

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل  
Université Mohammed Seddik Ben Yahia -Jijel



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

كلية: علوم الطبيعة والحياة  
قسم: علوم الارض والكون

**Mémoire de Fin d'Etudes**  
En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique**  
**En Sciences de la Terre et de l'Univers**

**Filière : Géologie**

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

**Thème**

***ETUDE COMPARATIVE DES GISEMENTS A Pb-Zn,  
El Abed (W .de Tlemcen) et Kherzet Youcef (W .de Sétif)***

**Membre des jurys :**

**Président : Ouaar Belkacem**  
**Examinatrice : Belmedrek Sounia**  
**Encadrant : Benlamari Azzouz**

**Présenté par :**

➤ **Belaiboud Raida**  
➤ **Himour Dounia**

**Année Universitaire 2021-2022**

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

## **Remerciements :**

*Nous tenons avant tout à remercier, ALLAH, le tout puissant, le tout miséricordieux, qui, grâce à sa protection et sa bienveillance, nous a permis d'acquérir le savoir et d'arriver à ce niveau.*

*Toute mon infinie gratitude va à notre promoteur Monsieur **Benlamari Azzouz**, pour son encadrement et ses conseils précieux.*

*A tous mes honorables professeurs tout au long de notre carrière scientifique à l'Université Mohamed Sedik Ben Yahia*

*Nous tenons à exprimer notre sincère salutation à nos amis de la promotion RMGE sans exception.*

*En fin nous remercions nos parents et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude et respects.*

## ***Dédicace :***

*Je dédie ce travail à la plus grande bénédiction du Seigneur de l'univers, ma mère et mon père, pour tous leurs sacrifices, leurs soutiens et leurs prières tout au long de mes études.*

*A mes frères : Djamel, Youssef, Hicham, Achour, Djafar et Djalal. et mes sœurs : Chafia, Chafika, Moufida, Wafia et Labiba et aussi à toute la famille et les amis*

*A mon collègue dans ce travail, Raida qui était mon amie et restera mon amie que j'aime peu importe à quel point nous sommes trébuchés par les problèmes de temps, les déceptions et le manque de chance malgré tout cela, nous avons continué ensemble jusqu'à la fin de notre voyage d'études. et à tous les enseignants et mes collègues de la spécialité RMGE.*

***Himour Dounia***

## ***Dédicace :***

*Je dédie ce travail à la plus grande bénédiction du Seigneur de l'univers, ma mère et mon père, pour tous leurs sacrifices, leurs soutiens et leurs prières tout au long de mes études.*

*A mes frères : Mohamed et Khalil, et mes sœurs : Nouara, Hossna, Alia et Youssra. Et aussi ma cousine Warda.*

*Aux amis de mon collègue dans ce travail, Dounia qui était mon amie et restera mon amie que j'aime peu importe à quel point nous sommes trébuchés par les problèmes de temps, les déceptions et le manque de chance malgré tout cela, nous avons continué ensemble jusqu'à la fin de notre voyage d'études. et à tous les enseignants et mes collègues de la spécialité RMGE sans oublier la regretté collègue Karim zarmani, que Dieu lui fasse miséricorde.*

***Belaiboud. Raida.***

## **Résumé :**

Le nord de l'Algérie est caractérisé par une richesse des indices et des gîtes métallifères, parmi lesquels les gisements à Pb-Zn celui de Kherzet Youssef et d'El-Abed.

Le gisement de Kherzet Youssef est situé dans la partie centrale de l'Algérie du Nord, est au Nord des monts hodnéens, qui appartiennent à l'avant pays autochtone de la chaîne alpine de l'Algérie Nord-orientale.

La minéralisation de Kherzet Youssef est encaissée dans les sédiments du barrémien, le long de la grande faille de direction N-S. Elle est constituée des minéraux métalliques tels que sphalérite, galène, pyrite, barytine, et marcassite, et des minéraux de gangue comme la calcite, la dolomite, et le quartz), avec également d'autres minéraux d'altération comme l'hématite, et la cérusite.

Le gisement d'El-Abed se situe à la frontière Algéro-marocaine dans les hauts plateaux de la région oranaise.

La minéralisation Pb-Zn de ce gisement est encaissée dans les formations dolomitiques de l'Aaléno-bajocien, sous forme des amas stratabound en formant les faciès de remplissage karstique d'une plateforme carbonatée.

Le contrôle structural a joué un rôle capital dans la localisation des gîtes en bordure de plateforme sur des failles synsédimentaires.

## **Mots clés :**

Monts du Hodna, Gisement Kherzet Youssef, Gisement El Abed, Dolomie, minéralisation Pb-Zn, Barrémien.

**Abstract:**

The north of Algeria is characterized by a wealth of metalliferous indices and deposits, including the Pb-Zn deposits of Kherzet Youssef and El-Abed.

The Kherzet Youssef deposit is located in the central part of northern Algeria, is north of the Hodnean mountains, which belong to the indigenous foreland of the alpine chain of northeastern Algeria

The Kherzet Youssef mineralization is hosted in the Barrémien sediments, along the large N-S trending fault. It consists of metallic minerals such as sphalerite, galena, pyrite, barite, and marcasite, and gangue minerals such as calcite, dolomite, and quartz), along with other weathering minerals such as hematite, and cerussite.

The El-Abed deposit is located on the Algerian-Moroccan border in the highlands of the Oran region.

The Pb-Zn mineralization of this deposit is hosted in the dolomitic formations of the Alaléno-bajocien, in the form of stratabound clusters by forming the karstic filling facies of a carbonate platform.

Structural control played a key role in locating platform-edge deposits on synsedimentary faults.

**Key words:**

Kherzet Youssef, Mounts of Hodna, Barrémien, El Abed, Dolomie, Bajocien.

## ملخص:

يتميز شمال الجزائر بثروة من المؤشرات والمكامن المعدنية، بما في ذلك مكامن الزنك والرصاص لخرزة يوسف والعايد. تقع منطقة خرزت يوسف في الجزء الأوسط من شمال الجزائر، شمال جبال الحضنة، التي تنتمي إلى الأراضي الأصلية لسلسلة جبال الألب في شمال شرق الجزائر.

تمعدن خرزت يوسف موجود في رواسب البرميان، على طول الصدع الكبير في اتجاه الشمال والجنوب. وهو يتألف من معادن معدنية مثل السفاليريت والجالينا والبيريت والباريت والماركاسيت ومعادن الشوائب مثل الكالسييت والدولوميت والكوارتز، إلى جانب معادن التغيير الأخرى مثل الهيماتيت والسيروزيت.

يقع ودائع العبد على الحدود الجزائرية المغربية في مرتفعات منطقة وهران.

تمعدن الزنك والرصاص لهذه الرواسب يتم استضافته في التكوينات الدولوميتية من الالينو - باجوسيان، في شكل مجموعات طبقات من خلال تشكيل سحنات الحشو الكارستية لمنصة كربونات.

لعب التحكم الهيكلي دوراً رئيسياً في تحديد موقع رواسب حافة المنصة على الأخطاء المتزامنة.

الكلمات المفتاحية:

خرزت يوسف، جبال الحضنة، برميان، العايد، دولومي.

**SOMMAIRE :**

Remerciement

Dédicace

Résumé

Sommaire .....I

Liste des tableaux ..... VI

Liste des figures ..... VII

**Introduction Générale : ..... 1*****Chapitre I :******Cadre géographique et géologie régionale*****I. Cadre géographique et géologie régionale ..... 3****I.1. Cadre géographique ..... 3**

I.1. 1. Cadre géographique d'El-Abed.....3

I.1.1.1. Situation géographique:.....3

I.1.2. Cadre géographique de Kherzet Youssef .....6

I.1.2.1. Situation géographique:.....6

**I.2. Cadre géologique régional..... 7**

I.2.1. Introduction : .....7

I.2.2. Le domaine interne : .....8

I.2.3. Le domaine des flysches : .....9

I.2.4. Le domaine externe : ..... 11

I.2.4.1. Les séries telliennes : ..... 11

I.2.4.2. Les série de l'avant pays allochtone : ..... 12

I.2.4.3. Les séries de l'avant pays autochtone : ..... 12

I.2.5. Les principales phases tectoniques : ..... 12

I.2.5.1. Les phases tectoniques mésozoïques : ..... 13

I.2.5.2. Les phases tectoniques tertiaires : ..... 13

I.2.5.3. La tectonique récente : ..... 13

**I.6. Conclusion : ..... 14**



## **Chapitre II :**

### ***Contexte géologiques régionaux et locaux de gisement d'El Abed***

<b>II .1.géologie régionale.....</b>	<b>16</b>
<b>II.1.1.Cadre géologique régionale : .....</b>	<b>16</b>
II.1.1.1. Introduction :.....	16
II.1.1.2. Localisation de la région :.....	16
II.1.1.3. Cadre géologique et paléogéographique :.....	17
II.1.1.4. La stratigraphie : .....	17
II.1.1.5. Evolution paléogéographique pendant le jurassique inferieur est moyen : .....	23
II.1.1.6. La tectonique :.....	25
II.1.1.6.1. Les mouvements au Lias et au Dogger :.....	28
II.1.1.6.1. Les mouvement post-Dogger :.....	28
<b>Conclusion.....</b>	<b>30</b>
<b>II.2.géologie locale.....</b>	<b>31</b>
II.2.1. Introduction :.....	31
II.2.2. La litho stratigraphie :.....	31
II.2.2.1. Le socle paléozoïque :.....	31
II.2.2.2. Le trias .....	31
II.2.2.3. Le Jurassique.....	33
<b>II.2.3. Tectonique du gisement d'El-Abed : .....</b>	<b>37</b>
II.2.3.1. Tectonique anté-callovienne : .....	37
II.2.3.2.Tectonique post-Callovienne : .....	37
II.2.4. Evolution paléogéographique du secteur d'El Abed : .....	38
<b>Conclusion :.....</b>	<b>39</b>

## **Chapitre III :**

### ***Contexte géologique régionaux et locaux du gisement de Kharzet Youssef***

<b>III.1. Introduction : .....</b>	<b>42</b>
<b>III.2. La lithostratigraphie : .....</b>	<b>44</b>
III.2.1. Le Trias :.....	44

<b>III.2.2. Le Jurassique :</b> .....	<b>45</b>
III.2.2.1. Le Jurassique inférieur et moyen :	45
III.2.2.2. Le Jurassique supérieur :	45
<b>III.3.3. Le Crétacé</b> .....	<b>45</b>
III.3.3.1. Le Crétacé inférieur et moyen :	45
III.3.3.2. Le Crétacé supérieur :	46
<b>III.3.4. Les formations du Cénozoïque :</b> .....	<b>46</b>
III.3.4.1. Le Miocène :	46
III.3.4.2. Le Pliocène :	46
III.3.5. Les formations quaternaires :	47
<b>III.4. La tectonique :</b> .....	<b>49</b>
III.4.1. Les plis :	49
III.4.2. Les cassures :	49
III.4.3. Les principales failles :	49
<b>III.5. Les structures intrusives :</b> .....	<b>50</b>
<b>III.6. Les phases orogéniques :</b> .....	<b>50</b>
<b>Conclusion :</b> .....	<b>51</b>
<b>III.2. Géologie locale.</b> .....	<b>52</b>
III.2.1. Localisation .....	52
III.2.2. La lithostratigraphie :	52
III.2.2.1. Le Berriasien :	53
III.2.2.2. L’Hauterivien :	53
III.2.2.3. Le Barrémien :	53
III.2.2.4. L’Aptien inférieur :	54
III.2.2.5. L’Aptien Supérieur :	55
III.2.2.6. L’Albien :	55
III.2.3. TECTONIQUE :	56
III.2.3.1. Les Failles Principales :	56
III.2.3.2. Les Accidents Secondaires :	56
<b>VI – CONCLUSION</b> .....	<b>58</b>

## *Chapitre IV :*

### *La Minéralisation de gisements d'El Abed*

<b>IV.1. Introductions :</b> .....	<b>60</b>
<b>IV.2. Historique Des Travaux Miniers :</b> .....	<b>60</b>
<b>IV.3. Etude De L'Encaissants :</b> .....	<b>61</b>
<b>IV.4. La Minéralisation :</b> .....	<b>64</b>
IV.4.1. Morphologie du corps minéralisé :.....	64
IV.4.2. Minéralogie : .....	65
IV.4.2.1. Les minéraux métalliques :.....	65
IV.4.2.2. Les minéraux de gangue :.....	69
IV.4.3. Texture de la minéralisation :.....	69
IV.4.3.1. Texture massive :.....	69
IV.4.3.2. Texture disséminée.....	70
IV.4.3.3. Texture bréchique :.....	70
IV.4.3.4. Texture veinulée :.....	71
IV.4.3.5. Texture rubanée :.....	71
IV.4.3.6. Texture géodique :.....	71
IV.4.3.7. Texture pulvérulente : .....	71
<b>IV.5. Succesion paragénitique :</b> .....	<b>72</b>
IV.5.1. Phases diagénitique : .....	72
IV.5.2. Phases épigénitique : .....	72
<b>Conclusion :</b> .....	<b>73</b>

## *Chapitre V :*

### *La minéralisation du gisement de Kharzet Youssef*

<b>V.1. Introduction :</b> .....	<b>75</b>
<b>V.2. Historique des travaux miniers :</b> .....	<b>75</b>
<b>V.3. Etude de l'encaissant :</b> .....	<b>75</b>
<b>V.4. La minéralisation :</b> .....	<b>76</b>
V.4.1. Morphologie du corps minéralisé :.....	77
V.4.1.1. Paramètre Externe :.....	77

V.4.1.2. Paramètre internes : .....	78
V.4.2. Paragenèse minérale : .....	78
V.4.2.1. Les minéraux métalliques : .....	79
V.4.2.2. Les minéraux de Gangue : .....	83
V.4.2.3. Les minéraux supergènes : .....	85
V.4.3. Les textures de la minéralisation : .....	86
V.4.3.1. Le minerai massif : .....	87
V.4.3.2. Le minerai bréchiques : .....	87
V.4.3.3. Le minerai fissural : .....	88
<b>V.5. Ordre de cristallisation des minéraux : .....</b>	<b>88</b>
<b>Conclusion : .....</b>	<b>90</b>

## *Chapitre VI :*

### *Approche Comparative entre les deux gisements*

<b>VI. Comparaison et typologie des gisements de Kharzet Youssef et d'El-Abed. ....</b>	<b>92</b>
<b>VI.1. Comparaison entre les deux gisements : .....</b>	<b>92</b>
<b>VI.2. Typologie des gisements de Kharzet Youssef et d'El-Abed : .....</b>	<b>94</b>
<b>VI.3. La genèse des gisements de Kharzet Youssef et d'El Abed : .....</b>	<b>95</b>
<b>VI.4. Comparaison entre les réserves de Kharzet Youssef et d'El Abed : .....</b>	<b>96</b>
<b>Conclusion générale : .....</b>	<b>99</b>
<b>Reference bibliographie .....</b>	<b>101</b>

## Liste des tableaux

Tableau V.1: succession paragénetiques du minerai de Kharzet Youssef ..... 82

## Liste des figures

Figure I.1 : Situation géographique. ....	4
Figure I.2 : Carte de la région de Ghar Rouban, situation des villes et les points remarquables (LUCAS, 1952).....	5
Figure I.3 : Situation géographique (Google Earth Pro).....	6
Figure I.4 : Carte et coupe structurale schématique de la chaîne des Magrébides montrant la disposition des zones internes et externes (Durand Delga et Fontboté ; 1980). ....	8
Figure I.5 : Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des magribides (d'après Bouillin ; 1986).....	11
Figure II.1: Situation géographique du horst de Ghar Rouban.....	16
Figure II.2 : Schéma géologique des monts de Ghar Rouban.....	19
Figure II.3: Log synthétique du horst de Ghar Rouban (G. Lucas, 1942). ....	25
Figure II.4: Schéma structural simplifié de la région de Ghar Rouban (G.Lucas ; 1952). ....	27
Figure II.5 : Carte géologique du secteur du gisement d'El-Abed (fond topographique de la mine d'El-Abed au 1/5000) .....	33
Figure II.6: photographie du faciès du Bathonien au niveau de la carrière de Deglen.....	34
Figure II.7 : Log lithostratigraphique du secteur d'El-Abed .....	37
Figure II.8: Schéma structural (principales failles) du socle du gisement d'El Abed à partir des documents de l'ORGM e=1/20000 .....	
Figure III.1 : carte structurale du domaine sétifiens .....	43
Figure III.2. : Plan de position simplifié des formations sud- sétifiennes et de leur grande coupure.....	44
Figure III.3 : Schéma géologique des environs de la mine de Kherzet Youssef, extrait de la carte géologique au 1/50.000 d'Aïn-Azel.....	49
Figure III.4 : Situation géographique de la mine Kherzet Youssef .....	52
Figure III.5: Coupe géologique schématique de la région de Kherzet Youssef .....	54
Figure III.6 : Colonne lithostratigraphie du Kherzet Youssef .....	55
Figure IV.2 : Microphotographie de dolomie spathique (Fine DII) associée à la pyrite I (Grx4).....	62
Figure IV.1 :Microphotographie de dolomie Spathique(DII) à cœur Chagriné Porphyrique, (Grx4).....	62
Figure IV.4 : Microphotographie de la dolomite (DII) remplaçant un lamellibranche (Grx4) .	62

Figure IV.3 : Microphotographie de la dolomite (DII') à cœur nuageux et à auréole limpide Associée à la pyrite I (Grx4).....	62
Figure IV.6 : Microphotographie dolomie zébrée (DIII, DIV),recoupée Par un Stylolithe remplie des Sphalérites. ....	63
Figure IV.5 : Microphotographie d'une dolomie zébrée à fantomes d'oolithes (Grx4).....	63
Figure IV.7 : Saddle dolomite avec présence de quartz remplissant les vides entre les grains ..	64
Figure IV.8 : Wurtzite associée à la galène cogénétique (Grx10). ....	65
Figure IV.10: Association minérale de Sphalérite, chalcopyrite, et cuivre gris .....	66
Figure IV.9 : Association minérale dans galène, La chalcopyrite. (Grx10) .....	66
Figure IV.11 : Microphotographie de la Pyrite(I) ey de la pyrite(II) (Grx10).....	67
Figure IV.12 : Microphotographie d'une byrite brichifiée recoupée par de la galène II (Grx10).....	67
Figure IV.13 : Schéma microscopique montrant La chalcopyrite xénomorphes.....	68
Figure IV.14: schéma montrant le marcassite par de la pyrite (Grx20).....	68
Figure IV.17 : photo d'une texture massive de sphalérite .....	69
Figure IV.18 : Texture dissiminée de la sphalérite dans la dolomie.....	70
Figure IV.19 : Texture brêchique à fragments anguleux de sulfures dans les sédiments internes du karst.....	70
Figure IV.20 : Texture rubanée au niveau des laminites .....	71
Figure IV.21 : Succession paragenétique de la minéralisation dans les dolomies D'El Abed. (DI ,DII,DII',DIII) : dolomicrites, DIV : dolosparite, DV : saddle dolomite,DVI : dolomie veinulée, Ma : marcassite, Qz : quartz, Pyr : pyrite, Sp : sphalérite, Gal : galène, Ch : chalcopyrite, Cu : cuivre gris, Ba : barytine (Labchri, 2011). ....	72
Figure V.1 : Lame mince représente la dolomie .....	76
Figure V.2 : Coupe du Barrémien supérieur de Kharzet Youssef (Ridus, 1964). ....	77
Figure V.3: Coupe géologique schématique du gisement de Kharzet Youssef.....	78
Figure V.4: Coupe géologique de la couche minéralisée biseauté.....	79
Figure V.5: Section polie représente la sphalérite et la Fluorite .....	79
Figure V.6 : Echantillon montrant une sphalérite associée à une dolomie.....	80
Figure V.7 : Section polie représente la Galène et la Pyrite .....	81
Figure V.8 : Section polie représente la Barytine .....	84
Figure V.9 : Section polie représente la Zincite et la Barytine .....	83
Figure V.10 : Lame mince représente la dolomie I et II. ....	84
Figure V.11 : Lame mince représente la calcite. ....	85
Figure V.12 : Dessin schématique montrant l'altération de la sphalérite en smithsonite.....	86

Figure V.13 : Texture massive de barytine associée à une dolomie rose ..... 87

Figure V.14 : Texture bréchique à fragments anguleux de l'encaissant calcaire cimentés par la barytine. .... 88



---

---

# *Introduction générale*

---

---

## **Introduction Générale :**

Le contexte géologique de l'Algérie est favorable à une activité minière très variée, les travaux de recherche minière réalisés ont permis de découvrir plusieurs dizaines de gîtes métallifères et non métallifères aussi bien au Nord qu'au Sud du pays.

Dans les couvertures sédimentaires carbonatées, les gisements de plomb-zinc fournissent environs le quart des réserves mondiale de ces métaux. Les gisements d'El-Abed et de Kherzet Youssef, l'objet de cette étude, sont des gisements plomb-zincifère, correspondent à des gîtes épigénétiques encaissés dans des calcaires et des dolomies.

Dans ce mémoire, nous essayerons de caractériser ces deux gisements, des points de vue minéralogique et structurale, et de contribuer à la compréhension des phénomènes régissant au dépôt des minéralisations stratiformes à plomb-zinc.

Les gisements d'El Abed et de Kherzet Youssef appartiennent au même type de gisement, mais se trouve dans des contextes géologiques différents. L'étude comparative de ce présent mémoire a pour objectifs de faire ressortir les similitudes et les différences entre ces deux gisements.

Ce mémoire comporte plusieurs chapitres :

- Introduction générale pour discuter la problématique du thème.
- Un premier chapitre intitulé « Cadre géographique et géologie régionale » qui présente les contextes géographique et géologique régionale succinct des deux gisements ;
- Le deuxième et le troisième chapitre consacrés pour les contextes géologiques régionaux et locaux de chaque gisement ;
- Quatrième et cinquième chapitres consacrés pour les minéralisations des deux gisements et leurs encaissant carbonaté ;
- Une synthèse dans laquelle seront résumés, les principaux points communs et les différences entre les deux gisements étudiés.
- Une conclusion permettant de conclure l'ensemble des points relatifs aux gisements d'El-Abed et de Kherzet Youssef.

---

---

*Chapitre I :*

*Cadre géographique et*

*géologie régionale*

---

---

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

### **I.1. Cadre géographique**

#### **I.1. 1. Cadre géographique d'El-Abed**

##### **I.1.1.1. Situation géographique :**

Le gisement d'El-Abed se situe au Nord-ouest de l'Algérie, à la frontière Algéro-Marocaine, à 96Km au Sud-ouest du Chef-lieu de la Wilaya de Tlemcen et à 6Km de la Commune de Bouihi qui est rattachée à la Daïra de Sidi Djilali (Figure.I.1).

Le gisement d'El Abed est le prolongement d'une importante couche minéralisée dont la partie Ouest se trouve au Maroc (Touissit - Boubekour). Il a été découvert initialement au Maroc où la minéralisation affleure en surface. Il est composé par trois quartiers qui sont les suivants :

A / Aïn-Arko : son ouverture s'effectue par le puits n°3 (actuellement épuisé).

B / Alzi.

C/ El-Abed.

Les quartiers d'El-Abed et Alzi, son ouverture s'effectuent par le puits n°4.

##### **Le relief :**

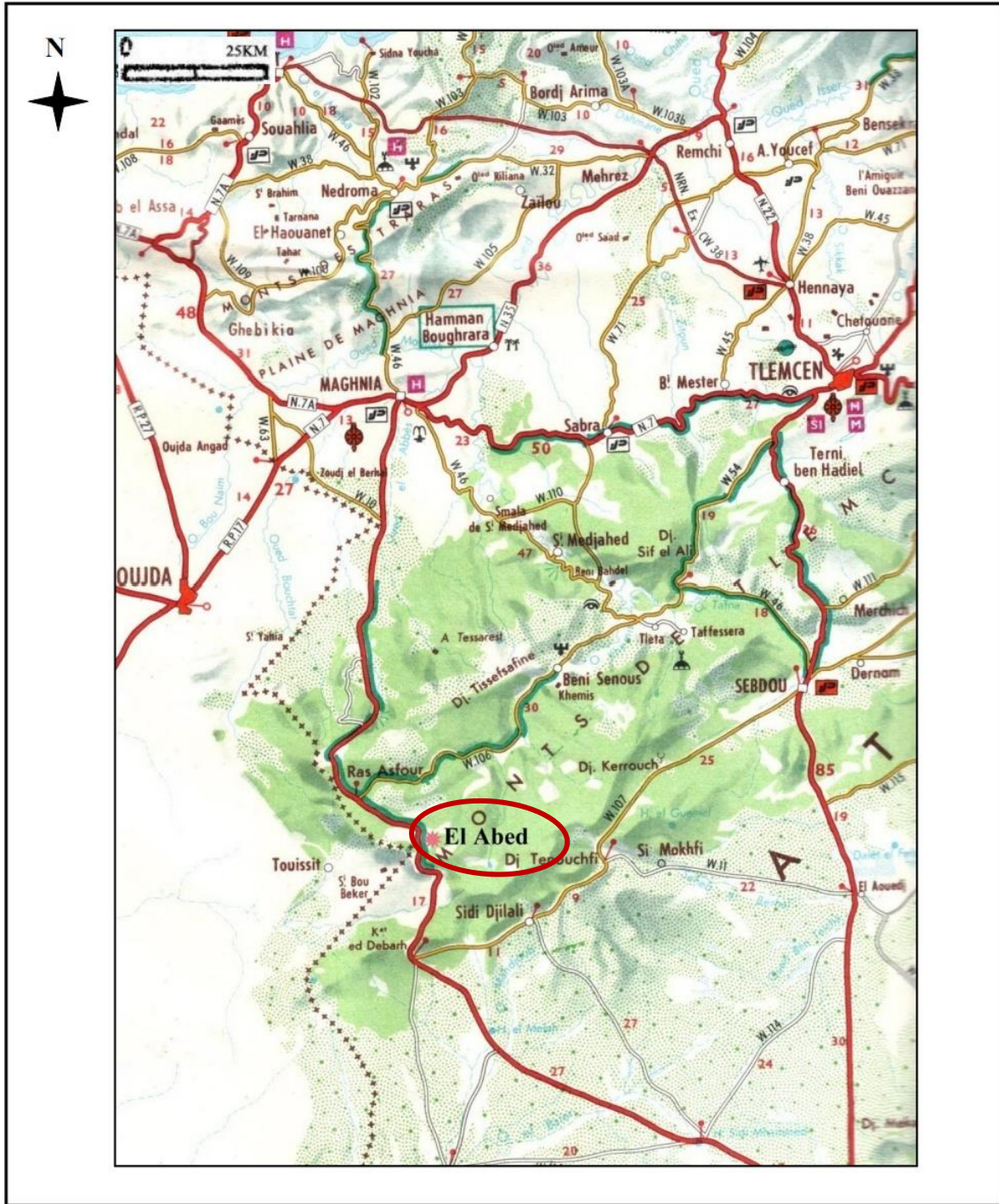
Le relief de la région se rapporte à celui du gisement et des montagnes. L'altitude moyenne varie de 1260 jusqu'à 1550m.


##### **La végétation :**

La région se caractérise par un paysage semi-désertique avec l'existence de nombreuses forêts de pins d'Alep, les chênes lièges l'oléastre, l'Alfa et des jujubiers.

