de Koudiat Djebassa et de Sidi Ziane, dans les Bibans. Cette étude adopte une approche comparative pour mettre en évidence les similitudes et les disparités dans les domaines gîtologique et métallogénique. Elle comprend également une classification des inclusions fluides associées à la barytine de ces formations.

Les concrétions de barytine dans les deux zones d'étude présentent une forme ellipsoïdale légèrement aplatie, et elles révèlent une zonation texturale discernable. Les analyses pétrographiques et de diffraction des rayons X effectuées sur les parties périphériques, intermédiaires et centrales des concrétions de Koudiat Djebassa et Sidi Ziane mettent en évidence la prédominance significative de la barytine, avec une proportion relativement faible de quartz et de calcite. La marcassite et la mannardite, en revanche, sont présentes en quantités minimales.

En ce qui concerne les inclusions fluides, des observations effectuées sur des lamelles bipolaires des échantillons de barytine provenant de la région de Sidi Ziane ont permis d'identifier deux types d'inclusions : les inclusions primaires monophasées, qui peuvent être sous forme liquide ou vapeur, et les inclusions biphasées, composées à la fois de liquide et de vapeur. Ces inclusions fluides se regroupent en amas d'un maximum de quatre à cinq inclusions, avec des dimensions variant de 10 à 300  $\mu\text{m}$  et des formes diverses. Il est à noter que de telles inclusions fluides ne sont pas observées dans la région de Koudiat Djebassa.

# **Chapitre I : Généralités**

## **1 : Introduction**

Les concrétions (les morphologies en boules) sont considérées comme des curiosités et structures géologiques rares de la nature et devant elle la tendance à l'émerveillement est fréquente. Leur description date du XVIIIème siècle atteste que depuis longtemps elles ont fasciné les chercheurs, et les explications de leurs genèses ont été à la fois multiples.

Une concrétion, est une masse compacte qui varie en taille, en poids, en forme, en dureté et en couleur. Elle se compose généralement de minéraux carbonatés ou d'oxydes de fer, mais parfois aussi de silice agglomérée autour d'un nucléus. Mais, on rencontre également d'autres constituants tels que la baryte. En géologie se sont des inclusions de minéral solide au sein d'une roche, elles sont généralement ovales ou sphériques. Ces concrétions se forment à l'intérieur d'une strate sédimentaire déposée au préalable. La cimentation s'opère par des processus indépendants de la cimentation primaire autour de laquelle la matière s'agglomère. Cette cimentation secondaire enduret fréquemment la concrétion et la rend plus résistante aux processus érosifs que la roche encaissante dans laquelle elle se trouve. Lors de la diagenèse, la précipitation s'effectue autour d'un nucléus, souvent d'origine organique (feuilles, fossiles, aiguille d'oursin...etc.). (Salomon J-N, 2007)

Ici durant notre étude, nous nous intéresserons uniquement aux concrétions barytiques qui ont été signalés dans le site de Koudiat Djebassa (Bordj Bou Arréridj) et celui de Sidi Ziane (Médéa) de la région des Bibans en Algérie, Cette étude consiste à comparer les caractéristiques géologiques, gîtologiques et métallogénique ainsi que la typologie des inclusions fluides associées.

## 2 : Généralités :

### 2.A : Définition de la Barytine :

La barytine ( $\text{BaSO}_4$ ) est une substance non métallique appartenant au groupe des sulfates, c'est le principal minéral de baryum (Ba). Il s'agit d'une substance minérale caractérisée *par une forte densité* qui est utilisée principalement comme agent alourdissant *dans les boues de forage*.

#### 2.A.a : Propriétés :

La barytine ( $\text{BaSO}_4$ ), ou sulfate de baryum, est un minéral incolore ou de teinte blanche. Elle peut aussi être légèrement teintée de jaune, marron, vert, rouge, brun ou gris. Ces différentes nuances sont le résultat de la présence d'oxydes de fer, de sulfures ou de matières organiques.

La barytine cristallise dans le système orthorhombique, mais le minéral se présente généralement en concrétions globulaires, fibreuses ou lamellaires blanches plus ou moins translucides, ou en cristaux bien individualisés.

La propriété la plus importante de la barytine est sa densité. C'est un minéral très peu soluble dans l'eau pure, mais qui peut se dissoudre facilement en présence de chlorures.

#### 2.A.b : Concrétions :

- Une concrétion est une accumulation de matière minérale due à une activité chimique (précipitation, etc.), en minéralogie, un nodule est un petit morceau arrondi d'un seul minéral ou d'une combinaison de minéraux. Ils sont généralement plus durs que la roche ou le sédiment dans lequel ils se trouvent. Une concrétion est un ensemble de matière compactée et durcie qui se forme à la suite de la précipitation de minéraux dans les espaces entre les particules.
- Nodule est un terme général pour nommer une concrétion minérale de forme globuleuse plus ou moins sphérique. Il en existe de nombreuses natures minérales : barytiques, métalliques, calcaires, pyriteux ( $\text{FeS}_2$ ), phosphatés, etc.

#### 2.A.c : Types de gisements de barytine :

Les minéralisations et les gisements de barytine sont liés soit aux circulations de fluides hydrothermaux, soit aux dépôts sédimentaires en milieu évaporitiques, lagunaire ou lacustre. Dans les gisements résiduels, la barytine provient de la destruction de minéralisations préexistantes, généralement encaissées dans des dolomies. Les couches et amas de barytine sont parfois associés à des gisements de sulfures massifs d'origine exhalative. La formation des dépôts est liée à des sources hydrothermales en relation avec une activité volcanique importante plus ou moins discrète. Les plus grands dépôts mondiaux de barytine appartiennent à la catégorie des gisements d'origine hydrothermale-exhalative. Les gites de barytine sont présents dans les roches sédimentaires, ignées ou métamorphiques, où on peut distinguer trois types de gisements :

- **Les gisements hydrothermaux filoniens (en contexte de socle ou sédimentaire) :** sont des remplissages d'origine exhalative, où la barytine cristallise dans des failles, des fractures, des joints ou des plans de stratification. D'importants gisements hydrothermaux de barytine se situent dans des paléokarsts, à l'interface entre socle et couverture sédimentaire. La barytine y est souvent associée à des sulfures (galène,  $PbS_2$ ) ou des sulfates (Célestine,  $SrSO_4$ ). On la retrouve aussi dans des filons de basse température, associée avec des minéraux comme la calcite, la dolomite, la stibine.
- **Les gisements stratiformes de couverture sédimentaire :** formés dans un environnement évaporitique, lagunaire ou lacustre, où la barytine fait partie de la séquence sédimentaire. Elle se retrouve en concentration stratiforme (couches, lentilles) ou en nodules, dans des niveaux carbonatés et argileux, (calcaires, dolomies, marnes) ou en tant que ciment dans les grès et les arkoses ; En France, ce type de gisement est fréquent, situé à la base de la couverture sédimentaire mésozoïque. Les gisements de Pessens et de Courcelles-Fré moy (en association avec la fluorine), parmi les plus importants de France, font partie de cette catégorie.
- **Les gisements résiduels ou remaniés :** où la barytine se concentre, après la destruction d'un gisement primaire généralement carbonaté, dans une matrice argileuse. Ces gisements ont été peu ou pas exploités en France du fait de leur taille insuffisante et d'une concentration en barytine peu élevée.

### **3 : But du travail :**

Dans ce travail actuel, notre attention s'est focalisée sur l'examen des concrétions de barytine. Cette démarche vise à approfondir notre compréhension de la géologie de ces concrétions de barytine. Pour ce faire, notre étude englobe une analyse gîtologique et géologique des deux catégories de concrétions présentes dans les régions de Médéa et Bordj Bou Arreridj (Bibans), ainsi qu'une classification des inclusions fluides qui leur sont associées.

### **4 : Méthodes de travail :**

Notre démarche consiste en :

- ❖ Une étude bibliographique qui a porté sur tous les travaux récents et anciens réalisés dans la région et qui consiste à :
  - Repérage de la zone d'étude sur les cartes géologique et topographique de la feuille de Mansourah (1 /200 000e et 1/50 000e) et images satellite prises par Google Earth 2023.
  - Consultation de thèses, mémoires et publications relatives à la géologie des Bibans et plus particulièrement à notre région d'étude.
  - Consultation de documents concernant les concrétions de barytine (septarias) et les minéralisations analogues dans le monde.
- ❖ Confection de lames minces et de sections polies et lames bipolies. A cet effet plusieurs lames minces, lames bipolies et sections polies ont été confectionnées à partir des échantillons récoltés, pour l'étude pétrographique et métallographique. L'observation des lames minces au microscope polarisant nous a permis de caractériser pétrographiquement les différents faciès.

## **5 : Cadre géographique :**

Nos zones d'étude font partie de la région des Bibans entre Berrouaguia et Djemila, Elles sont situées au centre du pays, Koudiat Djebassa (Bordj Bou Arreridj) et Sidi Ziane (Médéa) sont distantes respectivement, à vol d'oiseau, à 139 et 78 km d'Alger (environ 90 Km à vol d'oiseau entre les deux zones). (Fig.1).

- **Koudiat Djebassa :**

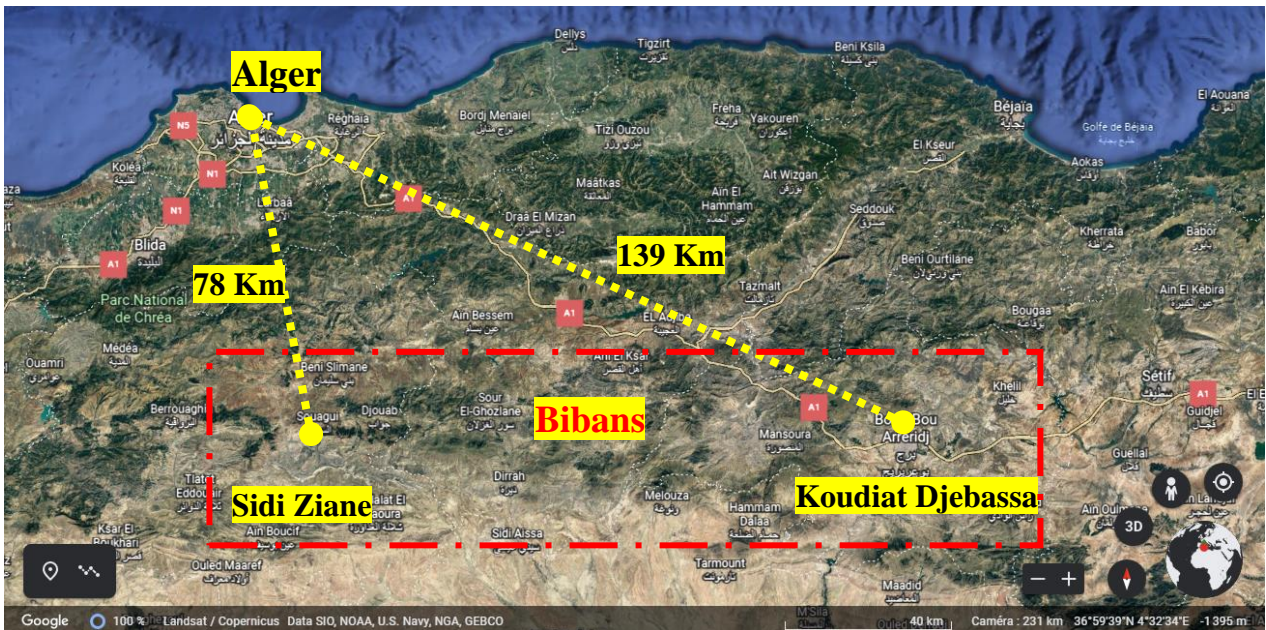
La région de Koudiat (K<sup>at</sup>) Djebassa correspond à une lame triasique essentiellement gypseuse. Elle appartient géographiquement au flanc inverse de l'anticlinal de Mzita « zone subbibanique, Bibans ».

Du point de vue administratif, cette région fait partie de la wilaya de Bordj-Bou-Arréridj qui est située à une centaine de kilomètres de l'ESE de la capitale Alger, Elle est considérée comme appartenant au domaine des Hautes Plaines.

- **Sidi Ziane :**

La région de Sidi Ziane se trouve à 63 Km au Sud-Est de la wilaya de Médéa et à 45 Km au Sud-Est de Berrouaguia. Elle fait partie de la chaîne bibanique qui se trouve dans la partie méridionale de l'Atlas tellien, cette région est nommée « zone sud tellienne ». Elle est limitée au Nord par le tronçon de la langue chaîne des Bibans, au Sud par les unités sud telliennes de la wilaya de Djelfa, à l'Est par les terrains de la wilaya de M'sila et Bouira et à l'Ouest par les monts de Cheliff.

Sidi Ziane est une région montagneuse, elle forme un chaînon caractérisé par un relief assez élevé dont les cotes absolues peuvent atteindre les 1500m d'altitude.



*Figure 1: Photo satellitaire montrant la localisation des deux secteurs d'étude dans la région des Bibans par rapport à la capitale Alger (Google Earth, 2023).*

## 6 : Historique des travaux antérieurs :

Dans cette section, nous énumérons les principaux auteurs ayant contribué à la recherche sur la région des Bibans.

Avant 1830, des voyageurs curieux tels que Shaw, Peyssonnel et l'Abbé Poiret ont laissé des descriptions principalement géographiques.

Après la conquête, les premiers travaux géologiques ont été réalisés par Puyon Boblaye, Saget, Fournel et Guyon. Cependant, la première œuvre significative a été celle de Renou, suivie par Ville et Coquand. A. Péron (1866), dans son étude stratigraphique de la région d'Aumale, mentionne brièvement la région des Bibans. En 1866, le travail d'E. Brossard est publié, qui deviendra une base importante pour les recherches ultérieures.

En 1873, Cotteau, Péron et Gauthier ont publié "des Échinides fossiles de l'Algérie", fournissant des informations stratigraphiques sur la région d'étude, les Bibans, et les zones environnantes. Par la suite, d'autres chercheurs ont contribué à l'expansion des connaissances stratigraphiques et paléontologiques, notamment Coquand (1880), Péron (1883), et Ficheur (1890a, 1893). En 1900, Ficheur a publié des informations sur les régions de Mansourah et de Bordj Bou Arréridj dans les Cahiers du Service géographique de l'Armée.

L'œuvre de Savornin a dominé la première moitié du XXe siècle, apportant des corrections et des compléments aux travaux de ses prédécesseurs. Ses cartes et publications ont permis d'obtenir une vision d'ensemble de la région des Bibans. Après Savornin, d'autres chercheurs comme J. Flandrin, G. Lucas, B. Clavier et les géologues de la S.N. REPAL ont étudié la région.

En 1952, A. Caire a réalisé une étude détaillée des Bibans, décrivant l'évolution de la zone subbibanique et les structures de l'amygdale intratellienne de Mansourah. En 1957, il a publié "l'étude géologique de la région des Bibans". En 1959, A. Caire a proposé une étude sur la genèse de la chaîne des Bibans, en se concentrant sur la région des Portes de Fer.

En 1961, M. Kieken a présenté une première esquisse tectonique de l'Algérie septentrionale. En 1974, il a publié un ouvrage se concentrant sur les problèmes de géologie structurale, considérant la vaste boutonnière en demi-anticlinal des Bibans comme une fenêtre tectonique encadrée par les nappes telliennes au Sud et l'allochtone nord-bibanique au Nord.

J.M. Vila et M. Leikine (1976) ont intégré la chaîne des Bibans aux nappes telliennes, la superposant aux séries autochtones de l'Ouarsenis plus à l'Ouest. En 1982, A. Coutelle a repris les travaux précédents, formulant des réserves sur l'hypothèse de l'allochtonie des Bibans de Vila et émettant des hypothèses sur l'évolution tectonique anté-nappes de l'unité des Bibans.

En 1986, N. Kazi-Tani a mis en évidence l'évolution géodynamique de la bordure nord-africaine au Méso-Cénozoïque. En 1990, N. Aoudjehane, dans son étude du gisement à célestine de Berrouaghia, a envisagé l'existence d'accidents longitudinaux antérieurs à la mise en place du para-autochtone nord-bibanique.

En mai 1990, dans le cadre de la prospection pétrolière du périmètre de Sour El Ghozlane, B.P (British Petroleum), en collaboration avec Sonatrach, a réalisé une étude synthétique sur la chaîne des Bibans, confirmant l'existence d'axes géologiques sous l'anticlinorium de Bibans grâce à des données aéromagnétiques et gravimétriques.

En 1993, O. Kireche, dans sa thèse sur l'évolution géodynamique de la marge tellienne des Maghrébides, a synthétisé les principales hypothèses concernant l'unité des Bibans, introduisant le concept de para-autochtonie et divisant les Bibans en deux unités tectoniques.

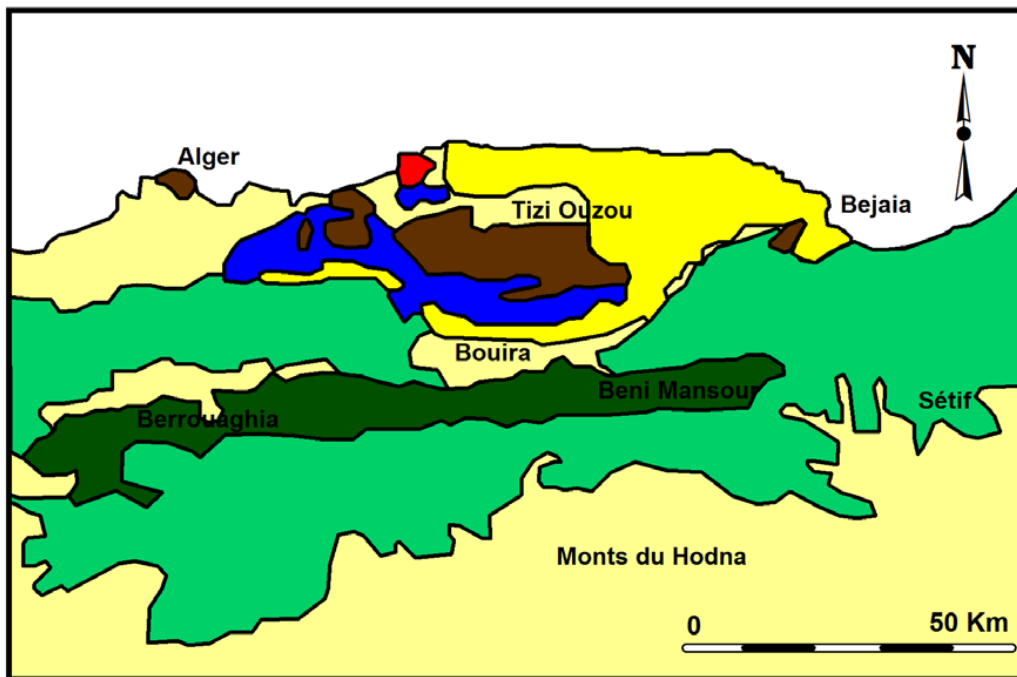
# **Chapitre II : Cadre géologique régional des Bibans**

## 1 :Introduction :

Les deux zones d'étude, Koudiat Djebassa et Sidi Ziane, font partie intégrante de la chaîne des Bibans. Cette chaîne représente une longue bande de formations crétacées, orientée approximativement en direction de l'ENE-WSW, qui s'étend sur une distance de plus de 150 kilomètres, allant de la ville de Berrouaghia à Djemila, au nord-est de Sétif.

Cette grande unité géologique se distingue par sa continuité et sa régularité remarquables, formant souvent une barrière infranchissable. Elle est traversée par des cluses, qui servent de passages essentiels pour les voies de communication entre le sud et le nord. Parmi ces cluses, les défilés des Portes de Fer sont les plus célèbres, donnant ainsi leur nom à la chaîne des Bibans (voir Fig.2).

Dans ce chapitre, nous nous efforcerons de fournir une description litho-stratigraphique simplifiée des Bibans, en nous appuyant sur les travaux antérieurs de chercheurs tels que Savornin (1920), Caire (1957), Kieken (1974-1976), Wildi (1983), Kirèche (1993), et Vila (1981).



Légende:

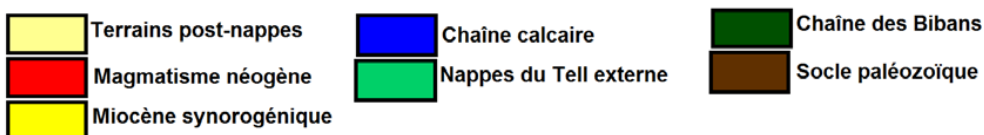


Figure 2: Carte structurale simplifiée du Tell Central algérois ( d'après Wildi, 1983).

## **2 : Stratigraphie :**

La série lithostratigraphique des Bibans comprend des formations géologiques datant du Mésozoïque et du Cénozoïque. Il est important de noter que le Paléozoïque n'est pas représenté dans la région.

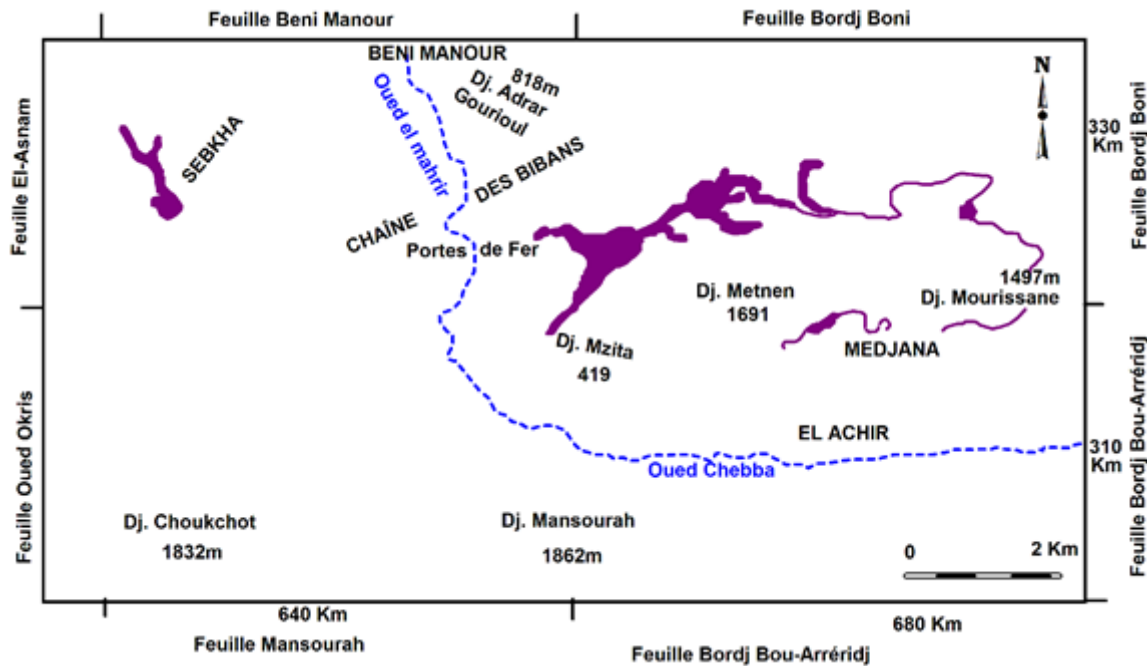
M E S O Z O I C E N E	C E N O Z O I Q U E	Quaternaire			Limons alluviaux, conglomérats, galets et grès.		
			Néogène	Pliocène		Conglomérats et marnes crayeuses et sableuses.	
				Miocène		Alternance de marnes grises et des grès friables.	
		Paléogène	Oligocène		Alternance de grès et de schistes argileux.		
			Eocène		Alternance de calcaires à silex, calcaires à Nummilites et des argiles lamellaires et sulfureuses dans la partie supérieure.		
			Paléocène			Marnes argileuses noires à grises foncées des intercalations de grès glauconieux et calcaires marneux.	
		M E S O Z O I C E N E	C E N O Z O I Q U E	I N F E R I E U R	Maestrichtien		Alternance de marnes grises ou noirâtres et de petits bancs de calcaires noduleux et des nodules fibro-radiés de barytine.
					Campanien		Alternance de marnes grises foncées, des bancs calcaires noduleux, des lentilles de calcaires à Inocérames, de calcaire à croûte brune et des nodules fibro-radiés de barytine..
					Santonien		Marnes grises foncées, calcaires noduleux et des barres lenticulaires de calcaires à Inocérames.
					Coniacien		Calcaires rognonneux, grésoides, plaquetés ou marneux.
					Turonien		Calcaires à silex.
					Cincomannien		Alternance de marnes et de petites barres calcaires puis des marnes grises intercalées de couches plus épaisses de calcaires rognonneux ou noduleux.
					Albien top / Valanginien		Alternance de calcaires feuilletés et microbrèches. et des marnes grises et calcaires rognonneux.
Barrémien - Aptien					Alternance de dolomies et des marnes grises plus ou moins quartziques.		
Valanginien / Hauteriviens					Alternance de dolomies, marnes et calcaires marneux.		
?							
Jurassique							
Trias					Formations marno-gypsifères avec des intercalations de cargneules, calcaires, dolomies, brèches dolomitiques et ophites.		

