



المدرسة الوطنية المتعددة الفنون  
Ecole Nationale Polytechnique

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Polytechnique

*Département  
Génie Minier*

## MÉMOIRE DE MAGISTER

*Pour l'obtention du diplôme de Magister en Génie Minier*

*Etudié par : Abd Elouahab MEBARKI*

Ingénieur d'Etat en Génie Minier

*Intitulé*

# LES MÉTHODES D'EXPLOITATION DES GISEMENTS SÉDIMENTAIRES DE PLOMB ET ZINC SELON LEUR GENÈSE

Soutenu le 12 Mai 2010 avec le Jury :

<b>Président :</b>	Monsieur BALI Aberrahim	Professeur	ENP
<b>Rapporteur :</b>	Madame Salima CHABOU-MOSTEFAI	Maître de Conférences A	ENP
<b>Examineurs :</b>	Monsieur SEBAI Amar	Maître de Conférences A	ENP
	Monsieur OULD HAMOU Malek	Maître de Conférences A	ENP
<b>Invité :</b>	Monsieur CHANANE Larouci	Maître Assistant	B ISSF

**Année Universitaire 2008/2009**

E.N.P 10, Avenue Hassan Badi, EL HARRACH, ALGER

# DÉDICACE

*A mes grands parents*

*A mes très chers parents*

*A mes frères, sœurs*

*A tous mes chers amis et proches*

## REMERCIEMENTS

*Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble des personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.*

*Ma profonde gratitude s'adresse tout particulièrement à ma promotrice, Madame CHABOU Salima, qui m'a accordé sa confiance dans l'élaboration de ce mémoire. Tout en suivant de près ma démarche scientifique, elle m'a fait partager son expérience et elle m'a prodigué de précieux conseils et encouragements pour mener à bien ce travail*

*Je tiens à remercier très vivement et respectueusement Monsieur SEBAI, Maître de conférences à l'Ecole Nationale polytechnique, Monsieur CHABOU Moulley Charaf, Docteur à l'Ecole Nationale polytechnique, Monsieur CHANANE, Docteur à l'Ecole Nationale polytechnique, qui m'a fait l'honneur de présider le jury de mémoire.*

*Ce travail doit également beaucoup aux discussions fructueuses que j'ai pu avoir avec un certain nombre de personnes : je citerai, en particulier, les responsables du centre de documentation de l'ANGCM et l'ANPM qui m'ont donné l'opportunité d'accéder à la documentation, sans oublier les personnes qui travaillent dans la bibliothèque de la faculté Sciences de la terre à l'université de Bab-Ezzouar.*

## LISTE DES FIGURES

<b>Fig., 1:</b> Présentation de la géologie algérienne (les grands ensembles structuraux) – Zone Nord, (d’après ANPM- 2006) .....	12
<b>Fig. 2:</b> Présentation de la géologie de l’Algérie du Nord (d’après ANPM ,2006) .....	14
<b>Fig. 3:</b> Zones structurales du Nord de l’Algérie (d’après ANPM ,2006).....	18
<b>Fig. 4:</b> Carte géographique simplifiée de la chaine tellienne avec la localisation des principaux gîtes à Pb-Zn (Fe-Cu-Ba-F), compilation de A. Boutaleb (1999).....	21
<b>Fig. 5:</b> Schéma de la répartition des associations minérales d’après A. Popov 1965.....	21
<b>Fig.6a:</b> Aïn Barbar. Projection du filon playfaire sur un plan vertical.....	34
<b>Fig.6b:</b> Koudiat Hamra.....	35
<b>Fig.6c:</b> Aïn Lourmane plan schématisé des formations minéralisées.....	35
<b>Fig.6d:</b> Bouteldja coupe vertical N-S.....	35
<b>Fig.7:</b> Schéma de la répartition des gisements de plomb et zinc par rapport aux massifs tertiaires de la petite kabyle et de l'Edough (d'après POPOV, 1965).....	36
<b>Fig. 8:</b> carte géologique des régions d’Aïn Barbar et de la Voile Noire (d’après BOLFA, 1948).....	37
<b>Fig. 9 :</b> Coupe N-E, S-W à travers le champ filonien d’Aïn Barbar.....	39
<b>Fig. 10 :</b> Localisation du gisement de Guerrouma d’après ANPM ,2006.....	41
<b>Fig. 11:</b> Quelques coupes de sondages du gisement de Guerrouma.....	44
<b>Fig. 12:</b> Localisation du gisement de Sakamody d’après ANPM ,2006.....	45
<b>Fig. 13:</b> Extrait de la carte topographique de Tablat N°64 au 1/50000.....	46
<b>Fig. 14:</b> Quelques coupes de sondages du gisement Sakamody.....	48
<b>Fig. 15 :</b> Filon principal projection sur un plan vertical.....	50
<b>Fig.16:</b> Kef Oum Théboul zonalité de la minéralisation dans le filon principal.....	50
<b>Fig.17:</b> Localisation des gisements Guergour – Kef semmah.....	54
<b>Fig. 18 :</b> District du Guergour : Localisation du gisement dans la structure géologique.....	55
<b>Fig. 19:</b> Schéma de la minéralisation en fractures et en amas près des croiseurs E-W.....	55
<b>Fig. 20:</b> Aïn Melaz. Schéma géologique avec la position des blocs minéralisés (D’après les travaux du BRMA in POPOV, 1965).....	57
<b>Fig. 21:</b> Localisation du Djebel Felten ,ANPM ,2006.....	58
<b>Fig.22:</b> Site du Djebel Felten (Extrait Carte topographique au 1/50 000 (feuille Oued Athmania).....	58
<b>Fig.23 :</b> Extrait de la carte géologique du Djebel Felten au 1/10 000 (ORGM, 2003).....	61
<b>Fig. 24 :</b> Localisation du gisement de Djebel Mesloul d’après ANPM ,2006.....	62
<b>Fig. 25 :</b> Carte géologique simplifiée du massif de Mesloul (DUBOURDIEU, 1959).....	64
<b>Fig. 26:</b> Gisement d’El Abed -Oued Zounder Schéma de la position des runs minéralisés dans la	



structure d'ensemble (vers la gauche le gîte de Bou Beker -Zelidja au Maroc).....	68
<b>Fig.27a</b> : Carte géologique de la région d'El Abed, selon LUCAS (1942) et TOUAHRI (1983) <i>in</i> METZLER ,1986 .....	69
<b>Fig.27b</b> : Coupe géologique du gisement d'El Abed, selon LUCAS (1942) et TOUAHRI (1983) <i>in</i> METZLER ,1986 .....	69
<b>Fig.28</b> : Position de la minéralisation dans les Horst de Tifrit et Tagremaret.....	70
<b>Fig.29</b> : Position de la minéralisation dans la structure générale.....	71
<b>Fig.30</b> : Dominique Luciani. Coupe transversale de la zone Nord.....	72
<b>Fig. 31</b> : Localisation du Aïn Kahla ,ANPM ,2008.....	73
<b>Fig.32</b> : Carte topographique : (Feuille Ain Azel N°143 au 1/50 000 d'après ANPM ,2008).....	74
<b>Fig.33</b> : Coupe géologique montrant la distribution des corps minéralisés dans le Lias et le Dogger (D'après BEYOUUD, 1990 et ORGM).....	76
<b>Fig. 34</b> : Schéma géologique du gisement de Kherzet-Youcef(HENNI, 1993).....	77
<b>Fig. 35</b> : Situation du site de Kherzet Youcef (Extrait du schéma structural de l'Algérie à 1 :1000 0000, KIEKEN 1962).....	78
<b>Fig.36</b> : Djebel Gustar, (amas Louise,) zonalité de la minéralisation, dolomitisation et silicification par rapport aux fractures.....	80
<b>Fig. 37</b> : Localisation du Aïn Kahla ,ANPM ,2008.....	81
<b>Fig. 38</b> : Situation du site de Djebel Ichmoul sur carte topographique 1/50 000 (Feuille Arris) ,ANPM ,2008.....	82
<b>Fig.39</b> : Extrait de la carte à 1/500 000 des gîtes minéraux, feuille Constantine Nord.....	88
<b>Fig.40</b> : Carte de répartitions des gîtes à Pb-Zn du Maroc et de l'aire métallogénique occidentale des Maghrébides (d'après Viland, 1982).....	95
<b>Fig.41</b> : carte géologique d'AIN AZEL (1977) Echelle 1/50 000.....	106
<b>Fig.42</b> : Schéma de la méthode d'exploitation par chambres et piliers.....	108
<b>Fig.43</b> : Carte géologique d'AIN AZEL (1977) Echelle 1/50 000.....	113
<b>Fig. 44</b> : Coupe hydrogéologique Profil 0 – Profil 15 (D'après SIDAM 2003).....	116
<b>Fig.45</b> : Distribution des teneurs en Zinc des corps de minerai du gisement de Chaâbet El Hamra.....	117

## ملخص:

إن الدراسة المرجعية لجيولوجيا رواسب الرصاص والزنك وطرق إستغلالها في شمال الجزائر قد بين وجود ثلاث أنواع من رواسب الرصاص والزنك وهي: العروق المعدنية، الشقوق و الطبقات.

الإقليم المغاربي الواقع إلى الشمال من المنصة الصحراوية تضم إقليمين فرعيين و هما : في الشمال، الإقليم الفرعي التلي، و هو أقل أهمية و فيها نشاطات بركانية في العصر الثالث. الرواسب تتكون أساسا من العروق المعدنية ذات تكوين معقد: الرصاص ، الزنك، النحاس، الباريت، الفليور، الباريوم (أرسنيك،الزئبق، النيكل، الفضة)

في الجنوب ، الإقليم الفرعي الصحراوي ذو ترسبات من نوع المنصة القارية، الطيات أو اللوحية أين ينعقد النشاط البركاني. الرواسب هي من الشكل الطبقي أو من امتلاءات الشقوق ذات تكوين بسيط: الزنك ، الرصاص (الكادميوم ، الباريت ، النواذر ، النحاس ، الزئبق). إن رواسب الزنك والرصاص متواجدة في الغطاء الرسوبي الثانوي في كل من الحجر الجيري والدولوميت و بالتحديد الرواسب الطبقيّة في العابد، خرزة يوسف و شعبة الحمرا.

التكتونية إنكسارية ذات صدع عادي على شكل هورست و غرابن. أسلوب الاستغلال المتبع هو أسلوب الغزف والدعائم.

## الكلمات المفتاح:

رصاص، زنك، استغلال، تكوين، العابد، خرزة يوسف، شعبة الحمرا، عروق معدنية، شقوق، طبقات، جيولوجيا.

## RESUME

L'étude bibliographique de la géologie des gisements de plomb-zinc et de leurs modes d'exploitation en Algérie du Nord a montré trois types de gîtes de plomb -zinc : les gîtes filoniens, de cassures et stratiformes.

La province maghrébine située au Nord de la plate-forme saharienne, comprend deux sous- provinces :

Au Nord, la sous-province tellienne, la moins importante, avec des manifestations volcaniques au Tertiaire. Les gisements sont essentiellement filoniens, avec une paragenèse complexe : Pb, Zn, Cu, pyrite, F, Ba (As, Sb, Hg, Ni, Ag, In) ;

Au Sud, la sous- province saharienne, à sédimentation de type plate-forme continentale, plissée ou tabulaire, où le volcanisme est absent. Les gisements sont à dominante stratiforme, ou en remplissage de fractures, avec une paragenèse simple : Zn-Pb (Cd, Ga, Ge, pyrite, rare, Cu, Sb, Hg). Les gisements de zinc et de plomb se localisent dans la couverture sédimentaire secondaire dans les calcaires et dolomies avec notamment les gîtes stratiformes d'El Abed, de Kherzet Youssef et de Chaâbet El Hamra.

La tectonique y est cassante de faille normale en horsts et grabens .La méthode d'exploitation utilisée est celle des chambres et piliers.

**MOTS CLES:** plomb - zinc- exploitation – paragenèse - El- Abed - Kherzet Youssef- Chaabet El- Hamra – filons - cassure - stratiforme –géologie.

## ABSTRACT

The literature review of the geology of the lead and zinc deposits and their exploitation modes in northern Algeria has shown three types of deposits of lead and zinc: vein deposits, cracks and stratiforms.

The Maghrebine province located in the north of the Saharan platform includes two sub-provinces:

In the North, the Tellian sub-province is the least important, with the Tertiary volcanic events. The deposits are mainly vein, with a complex paragenesis: Pb, Zn, Cu, pyrite, F, Ba (As, Sb, Hg, Ni, Ag, In);

In the South sub-Saharan province, sedimentation type shelf, folded or tabular, where volcanism is absent. The deposits are mainly stratiform, or on filling fractures with a simple paragenesis: Zn-Pb (Cd, Ga, Ge, pyrite, rare, Cu, Sb, Hg). The deposits of zinc and lead are located in the secondary sedimentary cover in the limestones and dolomies including stratiform deposits of El Abed, of Kherzet Youssef and Chaâbet El Hamra.

Tectonics is brittle of normal fault in horst and graben. The mining method used is that of rooms and pillars.

**KEY WORDS:** lead - zinc- exploitation – paragenesis - El- Abed - Kherzet Youssef- Chaabet El- Hamra – veins - breaks - stratiform –geology.

# TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION.....</b>	11
<b>I.GENERALITES.....</b>	14
I.1. Géologie du nord de l'Algérie.....	14
I.2.Lithostratigraphie du nord de l'Algérie.....	14
I.2. Géologie du nord de l'Algérie.....	17
<b>II.LES MINERALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC.....</b>	20
II.1.Répartition générale.....	20
II.2. Minéralogie des concentrations.....	20
II.3. Minéralisation et roche encaissante.....	23
<b>III.LES TYPES DE MINERALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC.....</b>	31
<b>III.1- LES GITES FILONIENS.....</b>	31
1.1. Les Gîtes Filoniens de la Petite Kabylie et de l'Edough.....	31
1.2. Les gîtes filoniens de la zone sous kabyle.....	40
1.3. Les Gîtes filoniens dans l'allochtone tellien et les flyschs.....	49
1.4. Les Gîtes filoniens dans le domaine pré-saharien.....	51
<b>III.2-LES GITES DE CASSURES.....</b>	51
2.1. Les Gîtes de cassures dans les massifs Kabyles et leur couverture.....	52
2.2. Les Gîtes de cassure dans la zone Sous Kabyle.....	52
2.3. Les Gîtes de cassure dans l'autochtone intra tellien.....	53
2.4. Les gîtes de cassure dans la meseta oranaise.....	56

2.5. Les Gîtes de cassure dans la zone intermédiaire du môle d'Aïn M'lila....	57
2.6. Les Gîtes de cassure dans l'Atlas Saharien.....	61
<b>III.3-LES GITES STRATIFORMES.....</b>	<b>65</b>
3.1. Les Gîtes stratiformes du domaine Tellien.....	65
3.2. Les Gîtes stratiformes de la meseta oranaise.....	66
3.3. Les Gîtes stratiformes dans la zone intermédiaire du Môle d'Aïn M'Lila et sa bordure.....	72
3.4. Les Gîtes stratiformes dans l'Atlas Saharien.....	80
3.4.1. Les Gîtes dans l'Aurès.....	80
3.4.2. Les Gîtes dans l'Atlas Saharien Oriental.....	85
A. Hammam N'Baïls.....	85
B. Dans la zone de L'Atlas Saharien Oriental.....	86
<b>IV. METALLOGENIE DES GITES DE PLOMB ZINC.....</b>	<b>88</b>
<b>V.PRESENTATION DES DIFFERENTES METHODES D'EXPLOITATION SOUTERRAINE.....</b>	<b>97</b>
<b>VI .PRESENTATION DES MINES.....</b>	<b>105</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>123</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>127</b>

# Introduction

## INTRODUCTION

Le présent travail a pour objectif l'étude bibliographique de la géologie des gisements de plomb-zinc et de leurs modes d'exploitations en Algérie.

Notre mémoire comporte deux parties :

*Une première partie* sera consacrée à l'étude géologique des gisements de plomb zinc :

- Un premier chapitre décrira la géologie du Nord algérien où se trouve la majorité des gisements de Plomb et Zinc.
- Un deuxième chapitre traitera la minéralogie des minéralisations et de la roche encaissante
- Un troisième chapitre étudiera les différents types morphologiques des concentrations de Plomb et de Zinc en Algérie, suivis d'une description générale de la géologie des gîtes existants.

*Une deuxième partie* : présentera les différents modes d'exploitation de ces gisements.

Avec un rappel des différents modes d'exploitations des gisements.

Suivi d'une étude comparative entre les modes d'exploitation et la morphologie de quelques gisements de Plomb et de Zinc en Algérie, pour terminer avec l'exemple de la mine de Chaâbat El Hamra.

Quatre grands domaines se distinguent morphologiquement, du Nord au Sud de l'Algérie :

- L'Atlas tellien (Tell), constitué de reliefs escarpés et de plaines littorales ;
- Les Hauts Plateaux ;
- L'Atlas saharien, formant une longue série de chainons, orientés E-WSW, s'étendant de la frontière marocaine à la frontière tunisienne ;

Le Sahara, qui recèle l'essentiel des ressources en hydrocarbures, est un désert formé de grandes étendues de dunes (Erg Oriental et Erg Occidental), de plaines caillouteuses (regs) et parsemé d'oasis. Le massif des Eglab à l'Ouest et le massif du Hoggar à l'Est forment pratiquement, la limite méridionale du Sahara algérien, frontière avec la Mauritanie, le Mali, le Niger et la Libye.

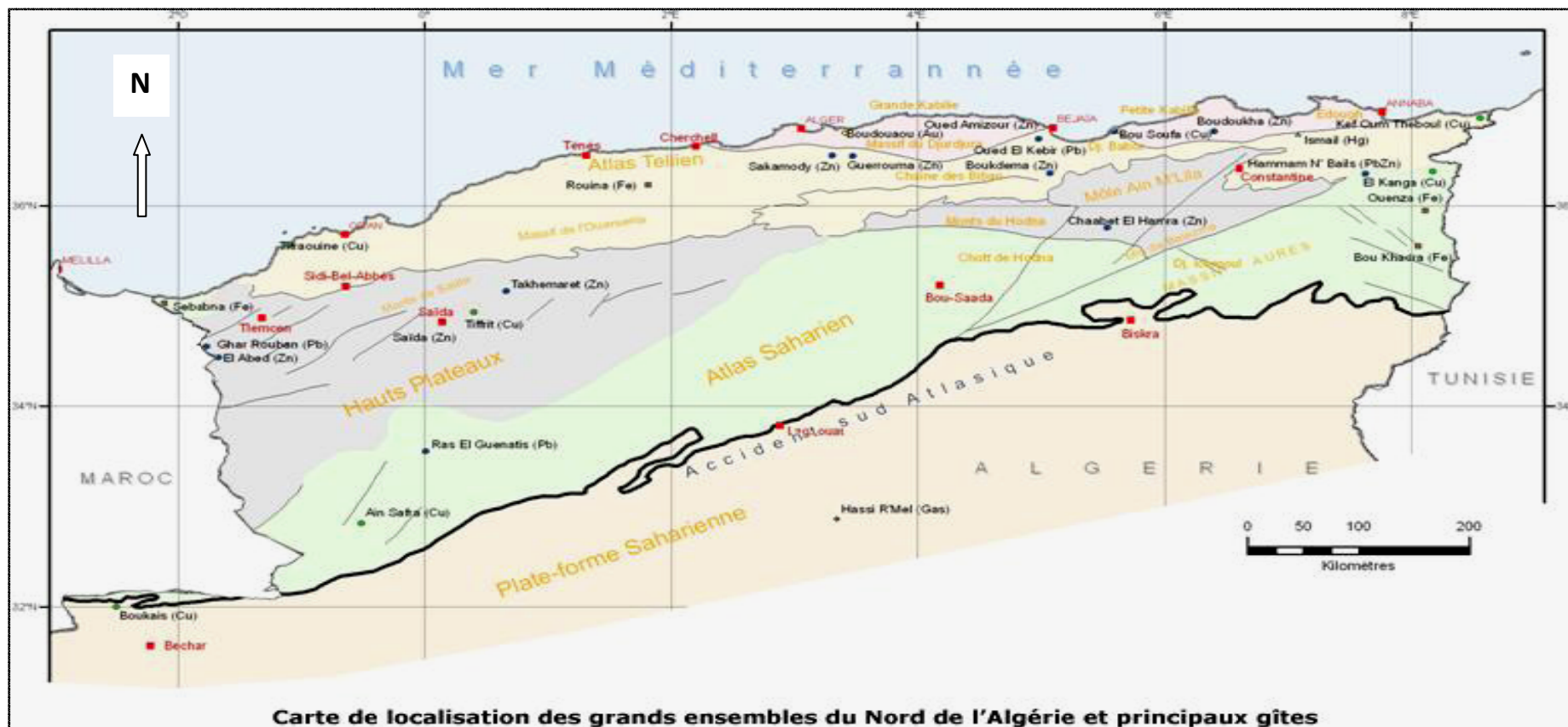


Fig., 1: Présentation de la géologie algérienne (les grands ensembles structuraux) – Zone Nord, (d'après ANPM- 2006)

Généralités



## I.GENERALITES

### I.1. GEOLOGIE DU NORD DE L'ALGERIE

Le Nord de l'Algérie est constitué de reliefs jeunes, modelés au cours du Tertiaire par les mouvements alpins. Il est délimité au Sud, par l'Atlas Saharien (chaîne alpine) et au centre, par des plates-formes (Meseta oranaise à l'Ouest et môle d'Aïn Regada à l'Est). Dans la partie septentrionale, l'Atlas tellien (Jurassique à Miocène) est une zone complexe constituée de nappes mises en place au Miocène inférieur. Des bassins néogènes tardifs, comme le Chéelif et le Hodna, se sont installés sur ces nappes. Le plateau continental est réduit ; les dépôts tertiaires et quaternaires (1 000 à 3 500m) reposent sur un socle métamorphique.

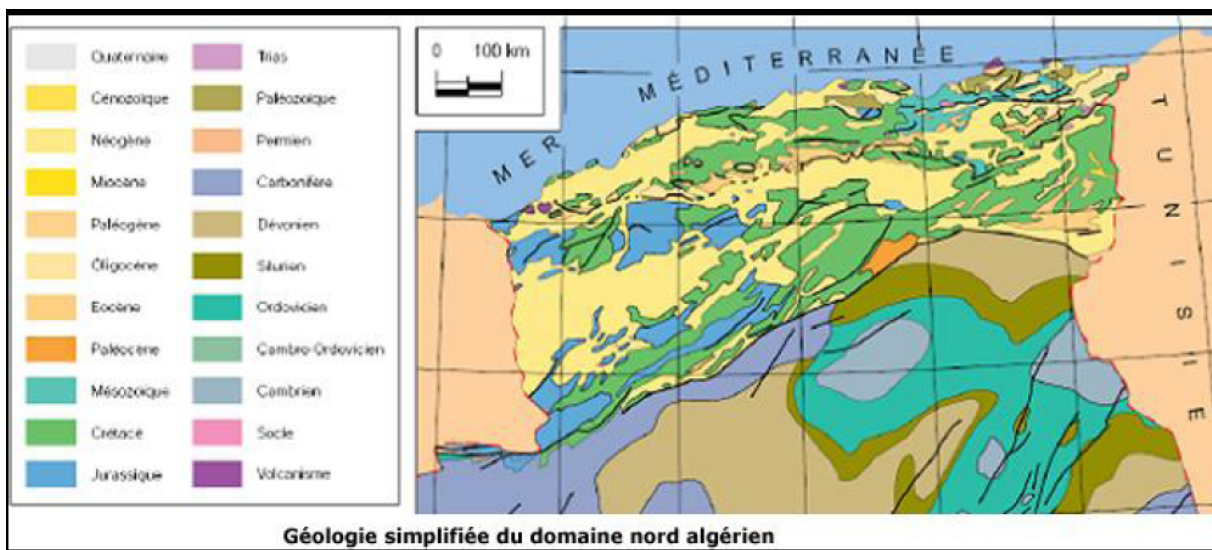


Fig. 2: Présentation de la géologie de l'Algérie du Nord (d'après ANPM ,2006)

### I.2.LITHOSTRATIGRAPHIE DU NORD DE L'ALGERIE

La stratigraphie du Nord algérien fait partie du bassin mésogéen (situé au milieu des terres). Quatre ensembles paléogéographiques sont individualisés: la Meseta oranaise, l'Atlas saharien, le SE constantinois et le domaine tellien. La succession stratigraphique peut se résumer ainsi :

#### • Paléozoïque

*Le Paléozoïque inférieur* affleure sous forme de gneiss, micaschistes, grès et quartzites dans la partie septentrionale : Monts de Ghar-Rouban, Tiffrit, Traras, Chenoua, Kabylie. Les formations cristallophylliennes anté-Silurien sont mal connues. Puissantes de 4000 à 5000m

## I. GÉNÉRALITÉS

en Petite Kabylie, elles sont recouvertes par un conglomérat suivi de schistes à Graptolites et de calcaires à Tentaculites et Orthocères.

*Au Dévonien*, la sédimentation comporte des brèches, recouvertes d'un ensemble schisto-gréseux avec calcaires récifaux à Ghar-Rouban, alors que des flyschs se déposent dans les sillons.

*Le Carbonifère* n'est connu que dans le Djurdjura (faciès continentaux) ; le Viséen schisto-conglomératique de Ghar-Rouban et Tlemcen inclut des épisodes éruptifs.

### • Mésozoïque

Le *Trias* évolue d'une sédimentation gréseuse à de puissants dépôts évaporitiques se terminant par des calcaires dolomitiques avec intercalations de vulcanites basiques.

En Grande Kabylie, une partie du Permien et le Trias inférieur sont constitués de grès rouges surmontés par des calcaires du Mushelkalk en bancs épais ou en plaquettes. Une sédimentation gréseuse rouge reprend ensuite, accompagnée d'intercalations doléritiques.

Au Sud, région des Babors, le Keuper, salifère et gypsifère, repose sur les calcaires du Mushelkalk. Cette sédimentation lagunaire s'étend tout le long de la zone tellienne. A l'Est, ce Trias lagunaire, argilo-détritique, évolue en tendance carbonatée au Mushelkalk. A la fin du Trias, les dépôts évaporitiques se généralisent.

Le *Jurassique* débute par une transgression marine ; les faciès carbonatés (calcaires et dolomies) à oolithes du Rhétien, reposant sur le Keuper, passent à des marnes au Lias supérieur. Dans le Hodna et à Boussaâda, des carbonates comblent la fosse atlasique.

Dans le Tell occidental et la Plate-forme saharienne, les dépôts sont carbonatés (200m) à l'Hettangien- Sinémurien. A l'Hettangien- Pliensbachien, des calcaires à ammonites, des polypiers, des algues et des dolomies calcaires (200m) soulignent l'amplitude de la transgression.

## I. GÉNÉRALITÉS

Le Dogger apparaît dans deux secteurs :

- en Kabylie avec une sédimentation carbonatée réduite ;
- dans le Tell (sédimentation argilo-carbonatée épaisse), dans les Hauts-Plateaux et le môle de Constantine (carbonates), dans la fosse atlasique (2000m de dépôts argilo-gréseux). A noter que, dans la bordure sud de l'Oranie et de l'Atlas saharien occidental, le Bajocien montre une tendance détritique traduisant une activité fluvio-deltaïque. Au Malm, les grès s'étendent vers le Nord soulignant une régression. Les domaines marins du Nord aux s'opposent les domaines continentaux deltaïques du Sud. Cependant, au Sud quelques dépôts d'influences marines s'observent encore (Haut-Plateaux et fosse atlasique). A l'Est du méridien Sedrata- Laghouat, le milieu est marin jusqu'au Jurassique supérieur.