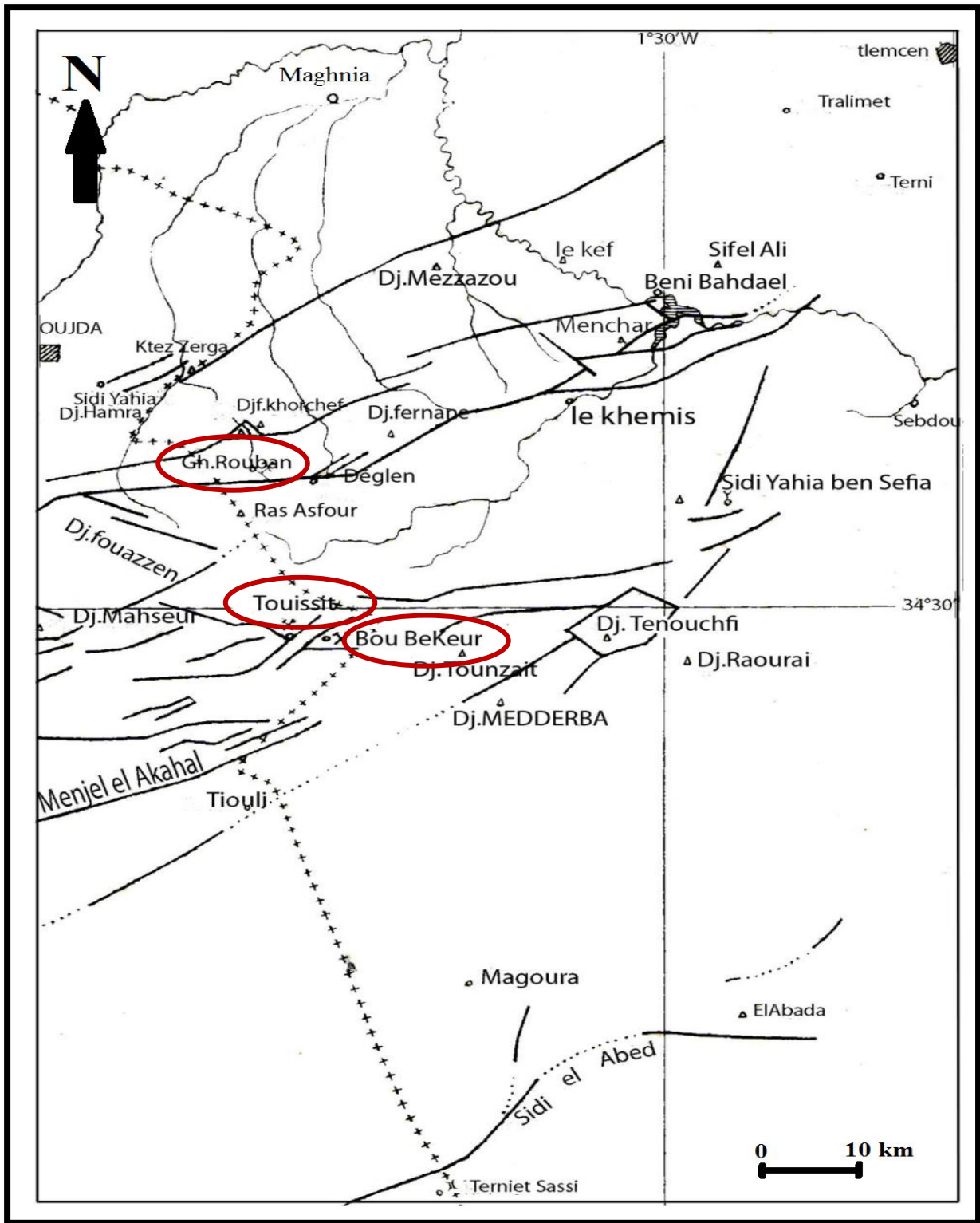
##### **Le climat :**

Le climat de la région est continental aride, avec un été chaud et prolongé. En hiver, il est froid et court. Les températures enregistrées varient de -5° à +45°C.



 Le gisement d'El Abed.

**Figure I.1 : Situation géographique d'El Abed.**



 Le gisement de Ghar Roubane

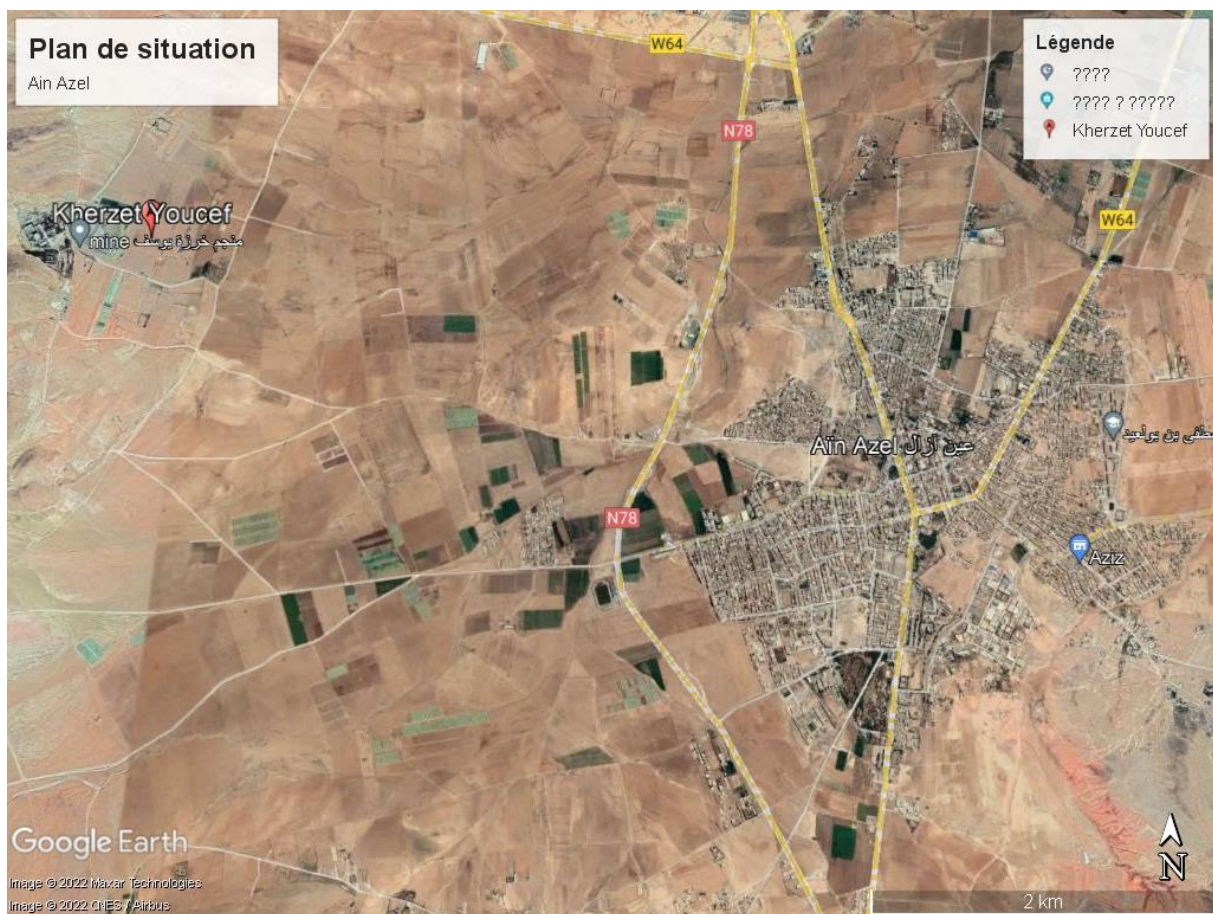
Figure I.2 : Carte de la région de Ghar Roubane (LUCAS, 1952).

## I.1.2. Cadre géographique de Kherzet Youssef

### I.1.2.1. Situation géographique :

Le gisement de Kherzet Youssef appartient à la wilaya de Sétif. Il se situe à 250 Km au sud d'Alger, à 7 Km de la ville d'Ain Azel et à 12 Km au Nord-ouest de Chaabat Al Hamra.

Il appartient à la chaîne méridionale des Hauts plateaux, avec une altitude varie de 980 à 1000 m.



**Figure I.3 : Situation géographique (Google Earth Pro).**

### Le relief :

La région de Kherzet Youssef est caractérisée par une morphologie plate. Cependant, elle est entourée par le Djebel Loumassa et Djebel Sekrine à l'Ouest, Djebel Gatiane au Sud, Djebel Lehçana au Sud-est, et Djebel Kalâaoun à l'Est, (derrière lequel se trouvent les chotts de Ain-Lahdjar et de Beida-Bordj)

**Végétation :**

Cette zone se caractérise généralement par un paysage semi-désertique, avec la présence d'une couverture végétale répartie entre forêts et buissons. Parmi les variétés qui s'y trouvent figurent les chênes-lièges, le cèdre de l'atlantique et le genévrier.

**Climat :**

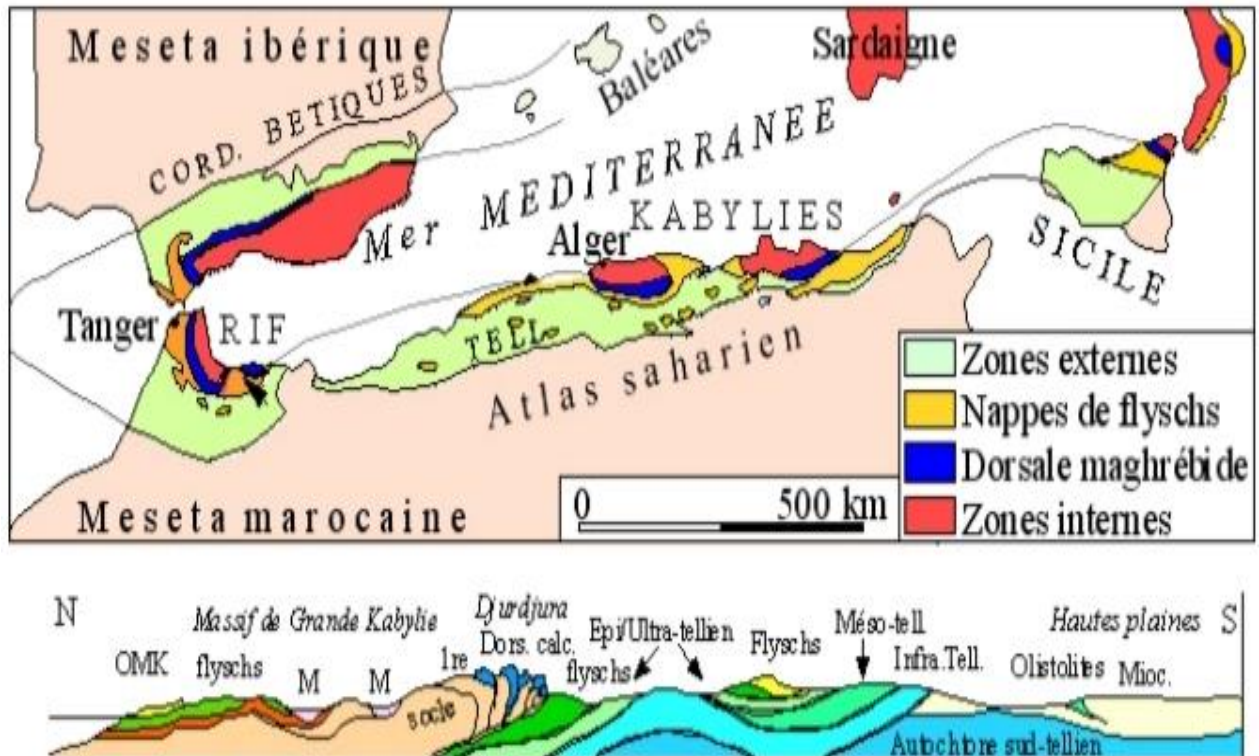
La région de Kherzet Youssef est caractérisée par un climat méditerranéen de période pluvieuse (Octobre à Mai) à Semi-aride (Juin à Octobre), où elle est représentée par des hivers doux et des étés chauds et secs, avec une température moyenne de 15°, et une pluviométrie moyenne de 298 mm par ans.

**I.2. Cadre géologique régional****I.2.1. Introduction :**

Pour mieux comprendre la géologie de la zone étudiée, il est nécessaire de déterminer sa localisation dans son contexte géologique régional par rapport à la chaîne alpine de l'Algérie du nord.

Les deux zones d'étude font partie de la chaîne des Maghrébides, il s'étend d'est en ouest sur 2000 Km, du sud de l'Espagne à la Sicile en Italie. ils représentent une partie de l'orogénie alpine périméditerranéenne (Durand-Delga, 1969).





**Figure I.4 : Carte et coupe structurale schématique de la chaîne des Magrébides montrant la disposition des zones internes et externes (Durand Delga et Fontboté ; 1980).**

En Algérie du nord, cette chaîne, est subdivisée en trois grands domaines paléogéographiques disposés du Nord au Sud comme suit :

- Le domaine interne.
- Le domaine des flyschs.
- Le domaine externe.

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

Il s'agit du dorsale et de la chaîne calcaire (Durand Delga ; 1969) .il comprend le socle cristallophyllien et sa couverture sédimentaire du paléozoïque au tertiaire.

Au cours de l'orogénèse alpine, le socle et la dorsale kabyle a été largement charrié vers le sud, sur le domaine des flyschs. Cette couverture peut être en partie désolidarisée de son socle pour former des nappes de charriage. (Bouillin J.P ; 1977, Raoult J.F ; 1974)

**a. Le socle kabyle :**

Il représente les blocs côtiers (les massifs littoraux) comprenant les socles de grande et petite Kabylie et le massif de Chenoua (Ouest d'Alger) et Alger.

Le socle kabyle est représenté par :

- Un ensemble cristallophyllien profond appartenant aux faciès de granulites.
- Des gneiss à intercalations par fois puissantes de quartzites et d'amphibolites.
- Des schistes satinés ou phyllades, des grés et des porphyroïdes oeillés.
- La couverture sédimentaire Paléozoïque du socle cristallin.

**b. La dorsale kabyle (chaîne calcaire) :**

Elle est localisée à la bordure méridionale du domaine interne qu'elle transgresse. C'est une zone étroite et discontinue qui caractérise l'axe interne de l'orogénèse nord-algérienne (Vila, 1980)

En générale, la dorsale kabyle est caractérisée par un style tectonique en écaille. Ces écailles comprennent des formations Paléozoïque ainsi que des terrains de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène, elle est subdivisée en trois unités (Durand- Delga, 1969 ; Raoult, 1974 ; Vila, 1980) :

- La dorsale interne ;
- La dorsale médiane ;
- La dorsale externe.

Ces séries constituaient, à l'origine la couverture sédimentaire carbonatée Méso-Cénozoïque et du socle kabyle. La dorsale correspond à un ensemble de lame et d'écailles empilées.

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

Il est lié jusqu'à l'Eocène supérieur, à la bordure sud de la plaque d'Alboran. Il correspond à un secteur marin profond et mobile du Jurassique moyen au Burdigalien. Ce domaine est caractérisé par des formations de plaines abyssales mises en place par des courants de la turbidité (Bouillin ; 1986), ces flyschs sont déposés dans un bassin de nature marine (Bouillin ; 1986). Gélard et Raoult (1969) ont signalé deux grands types de flysch gréseux, respectivement, le flysch mauritanien, et le flysch massylien. A ces deux types des flyschs s'ajoutent le flysch Numidien.

**a. Le flysch mauritanien :**

Ce flysch, relativement épais, montre une série allant du malm au priabonien. Il représente du bas en haut (Bouillin ; 1986) :

- Des calcaires du Tithonique-Néocomien, passant vers le haut par une puissante masse de pélite et de grès de l'albo-Aptien.
- Des micros brèches silicifiées à ciment sparitique et à quartz détritique du Cénomaniens et Turonien inférieur.
- Un ensemble complexe de marnes, de calcaires microbrêchiques et sableux, des conglomérats au sommet et enfin des grès micacés du Turonien au Lutétien supérieur.

**b. Le flysch massylien :**

Défini par Raoult (1969) à Kef sidi Driss, dans le nord constantinois. C'est un flysch d'âge Crétacé inférieur au Lutétien avec des phanites du Cénomaniens, composé de :

- Pélite quartzitique à niveaux de phanites pélagiques d'âge Crétacé inférieur et des bancs calcaires à microfaune d'âge Turonien-Cénomaniens ;
- Alternances d'argiles et de micro-brèches du Crétacé supérieur ;
- Des marnes rouges lutétiennes.

**d. Le flysch Numidien :**

Le flysch Numidien est constitué d'une nappe indépendante d'âge Oligocène supérieur-Miocène inférieur, et recouvre toutes les unités de la chaîne des maghrébides. Il comprend (Coiffait P.E ; 1992).

- Des argiles vario-colores sous-numidiennes à tubotomaculum ;
- Des bancs de grès numidiens à grain de quartz hétérométrique ;
- Des argiles et des marnes à silexites correspondent aux formations supra-numidiennes.

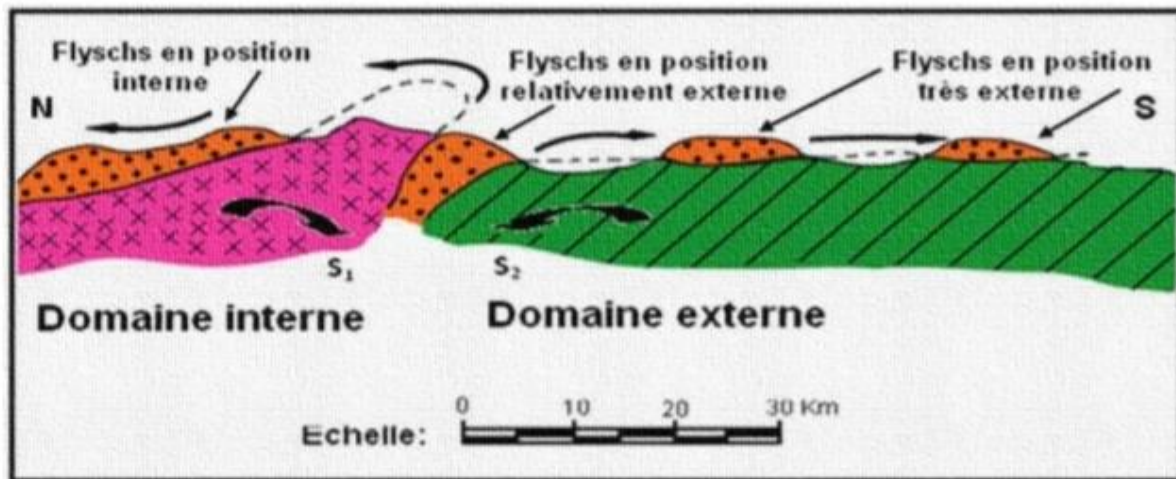


Figure I.5 : Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des magribides (d'après Bouillin ; 1986).

#### I.2.4. Le domaine externe :

Le domaine externe est représenté par la marge téthysienne du continent africain, avec un caractère chevauchant vers le sud (Durand Delga ; 1969, bouillin ; 1977).

En Algérie orientale, ce domaine représenté par : les série telliennes, les séries de lavant pays allochtone (Vila ; 1980) est les série de lavant pays atlasique autochtone.

##### I.2.4.1. Les séries telliennes :

Elles correspondent à des séries très épaisses à dominante marneuse provenant du domaine tellien d'âge Crétacé moyen à Néogène. Du nord vers le sud on distingue (Durand-Delga, 1969 ; Vila, 1980 ; Bouillin, 1986) :

- Les séries ultra-telliennes.
- Les séries telliennes sensu-stricto.
- Les séries péni-telliennes.
- **Les séries ultra-telliennes :**

Dont les formations typiques, celles du Crétacé marneux et un Eocènes caractérisé par des marne sombre avec une intercalation du calcaire à silex noir.

- **Les séries telliennes sensu-stricto :**

Ce sont des formations à Crétacé inférieur riche en dépôts terrigènes. Des intercalations de facies néritiques restent modérées du Crétacé supérieur à l'Oligocène (Vila ; 1980).

- **Les série péni-telliennes :**

Formations d'âge Crétacé supérieur à Eocène, caractérisées par des faciès néritiques prépondérant carbonatés est marneux. A l'Est algérien, ces séries montrent de grandes affinités avec l'unité néritique constantinoise et les unités sud-sétifiennes.

Généralement, elles sont surmontées tectoniquement par les nappes de l'unité telliennes sensu-stricto.

#### **I.2.4.2. Les série de l'avant pays allochtone :**

L'avant pays allochtone présent plusieurs types de séries différencier d'Ouest on Est, du trias supérieur au crétacé ou à l'éocène (J.M, villa ; 1980). On distingue deux organisations :

- **Séries néritiques constantinoises :**

Appelé aussi, la mole néritique constantinois, caractérisé par d'épaisses formations carbonatées du mésozoïque, cette unité est considérée comme autochtone pour Durand Delga (1969), coiffait (1992) et allochtone pour Guiraud (1973) et Vila (1980).

- **L'unité sud sétifiennes :**

Elle est représentée par des séries mésozoïques à caractère de plateforme subsident et qui admettant des intercalations pélagiques (Benabbas, 2006).

#### **I.2.4.3. Les séries de l'avant pays autochtone :**

Elles constituent l'atlas saharien, les monts du Hodna dont fait partie le gisement de Kherzet Yousef, les monts de Batna, les monts des Aurès, ...etc. Elles sont formées par des séries sédimentaires Mésozoïques épaisses et plissées, très homogènes de plateforme subsidente (Vila ; 1980).

#### **I.2.5. Les principales phases tectoniques :**

L'origine de la structuration de la chaîne des maghrébides et leur répartition sont la conséquence de plusieurs phases tectoniques du cycle alpin, formée pendant le tertiaire (Benabbas, 2006).

D'après la littérature géologique, les principales phases tectoniques dont marquées la chaîne alpine de l'Algérie du nord sont comme suite :

### **I.2.5.1. Les phases tectoniques mésozoïques :**

Cette époque est caractérisée par une phase triasique qui correspond à une période de distension généralisée, accompagnée d'un volcanisme basique contemporain à une sédimentation argilo – gypseuse (D. Bureau ; 1970, R. Guiraud ; 1973).

Au jurassique inférieur cette distension caractérisée par une subsidence différentielle avec une direction E-W caractéristique des bassins maghrébins qui persiste jusqu'à la fin du crétacé inférieur (G. Durozoy ; 1960, G. Voute ; 1967)

Cet événement tectonique mésozoïque est localisé par deux phases :

- **La phase du jurassique supérieur :**

Elle est caractérisée par des discordances angulaires qui marquent la base du crétacé inférieur (Durand Delga ; 1955) et souligne la fin d'une période distensive et subsidente.

- **La phase anté-sénonienne :**

C'est une phase de compression entraînant des plissements orientés Est-ouest aussi qu'une forte schistosité de fracture (Wildi, 1983).

### **I.2.5.2. Les phases tectoniques tertiaires :**

Cette tectonique tertiaire est marquée par deux phases importantes :

- **La phase fini-lutétienne :**

Appelé aussi la phase priabonien ou la phase atlasique (Raoult, 1974), d'âge Eocène supérieur. La tectonique priabonien marque la fin d'un grand cycle sédimentaire. Cette phase compressive est expliquée par la structure de la dorsale kabyle, les flysch et les séries telliennes en grande lame ou en plis couchés à caractère tangentiel et à vergence Sud.

- **La phase Miocène :**

Elle est caractérisée par une direction de raccourcissement Nord-sud. C'est une phase tortonienne à vergence Sud qui est la responsable de la genèse de la nappe néritique constantinoise, des unités allochtones des Sellaoua, de l'ensemble Sud sétifien, et les unités méridionales à nummulites (Vila, 1980).

- La tectonique récente est une phase tectonique post-nappes responsable de l'orographie actuelle. Elle a induit le comblement des bassins mio1-pliocènes, alimentés par la destruction des reliefs environnants (Benabbas, 2006)

## **I.6. Conclusion :**

La chaîne des maghrébides constitue un tronçon de la chaîne alpine d'Afrique du nord et composé par plusieurs domaines paléogéographiques.

Les zones internes formées de terrains cristallophylliens constituent le socle kabyle et des terrains carbonatés essentiellement rectilignes et discontinues.

Le domaine des flysch constitué par différents types de flysch occupant une position allochtone et reposent en différents modes sur les zones externes.

Les phases tectoniques successives ont modelé violemment et en différents modes de structure et de disposition de la chaîne des maghrébides.

---

---

*Chapitre II :*

*Contexte géologiques régionaux et  
locaux du gisement d'El Abed*

---

---



## II .1. Géologie régionale

### II.1.1. Cadre géologique régionale :

#### II.1.1.1. Introduction :

Les monts de Ghar Rouban et de Sidi El-Abed font partie d'une aire Algéro-Marocaine qui constituent le prolongement du massif marocain de Djérada (G. Lucas 1942, 1952 ; S. Elmi 1973, 1986 ; B. Touahri, 1983). Ce dernier s'ennoie vers l'Est par le jeu d'un réseau de failles longitudinales, qui délimitent une série de horst et graben. (Figure II.1)

Le paléozoïque apparaît dans de nombreux domaines. Dans les horsts de Tionli, Djorf Ouazzane, Touissit-Boubeker, et le plus important étant le horst de Ghar Rouban qui est le secteur d'étude.

#### II.1.1.2. Localisation de la région de Ghar Rouban :

Le gisement d'El-Abed se situe à la frontière Algéro-marocaine, dans les hauts plateaux. Il se trouve à environ de 70 km au SW de la ville de Tlemcen. Le gisement d'El-Abed se prolonge au Maroc par les gisements de Sidi Boubeker et de Touissit.

Les monts de Ghar Rouban, dont fait partie le gisement en question, sont délimités au Nord par la plaine de Maghnia, à l'Est par la haute vallée de Tafna, la dépression de Touissit-Boubeker à l'Ouest, et les hauts plateaux au Sud. Ce domaine forme la terminaison Sud-ouest de l'atlas tellien.

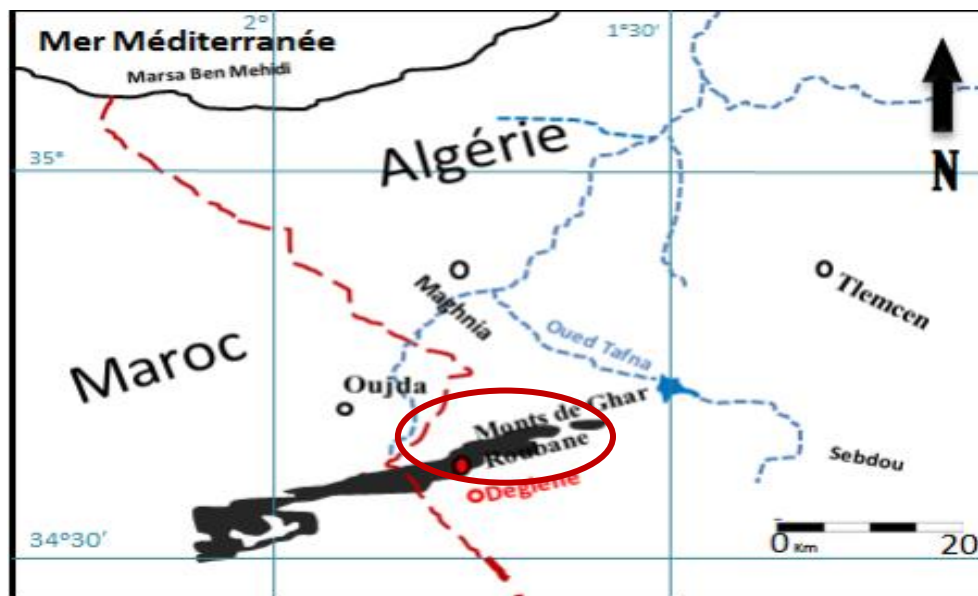


Figure II.1 : Situation géographique du horst de Ghar Rouban. (S. Elmi, 1988)

**II.1.1.3. Cadre géologique et paléogéographique :**

Les monts de Ghar Rouban et du sidi El-Abed sont séparés par une discordance qui présente deux ensembles géologiques et structuraux :

-Un socle paléozoïque comprenant des formations sédimentaires, volcanique et des formations métamorphiques.

- Une couverture Mésozoïque (dépôts du Trias et du jurassique (inférieur, moyen et supérieur)) en discordance sur les terrains paléozoïques.

Les monts de Ghar Rouban et de Sidi El-Abed se caractérisent par une inversion des reliefs (horst et graben). (B.Touahri, 1983).

**II.1.1.4. La stratigraphie :**

Les terrains qui affleurent aux monts de Ghar Rouban caractérisés par des dépôts essentiellement triaso-jurassiques.

**II.1.1.4.1. Le socle paléozoïque :**

Il est apparu grâce aux forages souterrains dans la mine d'El-Abed. Au Maroc. Il est plus largement développé dans le bassin de Djérada par G. Lucas (1942) qui a pu mettre les corrélations et les subdivisions suivantes :

**a. Le paléozoïque indéterminé :**

Le paléozoïque indéterminé apparaît aux environs de Deglen et d'El-Khmis, ainsi qu'au Nord du massif granitique de Beni S'nous. Ce sont des schistes seuls ou associés à des quartzites affectés par un métamorphisme viséen supérieur ou post-viséen (B. Touahri, 1983). Aux abords de la mine de Ghar Rouban, il ya des schistes satinés et des schistes cornés associés à des quartzites et à de petits bancs de grés d'âge Gothlandien.

**b. Le Gothlandien :**

Il affleure dans la région de Chaabet Diar Fouaga. Il est caractérisé par une faune abondante de Graptolites, accompagnées de radiolaires et de spicules d'éponges. Il s'agit des schistes micacés, des phtanites et des quartzites (B. Touahri, 1983).

**c. Le Dévonien :**

Datés de l'Emsien ou du Couvinien inférieur (faune de Spirifers et de Rhynchonelles). Il s'agit principalement, de schistes, quartzites, microbrèches et calcaires récifaux à polypiers. Au Maroc, le dévonien présente des facies analogues.

**d. Le carbonifère :**

On distingue :

-Le Viséen inférieur et moyen (les horsts de Ghar Rouban et du Djorf Ouazzane) : On a deux formations individualisées dans ces zones, représentées dans l'ordre par des calcaires recristallisés et dolomités à encrines ; la seconde par des schistes, des quartzites et microbrèches, caractérisant un apport détritique terrigène (B. Touahri, 1983).

-Le Viséen supérieur (Le horst de Touissit) : présent dans le horst de Touissit par une série volcanique à la base et des schistes parfois gréseux à bancs de calcaires au sommet. Dans la partie supérieure, les schistes ont fourni des Brachiopode et des Goniatites du Viséen supérieur (G. Lucas, 1942).