**Figure 3 :** Colonne stratigraphique synthétique sans échelle de la région des Bibans (d'après : J. Savornin (1920), A. Caire (1957), M. Keiken (1974-1976), Wildi (1983), O. Kirèche (1993) J.M.Vila (1981).

## 2.A : Le Trias :

Sous la plume des géologues algériens, les expressions de désordre, chaos, confusion, diversité, hétérogénéité reviennent le plus souvent pour traduire le caractère essentiel des affleurements triasiques des régions telliennes, auquel l'usage réserve le nom de « complexe triasique ».

Ce complexe triasique se présente constamment en situation anormale, en lames discontinues, lenticulaires ou moniliformes (fig.4), offrant ainsi des relations diverses avec les terrains encaissants. Il comprend :



**Figure 4 :** Localisation des manifestations triasiques de quelques régions des Bibans (Moula, 1998). Fond topographique d'après la feuille Akbou n°115 de la carte de l'Algérie au 1/200 000.

- **Des sédiments évaporitiques** représentés par des roches salines (anhydrite, gypse, sel gemme) qui semblent appartenir, au moins en majeure partie, au Trias supérieur ; roches carbonatées (calcaires plus ou moins magnésiens, dolomies et brèches dolomitiques, cargneules, plaquettes « jaune de miel » appartenant peut-être au Trias moyen) ; roches colloïdales et détritiques (marnes et argilites bariolées, grès divers).
- **Des « Ophites »** représentées par des roches éruptives diverses (dolérite dioritique, micromonzonite, andésite doléritique, andésite noritique, ophites et roches à faciès volcanique très altérées).
- **Des lambeaux calcaires** datés du jurassique
- **Des minéraux divers** (quartz, soufre, pyrite, oligiste, oxydes et hydroxydes de fer et barytine).

Toutes les manifestations du Trias doivent faire l'objet d'une étude spécifique, particulièrement les transformations subies par les roches situées au contact ou au voisinage du complexe triasique. Ces transformations sont dues aux phénomènes de métasomatoses qui peuvent être groupées selon Caire 1957 sous le vocable de « Triasification ». Elles affectent principalement les calcaires (dolomitisation, bréchification, limonitisation, développement de patines aux teintes vives), mais aussi les grès et les marnes (Caire, 1957).

### **2.B : Le Jurassique :**

Le Jurassique des Bibans fait l'objet de plusieurs études citent : Savornin 1920, Lucas 1934, Caire 1957, Keiken 1974-1975.

D'après les études de Savornin (1920) et Caire (1957), le Jurassique des Bibans n'est connu qu'en lambeaux dans le complexe triasique, généralement des calcaires parfois transformés par métasomatose, et en galets contenus dans les conglomérats du Sénonien.

Lucas (1934), rattache le Jurassique des Bibans à celui de l'Ouarsenis grâce au faciès Dogger inférieur exceptionnel dans la partie tellienne. Il est formé par des calcaires sublithographiques gris-bleu à bande siliceuse et des calcaires spathiques et fines aiguilles de quartz.

Pour Keiken (1974-1975), aucun affleurement de Jurassique n'existe dans la région, mise à part les fragments d'Infra Lias entraîné avec le Trias.

### **2.C : Le Crétacé :**

#### **2.C.a : Crétacé inférieur :**

Dans cette région de l'Algérie, l'étude du Crétacé inférieur se heurte à de nombreuses difficultés, car les faciès sont très monotones et les faunes très rares, ce qui rend difficile l'établissement des limites d'étages et sous étages.

Le Crétacé inférieur est extrêmement développé en affleurements. On peut y reconnaître divers faciès, représenté par une série puissante allant du Valanginien à l'Aptien supérieur.

- **Valanginien-Hauterivien :**

Les conditions de dépôts sont presque identiques sur les bordures méridionales et septentrionales du Hodna, ou les calcaires, dolomies et grès dominant largement.

Dans certains endroits de la zone bibanique, on observe des dolomies, des marnes et des calcaires marneux. Plus au Nord, la nappe du Flysch est caractérisée par une série compréhensive à faciès Flysch.

- **Barrémien-Aptien :**

Il est constitué essentiellement par des épaisses séries dolomitiques. Ce faciès est dominant dans la partie nord, dans la partie inférieure, les bancs de dolomie alternant avec des marnes grises plus ou moins quartziques.

L'Aptien supérieur montre une succession de calcaires à algues, des dolomies et des marnes gréseuses.

## **2.C.b :Crétacé supérieur :**

- **Albien supérieur-Vraconien :**

Dans la région des Azrou, l'Albien supérieur - Vraconien forment un tout du point de vue pétrographique avec une épaisseur qui peut atteindre 175 m.

Les couches de base sont formées de calcaires feuilletés et microbrèches. Au-dessus viennent des marnes grises et calcaires en bancs rognonneux ou en plaquettes. Les grès sont rares. Les fossiles sont abondants, représentés surtout par des Ammonites et des Lamellibranches.

Dans la zone bibanique, l'Albien supérieur est d'une épaisseur d'environ 300 m, il est formé de marnes grises, feuilletées ou schistoïdes, de bancs feuilletés, de boules et de tiges calcaires à patine grise ou rousse.

Ce sous étage est relativement riche en ammonites.

Le Vraconien, atteint environ 550 m d'épaisseur. La partie inférieure de cette série vraconienne qui constitue la ligne de crêtes la plus nette et la plus continue de la chaîne des Bibans. Il est formé de calcaires en gros bancs massifs, noirâtres, à nodules pyriteux à patine de rousse alternant irrégulièrement avec des couches plus tendres.

- **Cénomaniien :**

Dans toute la région on observe un passage progressif, du point de vue lithologique, entre le Vraconien et le Cénomaniien.

Dans les diverses parties de la région étudiée, le Cénomaniien atteint une épaisseur d'environ 500m.

Dans le massif de Djebel Choukchot, le Cénomaniien est formé d'une alternance de marnes grises et de calcaires à pâte fine ou grumeleuse à patine jaune. La partie supérieure de cet étage est riche en Lamellibranches.

Dans la zone bibanique, le Cénomaniien correspond à une série marneuse, intercalée par de petites barres calcaires, puis des marnes grises intercalées de couches plus épaisses de calcaires rognonneux, noduleux ou conglomératiques.

- **Turonien :**

Dans la zone bibanique, le Turonien serait peut-être absent, Mais il est possible que cet étage corresponde aux calcaires à silex de la chaîne des Bibans (Kieken,1974).

Dans le massif du Djebel Choukchot, le Turonien est bien individualisé et forme une grosse barre d'environ 40 m d'épaisseur, formée de calcaires à pâte fine, et contient de nombreux fossiles (Rudistes, Polypiers). La série s'intercale parfois de niveaux bréchiques. (A. Caire, 1957).

- **Sénonien :**

Dans le massif de Djebel Choukchot, le Sénonien est représenté par des marnes grises, des calcaires en bancs plus ou moins noduleux ou feuilletés, des calcaires marneux et parfois par des boules calcaires jaunes.

Dans la partie méridionale de la zone subbibanique, le Sénonien néritique proprement dit comprend des marnes, des calcaires rognonneux, des lits de septaria et des bancs grésoides de teinte généralement grise très claire. De nombreux fossiles, Ammonites, Lamellibranches et Foraminifères permettent de reconnaître le Cénomaniens, le Santonien, le Campanien et localement peut être du Maestrichtien.

Vers le Nord, on reconnaît une intercalation néritique d'âge Santonien dans le Sénonien à dominante marneuse.

Au Nord de la zone bibanique, le Campanien est néritique et il est détritique à l'Ouest d'Adrar Gueldaman. Succédant au faciès néritique, on observe, dans la partie septentrionale de la zone subbibanique, une nouvelle série sénonienne liée au Cénomaniens de la chaîne des Bibans. Ce nouveau faciès qualifié de « bathyal » par J. Savornin 1920, et de « vaseux » par A. Caire 1957, est essentiellement caractérisé par des marnes grises et des calcaires à Inocérames.

Le Coniacien comprend des calcaires rognonneux, grésoides, plaquetés ou marneux.

Le Santonien est formé de marnes gris foncé, des bancs calcaires noduleux et des barres lenticulaires de calcaires à Inocérames.

Le Campanien est semblable au Santonien, mais renferme localement des miches et lentilles de calcaire à croûte brune.

Le Maestrichtien est constitué de marnes grises ou noirâtres et de petits bancs de calcaires noduleux. Il contient localement des marnes sombres à reflets brun-roux. Les flancs des massifs couronnés de « Medjanien » (flysch crétacés qui accidentent la dépression subbibanique, trois nouvelles bandes sénoniennes peuvent être reconnues ; les deux premières gardent encore quelques analogies avec le Sénonien bathyal décrit dessus, la dernière est essentiellement représentée par des poudingues (ancien conglomérat de base du « Medjanien » dont le ciment contient une microfaune sénonienne non remaniée).

Il est à signaler que les marnes du Campanien et du Maestrichtien, plus ou moins étroitement associées aux calcaires à Inocérames, contiennent de petits nodules fibro-radiés de barytine (nodules de strontianite), (A. Caire, 1957).

## **2.D : Le Paléogène :**

### **2.D.a : Paléocène :**

Cet étage constitue la série de passage entre « le Crétacé (qui est une série à dominante marneuse) et l'Eocène ».

Dans la plupart des cas, cette série repose sur un contact anormal (le contact de cette série a partout un caractère tectonique).

Il est constitué de marnes argileuses noires à grises foncées, débutant par un banc de grès glauconieux avec nodules phosphatés, marron gris avec des intercalations de bancs de grès glauconieux et calcaires marneux.

### **2.D.b : Eocène :**

- **Yprésien** : Les faciès de l'Yprésien sont constitués par des calcaires qui remanient des éléments triasiques, avec en plus la présence de glauconie et des phosphates, les calcaires détritiques à galets de Crétacé, plus des calcaires à silex et les calcaires à Nummulites.
- **Lutétien** : Le Lutétien inférieur est très analogue à l'Yprésien, constitué par des grès roux avec des calcaires à Nummulites. Le Lutétien supérieur est représenté par des marnes argileuses brunes coupées par des bancs décimétriques de calcaires lumachelliques à Huîtres.
- **Bartonien** : Il est formé par des argiles lamellaires et sulfureuses, avec des niveaux de grès glauconieux. On distingue rarement les faciès du Bartonien et du Lutétien supérieur.

### **2.D.c : Oligocène :**

L'oligocène des Bibans correspond à une partie de l'ancien « Medjanien », représenté par les Flyschs crétacés de J. Savornin. Ainsi réduit, il appartient sans doute en totalité à l'Oligocène supérieur ; il est considéré dans son ensemble comme une formation constituée en majeure partie de grès et de schistes argileux ou marneux. Dans le détail, on peut y distinguer :

- Un terme de base, essentiellement argileux avec de faibles intercalations gréseuses et calcaires, qui passent localement à un Flysch haché de filons clastiques.

- Un terme supérieur, qui se présente sous deux faciès :

\* Le faciès molassique dans la région de Medjana.

\* Le faciès numidien franc, qui correspond à des grès de textures diverses, associés en bancs massifs.

Dans tous ces niveaux, peuvent apparaître des intercalations de grès grossiers et des conglomérats gréseux à dragées de quartz.

## **2.E : Le Néogène :**

### **2.E.a : Miocène :**

Il est discordant sur le Crétacé. Il est formé à la base par des calcaires et des conglomérats associés à des couches détritiques rubéfiées surmontés par une série de marnes grises alternant avec des grès friables, qui constituent des barres massives. Les marnes grises contiennent de riches microfaunes du Miocène inférieur (Burdigalien).

Plus au Nord, le sillon de l'Oued Soummam contient des formations continentales souvent rubéfiées, elles appartiennent au Miocène post-nappes.

### **2.E.b : Pliocène :**

Les dépôts pliocènes sont conservés dans de petits endroits isolés sur le versant sud de la chaîne des Bibans et de la vallée de l'Oued Sahel. Ils sont discordants sur la surface corrodée de tous les dépôts plus anciens. Ils sont représentés par des conglomérats et des marnes crayeuses et sableuses.

### **2.F : Quaternaire :**

Les dépôts du Quaternaire ne sont bien développés que dans la partie sud. Ils sont représentés par les conglomérats, les galets, les grés, et les limons alluviaux formant les terrasses des oueds d'épaisseur allant de 5 à 10 m.

## **3 : Tectonique régionale :**

La chaîne des Bibans fait partie des grands ensembles structuraux du Nord de l'Algérie. Elle est comprise entre la dépression du Chott el Hodna et la chaîne calcaire du Djurdjura. Elle est limitée au Sud par le domaine hodnéen, au Nord par la chaîne calcaire et la nappe du Flysch et au Nord Est par les Babors.

La zone montagneuse des Bibans s'étend sur plus de 150 km d'Est en Ouest suivant un relais d'axes anticlinaux et synclinaux de direction moyenne latitudinale, découpés par un réseau de failles de direction variée, formant ce qu'on appelle « l'anticlinorium des Bibans ».

La nature des déformations allochtones Nord-bibaniques sont semblables à celles de la zone axiale de la structure, ce qui nous autorise à assimiler les écailles septentrionales à une partie du flanc nord de l'anticlinorium des Bibans, dont on ignore cependant où se trouve le reste de la structure (Aoudjehane, 1989).

J.M. Vila et M. Leikine (1976) intègrent la chaîne des Bibans aux nappes telliennes. L'allochtonie générale des Bibans ne fait pas l'unanimité dans l'état actuel des connaissances, nous désignerons alors, le substratum des nappes Nord et Sud bibaniques par le terme d'autochtone relatif ou parautochtone (Vila, 1980 ; Wildi, 1983).

Les types de déformations rencontrées dans les Bibans se résument en :

### 3.A : La tectonique souple :

Matérialisée par des plis à grands rayons de courbure (anticlinaux et synclinaux) de direction généralement Est-Ouest à Nord-Est qui constituent l'anticlinorium des Bibans.

Les plis anticlinaux sont généralement déversés vers le Sud et présentent des ondulations locales dissymétriques.

Par exemple : l'anticlinal des Portes de Fer, l'anticlinal de Sidi Mohammed Amokrane et l'anticlinal d'Adrar Gourioul (A. Caire, 1957). Ces anticlinaux sont parfois séparés par de grandes failles : (fig.5)

- L'anticlinal de Sidi Mohammed Amokrane et l'anticlinal d'Adrar Gourioul sont séparés par une faille oblique qui se prolonge à l'Est et se double à Bordj-Boni.

- L'anticlinal de Beni-Ayel est séparé de ses replis méridionaux par la faille ramifiée de Bordj-Boni (A. Caire, 1957). Une telle morphologie de structures explicatives de l'anticlinorium des Bibans est conditionnée de toute évidence par le jeu d'une tectonique tangentielle qui a provoqué le décollement des masses rocheuses du Nord vers le Sud, pendant la mise en place des nappes. Ce phénomène a déterminé notamment la structure asymétrique des plis ayant souvent leurs flancs renversés à cause de leur écoulement vers le Sud.

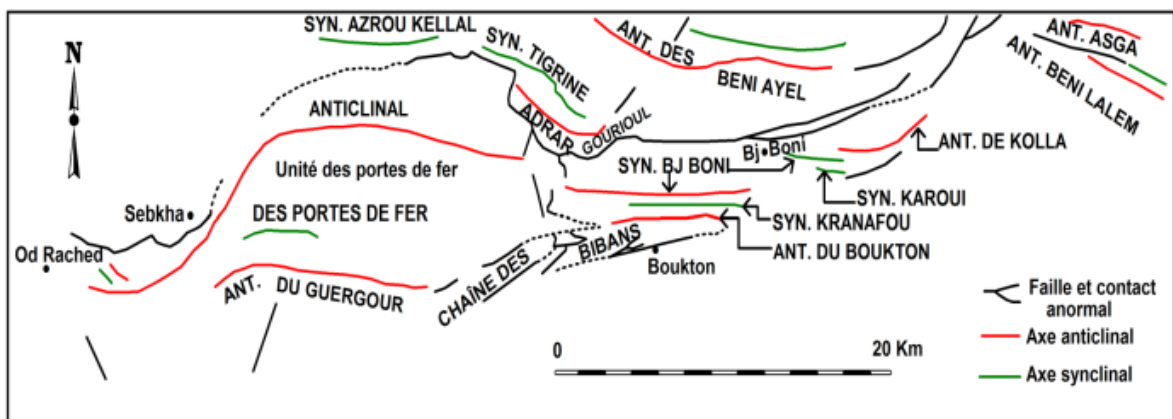


Figure 5 : Principaux éléments structuraux de la zone bibanique (A. Caire, 1957)

### 3.B : La tectonique cassante :

Elle consiste en un réseau d'accidents complexes de direction et d'âge variés, dont les plus importants sont très anciens (accidents profonds). Ils sont de direction E-W, NE-SW. Ces accidents à tendances décrochantes s'étendent sur plusieurs milliers de mètres. Ils sont généralement soulignés par les affleurements de diapirs ou par les lames triasiques, et découpent l'ensemble de l'autochtone relatif (parautochtone) des Bibans.

Le jeu de ces accidents aurait commencé au cours du Jurassique et se serait poursuivi au moins jusqu'au Tertiaire (M. Leikine, 1971 ; D. Obert, 1981 à in : Wildi, 1983).

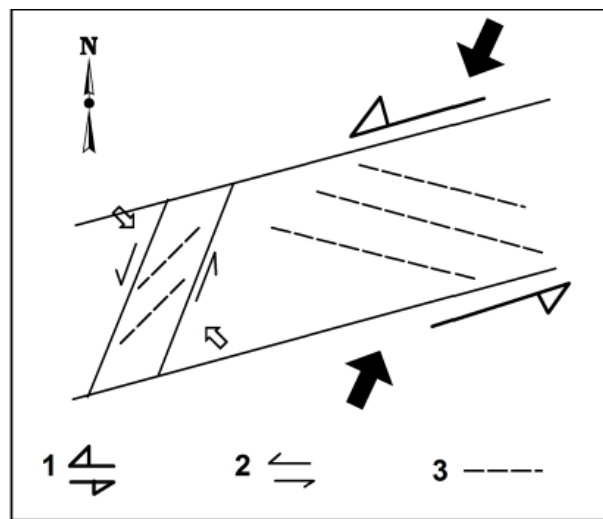
Selon A. Caire (1957), ces accidents ont rejoué durant la période post-Miocène. On peut citer à titre d'exemple quelques failles profondes de directions E-W et NE-SW : les failles de

Taurirt Azazgour, de Sbasib, de Tigrine, de Kerroucha et de l'Oued Slah qui ont été mises en évidence par des méthodes géophysiques (E.R.E.M, 1986).

Ces failles se présentent en lames tectoniques à masses triasiques minéralisées en Célestine, Barytine.

Les accidents longitudinaux ont joué un rôle directeur au moment des plissements tertiaires (A. Caire, 1957).

D'après Kireche (1993), les grands accidents qui découpent l'édifice tellien, contrôlent la sédimentation des blocs basculés, ils fonctionnent par la suite en décrochements et en chevauchements lors des phases compressives, de plissements puis de charriages. Ils sont l'héritage africain (NNE-SSW) et atlantique (E-W) (**fig.6**).



**Figure 6** ; Schéma montrant les relations entre les zones longitudinales (1) et transversales (2) et les structures (3) qui leur sont associées. (P. Guardia, 1975 in : O. Kireche, 1993)

### 3.C : Les structures diapiriques :

Elles arrivent en surface à la faveur de grands accidents profonds qui atteignent le socle et affleurent sous forme de lames triasiques (la structure de Kerroucha à Berrouaghia, et la structure de Tigrane à Beni Mansour) comme elles peuvent aussi se présenter en structure diapirique vraie, comme dans le cas des diapirs de la Sebkhah (A. Caire 1957).

## 4 : Conclusion

Situés dans le même domaine structural (chaîne des Bibans), les deux sites (Koudiat Djebassa et Sidi Ziane) montrent des points communs tels que la série lithostratigraphique des Bibans qui englobe des terrains appartenant au Mésozoïque et au Cénozoïque, et sur le point tectonique les Bibans s'étendent sur plus de 150 km d'Est en Ouest suivant un relais d'axes anticlinaux et synclinaux de direction moyenne latitudinale, découpés par un réseau de failles de direction variée.