*Le Crétacé*, détritique et siliceux, affleure dans l'Atlas saharien, où il atteint 1200m de puissance.

Au Néocomien-Barrémien, la mer quitte l'Atlas tellien, le Môle de Constantine et le NE de la fosse atlasique. On y observe des alternances d'épisodes argilo-gréseux et de carbonates.

A l'Aptien, une transgression carbonatée à récifs marque la sédimentation dans le Hodna et les Aurès ; les grès dominent au Sud et à l'Ouest (fluvio- deltaïque).

A l'Albien, des grès puis des flyschs se déposent dans l'Atlas saharien alors que dans le Tell, ce sont des faciès argilo-gréseux qui dominent. Dans le SE constantinois, une transgression Crétacé supérieur s'amorce avec des dépôts de carbonates.

Au Cénomaniens, la mer est présente, peu profonde au Sud (évaporites) ou franchement marine dans le Tell (1000m de marnes pélagiques). Le Cénomaniens est néritique (300 à 400m de puissance) à Telagh et Tiaret, carbonaté dans le Hodna.

Le Turonien marneux à lamellibranches et échinodermes couvre tout le Nord algérien à l'exception des Hauts-Plateaux et du constantinois.

Au Sénonien, la sédimentation marno-calcaire se poursuit marquée par un approfondissement marin.

## I. GÉNÉRALITÉS

### • Cénozoïque

- Il débute à l'*Eocène* par des dépôts étendus et puissants : marnes, calcaires et argiles dans le Tell ; marnes gypseuses, calcaires phosphatés et à silex du Hodna ; marnes à huîtres.
- A l'*Oligocène*, la sédimentation est dominée par les grès.

Au *Miocène inférieur*, une épaisse série de marnes bleues (1000 m) accompagne la transgression qui envahit l'Algérie depuis Tlemcen jusqu'à Biskra. Les bassins de Tafna, du bas et moyen Cheliff, du Hodna, des Sébaou s'individualisent.

Au *Miocène supérieur*, la régression au Burdigalien est suivie d'une transgression dans le Cheliff (marnes noires ou bleues, sable, grès, calcaires, diatomites, gypse).

### • Plio-Quaternaire

Au *Pliocène*, des marnes bleues gréseuses (1000 m) se déposent dans le Chélif et la Mitidja. Partout ailleurs, la sédimentation est lagunaire ou continentale.

## I.2. GITOLOGIE DU NORD DE L'ALGERIE

Le Nord de l'Algérie appartient à la province alpine mésogéenne (téthysienne), qui couvre la chaîne béltique au Sud de l'Espagne et au Nord du Maroc. Cette province présente un très grand nombre de minéralisations à Pb-Zn et polymétalliques. En Algérie du Nord, un socle ancien (hercynien) affleure dans les Massifs de la Grande et Petite Kabylie, de l'Edough, et au cœur des horsts du domaine des Hauts Plateaux. Les principales minéralisations sont stratiformes de type Vallée du Mississippi (MVT) (Pb-Zn), filoniennes polymétalliques de type épithermal, méso-thermal, porphyrique, ou péri granitiques dans le socle (skarn, greisen, etc.), TOUAHRI, 1987.

### I.2.1. Ensembles métallogéniques du Nord de l'Algérie

La province maghrébine à Pb-Zn, en bordure septentrionale de la plate-forme saharienne, est composée de deux sous-provinces :

- *au Nord, la sous province tellienne*, de type base de marge continentale, comprenant les massifs Kabyles, avec manifestations volcaniques au Tertiaire. Cette sous-province recèle environ 47% des gisements et 40% du potentiel en Pb-Zn. Les gisements sont essentiellement

## I. GÉNÉRALITÉS

filoniens, avec association minérale complexe : Pb, Zn, Cu, pyrite, F, Ba (As, Sb, Hg, Ni, Ag, In), dans des encaissants plutôt siliceux (gneiss, schistes, marnes, grès). Les filons, amas et disséminations se rencontrent aussi bien dans le socle métamorphique que dans les séries de couverture, jusque dans le Miocène post-nappe.

• *au Sud, la sous province méridionale ou saharienne*, à sédimentation de type plate-forme continentale, plissée ou tabulaire, où le volcanisme est absent. Elle recèle environ 53% des gisements et 60% du potentiel Pb-Zn. Les gisements, de type MVT, sont à dominante stratiforme, ou en remplissage de fractures, avec une paragenèse simple : Zn-Pb (Cd, Ga, Ge, pyrite, Cu rare, Sb, Hg). Les encaissants sont carbonatés. Leur âge décroît d'Ouest (Lias près d'Oran) en Est (Crétacé supérieur à Ain M'Lila, Miocène dans l'Est Constantinois).

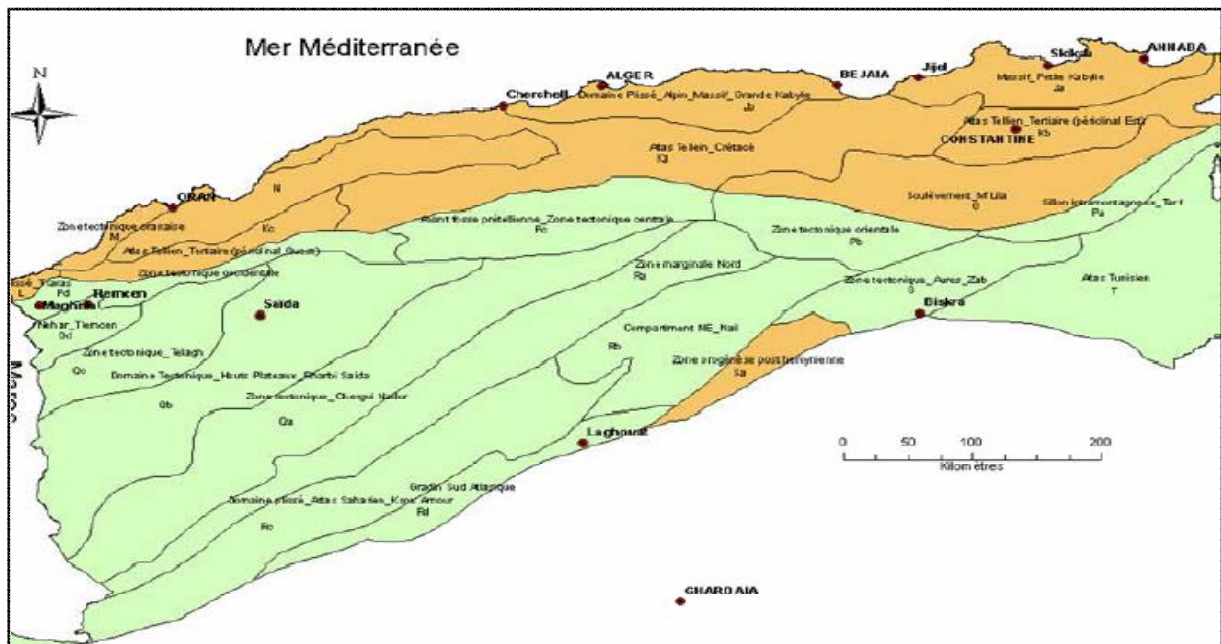


Fig. 3: Zones structurales du Nord de l'Algérie (d'après ANPM ,2006)

# Minéralisations de Plomb et Zinc

### II.LES MINERALISATIONS DE PLOMB ET ZINC

#### II.1.Répartition générale

Les gisements de zinc et de plomb connus à ce jour se localisent presque exclusivement dans l'Algérie de Nord, la région Saharienne en est pratiquement dépourvue à l'exception des Tassilis.

La répartition des minéralisations sur un fond géologique représentant les grandes unités structurales (Planche hors texte (Fig.4)) conduit à opposer deux grandes aires où la densité des indices et des gîtes connus est la plus élevée. Ce sont :

a- Une aire algéro-marocaine à l'Ouest d'un méridien passant par Oran et où les minéralisations sont essentiellement localisées dans les Hauts Plateaux, le Moyen Atlas et le Haut Atlas.

b- Une aire algéro-tunisienne à l'Est d'une ligne oblique NW-SE passant par Alger et Biskra. Les minéralisations y sont réparties dans différentes unités structurales. Entre les deux, et quelle que soit l'unité structurale considérée, la densité des indices connus considérablement diminuée, et elle est nulle dans l'Atlas Saharien, approximativement entre Aïn Sefra et Biskra (TOUAHRI, 1987).

L'Algérie présente un gros potentiel en métaux de base. Les 4 grandes provinces métallifères sont concernées : Nord Algérie, Plate-forme saharienne, Hoggar et Eglab. Les types de gîtes sont donc très variés : porphyrique, méso-épithermal, amas sulfurés, filonien, MVT, Red-Bed.

C'est dans la province nord algérienne que figure la très grande majorité des minéralisations de Pb-Zn, avec 88% des occurrences connues et un potentiel estimé à 1,6 milliards de tonnes de réserves identifiées et 4 millions de tonnes de ressources. (TOUAHRI, 1987).

Ce chapitre présente la minéralogie et la lithologie des gisements plomb et zinc en Algérie.

#### II.2. Minéralogie des concentrations

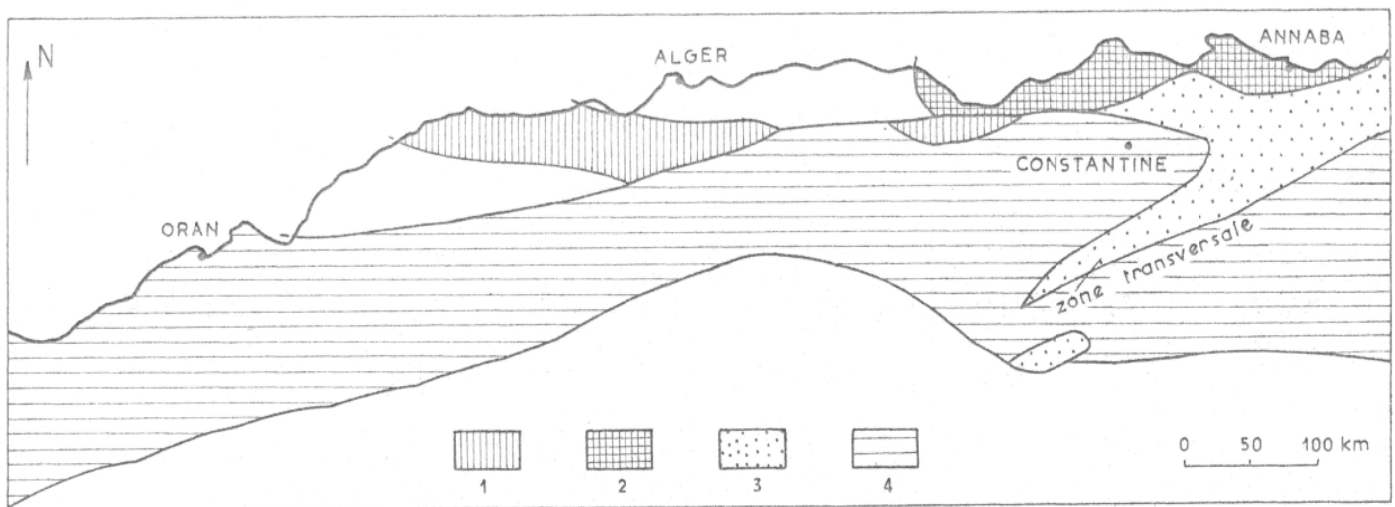
D'un point de vue minéralogique d'après POPOV (1965) les gisements de Zn-Pb en Algérie sont faible teneur: Blende et Galène, plus ou moins accompagnées de chalcopryrite, pyrite et de minéraux de Hg, Sb, As. La paragenèse dans la plupart des cas varie sensiblement



d'un gisement à l'autre suivant la position de ces derniers dans les unités tectoniques. Or, les gisements appartenant à une même zone structurale présentent des paragenèses très voisines, ce qui permet de les grouper en quelques associations minérales caractéristiques ou types paragénétiques.

Entre les zones structurales internes et la répartition des associations minérales existe une liaison directe ; en effet, les zones du littoral présentent des associations complexes Pb-Zn-Cu (Hg, Sb, As, Fe et Pyrite) tandis que dans les zones méridionales (le domaine pré-saharien et une partie du Tell) c'est l'association simple Pb-Zn (rarement Cu, Hg) qui prédomine largement. Cela correspond à l'évolution géologique et tectonique complexe des zones structurales septentrionales (le domaine Tellien et le massif de la Petite Kabylie – l'Edough) dans lesquelles des manifestations éruptives ont eu lieu au Tertiaire (post-miocène).

De l'Ouest vers l'Est, les associations minérales deviennent plus complexes avec l'apparition de minéraux de l'antimoine (Sb), mercure (Hg) dans la paragenèse et l'augmentation du plomb et du cuivre dans les gisements (Fig. 5) et (Tabl. 1).