-Le Viséen supérieur et Namurien (le horst de Mendjel Akhehal) : Cette formation est représentée par une série de schistes gréseux et des bancs gréseux passant parfois à des poudingues.

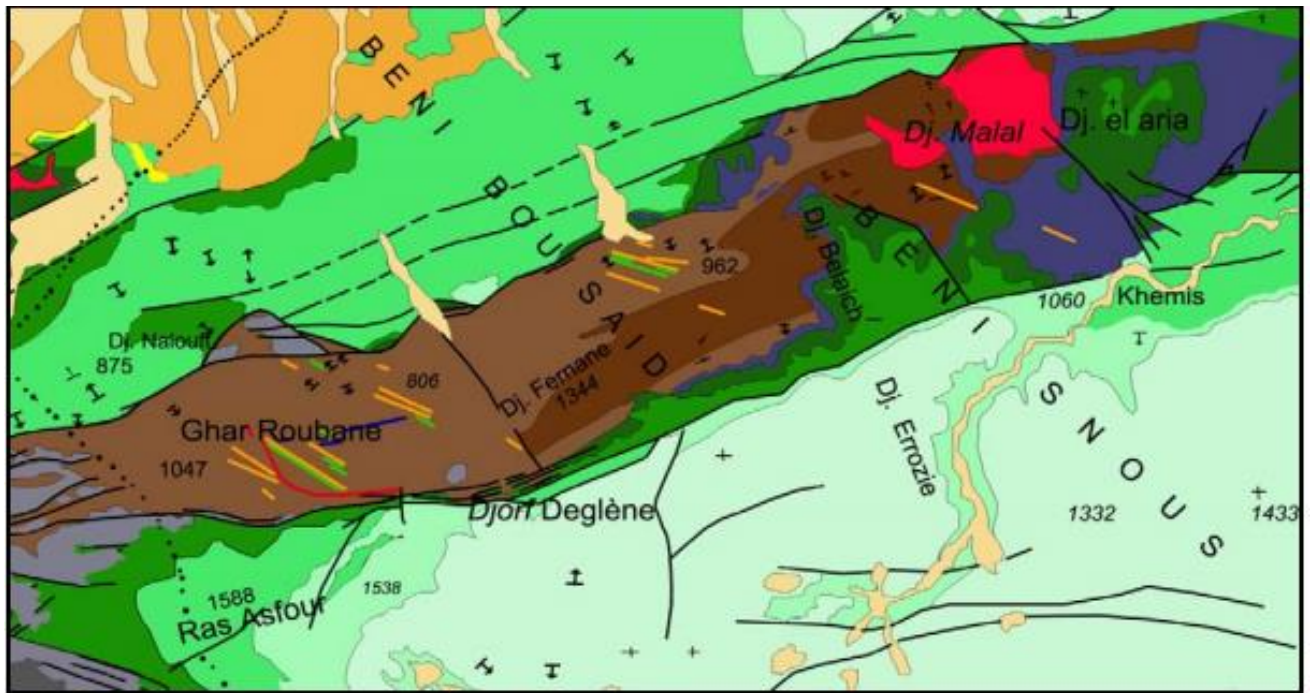


Figure II.2 : Schéma géologique des monts de Ghar Rouban (G. Lucas, 1942).

### e. Les roches magmatiques et filoniennes :

On a deux formations :

- Anté-viséennes et viséennes : La région ne connaît pas de roches magmatiques, en place, antérieurs au viséen. Cependant, les microbrèches du viséen inférieur et moyen comprennent toutefois des éléments de granite, et d'andésite.
- Post-viséennes : Affleure dans le massif des Beni-Snous (Extrême Est du horst de Ghar Rouban). Il s'agit des granites alcalins à sphérolites de tourmaline passant à un granite monzonitique à sa périphérie.

**f. Structure tectonique du paléozoïque :**

L'ensemble des horsts est affecté par de petits accidents qui seraient à une tectonique tardive qui sont injecté de dolérites et parfois de basaltes attribué au Trias-lias.

D'après G. Lucas (1942), le horst de Ghar Rouban représenté par des orientations générales SW-NE et est caractérisé par les structures suivantes :

-Un synclinal de flysch viséen bordé, au Nord et au Sud par des calcaires (début de viséen inférieur). Un accident cassant, jalonné localement de mylonites, qui met ce synclinal en contact avec le Paléozoïque indéterminé du Fernane et du Ghar Rouban.

- Entre Ghar Rouban et la falaise de Ras Asfour il ya un axe anticlinal marqué par des flysch viséens, et dans les horsts de Touissit et de Mendjel El-Akhal montre des plis anticlinaux larges est aplatis du viséen supérieur.

**g. Le Trias et les formations attribuées au trias :**

G. Lucas (1942) distingue deux groupes : le Permo-Trias des horsts et le Trias gypseux de la zone des lagunes. Leur nature et la répartition des différents facies du trias sont fonction de la configuration du relief anté-triasique.

**g.1.Le Permo-trias des horsts :** Ce facies est apparu grâce aux travaux miniers et des forages à El Abed. (Il n'est conservé qu'au bord sud du horst de Ghar Rouban). Au nord de Deglen, caractérisé par des conglomérats rouges, à galets peu roulés, de dacites et de roches volcaniques. Au Djebel Aourir (WNW de Ghar Rouban), il est représenté par des coulés de basaltes intercalés de bancs de calcaire et d'argile rouge (Touahri, 1983).

**g.2. Le Trias gypseux des lagunes :**

Selon B. Touahri (1983), il est observable à Sidi El-Abed, dans la plaine de Magoura au sein de la dépression des Beni Bahdel et dans la région de Sebdou. Ce sont des marnes bariolées et gypsifères, à bloc de dolérites et de basaltes et rarement des intercalations de calcaires, parfois dolomités.

**g.3. Le jurassique :**

Les terrains Jurassiques sont très développés dans la région de Ghar Rouban et forment la couverture secondaire du socle paléozoïque :

**g.3.1. Le jurassique inférieur est moyen :**

Représenté essentiellement par le Lias et le Dogger. La limite entre ces deux ensembles est en effet difficile à préciser.

**❖ Le Sidi El-Abed :**

G. Lucas (1942) décrit un Lias inférieur dans Sidi El Abed, comprend des calcaires pseudo-oolithiques surmonté d'un calcaire spathique à Brachiopode dont les bancs médians contiennent des fossiles et des accidents siliceux. Au niveau de Chebket Ennemer, le Domérien montre des faciès calcaire encadré de dolomies, Le tout sur 300m d'épaisseur. Le Toarcien commence à Chebket Ennemer par un conglomérat de calcaire pseudo-oolitique, à galets siliceux de paléozoïque, auquel succèdent, des calcaires oolithiques. Le tout est recouvert par quelque banc de dolomies ; à TenietSassi, 50 à 100m de calcaire à grands lamellibranches montrent à leur partie supérieure, une alternance de calcaire et de dolomie argileuse friable. Le passage à l'Aaléno-Bajocien inférieur et moyen est progressif, les calcaires cèdent la place à des dolomies bigarrées (50m) à rares bancs de calcaires ; à leur partie médiane se trouve une intercalation de conglomérats intra-formationnel. Le Bajocien supérieur n'a pas été individualisé ; « il correspondrait certainement à une partie des dolomies bigarrées » (G. Lucas 1942), de l'ensemble Aaléno-bajocien. Le Djebel Sidi El-Abed n'est pratiquement constitué que de Bathonien. Il débute à Teniat Sassi par des dolomies fossilifères microcristalline, à Brachiopodes et Echinodermes, auxquelles succède une épaisse assise de dolomies pulvérulente recouverte par des calcaires oolithiques à la base et lumachelliques (à Brachiopodes) au sommet.

**❖ Le Tenouchfi :**

D'après G. Lucas (1942), ce sont les terrains les plus anciens, caractérisés par des dolomies et des calcaires du Domérien et des calcaires microcristallins à matière organique.

S. Elmi, 1947 et G. Lucas, 1942 s'accordent sur l'existence de quartzite et calcidonite dont le dépôt a eu lieu en mer peu profonde (Sidi El Abed au Sud et Beni Behdel au Nord), les caractères de sédimentation se référant à un bassin ouvert.

Quant à M. Benest et S. Elmi 1978, il a développé les caractéristiques des milieux de dépotes des dolomies de tenouchfi, et a déterminé la stratigraphie de G. Lucas 1942 et ils ont distingué entre deux zones de faciès : l'une occidentale dolomitique et autre oriental complexe. (Certains auteurs supposent une articulation tectonique entre les deux zones).

**❖ Le Sidi Yahia Ben Safia :**

D'après M. Benest 1976, représente par le Lias basal qui repose sur le trias argileux gypsifère et caractérisé par une alternance de dolomies et de calcaires à interlits argileux, surmontés par des calcaires du Pliensbachien inférieur-Carixien. Le tout est recouvert par des calcaires à silex appartenant au Domérien basal. Le Domérien terminal et le Toarcien, sont représentés par une alternance de calcaire et de marnes.

**❖ Le horst de Ghar Rouban : on a deux parties :**

**1) Partie orientale :** G. Lucas 1942, a daté le Carixien-Domérien inférieur, présente du Fernane jusqu'au Koudiat El-Halfa, dans les Beni Bahdel, une formation de calcaires, homogènes, à leur partie inférieure, et spathique au-dessus.

**2) Partie occidentale :** Représentée par le Toarcien, il apparaît en plusieurs points avec des épaisseurs variables (B. Touahri 1983). Il montre une tendance au biseautage vers l'Est. En général la litho stratigraphie comprend de bas en haut :

- Un faciès bréchi que transgressif sur le paléozoïque rubéfié. Ce faciès est calcaires, à débris de paléozoïque, à algues vertes (Dasycladacées, Codiacees) Gastéropodes et Lamellibranches ;

- Un calcaire microcristallin granuleux à Encrines et Brachiopodes ;
- Des dolomies cristallines azoïques (Toarcien à Bajocien moyen), montrant par endroit une intercalation de calcaire un peu argileux, à une faune du Toarcien moyen ;
- Un calcaire gris à galets de calcaires, riche à sa partie supérieure, en faune du Bajocien supérieur ;
- Calcaire micro-gréseux à oolithes ferrugineuses du Bathonien.

**g.3.2. Le Jurassique supérieur :**

Lucas G. (1942), Mangold C, Benest M, Elmi S. (1974). En étudiant les caractéristiques générales de l'argile dites de Saida qui surmontent de Bathonien dans les monts de Ghar Rouban. Nous constatons que la base de ces argiles est hétérogène à l'échelle de l'ouest algérien. Dans les monts de Telemcen elle est début par le callovien inférieur et au callovien moyen dans la région de Saida.

Quant pour les horsts occidentaux, elle se caractérise par une série inférieure argileuse à intercalation de grès, est une série supérieure gréseuse. L'épaisseur des dépôts indique une forte subsidence contrôlée par des flexures. (Lucas G. 1942).

Les formations du kimméridgien tithonique, montrent un retour à une sédimentation de milieu très peu profond, temporairement émergé. (Touahri B.1987).

#### **II.1.1.5. Evolution paléogéographique pendant le jurassique inférieur est moyen :**

La transgression marine envahit les régions de Sidi El-Abed et Ouajda-Sebdou, au début du Lias inférieur. Le Lotharingien du Sidi El-Abed montre les faciès les plus profonds (Benest, 1976). Dans le Lias basal du Koudiat Rerras, admettent un dépôt d'un milieu inter à supratidal plus ou moins confiné et réducteur.

##### **➤ Carixien –Domérien :**

Sur la partie Est du horst : il existe des calcaires pseudo-oolithiques fin à lamellibranches surmontés d'un calcaire spathique à brachiopode. A la base de cette série il ya des lits de calcaire riches en petites galets du primaire.

Le Domérien affleure à l'Ouest et est apparait grâce aux failles de l'Est. Il est constitué de calcaire à débris d'échinodermes et à brachiopodes souvent dolomitisés recouvert par une dolomie cristalline. (D. Labchri, 2011)

##### **➤ Le Toarcien :**

Des marno-calcaires à brachiopodes, à la base, et passe à des calcaires argileux à structure peu noduleuse riches en ammonites à l'Ouest plus à l'Est, le sommet est composé de dolomies. (D.Labchri, 2011).

##### **➤ Aaléno-Bajocien inférieur est moyen :**

D'après G. Lucas (1942) on a :

- A Sidi El-Abed, l'Aalénien est en relief empêchant ainsi les dépôts de se fixer les dolomies bigarrées très recristallisées (représentent une formation littorale voire lagunaire).

- A Tenouchfi et Sidi Yehia Ben Safia : la sédimentation du Bajocien supérieur est caractéristique d'un milieu profond, par contre le Tenouchfi garde ses caractères jusqu'au Bathonien.



- Au voisinage du horst Béni Bahdel : il est représenté par un dépôt de calcaire pseudo-oolithique qui indique une surrection momentanée du fond. Alors que, le Bajocien est un calcaire plus argileux).

➤ **Le Bajocien supérieur :**

A l'est du horst du Ghar Rouban, on a deux parties distinctes :

- La partie occidentale du horst : sont des calcaires à oolithes ferrugineuse ou à placages ferrugineuse reposant directement sur le socle ou sur le Toarcien.
- La partie orientale du horst ; ce sont des marnes à ammonites pyriteuses de mer profonde (B. Touahri, 1983).

➤ **Le Bathonien :**

Dans la partie Est de Ghar Rouban, le Bathonien est représenté par des calcaires micro-gréseux (dépôt marines). A l'Ouest du horst, ce sont des calcaires à oolithes ferrugineuses et a ciment rougeâtre (milieu néritique) (G. Lucas, 1942).

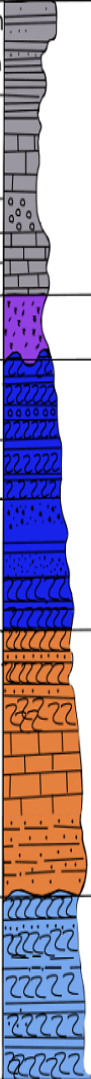
Systèmes	Sous Systèmes	Etages	Colonne Lithologique	Formations Lithologiques	Fossiles	Roches Magmatiques de Ghar Rouban	Phases
Jurassique	Malm	Kimmeridgien callovo-oxfordien		Grès à intercalation d'argile		Granodiorite-microgranodiorite Dacite , Basalte Granite de Beni Snouss Dolérite de Boukna	Phase Calédonienne → Hercynienne
				Argiles de Saïda	Ammonites		
	Dogger	Bathonien		Calcaires microgréseux	Concillophycus		
		Bajocien		Calcaire à oolithes	Ammonite , Rostres Belemnites		
	Lias	Toarciens		calcaire de Bélaïche			
		Domerien		Calcaire spathique Tisseaou	Rostre de Belemnites		
		Carixien		Calcaire in Zailou	Oolithes Encolithes		
Trias			Marnes gypsifères				
Carbonifère	Supérieur	Westphalien	Schistes , grès rouille Poudingues				
	Moyen	Namurien	Schistes , grès marin . Schiste , grès marin				
	Inférieur	Viseen	Breches volcaniques Tufs , Microbrèches , Schiste quartzite à lit de calcaire .				
Dévonien			Schistes , microbrèches	Plantes			
			Calcaire récifal	Algues , Brachiopodes , Bryozoaires , gastéropodes, Trilobites ,Polypiers			
			Grès à graviers de phtanite				
Silurien			Schistes quartzite et phtanite à graptolite	Graptolites			
			Schistes et quartzites				

Figure II.3 : Log synthétique du horst de Ghar Rouban (G. Lucas, 1942).

**II.1.1.6. La tectonique :**

L'édifice structural en horsts et en grabens des monts de Ghar Rouban s'est mis en place après des mouvements épirogéniques pendant le Lias et le Dogger, et aux jeux de distension et de compression pendant le Jurassique supérieur, le Crétacé et le Tertiaire (B. Touahri, 1983).

Le horst est subdivisé en deux parties, oriental et occidental ; à l'Est, il représente la continuité occidentale des monts de Tlemcen, à l'Ouest, il semble constituer le prolongement oriental des massifs de Djérada (B. Touahri, 1983)

D'après G. Lucas (1952), les accidents tectoniques ont été définis du Sud vers le Nord comme suite :

- Une zone anticlinale : horst de Ghar Rouban et Beni Bahdel.
- Un synclinal : Ras Asfour.
- Une zone anticlinale : les horsts occidentaux, Tounzait et la plaine de Sebdou.
- Pli de Tenouchfi.
- La zone abaissée de la plaine de Maghnia.
- Une zone soulevée : la plaine de Magoura.
- L'anticlinal de Djebel Hamra.
- Une zone synclinale : les monts de Kef.
- Une zone synclinale : chainons de Koudiat El-Debar.

**a- Horst occidentaux :**

Il comprend un ensemble de blocs surélevé (Mendjel Akehal, Touissit, Boubekour, Djorf Ouazzane) limité par des failles à rejets faibles (environ 100m) ou des flexures. Entre les blocs, se localisent des grabens peu profonds. Les failles n'affectent pas la couverture callovienne commune à toute la région. Certaines de ces failles ont rejoué depuis, la base du Callovien est fracturée et plissotée (B. Touahri, 1983).

**b- Horst de Tounzait :**

Son bord Sud, de direction SW-NE se confond avec le Koudiat Debar et sa bordure Nord de direction NW-SE s'est marquée par la falaise Sud du Ras-Asfour. Il plonge à l'Est et sa structure est compliquée par des failles longitudinales et transversales (B. Touahri, 1983).

**c- Graben du Ras-Asfour :**

C'est un plateau qui surplombe au Nord, le horst de Ghar Rouban. Sa bordure avec le horst de Tounzait, au Sud, est marquée par une zone de failles. Celles-ci relèvent la structure, les rejets diminuent d'Est en Ouest (B. Touahri, 1983).

**d- Horst de Ghar Rouban :**

Il est bordé au Nord et au Sud par des systèmes de failles dont le rejet Jurassique est estimé à 600m environ. Depuis elles ont rejoué, l'amplitude actuelle est de 1400-1500m.

Vers l'Ouest, comme pour la bordure Sud avec le horst de Tounzait, les rejets diminuent jusqu'à s'annuler, les horsts Occidentaux et du Ghar Rouban se confondent.

Vers l'est, il s'ennoeie par un jeu de failles et de flexures, et au-delà de la faille du Menchar, commence un domaine profond (B. Touahri, 1983).

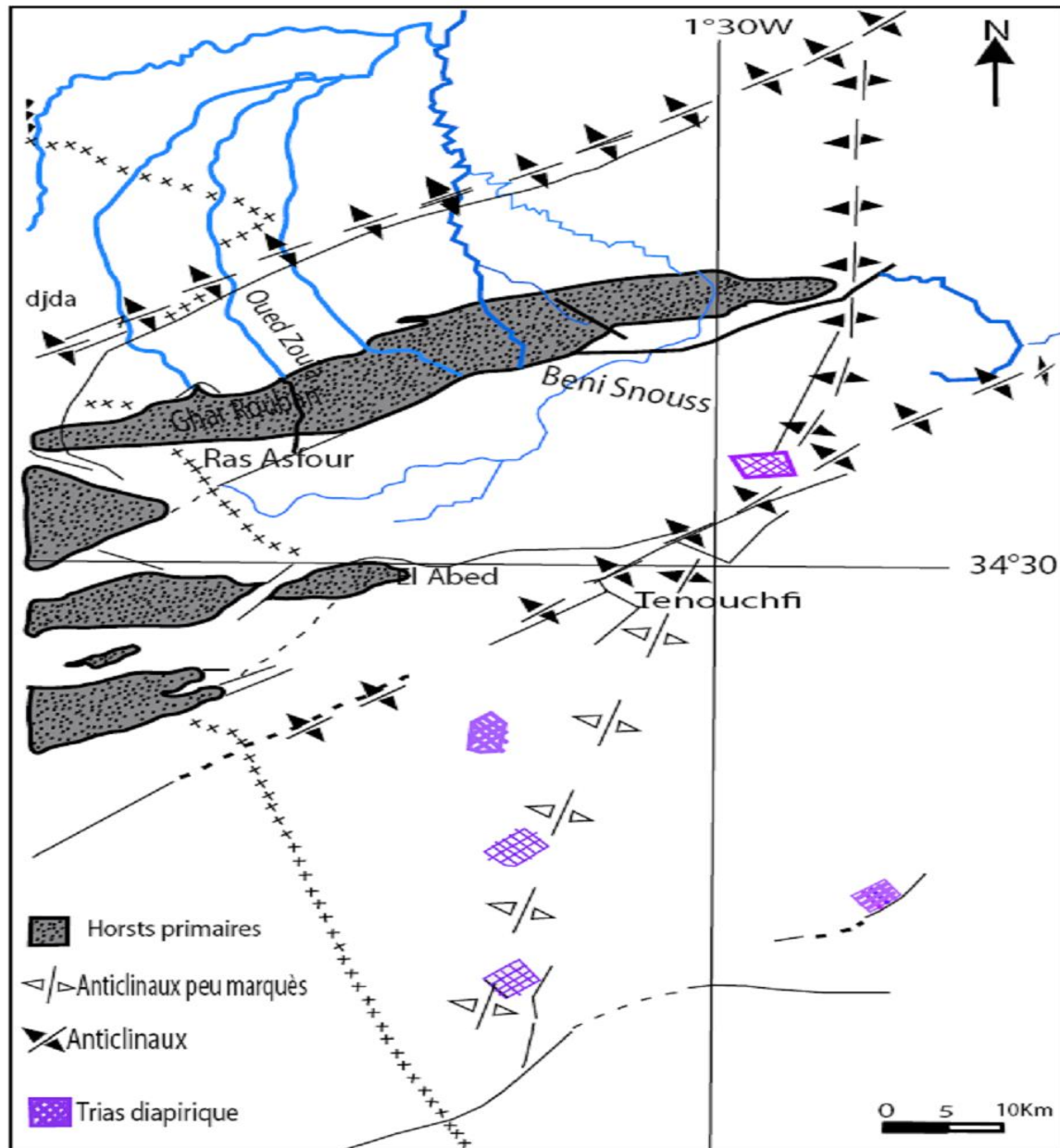


Figure II.4 : Schéma structural simplifié de la région de Ghar Rouban (G.Lucas ; 1952).

**e- Le Tenouchfi :**

La masse dolomitique (Lias et Dogger) anticlinale, de direction SW-NE, est coincée entre le Raourai, ou Sud Est, et le Tounzait au Nord-Ouest. Son contact Sud Est, qui se fait par faille au Nord Est, devient un flanc anticlinal normal vers le Sud-ouest (B. Touahri, 1983).

Vers le Nord Est, par une suite d'anticlinaux et de décrochement, entre la terminaison périclinale faillée du Tenouchfi et la zone anticlinale de la plaine de Sebdou, apparait le dôme du Sidi Ben Safia. L'uniformité de la couverture du Jurassique supérieur indique que ces structures étaient déjà formées à la fin du Dogger (B. Touahri, 1983).

**II.1.1.6.1. Les mouvements au Lias et au Dogger :**

Cette période est caractérisée par une instabilité due à l'impact des accidents (S. Elmi, 1972), car elle est passée par plusieurs phases :

- Une phase intra-domérienne : la subsidence est très faible sur les horsts.
- Une phase Domérien moyen à Aalénien inférieur : l'absence de sédimentation turbulente dans la zone de passage des horsts et l'apparition de lacunes résultant de l'instabilité de la zone.
- La période Aalénien supérieur-Bajocien moyen est caractérisée par d'importantes émergences.
- Une phase au début de Bajocien supérieur : à ce stade la sédimentation est plus rapide que dans les horsts, elle apparaît dans la région de Oujda-Sebdou.
- Une phase d'âge Bathonien supérieur : au cours de laquelle des incompatibilités locales apparaissent dans la région de Saida entre les couches du bajocien supérieur et les argiles de Saida.

Dans l'ouest algérien, cette époque est caractérisée par une absence totale des dépôts (B. Touahri, 1983)

**II.1.1.6.1. Les mouvements post-Dogger :**

G. Lucas en 1942 a étudié le jeu des failles bordières OSO-ENE entre les horsts et les grabens dues à des changements structuraux aux monts de Tlemcen et du Ghar Rouban qui sont différents de ce qu'il était au début du Callovien, est décrivait différentes phases de plissements (infra crétacées, antéburdigaliennes et alpines).

S. Elmi (1970et1973) et M. Benest (1971) décrivent le rôle des mouvements post-dogger :

- Au jurassique supérieur la zone était divisée en horsts et grabens, allongées par rapport aux structures hercyniennes du N70° Est.
- Le système de faille a joué en distension puis en compression donnant des plis.
- Un système d'accidents décrochant, N160° et N 180° Est, accompagné de l'étirement des plis formés tout au long du dépôt des sédiments du jurassique inférieur et moyen (B. Touahri, 1983).

**Conclusion :**

Les monts de Ghar Rouban sont formés par deux ensembles géologiques distincts :

- Un socle paléozoïque : affleure dans les limites du horst d'âge hercynien, caractérisé par des terrains métamorphiques de faible intensité, notamment, des schistes, quartzites et des grés avec des intrusions de roches magmatiques ;
- Une couverture mésozoïque : matérialisée par des dépôts jurassiques peu déformés, représentés essentiellement par des carbonates.

La série dolomitique mésozoïque montre une régression générale, et l'émersion de la plateforme d'où la variation d'épaisseur de la série Jurassique.

La tectonique de Ghar Rouban est marquée par les mouvements épirogéniques du Lias et du Dogger, on a deux zones :

- La zone Nord, une zone paléo géographiquement relevée (les horsts) et l'autre abaissée (région d'Oujda-Sebdou)
- Au sud, une zone très peu ondulée et faillée (sud de Sidi el Abed)

## **II.2. Géologie locale**

### **II.2.1. Introduction :**

La région d'El-Abed fait partie de la chaîne alpine d'Algérie Nord-occidentale, dans la zone des horsts et des grabens aux confins algéro-marocain. Elle fait partie des monts de Ghar Rouban qui s'étendent :

- D'Ouest en Est, depuis Taourirt (Maroc) jusqu'aux Tlemcen
- Du Nord au Sud depuis les villes d'Oujda-Maghnia au Nord jusqu'à la zone des hauts plateaux de la région d'El Aricha (G. Lucas, 1942).

### **II.2.2. La litho stratigraphie :** (voire figure II-5).

#### **II.2.2.1. Le socle paléozoïque :**

Le paléozoïque a été reconnu au niveau du horst de Ghar Rouban, dans la mine d'El-Abed grâce à des travaux miniers et forages. Il est constitué essentiellement par des schistes argileux associés de roches volcaniques. Cette association est recoupée par des roches éruptives (diabase quartzes, porphyrite adiabatiques, tufs de porphyre andésito-dacitique) (B. Touahri, 1983).

#### **II.2.2.2. Le Trias :**

Les formations triasiques d'El Abed sont représentées par des argiles rouges et conglomérats à ciment argileux rouge lenticulaire, qui comblent les creux de la surface Paléozoïque (A. Zagoskine in D Labecheri. 2011).