# **Chapitre III : Géologie des secteurs d'étude**

## 1 : KOUDIAT DJEBASSA :

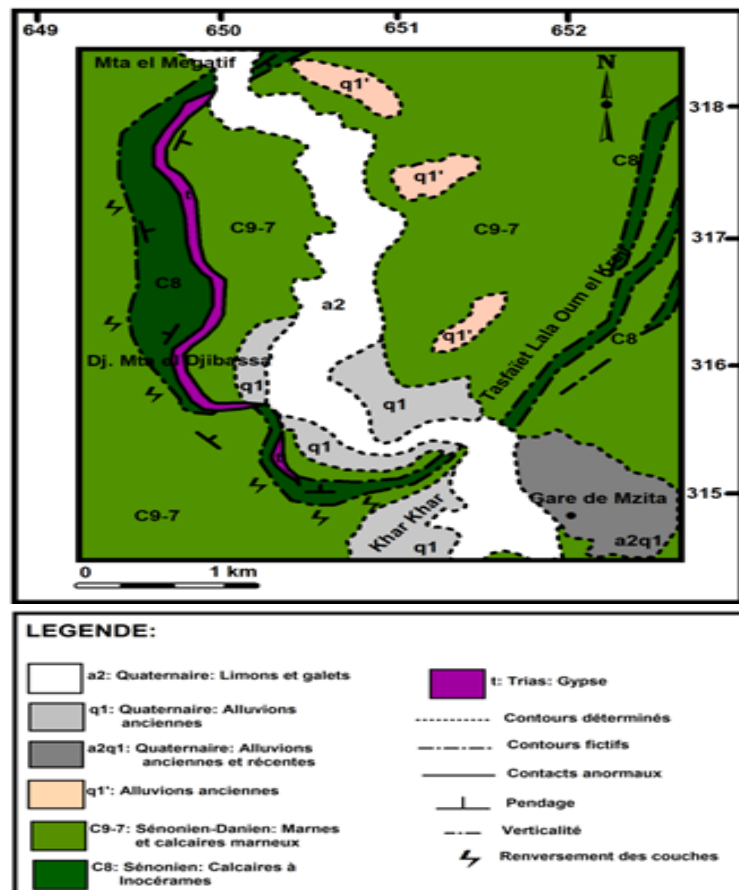
### 1.A : Introduction :

La zone d'étude, Koudiat Djebassa ou Djebel Mta el Djibassa, est située sur le flanc inversé de l'anticlinal de Mzita. Elle est localisée sur la feuille topographique à l'échelle 1/50 000 de Mansourah (N° 114). Cette région a fait l'objet d'études géologiques par plusieurs géologues, notamment Savornin en 1910 et 1920, Caire en 1957, Glaçon en 1967, et Zaborovski et d'autres collaborateurs en 1988.

La zone d'intérêt de notre étude est intégrée dans la région des Bibans, qui s'étend sur une dizaine de kilomètres en longueur. Sur le plan structural, la zone bibanique se prolonge vers le nord en recouvrant d'autres unités géologiques et le Miocène de la Soummam, selon les observations d'A. Caire en 1957.

Sur le plan lithologique, cette région se divise en deux parties distinctes : au sud, on trouve des dépôts miocènes qui prédominent, tandis que les formations sénoniennes et éocènes s'étendent dans la partie nord de la feuille.

D'un point de vue tectonique, cette région est caractérisée par des dépôts miocènes plissés au sud. Dans la partie médiane, les strates plissées du Sénonien, de l'Éocène et du Miocène présentent en grande partie des replis aux flancs renversés (voir fig.07).

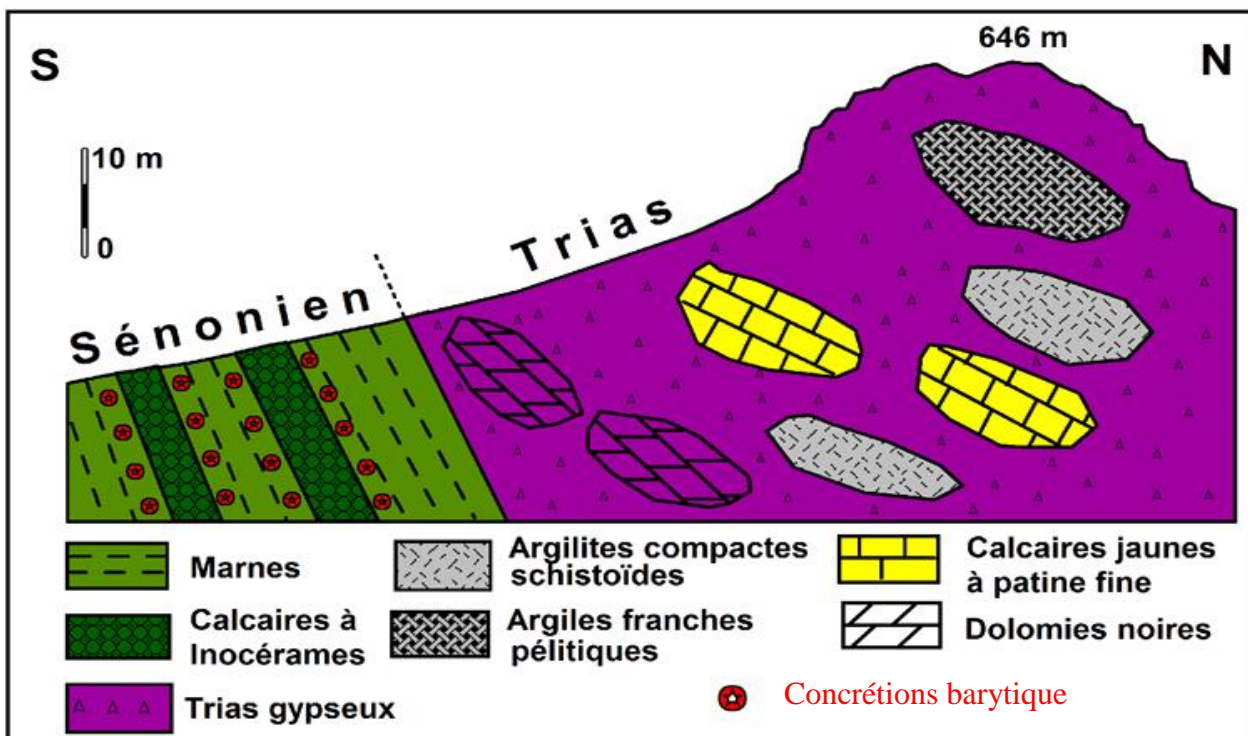


*Figure 7 : Carte géologique de la région d'étude (Extrait de la carte géologique de Mansourah au 1/50 000°). Dellal.M.2019*

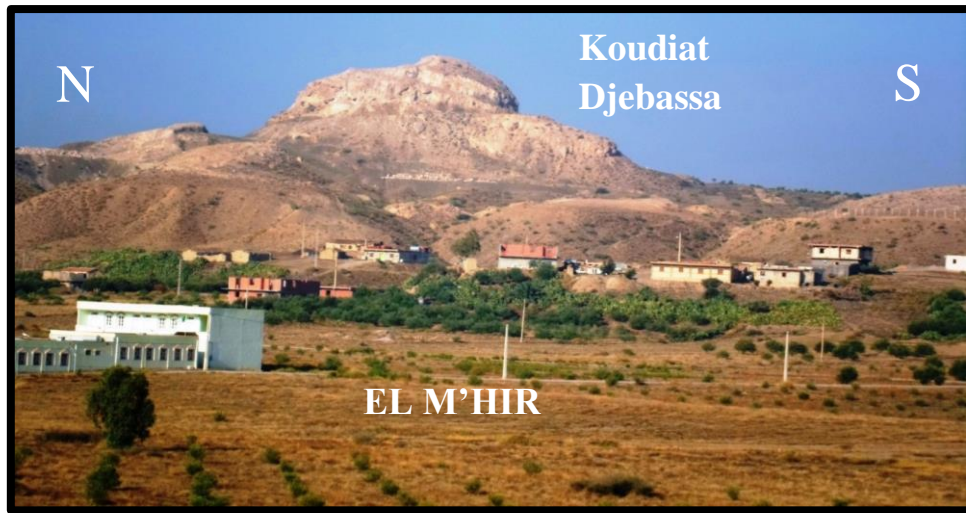
**1.B : Aspect lithologique :**

La région de Koudiat Djebassa est principalement composée de formations géologiques datant des ères Méso-cénozoïques. On y trouve des terrains du Trias, du Crétacé, du Paléogène et du Quaternaire.

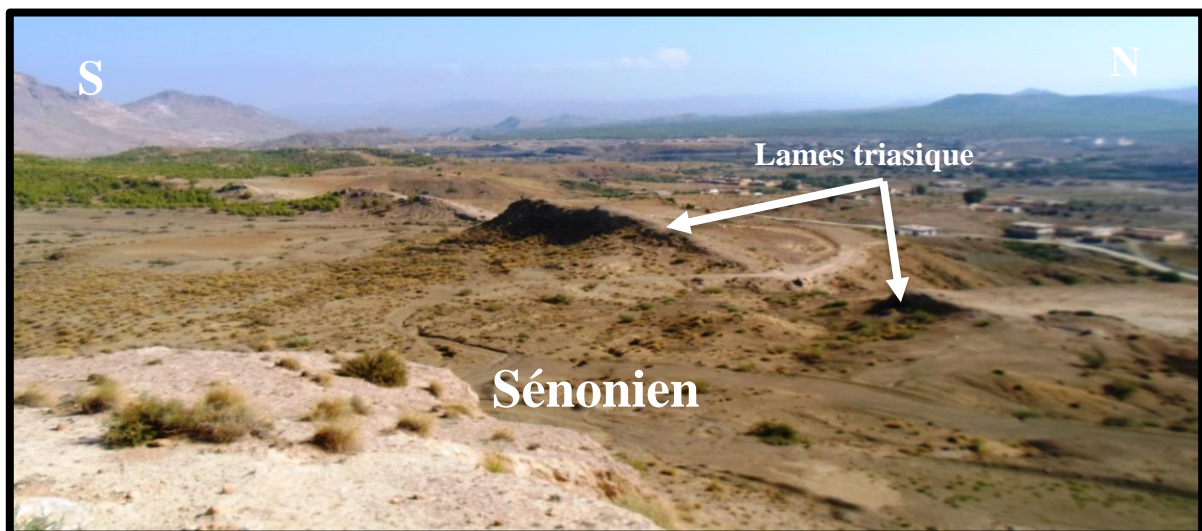
Plus spécifiquement, Koudiat Djebassa est caractérisée par la présence d'une couche géologique du Trias qui recouvre les formations de marnes et de calcaires riches en Inocérames datant du Sénonien. Cette couche triasique s'interstratifie en profondeur avec le Sénonien, comme illustré dans les **figures 08, 09 et 10 (Dellal, M. 2019)**.



*Figure 8: Coupe géologique schématique de Koudiat Djebassa. (Gaci, 2015)*



*Figure 9: Vues panoramiques de Koudiat Djebassa, ( Gaci, 2015).*



*Figure 10: Vues panoramiques de la lame triasique détachée interstratifiée dans le Sénonien. (Gaci, 2015).*

### **1.B.a : Le Trias :**

Les formations triasiques représentent les plus anciennes couches géologiques exposées dans la région. En raison de l'absence de faune identifiable dans la période du Trias, il est difficile d'établir une subdivision précise. Cependant, selon les travaux d'A. Caire en 1957, les roches évaporitiques sont datées du Trias supérieur, tandis que les calcaires et les dolomies sont attribués au Trias moyen.

D'un point de vue morphologique, ces roches triasiques se présentent sous forme de couches lenticulaires de tailles variables. Elles peuvent se rétrécir, s'élargir, se ramifier en corps filoniformes étroits ou en filonnets. Ces sédiments du Trias sont toujours en contact direct avec des terrains géologiquement plus récents en raison de phénomènes tectoniques responsables de leur mise en place. Ces processus tectoniques ont également conduit à la fragmentation de ces formations en une brèche.

La nature chaotique de ce complexe triasique rend difficile la création de coupes géologiques précises. Cependant, il est possible d'établir un inventaire des différentes caractéristiques lithologiques et minéralogiques qui le composent. Les éléments de ce complexe triasique varient considérablement en taille, allant de quelques millimètres à plusieurs centaines de mètres, comme indiqué par A. Caire en 1957.

#### **- Inventaire des constituants lithologiques et minéralogiques du complexe triasique**

##### **• Les constituants lithologiques :**

##### **➤ Roches carbonatées :**

Certaines roches carbonatées ont subi des transformations chimiques qui ont altéré leurs caractéristiques d'origine au point qu'il devient difficile de déterminer avec certitude leur composition d'origine. En l'absence de fossiles, il peut y avoir une confusion potentielle entre les sédiments d'âge triasique et certaines roches du Jurassique. Tous les lambeaux de roches dures sont toujours en contact mécanique avec leur matrice plastique.

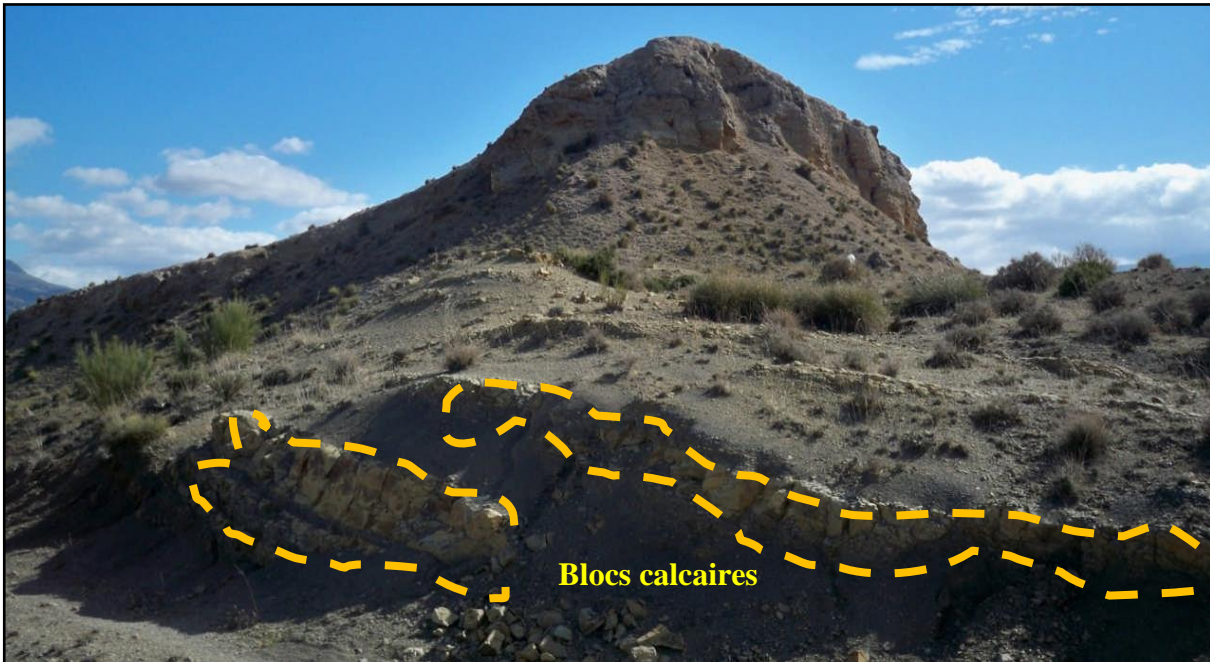
Les types de roches couramment rencontrés peuvent être regroupés en trois catégories principales : les calcaires, les dolomies et les cargneules.

- **Calcaires** : Sont représentés par des :
- **Calcaires violacés** Ces roches renferment des dépôts d'oxydes de fer jaunes avec des veines de gypse. Les calcaires en question se présentent généralement sous forme de dalles ou de plaquettes régulières. **(fig.11)**.

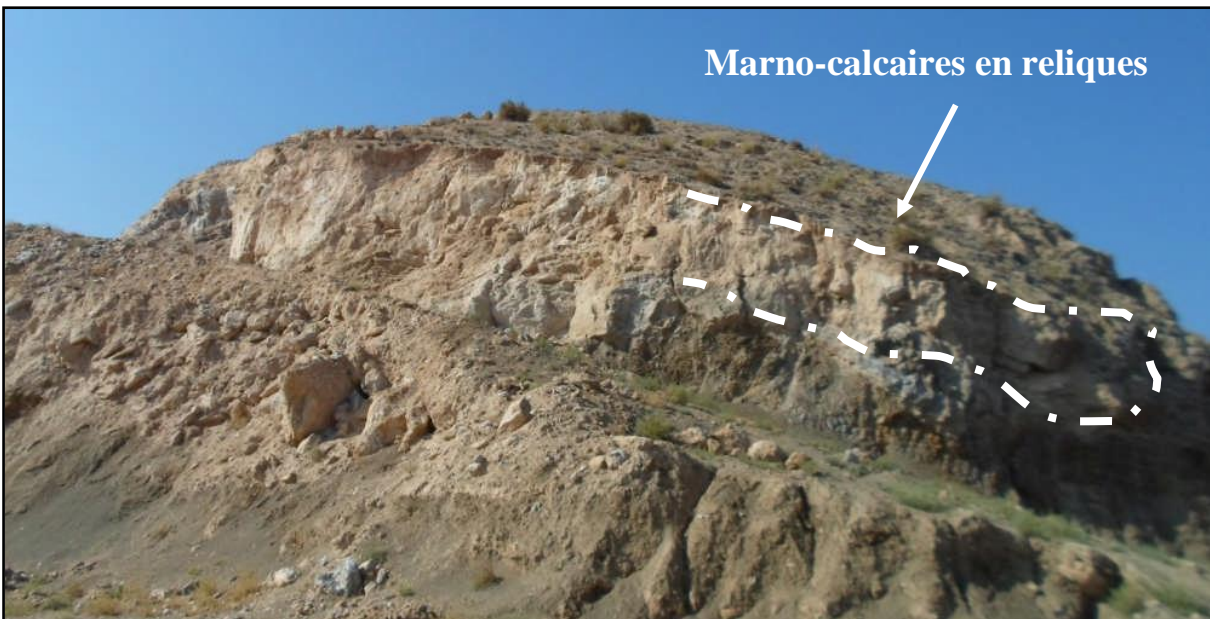


*Figure 11: Calcaire violacés en blocs détachés des nids d'oxydes de fer jaunes et veines de gypse ( Gaci, 2015).*

- **Des calcaires jaunes**, caractérisés par leur texture fine, se présentent sous forme de plaquettes épaisses, généralement d'environ 1 cm d'épaisseur. Leur surface est ondulée ou bosselée. Typiquement, cette roche affiche une porosité notable et a tendance à laisser des traces sur les doigts. Elle arbore une teinte jaune pâle, avec des marques noires d'oxydes de fer mesurant de 1 à 2 mm de diamètre. Lorsqu'on les casse, les plaquettes se fragmentent en lamelles irrégulières d'environ 1 à 2 mm d'épaisseur, avec des bords arrondis. Ce type de calcaire est assez répandu et peut être observé dans la région méridionale du Kat Djebassa. **(fig.12)**.
- Des couches de marno-calcaires, pouvant atteindre une épaisseur de jusqu'à 2 mètres, sont bien visibles au sommet du Koudiat Djebassa, se présentant sous forme de reliques lenticulaires. **(fig. 13)**.



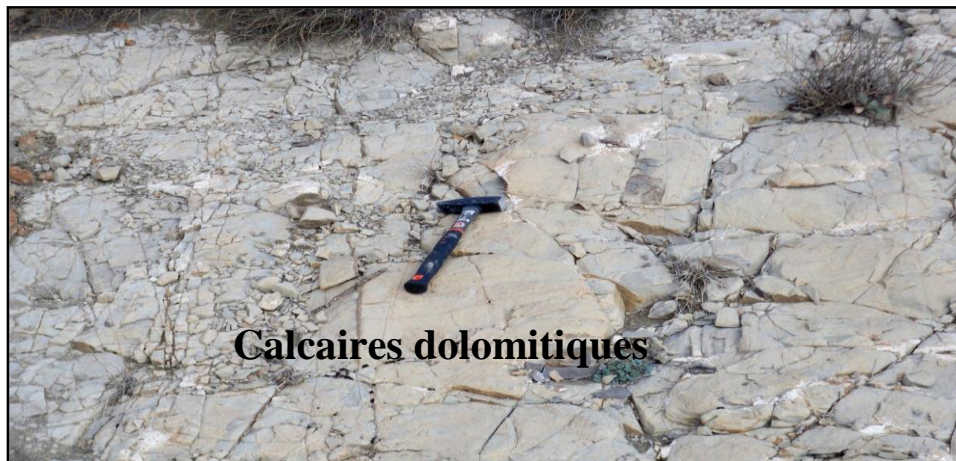
**Figure 12:** Blocs calcaires jaunes au sud du Koudiat Djebassa ( avant les travaux). (Gaci, 2015).



**Figure 13:** Reliques lenticulaires de marno-calcaires du sommet du Koudiat Djebassa.( Gaci, 2015).

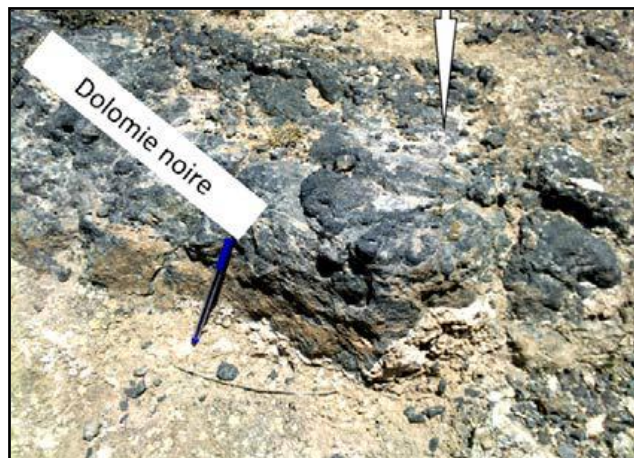
**Calcaires dolomitiques, Dolomies et les brèches dolomitiques :**

- **Les calcaires dolomitiques** se distinguent par leur surface lisse et leur teinte noirâtre, présentant une patine terne. Ils se trouvent généralement en dalles ou en plaquettes, souvent avec des fractures. Ces calcaires se fragmentent en pavés ou en petits cubes sub-parallélépipédiques. Parfois, ces cubes sont liés par un dépôt de calcaire jaunâtre ou brun, qui est finement poreux, bien que plus rarement, ils peuvent être cimentés par du gypse. La suite de ces processus entraîne la formation de brèches massives qui se manifestent sous forme de pitons ou de chicots au sein des argilites et des gypses. Ces brèches composées de blocs noirs présentent un aspect très distinctif. **(fig. 14).**



*Figure 14: Aspect des calcaires dolomitiques. (Gaci, 2015)*

- On trouve des **dolomies** ainsi que des **brèches dolomitiques** de teinte noirâtre, composées d'éléments anguleux à sub-anguleux, qui sont cimentées par du gypse saccharoïde. Ces formations se présentent fréquemment sous forme de larges lambeaux, s'insérant au sein du gypse au sommet de Koudiat Djebassa. **(fig. 15).**



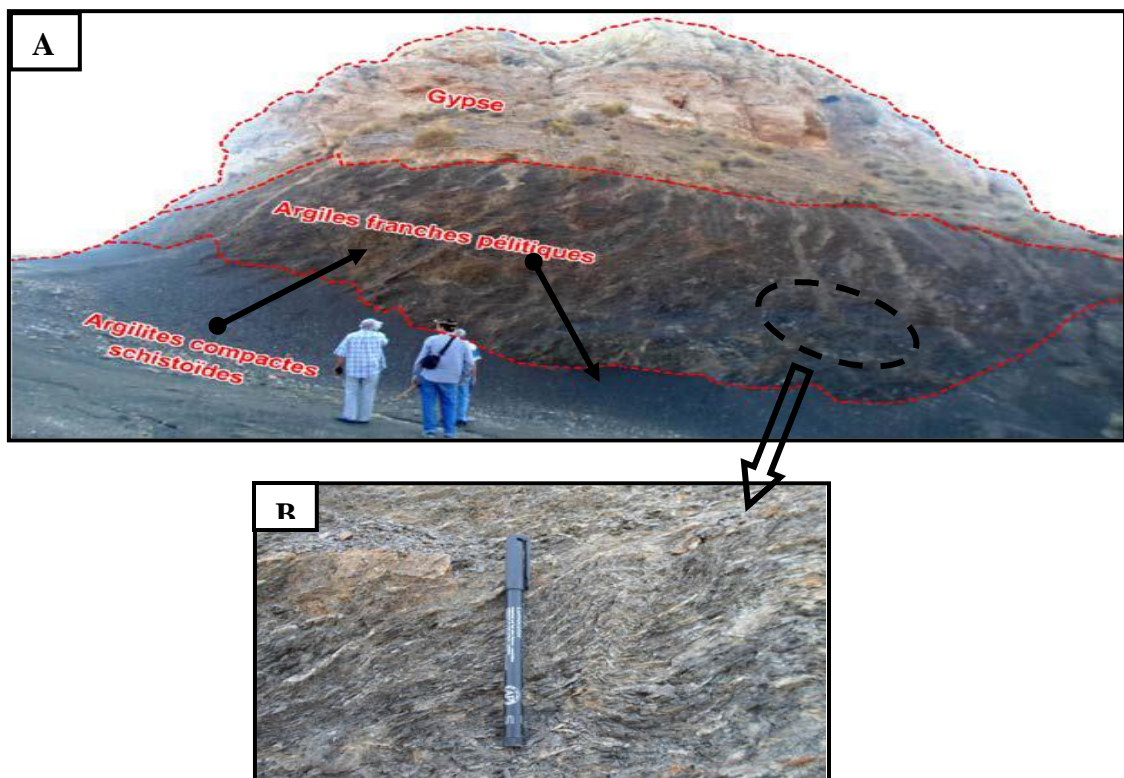
*Figure 15: Des niveaux de dolomies noies intercalés dans le gypse au sommet du Koudiat Djebassa. (Gaci, 2015).*

- **Cargneules** : Les calcaires dolomitiques du Trias, ainsi que certaines roches carbonatées du Lias, peuvent adopter une structure de cargneule. Les calcaires jaunes à texture fine mentionnés précédemment se métamorphosent en masses cavernicoles de couleur brune ou spongieuse, avec des veines marbrées de rouge. Les calcaires dolomitiques noirs, fissurés et recimentés par de la calcite contenant des traces de fer, subissent une transformation en brèche aux teintes variées grâce aux oxydes de fer. (fig.16).