**Fig.5:** Schéma de la répartition des associations minérales d'après POPOV, 1965

1. Associations polymétallique: galène- blende- chalcopryrite- pyrite
2. Association: blende – galène – cuivre gris – sidérite.
3. Association blende – minéraux de Sb – galène – cinabre.
4. Association simple Zn-Pb



## II. LES MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET ZINC

Tableau N°1: les associations minérales caractéristiques des gisements de Zinc et Plomb en Algérie. (POPOV, 1965)

Associations minérales	Minéraux métalliques			gangue	Principaux gisements
	principaux	accessoires	éléments mineurs		
Association polymétallique: Zn-Pb-Cu-Pyrite	Blende Galène Chalcopryrite Pyrite	Arsénopyrite Bournonite Bismuthinite Enargite pyrothite (sidérite)	Ag, Cd, Mn, In, Ga, Sn, Co, Sb, As	Quartz, calcite (baryte, fluorite)	Ain Barbar, kef Oum Theboul, Boudoukha, Oued El Kebir (strat)
Association cuproferreuse Zn-Sb-Fe-Pb	Blende Cuivre gris Sidérite Galène	Pyrite, Chalcopryrite, Arsénopyrite Enargite, boulangérite, minéraux de Ni et Co	Ag, Cd, As, Sb, Hg	Baryte, Fluorite, Calcite, (quartz)	Guerrouma, Sakamody
Association simple Zn-Sb ou Zn-Pb-Hg	Blende (smithsonite) Nadorite cinabre	Sénarmontite, valentinite, galène, pyrite	Non connus	Calcite (sidérite)	Hammam N'Baïls Hammimate, Taghit
Association simple Zn-Pb ou Pb(Zn)	Galène Blende (smithsonite)	Pyrite (chalcopryrite)	Cd, Ge, V, Ag, Ga, Sb, Sr, As	Dolomite, baryte, fluorite (calcite)	El abed, Oued Zouder, Ouarsenis, Kherzet Youssef, Mesloula

### II.3. Minéralisation et roche encaissante

#### II.3.1. Caractéristiques générales de la roche encaissante

La lithologie encadrant les gisements de plomb en Algérie est assez variable : granites, gneiss, schistes métamorphiques, roches volcaniques, dolomies, calcaires, grés, marnes, conglomérats, néanmoins la plus grande partie des minéralisations est localisée dans les dolomies et calcaires.

##### II.3.1.1. La minéralisation dans les roches granitiques et métamorphiques

Il s'agit de gisement filonien localisé dans le socle primaire des massifs kabyles et du Môle Oranais. La composition des roches encaissantes n'intervient dans la formation de ces concentrations que par des propriétés physiques.

Les altérations de roches encaissantes sont très faibles qui s'exprime par silicification et kaolinisation essentiellement. Les zones d'altération dépassent rarement quelques mètres de puissance; néanmoins, dans les zones broyées des contacts tectoniques (Aïn Lourman, Bouteldja), on observe des altérations très étendues.

##### II.3.1.2. La minéralisation dans les roches volcaniques

Les seuls gisements encaissés dans les roches volcaniques, andésites et tufs qui les accompagnent, sont ceux de Cavallo (Oued El Kebir) et El Gourouma.

La minéralisation affecte des andésites, brèches andésitiques et sédimentaires, tufs et conglomérat. Pour Cavallo, on note une altération intense, qui n'est pas toujours en relation avec la minéralisation. Cette altération comporte, silicification et pyritisation abondantes accompagnées par la séricitisation et la kaolinisation des feldspaths.

##### II.3.1.3. Minéralisations dans les roches sédimentaires

La plupart des gisements de zinc et de plomb se localisent dans la couverture sédimentaire et notamment dans les calcaires et dolomies. Une faible partie des gisements est liée aux autres roches et c'est pour cette raison que nous allons présenter les minéralisations en 3 groupes (dans l'esprit de la classification de ROUTHIER, 1963)

### *a) Minéralisations dans les formations détritiques grossières*

Les conglomérats, grés, arkoses, quartzites sont des roches sédimentaires qui contiennent un certain nombre de gisements de cassure (diaclasses, stock-werks, filonnets) essentiellement plombifères. Ils se rencontrent principalement dans l'autochtone intratellien et les flyschs crétacés et oligocènes (Bou Kiama, Chabet El Kohol).

### *b) Minéralisation dans les argiles*

Ce sont des minéralisations essentiellement zincifères peu importantes de faible extension. Les roches encaissantes sont de couleur presque noire avec une occurrence de pyrite et fréquemment de la matière organique (bitume), ou les trouve dans l'autochtone tellien (Ain Sedjera) et dans le Môle d' Aïn M'Lila (Merouana).

Dans certains gisements stratiformes, des roches dolomitiques, il y a présence de joints, ou de niveaux plus étendus d'argilites (ou marnes argileuses) qui se placent toujours au toit de la minéralisation (Oued Zeboudj, Dominique Luciani, Tzila, Kherzet Youssef, Djebel Gustar). Ils sont très rarement minéralisés (Merouana).

### *c) Minéralisation dans les roches carbonatées*

Les concentrations à Pb-Zn en milieu carbonaté les plus importantes connues dans l'aire métallogénique occidentale (Fillaoussene, Traras, monts de Tlemcen et monts de Saïda) sont associées aux plateformes carbonatées d'âge mésozoïque (surtout le Jurassique) (POPOV, 1965).

TOUAHRI (1983, 1987) a étudié les minéralisations d'El Abed (partie orientale du district de Touissit – Bou beker - El Abed). Il associe la mise en place de la minéralisation au contrôle qu'aurait joué la paléo structure hercynienne réactivée à l'Aaléno-Bajocien inférieur et moyen.

Il s'agit de minéralisations qui se présentent en remplissage karstique (argiles, grés et sulfures) discordant par rapport à l'encaissant dolomitique d'une plate-forme carbonatée intertidale. Les amas minéralisés s'alignent sur une direction tectonique privilégiée qui souligne les traits paléogéographiques du Jurassique: WNW – ESE à N-S, N-SW et E- W.

### *C.1. Les calcaires*

Les calcaires minéralisés montrent une répartition régionale alors que dans l'Atlas Saharien et la zone tabulaire oranaise, les calcaires jurassiques (marno-calcaires, calcaires oolithiques, bréchoïdes, récifaux, calcaires à silex) ne renferment pas de minéralisations.

Dans la "chaîne Calcaire", Babors et le Môle d'Aïn M'Lila, les calcaires massifs à silex, ou sub lithographiques renferment des minéralisations dans les fractures

Dans le Crétacé, à l'exception de certaines minéralisations localisées dans des fractures affectant les calcaires (Kef Soumah, Dj. Felten, Ain Arko) il y a une étroite liaison entre les faciès récifaux et la minéralisation. Cela est très caractéristique pour le Môle d'Aïn M'Lila (Dj. Gustar dans l'Hauterivien récifal), et pour la zone de l'Atlas Saharien Oriental (Mesloula).

Dans les zones minéralisées, les calcaires récifaux sont dolomités et silicifiés (petits cristaux de quartz de néoformation: Mesloula, Dj, Gustar).

Dans les calcaires lacustres du Miocène supérieur, un seul gisement est connu: Hammam N'Bails, stratiforme.

### *c.2. Les dolomies*

Les roches dolomitiques (dolomies et calcaires dolomitiques) encaissent les plus gros gisements de Zinc et Plomb d'Algérie, notamment: El Abed, Oued Zouder, Ouarsenis, Kherzet Youssef et aussi un grand nombre de petits gîtes et indices. Dans ces minéralisations, le zinc prédomine, mais on y rencontre également quelques gisements de plomb (Oued Zeboudj, Ain Kahla).

Les dolomies prédominent dans la zone tabulaire oranaise et le Môle d'Aïn M'Lila; elles se rencontrent également dans l'Atlas Saharien Occidental, dans l'Aurès et plus rarement dans le Tell.

Les études de dolomies ne sont pas assez avancées pour pouvoir trancher le problème de leur origine. Cependant deux aspects concernent les dolomies minéralisées d'après POPOV (1965) les dolomies syngénétiques et les dolomies diagénétiques.

La plupart des dolomies post-triasiques seraient diagénétiques et épigénétiques, formées par la transformation de calcaires oolithiques et récifaux. Ces dolomies sont associées aux dolomies syngénétiques, leur distinction n'est pas toujours facile.

En général les dolomies syngénétiques ont un grain fin, une couleur gris foncé noirâtre, avec occurrence de bitume, pyrite, accidents siliceux, elles forment des bancs puissants. Les dolomies diagénétiques ont un gros grain (plus de 1mm) une couleur claire, avec occurrence de quartz pyramidal de néoformation et parfois de bitume.

La minéralisation affecte de préférence les dolomies diagénétiques, surtout leurs faciès bréchiques.

La répartition stratigraphique des dolomies minéralisées est la suivante

Lias : Dans la Zone Tabulaire Oranaise, la minéralisation se localise uniquement dans les dolomies grenues, bréchiques de la partie supérieure du Lias. Des dépôts argilo- gréseux du Callovo oxfordien les recouvrent directement.

Dans le Môle d'Aïn M'Lila, le plomb et le zinc se concentrent dans les dolomies plus fines et siliceuses du Lias moyen (Aïn Kahla).

Jurassique moyen et supérieur: La dolomitisation est plus localisée, les niveaux dolomitiques sont chargés d'accidents siliceux et ne renferment que des minéralisations très faibles (Môle d'Aïn M'Lila)

Hauterivien - Barrémien - : Dans le Môle d'Aïn M'Lila, la minéralisation se localise dans des dolomies en petits bancs très localisés, avec occurrence de bitumes (gisements de Kherzet Youcef, Chellala).

Aptien: Dans le Môle d'Aïn M'Lila, également, la dolomitisation est très développée, surtout à la base de l'étage (GLAÇON, 1967), et très constante, avec occurrence de bitume (Merouana), pyrite et quartz de néoformation, Les dolomies epinéritiques des Aurès (gisement d'Ichmoul), sont également minéralisées. Plus au Nord, dans le Tell Algérois, on observe blende et galène dans les calcaires, dolomitiques de Koudiat Hallouda.

Crétacé moyen : Les dolomies sont rares et non minéralisées. On les retrouve dans le Tell (Guergour) et l' Atlas Saharien Occidental. Après le Crétacé moyen on ne rencontre plus de dolomies dans les séries sédimentaires, conséquence probable d'un changement des conditions de sédimentation et de l'influence de la tectonique alpine.

La genèse des gisements stratiformes plombo- zincifères encaissés dans les couvertures sédimentaires. Il faut comprendre sous le terme de leur genèse, aussi bien l'origine de la

dolomie métallifère que du minéral associé. (METZLER, 1987). Les principaux processus géologiques qu'il faut chercher à comprendre dans ces gisements sont les suivants :

La formation du milieu apte à recevoir une minéralisation, dolomie métallifère en l'occurrence, l'introduction de la minéralisation plombo- zincifère dans ce milieu,

Deux autres éléments importants à considérer sont la source des métaux et l'âge de la minéralisation.

Voyons ce que disent les auteurs de la formation des dolomies métallifères.

La roche encaissante doit remplir la condition de faible perméabilité (PELISSONNIER, 1983), facilitant l'accumulation des minéralisations. Son caractère pétrologique ainsi que sa granulométrie, seront conditionnés par la position du dépôt par rapport au paléo-relief du socle. La dolomie répond dans notre cas à de telles exigences.

Il y a deux hypothèses opposées concernant son origine. Certains auteurs considèrent la dolomie comme un dépôt primaire ou bien partiellement diagénétique. Pour la majorité, cependant, la dolomie résulte d'une dolomitisation métasomatique de dépôts primaires calcaires (METZLER, 1987).

La dolomie métallifère est recristallisée. Dans le cas du gisement étudié d'El Abed, TOUAHRI (1983) propose une origine diagénétique pour les dolomies métallifères du gisement, la source des ions  $Mg^{+2}$  étant dans les eaux météoriques, les eaux salées magnésiennes marines ainsi que dans les eaux continentales riches en carbonates.

D'autres auteurs comme ZAGOSKINE (1972) et TKACZEV (1979) cités par METZLER (1987) et auteurs de rapports inédits pour la SONAREM considèrent la dolomie métallifère du gisement d'El Abed comme d'origine métasomatique.

Les dolomies métallifères de Kerzet Youssef, d'âge barrémien sont considérées comme syngénétiques par GLACON (1967) ou tout au moins diagénétiques. Aussi bien TOUAHRI que GLACON attachent la présence de la dolomie métallifère à un niveau stratigraphique donné et jugent cet argument comme une preuve fondamentale de l'origine sédimentaire des minéralisations plombo- zincifères étudiées.

Pour METZLER, 1987, se fondant sur les gisements siléso-cracoviens plombo-zincifères, de Pologne, la dolomitisation pourrait être un processus post-sédimentaire hydrothermal, associé à la première phase minéralisatrice. La source des ions  $Mg^{+2}$

proviendrait d'une mobilisation du stock local ainsi que des eaux connées (eau stockée on conservée par une roche depuis le moment de la formation de cette roche). L'origine épigénétique est envisagée par certains auteurs pour la dolomie métallifère silésocracovienne, en fonction des éléments suivants : Influence des eaux salées de la mer triasique lors de régressions; influence des solutions d'altération sur les roches dolomitiques voisines, et nature des solutions minéralisantes.

### *c.3.La silicification*

Les niveaux dolomités qui renferment la minéralisation de zinc et de plomb sont également silicifiés.

On distingue deux formes de silice:

Silice amorphe, cherteuse: les masses de silice, parfois importantes donnent aux dolomies un aspect de cherts décrit à Boukdéma, Aïn Kahla, Dj, Dabba (GLAÇON, 1967). Cette silice proviendrait de fossiles siliceux qui existaient dans les calcaires primaires.

Quartz en cristaux pyramidaux (1 à 3mm) et en agrégats, ils remplacent les cristaux de dolomie et de calcite (dans les calcaires, Meulière).

La quartzification est souvent liée à la minéralisation ou aux fractures.

#### **II.3.1.4. La Minéralisation dans la couverture**

Répartition stratigraphique de la minéralisation

Dans le tableau ci-dessous, nous avons présenté la répartition des gîtes et indices de plomb et zinc dans les niveaux stratigraphiques décrits par POPOV, 1965, (Tabl. n°2) et reprise par d'autres auteurs plus tard.