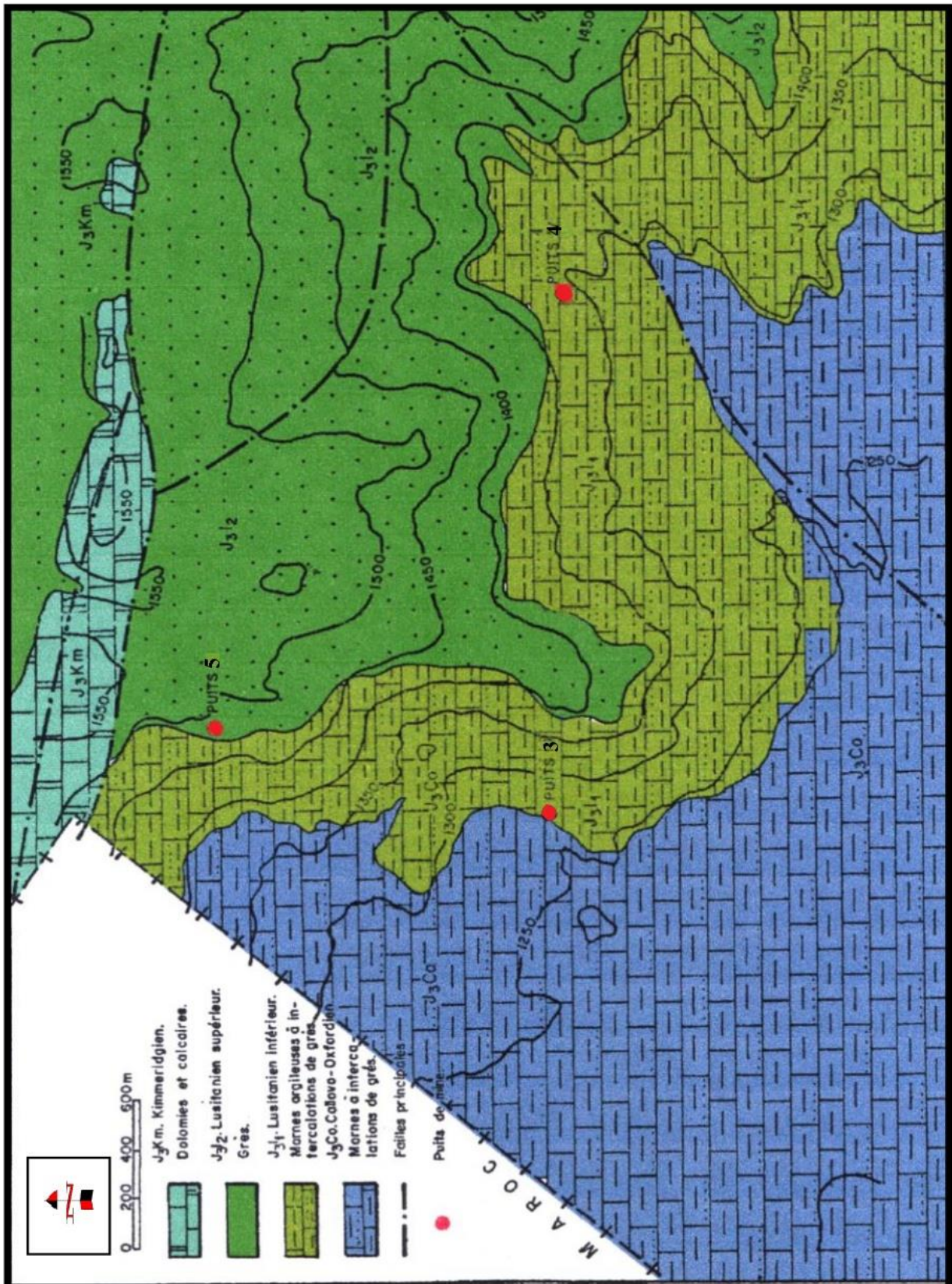


Figure II.5 : Carte géologique du secteur du gisement d'El-Abed (fond topographique de la mine d'El-Abed au 1/5000) (A. Zagoskine, in D Labcheri.2011)

### **II.2.2.3. Le Jurassique :**

#### **A.1. Le Jurassique inférieur et moyen :**

##### **A.1.1. Aaléno-Bajocien :**

###### **Unité I :**

Il s'agit d'une couche épaisse de 5 à 10m, qui débute par des conglomérats à ciment argileux surmonté par un horizon argileux de couleur rouge. Les éléments des conglomérats anguleux sont des dolomicrites brunâtres (B. Touahri, 1983).

###### **Unité IIA :**

Elle apparaît au Nord, à l'Est et à l'Ouest du gisement avec des épaisseurs variables dont ne dépassent pas généralement 15m. Il s'agit d'une alternance de dolosparites et de laminites. Les variations sont dues pour l'essentiel à l'intense érosion qui a succédé à l'émersion terminale de l'Unité II. Par endroits, l'érosion a supprimé toute l'Unité II et ce surtout au quartier Alzi, et sur son flanc Sud-est. Les dolomies grises stratiformes (microsparite à sparite) étaient à l'origine des calcarénites dolomitisées secondairement et ultérieurement recristallisées et bréchifiées (B. Touahri, 1983).

###### **Unité IIB :**

Cet ensemble est constitué par des niveaux argileux noirs s'intercalent aux bancs de dolosparites. Par endroits, les laminites de l'unité précédente sont complètement absentes (la zone Nord du gisement). Cet ensemble de l'Unité IIB recouvre l'Unité IIA et la dépasse pour reposer directement sur le socle au Nord-Ouest du gisement (B. Touahri, 1983).

##### **A.1.2. Le Bajocien :**

Il est représenté par l'Unité III, et est caractérisé par le remplissage du paléokarst. Il est transgressif sur la surface ravinée de l'Unité II, sur l'Unité I ou sur le socle. Il correspond au remplissage gréseux à un ou deux niveaux argileux des zones ravinées. Souvent des éléments arrondis de l'Unité II, y sont remaniés, des éléments de roches du Paléozoïque y ont été aussi observés. Il se termine par un niveau de marne gréseuse, indurée, grise foncée à noire et avec pyrite disséminée. Leur épaisseur est limitée et ne dépasse pas généralement les 4m. Entre les dolines, elle n'est représentée que par un niveau argilo-gréseux de 10 à 20cm d'épaisseur (B. Touahri, 1983).

### A.1.3. Le Bathonien :

Ce niveau est rarement observé en travaux miniers, et il a été recoupé en forage, toujours immédiatement sous la limite inférieure du Callovien. Il s'agit d'un calcaire dur, gris, rougeâtre, le faciès est pisolitique plutôt qu'oolithique, à nombreux débris fossiles mal conservés (Ammonites, Brachiopodes, Lamellibranches, Oursins). Il apparaît en lentille de moins d'un mètre d'épaisseur et atteint rarement deux mètres au Sud d'Ain Arko (B. Touahri, 1983). (Figure II.6).



Figure II.6 : photographie du faciès du Bathonien au niveau de la carrière de Deglen (O. INGOULENE, 2013).

### A.2. Le Jurassique supérieur :

#### A.2.1. Le Callovien :

Le Callovien est représenté par des marnes grises, d'une puissance proche sur tout le niveau, d'environ 250 à 270m. Il repose indifféremment sur le Bathonien lorsqu'il existe, ou sur le remplissage gréseux de l'Unité III, ou encore sur les reliefs résiduels des dolomies de l'Unité II.

Du fait de la compaction, la base du Callovien est bréchifiées, des fragments anguleux de marnes grises pénètrent dans l'Unité III friable et très peu compétente (B. Touahri, 1983).

### **A.2.2. Le Lusitanien :**

Il est représenté par des grés en gros bancs à stratification entrecroisée avec des épaisseurs variant de 350 à 400m (B. Touahri, 1983).

### **A.2.3. Le Kimméridgien :**

Le Kimméridgien est représenté par des calcaires et dolomies, avec une épaisseur qui ne dépasse pas 70m, et est affecté par la zone de faille qui borde au Nord le haut fond d'El-Abed (B. Touahri, 1983).

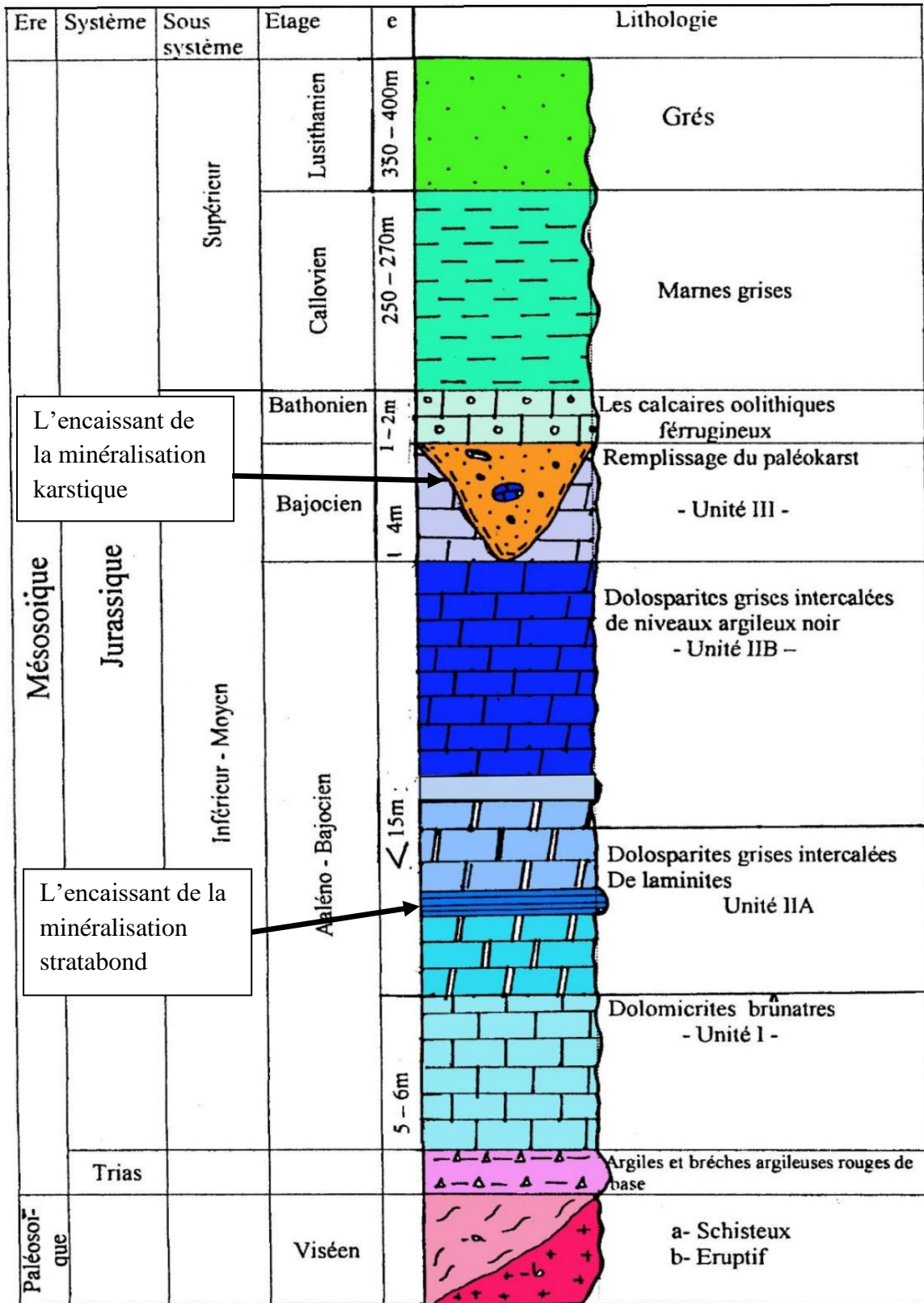


Figure II.7 : Log litho stratigraphique du secteur d'El-Abed (M. Daoudji, L. Boudjadja, 2002).

### **II.2.3. Tectonique du gisement d'El-Abed :**

#### **II.2.3.1. Tectonique anté-callovienne :**

Elle est cicatrisée par l'Unité III, remplissage du paléokarst. Elle a influé sur la répartition des types de dépôts de l'unité II, en contrôlant la répartition des couloirs de karstifications (Run et Dolines), et a été réactivée par les mouvements post-callovien. (D. Labchri, 2011).

-Les zones de failles principales sont :

-Est-Ouest du Run principal qui est le prolongement Est de la faille Sud du horst de Boubekeur. Vers l'Ouest, elle traverse le quartier Alzi et le quartier El-Abed.

-NNE-SSW du Run Ouest et qui passe à Ain-Arko-Nord.

-NE-SW du Run El-Abed.

-NW-SE d'Ain Arko Nord au Flanc Sud où nous supposons l'existence d'un Run qui se prolonge au Sud-est de la zone des brèches de Beach/rocks.

-NW-SW du chantier Karim au Run principal dans la zone du puits n°3.

-Une série d'accidents NW-SE et NE-SW qui se croisent sur la faille du Run principal dans le quartier Alzi et qui délimitent la partie Est de la zone métallifère Nord de la partie Ouest qui ne sera immergée que pour le dépôt de l'unité IIB.

-A leurs flancs, toutes ces failles sont accompagnées d'une importante fracturation qui guide d'une part la distribution de la dolomitisation blanche sécante épigénétique liée à l'émersion terminale et d'autre part le développement de la karstification. (B. Touahri, 1987).

#### **II.2.3.2. Tectonique post-Callovienne :**

Elle reprend aussi les anciennes directions hercyniennes et ne se superpose pas toujours à la précédente.

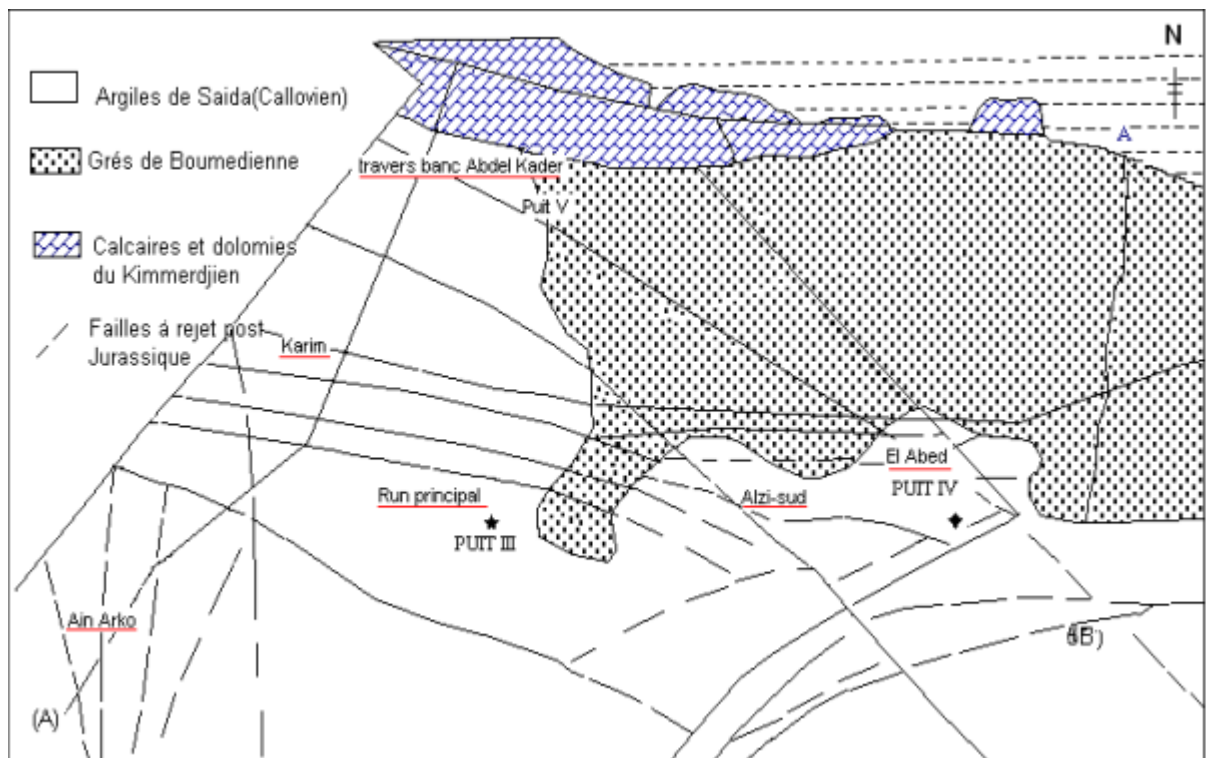
Les principales failles :

-Au Nord, deux failles pratiquement parallèles à la bordure Nord du Tounzaït, constituent la limite vers le graben de Ras Asfour.

-Au centre du gisement, une zone de failles parallèles au Run principal, elle correspond au rejeu Alpin, de la bordure Sud des hauts fonds de Boubekeur et El-Abed.

-Une zone de failles au Sud du gisement dont la direction est NE-SW, elle correspond à la bordure Sud, actuellement NE-SW, du horst de Mendjel El Akehal.

-Une dernière faille NW qui s'infléchit vers le Sud Est affaisse la partie NE du gisement de la partie Ouest. C'est là que passerait le décrochement des Beni boussaïd (S. Elmi, 1977 ; M. Benest, C. Dubel, S.Elmi 1978 in B. Touahri, 1983). Ce secteur correspond à une zone mobile qui a joué, dans l'envoyage progressif de la partie orientale du Haut fond de Tounzaït, pendant le Lias et le Dogger.



**Figure II.8 : Schéma structural (principales failles) du socle du gisement d'El Abed à partir des documents de l'ORGM e=1/20000 in (D. Labchri, 2011).**

#### II.2.4. Evolution paléogéographique du secteur d'El Abed :

Selon (B. Touahri, 1987), l'histoire géologique de la région d'El-Abed et Oujda est caractérisée par la transgression marine méso-liasique, qui a été suivie d'un long séjour en mer tout au long de la période jurassique.

- **Au paléozoïque :** Il est représenté par quelques affleurements de formes terrestres désordonnées, volcaniques à quartz et métamorphiques qui remontent probablement au Silurien ou Vaséen.
- **Au Mésozoïque :** La couverture post-paléozoïque se présente en discordance majeure sur le socle, elle est transgressive et subhorizontale.
- **Au Trias :** Cette région est considérée comme le siège d'un rift continental et se caractérise par un gonflement en direction du trias au N70-80°, qui a conduit à la fissuration et à l'effondrement de la croûte continentale, annonçant le début de l'invasion marine d'un champ continental et le dépôt d'un lac.
- **Au Jurassique :** Il est caractérisé par un rift circonférentiel de l'océan alpin, ainsi qu'une formation tectonique divergente de horst et graben.
- **Au Lias :** Il se compose en grande partie d'accumulations de calcaires et de dolomies, presque sans stratification, d'âge Jurassique inférieur-moyen.
- **Au Callovo-oxfordien :** La sédimentation devient argilo-sableuse, notamment au cours d'Oxfordien surtout, qui témoigne de la transgression jurassique moyen-supérieur.



**Conclusion :**

La géologie du gisement d'El-Abed, se compose de deux unités lithologiques composées de :

- Socle paléozoïque avec une surface de changement de météorite composée de dacites et de schistes.
- Une série du mésozoïque représenté par des formations allant du trias au jurassique supérieur.

Le Jurassique inférieur et moyen est dolomitique, où la dolomie est de deux types, diagénétique et hydrothermale.

Le développement géographique ancien de la plate-forme a subi un affaissement variable qui a déterminé la sédimentation au Jurassique.

Sur le plan tectonique, le socle enregistre les témoins de l'orogénèse hercynienne de direction NNE-SSW, et la couverture Mésozoïque ceux de l'orogénèse alpine. Le système de divergence de direction NW-SE qui débute au Trias, et le système de convergence N-S au Crétacé Supérieur-Eocène.

---

---

*Chapitre III :*

*Contextes géologiques régionaux et  
locaux du gisement de Kharzet Youssef*

---

---

### ***III. Géologie Régionale.***

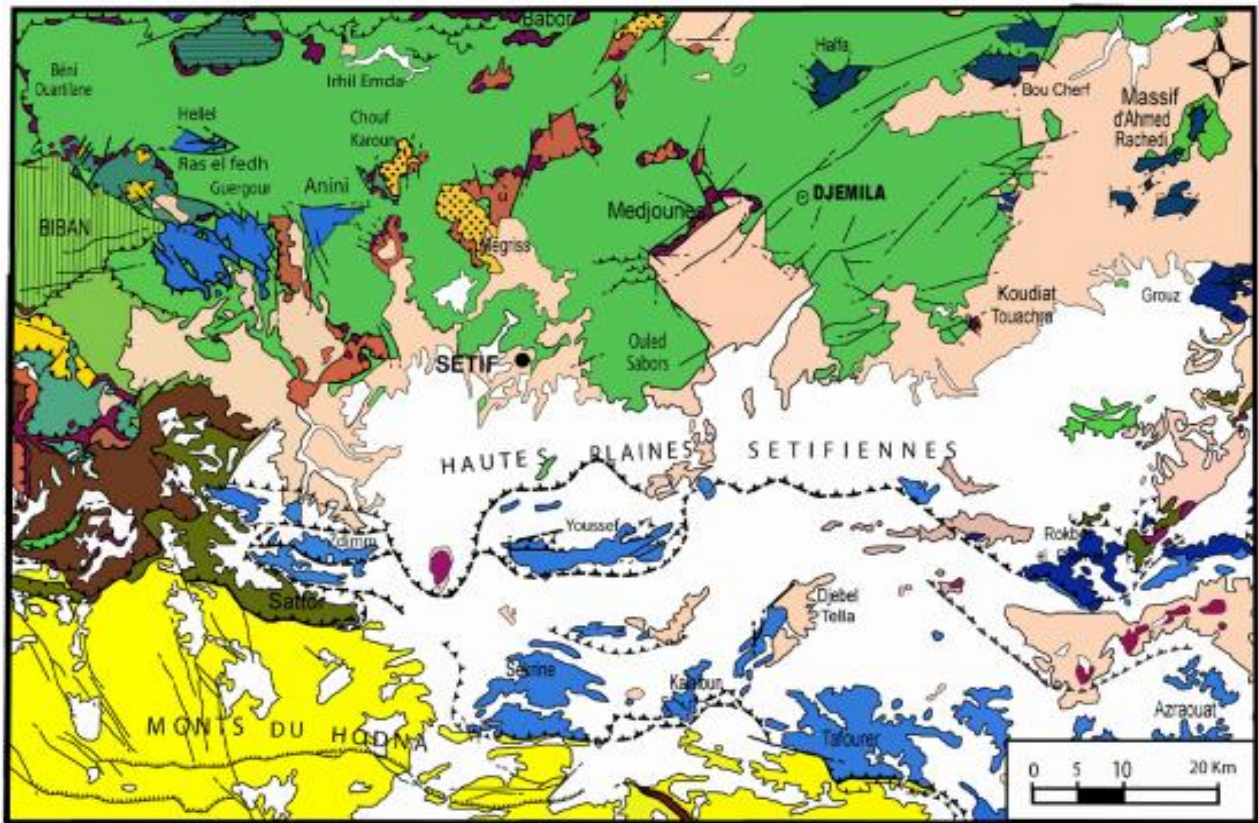
#### **III.1. Introduction :**

La wilaya de Sétif est caractérisée par un potentiel minier important et d'une bonne position stratégique au niveau national. Cette wilaya se distingue par la diversité de son milieu naturel caractérisé par trois zones homogènes :

- Une zone Nord montagneuse.
- Une zone centrale des hautes plaines.
- La zone Sud qui fait jonction avec la terminaison orientale des monts du Hodna.

La zone d'étude est localisée dans l'Est algérien, à la commune d'Ain Azel (W. de Sétif).

Les monts du Hodna constituent un ensemble montagneux localisé entre deux chaînes, l'atlas saharien au Sud et l'atlas tellien au Nord de l'Algérie. Ces monts présentent un grand potentiel minier en Pb-Zn dans les horizons dolomitiques d'âge Jurassique, Crétacé et Miocène.



**LEGENDE**

**Formations peu ou pas tectonisées**

- Quaternaire
- Mio-pliocène

**Nappes de flyschs**

- Nappe numidienne
- Nappe des flyschs maurétanien et massylien

**Nappes telliennes**

- Nappe ultra-telliennes (u)
- Nappe de type Barbacha (h)
- Nappe de type Draa el Arba
- Nappe de type Beni Abd allah
- Nappe supérieur à matériel éocène
- Nappe Bibanique
- Nappe de Djemila
- Nappes inférieur à matériel éocène
- Nappe de Djebel Sattor et unités éocènes à huitres et numilites
- Nappes peni telliennes

**Nappes néritiques constantinoises**

- Ensemble allochtone sud-sétifien
- Para autochtone et autochtone hodnéen
- Trias exotique ou extrusif

**SIGNES CONVENTIONNELS**

- 1- Chariages et chevauchements
- 2- Principales failles
- 3- Chevauchements alpin du Hodna  
a- Visibles, b- Cachés
- 4- Contact stratigraphique

Figure III.1 : carte structurale du domaine sétifiens et localisation de la mine de kharzet youssef (J. M. Vila, 1980)

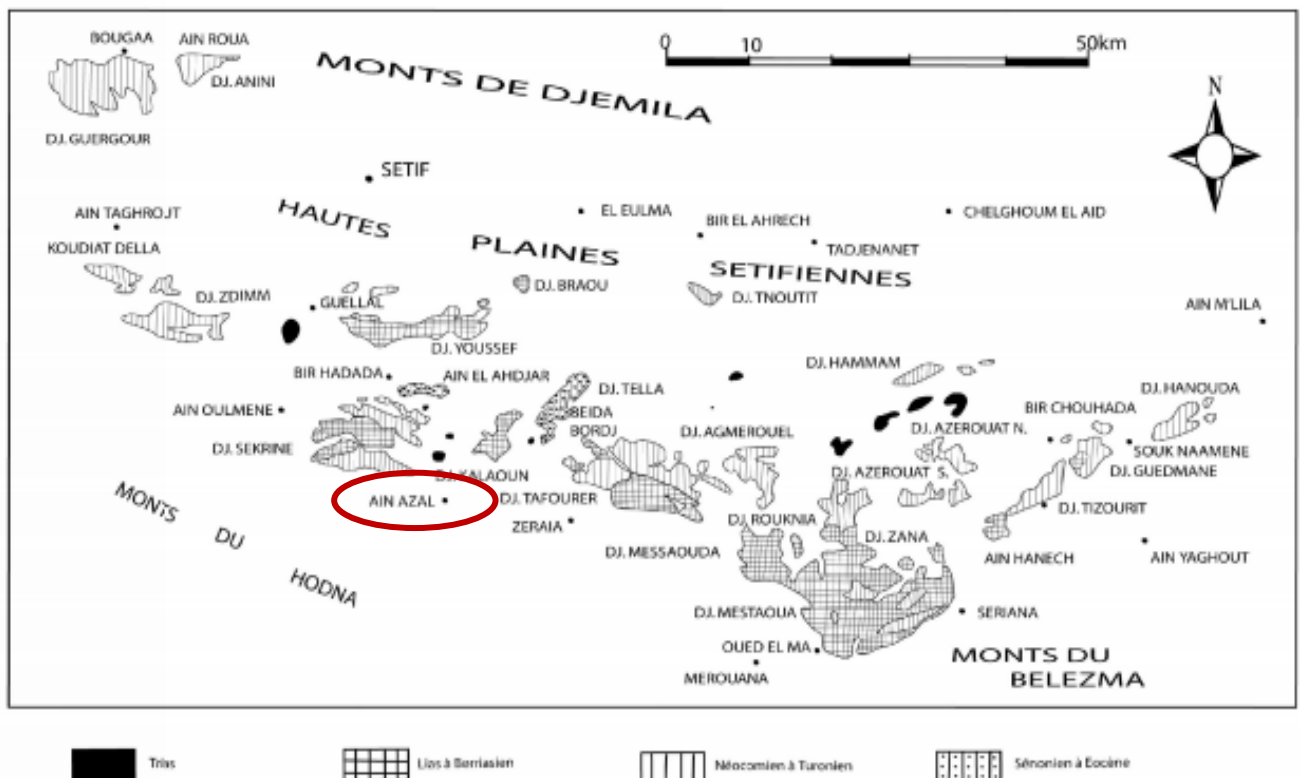
### III.4. La litho stratigraphie :

D’après les différentes études effectuées sur la région d’Ain Azel, Les formations lithologiques observées dans les monts du hodna se caractérisent par des séries sédimentaires définies du trias au quaternaire (A. Khaldi, 1987).

#### III.4.1. Le Trias :

Le trias occupe les zones les plus tectonisées. Il constitue les terrains les plus anciens et est caractérisé par :

- Des brèches dolomitiques de couleur gris bleuté ;
- Des argile et marnes bariolés de couleur verdâtre et rougeâtre ;
- Des évaporites (gypse) ;
- Des calcaires dolomitiques en lambeaux et des ophtes.



**Figure III.2 : Plan de position simplifié des formations sud- sétifiennes et de leur grande coupure (J.M. Vila, 1980).**

### III.4.2. Le Jurassique :

Le Jurassique constitue la base calcaro-dolomitique de plusieurs zones des monts du Hodna, en particulier, sur de vastes zones à l'Est d'Ain Azel.

R. Guiraud (1973) a subdivisé le Jurassique en deux groupes :

#### III.4.2.1. Le Jurassique inférieur et moyen :

- a) **Le Lias** : formé essentiellement de grosses masses de dolomies et de calcaires de couleur gris foncé et. Sur lesquels, se déposent des marnes de couleur jaunâtre, blanchâtre ou rouge violacé d'âge Toarcien inférieur à moyen. Ces marnes sont de faible puissance (10 à 20m), renferment des restes d'ammonites et bélemnites.
- b) **Le Dogger** : est représenté par un ensemble des calcaires puissants de 200 à 300m, à intercalations marneuses et des marno-calcaires siliceux.

#### III.4.2.2. Le Jurassique supérieur :

Il est constitué des formations suivantes :

- A la base, une formation de marnes et de calcaires argileux de faible épaisseur (10 à 20m) à ammonites d'âge Oxfordien ;
- Au-dessus, apparaît des barres de calcaires gris-noirs et des interlits de marno-calcaires d'âge Oxfordien supérieur.
- Ensuite, des formations marno-calcaires à dominante marneuse épaisse d'environ 250 à 300m appartient à l'Oxfordien supérieur-Kimméridgien ;
- Au sommet, la série se termine par des calcaires gris-noirs en petites barres à intercalations de marno-calcaires dont l'âge le tithonique inférieur au Berriasien moyen (Crétacé inférieur). La puissance est estimée d'environ 350m.

### III.4.3. Le Crétacé :

#### III.4.3.1. Le Crétacé inférieur et moyen :

On le trouve largement dans tous les massifs en formant les monts du Hodna. Il est représenté par des faciès pélitiques. Il est caractérisé par l'apparition des sédiments détritiques.

- **Berriasien supérieur-Valanginien** : Il est représenté par une formation à base marneuse épaisse d'environ 200m avec de rares fines couches de calcaire et de grès.