*Figure 16: Aspect des calcaires dolomitiques cargneulisés. (Gaci, 2015).*

- Dans la zone de Djebassa, la partie inférieure de la colline est principalement composée d'argiles franches pélitiques, caractérisées par des pélites non cohésives avec une texture schisteuse. Au-dessus de ces argiles, on trouve des argilites compactes de nature schistoïde, qui sont de couleur noirâtre et présentent une cohésion plus élevée, également avec une texture schisteuse. Ces argilites sont traversées par un réseau de fractures anastomosées, remplies de gypse. (fig.17).



*Figure 17: a- Affleurements par niveaux de la carrière de Djebassa b. Détail de la séquence d'argilites compactes schistoïdes à fractures anastomosées remplies par du gypse (Gaci, 2015).*

Le Trias de la région a été qualifié par J. Savornin en 1920 comme un véritable musée minéralogique, et un inventaire minéralogique détaillé a été réalisé par plusieurs chercheurs, notamment Gentil en 1902, Flamand en 1911, Blayac en 1912, Savornin en 1920, et Glangeaud en 1932. De plus, les minéraux présents dans le Trias algérien ont fait l'objet de descriptions par Lacroix entre 1893 et 1907. L'anhydrite est associée au gypse à l'intérieur des carrières. J. Savornin en 1920 mentionne la présence d'anhydrite dans les parties profondes des exploitations, notamment dans les anciennes plâtrières de Mzita dans la feuille de Mansourah. La présence d'anhydrite a également été confirmée par M. Renucci à proximité immédiate du Kat Djebassa.

Le gypse est observé comme un constituant secondaire résultant de l'hydratation de l'anhydrite sous l'influence des eaux météoriques ou vadoses. Il est largement répandu en affleurements, se présentant sous forme de lentilles d'épaisseurs variables, pouvant atteindre jusqu'à une vingtaine de mètres, voire plus. Parfois, le gypse se réduit en de minces bandes décimétriques ou même en filaments au sein des marnes. Il ne se présente pas sous forme de bancs stratifiés, mais plutôt sous forme de masses diffuses (voir figure 18), parfois en association avec d'autres constituants du complexe. Le gypse est fréquemment de teinte blanchâtre, bien qu'il puisse aussi apparaître sous des variations colorées, telles que le rose, le vert ou le brun. Il présente généralement une texture saccharoïde, mais occasionnellement peut montrer une cassure terreuse. (fig. 19).



**Figure 18:** Trias gypseux de Koudiat Djebassa en affleurement au niveau 646m (au cours des travaux de l'exploitation) (Gaci, 2015).



**Figure 19:** Différentes variétés du gypse de la carrière de Djebassa. a. Massif blanc ou coloré ; b : Saccaroïde ; c : Lamellaire (Gaci, 2015).

➤ **Soufre natif :**

Le soufre natif se présente sous forme de poudre jaune ou de petits cristaux translucides qui tapissent les bords des fissures. Il est répertorié dans notre région d'étude (voir figure 20) ainsi que dans les affleurements triasiques d'Oulad Aïcha, situés au sud du Djebel Mzita dans la feuille Mansourah. Malgré des tentatives antérieures visant à l'exploiter, aucune exploitation fructueuse n'a été réalisée.

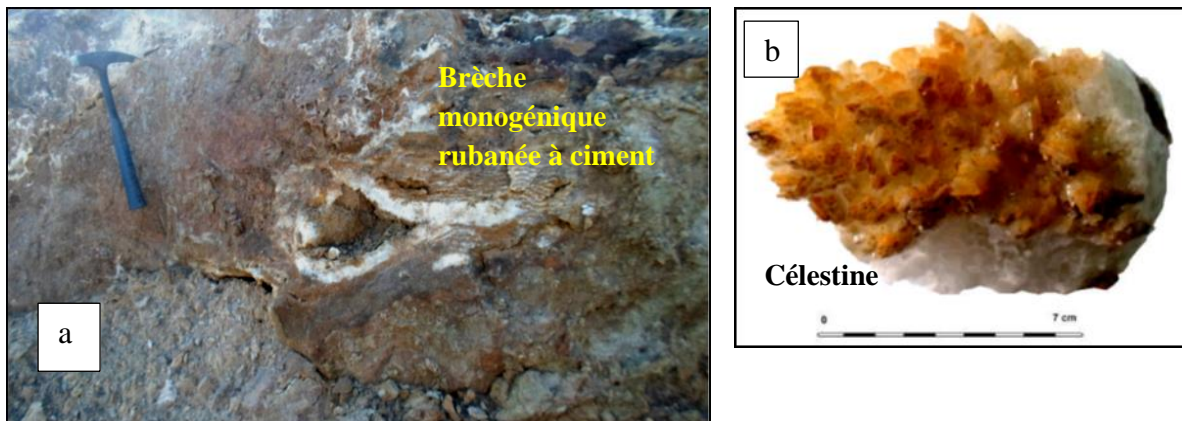
Il est également associé aux sources thermo-minérales en relation avec le Trias, notamment à Hammam el Biban et Hammam el Halfa.



*Figure 20: Echantillons du soufre natif associé au gypse et aux carbonates du complexe*

➤ **Barytine et célestine :**

Sur la tranche de la lame triasique du Koudiat Djebassa, la barytine et la célestine ont été rencontrées dans une brèche monogénique rubanée à ciment gypseux. La barytine se présente en petits amas ou en crête, tandis que la célestine est drusique. (**Fig.21**)



*Figure 21: a . Affleurement montrant une brèche . b . la Célestine en druse (Gaci, 2015).*

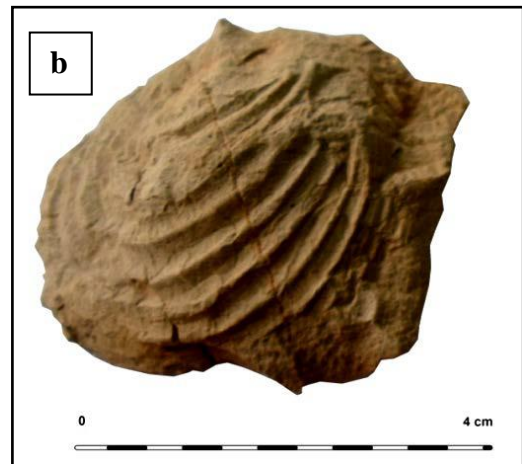
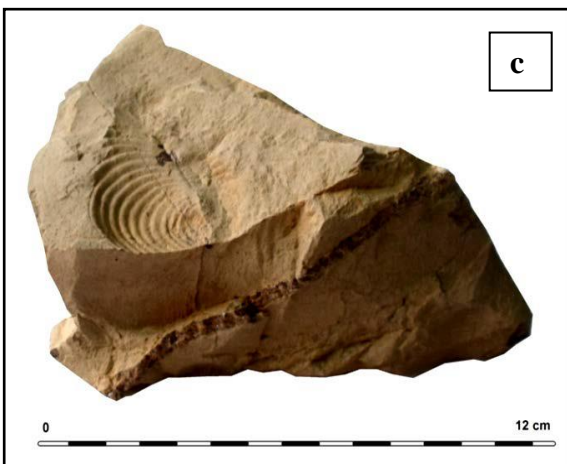
**1.B.b :Le crétacé :**

Les formations géologiques de l'époque crétacée dans la région de Koudiat Djebassa sont datées du Sénonien et du Sénonien - Danien.

**1.B.b.a : Sénonien :**

Selon A. Caire (1957), cette période est principalement caractérisée par la présence de calcaires contenant des Inocérames, des marnes grises et des couches de calcaire associées. Dans la partie

méridionale de la zone d'étude, on a observé un niveau de calcaire granuleux et concret à Inocérames d'une longueur excédant 3 mètres et d'une largeur de 50 centimètres. Sa direction est d'environ N085° - 45°N (voir figure 22). Les calcaires renferment des Inocérames, dont les



coquilles ne dépassent généralement pas 10 centimètres en longueur (voir figures 22b et 22c).

**Figure 22:** a : Un niveau calcaire granuleux à Inocérames.

b : Echantillon de calcaire à Inocérame du même niveau calcaire

c : Valves d'Inocérame. (GACI 2015).

### 1.B.b.b : Sénonien-Danien :

- **Calcaires marneux et marno-calcaires :**

Les calcaires marneux présentent des caractéristiques similaires à celles des calcaires. On peut qualifier de calcaires marneux des roches tendres qui, lorsqu'elles affleurent, se fragmentent rapidement en morceaux anguleux et en concrétions. Leur patine est généralement d'un ton légèrement plus tardif que celle des calcaires, ne dépassant pas une teinte jaune pâle terne. À l'intérieur des couches calcaires, on observe la présence de bancs de calcaires marneux d'une épaisseur moyenne de 10 à 20 centimètres. Parfois, on y trouve des nodules calcaires avec une patine d'un jaune vif. Les marno-calcaires, plus friables, présentent généralement une patine blanchâtre, parfois légèrement jaune pâle. À l'intérieur des couches calcaires, ils forment des strates de faible épaisseur, environ 5 centimètres en moyenne. Il est ainsi évident que dans les couches de "calcaires à Inocérames", l'épaisseur des bancs diminue à mesure qu'ils contiennent moins de composants calcaires.

- **Marnes :**

Les marnes se présentent souvent sous forme de couches épaisses. Elles sont constituées de marnes dures, de couleur grise à gris-bleu foncé. Elles peuvent subir une altération pour prendre une teinte brunâtre, mais leur transformation habituelle les dote d'une fine patine de couleur gris clair. Lorsqu'elles sont parcourues par des filons de calcite entremêlée, leur teinte moyenne peut devenir jaunâtre, correspondant à la couleur de la calcite ou de sa patine (**voir figure 23**).



**Figure 23** : Aspect des marnes jaunâtres parcourues de filonnets de calcite (Gaci, 2015).

### 1.B.c : Quaternaire :

Il s'agit de dépôts alluviaux qui se présentent sous les formes suivantes :

- **Alluvions récentes** : Ces dépôts comprennent des limons et des galets, et ils recouvrent des plaines irrégulières, qui sont rarement adaptées à la culture. Ils ne sont observés que dans les vallées rares où ils recouvrent complètement le sol sous-jacent.

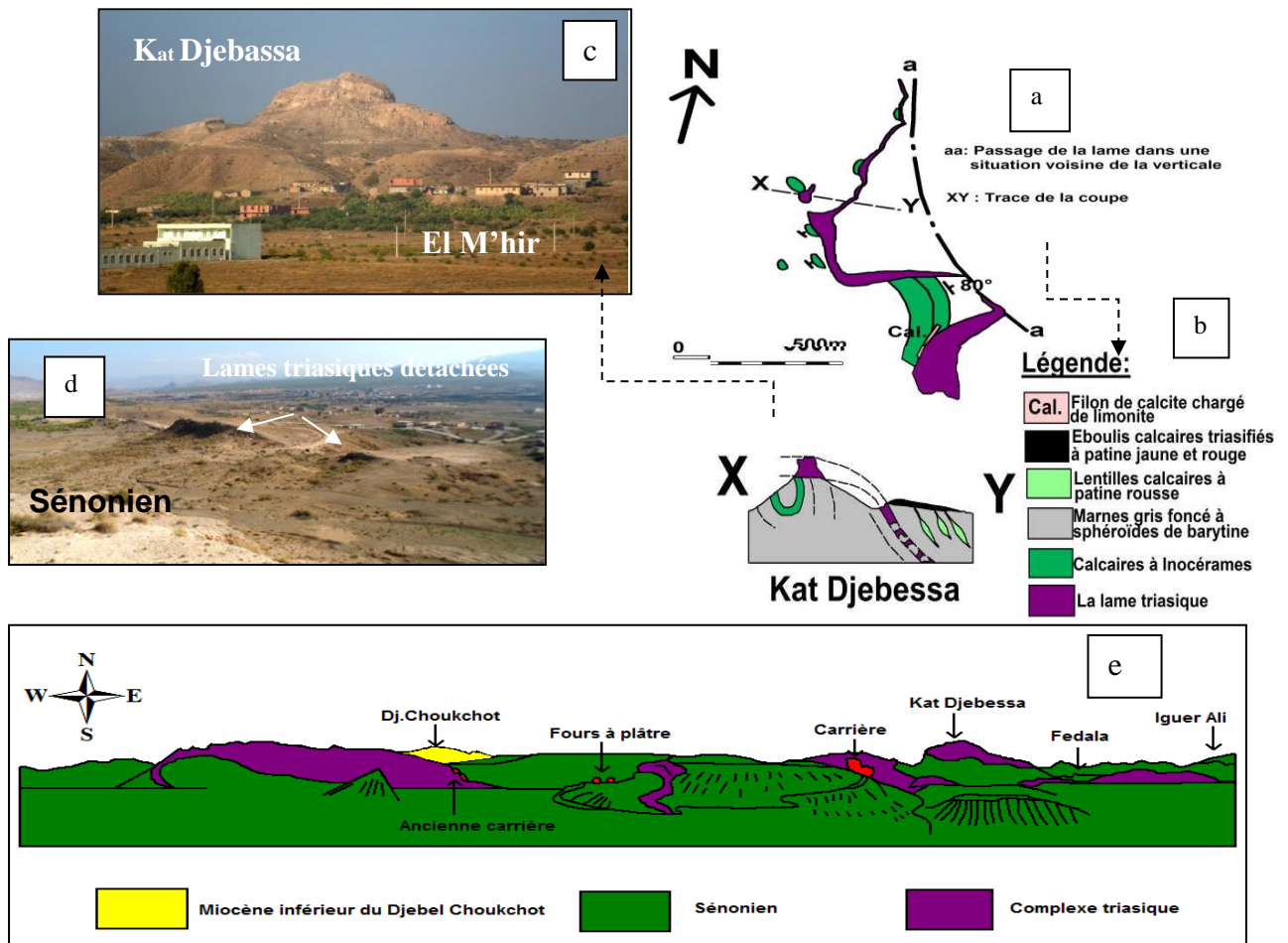


**1.C.a : Trias contenu dans la lame A4 de l'anticlinal de Mzita:**

Le flanc inversé de l'anticlinal de Mzita abrite plusieurs couches triasiques. L'une d'entre elles, s'étendant sur une vaste zone et passant par Koudiat Djebassa (la région d'étude), se trouve interstratifiée avec le Sénonien. Cette couche a été partiellement identifiée de manière sommaire par J. Savornin en 1920, puis A. Caire a fourni des informations supplémentaires en 1952.

La couche triasique de Koudiat Djebassa commence à proximité du point où les couches du Sénonien subissent une torsion, indiquant la transition du flanc est au flanc ouest en pente de l'anticlinal de Mzita. Initialement, elle apparaît légèrement inclinée par rapport aux autres couches, puis elle subit elle-même une torsion qui la place presque à la même hauteur que les marnes et les calcaires du Sénonien, qui sont stratigraphiquement supérieurs à la couche de calcaires à Inocérames.

La couche de calcaires à Inocérames, après quelques faibles dislocations, passe en dessous de la couche triasique et réapparaît dans la dépression des Fours à plâtre, où elle devient moins riche en calcaire. Au nord de cette dépression, la couche triasique présente une inclinaison assez faible. Elle projette vers l'ouest un fragment étroit qui forme le sommet caractéristique du Koudiat Djebassa (voir figure 25).



**Figure 25 :** a et b. Structure géologique du Koudiat Djebassa au Nord-Ouest de la gare de Mzita (C.L. 649,75 - 315,80), (A. Caire, 1957).

c et d. Vues panoramiques du Koudiat Djebassa et de la lame triasique détachée Interstratifiée dans le Sénonien .

e : Localisation de la lame triasique du Koudiat Djebassa (vue du point : C.L.

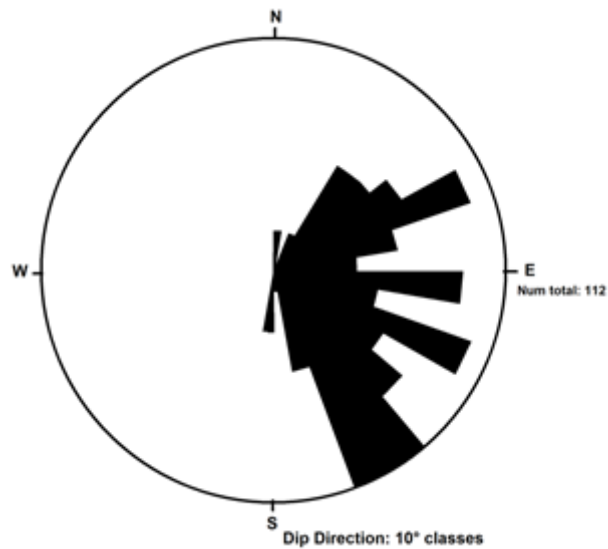
651,95 - 315,80), (A. Caire, 1957).

### 1.C.b :Tectonique cassante :

#### ➤ L'interprétation de la carte linéamentaire :

L'utilisation des photos aériennes au 1/20 000 nous a permis d'établir une carte linéamentaire de la zone étudiée. L'interprétation des linéaments nous a permis l'identification des structures majeures et mineures de la région et d'établir une rosace directionnelle à partir de 112 mesures (**fig.27**), ces mesures ont été réparties en 36 classes de 10°. La projection de ces classes (**fig.26**) permet de remarquer quatre familles de linéaments de directions principales :

- N140° à N160°
- N060° à N070°
- N110° à N120°
- N090° à N100°



**Figure 26** : Rosace directionnelle établie à partir de la carte linéamentaire de la région d'étude. Dellal.M.2019

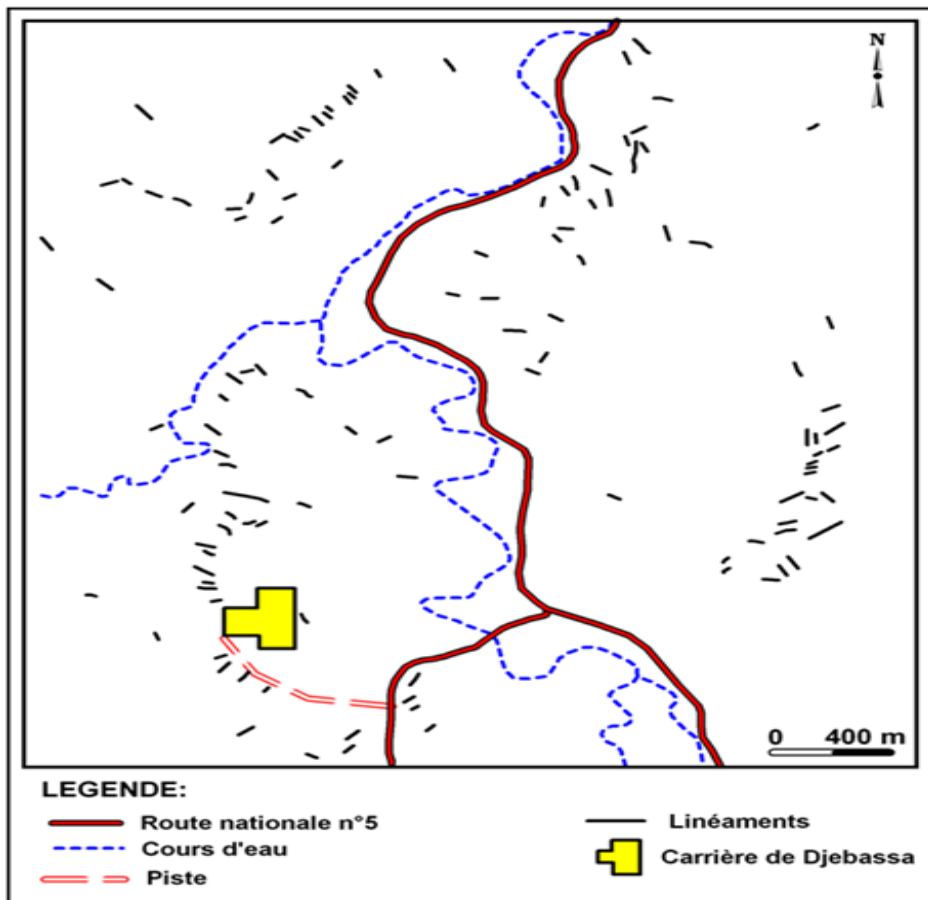


Figure 27 : Carte linéamentaire de la région d'étude au 1/20 000°Dellal.M.2019

## 2 : Sidi Ziane :

### 2.A : Introduction :

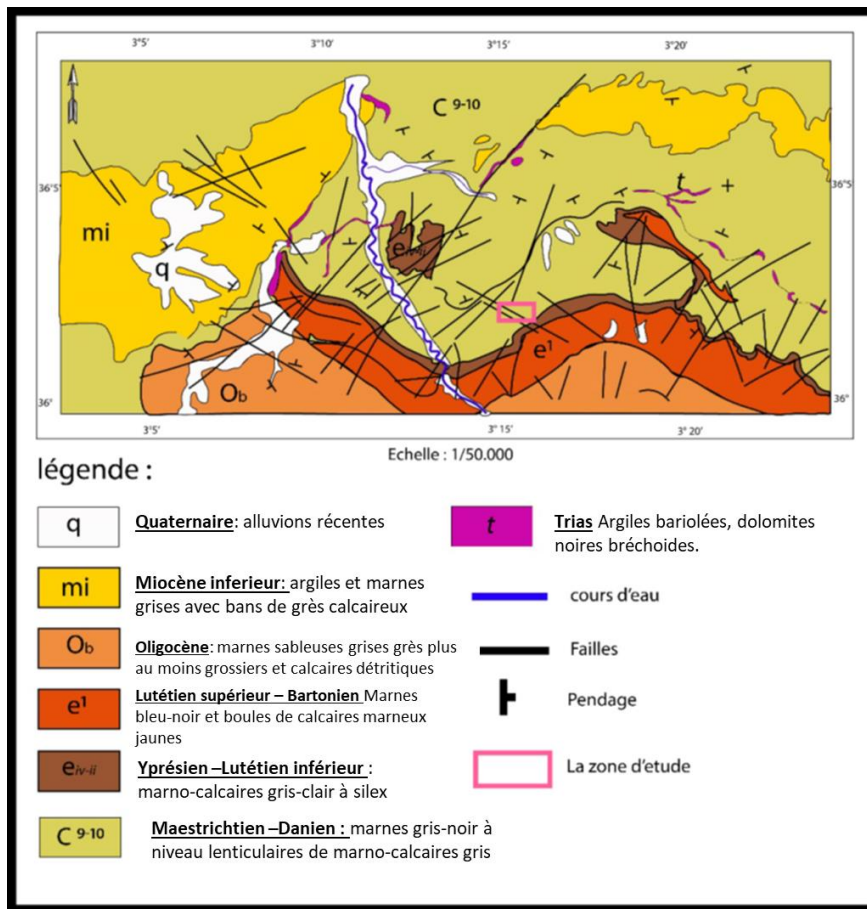
La zone d'étude, Sidi Ziane, est située sur la carte à l'échelle de 1/50 000 de Souagui (N°111) à la limite méridionale du Tell.