TABL. N° 2 –REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES GITES DE PLOMB ZINC

Age	Gisements Principaux	Roche Encaissante	Type Prédominant	Réserve en métal %	
				Plomb	Zinc
<b>Miocène</b>	Les Amaden, Oued El Kébir Hammam N'Bails, Kef Senar	Calcaire conglomérats tufs andésites	stratiforme	7.7	9.6
<b>Paléogène</b>	Kef Oum Theboul, Aïn Barbar, Bou Kiama	Grés, argillites	Filons	11.7	3.4
<b>Crétacé Supérieur et Moyen</b>	Guerrouma, Sakmody, Tizi N'taga, Dj. Anini, Dj. Berda. Aïn Roua, Kef Semmah	Schistes, calcaire	Filon, cassures	1.0	14.7
<b>Aptien</b>	Dj. Felten, Ichmoul, Mesloul, Bou Jabeur, Chabet Kohol, Tzila, Foutal, Aïn Arko	Dolomie, calcaire récifaux	Cassures (stratiforme)	35.8	10.6
<b>Barrémien à Valanginien</b>	Kherzet Youssef, Bou Mesloug, Rma Hasso, Dj.Gustar, Chellala	Dolomites, calcaires récifaux	stratiforme	5.6	13.0
<b>Jurassique Supérieur et Moyen</b>	Boukdéma, Messaouda, Taffourer	dolomies	stratiforme	-	0.3
<b>Lias</b>	El Abed, Oued Zounder, Deglen, Oued Zeboudj, Dominique Lucaini, Aïn Melaz, Aïn Kahla, Ouarsenis Bou Iche, Maazis, soubella, Dj.dabba	Dolomies	Stratiforme (cassure)	24.2	46.0
<b>Primaire</b>	Sidi Kamber, Oued Oudina, Bouboukha, Ghar Rouban, Koudiat Hamra	Schistes métamorphiques	filons	14.0	2.4



# Types de Minéralisations de Plomb et de Zinc

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

On peut classer en trois types les gisements de plomb zinc en se basant sur la morphologie de la minéralisation

- 1- les gîtes filoniens
- 2-les gîtes de cassures
- 3-les gîtes stratiformes

#### III.1. LES GITES FILONIENS

Ce groupe est largement représenté en Algérie. Les filons minéralisés en plomb et zinc se rencontrent dans toutes les unités structurales; néanmoins, la plus grande concentration filonienne s'observe dans la zone de la Petite Kabylie et de l'Edough et dans la zone septentrionale du domaine Tellien. Les filons des unités méridionales présentent un cas d'exception.

#### 1.1. Les Gîtes Filoniens de la Petite Kabylie et de l'Edough,

##### 1.1.1. Cadre géologique

Les terrains, dans lesquels sont encaissés les gîtes filoniens de plomb et de zinc, sont constitués par:

- a) Des formations cristallophylliennes (le socle) laissant apparaître deux complexes distincts:
  - ✓ complexe paléozoïque inférieur : micaschistes et gneiss granulitique avec des bancs de schistes graphiteux.
  - ✓ complexe paléozoïque supérieur : schistes à muscovite, séricite, chlorite.
- b) Une couverture sédimentaire de faible puissance. Les flyschs créacés et oligocènes directement superposés au socle sont également affectés par les filons minéralisés.( POPOV ,1965)
- c) De roches éruptives d'âge tertiaire (post-burdigalien) appartenant essentiellement à une série calco-alcaline (" la province pétrographique kabylienne" de Glangeaud *in* POPOV ,1965), présentée par des granites, granodiorites, et par leurs équivalents microgrenus (en forme de dykes). Les andésites, trachytes, rhyolites et dacite sont largement représentées, recoupant toutes les roches éruptives, les formations sédimentaires (sénonien ou oligocène) sont fortement altérées: silicifiées, épidotisées ou transformées en cornéennes.

La tectonique des massifs primaires porte la trace de mouvements anciens (paléozoïques). En effet, on peut considérer que les plis de direction N-S et NE-SO et les fractures importantes affectant le socle cristallophyllien (contacts gneiss-schistes-failles) ont été ébauchées au Paléozoïque et ultérieurement lors des phases alpines, Il est important de noter le grand développement des fractures de cisaillement ordinairement obliques à la direction des plis, car elles affectent également l'Oligocène à faciès numidien et renferment les filons minéralisés en plomb, zinc et cuivre. (POPOV ,1965)

#### 1.1.2. Caractère morphologique des filons

Les gisements filoniens de plomb et zinc dans cette zone structurale sont connus depuis longtemps. (BOLFA ,1948; SAINT-DENIS ,1960)

Ils sont concentrés dans deux districts importants

1. Le district de la Kabylie-Collo : groupe des filons de Sidi Kamber – Djebel Debagh; groupe d'El Milia- Boudoukha ; groupe d'Oued Oudina.
2. Le district de l'Edough: groupe de filons d'Ain Barbar – El Melaha.

En tenant compte des caractères morphologiques des gisements et de leur position dans les structures on remarque différents types de gîtes filoniens:

a. Gisements filoniens localisés dans des fractures de cisaillement simples et obliques à la direction des plis. Les filons minéralisés ont deux directions principales:

- ✓ Direction NE-SO: filons de Sidi Kamber, Oued. Oudina, Dar Dabar.
- ✓ Direction NO-SE - (croiseurs) - filons de Boudoukha, Ain Barbar.

Ces gisements présentent des caractères communs que de nombreux auteurs notamment POPOV ,1965 ; TOUAHRI ,1987 ; METZLER, 1987, ont signalé.

Il s'agit de véritables champs filoniens et le nombre des filons minéralisés peut être élevé. Les plus importants sont le groupe d'Aïn Barbar (17 filons), de Sidi Kamber et Boudoukha.

Les deux systèmes de filons sont aussi bien minéralisés l'un que l'autre. Néanmoins dans un champ filonien c'est l'une des directions qui renferme la minéralisation principale, à Boudoukha c'est la direction N 45° O, à Sidi Kamber N 20 à 35° E, à Oued Oudina N 35° E.

Les filons sont simples, assez réguliers en direction et inclinaison. Le pendage varie entre 65° et 80° vers le SO ou le SE. La minéralisation se suit sur quelques dizaines de mètres à 2.000 mètres en direction et sur plus de 200 mètres en profondeur (250m de profondeur reconnue à Boudoukha).

La puissance des filons minéralisés est assez réduite, ne dépasse pas 0,90m, en moyenne. Elle atteint rarement 1,0 à 1,50m et seulement dans des secteurs limités. La puissance des filons varie dans les divers complexes, cristallins; à Sidi Kamber, en effet, les parties de filons dans les gneiss sont moins puissantes et moins minéralisées que dans les micaschistes.

La minéralisation forme des colonnes, dont la formation et la répartition dans les filons sont conditionnées par des facteurs structuraux, jonction des apophyses, croisement de deux systèmes de filons, changement de direction de filons. Ces colonnes se suivent sur une plus grande profondeur que les autres parties minéralisées du filon.

Les épontes de filons sont très nettes et l'altération des roches encaissantes est peu importante (silicification, séricitisation ou kaolinisation sur quelques centimètres à 1 mètre).

Le minerai présente le plus souvent une structure bréchique et rubanée (preuve de mouvements tectoniques le long de fractures).

Les filons recoupent les dykes de microgranites tertiaires, sans aucune modification de leur minéralisation. A Ain Barbar (Fig. N°:6a), on observe un amincissement de la fracture minéralisée au passage du microgranite.

**b. Gisement d'allure filonienne dans les zones fracturées de contact tectonique.** C'est un type intermédiaire entre les filons simples et les gîtes de cassure. La minéralisation en forme de lentilles allongées se localise le long (ou près) des contacts : schistes éocènes-microgranite (gîte d'Aïn Lourman (Fig. N°:5d) et de Zeribat Aouana) ou dans les failles bordières des horsts et grabens du socle (au contact gneiss- micaschistes). C'est notamment le cas des gisements de Koudiat Hamra et de Bouteldja, Les contacts gneiss - grès oligocènes ne sont minéralisés que dans le cas d'un développement important de la silicification.

#### **b.1. Caractères spécifiques de ces gîtes :**

La minéralisation est en forme de lentilles allongées simples (Koudiat Hamra, Aïn Lourmane (Fig. N°. 6d).) ou en forme d'amas plus complexes (Bouteldja (Fig. N°. 6c).) avec une puissance plus grande que celle des filons précités allant de 2 à 6 mètres.

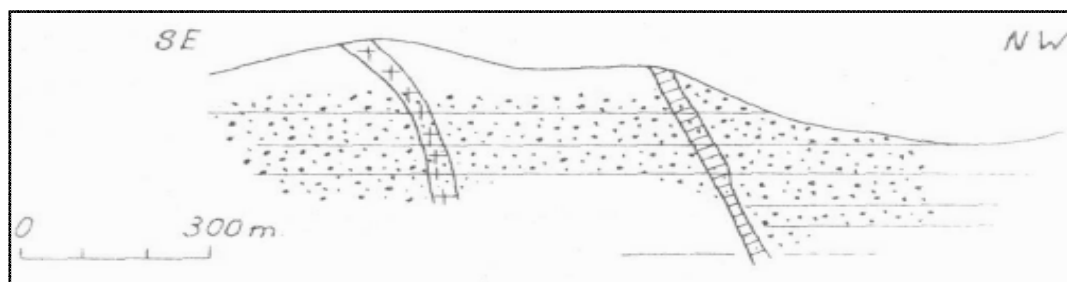
### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

Les "filons" sont toujours de style bréchoïde, la minéralisation en forme de stockwercks, imprégnations, ou remplissages de petites fissures.

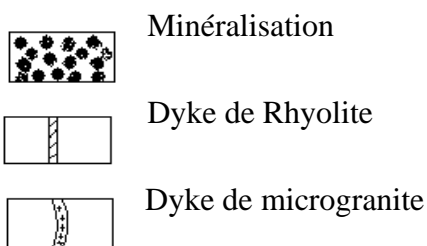
La puissance des zones d'altération dans les roches encaissantes est très caractéristique. Le plus souvent c'est une importante silicification, antérieure à la venue des sulfures, qui affecte les gneiss, les schistes et les grès. D'importants "chapeaux de fer" sont fréquents en surface et se suivent même sur de grandes profondeurs (jusqu'à 100m).

A Bouteldja, la disposition des lentilles minéralisées a tendance à se localiser dans des zones tectonisées, parallèles à la schistosité des gneiss et près du contact gneiss/micaschistes (dispositif en Horst).

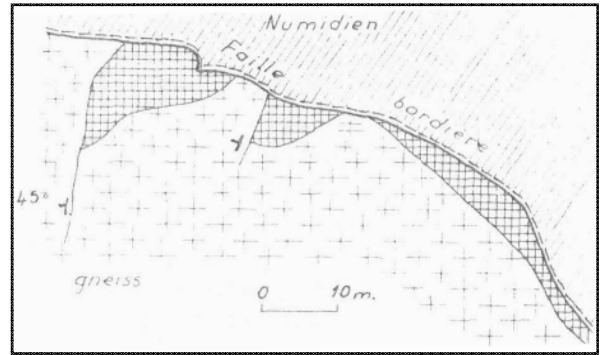
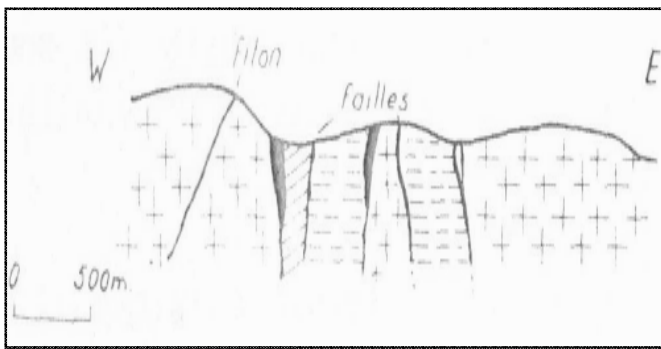
A Koudiat Hamra, la minéralisation filonienne se trouve dans une fracture à l'intérieur des gneiss granulitiques et une autre minéralisation injectant une processus altération au contact faille gneiss - grès oligocènes. (Fig. N°. 6b).