- **L'Hauterivien** : d'une puissance d'environ 200m. Il est représenté par une alternance des dolomies et des calcaires dolomitiques en bancs massifs avec des grès et des argiles.
- **Le Barrémien** : Il montre la formation la plus épaisse du Crétacé inférieur (500 à 600m). Cet étage se débute par des grès et des calcaires alternant avec des marnes et de rares intercalations de calcaires dolomitiques. Elle se termine par une alternance de calcaires argileux, des grès, des marnes, dolomies et des calcaires marneux.
- **L'Aptien** : D'une épaisseur d'environ 300m, l'aptien est considéré comme l'étage le mieux daté du Crétacé inférieur à cause des calcaires marneux à Obitoires, alternant avec des niveaux marneux et argileux.
- **L'Albien** : cet ensemble comporte des couches de grès à la base, et des calcaires et des calcaires argileux au sommet. Leur puissance est estimée d'environ 150m.

#### **III.4.3.2. Le Crétacé supérieur :**

Il affleure dans les parties orientales des monts du Hodna.

- **Le Cénomaniens-Turonien inférieur** : C'est un ensemble de 100 à 200 m d'épaisseur, il est constitué par :
  - A la base, des marnes en reposant parfois sur l'Albien et parfois sur l'Aptien par l'intermédiaire d'un hard-ground ;
  - Au sommet, les marnes deviennent à intercalations des calcaires à faune Cénomaniens inférieur à moyen. Cette série marneuse, se termine par des calcaires dolomitiques.

#### **III.4.4. Les formations du Cénozoïque :**

##### **III.4.4.1. Le Miocène :**

Il représente la formation continentale et lagunaire, formé par des alternances de conglomérats, des grès, des calcaires gréseux, marne et des argiles rouges. Il est discordant sur les terrains mésozoïques.

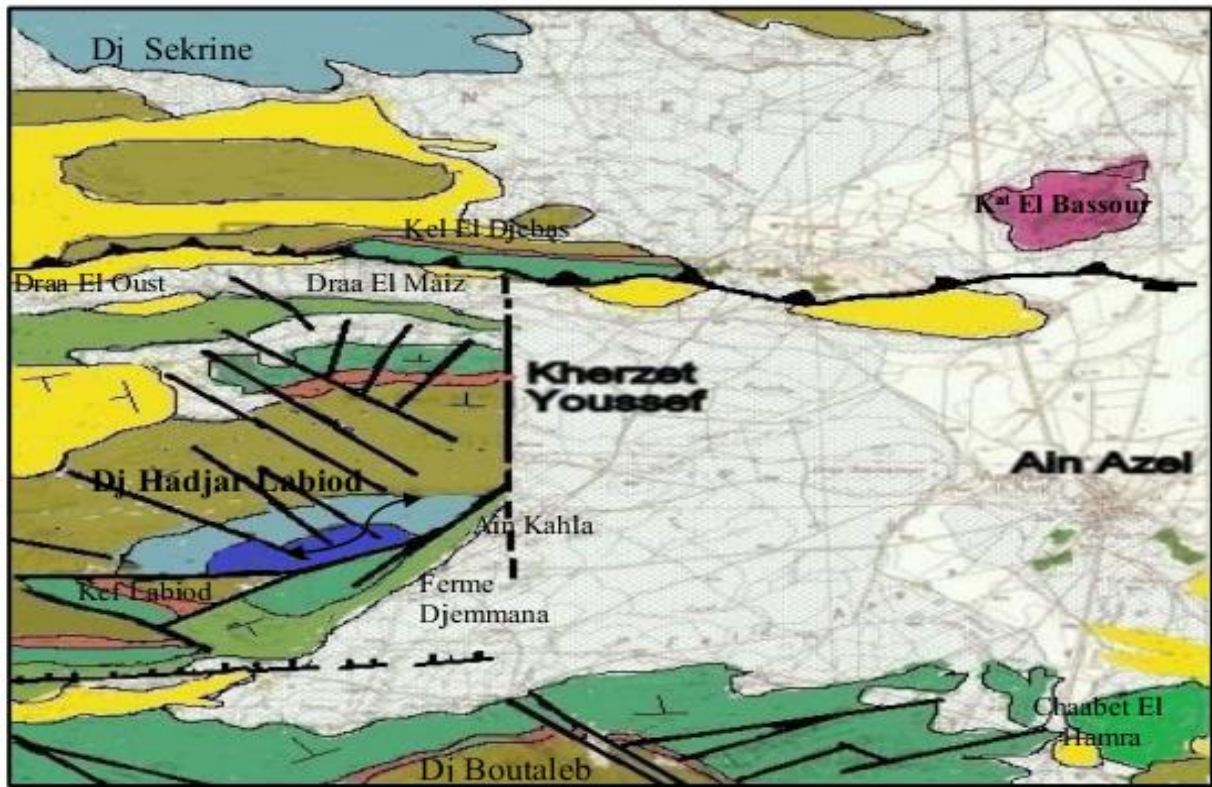
##### **III.4.4.2. Le Pliocène :**

En général, il est concordant sur le Miocène, et est constitué de formations détritiques, essentiellement, marneuse et conglomératiques.

**III.4.5. Les formations quaternaires :**

Le Quaternaire dans les monts du Hodna, est composé par des formations continentales peu épaisses. Il est essentiellement représenté par des dépôts de pente qui sont fréquemment conservés au pied de certains reliefs.





La légende

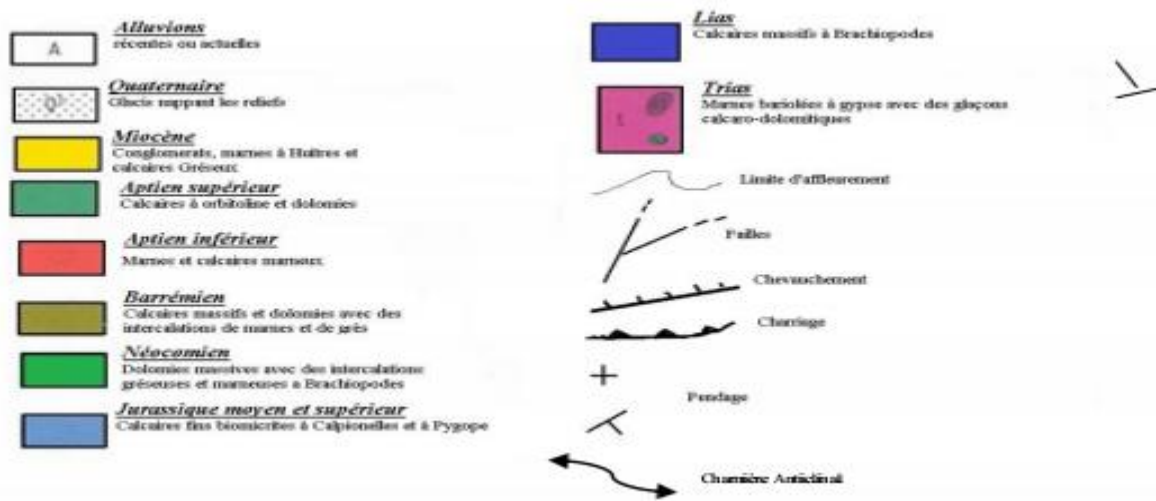


Figure III.3 : Carte géologique des environs de la mine de Kharzet Youssef, extrait de la carte géologique au 1/50.000 d'Ain-Azel (SONATRACH, 1977).

### **III.5. La tectonique :**

Les monts du Hodna présentent une organisation structurale complexe liée à la superposition de plusieurs phases orogéniques (J. M. Vila, 1980), on distingue deux unités tectoniques séparées par le front Sud-Sétifien :

- L'allochtone Sud Sétifien au Nord (formé par un vaste empilement d'écaillés limitées par des cisaillements).
- L'autochtone Hodnéen au Sud : constitué de trois structures tectoniques d'orogénèse Alpin qui sont :

#### **III.5.1. Les plis :**

D'après J. Savornin (1920), tous les plis généralement dissymétriques d'orientations E-W et WSW-ENE. Ces plis ont les directions dominantes suivantes (R. Guiraud, 1971) :

- Une direction atlasique d'orientation N50E.
- La direction ESE-WNW ;
- Ainsi, J. Glaçon (1967), a indiqué que la direction WNW-ESE est fréquemment présente près d'Ain Azel.

#### **III.5.2. Les cassures :**

Les monts du Hodna est le siège d'une fracturation très intense qui affecte toute la couverture post-triasiques (Khaldi, 1987). Les grandes familles d'accidents observées ne présentent que des rejeux d'accidents profonds.

Généralement, la plupart des cassures sont complexes. Il est fréquent d'observer des alignements de failles, de décrochements d'injections triasiques, qui pouvant présenter des âges différents (R. Guiraud, 1973).

#### **III.5.3. Les principales failles :**

Selon R.Guiraud ou (1973), plusieurs familles d'accident tectoniques et des types des cassures sont signalés :

- Des cassures obliques vers l'Est : représentées par une direction NE-SW à NNE-SSW et une direction ENE-WSW ;

- Des cassures obliques vers l'Ouest : il apparait abondamment dans les Aurès-Hodna d'une orientation NW-SE ;
- Des cassures E-W : de plus grande importance, elles sont formées lors du plissement au moment de la formation du grand anticlinale du Hodna ;
- La faille de Kherzet Youssef : c'est une faille importante de direction N-S.

### **III.6. Les structures intrusives :**

Généralement, ils affleurent dans la zone de convergence de plusieurs fractures d'orientation E-W et N-W ou NE-SW. Ils sont caractérisés par une situation constamment intrusive à de rares exceptions des affleurements triasiques (J.Savornin, 1920).

### **III.7. Les phases orogéniques :**

La couverture post-triasique des Monts du Hodna montre deux phases orogéniques (R. Guiraud, 1973 et J.M.Vila, 1980) :

- La phase atlasiques (phase tectonique priabonienne) : qui a conduit au plissement du domaine Hodnéen et l'émergence des structures atlasique de direction NE-SW ;
- La phase fini-pliocène (phase tortonienne) : au cours de laquelle les lames sont empilés dans une séries de l'ensemble allochtone Sud-Sétifiens.

**Conclusion :**

Les monts du Hodna, définis dans leur ensemble comme une entité morpho-structurale distincte, représente au niveau du méridien de Sétif l'autochtone Sud-tellien de la chaîne alpine d'Algérie du Nord.

Cette entité morpho-structurale s'identifie pleinement par sa sédimentation à un domaine de plateforme interne soumis périodiquement à des influences gréseuses sahariennes (Khaldi A., 1987).

Le contexte structural est caractérisé par la superposition de directions telliennes et atlasiques (J.M. Vila, 1980).

## III.2. Géologie locale.

### III.2.1. Localisation

Le champ minier de Kherzet Youssef se situe sur le flanc Nord de l'anticlinal complexe de Hadjer-Labioud (A. KHALDI, 1987). Cette zone est séparée de la plaine d'Ain Azel par la faille Nord-Sud de Kherzet Youssef. A l'Ouest, le massif Hadjer Labiod est bordé par la plaine de Saleh Bey ; Au Nord, on trouve le mont de Draa El Mais et au Sud le Djebel Ain Kahla (ATTOUCHEIK, 2006)

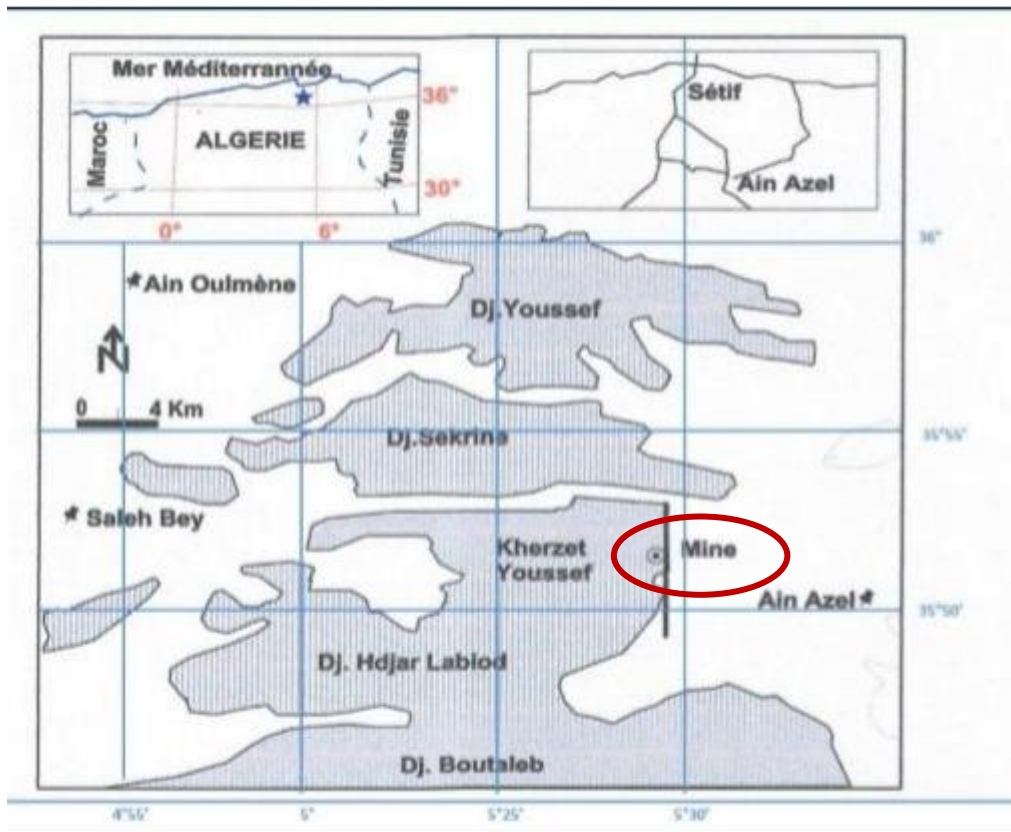


Figure III.4 : Situation géographique de la mine Kharzet Youssef (Bellouche, 2018).

### III.2.2. La litho stratigraphie :

Les formations litho stratigraphique rencontrées à l'Ouest de la faille de Kherzet Youssef, précisément, au niveau du flanc Nord-est du Dj. Hdjar Labiod, sont généralement des carbonates d'âge Crétacé.

**III.2.2.1. Le Berriasien :**

D'une épaisseur d'environ 300 mètres, il se caractérise principalement par des marnes, de couleur verdâtre, avec la présence de rares passées de calcaire. Enrichit ensuite, en éléments détritiques, on remarque dans la partie supérieure de cette formation de l'intercalation blanchâtre épaisse de plusieurs mètres (A. KHALDI 1987).

**III.2.2.2. L'Hauterivien :**

Son épaisseur varie de 150 à 200 mètres. Il est principalement dolomitico-gréseux, représenté par des dolomies et des calcaires dolomitiques, en blocs énormes alternant avec des niveaux gréseux plus au moins quartzitique et quelque niveau argileux (A. KHALDI, 1987).

**III.2.2.3. Le Barrémien :**

Dans la partie médiane de cette formation, la minéralisation Plombo-Zincifère est accueillie dans des formations, la plus épiassent du Crétacé inférieur (500m), Elle apparait à la base et au sommet la prédominance des niveaux gréseux et argileux, tandis que la partie médiane, montre une alternance très régulière de marnes et de calcaires, ce qui a amené à l'individualiser, de bas en haut, en trois membres (A. KHALDI, 1987).

**a. Le membre inférieur :**

Il est constitué de bas en haut comme suit :

Epaisseur de 0 à 10 mètres des calcaires bioclastiques. Ensuite jusqu'à 60 mètres d'épaisseur de dolomie grossière, souvent ferrugineuses. Au-dessus, une série d'une puissance de 240 mètres, constituée par un empilement de faisceaux carbonatés et gréseux à une épaisseur varient entre 6 à 90 m, dolomitique à la base, gréseux et argileux à la partie supérieure et se termine par un gros banc de grés.

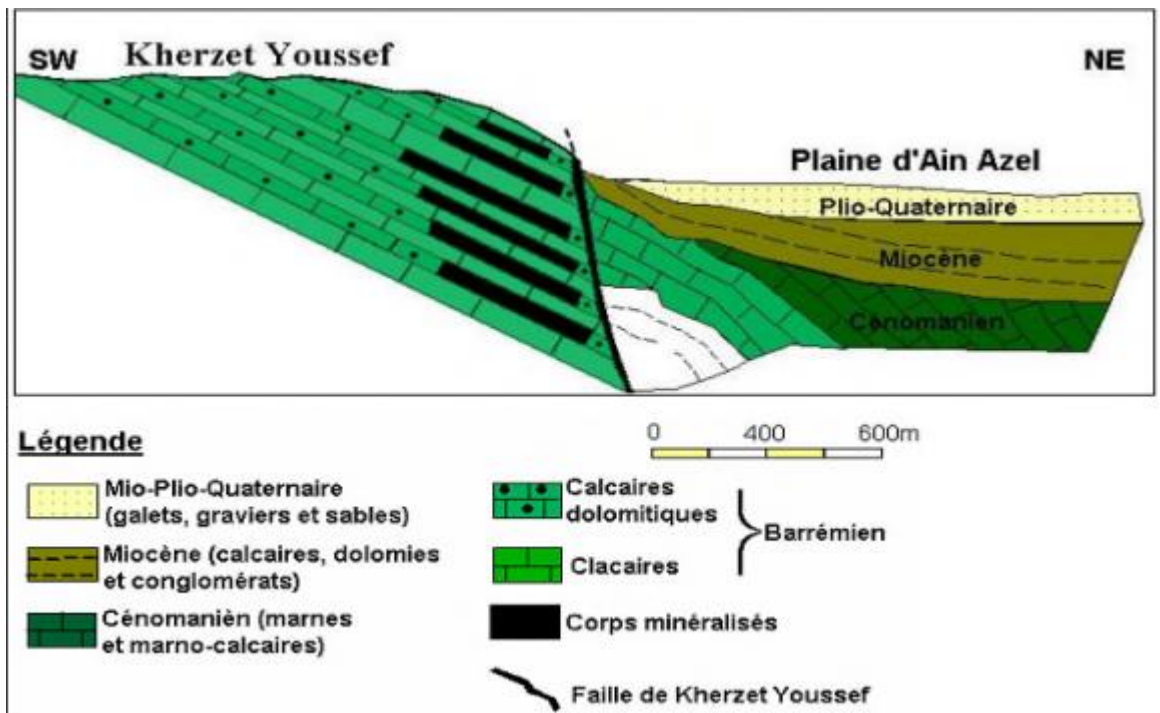


Figure III.5 : Coupe géologique schématique de la région de Kharzet Youssef (Glaçon, 1956).

#### b. Le membre médian :

Il s'agit d'une dolomie minéralisée de Kharzet Youssef. Il s'est montré par un empilement d'environ 170m de séquences de 01 à 03m, disposée du bas en haut comme suit :

Un niveau de base transgressif, contenir de 10 à 15 m de marne, de marne argileuse, de dolomie marneuse ou de calcaire marneux parfois argileux.

La série se termine par un niveau dolomitique épais de 0.5 à 2m avec une micrite laminée parfois obliquement et parfois en entrecroisée. Ce niveau est bitumineux et riche en marcassite.

#### c. Le membre supérieur :

Il s'agit d'une alternance de marnes et de calcaires organogènes, qui poursuit après, par des apports détritiques. A 150 m d'épaisseur, la série se termine par des calcaires à orbitolines et à térébratules.

#### III.2.2.4. L'Aptien inférieur :

Son épaisseur varie de 170 à 200 m. Elle commence par une alternance de grès et de calcaires à passés de marnes, sur lesquelles est déposée une couche de dolomie dont l'épaisseur est de 5 à 30 cm, et est fortement karstifiée (A. KHALDI, 1987).

### III.2.2.5. L'Aptien Supérieur :

Il s'agit de bancs de calcaires organogènes d'une puissance varie entre 250 à 300m. La disposition et l'épaisseur des bancs sont irrégulières, dans la partie basale. Dans la partie supérieure, les calcaires sont parfois dolomités (A. KHALDI, 1987).

### III.2.2.6. L'Albien :

Correspondant à une alternance marno-calcaire généralement recouvert par le quaternaire. Au Nord de Kherzet Youssef son épaisseur est d'environ 200 m, et est constitué par des calcisparites noduleuses (A. KHALDI, 1987)

0 m 100 m	Age	Lithologie
[Stratigraphic column: top thin layer]	Mio-Plio-Quaternaire	Sables, graviers, galets et conglomérats
[Stratigraphic column: yellow layer]	Miocène	Calcaires, calcaires gréseux, dolomies et conglomérats à la base.
[Stratigraphic column: green layer]	Turonien	Dolomies à silex et calcaires.
[Stratigraphic column: dark green layer]	Cénomanién	Alternance de marnes et calcaires marneux.
[Stratigraphic column: dark green layer]	Vraconien	Marnes, calcaires gréseux et grès
[Stratigraphic column: dark green layer]	Albien	Alternance de marnes et calcaires marneux.
[Stratigraphic column: dark green layer]	Aptien supérieur	Alternance de calcaires, grès marnes et marneux calcaires.
[Stratigraphic column: dark green layer]	Aptien inférieur	Alternance de marnes, calcaires et dolomies.
[Stratigraphic column: dark green layer]	Barrémien supérieur	Alternance de calcaires, marnes gréseux et dolomies.
[Stratigraphic column: dark green layer]	Barrémien inférieur	Alternance calcaro-marneuse, dolomies et grès.

Figure III.6 : Colonne litho stratigraphie du Kharzet Youssef (E.N.O.F, 1990).



### III.2.3. TECTONIQUE :

Le massif de Hdjer Labiod est une courbe anticlinale d'orientation Est-Ouest, dont la longueur et la largeur sont respectivement d'environ 22 et 7 km sur une transversale N-S entre Kharzet Youssef et Ain Kahla. En vue de la nature lithologie des formations en formant cette structure, les déformations sont tantôt souples selon un axe ENE-WSW, et tantôt des failles décrochantes NW-SE (A. Khaldi, 1987).

Au niveau de la mine, des failles principales et des accidents secondaires (figure III.5) ont été distingués :

#### III.2.3.1. Les Faille Principales :

- **La faille de Kharzet Youssef :**

Dirigée du Nord au Sud approximativement, elle présente une légère courbure vers le Sud. Elle rejoint la faille Sud d'Ain Kahla. Cette faille a un pendage de 60° à 80°. Sur le versant Est, il ya la dépression d'Ain-Azel, qui est constituée des sédiments transgressifs du miocène-marine, lui-même recouvert par le Mio-pli-quadernaire continentale. Du côté Ouest, il ya des formations liasiques à albien au flanc Nord de la structure (A. KHALDI, 1987).

- **La faille majeure d'Ain Kahla :**

Les formations jurassiques de l'anticlinal de Hdjar-Labiod met en contact le Crétacé du flanc Nord de l'anticlinale du Bou-Taleb, grâce à la faille Sud, la direction est d'abord N 70°-80°E et devient N50°E.

La faille Nord a une direction N300°-320°E et un pendage de 30°-65° vers le NE qui s'atténue en profondeur (A. KHALDI, 1987).

#### III.2.3.2. Les Accidents Secondaires :

- **Les décrochements :**

Ils sont des accidents récents, dont la direction est NE-SW et qui recoupent des tronçons des failles Nord et Sud d'Ain Kahla. Leur rejet horizontal vers le Sud a atteint 450m dans la partie Est d'Ain Kahla (A. KHALDI, 1987).

- **Les autres failles :**

Peu importantes, et pour en comprendre la structure, il s'agit d'influencer le jurassique moyen et inférieure, a le côté ouest de la faille de Kharzet Youssef, les formations de créacé sont légèrement perturbé

Les couches dolomitiques barrémiennes de gisement de Kharzet Youssef ont une disposition monotone avec une pente moyenne de 20°a30° vers le NNE, e s'accroissant en profondeur dans la partie Nord jusqu'à 35°à 45°. (KHALDI A., 1987).

Grace à des travaux souterrains, de nouvelles failles et fissuration ont été découvertes au NNE parallèlement à la fracture de Kharzet Youssef.

## **VI – CONCLUSION :**

Les formations litho stratigraphiques à l'Ouest de Kherzet Youssef, sont généralement des carbonates d'âge Crétacé. Le gisement de Kherzet Youssef se trouve dans une série de couches monoclinales appartenant au flanc Nord-est du Djebel Hdjar Labiod. Il est abrité notamment, dans les calcaires et les calcaires dolomitiques du Barrémien. Sur le plan tectonique, le massif de Hdjer Labiod est un anticlinale d'orientation Est- Ouest.

---

---

*Chapitre IV :*

*La Minéralisation du gisement  
d'El Abed (Zn-Pb)*

---

---

## **IV.1. Introductions :**

Le gisement d'El-Abed appartient au district minier de Touissit - Boubeker - El-Abed. Il est le prolongement oriental d'une importante couche minéralisée dont la partie Ouest se trouve au Maroc et est représentée par les gisements de Touissit et Boubeker.

Le minerai plombo-zincifère se compose par une association minérale plus ou moins simple (Sphalérite, galène, pyrite,...etc.). Il présente de diverses particularités texturales avec l'encaissant essentiellement dolomitique.

## **IV.2. Historique Des Travaux Miniers :**

En 1949, le gisement d'El Abed est découvert par BRGM et la société anonyme marocaine Zellidja, qui démarre l'exploitation en 1952. Où elle rétrocéda une partie de ses droits sur la nouvelle société des Mines de Ain Arko, et la société Algérienne du Zinc, qui à son tour acquis tous ses droits en 1964.

L'exploitation proprement dite de la partie Algérienne des gisements a commencé en 1963, lorsque la mine a complété le puits n°3 en 1963 et en 1964, le puits n°4.

Au début du processus d'exploitation de ce gisement le minerai extrait était transporté au Maroc par des travaux souterrains entre les deux pays.

De 1952 à 1966, la mine a procédé à une exploitation du gisement ayant permis d'extraire 5300000 tonnes de minerai avec des teneurs moyennes de 1.04 % pour le plomb et 6.90 % pour le zinc.

Le 6 mai 1966, cette mine a été nationalisée et confiée à la société nationale SONAREM, qui a mené une campagne de recherche parallèlement à la production, de 1967 à 1972 grâce à laquelle des potentiels allant jusqu'à 5 million de tonnes de brut supplémentaires ont été découverts.

Depuis le début de l'exploitation de cette mine jusqu'en 1972, le minerai était traité dans la raffinerie marocaine, jusqu'à la construction de la laverie d'El Abed en 1972 avec une capacité de production de 600000 tonnes par ans, mais cette capacité n'a pas été atteinte en raison de l'éloignement et de la dispersion des chantiers d'exploitation.

En 1978, fut réalisé le puits n°5 de profondeur 450 m qui est utilisé depuis sa réalisation uniquement pour l'aérage de la mine.

Depuis la nationalisation de cette mine et jusqu'en 2001, 7481000 tonnes de minerai ont été extraites, avec des teneurs de 1.05 % de plomb et 2.96 % de zinc.

En termes d'emplois, le nombre de travailleurs a atteint 400 dans les années cinquante du siècle dernier, passant à 711 en 1978, puis a progressivement diminué jusqu'à atteindre 192 travailleurs en 2001.

### **IV.3. Etude De L'Encaissants :**

Dans le gisement Pb-Zn d'El Abed, la minéralisation est étroitement liée à des niveaux dolomitiques de l'Aaléno-Bajocien.

L'encaissant de ce gisement est formé principalement de deux stades de dolomitisation :

Stade de dolomitisation diagénétique : Il s'agit de dolomie gris microcristalline, de la dolomie spathique, et de la dolomie zébrée. Cette dolomitisation affectant les calcarénites en milieu tidale, et est liée à la présence d'eau de mer chaud, riche en magnésium dans un domaine laguno-continentale.

Stade de dolomitisation épigénétique : représentée par la dolomie baroque et la dolomie veinule. La dolomitisation épigénétique prend place après la diagenèse des dolosparites, souvent liée à la circulation d'eau magnésienne chaude le long des fractures (D. Labcheri, 2011)

L'observation microscopique et macroscopique révèle les types des dolomies suivantes :

- **Dolomicrites (DI) :**

Elle se présente sous forme de cristaux xénomorphe de dolomite très fins, avec des fantômes d'allochème, c'est une dolomite de remplacement, précoce résulte de la dolomitisation d'une ancienne calcarénites (Labchri, 2011)

- **Dolosparites (DII) :**

Elle est représentée par une dolomite saccharoïde à cristaux moyen, de couleur brunâtre à des inclusions de matière organique de taille 50 à 100µm. Les grains y sont jointifs à dissémination de pyrite.



Figure IV.1 : Microphotographie de dolomie Spathique (DII) à cœur Chagriné Porphyrique, (Grx4).