D'un point de vue lithologique, elle se divise en deux parties distinctes : au sud, on trouve des reliefs plus accidentés constitués de séries du Crétacé supérieur et du Tertiaire. Cette zone fait partie intégrante de la région connue sous le nom de "sud tellien," caractérisée par des phénomènes de nappe de charriage. Au nord de cette région, s'étendent les strates bien ordonnées de l'Albo-Aptien et du Cénomaniens.

Sur le plan tectonique, Sidi Ziane est marquée par la présence de formations issues des nappes telliennes. La tectonique complexe, liée aux processus de charriage, se manifeste sur le terrain par une multitude de failles, de directions variées, des variations fréquentes des angles d'inclinaison des couches, des décalages de bancs rocheux et une configuration en baïonnette du réseau hydrographique.

Localement, la région de Sidi Ziane est principalement caractérisée par des formations géologiques d'âges Méso-cénozoïques, comprenant des couches du Trias, du Crétacé, du Paléogène et du Quaternaire. L'objectif de ce chapitre est de décrire les différentes unités lithologiques de Sidi Ziane, dans le but de mieux comprendre l'évolution sédimentologique et

tectonique du site, ainsi que la relation entre la roche encaissante et les gisements de barytine associés (voir Figure 28).



**Figure 28** : Carte géologique de la région d'étude (Extrait de la carte géologique de Sidi Ziane au 1/50 000°)

### 2.B : Aspect lithologique :

Le site de Sidi Ziane présente une configuration géologique particulière. On y trouve une couche triasique qui se présente sous forme de semelle de nappe. Cette couche est associée à diverses formations géologiques, dont les principales sont les suivantes :

- Les marnes et les calcaires à Inocérames du Sénonien.
- Les calcaires à silex datant de l'Éocène.
- Les faciès oligocènes de Boghari.
- Les séries de marnes et de grès calcaires du Miocène.

Cette variété de formations géologiques témoigne de la complexité de la stratigraphie de la région de Sidi Ziane et offre un contexte géologique riche en informations pour les études sur la géologie et la sédimentologie de la zone.

### 2.B.a : Le trias :

Cette zone est marquée par des contacts géologiques anormaux qui se manifestent sous différentes formes, notamment des masses de gypse de couleur blanche ou violacée, des argiles aux couleurs variées, des blocs de cargneules, des dolomies et des ophites. Bien que le sel ne soit pas visible en surface, sa présence en profondeur est attestée par de nombreuses sources d'eau salée, dont la concentration en sel est très élevée. Ces sources sont exploitées pour la production de sel sur de petites surfaces salines. Les deux oueds Malah tirent leur nom de ces sources salées.

### 2.B.b : Crétacé :

#### ➤ C9-10 Maestrichtien –Danien

Il débute par 200 mètres d'argiles et marnes feuilletées à lentilles de calcaires noirs et minces lits de microgrès lie-de-vin. Puis viennent environ 1000 mètres de marnes grises à bancs de calcaire marneux jaunâtres (**fig.29**).

#### 1<sup>ère</sup> coupe : (Fig.29.A)

- Une combe d'argiles (marnes) depuis la route jusqu'au premier banc calcaire, alternance de bancs calcaires de quelques décimètres jusqu'à un demi mètre avec une strato-croissance (régression) de 15 à 20 mètres et marnes métriques, à la base deviennent décimétrique au sommet.
- Au-dessus de cette formation on observe une combe marno-argileuse de 10m, elle se tranche par deux rares bancs de calcaires de 30 à 40 centimètre d'épaisseur riches en **concrétions** de barytine.
- Une combe de 3 à 4 mètres de marnes argileuses qui se termine par 2 petits bancs de calcaires.
- Au-dessus, une grande combe de 30 à 40 mètres de marnes argileuses qui se termine par un banc de calcaire.

#### 2<sup>ème</sup> coupe : (Fig. 29.B)

- Au-dessous de la route une grande combe de 30 à 40 mètres de marnes argileuses.
- Au-dessous de cette formation, on observe une combe de calcaires marneux de 1m elle se tranche par des couches marneuses.
- Au-dessous de cette formation, on observe des bancs de calcaire marneux riches en **concrétions de barytine**.
- Au-dessous de cette formation, on observe une combe de 15 à 20 mètres de marnes
- Au-dessous de cette formation on observe un grand banc de calcaire marneux à Inocérames. Blocs jaunes » de calcaires gris-bleu à patine ocrée.

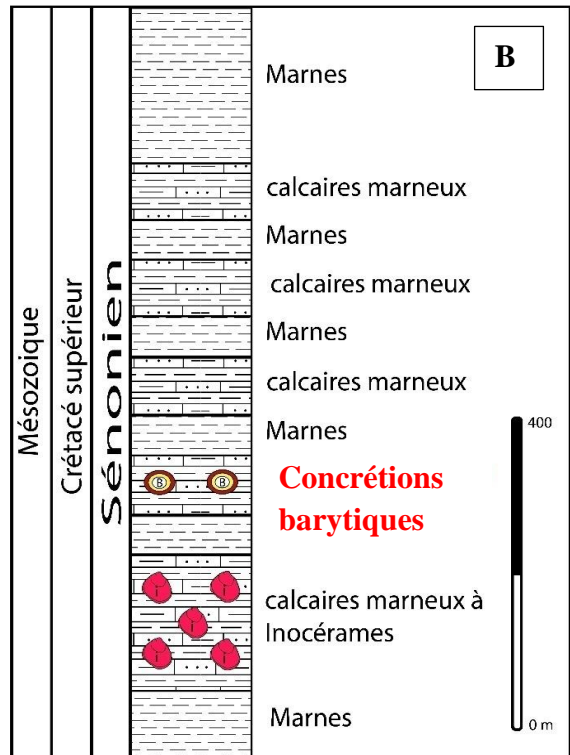
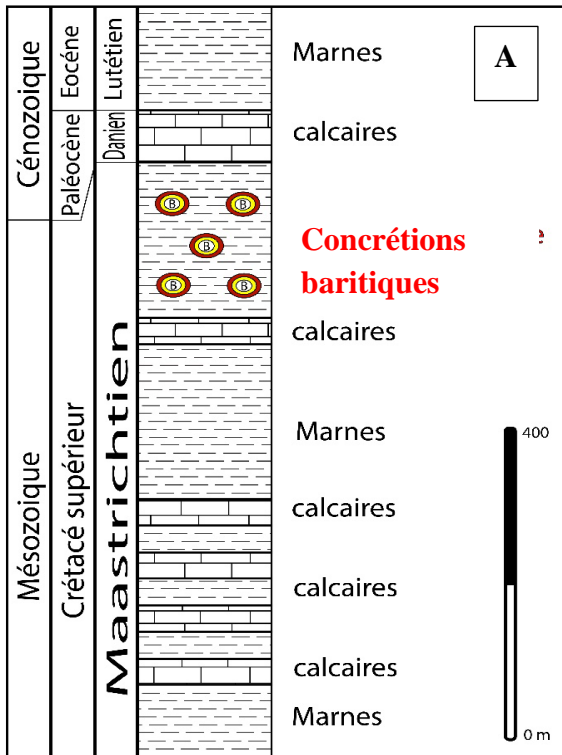
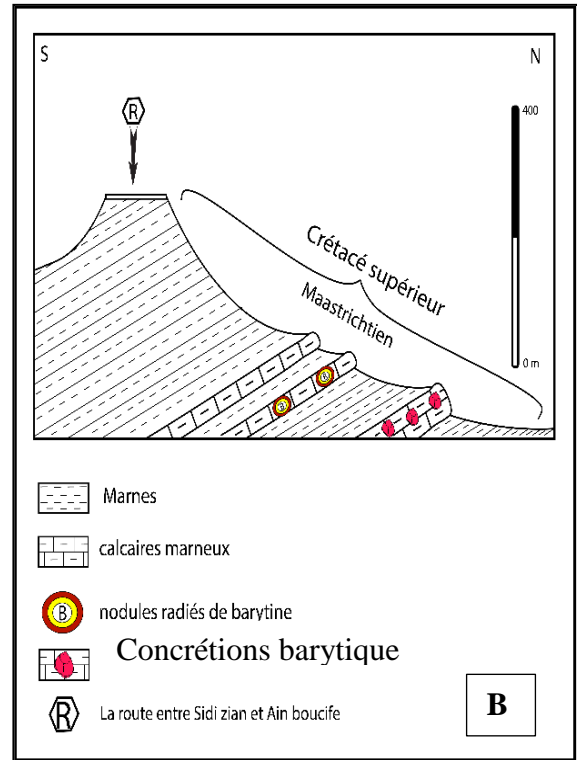
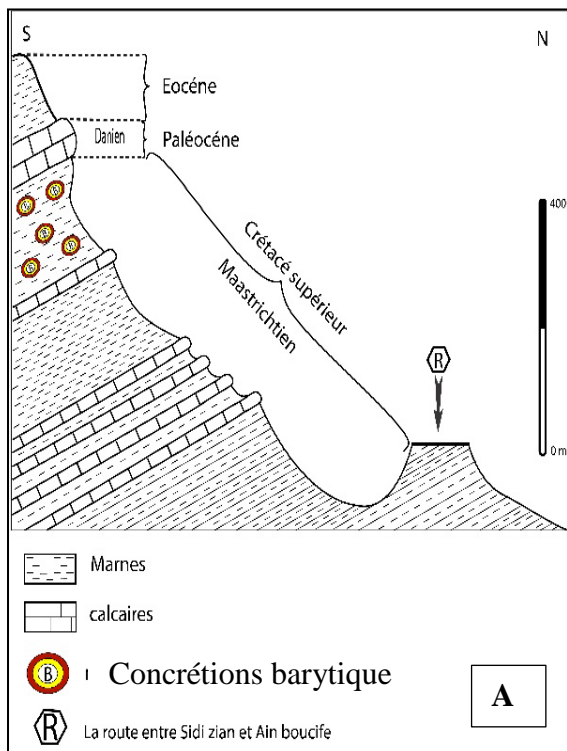


Figure 29 : Coupes géologiques schématiques et colonnes stratigraphiques de la région de Sidi Ziane (Lakhal, 2018).

## 2.B.c : Paléogène

- **e1b** : Cette couche est composée de marnes et d'argiles brunes présentant des lits de calcaires marneux jaunâtres et contenant des coquillages, notamment des huîtres.
- **eIV-II : Yprésien –Lutétien inférieur** : Cette période commence avec une couche de 80 à 100 mètres de calcaires marneux contenant des silex noirs et des marnes indurées sans fossiles. Elle est suivie de 120 à 150 mètres de calcaires blancs avec seulement quelques inclusions de silex (**voir figure 30**).



*Figure 30 : Photo montrant un calcaire noir à silex. (Lakhal, 2018).*

- **e1 Lutétien supérieur – Bartonien** : Cette période se présente sous deux formes distinctes
  - **e1a** : Il s'agit de marnes bleu-noir contenant des nodules de calcaire jaunes (voir figure 31). Cette association de roches caractérise le Lutétien supérieur et le Bartonien inférieur. Cette série semble atteindre une épaisseur dépassant les 1000 mètres.



*Figure 31 : Photo montrant des boules calcaires jaunes (Lakhal, 2018).*

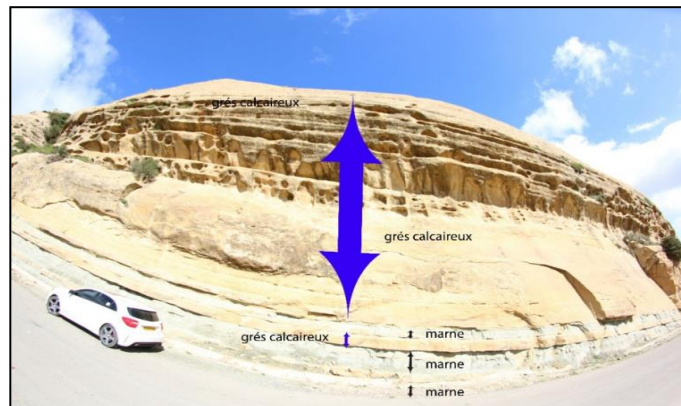
- **O<sup>b</sup> Oligocène « Faciès de Boghari »** :

Cette période débute avec une série principalement composée de marnes, d'une épaisseur d'environ 800 mètres. On y trouve par endroits des bancs lenticulaires de grès grossiers renfermant des huîtres. Au-dessus de cette couche, on rencontre un ensemble de grès allant de

fins à grossiers, entrecoupé de lits de marnes de couleur gris clair. Cette couche supérieure se prolonge jusqu'à la région d'Ain Boucif, où son épaisseur atteint environ 700 mètres.

### 2.B.d : Néogène :

- **(mi) Miocène inférieur** : Cette période est caractérisée par des couches d'argiles et de marnes grises, avec de minces niveaux de calcaires gréseux, suivies de marnes grises entrecoupées de bancs épais de grès calcaire (**voir figure 32**).



*Figure 32 : vue panoramique des marnes grises entrecoupées de gros bancs de grès calcaire (Lakhal, 2018).*

### 2.B.e : Quaternaire :

- **Alluvions récentes** : Les "basses plaines" où l'on trouve des dépôts alluviaux provenant de rivières sont principalement observables le long des deux grandes rivières et de leurs principaux affluents à l'ouest. Les sédiments présents dans ces plaines sont généralement constitués d'un mélange de sols variés, de graviers et de cailloux qui ont subi peu d'arrondissement.

## 2.C : Tectonique :

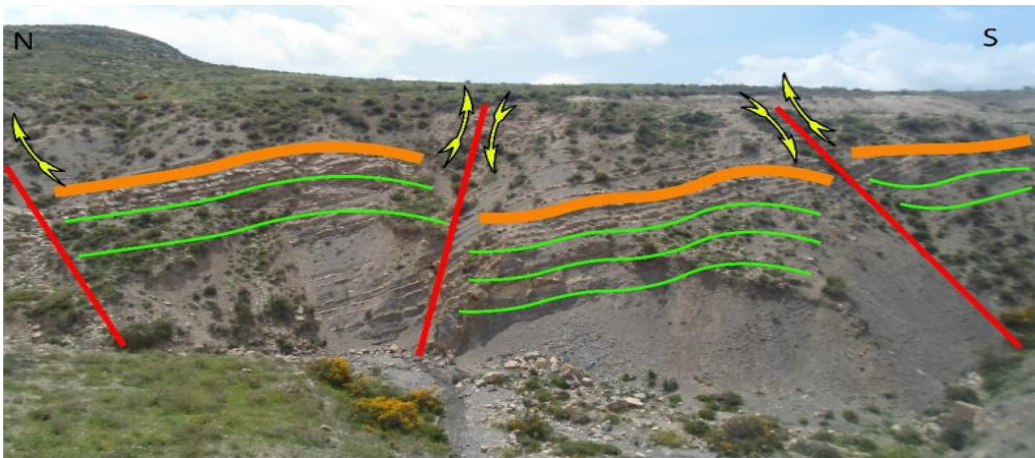
### 2.C.a : Etude de la fracturation :

Dans la région de Sidi Ziane, on peut observer que les bancs de calcaires ont été soumis à une série de failles se présentant sous forme de horst et graben, comme illustré dans la **figure 33**.

De plus, on remarque la présence généralisée de veinules de calcite tardives, très abondantes, qui sont observées à différentes échelles, allant de centimètres à plusieurs mètres. La plupart de ces veinules sont situées au sein des formations du Crétacé supérieur, caractérisées par un remplissage de calcite fine de couleur blanche, et elles recoupent les marnes. Leur direction générale est verticale avec un azimut de 65 degrés, comme illustré dans la **figure 34**.

La région présente également des fractures minéralisées en calcite, qui ont une épaisseur de quelques centimètres et s'étendent sur plus de cent mètres, comme indiqué dans la **figure 35**.

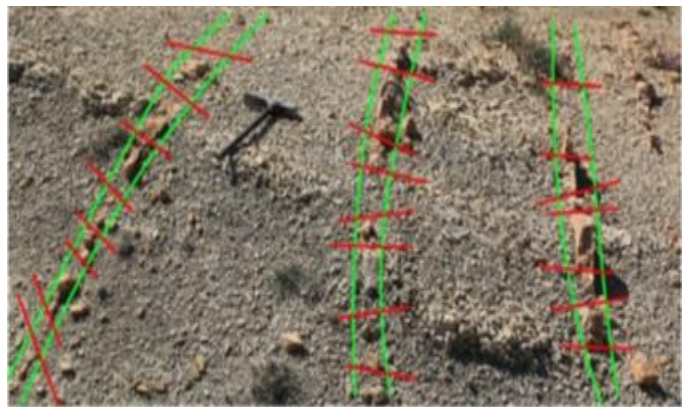
Enfin, il est à noter la présence d'une faille inverse contemporaine avec une direction d'environ 100 degrés nord et un pendage de 40 degrés vers le nord, ainsi qu'un pitch vertical de 90 degrés, comme illustré dans la **figure 36**.



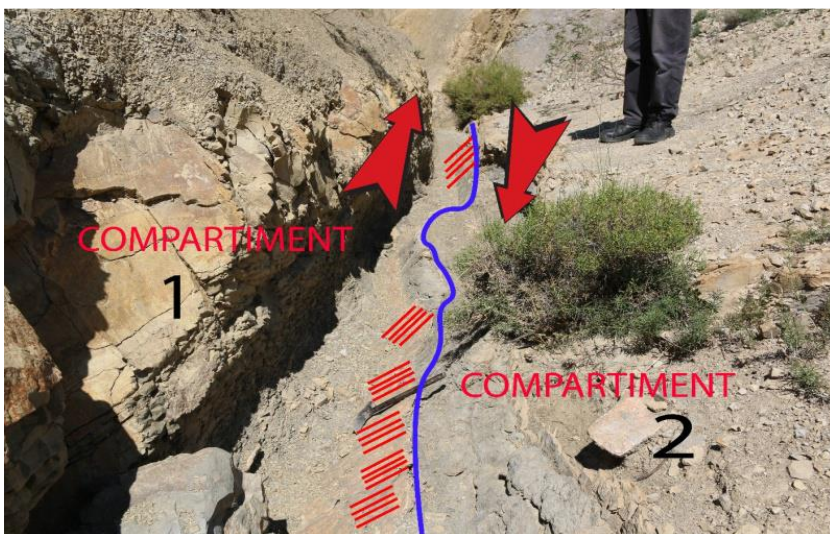
**Figure 33** : Photo montrant des horst et graben de Sidi Ziane (Lakhal, 2018).



**Figure 34** : Veinules de calcite fracturées. (Lakhal, 2018).



**Figure 35** : Fracture à extension centimétrique remplie de calcite fine (Lakhal, 2018).



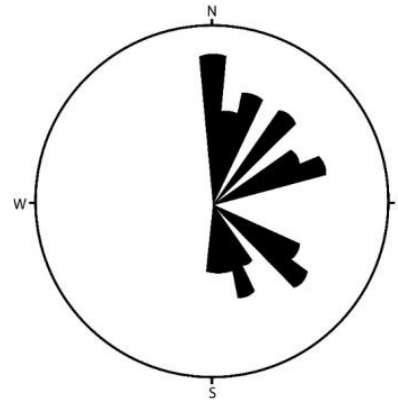
**Figure 36** : Photo montrant une faille inverse avec les stries de la faille (Lakhal, 2018)

### 2.C.b : L'interprétation de la carte linéamentaire :

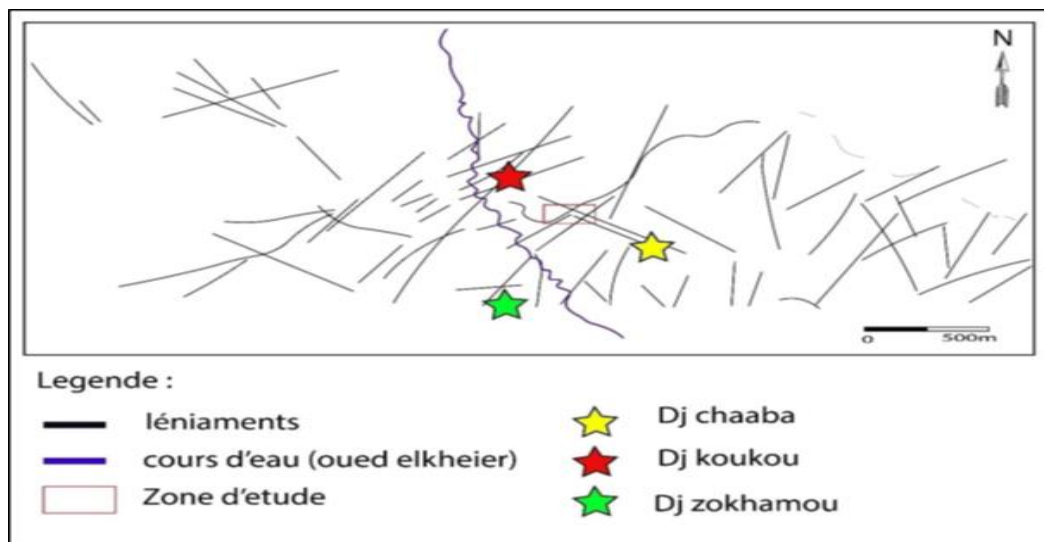
L'utilisation de photos aériennes à l'échelle de 1/50 000 a été précieuse pour créer une carte linéamentaire de la zone d'étude. L'interprétation des linéaments a permis d'identifier les structures géologiques majeures et mineures de la région, et a également permis d'établir une rose des vents directionnelle à partir de 69 mesures, comme illustré dans la figure 37. Ces mesures ont été regroupées en 36 classes de 10 degrés chacune.