**Fig.6a:** Aïn Barbar. Projection du filon playfaire sur un plan vertical. d'après POPOV, 1965



### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

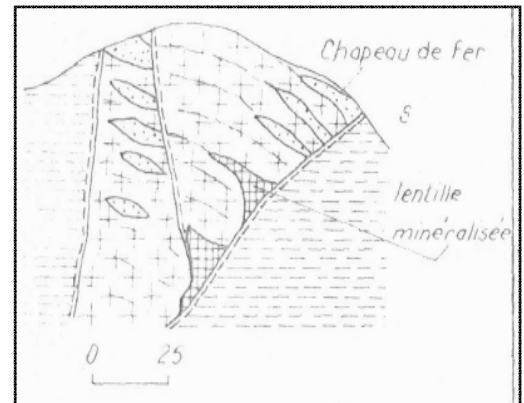
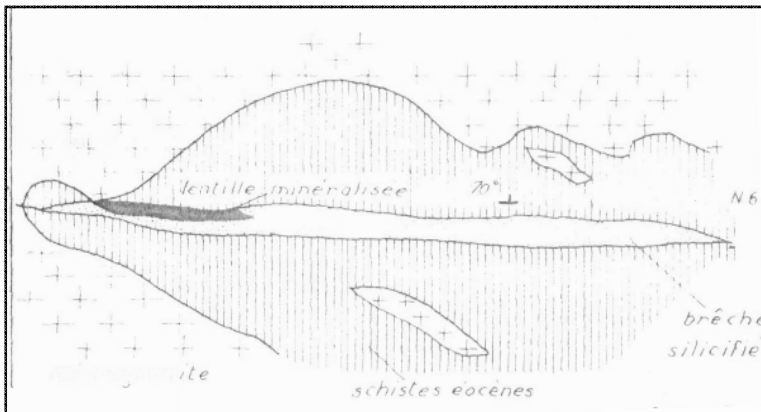


**Fig.6b:** Koudiat Hamra

Position de la minéralisation dans la structure d'ensemble (Horst) du socle primaire coupe EW

Zone 3: lentille minéralisée le long de contact et à l'intersection avec des failles N°5

Projection sur un plan horizontal (BRMA)



**Fig. 6c:** Bouteldja coupe verticale N-S

**Fig. 6d:** Aïn Lourmane plan schématisé des formations minéralisées

### III. LES TYPES de MINÉRALISATIONS de PLOMB ET de ZINC

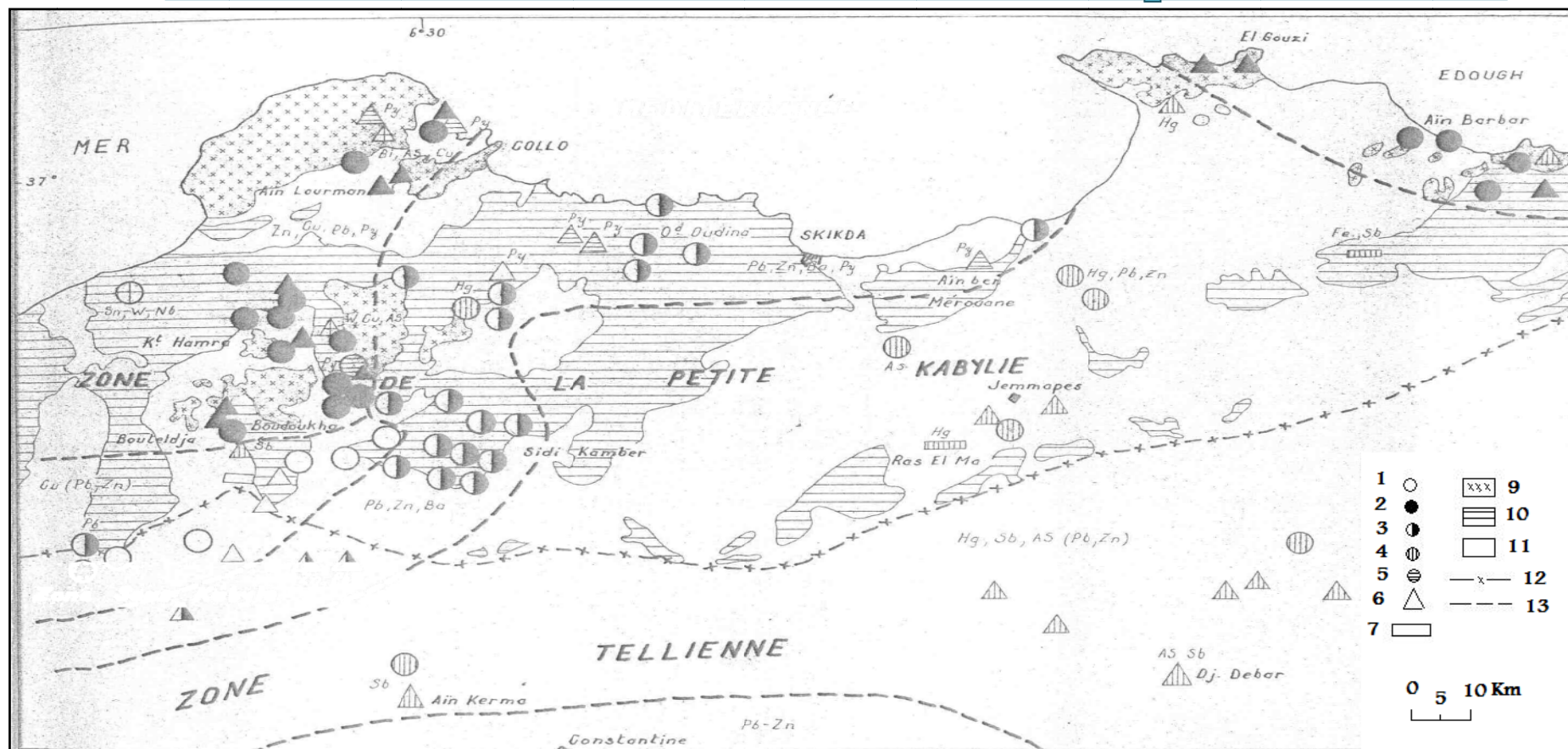


Fig. 7: Schéma de la répartition des gisements de plomb et zinc par rapport aux massifs tertiaires de la petite kabylie et de l'Edough

(D'après POPOV, 1965)

**Légende** 1-filons simple; 2- Association blende-chalcopryrite-galène-pyrite; 3- Association chalcopryrite-cuivre gris (Pb-Zn); 4- Association galène-baryte-blende; 5- Association cinabre-minéraux de Sb, As (galène, blende); 6- Gîte de pyrite; 7- Gîte de type mixte filon-cassure; 8- Gîte stratiformes; 10- complexe cristallophyllien ancien; 11- couverture secondaire et tertiaire; 12- limite de la zone des massif Kabyles et la zone tellienne; 13- limite des zones d'associations minérales différentes.

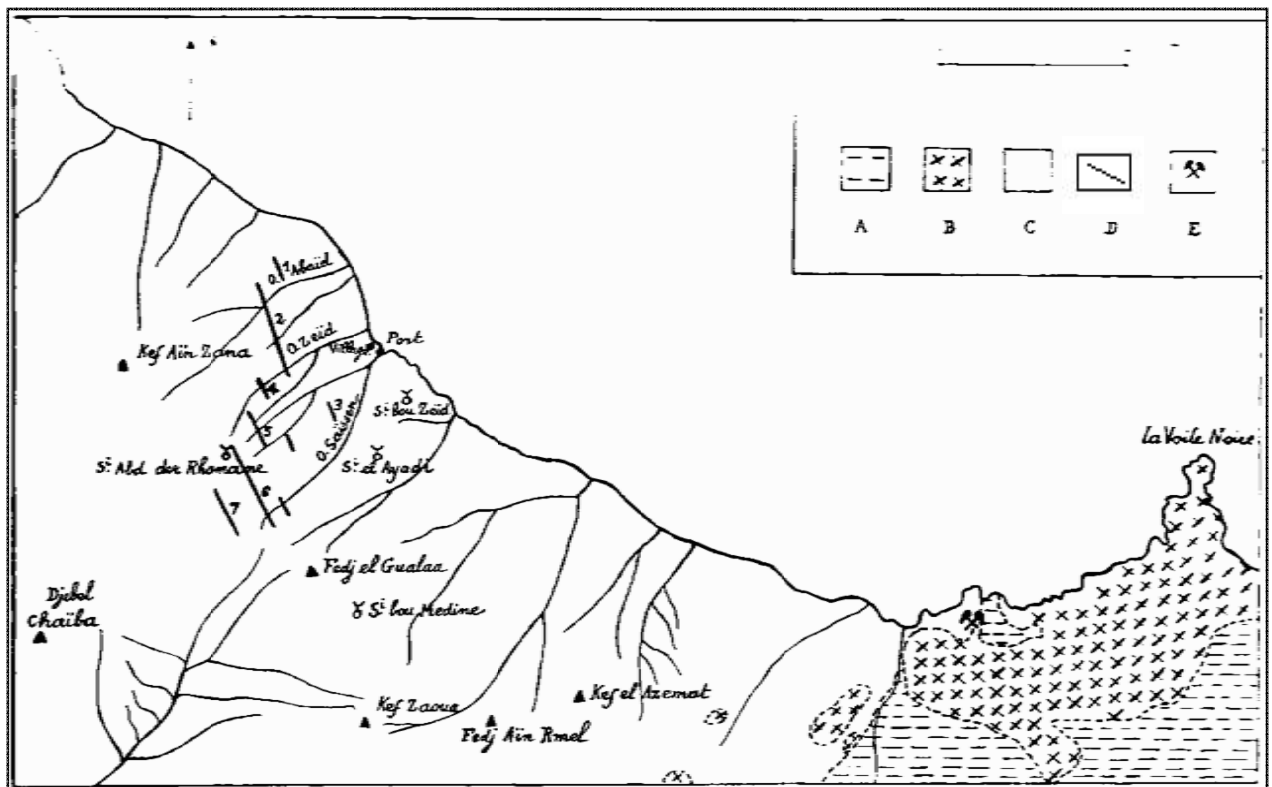


#### 1.1.2. Le Gîte d'Aïn Barbar

##### a) Situation Géographique

Les gisements filoniens d'Aïn Barbar sont situés à 20Km à vol oiseau au Nord-Ouest du port d'Annaba, au bord de la mer, sur le versant Nord-Est de la ligne de crêtes Kef Chegueg, Sidi bou Medine (773 m), Sidi Kouzeïl (604 m), Sidi Abd der Rhamane, Kef Aïn Zana. Les pentes de cette ligne de crêtes sont parcourues par un grand nombre de châbas sensiblement parallèles qui aboutissent directement à la mer : ce sont de véritables torrents. En allant de l'Est vers l'Ouest, on rencontre successivement l'Oued Zitoun et l'Oued Saïssen séparés par la ligne de crêtes Sidi et Ayadli (320 mètres), Sidi bou Zeïd (190 mètres), l'Oued Zeïd et l'Oued Abaïd à la limite Nord-Ouest de la concession (BOLFA, 1948) (Fig. n°7).

Le village minier se trouve à l'embouchure de l'Oued Saïssen et on y accède par une piste qui prend naissance sur la route de Sainte-Croix de l'Edough à Herbillon (Chetaïbi) au lieu dit Aïn Barbar supérieur.



**Fig. 8:** Carte géologique des régions d'Aïn Barbar et de la Voile Noire (d'après BOLFA, 1948)

A : Micaschiste, gneiss ; B : Microgranulite ; C : Eocène ; D : Filons d'Aïn Barbar ; E : Gîte d'El Mellaha.

1. Filon Salah; 2. Filon Abaïd; 3. Filon Gray; 4. Filon Ketterer; 5. Filon Mérendet; 6. Filon Playfair; 7. Filon Saint-Jean



#### b) Cadre géologique régional

Dans tout le champ de fractures de la concession affleurent les marnes formant l'assise inférieure de l'étage numidien au sommet de l'Éocène et à la base de l'Oligocène. L'ensemble de ce complexe comprend à la base des poudingues, au milieu les marnes qui constituent le substratum essentiel de la concession, au sommet les grès quartzeux, assez souvent friables qui sont surtout développés dans les parties culminantes de la concession (Djebel Massida, Sidi bou Lerbek, Kef Zena, Sidi Kouzeïl) (BOLFA, 1948).

Les marnes, de couleur brunâtre et parfois verdâtre sont feuilletées et schisteuses formant une roche assez dure. Elles affleurent très bien dans les dépressions et les vallonnements depuis la mer jusqu'au pied des bancs gréseux. Par suite des glissements sur toutes ces pentes, il est pratiquement impossible de donner un pendage moyen des couches. D'après la disposition des assises des grès supérieurs, il semble qu'elles forment un anticlinal voisin de la mer et dont l'axe est dirigé à peu près Nord-Sud.

Les roches encaissantes sont constituées par les schistes marneux. Aux épontes des différents filons ces marnes sont souvent très altérées et imprégnées de cristaux de pyrite, de galène et de chalcopryrite. Dans la direction est-ouest, perpendiculairement à la direction moyenne des fractures minéralisées, un filon de rhyolite de pendage 300 Nord et de puissance de 15 mètres environ.

#### c) Les minéralisations,

Le district de Aïn Barbar- Edough (AISSA, 1986; MARIGNAC, 1985 ; TOUAHRI, 1987) comprend une vingtaine d'indices à Pb-Zn Cu et Sb et à Sn.

A Aïn Barbar, découvert en 1846, on dénombre 19 filons (Fig.8). L'exploitation a commencé en 1863. Les filons sont subparallèles les uns aux autres et ils ont une direction N340-310°. Les épaisseurs sont en moyenne de 0,3 à 0,8m, localement elles peuvent atteindre 1.5 à 2m. Les longueurs varient entre 100 et 2500m. C'était à l'origine des fractures de tension perpendiculaires à l'axe de la fenêtre. Ils sont recoupés par deux importants dykes de granites porphyriques et de granodiorites de direction à peu près E-W.