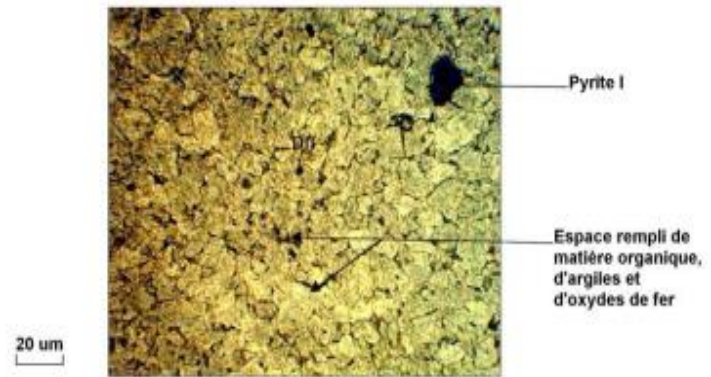


Figure IV.2 : Microphotographie de dolomie spathique (Fine DII) associée à la pyrite I (Grx4)

(D. Labchri D.2011)

- Dolomie moyenne (DIII) :

Une dolomie zébrée, dont contiennent des micros-inclusions argileuses. Cette dolomie est saccharoïde, peut donner une autre dolomie DII'', ou remplacer les débris bioclastiques. (Labchri, 2011)



Figure IV.3 : Microphotographie de la dolomite (DII') à cœur nuageux et à auréole limpide Associée à la pyrite I (Grx4)

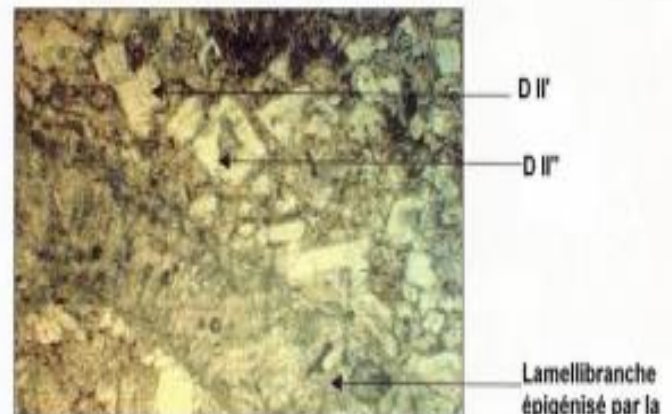


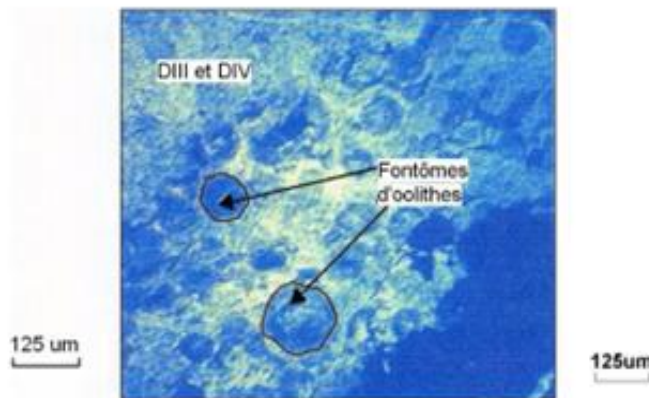
Figure IV.4 : Microphotographie de la dolomite (DII) remplaçant un lamellibranche (Grx4)

(D. Labchri, 2011)

- **Dolomie Zébrée (DIII et DIV) :**

Il s'agit d'une dolomie à bandes blanchâtres de taille millimétrique à centimétrique alternant avec des bandes grises ou beiges. Les bands claires représentent la dolomite DIV, et les bands grises correspondent à la dolomie DIII.

Les cristaux y sont xénomorphe à sub automorphe, constitués de matières argileuses inter granulaires (Labchri, 2011).



**Figure IV.5 : Microphotographie d'une dolomie zébrée à fantômes d'oolithes (Grx4)**



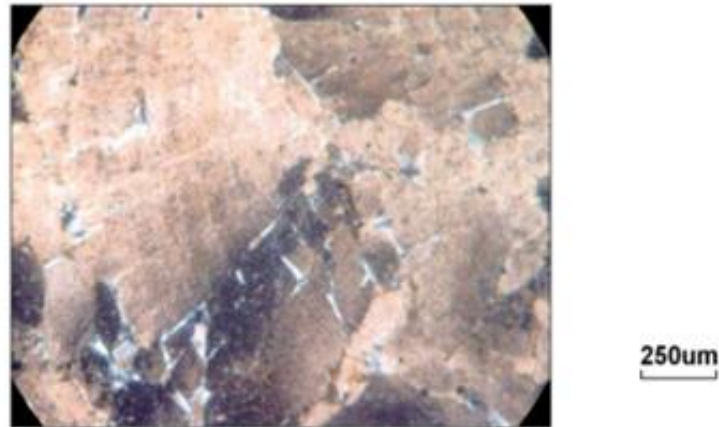
**Figure IV.6 : Microphotographie dolomie zébrée (DIII, DIV), recoupée Par un Stylolithe remplie de Sphalérites.**

(D. Labchri, 2011)

- **Dolomie V :**

Elle est de couleur blanche à rose appelée aussi (Saddle dolomite), avec une taille des grains dépassent le 1mm. Microscopiquement, elle se présente en grandes plages de cristaux limpides, avec une texture xénotopique, et se caractérise par un clivage courbe, parfois en observe la présence de quartz bipyramidé (Labchri, 2011)





**Figure IV.7 : Saddle dolomite avec présence de quartz remplissant les vides entre les grains  
(D.Labcheri, 2011)**

- **Dolomie veinules (VI) :**

Cette dolomie occupe les fractures des dolomies blanches, les fentes de tension qui recouper la dolomie grise, elles peuvent être à oxyde de fer, ces veinules peuvent être remplies par la galène tardive (D. Labchri, 2011)

#### **IV.4. La Minéralisation :**

##### **IV.4.1. Morphologie du corps minéralisé :**

Les travaux des devanciers (B. Touarhri, 1983 ; A. Boutaleb, 2001) sur la minéralisation Plombo-Zincifère encaissée dans les dolomies du Jurassique inférieur et moyen, ont permis de distinguer plusieurs aspects morphologiques des amas sulfurés.

Dans la partie Est du gisement, la minéralisation se manifeste le plus souvent comme étant des couches en forme de Run (couloirs de karstification), dolines et d'épandages.

Dans la partie Ouest, la minéralisation est en amas stratiformes, elle se présente également sous forme lenticulaire localisés dans les dolomies grises et blanches.

## IV.4.2. Minéralogie :

### IV.4.2.1. Les minéraux métalliques :

- **Sphalérite ZnS :**

Elle est considérée comme le minerai principal du gisement. Ce minéral se présente sous forme de petits cristaux isolés, craquelés ou alignés, de couleur mielleuse et/ou brun foncé, associée à la dolomie, qu'elle que soit grise ou blanche. Elle est massive ou en cristaux subautomorphe disséminés dans la dolomie et la galène. (D. Labchri, 2011)

Les sphalérites présentent les habitus suivants :

La première sphalérite est sous forme de grandes plages zonées irrégulières recoupée par la galène, de couleur soit marron, orange ou jaunâtre.

La seconde sphalérite tardive, collomorphe riche en fer, associée à la galène cogénétique.

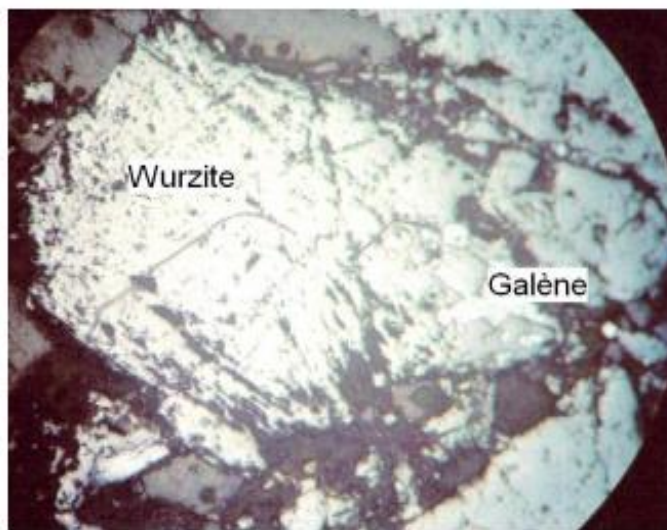


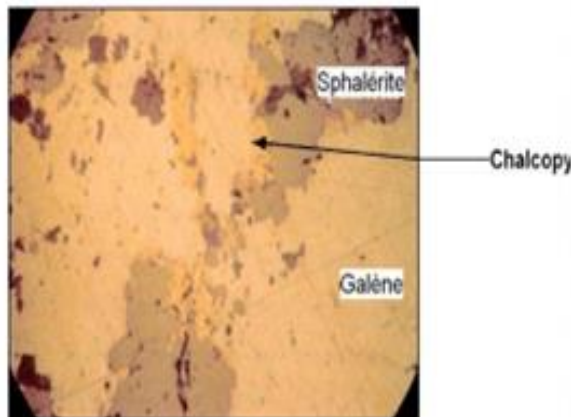
Figure IV.8 : Wurtzite associée à la galène cogénétique (Grx10). (D. Labchri, 2011)

- **La galène PbS :**

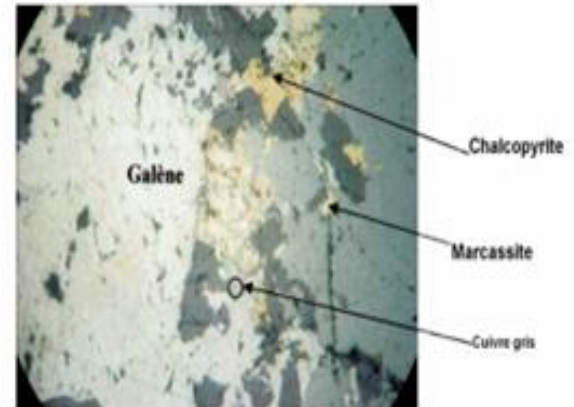
Elle est moins abondante que les sphalérites, qui lui sont souvent associée. Elle est riche en matière organique, spatialement, elle est associée à la dolomie spathique blanche. Deux types de galène ont été distingués (Labchri, 2011)

**Galène I :** Elle se présente en cristaux xénomorphes et squelettiques dans la Sphalérite collomorphe traduisant une structure d'hypersaturation en  $H_2O$  ( Boutaleb, 2001) .

**Galène II :** Elle est plus importante que la galène I, associée aux dolomites hydrothermales, de forme xénomorphe.Elle recoupe la sphalérite ou remplit les fracture de la pyriteII.



**Figure IV.9 :** Association minérale dans galène, La chalcopyrite. (Grx10)



**Figure IV.10:** Association minérale de Sphalérite, chalcopyrite, et cuivre gris

(D.Labchri, 2011)

- **La pyrite  $FeS_2$  :**

Elle se présente sous forme de section automorphe à subtomorphe. Elle a une forme hexagonale et parfois cubique, ou en agrégat de plusieurs cristaux. Elle est répandue dans la dolomie ou associée aux sphalérites. Elle se présente sous les formes suivantes (Labchri, 2011) :

**Pyrite I :** de texture disséminée sous forme de fins cristaux. Elle est associée à tous les sulfures et les dolomies, cette génération possède un nucléus fait de pyrite à aspect arrondi, c'est une pyrite diagénitique.

**Pyrite II :** pyrite automorphe isolée ou groupée, elle correspond à un agglomérat de la précédente donnant naissance à de grande plage.

**Pyrite III :** c'est une pyrite tardive en petits cubes observés au microscope. Elle se développe sur des surfaces libres sur de la dolomie rose.

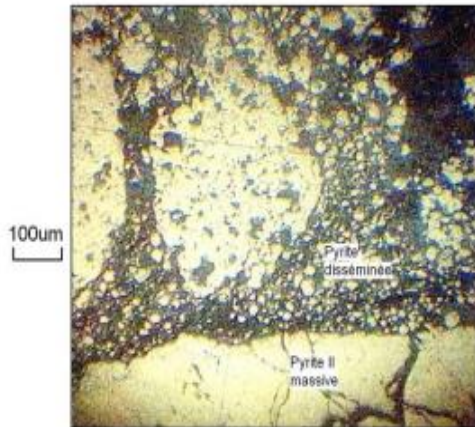


Figure IV.11 : Microphotographie de la Pyrite(I) et de la pyrite(II) (Grx10)

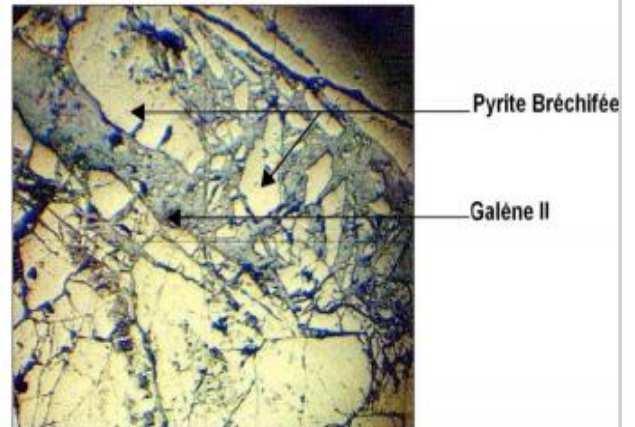


Figure IV.12 : Microphotographie d'une pyrite bréchifiée recoupée par de la galène II (Grx10)

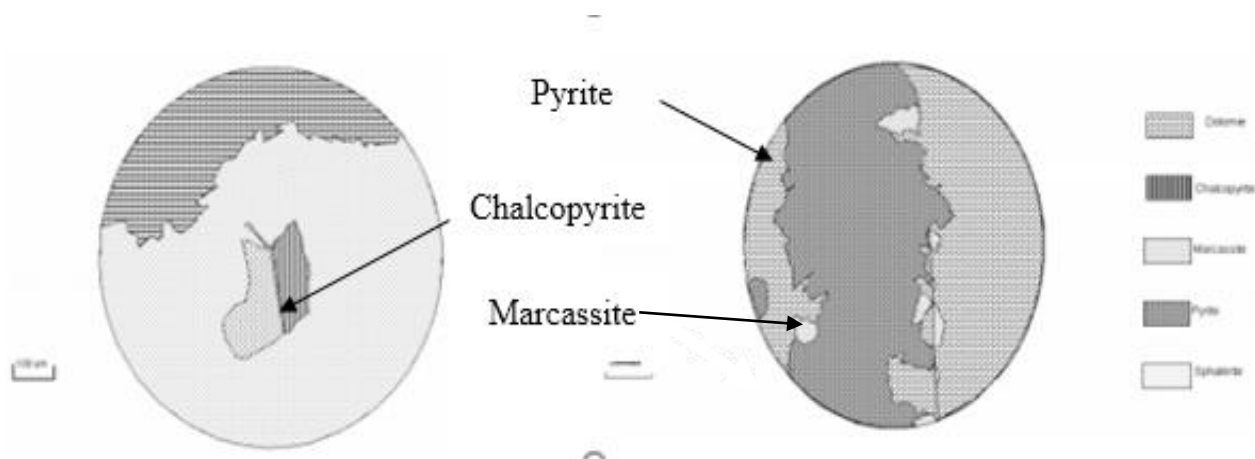
(D.Labchri, 2011).

- **La chalcopryrite  $\text{CuFeS}_2$  :**

Elle apparaît en dissémination dans la sphalérite I, ou bien sous forme de grains xénomorphes englobant la pyrite diagénétique. Cette chalcopryrite peut être recoupée par la pyrite II (Labchri, 2011)

- **La marcassite :**

Minéral rarement rencontré dans ce gisement. Elle est de forme subautomorphe à xénomorphe, et est souvent associée à la pyrite II.



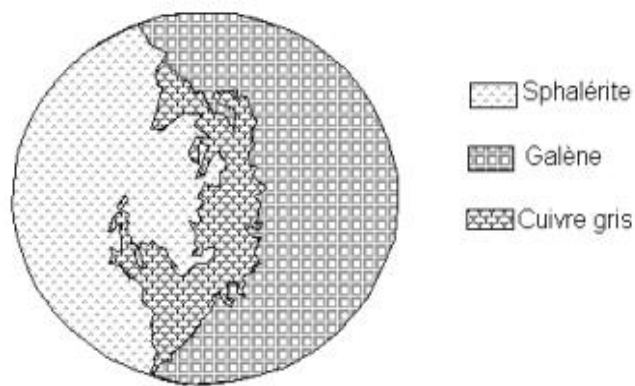
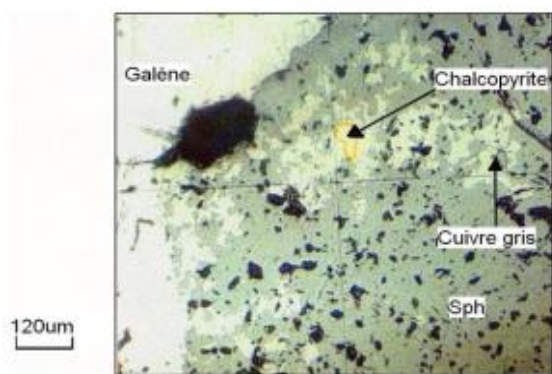
**Figure IV.13 : Schéma microscopique montrant La chalcopirite xénomorphes**

**Figure IV.14: schéma montrant le marcassite par de la pyrite (Grx20)**

(D.Labchri, 2011)

• **Le cuivre gris :**

Un minéral très rare dans le gisement d'El-Abed. Il se présente sous forme xénomorphe et souvent associée à la sphalérite ou en inclusion dans la chalcopirite, et est parfois inclus en dissémination dans la galène massive (Labchri, 2011).



**Figure IV.15: Association minérale cuivre Grise, sphalérite(II) et galène(II) (Grx20)**

**Figure IV.16 : schéma microscopique Montrant la relation entre cuivre gris sphalérite, chalcopirite (Grx4)**

(D.Labchri, 2011)

#### IV.4.2.2. Les minéraux de gangue :

- **La dolomite ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) :**

La dolomite est le minéral de gangue le plus répandue. Elle se présente en cristaux de diverse taille (fine, moyenne et grossière), et des couleurs différentes telles que ; blanche, rose, beige, ...etc.

- **La Calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) :**

Le second minéral abondant dans le gisement d'El-Abed. Elle se présente sous plusieurs formes et une couleur souvent blanche.

- **La Silice ( $\text{SiO}_2$ ) :**

Elle se présente en plages microcristallines (calcédoine), le quartz est détritique, corrodé, et subarrondi, certains montrent des résidus internes (B. Touahri, 1983).

#### IV.4.3. Texture de la minéralisation :

L'étude macroscopique et microscopique des minéralisations d'El-Abed montre plusieurs types de texture, la plupart des textures observées, aussi bien sur la minéralisation stratoïdes et le remplissage karstique (Labchri, 2011) :

##### IV.4.3.1. Texture massive :

Il s'agit d'une distribution irrégulière des cristaux de galène et de sphalérite souvent xénomorphe, de taille centimétrique à décimétrique dans la gangue dolomitique.



**Figure IV.17 : Photo d'une texture massive de sphalérite. (D. Labchri, 2011)**

**IV.4.3.2. Texture disséminée :**

Il s'agit de grains de minerais (sphalérite, galène, pyrite, ...etc.) d'ordre millimétrique agglomérés ou dispersés le plus souvent régulièrement, ou encore irrégulièrement dans la gangue dolomitique.



**Figure IV.18 : Texture disséminée de la sphalérite dans la dolomie (D. Labchri, 2011)**

**IV.4.3.3. Texture bréchique :**

Elle est représentée, au niveau du karst, par des cristaux de sphalérite, galène, pyrite, débris de matière sableuse ou organique, et des fragments dolomitique dans un ciment de matière organique et matières sableuses.



**Figure IV.19 : Texture bréchique à fragments anguleux de sulfures dans les sédiments internes du karst (Labchri, 2011).**

**IV.4.3.4. Texture veinulée :**

Cette texture caractérise le remplissage des fractures au niveau des dolomies blanches. Ce sont des veines d'échelle centimétrique, remplies généralement de silice tardive ou de la calcite spathique, de la dolomite diagénétique avec des limites ferrugineuse ou minéralisée en sphalérite et galène.

**IV.4.3.5. Texture rubanée :**

La texture rubanée se caractérise par une succession rythmée de lits de quelques mm à quelques cm, de dolomite grise et dolomite blanche spathique post minérale, le passage entre les rubans peut être brusque ou graduel.



Figure IV.20 : Texture rubanée au niveau des laminites (Labchri, 2011).

**IV.4.3.6. Texture géodique :**

Elle s'observe dans la dolomie blanche ou rose. Elle apparaît au niveau des microcavités remplis par les cristaux souvent de quartz, de pyrite et de dolomites.

**IV.4.3.7. Texture pulvérulente :**

Elle est caractérisée par le remplissage karstique par des produits détritiques avec des agrégats minéraux friable comme les sable dolomitique.



### IV.5. Succesion paragénitique :

Grace à l'étude microscopique et macroscopique des lames minces et des sections polies, et les relations entre la minéralisation et sa gangue, deux phases (D. Labchri, 2011) ont été observé :

#### IV.5.1. Phases diagénitique :

C'est la phase de dolomitisation précoce des calcarénites bioclastiques, elle est précédée de l'étape syngénitique, au cours de laquelle s'effectue le dépôt de la matière organique et du calcaire riche en oolithe, le stade de minéralisation diagénitique est caractérisée par l'apparition de dolomicrite fine (DI), de Quartz(QtzI), car ces minéraux sont associée a de petits cristaux, de pyrite(PyI), de marcassite et aussi de dolomicrosparite(DII) , issus de la recristalisation de la dolomie (DI).

La dolomisation diagénitique et permet de développement d'une dolomite tardive (DIII) et l'apparition de la pyrite (PyII).

#### IV.5.2. Phases épigénitique :

Elle est marquée par une recristalisation de minéraux sulfurés et solfusels, dans cette phase on assiste à une première fracturation de l'encaissant dolomitique et permet le dépôt des minéraux sulfurés. Le premier mineral qui s'est déposé que l'on retrouve, est la pyrite en inclusion dans les sulfures suivit par la sphalérite.

La deuxième fracturation, affecte les formations aaléno-bajociennes

	Diagénétique		Fracturation-styvolitisation-Bréchification	Epigénétique		
	Précoce	Tardive		D IV		Fracturation
Dolomie	DI	DII, DII', D III				
Marcassite	Ma					DVI
Quartz	Qz I					Qz II
Barytine						Bar
Pyrite	Pyr I	PyriI		SPI' SpII	Sp II	Pyr III
Sphalérite	Sp I			Bréchification - dissolution		
Cuivre gris				Cu <sub>1</sub>	Cu <sub>2</sub>	
Chalcopyrite				Gal I	Ch	
Galène				Gal II		

Figure IV.21 : Succession paragénitique de la minéralisation dans les dolomies D'El Abed.

(DI ,DII,DII',DIII) : dolomicrites, DIV : dolosparite, DV : saddle dolomite,DVI : dolomie veinulée,

Ma : marcassite, Qz : quartz, Pyr : pyrite, Sp : sphalérite, Gal : galène, Ch : chalcopyrite, Cu : cuivre gris, Ba : barytine (Labchri, 2011).

**Conclusion :**

La minéralisation plombo-zincifère du gisement d'El-Abed se présente en lentilles et amas stratiformes, ainsi en forme de runs. Elle est encaissée dans des dolomies d'âge Jurassique inférieur et moyen à diverses lithologies, telles que : dolomicrites, dolosparites, dolomies zébrée, dolomies baroque.

La minéralisation est constituée principalement par des sulfures (sphalérite, galène, pyrite, chalcopryrite) présentée sous plusieurs textures telles que : massive, veinulée, disséminée, brêchique, ...etc.

---

---

*Chapitre V :*

*La minéralisation du gisement  
de Kharzet Youssef*

---

---

### **V.1. Introduction :**

La minéralisation du gisement de Kharzet Youssef est essentiellement plomb-zincifère. Elle est encaissée dans les formations carbonatées (dolomitiques) du Barrémien (Crétacé inférieur) (formation d'alternances de calcaires, grès dolomies et marnes) le long du flanc Ouest de la faille de Kharzet Youssef dont la direction principale est N-S.

### **V.2. Historique des travaux miniers :**

L'histoire de la mine du Kharzet Youssef remonte à plus d'un siècle. Le gisement a été découvert en 1899 à partir d'affleurements de « chapeaux de fer ».

Le début d'exploitation du minerai oxydé retourne vers l'année 1906, puis la société des mines d'Ampère (SMA) a extrait le minerai sulfuré jusqu'au 1954, en forant un premier puits entre les collines jusqu'au niveau 905 m.

Entre les années 1953 et 1963 le BRMA a fait une étude géologique du gisement par sondages miniers pour estimer leur tonnage (2,7 MT) et sa teneur (18.4% Zn et 3.6% Pb) (Bousdira, 2009).

En 1963, le puits n°3 est ouvert à 835 m d'altitude par une entreprise Yougoslave (RADIS).

En 1975, l'exploitation reprend à travers un puits plus profond, et le minerai a été extrait entre les deux niveaux 835 et 775 m.

Les réserves minières restantes ont été estimées à 1, 900,000 tonnes avec un pourcentage de 9,30 % de Zinc et 1,80 % de plomb.

En 1990 la mine de Kharzet Youssef a été submergée sous le sol en raison d'un débit d'eau de 36000 m<sup>3</sup>/h. Cet accident a causé la mort de 19 mineurs, ce qui a entraîné l'abandon des travaux miniers et la fermeture de la mine.

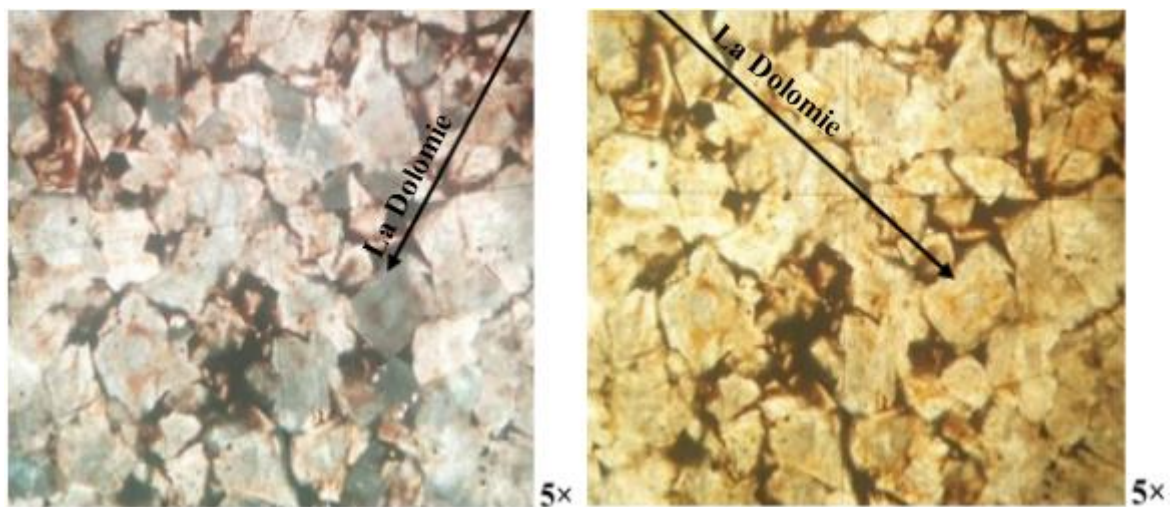
### **V.3. Etude de l'encaissant :**

La minéralisation Plombo-zincifère de Kharzet Youssef, est encaissée essentiellement dans des couches de dolomies massives représentées par des bancs métriques (1 à 2 m). Ce facies de couleur gris à brunâtres, renferme des grains fins de calcite, grains menus de quartz, de pyrite et de marcassite. Ce dernier est parfois très abondant dans les parties minéralisées (Ridus, 1964).

Du point de vue microfaciologique, il s'agit principalement de dolomicrite ou la taille des cristaux de dolomite varie entre 0,01 à 0,02 mm. Des plages de quelques dizaines à quelques centaines de microns, largement recristallisées, sont dispersées dans la matrice micritique, parmi ses composants :

Les sulfures de fer qui apparaît largement disséminés sous forme de cristaux de pyrite, tandis que les grains de quartz détritiques sont uniformément répartis dans la matrice micritiques.

Quant aux restes végétaux, de quelques dizaines de microns dont représentent l'essentiel de la matière organique.



La dolomie en LPNA

La dolomie en LPA

Figure V.1 : Lame mince représente la dolomie (A.N. Mekhalfa, 2019).

#### V.4. La minéralisation :

Le gisement de Kharzet Youssef est généralement encaissé dans les formations barrémiennes, dans les couches dolomitiques et quelques couches marno-dolomitiques. L'épaisseur de ses couches varie de quelques centimètres à plus de trois mètres.

La minéralisation se présente sous forme de sulfures de paragenèse simple dont les principaux minéraux métallifères.

La minéralisation débute à environ 25 m de la faille de Kharzet Youssef sur une longueur de 1300 m, et s'étend à l'Ouest de celle-ci sur 150 m de longueur avec un pendage de 0 à 30° par rapport à la faille, suivant la direction des couches (Ridus, 1964).