La projection de ces classes, comme on peut le voir dans la figure 38, a révélé l'existence de quatre familles principales de linéaments :

- N000° à N010°
- N070° à N080°
- N125° à N135°
- N160° à N170°



**Figure 38 :** Rosace directionnelle établie à partir de la carte linéamentaire de la région d'étude. Dellal.M.2019.



**Figure 37 :** Carte linéamentaire de la région d'étude au 1/50 000°.Dellal . M. 2019

### **3 : Conclusion :**

Bien que situés dans des domaines structuraux similaires, à savoir l'Atlas tellien méridional et la chaîne des Bibans, les sites de Koudiat Djebassa et de Sidi Ziane présentent des similitudes marquées. Tout d'abord, les deux sites sont principalement composés de roches sédimentaires, en particulier de marnes et de calcaires, qui forment la majorité des formations géologiques dans les deux régions. De plus, on y observe la présence de calcaires à Inocérames qui se superposent à ces formations.

Cependant, il existe des différences notables entre les deux sites. Le site de Sidi Ziane se distingue par la présence d'affleurements de calcaires à silex datant de l'Éocène, de faciès oligocènes de Boghari et de séries de marnes et de grès calcaires du Miocène. Ces formations ne se retrouvent pas dans le site de Koudiat Djebassa. En outre, les formations triasiques présentes dans les deux zones sont caractérisées par des contacts anormaux sous forme de masses de gypse blanc ou violacé, d'argiles bariolées, de blocs de cargneules, de dolomies et d'ophites, indiquant la complexité géologique de ces régions.

# **Chapitre IV : Etude gîtologique.**

## **1 : Introduction :**

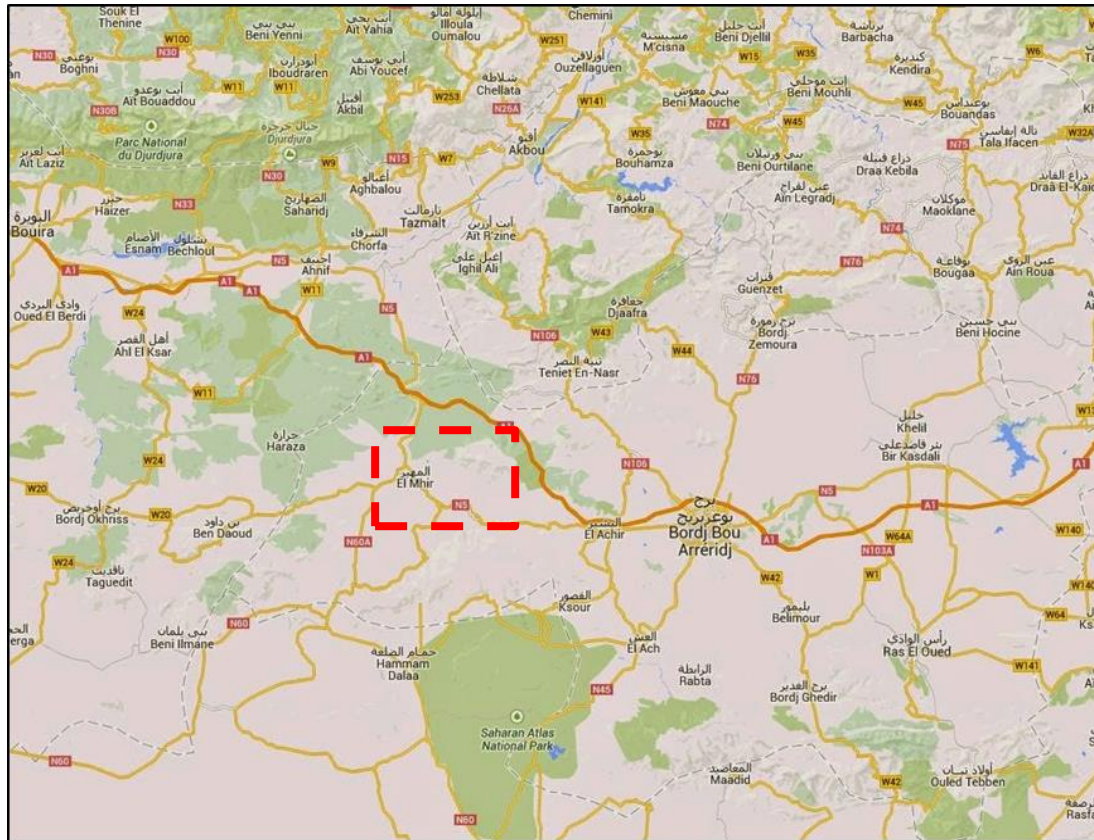
Les concrétions de barytine que nous examinons dans notre étude sont en réalité des formations résultant du processus de dessiccation, où elles cristallisent autour d'un noyau, généralement observé dans des strates de marnes et d'argiles. Plus particulièrement, notre étude se focalise sur les concrétions de barytine identifiés à deux endroits : Koudiat Djebassa (Bordj Bou Arréridj) et Sidi Ziane (Médéa), situés dans la région des Bibans. Notre objectif consiste à comparer les caractéristiques géologiques et minéralogiques, ainsi que les mécanismes de formation spécifiques à chaque type de minéralisation. Pour enrichir notre compréhension de ces concrétions, nous avons réalisé des analyses physico-chimiques, notamment la diffraction des rayons X (DRX).

## **2 : Description et morphologie des concrétions de barytine :**

### **2.A : Découverte :**

Les premiers signalements de ces formations de barytine remontent à J. Savornin en 1920, puis à A. Caire en 1957, N. Gaci en 2015, et en 2018, M. A. Lakhali. Elles sont principalement observées dans des zones géographiquement spécifiques des Bibans. Afin de caractériser ces formations de barytine dans les deux régions d'étude, des échantillons substantiels ont été prélevés à différents emplacements, notamment dans la carrière de Djebassa (El M'hir) (**voir Fig. 39**) et dans le village de Sidi Ziane, situé à environ 73 kilomètres de la wilaya de Médéa (**voir Fig. 40**). De plus, des échantillons de faciès associés ont également été collectés.

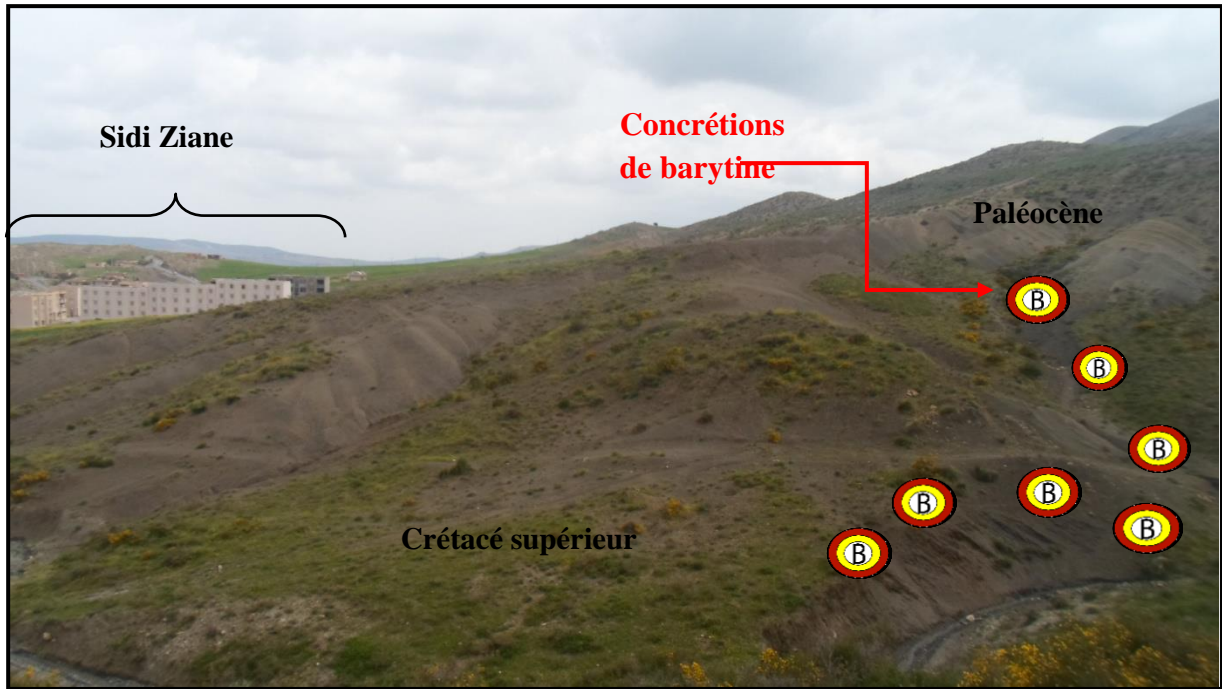
Pour repérer ces concrétions de barytine dans la région des Bibans, il est essentiel de prospecter les strates limites du Crétacé au Tertiaire (K-T). À Koudiat Djebassa, la recherche se concentre sur les marnes du Sénonien-Danien (C<sup>9-7</sup>), qui sont étroitement associées à des calcaires renfermant des Inocérames (C<sup>8</sup>). À Sidi Ziane, l'attention se porte sur les couches marneuses de couleur gris-noir du Maestrichtien-Danien (C<sup>9-10</sup>), en association avec des niveaux lenticulaires de marno-calcaires gris (**voir Fig. 41**). Ces formations géologiques sont largement répandues dans nos zones d'étude.



*Figure 39 : Extrait d'une carte par l'image de Google Street Maps montrant la localisation de la carrière de Djebassa..*



*Figure 40 : Extrait de la carte topographique de Sidi Ziane, montrant localisation du secteur d'étude. (Google Earth, 2023).*



**Figure 41** : Aspect des niveaux marneux gris noir (encaissant) porteurs de concrétions de barytine à Sidi Ziane (Lakhal, 2018).

## 2.B : Morphologie :

### 2.B.a : Les concrétions à barytine de Koudiat Djebassa :

Les formations de barytine, sous forme de concrétions, se présentent sous la forme d'ellipsoïdes légèrement aplaties, mesurant généralement de 5 à 15 cm de long, 5 à 10 cm de large et de 4 à 7 cm d'épaisseur. Le rapport entre le diamètre horizontal et le diamètre vertical est couramment compris entre 2/1 et 3/1, avec un degré d'aplatissement plus marqué dans les concrétions les plus volumineuses (**voir Planche 1**). Parfois, ces ellipsoïdes présentent un sillon marginal, donnant l'impression qu'ils résultent de la fusion incomplète de deux disques légèrement bombés.

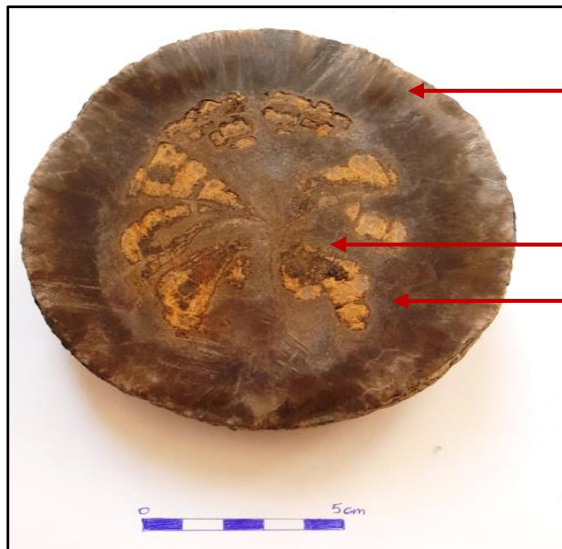


***Planche 1 : ASPECT MACROSCOPIQUE (EXTERIEUR) DES CONCRETIONS A BARYTINE DE KOUDIAT DJEBASSA.***

Les concrétions de barytine présentent une surface irrégulière, creusées de cupules d'environ 2 à 3 cm de large, séparées par des crêtes formant un réseau de mailles inégales. Leur couleur varie du gris au brun sombre en raison de la forte présence d'oxydes de fer.

Dans certains cas, la partie centrale des concrétions est composée de barytine de couleur gris foncé, qui s'éclaircit progressivement vers l'extérieur pour prendre une teinte jaunâtre.

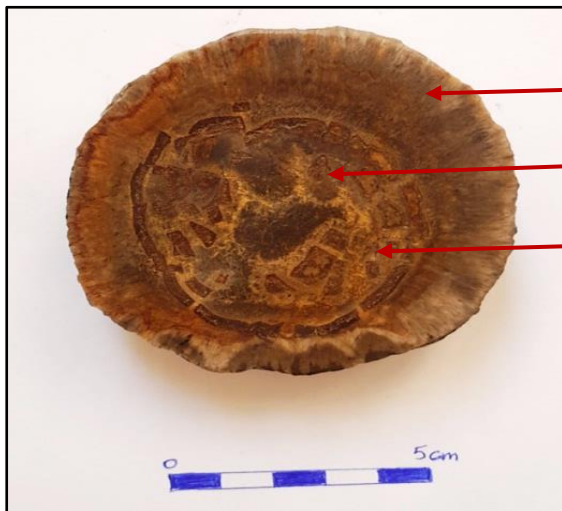
Des fissures dans ces formations sont remplies de minéraux tels que la calcite, la dolomite, le gypse, le quartz et des oxydes de fer, ce qui leur confère une structure similaire à celle des septaria. La périphérie de certaines concrétions est caractérisée par une couche de fibres radiales de barytine revêtues de calcite brune, s'étendant sur une épaisseur de 2 à 4 cm (voir Planche 2). D'autres concrétions sont entièrement constituées de cristaux de barytine grise disposés en forme de rayons, les rendant fibro-radiées ou sphérolitiques.



Barytine plumeuse

Barytine lamellaire fine

Pyrite hématitisée



Barytine plumeuse

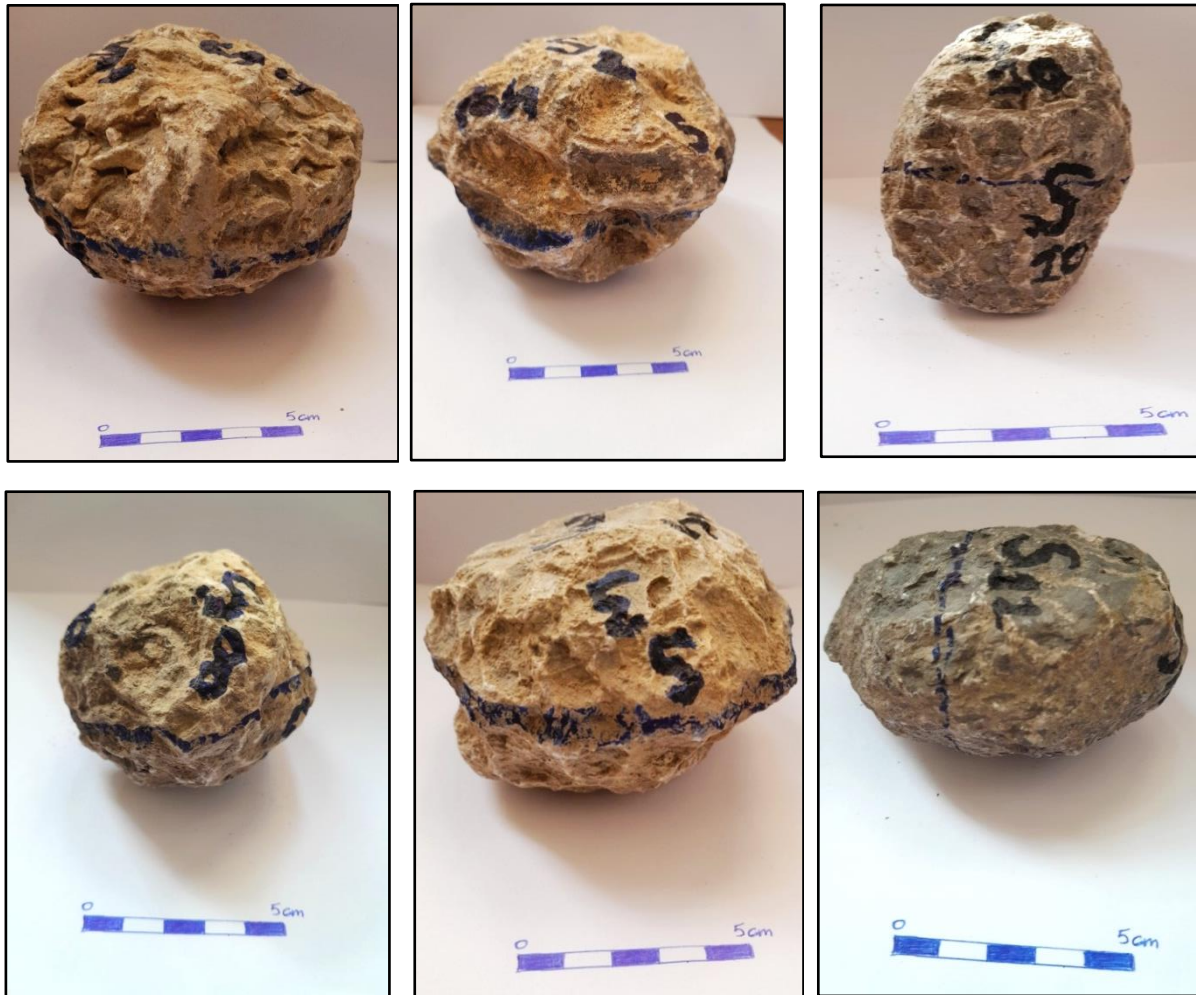
Barytine lamellaire fine

Pyrite hématitisée

**Planche 2 : COUPES DE CONCRETIONS A BARYTINE DONT LE CENTRE OFFRE UNE STRUCTURE SEPTARIA DE KOUDIAT DJEBASSA.**

### 2.B.b : Les concrétions à barytine de Sidi Ziane :

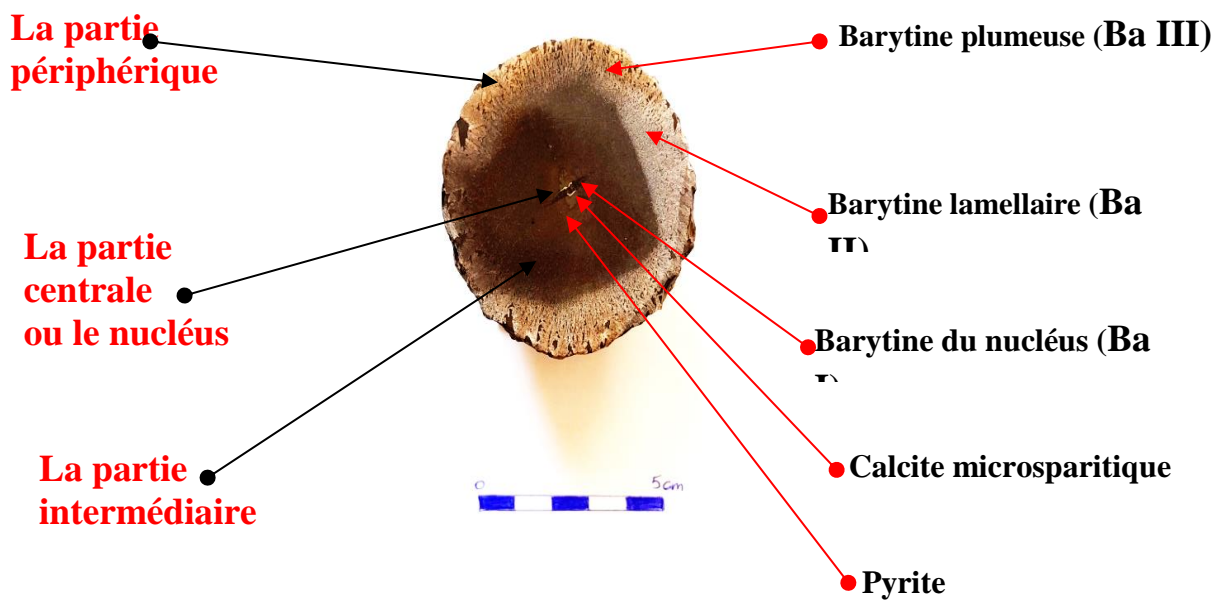
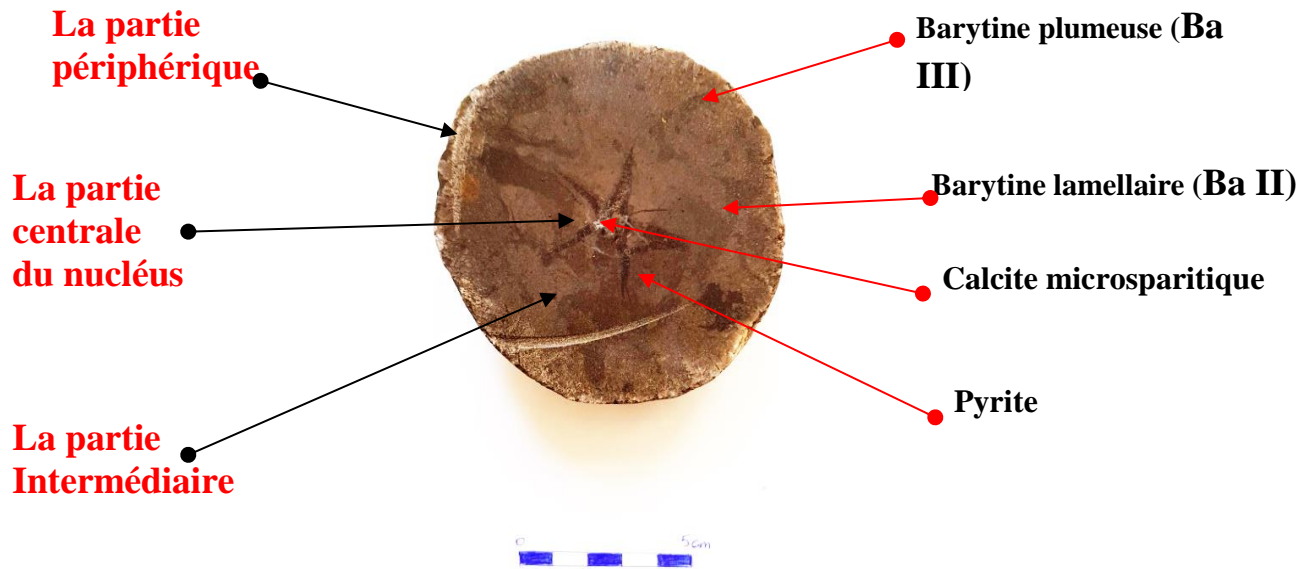
Les concrétions de barytine de la région de Sidi Ziane se présentent sous la forme de sphères légèrement aplaties, mesurant généralement entre 5 et 10 cm de long, 5 à 10 cm de large et 5 à 15 cm d'épaisseur. Le rapport entre le diamètre horizontal et le diamètre vertical se situe généralement entre 1/2 et 1/3, avec un aplatissement plus marqué dans ces concrétions de plus grande taille. Parfois, elles peuvent présenter un sillon marginal. (**Planche 3**).