#### d) Minéralogie et succession para génétique

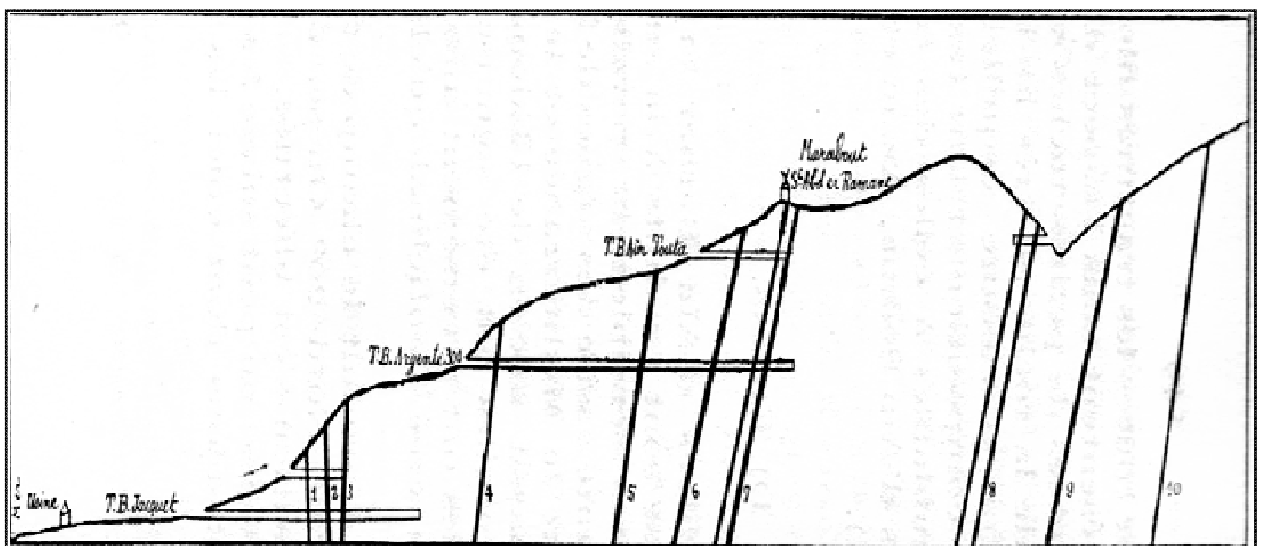
Les minéraux métalliques essentiels sont la blende (variété marmatite), la chalcopryrite, la galène, la pyrite, et le mispickel. La gangue est constituée par du quartz, de la calcite; on rencontre parfois de la fluorine. MARIGNAC (1976,1985) *in* TOUAHRI(1987) propose une mise en place des minéralisations en phases:

D'abord de la blende avec de la pyrrhotite subordonnée, suit une phase hydrothermale précoce qui se traduit par une chloritisation et une bonification de l'encaissant ; puis vient la chalcopryrite.

On note plusieurs phases tardives, chacune marquée par une reprise de l'activité tectonique. Ce sont successivement:

- Des brèches quartzieuses à sulfures.
- Une formation de calcite lamellaire associée à un remaniement de la minéralisation sulfurée et à l'apparition de cavités à épidotes et calcite.
- Une formation de quartzites verts hydrothermaux qui seront ensuite recoupé par un quartz calcédonieux, calcite, chlorite, (vermiculite), fluorine, (kaolinite). Cette formation se termine par un stade à pyrite-carbonate.

Les minerais sont rubanés bréchiques. Dans certains filons apparaît une zonalité verticale: la pyrrhotite et la galène augmentent, mais en général, l'intensité de la minéralisation diminue avec la profondeur. (TOUAHRI, 1987)



**Fig. 9** : Coupe N-E, S-W à travers le champ filonien d'Aïn Barbar

## 1.2. Les gîtes filoniens de la zone sous kabyle.

### 1.2.1. Cadre géologique

Les gîtes de plomb et zinc fréquents sont liés presque exclusivement aux fractures. Les filons sont développés surtout dans la zone d'écaillés au Sud du massif de la Grande Kabylie : Guerrouma, Sakamody, R'Arbou, Nador, dans le Crétacé. Bou Marouf dans l'allochtone, les Amaden dans l'Eocène.

### 1.2.2. Morphologie des filons

Ce sont de filons variables dont la caractéristique morphologique ne diffère pas beaucoup de celle des gîtes de la zone précédente; en effet les filons sont réguliers, avec peu d'apophyses, parfois ils forment des groupes de filons parallèles (Guerrouma).

La minéralisation forme des colonnes qui sont reconnues jusqu'à 450m de profondeur. Le remplissage des filons est massif, rubané ou le plus souvent bréchiq. L'altération des roches encaissantes est faible. La puissance des filons souvent est très élevée et peut atteindre 10 m. (Guerrouma, Sakamody).

Nous présenterons un bref aperçu du gîte important de ce type morphologique, notamment de Guerrouma et Sakamody.

#### 1.2.2.1. Le gîte de Guerrouma

##### a) Situation Géographique

Le Gisement polymétallique de Guerrouma se trouve dans la partie centrale de la zone littorale de l'Algérie du Nord dans l'Atlas tellien, du point de vue administratif il appartient à la commune de Guerrouma wilaya de Bouira.

La localité la plus proche ayant une liaison par voie ferrée et route vers la capitale est Lakhdaria et est située à environ 20 Km au Nord du gisement.

Géomorphologiquement, la région de Guerrouma est située au centre de l'Algérie septentrionale, aux confins du système montagneux de l'atlas tellien. La moyenne des hypsométries des montagnes atteint les 900m.

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

Le terrain du gisement est recoupé par une série de chemins vicinaux et forestiers accessibles aux véhicules surtout durant la période sèche de l'année. (ANPM 2008)



▲ Guerrouma

**Fig. 10 :** Localisation du gisement de Guerrouma d'après ANPM ,2006.

#### b) Cadre géologique régional

Le territoire de l'étude se situe dans le domaine de l'Atlas tellien où les plus anciens terrains de la région apparaissent à la surface du sol. Dans la partie nord-ouest se trouve la dépression de la Mitidja recouverte presque entièrement par des dépôts quaternaires. La région est formée de différents dépôts triasiques, jurassiques, créacés et tertiaires. Les relations entre la différente subdivision stratigraphique portent essentiellement un caractère tectonique.

#### c) Tectonique et histoire de l'évolution géologique

La majeure partie de la surface se situe aux confins de la mega-zone de l'atlas tellien, seule l'extrémité nord-ouest de la feuille de Tablat se rapporte à la dépression de Mitidja. De direction tellienne générale est –nord-est, les deux zones sont séparées par une bande de dislocation complexe large de 1 à 1.5 km s'étendant du coude de l'oued el Harrach jusqu'à l'oued el Djemaa. Cette zone est formée principalement de dépôt aptien et albien. Elle est limitée par des zones faillées régionales de direction nord-est affectées par des fractures transversales mineures. Dans la vallée de l'oued Tiamamine la zone de raccordement de ces accidents est accompagnée de petits blocs triasiques. Ici on observe également des traces de volcanisme récent.

La tectonique de la couverture possède une structure en nappe écaillée. La structure compliquée de la région est due à son emplacement à proximité de la zone de raccordement

entre le bloc rigide du socle Kabyle situé au Nord et le sillon avant Tellien relativement plus récent. Une étreinte affectant tangentiellement au Miocène inférieur le socle rigide (CAIRE, 1970) aurait provoqué le découpage d'une partie de la couverture sédimentaire. Déplacée vers le Sud elle a contribué à la formation des nappes qui sont partiellement représentées par des dépôts externes provenant des massifs Kabyles (les avants fossés flyschoides et externe de KIEKEN, 1962).

Une des plus récente nappes est celle des grès numidiens constituant les sommets des Djebels El Fernane et Djebels Mesguida.

#### **d) Cadre géologique du gisement**

Le champ minier de Guerrouma est caractérisé par des roches sédimentaires aptiennes, albiennes et sénoniennes recouvertes partiellement par des dépôts récents du quaternaire.

**Les formations apto-albiennes:** Elles sont répandues dans la partie nord-est du gisement de Guerrouma et sont représentées par des argiles intrastratifiées des couches d'aleurolites, grès, argilites avec rares intercalations de grès et argilites. La puissance est de 750m environ.

**Les dépôts du Sénonien** Les dépôts du Sénonien constituent la majeure partie du territoire de Guerrouma et sont représentés par des roches argilo-marneuses avec des lentilles et couches de calcaires. Le Sénonien a été subdivisé en quatre niveaux ; de bas en haut on a :

**Le Niveau I** comporte surtout des schistes argilo-marneux avec des couches lenticulaires de calcaires.

**Le Niveau II** est compose de marne argileuse

**Le Niveau III** compte des marnes argileuses avec des couches lenticulaires de calcaire.

**Niveau IV** se distingue par marnes argileuses avec de nombreuses lentilles de calcaires.

#### **e) Minéralisation**

Les zones minéralisées du gisement de Guerrouma se sont formées pendant les mouvements orogéniques du Tertiaire, comme le résultat de processus hydrothermaux. Les premiers mouvements qui ont eut lieu dans cette région se sont distingués entre l'Eocène supérieur et l'Oligocène inférieur, pendant la phase pyrénéenne aux directions de plissement SW-NE. Les deuxièmes plissements orogéniques ont eu lieu pendant le Néogène avec une orientation W-E dominante dans l'atlas Tellien, à la suite de quoi se sont formés deux

systèmes de dislocations tectoniques. Les marnes disloquées du Sénonien ont été soumises à l'action de solutions minéralisées en Pb et Zn. Dans le gisement de Guerrouma les mouvements orogéniques et dislocations tectoniques soumis à l'action des solutions hydrothermales auraient formé plusieurs zones minéralisées. Dans la région du gisement cinq zones minéralisées ont été décrites.

- La zone minéralisée occupant la position centrale, est le filon N° 1 ou filon principal
- les autres filons 2, 3,4 et 5, se trouvent au Sud du filon principal.

#### f) Gîtes et indices minéralisés du gisement

##### ➤ Zone filonienne N°1(zone principale)

Elle constitue un faisceau de filons presque parallèles parmi lesquels se distingue un filon par sa plus grande puissance. Le filon principal s'étend dans toute sa longueur du terrain sur 4600m (en ligne droite) et sa puissance varie de 1 à 70m.

La direction générale de la zone filonienne est SW-NE (55°).Le point de la zone minéralisée le plus profond atteint par les sondages se trouve au trou N°1G à (340m).

Elle est minéralisée principalement par la blende (sphalérite), la galène, la sidérite, l'ankérite, la pyrite et l'oxyde de fer ainsi que par d'autres minéraux dans les parties supérieures de la zone dominant plutôt les compositions de plomb, tandis que dans les parties plus profondes dominant les composés de zinc.

##### ➤ Zone filonienne N°2

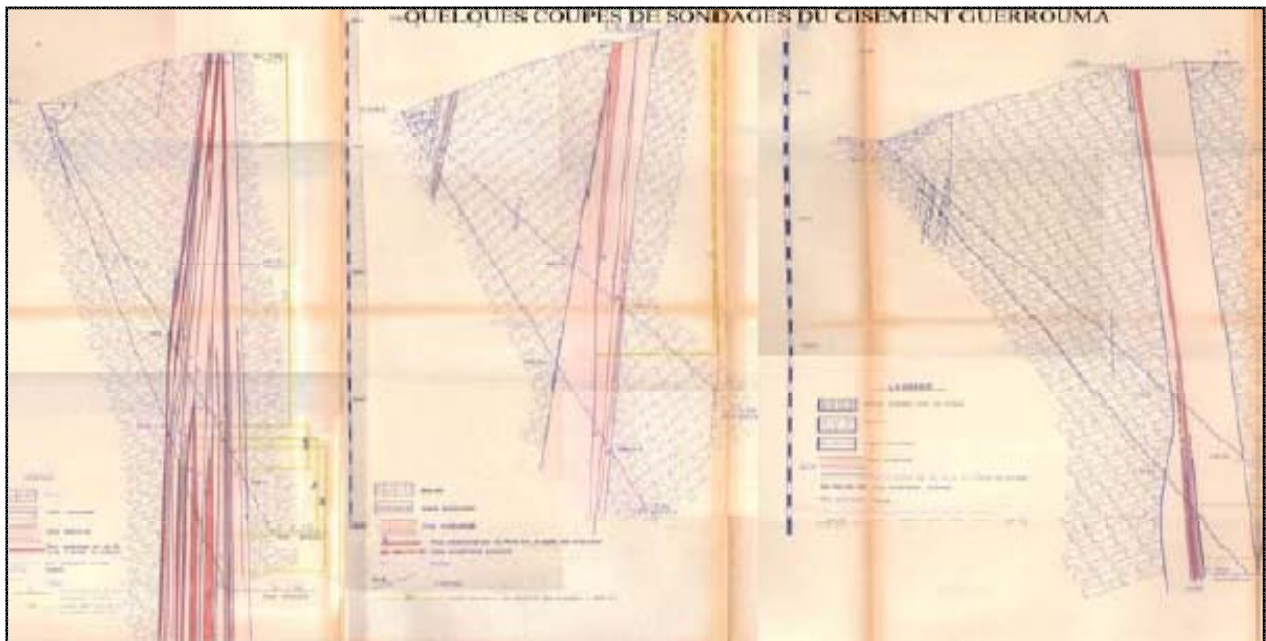
Elle a été constatée seulement dans la partie ouest du terrain aux environ du village Tiferas et de Djebel Takeila. Elle se trouve à environ 100-130m au Sud de la zone filonienne N° 1 et elle est parallèle à cette zone. La zone filonienne N° 2 a été confirmée par des tranchées et affleurements ainsi que par des sondages et galeries La direction générale de la zone est de 65°.La longueur en ligne droite est de 2250m et la largeur de 1m à 10m. Cette zone a été recoupée en profondeur par les sondages N° 5G à (74.3 à 88.0m), N°5G à (99.0m à 117.6.0m) et N° 5G à (57.7 à 70.8.m).

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

#### ➤ Zone filonienne N°3,4 et 5

Elle se trouve au Sud de la zone filonienne N°2 -La zone N° 3 à 150-170m,-La zone N° 4 à 175-200m-La zone N° 5 à 300m.

Elles sont approximativement parallèles à la zone N°1 et 2. La longueur de la zone N°3 en ligne droite est de 550m, la zone N°4 ,500m et la zone filonienne N°5, 150m. La puissance varie de 1 à 8m. La direction générale N 65° avec un pendage de 80°.Elles sont comme les autres recoupées par des failles.



**Fig. 11:** Quelques coupes de sondages du gisement de Guerrouma

#### g) Ressources du gisement

Les ressources du gisement de Guerrouma ont été calculées sur la base de blocs géologiques. Cette méthode a été choisie car elle prend en considération la différenciation des paramètres de puissance et de qualité du gisement aussi bien dans le plan horizontal que dans le plan vertical des filons minéralisés.