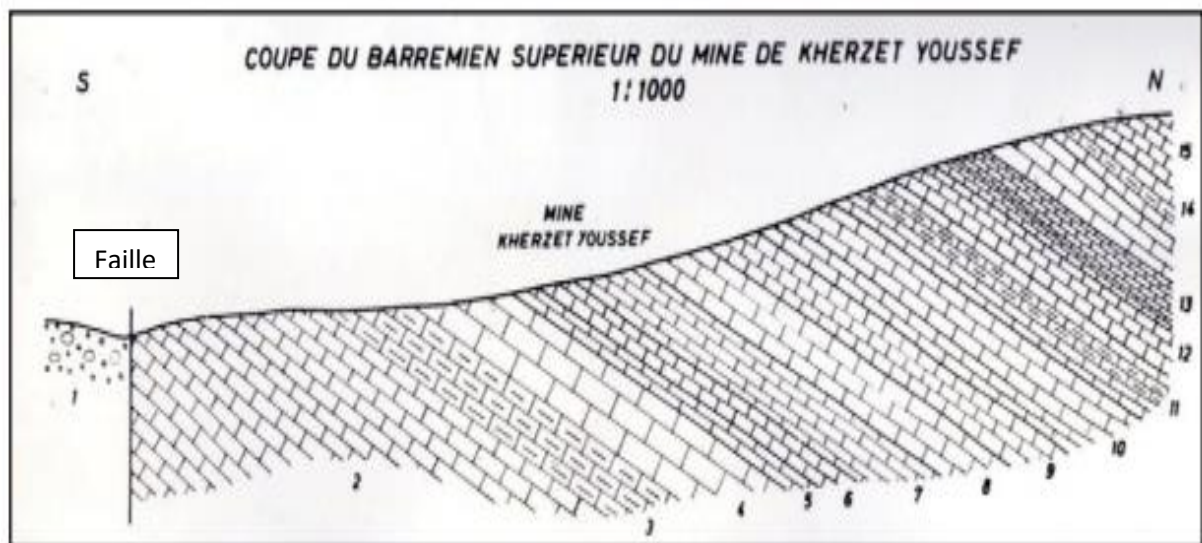


Figure V.2 : Coupe du Barrémien supérieur de Kharzet Youssef (Ridus, 1964).

1/ Tertiaire- poudingues. 2/ Calcaires gris avec lits minces de marnes. 3/ Calcaire gris et compact avec une mince couche de grès. 4/ Marno-calcaire en alternance avec minces couches marneuses 11m. 5/ Calcaire avec traces de limonite 3m. 6/ Calcaire gréseux compact avec nombreux restes des petites Echinoides 4m. 7/ Calcaire gris très compact avec patine jaunâtre 8m. 8/ Alternance de marne, grès et calcaire. Marne gréseuse avec restes d'Exogyrae et Gastéropodes 8m. 9/ Calcaire jaune désagrégé a orbitolines 7m. 10/ Calcaires gris et compact avec un lit de marne gréseuse 11m. 11/ Calcaire gris et compact avec lits de marne 8m. 12/ Calcaire gris, désagrégé en plaquettes, avec huitres 8m. 13/ Calcaire gris compact 6m. 14/ Plaquettes de calcaire gris et compact avec lits de marne 12m. 15/ Calcaire jaunâtre 10m.

#### V.4.1. Morphologie du corps minéralisé :

La minéralisation et le corps minéralisé du Kharzet Youssef se présente sous forme suivant deux paramètres (H. Kaouli et Z. Zouad, 1998) :

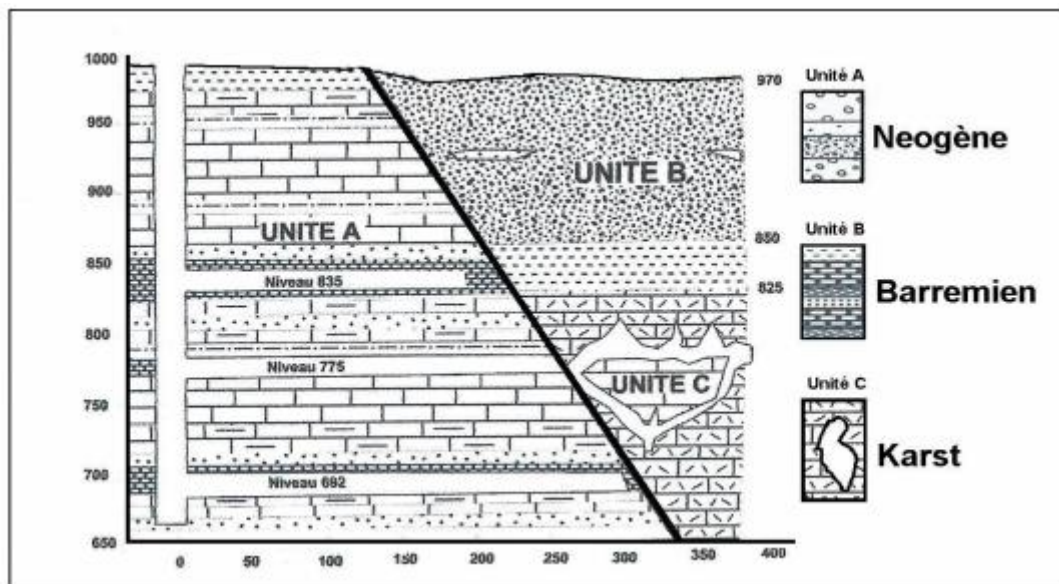
##### V.4.1.1. Paramètre Externe :

Les minéralisations plombo-zincifères s'exprime sous forme d'horizons stratiformes dans le membre médian, de la formation argilo-calcaro-dolomitique dont l'âge remonte au Barrémien.

Les corps minéralisés dans le gisement de Kharzet Youssef sont homogènes et compatibles avec l'encaissant, ils montrent une régularité continue exceptionnelle dans les trois dimensions :

- De 50 cm à 1,5 m d'épaisseur.
- De 25 m à 120 m de largeur.
- Supérieur à 1300 m de longueurs.

Ils montrent ainsi, une diminution progressive et continue de l'épaisseur et du volume minéralisé où ils se terminent par un biseau.



**Figure V.3: Coupe géologique schématique du gisement de Kharzet Youssef (A. Khaldi, 1987).**

#### V.4.1.2. Paramètre internes :

La nature et le contenu minéral des couches minéralisées montrent des variations surtout latérales à partir desquelles s'exprime une zonalité minéralogiques symétrique.

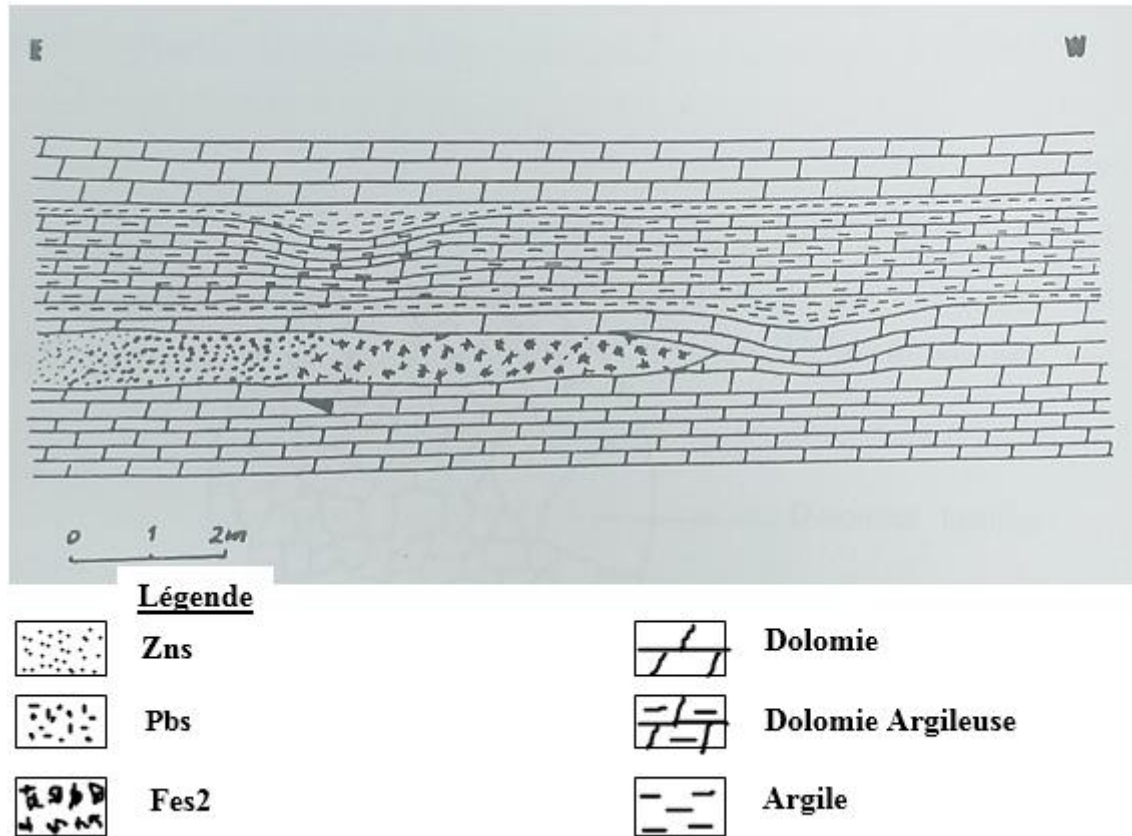


Figure V.4 : Coupe géologique de la couche minéralisée biseautée (A. Khaldi, 1987).

#### V.4.2.1. Les minéraux métalliques :

Les sulfures les plus fréquents s'observent généralement sous forme de dissémination et de filons dans les roches dolomitiques, et au voisinage des failles sous forme massive.

- **La sphalérite (ZnS) :**

C'est le minéral le plus abondant, présente des couleurs brun sombre à claire, xénomorphe en cristaux zonés. Elle apparaît sous forme de plages très continues (certains cristaux de blende englobent des cristaux de dolomite de forme rhomboédrique) (A. Khaldi, 1987). Les fractures y présentent parfois un remplissage par de la silice, la calcite ou de galène.



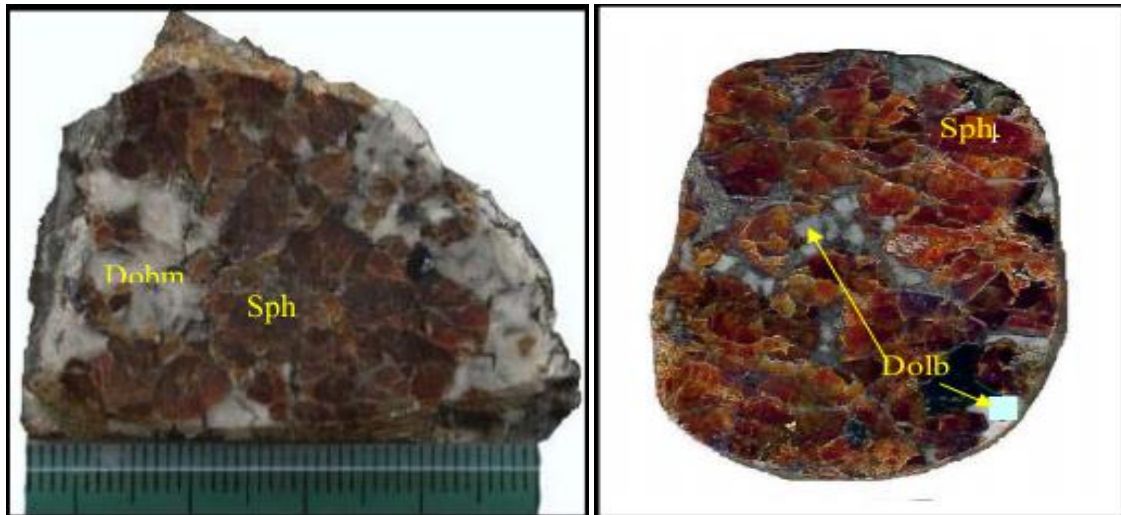
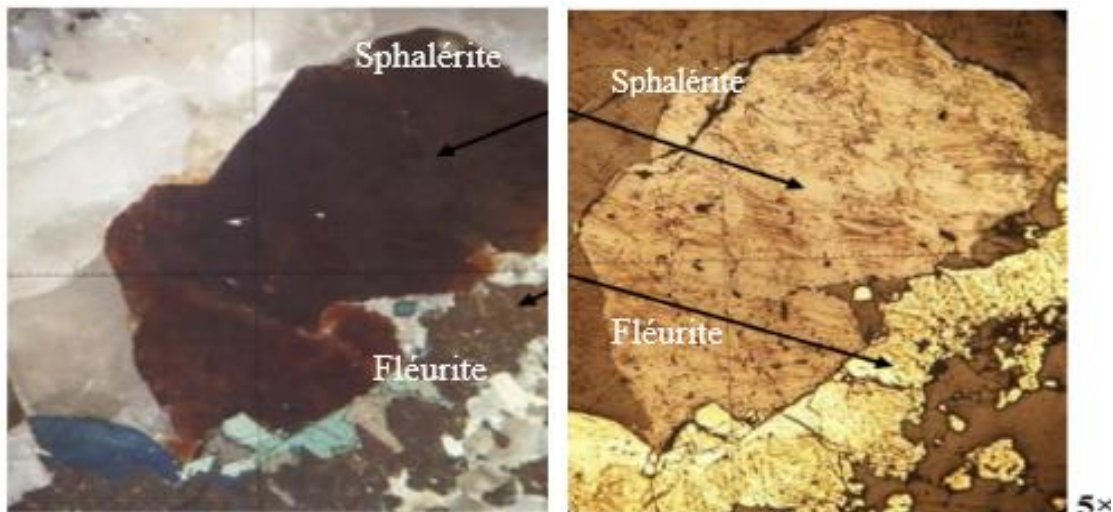


Figure V.5 : Echantillon montrant une sphalérite associée à une dolomie.



Sphalérite et Fluorite en LPA

Sphalérite et Fluorite en LPNA

Figure V.6 : Section polie représente la sphalérite et la Fluorite (A. N. Mekhalfa, 2019).

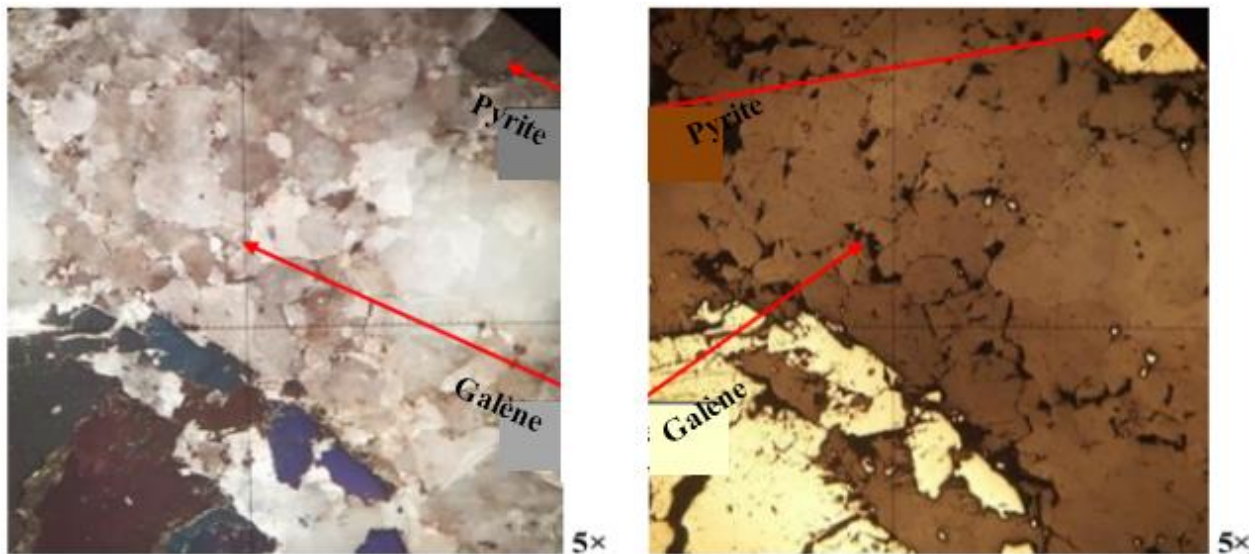
- **La galène (PbS) :**

La galène est le second minéral métallifère abondant avec une teneur de 10 à 15%, apparaît plus dans le minerai massif. Elle se présente en association intime avec la sphalérite litée et est parfois recoupée par des veinules de quartz. Ainsi, sous forme de cristaux automorphes disséminés dans les dolomites (Henni, 1998).

- **La pyrite (FeS<sub>2</sub>) :**

La pyrite est peu abondante que la galène et la sphalérite. Elle est caractérisée par des pyritoédres disséminés dans un encaissant dolomitique et dans la sphalérite. Elle est représentée par des

petits cubes de couleur jaune très claire. Parfois, ces cristaux présentent des altérations en hématite.



**Galène et Pyrite en LPA**

**Galène et Pyrite en LPNA**

**Figure V.7 : Section polie représente la Galène et la Pyrite (A. N. Mekhalfa, 2019).**

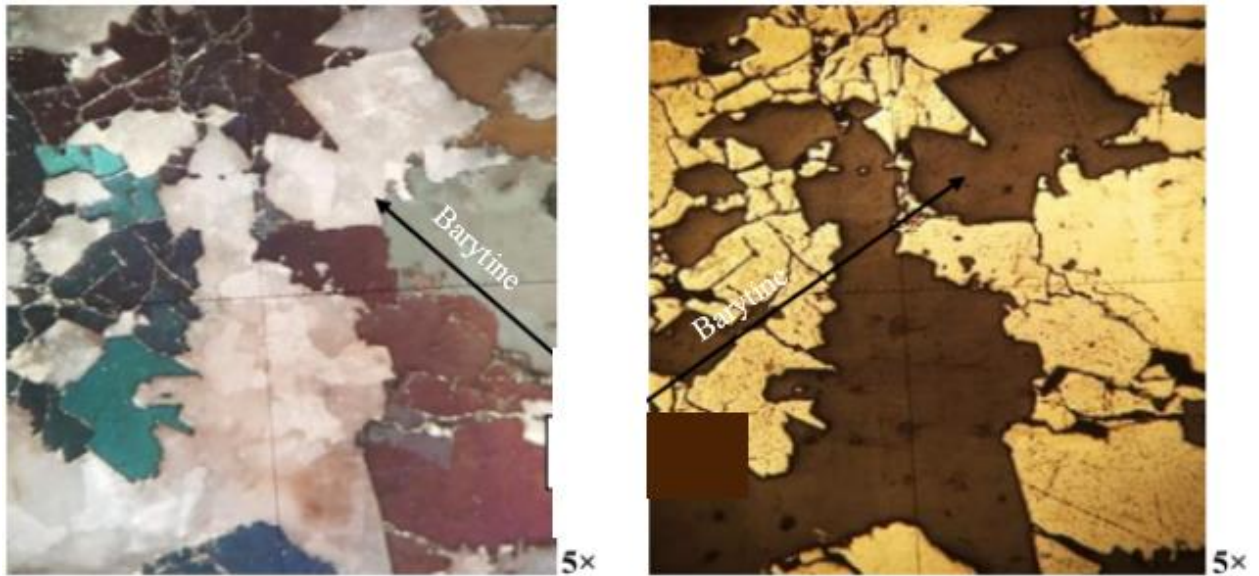
- **La marcassite ( $\text{FeS}_2$ ) :**

Elle se présente avec la pyrite en petits grains dans la roche encaissante, et est apparait sous forme de fines imprégnations dans des lits de blende.

Henni (1998) distingua deux génération de marcassite : la première est plus abondante, et forme de fines mouches et de microveinules différemment orientées. La deuxième, associée surtout avec la galène et la sphalérite.

- **La Barytine ( $\text{BaSO}_4$ ) :**

Elle est présentée en structure lamellaire (en lattes fines allongées), associées à la minéralisation sulfurées (la sphalérite).



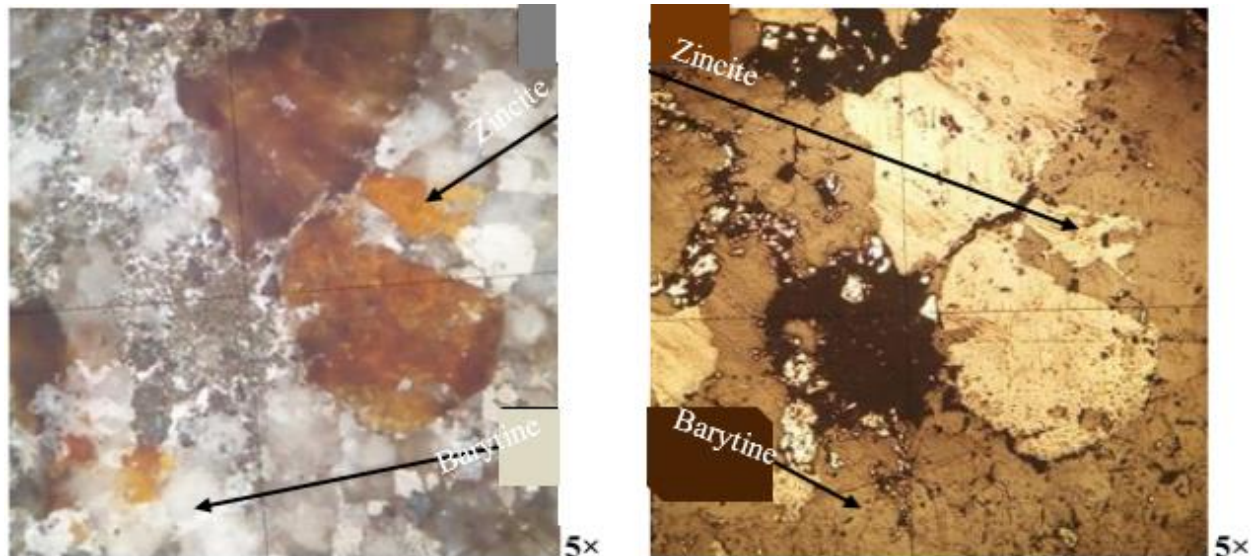
**Barytine en LPA**

**Barytine en LPNA**

**Figure V.8 : Section polie représente la Barytine (A. N. Mekhalfa, 2019).**

	Précoce	Tardive
Marcassite	-----	
Blende	-----	
Galène	-----	
Barytine	-----	
Marcassite		-----
Blende		-----
Galène		-----
Barytine		-----

**Tableau V.1: succession paragénetiques du minerai de Kharzet Youssef (A. Khaldi, 1987).**



Zincite et Barytine en LPA

Zincite et Barytine en LPNA

Figure V.9 : Section polie représente la Zincite et la Barytine (A. N. Mekhalfa, 2019).

#### V.4.2.2. Les minéraux de Gangue :

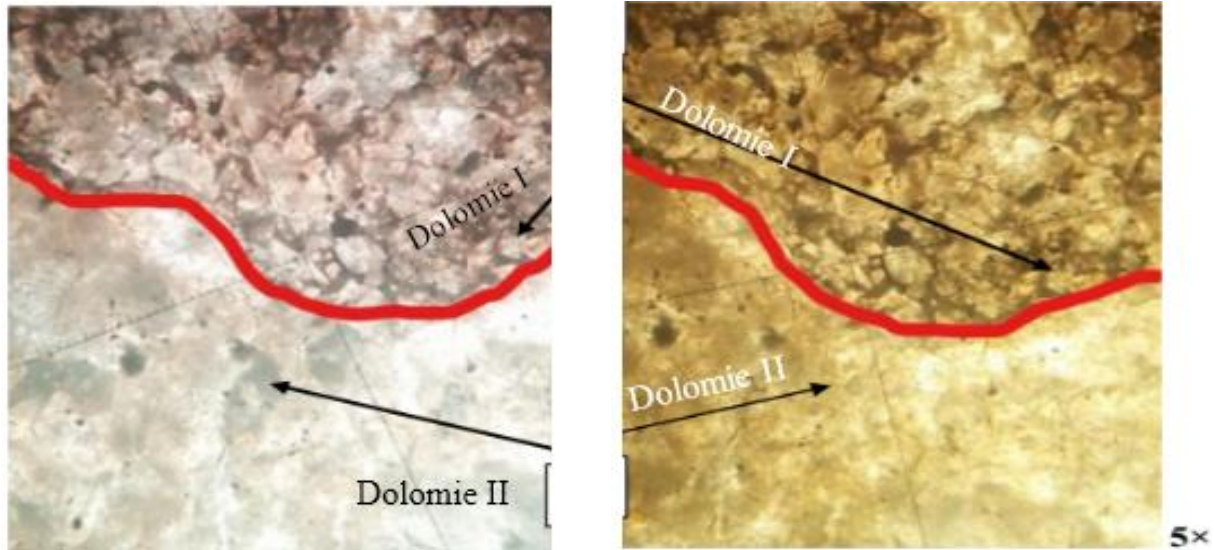
Les minéraux essentiels en constituant la gangue, sont la dolomite, le quartz et la calcite.

- **Le quartz :**

Le quartz présente en petits cristaux xénomorphe, disséminés dans l'encaissant. Il est reconnu par sa couleur gris.

- **La dolomite :**

Elle est le minéral principal qui constitue la gangue de ce gisement. Elle apparait à l'intérieur des parties brèchiques et également sous forme de petits cristaux blancs (2 mm), associés à la calcite.



La dolomie I et II en LPNA

La dolomie I et II en LPA

Figure V.10 : Lame mince représente la dolomie I et II. (A. N. Mekhalfa, 2019).

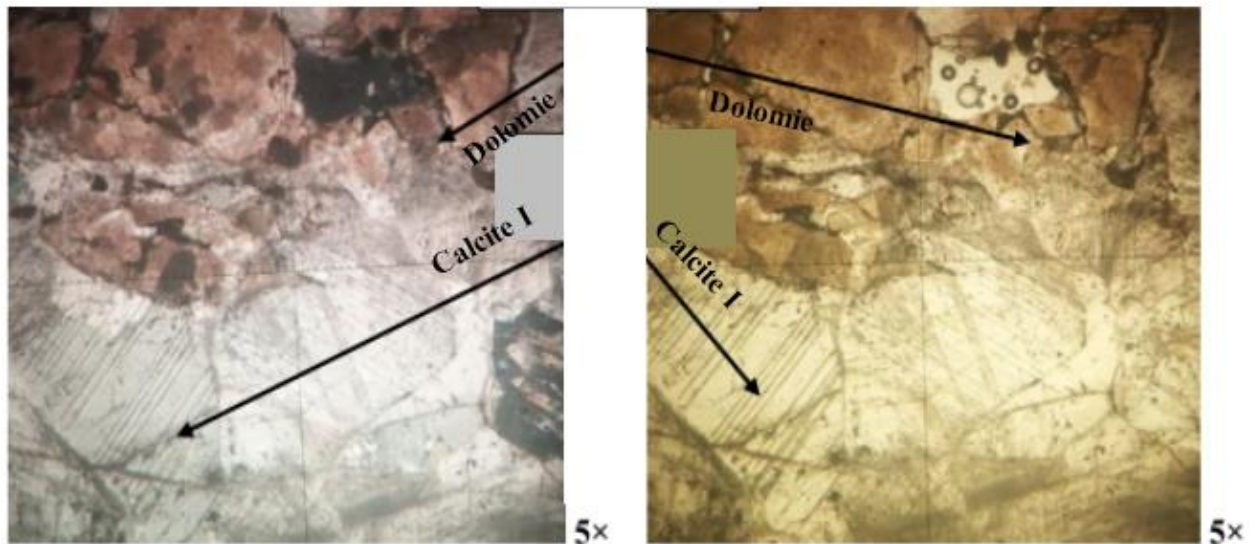
- **La calcite :**

La calcite est moins abondante que la dolomite. Elle est de couleur blanche à transparente. Elle est à caractère fissural, ou de petites veinules centimétriques à décimétrique affectant la dolomie, ou se présente encore sous forme massive.