*Planche 3 : ASPECT MACROSCOPIQUE (EXTERIEUR) DES CONCRETIONS A BARYTINE DE SIDI ZIANE*

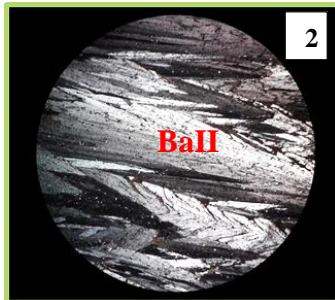
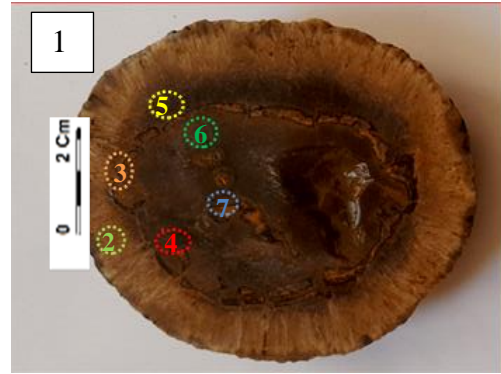
La surface des concrétions de barytine dans la région de Sidi Ziane présente une texture chagrinée avec des cavités irrégulières d'environ 2 à 3 cm de large, séparées par des crêtes formant un réseau de mailles inégales. Cette surface est principalement grise ou brun sombre en raison de la forte teneur en oxydes de fer, mais elle tend à prendre une teinte jaune clair sous l'effet de l'altération.

Certains de ces concrétions ont une partie centrale avec des fissures en forme d'étoile, remplies de divers minéraux tels que la calcite, la dolomite, la sphalérite, le gypse, le quartz, la pyrite, la marcassite et des oxydes de fer. Cette présence minérale leur confère une structure similaire à celle des septaria (**voir Planche 4**).

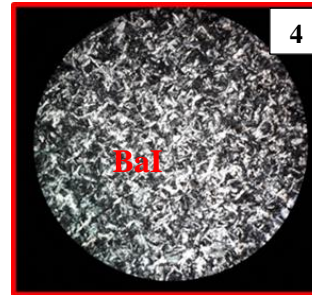


*Planche 4 : COUPES DE CONCRETIONS A BARYTINE DE LA REGION DE SIDI ZIANE.*

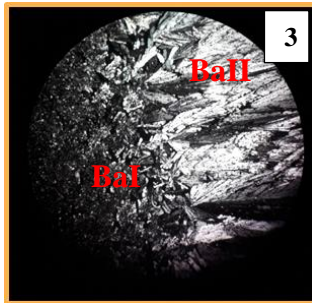
**Fig.1 :** coupe longitudinale d'une concrétion de barytine de la région de Koudiat Djebassa mettant en évidence une zonation texturale comprenant trois parties distinctes : la bordure, la partie intermédiaire, et le nucléus.



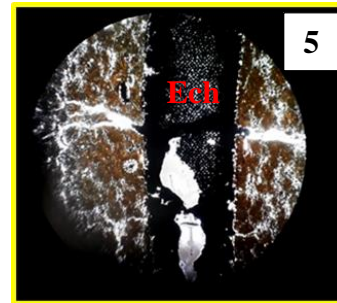
**Fig.2 :** Cristaux plumeux de barytine (Ba II) de la bordure, qui s'imbriquent les uns dans les autres, renfermant de petites inclusions de calcite (Ca).  
Lame mince, LPA. G. X 10



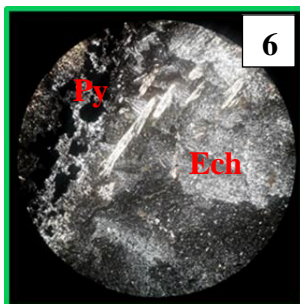
**Fig.4 :** Barytine (Ba I) en petits cristaux lamellaires ou en rosettes de couleur gris.  
Lame mince, LPA. G. X 10.



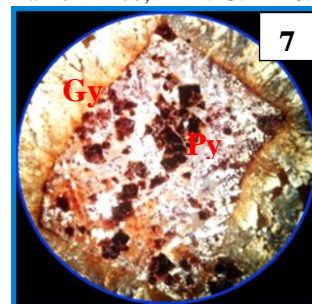
**Fig3 :** Contact entre la barytine en latte (BaI) et la barytine plumeuse (BaII).  
Lame mince, LPA. G. X 10.



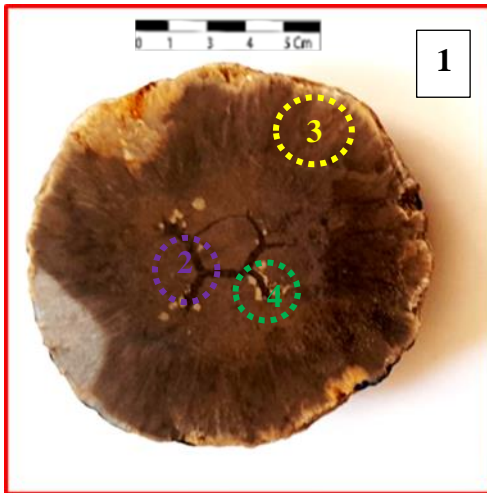
**Fig5 :** plaque d'oursins avec des sections basales de radioles d'Echinodermes (Ech)  
Lame mince, LPA. G. X 10.



**Fig6 :** pyrite diagenétique (Py) avec des tiges d'échinodermes.  
Lame mince, LPA. G. X 10.



**Fig7 :** Structures organiques automorphes contiennent en inclusions des petits cristaux du gypse (Gy), des cubes de pyrite hématitisée (Py) ainsi que de la limonite (Li). Le gypse se présente en agrégats de cristaux automorphes à sub-automorphes, de couleur gris-jaunâtre, tapissant les contours des structures organiques.  
Lame mince, LPA. G. X 10.



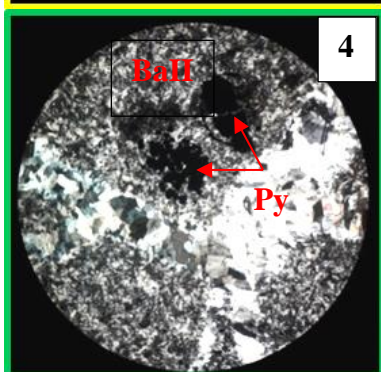
**Fig.1** : coupe longitudinale d'une concrétion de barytine de la région de Sidi Ziane montrant une zonation



**Fig.2** : Barytine (Ba II) en latts ou en rosettes de couleur gris jaunâtre à gris foncé. La partie centrale en structure septaria (en étoile) constitué de Barytine I et Calcite t pyrite.  
Lame mince, LPA. G. X 10.



**Fig.3** : Contact stylolitique entre les cristaux plumeux de barytine (Ba II). Lame mince, LPA. G. X 10



**Fig.4** : Pyrite (Py) disséminée dans la barytine Ba II dans la partie centrale d'une concrétion de barytine. Lame mince, LPA. G. X 10.

## **2.C : Minéralogie :**

### **2.C.a :Analyse par diffractométrie des rayons X (DRX) :**

#### **- Principe d'analyse :**

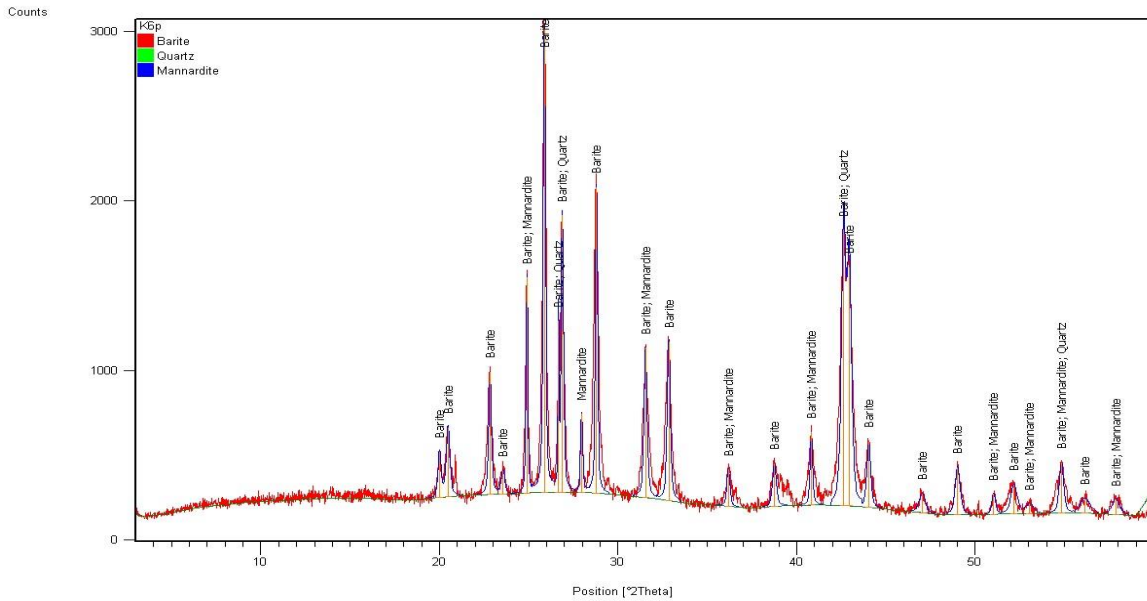
Pour analyser un échantillon solide finement broyé, on le fixe sur un support approprié et on l'expose à un faisceau de rayons X. Ce faisceau de rayons X est diffracté par les plans cristallins des phases présentes dans l'échantillon. La loi de Bragg est utilisée pour établir la relation entre l'angle de diffraction ( $\theta$ ), la longueur d'onde des rayons X ( $\lambda$  en angströms) et la distance réticulaire ( $d$  en angströms) qui sépare les plans atomiques au sein de la structure cristalline. Les diffractogrammes obtenus grâce à un diffractomètre à rayons X sont ensuite interprétés. Les positions et les intensités des pics observés sont comparés à une base de données de référence appelée PDF-ICDD (Powder Diffraction File - International Center for Diffraction Data) pour identifier les phases minéralogiques présentes dans l'échantillon, ce qui permet d'analyser sa composition et sa structure cristalline. Cette technique est essentielle pour la caractérisation des échantillons solides.

#### **• Interprétation des résultats :**

##### **➤ La région de Koudiat Djebassa : (Planche 5)**

L'analyse minéralogique vise à déterminer la composition des phases minérales présentes dans les concrétions de barytine de Koudiat Djebassa. Ces concrétions présentent une zonation texturale en trois parties distinctes : la partie périphérique (bordure), la partie intermédiaire, et la partie centrale (nucléus). L'objectif principal de cette analyse est de caractériser les différences minéralogiques entre ces trois zones au sein des concrétions de barytine.

**La partie périphérique ou la bordure : (Echantillon :K6p)**



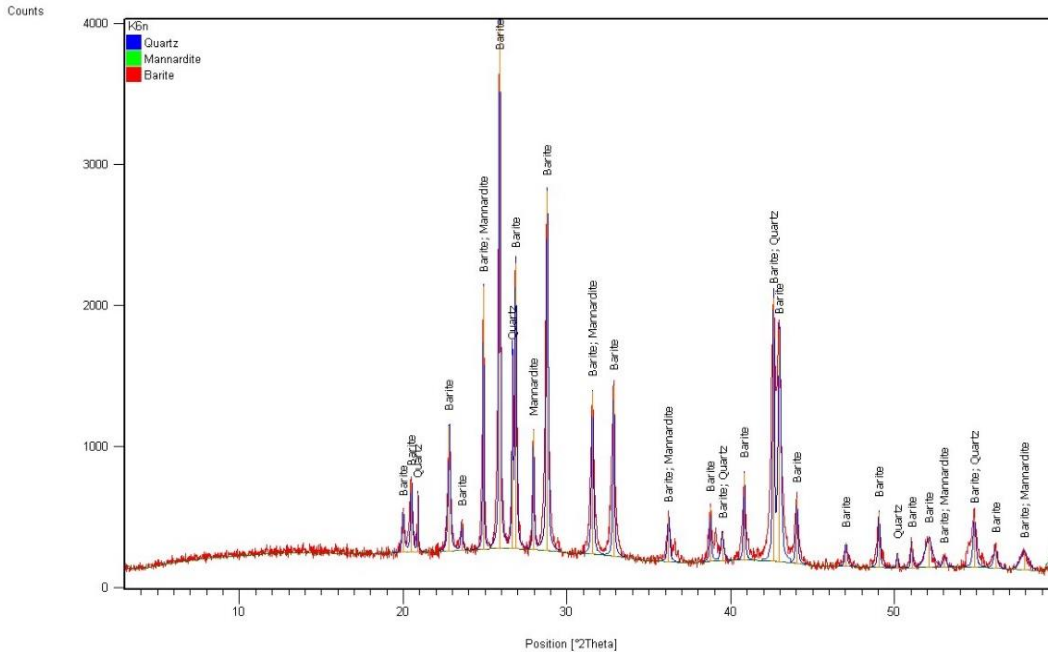
**Figure 42:** Diffractogramme aux RX de la partie périphérique de la concrétion de barytine de la région de Koudiat Djebassa (K6p).

L'analyse de la bordure des concrétions de barytine à Koudiat Djebassa a révélé que la barytine est la phase minérale prédominante, tandis que le quartz est présent en quantité réduite. Des traces de mannardite ont également été identifiées (**voir Fig. 42**).

Les cristaux de barytine, de couleur grise (Ba.II), proviennent de la bordure des concrétions et se présentent sous forme de prismes aciculaires, avec leur base orientée vers la périphérie, mesurant entre 5 et 10 mm de long.

Au microscope, la barytine se caractérise par un relief moyen, avec une couleur allant du blanc au grisâtre. Elle est constituée de cristaux plumeux qui s'entrelacent les uns avec les autres, évoquant une extinction roulante similaire à celle de la dolomite. Parfois, des inclusions de calcite et de quartz sont visibles dans la barytine (**voir Fig. 2, Planche 5**).

**La partie intermédiaire et le nucléus : (Echantillon K6n)**



**Figure 43 :**  
*Diffractogramme aux RX de la partie centrale de la concrétion de barytine de la région de Koudiat Djebassa (K6n).*

L'analyse par diffractométrie aux rayons X de la partie centrale des concrétions de barytine révèle une prédominance de la barytine, avec une faible quantité de mannardite détectée. Le quartz est présent en traces (**voir Fig. 43**).

La barytine (Ba.I) est principalement localisée dans la partie intermédiaire des concrétions, se présentant sous forme de petits cristaux lamellaires allant du gris-jaunâtre au gris foncé. Parfois, elle adopte une structure en petites lamelles formant des rosettes (**voir Fig. 3 et 4, Planche 5**).

La partie centrale des concrétions, le nucléus, révèle la présence de structures organiques automorphes, telles que des plaques d'oursins, contenant des inclusions de petits cristaux de gypse, de cubes de pyrite hématitisée, ainsi que de la limonite. La ferruginisation forme un tissu perforé, principalement le long des contours de ces structures organiques (**voir Fig. 5, Planche 5**). Des sections basales de radioles d'oursins sont également observées dans cette partie (**voir Fig. 6, Planche 5**).

➤ **La région de Sidi Ziane :**

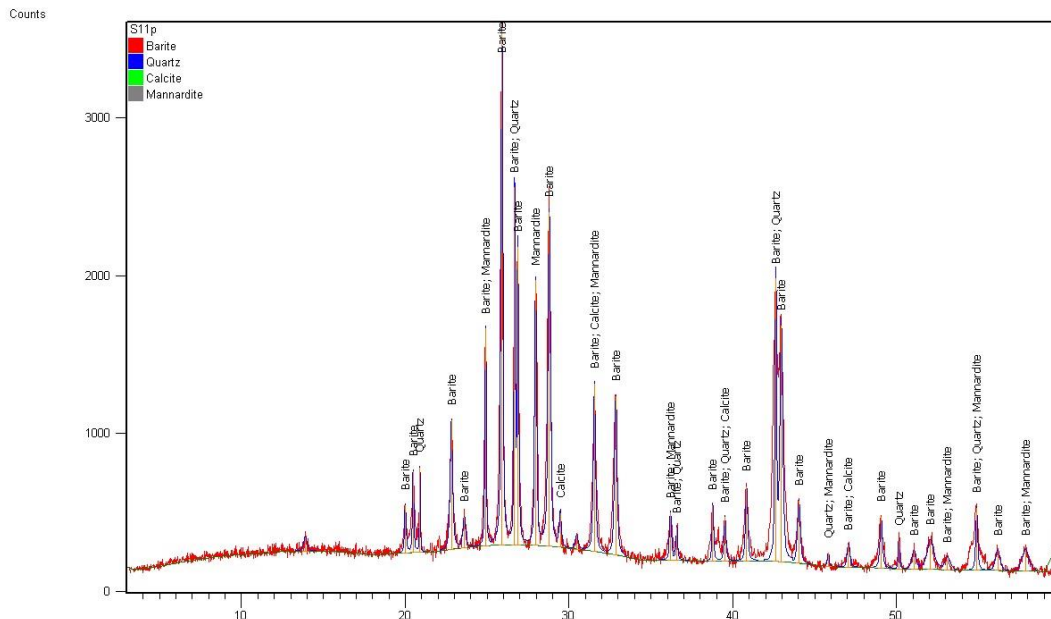
L'analyse minéralogique est réalisée pour déterminer la composition des phases minérales présentes dans les concrétions de barytine de la région de Sidi Ziane. Ces concrétions se caractérisent par une zonation texturale divisée en trois parties distinctes (**voir Planche 6**) :

La partie périphérique, également connue sous le nom de bordure, partie intermédiaire et la partie centrale, souvent désignée comme le nucléus.

L'objectif de cette analyse est d'identifier et de comparer les différences minéralogiques entre ces trois zones au sein des concrétions de barytine.

**La partie périphérique ou la bordure : (Echantillon : S11p).**

L'examen microscopique de la bordure de ces concrétions a mis en évidence une prédominance marquée de la barytine, avec la présence de quantités minimales de calcite, de quartz et de mannardite (voir Fig. 44).



**Figure 44 :** Diffractogramme aux RX de la partie périphérique de la concrétion de barytine de la région de Sidi Ziane. (S11p).

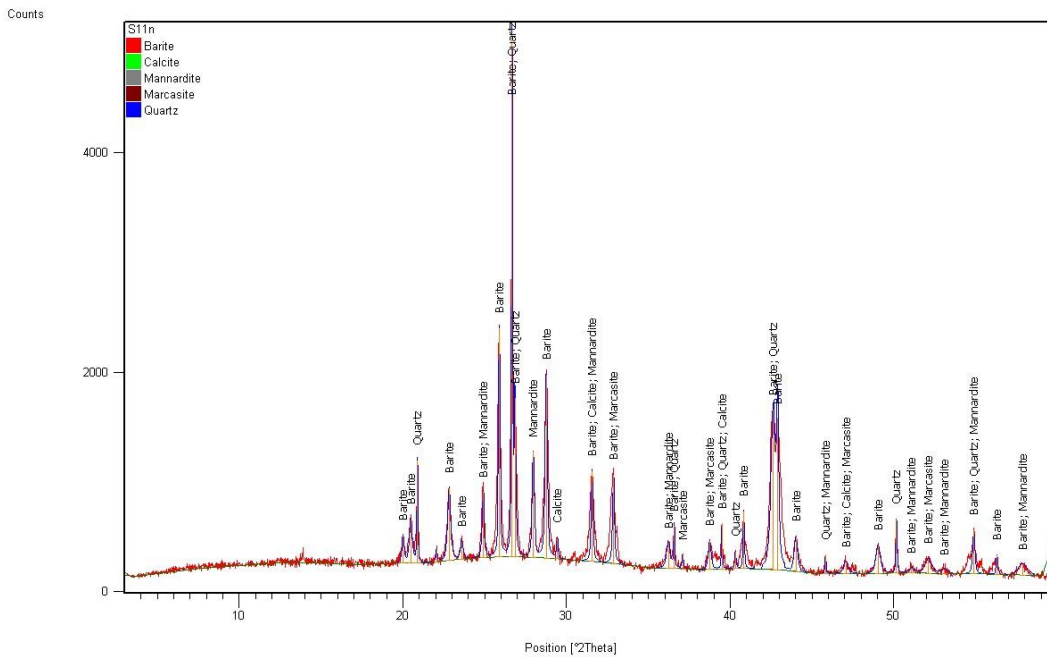
Dans la bordure des concrétions de barytine, l'analyse minéralogique révèle une prédominance de la **barytine (BaII)**, avec des cristaux grisâtres présentant une forme de prismes aciculaires. Ces cristaux ont une taille variant entre 5 mm et 10 mm de longueur. Microscopiquement, la barytine se caractérise par un relief élevé et une apparence de cristaux plumeux qui s'entrelacent. (Fig.2.3et4. Planche6).

La **calcite (Ca)** est également présente dans la périphérie des concrétions, remplissant les espaces entre les cristaux de barytine. Les cristaux de calcite sont blancs, bien cristallisés et montrent une extinction roulante. (fig.2et3.Planche6).

Le **quartz (Qtz)** est observé sous forme de cristaux trapus bipyramidés de taille inférieure à 80 µm, avec une variété de couleurs allant du gris bleuâtre au gris jaunâtre. Certains cristaux de quartz présentent des bordures marquées par des impuretés sombres, tandis que d'autres adoptent une texture jointive en tant que cristaux xénomorphes.

**La partie intermédiaire et le nucléus : (Echantillon : S11n).**

L'analyse microscopique de la partie intermédiaire et centrale des concrétions de barytine à Sidi Ziane met en évidence une prédominance de la barytine, avec la présence de quartz, de calcite, de pyrite, de marcassite et de mannardite (**voir Fig. 45**).



**Figure 45** : Diffractogramme aux RX de la partie centrale de la concrétion de barytine de la région de Sidi Ziane. (S11n).

L'analyse microscopique de la partie intermédiaire des concrétions de barytine à Sidi Ziane révèle la prédominance de la **barytine (BaI)**, qui se présente sous forme de petits cristaux lamellaires, avec une gamme de couleurs allant du gris-jaunâtre au gris foncé. Il arrive parfois que la barytine forme de petites lamelles organisées en rosettes (**voir Fig. 2 et 4, Planche 6**).

**La pyrite** apparaît sous la forme de cristaux automorphes de petite taille, souvent cubiques. Ces cristaux montrent fréquemment des signes d'oxydation, sous forme d'hématitisation, et sont dispersés au cœur des concrétions de barytine. (**Voir Fig.4. Planche6**).

De plus, **la calcite (Ca)** est présente, indiquant une recristallisation des composants carbonatés de la matrice du nucleus des concrétions de barytine. Au microscope, la calcite est généralement observée sous forme de petits cristaux recristallisés, créant une mosaïque (**voir Fig. 2, Planche 6**).

**3 : Comparaison et conclusion :**

L'analyse gîtologique des concrétions de barytine des secteurs de Koudiat Djebassa et Sidi Ziane a révélé plusieurs observations significatives :

- La localisation de ces concrétions dans les Bibans nécessite de prospector des couches allant du Crétacé au Tertiaire (K-T). À Koudiat Djebassa, on les trouve dans les marnes du Sénonien-Danien (C9-7), souvent associées à des calcaires contenant des inocérames (C8). À Sidi Ziane, ils se trouvent dans des couches marneuses gris-noir du Maestrichtien-Danien (C9-10), avec des niveaux lenticulaires de marno-calcaires gris.
- Les concrétions de barytine dans les deux secteurs ont une forme ellipsoïdale plus ou moins aplatie et montrent une zonation en trois parties distinctes : la bordure, la partie intermédiaire et le nucléus.
- Les dimensions des concrétions varient entre les deux secteurs. À Koudiat Djebassa, ils mesurent entre 5 et 15 cm de longueur, 5 à 10 cm de largeur et 4 à 7 cm d'épaisseur, avec un rapport du diamètre horizontal au diamètre vertical entre 2/1 et 3/1. À Sidi Ziane, ils mesurent entre 5 et 10 cm de longueur, 5 à 10 cm de largeur et 5 à 15 cm d'épaisseur, avec un degré de planéité entre 1/2 et 1/3.
- Certaines concrétions des deux secteurs montrent parfois un sillon marginal, suggérant un processus d'accrétion incomplet de deux disques légèrement renflés.
- La présence de sections basales de radioles et de plaques d'oursins dans les nucléus des concrétions des deux secteurs, ainsi que la présence de foraminifères à Sidi Ziane, indique une origine organique de ces conglomérats.
- Les fissures en étoile dans les concrétions de barytine de la région de Sidi Ziane sont souvent remplies de barytine, de calcite voire de sulfures (pyrite). L'épaisseur de ces fissures varie vers les bords des concrétions, indiquant une différence de rigidité entre la périphérie et l'intérieur lors du retrait, probablement due à une variation de la quantité de ciment précipité.
- L'analyse pétrographique et la diffractométrie aux rayons X de la partie périphérique des concrétions des deux secteurs montrent une prédominance de la barytine, avec une faible proportion de calcite. Les quartz et la mannardite sont présents en trace.
- La partie intermédiaire et centrale des mêmes concrétions révèle une prédominance de la barytine, avec une faible proportion de quartz et de pyrite, tandis que la calcite est présente en trace.

# **Chapitre V : Les inclusions fluides.**

## 1 :Introduction :

Au cours de cette étude, nous avons procédé à une étude des inclusions fluides de la barytine des concrétions récoltées dans les deux secteurs (Koudiat Djebassa et Sidi Ziane) de la région des Bibans. Il s'agit de la barytine qui occupe les parties périphériques des concrétions étudiées car elles y représentent les zones les plus transparentes qui peuvent déceler des inclusions fluides observables.

Les inclusions fluides (**IF**) sont des cavités de taille souvent ultra-microscopique au sein d'un minéral, dans laquelle sont piégées une ou plusieurs phases fluides, liquides et/ou gazeuses. Ces inclusions fluides représentent des témoins de fluides minéralisateurs et peuvent nous renseigner directement sur les conditions de cristallisation des minéraux, en particulier des minerais et de leurs gangues et des roches. Elles sont dites "des capsules de temps" représentant l'histoire des fluides.

Leur étude passe par plusieurs techniques : observations pétrographiques, analyses microthermométriques ou encore analyse géochimique directe du contenu des inclusions.

Dans cette optique et faisant référence aux travaux de Goldestein et Reynolds (1994), nous avons pu différencier chronologiquement les principaux régimes qui pouvaient être déduits par la géométrie, la distribution et les caractéristiques des inclusions fluides.

On distingue les inclusions fluides primaires et pseudo-secondaires qui se sont formées avant la fin de la croissance cristalline, des inclusions secondaires qui se sont formées par cicatrisation de fractures tardives.

- **Les inclusions primaires (P)** : se distinguent facilement de par leurs distributions aléatoires.
- **Les inclusions fluides pseudo-secondaires (PS)** : se développent par infiltration dans les plans de fractures peu de temps après la formation des inclusions primaires, soit avant que le cristal ne termine sa croissance.
- **Les inclusions secondaires, appelées « Trail » S** : sont facilement repérables puisqu'elles sont les seules à traverser plusieurs minéraux. Elles apparaissent après que le cristal soit formé, grâce à des fractures post-cristallisation, provoquées par des contraintes mécaniques ou thermiques.

Les inclusions fluides peuvent subir différentes modifications, on peut citer :

- **Le Necking-down** : Inclusions fluides qui sont à l'origine grandes, plates ou irrégulières en plusieurs sphériques ou en forme de cristal négatif
- **La recristallisation** : Forme de cristal négatif reproduisant l'architecture cristalline du minéral hôte
- **L'étirement** : changement de volume sans perte de matière.
- **La décrépitation** à travers des micro fractures créées durant les mesures de la microthermométrie (chauffage et refroidissement).

## **2 :Technique analytique :**

L'étude des inclusions fluides passe par plusieurs techniques : observations pétrographiques, analyses microthermométriques ou encore analyse géochimique du contenu des inclusions.

Dans notre cas, des lamelles en bipolies de moins de 0.5 mm d'épaisseur, ont été réalisées au laboratoire du département des Sciences Géologiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou (UMMTO). A cet effet il est à signaler que nous avons prévu, une fois ces lamelles réalisées, leur étude se ferait au Laboratoire de Métallogénie et de Magmatisme de l'Algérie (LMMA). Malheureusement, cela n'as pas eu lieu, faute de panne des matériels de l'USTHB. On s'est alors contenté de la description typologique des inclusions rencontrées

Pour cela, on a pris quelques échantillons de barytine, des deux secteurs d'étude (Koudiat Djebassa et Sidi Ziane) de sections doublement polies sur les deux faces pour obtenir à la fin des lamelles, qu'on va observer au microscope polarisant standard.

## **3 :Typologie des inclusions fluides : (Planche 7)**

Cette partie présente les résultats d'observation des inclusions primaires faites au microscope polarisant. L'étude a porté sur la taille, la forme, l'irrégularité et le type (liquide, solide ou gaz) des inclusions présentes dans les cristaux de barytine.

Du point de vue morphologique, les résultats ont montré essentiellement des inclusions primaires monophasées (liquide ou vapeur) ou biphasées (liquide + vapeur).

Les inclusions biphasées primaires montrent deux types distincts : des cavités à petite bulle de gaz (ratio gaz/liquide <10%) et cavités à grosse bulle (gaz/liquide = 60%).

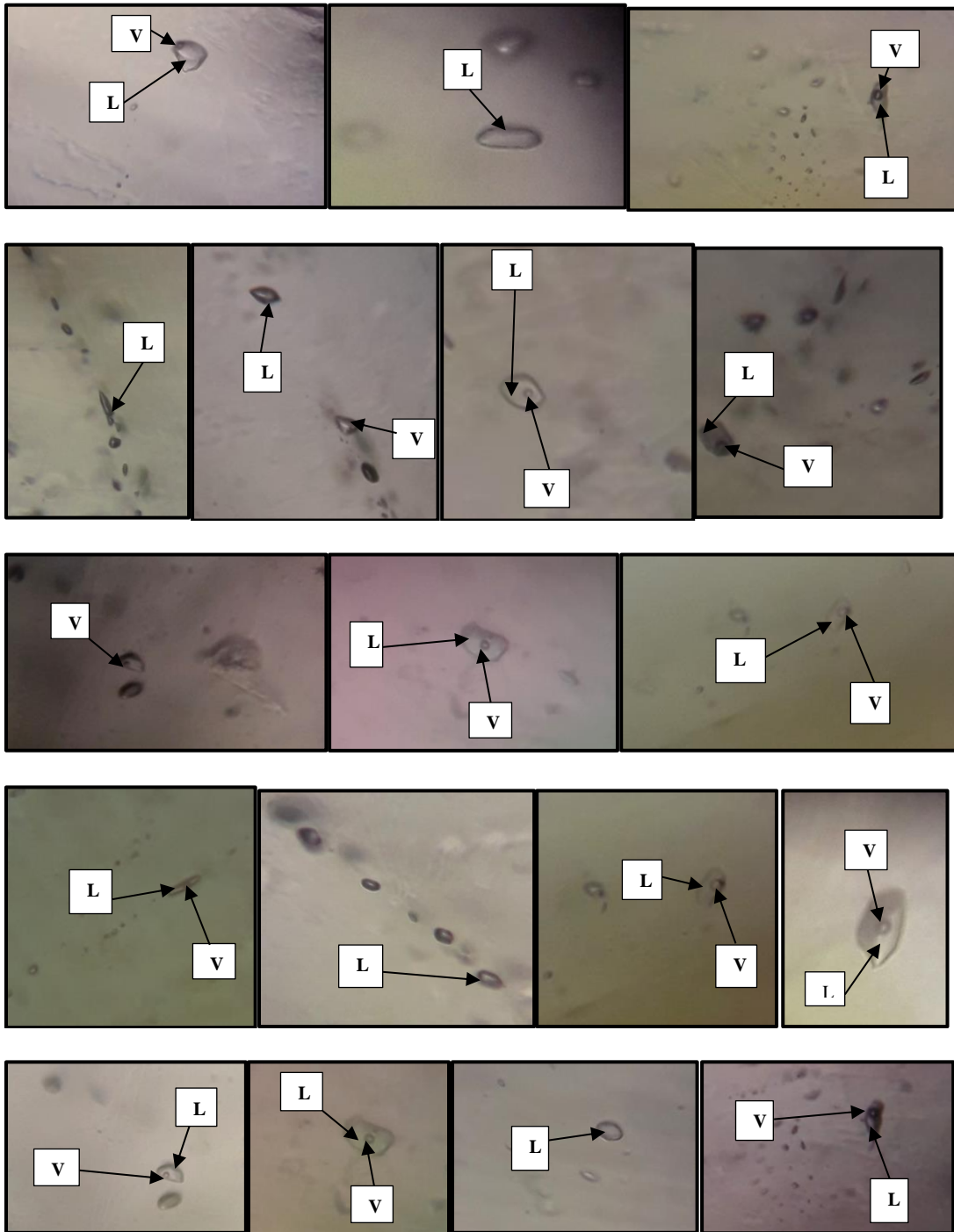
Ces inclusions fluides regroupées en amas de quatre à cinq inclusions au maximum. Variant entre (10 à 300  $\mu\text{m}$ ) et des formes très variées (géométriques, hexagonales polygonales, arrondies à subarrondies, tubulaires, plates, anguleuses et même lenticulaires).

Par contre les lamelles bipolies réalisées sur des échantillons de Koudiat Djebassa, les inclusions sont absentes ou plutôt inobservables vu l'opacité des cristaux de barytine et cela même dans les parties périphériques des concrétions. De ce fait, toutes les microphotographies prises proviennent uniquement des échantillons de Sidi Ziane.

## **4 :Conclusion :**

L'étude et l'observation faites sur des lamelles bipolies des inclusions fluides effectuées sur les échantillons de barytine qui proviennent de concrétions de la région de Sidi Ziane (des Bibans), nous a permis de conclure qu'il existe deux types d'inclusions : primaires monophasées (liquide ou vapeur) ou biphasées (liquide + vapeur). Ces inclusions fluides sont regroupées en amas de quatre à cinq inclusions au maximum. Variant entre (10 à 300  $\mu\text{m}$ ) et des formes très variées.

Contrairement aux lamelles bipolies réalisées sur des échantillons de Koudiat Djebassa, les inclusions fluides sont absentes ou plutôt inobservables vu l'opacité des cristaux de barytine et cela même dans les parties périphériques des concrétions



*Planche 7 : MICROPHOTOGRAPHIES DES INCLUSIONS FLUIDES DE LA REGION BIBANS (SIDI ZIANE).(Grossissement ×60)*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**

جامعة مولود معمري .+ ل.ل.و +.٥٧.:Σ+ ل:ل:٧

**FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

**DÉPARTEMENT DES SCIENCES GÉOLOGIQUES**

## **Chapitre VI : Conclusion Générale**

## Conclusion Générale

À la suite de cette étude comparative des concrétions de barytine de Koudiat Djebassa et de Sidi Ziane dans la région des Bibans, plusieurs conclusions significatives ont émergé :

Les deux sites, Koudiat Djebassa et Sidi Ziane, se trouvent dans des domaines structuraux similaires, l'Atlas tellien méridional et la chaîne des Bibans. Ils partagent des caractéristiques communes telles que la prédominance de roches sédimentaires, principalement des marnes et des calcaires, ainsi que des calcaires à Inocérames qui se trouvent entre ces formations.

La forme des concrétions de barytine varie entre les deux sites. À Koudiat Djebassa, elles mesurent 5 à 15 cm de longueur, 5 à 10 cm de largeur et 4 à 7 cm d'épaisseur, avec un rapport du diamètre horizontal au diamètre vertical entre 2/1 et 3/1. À Sidi Ziane, elles ont des dimensions de 5 à 10 cm de longueur, 5 à 10 cm de largeur et 5 à 15 cm d'épaisseur, avec un degré de planéité compris entre 1/2 et 1/3.

Les concrétions des deux sites présentent parfois un sillon marginal, suggérant un accolement partiel de deux disques légèrement renflés.

Les noyaux des concrétions de Koudiat Djebassa révèlent des sections basales de radioles et des plaques d'oursins, ainsi que des foraminifères.

Les fentes de retrait en étoile dans les concrétions de barytine de Sidi Ziane sont souvent remplies de barytine, calcite, dolomite, sulfures (pyrite) et mannardite. La forme de ces fissures s'amincissant vers les contours des concrétions suggère des différences de rigidité entre la périphérie et l'intérieur des concrétions lors de leur formation.

Les analyses pétrographiques et de diffractométrie aux rayons X des concrétions de Koudiat Djebassa mettent en évidence la prédominance de la barytine, avec du quartz en faible proportion, et des traces de mannardite.

Les études pétrographiques et de diffractométrie aux rayons X des concrétions de Sidi Ziane révèlent la prédominance de la barytine, avec du quartz, de la calcite et de la mannardite en faible proportion dans la partie périphérique et intermédiaire. La partie centrale montre une prédominance de la barytine, avec du quartz, de la calcite en faible proportion, et des traces de marcassite et de mannardite.

Les analyses des inclusions fluides sur les échantillons de barytine de Sidi Ziane ont permis de distinguer deux types d'inclusions : primaires et secondaires monophasées (liquide ou vapeur) ou biphasées (liquide + vapeur), regroupées en amas de quatre à cinq inclusions au maximum, de taille variant entre 10 et 300  $\mu\text{m}$ , avec des formes variées. Ces inclusions sont absentes dans la région de Koudiat Djebassa.

## *Bibliographie*

## BIBLIOGRAPHIE :

**ABED A. (1998).** Livret des substances utiles non métalliques de l'Algérie. Wilaya de Bordj Bou Arreridj. ORGM, Editions du Service géologique de l'Algérie.

**AOUDJEHANE M. (1989).** Les concentrations à Ba, Sr, Zn, Pb dans le Trias, Crétacé et le Miocène de la région de Berrouaghia (Biban, Algérie) : Diapir, Cap rock et minéralisations dans le sillon tellien subsident. Thèse de Doctorat de l'Université Paris VI. Mémoires de Sciences de la terre n°89, 01. 1 Volume, 366 P.

**AOUDJEHANE M. (1990).** Le district minéralisé à Ba, Sr, Pb et Zn de Berrouaghia, arguments pour une halocinèse du Trias dans les Bibans occidentaux. Bulletin de l'Office National de Géologie. Vol. 1, pp.51-57.

**ASTAKHOVA N. V. and MEL'NICHENKO Yu. I. (2002).** Barite Nodules in the Japan Sea. Lithology and Mineral Resources, Vol. 37, No. 1, pp. 39–46.

**ASTIN T. R. (1986).** Septarian crack formation in carbonate concretions from shales and mudstones. Clay Minerals 21, 617-631.

**BERNARD A. et FICHEUR E. (1902).** Les régions naturelles de l'Algérie. Ann. Géogr., t.XI, n°57 (pp. 221-246), n°58, (pp. 339-365) et n°60 (pp. 419- 437).

**BLAYAC J. (1912).** Esquisse géologique du bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines. Thèse Sc. Paris et Bull. Serv. Carte géol. Alg., 2e série, Strat., n°6.

**BOLES J.R., LANDIS C.A., DALE P. (1985).** The Moeraki Boulders; anatomy of some septarian concretions. Journal of Sedimentary Petrology. v. 55, n. 3, pp. 398–406.

**BREHERET J.G and BRUMSACK H.J (2000).** Barite concretions as evidence of pauses in sedimentation in the Marnes bleues Formation of the Vocontian Basin (SEFrance). Sedimentary Geology. 130, 205-228.

**CAIRE A. (1951a).** Structure de la zone sub-bibanique dans la région de Mansourah-lesBiban (Dt de Constantine). C. R. Ac. Sc., Paris, 19 décembre, t. 233, pp. 1645-1646.

**CAIRE A. (1952a).** Description géologique des principaux itinéraires routiers de l'Algérie,fas. I : de Bouïra à Bordj-Bou-Arréridj. Publ. Serv. Carte géol. Alg.

**CAIRE A. (1952b).** Evolution de la zone sub-bibanique : Les structures superposées et l'amygdale intratellienne de Mansourah. Publ. Serv. Carte géol. Alg., « T.R. Collab. », fasc.III, pp. 17-50.

**CAIRE A. (1953d).** Structure de pseudo-anticlinorium des Biban sur la feuille Béni–Mansour (Algérie). C. R. S. Soc. géol. Fr., n°15, PP. 323-325.

**CAIRE A. (1953e).** Interprétation tectonique de la chaîne des Biban. (Dt de Constantine, Algérie). Bull. Soc. géol. Fr., (6), t. III, pp. 407-414.

**CAIRE A., GLANGEAUD L., MATTAUER M., POLVECHE J. (1953).** Essai de coordination de l'autochtone dans l'Atlas tellien de l'Algérie centrale. Bull. Soc. géol. Fr., (6), t. III, pp. 941-972.

**CAIRE A., MATTAUER M. (1953).** Les directions tellienne et saharienne dans le Tell algérien méridional. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n°57, p.149.

**CAIRE A. (1954).** L'Atlas tellien méridional entre la chaîne du Djurdjura et la partie occidentale des Monts du Hodna (Algérie). Ann. Sc. Univ. Bes., 2e série, Géologie, fasc. 1, pp. 35-82.

**CAIRE A., CHAUVE P., GLANGEAUD L., et MATTAUER M. (1955).** Sur la structure d'une partie de l'Atlas tellien septentrional. Bull.Soc. géol. Fr., (6), t. V, pp. 267-277.

**CAIRE A. (1957).** Etude géologique de la région des Biban. Publ. Serv. Carte Géol. De l'ALGERIE). Bulletin N.S., n°16, 2 volumes, 818 P, 148 fig, 15 P.

**CAIRE A. (1958).** La genèse des failles de la chaîne des Biban dans la région des Portes de Fer. Publ. Serv. Géol. de l'ALGERIE.N.S., Trav. Coll., n°28. PP. 10-20.

**CAIRE A. (1970).** Tectonique de la Méditerranée centrale. Annales de la société géologique du Nord. XC, 4, 307-346.

**DELLAL M.(2019).** Etude comparative des nodules de barytine de Koudiat Djebassa et de Souagui, région des Bibans, Algérie

**FLANDRIN J. (1955).** Les grands traits stratigraphiques et structuraux de l'Algérie. Bull. Soc. Belge Géol., t. LXIV, fasc. 2, pp. 304-327.

**GACI N. (2015).** Etude géologique et gîtologique des concrétions barytiques du Crétacé supérieur et du complexe triasique associé de la région de Djebassa (Bibans)-Mémoire de Magister en Métallogénie et géologie des Gîtes Métallifères, FSTGAT, USTHB.

**GENTIL L. (1902).** Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna(Algérie). Thèse Sc., Paris.

**GLANGEAUD L. (1932).** Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. Thèse Sc. Paris, et Bull. Serv. Carte géol. Alger, 2e série, strat, n° 8.

**KIEKEN M. (1961).** Les traits essentiels de la géologie algérienne. Bulletin de la société géologique de la France, I, 545-614.

**KIEKEN M. (1964).** La fenêtre tectonique des Biban (Algérie). SN. REPAL: 1964-A. 872.

**KIEKEN M. (1964).** La fenêtre tectonique des Biban. Bull. Soc. Géol. Fr. 7ème Série, T. VI, n°5.

**KIEKEN M. (1974).** Etude géologique du Hodna, du Titteri et de la partie occidentale des Bibans (ALGERIE). Publ. Serv. De la carte Géol. ALGERIE. Bull 46, 298p, (2 Tomes).

**LAKHAL MA. (2018).** Etude géologique et gîtologique des nodules de barytine de la région de Souagui-Mémoire de Master en Ressources Minérales et Environnement, FSTGAT, USTHB.

**LEIKINE M. (1971).** Etude géologique des Babors occidentaux (Algérie). Thèse Sc. Univ.Paris. VI, 536 p.

**LUCAS G. (1934).** Etude tectonique de la région Nord de Medjana (Algérie). C. R. Ac. Sc., Paris, 23 avril, t. 198, pp. 1524-1525. **MOSTEFAI S. et BEAUDOIN B. (1996).** Les concrétions septariennes barytiques et carbonatées des Marnes Bleues du Crétacé (Sud-Est de la France). Thèse de Doctorat : TERRE, OCEAN, ESPACE : EMP. 315 p.

**OBERT D. (1981).** Etude géologique des Babors orientaux (domaine tellien, Algérie). Thèse d'Etat Univ. de Paris VI, Mémoire des Sciences de la Terre. 635p.

**SAMI L. (2004).** Contribution à l'étude géologique et gîtologique des minéralisations à PbZn, Ba et F dans la région de Mésékiana : Exemple des indices d'Es Souabaa et de M'Khiriga. (Atlas saharien oriental, Algérie). Thèse de magistère FTSGAT, USTHB, Alger.

**SAMI L. (2011).** Caractérisation géochimique des minéralisations à Pb-Zn, F, Ba, Cu, Fe et Hg des confins Algéro-tunisiens. Thèse de Doctorat d'Etat, FTSGAT, USTHB, Alger.

**SAVORNIN J. (1909).** Sur l'évolution paléogéographique du Cap Bon et sur la direction des plissements de l'Atlas considérée comme résultante de deux actions orogéniques orthogonales. C. R. Ac. Sc., Paris, 27 décembre, t. 149, pp. 1410-1413.

**SAVORNIN J. (1910c).** Feuille au 50 000e : Mansourah. Publ. Serv. Carte géol. Algérie.

**SAVORNIN J. (1920a).** Etude géologique de la région du Hodna et du Plateau sétifien. Thèse Sc. Lyon et Bull. Serv. Carte géol. Algérie., 2e sér., Strat., n° 7, 500 p.

**SAVORNIN J. (1947).** Feuille au 50 000e : Oued Okris. Publ. Serv. Carte géol. Algérie.

**Salomon Jean-Noël.** Mars 2007 2007 Concrétions et morphologies en boules. In : Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée, n°25, pp.69-81.

**VILA J.M., LEIKINE M., SIGAL J. (1976).** Stratigraphie et affinité des Biban orientaux (Tell algérien) : Premiers arguments en faveur de leur allochtonie. Bull. Soc. géol. Fr., (7), t. XVIII, 1607-1612.

**VILA. J. M. (1980).** La chaîne alpine de l'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse de Doctorat. Es Sciences Université, Paris IV.

**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, fasc. 3, pp. 201-297.

**(Salomon Jean-Noël.** Concrétions et morphologies en boules. In : Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée, n°25, Mars 2007 2007. pp. 69-81.)

**(Salomon Jean-Noël.** Concrétions et morphologies en boules. In : Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée, n°25, Mars 2007 2007. pp.69-81.)

**Sites web :**

[https://gq.mines.gouv.qc.ca/portail-substances-minerales/barytine/\(Portail\\_minerales](https://gq.mines.gouv.qc.ca/portail-substances-minerales/barytine/(Portail_minerales) substances minérales

<https://www.stonemania.co.uk/glossary/articles-m-n/what-are-nodules-concretions-1>

<https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-63974-FR.pdf>