Il existe deux générations de calcite :

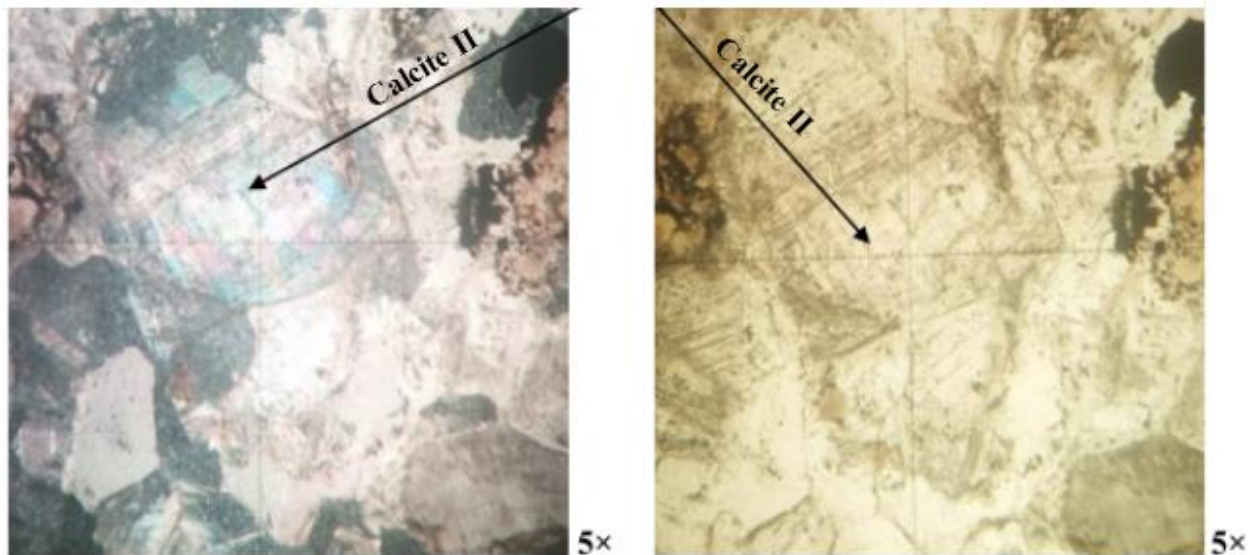
**La calcite I :** elle remplit les espaces inter-granulaires, associée à la dolomite, et aux sulfures.

**La calcite II :** Elle se développe spontanément dans les cavités et des vides, formant des cristaux isolés.



La calcite en LPA

la calcite en LPNA



Calcite en LPA

Calcite en LPNA

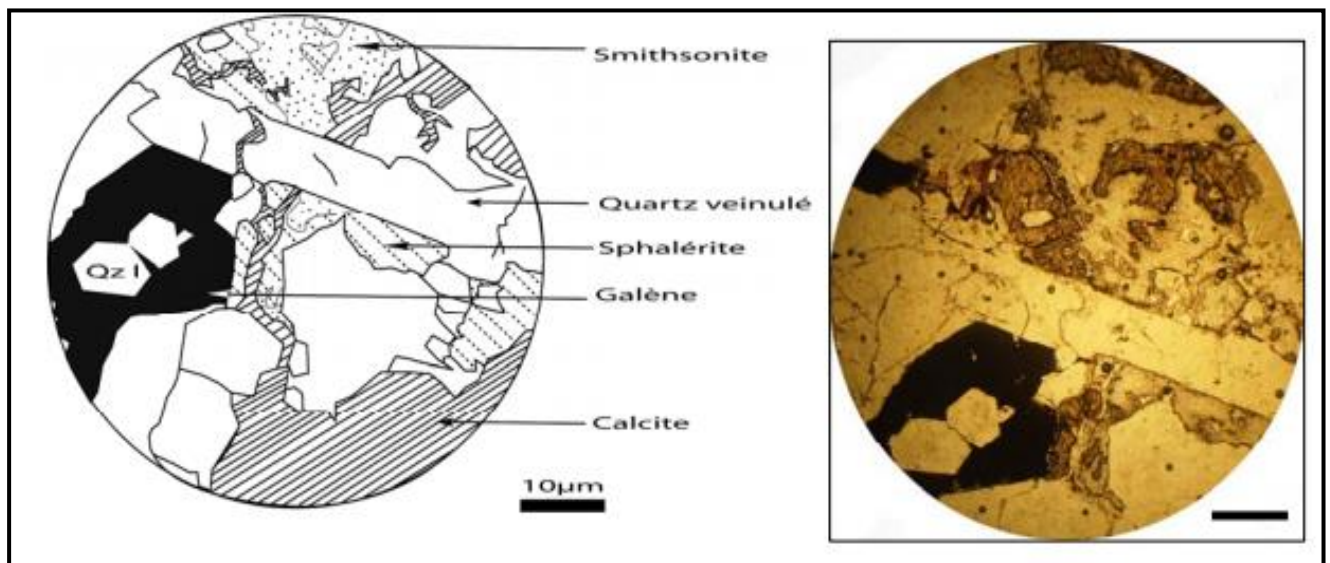
Figure V.11 : Lame mince représente la calcite. (A.N Mekhalfa ., 2019).

#### V.4.2.3. Les minéraux supergènes :

Il s'agit des produits d'altération des sulfures. Ils sont représentés essentiellement par :

- **La smithsonite ( $ZnCO_3$ ) :**

Elle se présente sous forme d'auréole autour de la sphalérite ou au sein de cette dernière, le long des fissures. Ce minéral et le produit d'altération supergènes de la sphalérite, de couleur blanchâtre, marron, brun et pléochroïque.



**Figure V.12 : Dessin schématique montrant l'altération de la sphalérite en smithsonite. (F.Lekbal, 2011).**

- **La cérusite ( $PbCO_3$ ) :**

Ce minéral est le produit d'altération de la galène, il se trouve sous forme d'Auréole de couleur gris et pléochroïque. La cérusite se manifeste encore à l'intérieur des vides laissés par la dissolution de l'encaissant carbonaté dolomitiques. (Bousdira D. 2009)

- **L'hématite ( $Fe_2O_3$ ) :**

L'hématite est le produit d'altération de la pyrite. Elle se présente généralement sous forme massive. (Bousdira D. 2009)

#### V.4.3. Les textures de la minéralisation :

**V.4.3.1. Le minerai massif :**

Le minerai apparaît sous forme homogène et compacte. Elle est principalement représentée par la barytine massive ou sous forme de petites poches encaissées dans les dolomies minéralisées.

La minéralisation dans ce gisement montre le lien entre les sulfures et les carbonates, où il est constaté que la sphalérite est largement dominante par rapport aux autres sulfures, quant à la galène, elle est dispersée dans la masse sous forme de cristaux cubiques. (Kaouli H. et Zouad Z., 1998).

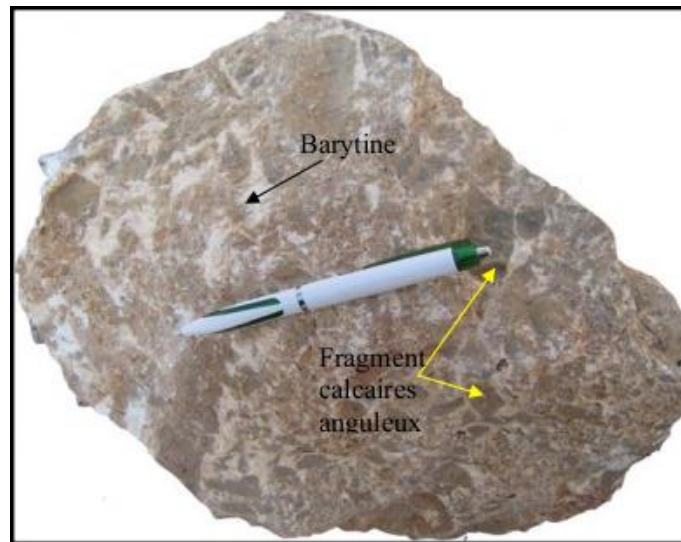


**Figure V.13 : Texture massive de barytine associée à une dolomie rose. (F. Lekbal.2011).**

**V.4.3.2. Le minerai bréchiques :**

Il s'agit d'une brèche à un ciment parfois noirâtre très riche en matière organique. Les éléments de ces brèches sont anguleux et sont de couleur gris sombre à beige. Le ciment est représenté essentiellement par la marcassite, et également de la barytine, la blende et la galène. (Kaouli H. et Zouad Z., 1998).





**Figure V.14 : Texture bréchique à fragments anguleux de l'encaissant calcaire cimentés par la barytine. (F. Lekbal.2011).**

#### **V.4.3.3. Le minerai fissural :**

Celui-ci se développe surtout le long des fractures qui sont remplies par les minéraux suivants : marcassite, blende, galène, en gros cristaux cubiques occupant le cœur des fissures, barytine en lamelles et des cristaux de calcite (Kaouli H. et Zouad Z., 1998)

#### **. V.4.2. Paragenèse minérale :**

La minéralisation du Kharzet Youssef est caractérisée par des associations paragenétiques simples. Des observations et des études de différents niveaux de minéralisation (A. Khaldi, 1987), ont permis de mettre en évidence l'associations minérale suivante :

- Les minéraux sulfurés : la sphalérite, la galène, la pyrite, la barytine, et la marcassite.
- Les minéraux de gangue : la dolomite, le quartz et la calcite.
- Les minéraux supergènes : la smithsonite, la cérusite, et l'hématite.

#### **V.5. Succession paragenétique :**

D'après Drovenik (in A. N. Mekhalfa, 2019). il n'est pas probable que le gîte soit syngénitique, la cristallisation des minéraux métalliques ne peut se produire qu'après la fracturation tectonique des roches, de sorte que la minéralisation au plus probable, épygénitique. Grace à cela la cristallisation est arrangée comme suit :

---

1) Sédimentation	Boue calcaire avec menus grains détritiques de quartz.
2) Diagenèse	Dolomitisation de la roche encaissante. Dolomite I.
3) Mouvements tectoniques	Marcassite.
4) Mouvements tectoniques	Dolomite II. Marcassite-blende (de solutions colloïdales et ioniques). Marcassite.
5) Mouvements tectoniques	Galène.
6) Mouvements tectoniques	Dolomite III. Calcite. Barytine.

**Conclusion :**

Khaldi(1987), Henni(1984) et Touahri(1987) décrit la minéralisation de Kharzet Youssef dans les dolomies du membre médian du Barrémien comme deux faisceaux constitués de plusieurs couches d'une épaisseur varie de un à deux mètres et une extension latérale EW de 1300m.

Ces couches minérales représentent deux sections distinctes :

- -Une section supérieure d'une épaisseur de 70 m, souvent représentée par des dolomies cavernueuses avec minéralisation de galène, de pyrite et de marcassite, et parfois en blende. Les teneurs sont d'environ 10 % zinc et 4.5 % pour le plomb.
- Une section inferieur de 40 m d'épaisseur représentée par de la dolomite cavernueuse à cristaux de blende, contient environ 15 % à 16% de zinc et 4 % de plomb.

La minéralisation est constituée essentiellement de sphalérites cristallines, de galène, de marcassite et de pyrite. Les minéraux de gangue sont constitués par de la calcite, le quartz et la dolomite. Les textures des minéralisations sont nombreuses, brèchiques, massive, et fissural. La mise en place de la minéralisation est épigénétique (Khaldi A, 1987).

---

---

*Chapitre VI :*

*Approche Comparative entre*

*les deux gisements*

---

---

## **VI. Comparaison et typologie des gisements de Kharzet Youssef et d'El-Abed.**

### **VI.1. Comparaison entre les deux gisements :**

Au terme de l'étude géologique et gîtologique, et d'une description lithostratigraphie de ces deux gisements, plusieurs points de comparaison ont été soulevés.

Le gisement de Kharzet Youssef appartient aux massifs de la région Hodnéenne sur le tronçon Nord-oriental de la chaîne des Maghrébides au Nord-est du pays, alors que, le gisement d'El-Abed, fait partie des monts de Ghar Rouban sur la partie Nord-occidentale à l'extrême Ouest du pays.

Les deux gisements sont à minéralisation plombo-zincifère, plus la barytine pour celui de Kharzet Youssef. L'association minérale est simple et est composée essentiellement de sphalérite, galène, pyrite, chalcopirite et marcassite avec une gangue de dolomite, calcite et quartz. La morphologie des gisements est souvent stratiforme.

L'emplacement de la minéralisation dans des sédiments carbonatés déposés dans un milieu de plate-forme interne, représenté entre autre par des dolomies riches en matière organique et par une brèche synsédimentaire également dolomitique.

L'âge des roches hôtes est différent ainsi. Les dolomies de Kharzet Youssef sont Barrémiennes, alors que celles d'El-Abed sont Jurassique inférieur et moyen.

Le tableau ci-dessous récapitule l'essentiel des points communs et différents entre les deux gisements en question :

	<b>Gisement de Kharzet Youssef</b>	<b>Gisement d'El-Abed</b>
<b>Contexte géologique régional</b>	Ce gisement appartient au district de HadjarLabioud (Hodna). La structure est monoclinale où les couche plongent vers le nord et sont limitées à l'Ouest par une faille inverse de direction N-S. Le gîte est disposé suivant la direction NE-SW par rapport à la structure E-W.	Le gisement d'El Abed située à la frontière Algèro-marocaine, dans les hauts plateaux. Dans les monts de Ghar Rouban Les trois principales directions des structures d'El-Abed sont : EW, NE-SW, N-S
<b>Contexte géologique local du gisement</b>	Les dépôts au niveau du gisement sont essentiellement des carbonates appartenant au Crétacé	A El-Abed, les formations commencent par le socle paléozoïque jusqu'au Jurassique supérieur
<b>Encaissant</b>	La minéralisation est encaissée essentiellement dans des couches de dolomie massive, des calcaires, et des calcaires marneux d'âge Barrémien	Les roches encaissantes sont des dolomies (dolomicrites, dolosparites, dolomies zébrées,...etc. dont l'âge est Aaléno-Bajocien
<b>Paléogéographique</b>	Domaine de plate-forme interne dans un milieu peu profond.	Un milieu de dépôt de mer peu profonde
<b>Tonnages</b>	1.6 M de tonnes de minerai	17.70 M de tonnes de minerai
<b>Morphologie</b>	La minéralisation de Kharzet Youssef se présente généralement en amas stratiforme.	La minéralisation est en forme d'amas stratiforme, lenticulaire, et en forme de runs d'épaisseur variable (2 à 4 m).
<b>Textures</b>	Les textures caractérisant le minerai sont : massives, bréchique, et fissural.	Les textures qui se caractérisent ce minerai sont les suivantes : Massive, disséminée, bréchique, veinulée, rubanée, géodique, pulvérulente
	<b>Minéraux métalliques :</b> la sphalérite, la galène, la pyrite,	<b>Minéraux métallique :</b> la sphalérite, la galène, la pyrite,

<b>Association minéralogique</b>	la marcassite, et la barytine. <b>Minéraux de Gangue :</b> quartz, dolomite, et calcite. Et autre minéraux d'altération : smithsonite, la cérusite, et l'hématite.	La chalcopryrite, la marcassite, et le cuivre gris. <b>Minéraux de Gangue :</b> dolomite, calcite, et quartz
<b>Teneur moyenne</b>	9,30 % de zinc et 1.80 % de plomb.	6.92% de zinc et 1.04% de plomb.
<b>La matière organique</b>	Elle est très abondante dans les dolomies minéralisé bréchifiées.	Elle est abondante dans les dolomies et les calcaires microcristallins
<b>Aspect tectoniques</b>	La grande faille de Kharzet Youssef n'est pas minéralisée, de nombreuses failles à faible rejet postérieur à la minéralisation.	Les failles post calloviennes représentent les directions hercyniennes
<b>L'origine du gisement</b>	Origine hydrothermale de type MVT.	Origine hydrothermale de type MVT.

### Tableaux récapitulants les points communs et les différences entre les gisements de Kharzet Youssef et El-Abed

#### VI.2. Typologie des gisements de Kharzet Youssef et d'El-Abed :

La minéralisation du plomb-zinc dans les formations carbonatées de la région du Hodna et d'El-Abed, montre une certaine différence dans l'interprétation du mode de mise en place de ces minéralisations.

A travers l'analyse des minéralisations Pb-Zn du Hodna par M. Benzerga (1973), il a proposé une origine karstique intimement liée aux phénomènes de karstification, silicification et dolomitisation.

A. Henni (1984), également propose que le gisement de Kharzet Youssef est d'origine hydrothermale.

D'après A. Khaldi (1987), le gisement de Kharzet Youssef est identifié comme étant une concentration syndiagénitique à proximité d'un paléorelief d'âge crétacé inférieur et à cœur triasique.

-Les hypothèses de mise en place de la minéralisation d'El Abed diffèrent depuis :

P.Samson (1973) pense que l'origine de la minéralisation d'El-Abed est une minéralisation sédimentaire apparue à la suite du changement progressif des roches volcanique.

B.Touahri (1983), propose une minéralisation basique de stades d'origine hydrothermale remontant au Bajocien moyen-supérieur, et une minéralisation karstique d'origine exogène (Bathonien-callovien), et l'émergence de la série Aaléno Bajocienne par démantèlement de la première minéralisation.

M.Bouabdellah (1993), la minéralisation stratifiée est d'origine hydrothermale d'âge Oligo-miocène, le karst s'est formé sous une couverture hydrothermale. Cette minéralisation karstique serait le produit de remaniement par dissolution de la stratabound.

### **VI.3. La genèse des gisements de Kharzet Youssef et d'El Abed :**

A travers les études de certains auteurs sur les gites Pb- Zn dans l'Algérie et principalement les gites de Kharzet Youssef et d'El-Abed, on constate qu'ils sont partagés entre le modèle synsédimentaire et le modèle lié à un hydrothermalisme ascendant.

Khaldi A. (1987) : il met en évidence une combinaison de plusieurs facteurs géologiques locaux ; la présence d'une zone active depuis le Lias, subit des mouvements tectoniques permanentes caractérisés par une forte épaisseur des dépôts durant le Jurassique et le crétacé c'est une zone de sédimentation très active.

Touahri B. (1987) : A travers l'étude de la situation géographique régionale ancienne au moment de la mise en places des minéralisations, il montre la propagation des mouvements tectonique dans la migration ascendante des fluides des profondeurs du bassin sédimentaire vers leurs marges supérieur, et la succession paragénetique montre une superposition de deux venues métallifères, dont le premier est essentiellement zincifère, et le second du Plomb

D'après les hypothèses génétiques de Touahri B et Khaldi A, sur la mise en place de la minéralisation qui comprend des facteurs sédimentaires et hydrothermaux, en effet les principales caractéristiques de la minéralisation peuvent être résumées comme suit :



- La minéralisation se trouve encaissée dans les dolomies du Barrémien pour Kharzet Youssef et de l'Aaléno-bajocien pour El Abed, ces dolomies sont caractérisées par la présence de la matière organique. Ces minéralisations se localisent sur les flancs de bassin, à de faibles profondeurs. Elles se présentent dans des séquences carbonatées de plate-forme.

-La morphologie des corps minéralisés stratiforme dans le membre médiane datée du Barrémien pour Kharzet Youssef et de l'Aaléno-bajocien pour El-Abed, est marquée par un aspect concordant avec l'encaissement dolomitique.

-La concentration de la minéralisation semble contemporaine au phénomène de dissolution et de dolomitisation, ces minéralisations se présentent sous forme disséminée dans les roches encaissantes ou massive incorporant des fragments des roches encaissantes dans les deux gisements.

- Les minéralisations ont une composition minéralogique simple. Elles sont constituées de sphalérite, galène, pyrite, marcasite, dolomite, calcite et quartz. Les altérations hydrothermales associées sont la dolomitisation et la silicification des roches encaissantes.

En générale ces gisements sont de type MVT et sont associés aux zones intracratonique. Les minéralisations à Pb- Zn se localisent dans une zone de rifting liée à de grand linéament ainsi qu'à des intrusions magmatiques alcalines anté-minérales.

#### **VI.4.Comparaissent entre les réserves de Kharzet Youssef et d'El Abed :**

L'Algérie possède de très nombreux gisements de minerais de plomb et de zinc. Ces derniers sont localisés surtout au Nord Algérien et encaissés dans des terrains essentiellement carbonatés.

Il existe plusieurs gisements à des potentialités importantes telles que le cas du bassin de Kharzet Youssef et d'El-Abed.

Les réserves initiales de Kharzet Youssef sont estimées en 1987 d'environ 2700 000T alors que les réserves restantes sont de 1600 000 T à 18% de Zinc et 3,6% de Plomb.

D'après Zagouane (1972) l'estimation de réserve du gisement d'El-Abed est d'environ 28905000 T, avec une teneur de 2,12 à 3,58 % en Plomb, et de 12,7 à 13,04 % en Zinc.

---

---

# *Conclusion générale*

---

---

## Conclusion générale :

Les minéralisations étudiées sont situées dans deux domaines distincts : dans les monts du Hodna (Atlas tellien) pour le gisement de Kharzet Youssef, et dans les monts de Ghar Rouban pour le gisement d'El-Abed.

Le gisement d'El-Abed fait partie de la chaîne Alpine d'Algérie Nord occidentale. Il se situe aux confins Algéro-Marocains dans les Hauts plateaux, à environ de 70 Km au SW de la ville de Tlemcen.

La minéralisation hydrothermale stratabound d'El Abed est essentiellement sulfurée avec une paragenèse à sphalérite, galène, pyrite, chalcopryrite et marcassite. La dolomite et la calcite sont les principaux minéraux de gangue.

La minéralisation d'El Abed est encaissée dans les formations dolomitiques d'âge Aaléno-Bajocien. Ces dolomies diagénétiques sont précoces, et sont formées par épigénération des calcaires.

La tectonique a généré deux types de fractures : la première est associée à la tectonique syn-sédimentaire contemporaine des dépôts jurassiques. Le second, une tectonique tardive qui intervient avant et pendant la mise en place de la minéralisation.

Le gisement de Kharzet Youssef est situé dans la partie orientale de l'Algérie du Nord, à 50 Km au Sud de Sétif, et à 7 Km à l'Ouest de la commune d'Ain Azel. Elle constitue la limite septentrionale des Monts du Hodna. La minéralisation y est polymétallique de type Mississippi Valley. Elle correspond à une série monoclinale située sur la bordure septentrionale de l'autochtone Hodnéen.

La minéralisation du gisement de Kharzet Youssef est encaissée dans les formations carbonatées (dolomitiques) du Barrémien. Le long du flanc Ouest de la faille de Kharzet Youssef de direction N-S.

Les principaux minéraux en formant le gîte sont : la sphalérite, la galène, la pyrite, et les minéraux de gangue sont principalement la dolomite, la calcite, et le quartz et autres minéraux supergènes comme la smithsonite, la cérusite et l'hématite.

Les différentes caractéristiques ; lithologiques, pétrographiques et structurales réunies pour classer les deux gîtes de Kharzet Youssef et d'El-Abed parmi les gîtes de type Mississippi Valley.

---

---

# *Référence Bibliographique*

---

---

**Référence Bibliographique :**

**ATTOUCHEIK L., 2006 :** Etude géochimique des rejets du complexe minier de Kherzet Youssef (Sétif) et son impact sur l'environnement, *Mémoire de Magister, USTHB, FSTGAT, Bab Ezzouar, Alger, 134p.*

**Benlamari A. 2012 :** Etude géologique et minière du gisement plomb-zincifère d'El Abed (wilaya de Tlemcen) ; Univ-Mentouri-Constantine.

**BOUTALEB A . 2011 :** Carbonate hosted lead-zinc deposit of El Abed – Tlemcen North Western Algeria.

**Bousdira D.2009 :** Etude des impacts des activités d'exploitation des mines polymétalliques (Pb-Zn) sur l'environnement de la région de Kharzet Youcef (wilaya de Sétif) mémoire de magister ENP.

**Bureau D ., (1970) :** principaux traits de la structure des monts de Bélezma (Algérie). *bull.soc.géol.franc. P210-213.*

**Bouillin J. P., (1977) :** géologie alpine de la petite Kabylie dans la région de Collo et d'el Milia (Algérie). *thèse SC ; paris VI, 551.p127.*

**Bouillin J. P. (1986) :** le bassin maghrébin, une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes. *soc.géol.france, p547-558.*

**Benabbas., (2006) :** évolution mio-plio-quadernaire des bassins continentaux de l'Algérie nord orientale : apport de la photogéologie et analyse morpho structurale. *Doctorat d'état univ.constantine, p256.*

**Coiffait P.E ., (1992) :** un bassin post-nappe dans son cadre structural d'exemple du bassin de Constantine (Algérie nord oriental). *thèse sciences.nancy, p502.*

**Durand Delga ., (1955) :** étude géologique de l'ouest de la chaîne numidique *publ.serv.cart géol.algérie, bull .n24.p533.*

**Duruzoy.G ., (1960) :** étude géologique de la région Châteaudun du Rhumel *.publ.du serv.de la carte géol.de l'Algérie .nulle série. Bull. n.22.*

**Durand Delga M., (1969) :** mise au point sur la structure de NE de Berbère *.publ.serv.cart géol.algérie, NS, NS ; bull, N39, p89-131, f.g9.*

**DAOUADJI M., BOUDJADJA L. (2002) :** Contribution à l'étude gîtologique de la minéralisation du gisement Zn-Pb d'El-Abed (W. Tlemcen). *Mémoire d'ingénieur d'état USTHB (Alger)*.

**Elmi S. (1972).** L'instabilité des monts de Tlemcen et de Ghar Rouban (Ouest Algérien) pendant le jurassique, interprétation paléogéographique. *C.R.Somm.Soc.géol, Fr, p 220-222*

**Elmi S. (1973).** Décrochement et mouvements atlasiques dans la région frontalière Algéro-marocaine (Monts de Ghar-Rouban). *C.R. Acad.Se; paris, sér. D, t, 276.*

**ELMI S. (1977) :** La sédimentation carbonatée en bordure du horst de Ghar Rouban (Algérie Occidentale) pendant la cari-xien. *Bull.Soc.géol.fr., (7), t.XIX, p.355-365.*

**ELMI S. 1978 :** L'évolution des monts de Ghar- Rouban (Algérie Nord occidentale) au début du Jurassique.

**E.N.O.F, 1990 :** Compte rendu de missions hydrogéologique sur la région d'Ain Azel à la suite de la catastrophe de la mine de Kherzet Youssef.

**Guiraud R ., (1973) :** évolution post –triasique de lavant pays de la chaine alpine en Algérie, d'après l'étude de bassin de Hodna et des régions voisines, thèse, Nice.

**Glaçon J., (1967) :** Recherche sur la géologie et les gites métallifères du tell sétifiens (Algérie), tome 2, *bulletin°32, publication du service géologique de l'Algérie.*

**Guiraud R. (1971) :** Aperçu sur les principaux traits du Hodna et des régions voisines, bulletin de service de l'Algérie N °41, *Nouvelle séries.*

**Guiraud R ., 1973 :** Evolution post-triasique de l'avant pay de la chaine alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines, *thèse es sciences, université de Nice, 12.pl.h.-t.*

**Henni A. 1998 :** Minéralogie, géochimie et métallogénie de gisements Pb-Zn de kharzet youcef. *Mémrs, Serv,Géol. Algérie, n°9, pp77-114(O.R.G.M,Boumerdés).*

**Ingoulène O., (2013) :** Etude des minéralisations à Pb-Zn des monts de Ghar Roubane (Tlemcen).

**Khaldi A., (1987) :** Le gisement de Kherzet Youssef, une minéralisation Pb-Zn, Fe (Ba) stratiforme dans le membre médian marno-carbonaté du Barrémien de la région de Ain Azel

(Hodna-Algérie), Analyse, interprétation, typologie, genèse, *thèse doctorat 3 eme cycle, LNP de LORRAINE.*

**Kaouli H et Zouad Z.1998** : Etude comparative de la minéralisation de Chaabat El Hamra et kharzet youcef (Ain Azel) Hodna.

**Lucas G. (1942).** Description géologique et pétrographique des monts de Ghar Rouban et de Sidi el Abed.*Bull.ser.car.Geol.Algeri 2eme Série n°16.*

**Lucas G. (1952).**Bordure Nord de hautes-plaines dans l'Algérie occidentale *XIX emecongr.Inter. Alger. Monogr.reg. (1), N21.*

**Lucas G. (1954).**Relation de la structure de la minéralisation plombo-zincifère dans la région dans la région de Ghar Rouban frontière Algero-marocaine XIX. Congrès de Géol. *Inter.R.sect.XII.*

**Labecheri D. (2011)** : étude des des minéralisations d'el Abed (Tlemcen).Thèse de magister .USTHB Alger. *N° d'ordre : 29 /2011 /S.T.*

**Mekhalfa A N.2019** : cartographie otomatique et interprétation des données de prospection géochimie sol à l'aide de méthode géostatistique cas du gisement de kharzet youcef – Ain Azel-Sétif.

**Raoult ., (1969)** : nouvelle donnés sur les flysch du nord du Kef sidi dris et dans la zone du col des oliviers (nord de constantinoise, Algérie) *bull.soc.géol.fr ;(7), t, XI, p516-543.*

**Raoult J. F. (1974)** : géologie du centre de la chaine numidique (nord- constantinoise, A

**Savornin J., (1920)** : Etude géologique de la région du Hodna et du plateau sétifiens : stratigraphie, description régionale, *bull, serv, Géol de l'Algérie, 2eme séries, N°7.lgérie).mém.soc.géol.fr ; t.III n121.p164.*

**Touahri B. (1983).**le gite zinc plomb d'el Abed, une minéralisation<<sous-in conformité >> en environnement dolomitique épicontinental; contribution à une recherche de guide de prospection. *Thèse de doctorat. Université pierre marie curie, paris VI.*

**Voute ., (1967)** : essai de synthèse de l'histoire géologique des environs d'Ain fakroun, Ain babouche et des régions limitrophe. *Bull. soc. Carte, n36.algérie.*

**Vila J. M. (1980) :** la chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. thèse sc.univ. Paris VI, 3vol p663 ; 199f.g ; 40 Pl ; 7 Pl.h.t.

**Wildi ., (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.p201-29.*