Catégorie	Nombre de blocs	Quantité de Minerai en tonne	Quantité de métal de Pb		Quantité de métal de Zn	
			tonne	%	tonne	%
CI	4	1 780 541	28 925	1.62	114 944	6.46
C2	8	126 5597	27 545	2.18	81 641	6.45
C2 Pauvre	7	442 360	3 897	0.88	16 102	3.64
Partie exploitée	1	60 179	68 642	114.06	16 125	26.80
Catégorie perspective	5	1 364 798	5 338	0.39	164 001	12.02

Tableau N°3 : réserves géologiques globales du massif (d'après ANPM 2008)

### 1.2.2.2. Le gîte de Sakamody

#### a) Situation Géographique

Le gisement poly-métallique de Sakamody est situé dans le Nord de l'Algérie. Du point de vue administratif il est localisé sur le territoire des communes de Boukram (wilaya de Bouira) et Deux Bassins (wilaya de Médéa). (ANPM ,2008)

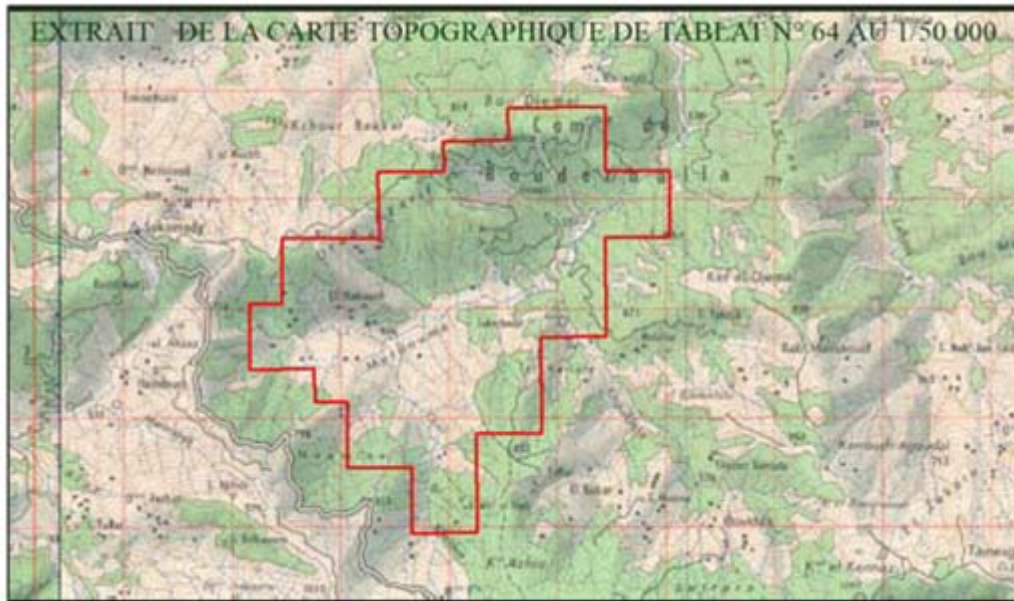
La région du site est située au centre de l'Atlas tellien. La moyenne des altitudes est de 900 m et le Djebel Tamezguida est situé à 1138 m d'altitude.



▲ Sakamody

Fig. 12: Localisation du gisement de Sakamody d'après ANPM ,2006.





**Fig. 13:** Extrait de la carte topographique de Tablat N°64 au 1/50000

#### **b) Cadre géologique du gisement**

La région du site de Sakamody est constituée par des roches sédimentaires aptiennes, albiennes et sénoniennes recouvertes par des dépôts du Quaternaire.

Les formations aptiennes et albiennes sont largement répandues dans la partie Nord- Est du site de Sakamody et sont représentées par des argiles intra stratifiées des couches de silstones, grès, argilites avec de rares intercalations de grès et d'argilites. Leur puissance est de 750m environ. Le Sénonien est représenté par des roches argilo-marneuses avec des lentilles et couches de calcaires.

#### **d) Morphologie du gisement et des corps de minerais qui le compose**

La minéralisation est localisée dans des zones représentées par une série de brèches carbonatées de direction nord-est (35-50°) et de pendage sud-est 65-85°. Dans ces zones, les brèches sont cimentées par de la calcite, sidérite, ankérite, dolomie avec de la galène et de la blende.

Le gisement est formé de 6 zones minéralisées : Principale, Barbou, Bou-Djemil, Nord, Ali et Sud

**La zone principale**, située dans la partie centrale du gisement est longue de 3500m ; elle est étudiée par des tranchées, de sondages et de galeries .De nombreuses apophyses et de petits

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

corps filoniens en échelons accompagnent la zone sur toute sa longueur .La puissance de certaines ramifications dans la zone varie de 0,5 à 4m, avec trois blocs riches respectivement de longueur de 600, 450, et 240m, une teneur moyenne en Pb2% et Zn : 4%.

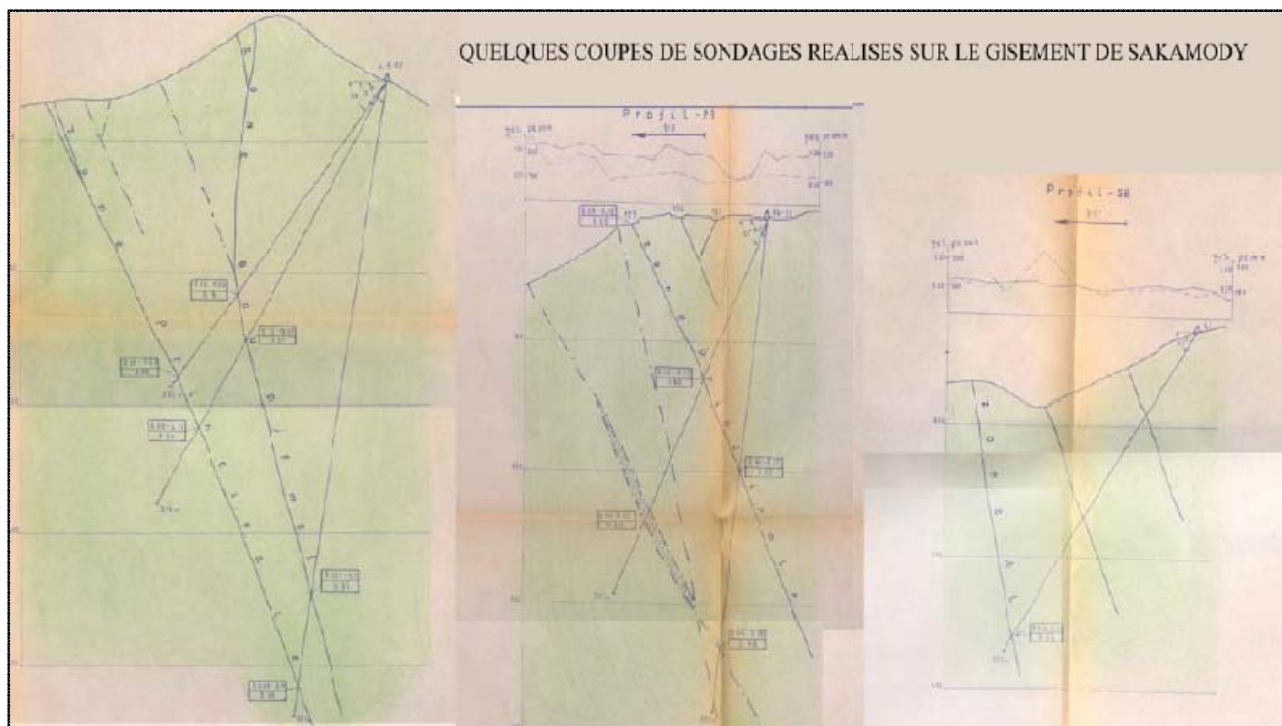
**La zone Barbou** : située à la partie nord-ouest du gisement, elle a été étudiée en direction sur 1900m par des tranchées, de sondages et galeries. La puissance de la zone de brèche varie de 1,0 à 25m et celle de la partie minéralisée est de 0,50 à 2,3m. La teneur en plomb varie de 0,03 à 16,1% en zinc de 0,1 à 12,4%.Des intervalles riches délimités dans la partie centrale et nord-est de la zone ont en direction la longueur de 230m et 340m, la teneur moyenne en plomb et zinc est de 5,12% et 6,25%.

**La zone Bou-Djemil** située à 140-280m au sud-est de la zone principale, est étudiée en direction sur 1500m à l'aide des tranchées, de sondages et galeries. La zone se caractérise par une puissance discontinue (0,5-4,0m) et par une teneur irrégulière en plomb et zinc de 0,06% à 20,4%.Deux blocs relativement riches, délimités sur les flancs sud-ouest et nord-est ont des longueurs respectives de 400m et de 180m, et une teneur moyenne en plomb et zinc de 3,55% et de 3,63%.

**La zone Nord**, située à 200m-350 m au nord-ouest de la zone principale est étudiée en direction sur 1700m jusqu'à son amincissement par des tranchées et par un seul sondage. La puissance de la zone varie de 0,4 à 2,1 m. La teneur en plomb va de 0,01% à 11,0% et celle du zinc de 0,02% à 12,5%.L'intervalle relativement riche délimité dans partie centrale de la zone est long de 580m et sa teneur moyenne en plomb et zinc est de 4,63%.

**La zone Ali** est située entre les zones Nord et Barbou. En direction, la zone fut étudiée sur 880m par des tranchées et des sondages. La puissance varie de 0,20m à 1,40m. La teneur en plomb dans cette zone varie de 0,03% à 12,60%, celle du zinc de 0,10 à 16, 40%.La teneur en Pb et Zn dans les sondages est de l'ordre de 4,0%.La teneur moyenne en plomb et zinc de la zone est de 4,83%.

**La zone Sud** localisée dans la partie sud-est du gisement a été étudiée sur une longueur de 900m par des tranchées espacées de 20-170m.et des sondages. La puissance de la zone varie de 0,5m à 3,0m. Alors que la teneur moyenne en plomb et en zinc est respectivement de 6% et de 4%.



**Fig. 14:** Quelques coupes de sondages du gisement Sakamody

#### e) Ressources de Sakamody

Dans les 6 zones minéralisées du gisement ont été délimités 15 blocs riches qui se distinguent nettement par leurs teneurs moyennes en Plomb (6-12%) et Zinc (12,28%) des autres blocs limitrophes faiblement minéralisées où la teneur moyenne sommaire en ces métaux est de l'ordre de 1-3%. ANPM ,2006.

Catégorie	Minerai (10 <sup>3</sup> Tonne)	Teneur moyenne%			Ressources en métal (10 <sup>3</sup> Tonne)		
		Pb	Zn	Pb+Zn	Pb	Zn	Pb+Zn
<b>Possible C2</b>	707,69	2,45	7,2	9,47	12,13	34,80	46,93
<b>Hypothétiques P</b>	716,85	2,36	5,41	7,77	11,84	27,14	38,98
<b>C2+P</b>	1 424,54	2,40	6,21	8,61	23,97	61,94	85,91

**Tableau N°4 :** réserves géologiques (d'après ANPM 2008)

#### 1.3. Les Gîtes filoniens dans l'allochtone tellien et les flysch

On a un seul gîte important de ce type morphologique, celui de Kef Oum Theboul dans lequel de sondage profonds POPOV (1965) ont prouvé l'existence de la minéralisation à une profondeur de 480 m au dessous de la surface.

##### 1.3.1. Le gîte de Kef Oum Théboul

###### a) Situation Géographique

Il se situe à l'Est de la ville d'El Kala, et à environ 1,5km de la frontière algéro-tunisienne. Après sa découverte en 1845, des périodes de reconnaissance et d'exploitation se sont succédées entre 1849 à 1956. Cinq filons ont fait l'objet d'une extraction sur environ 320m en aval pendage. De 1849 à 1911, la production s'est élevée à 31000 tonnes de minerais qui renfermaient 20% de zinc, 20% de plomb, 5% de cuivre, 968mg d'argent et 19mg d'or (TOUAHRI, 1987).

###### b) Cadre géologique du gisement

Dans la région du gisement affleurent des formations éocènes représentées par des marnes, des calcaires marneux, des argilites, des silts et des grés. Il est recouvert par la nappe numidienne constituée par des grés à intercalations d'argilites d'âge oligo- miocène. Leur épaisseur est de l'ordre de 150m. En profondeur, le travers banc Sainte Barbe recoupe un dyke de dacite. Ces formations sont impliquées dans un vaste pli de direction NE à NNE dont les flancs (pendage 10-15°) sont constitués par les grés oligo- miocènes et le cœur par l'Eocène. Les filons recoupent la nappe numidienne.

L'encaissant des filons est représenté le plus souvent par des grés, silts et argilites du Numidien. Leur direction est N 80-85° E, les pendages varient entre 50 et 75°, leur longueur atteint 1800m, les épaisseurs sont très variables, 0,9m à 10-20m (moyenne= 1.6m).

###### c) Minéralisation

Trois colonnes d'enrichissement sont reconnues entre lesquelles la minéralisation est plus pauvre (POPOV, 1965).

Le remplissage du filon principal est complexe:

- Minéraux principaux: chalcopryrite, blende-marmatite, glène, pyrite ;
- Minéraux accessoires: arsénopyrite, Iöllengite (GLAÇON, 1967) ;

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

- Minéraux de gangue: quartz, peu de baryte et de calcite.

Dans la zone d'oxydation (30m. de profondeur), il existait une minéralisation en cérusite riche en argent. Une zone de blende et galène, prédominante lui succède. Au dessous on ne trouve pratiquement que de la chalcopryrite et de la pyrite. (Fig.15). La composition minéralogique varie également dans le sens horizontal; ainsi la veine de faille est minéralisée en galène et blende, tandis que dans la veine de cuivre la chalcopryrite domine.

Filon principal projection sur un plan vertical

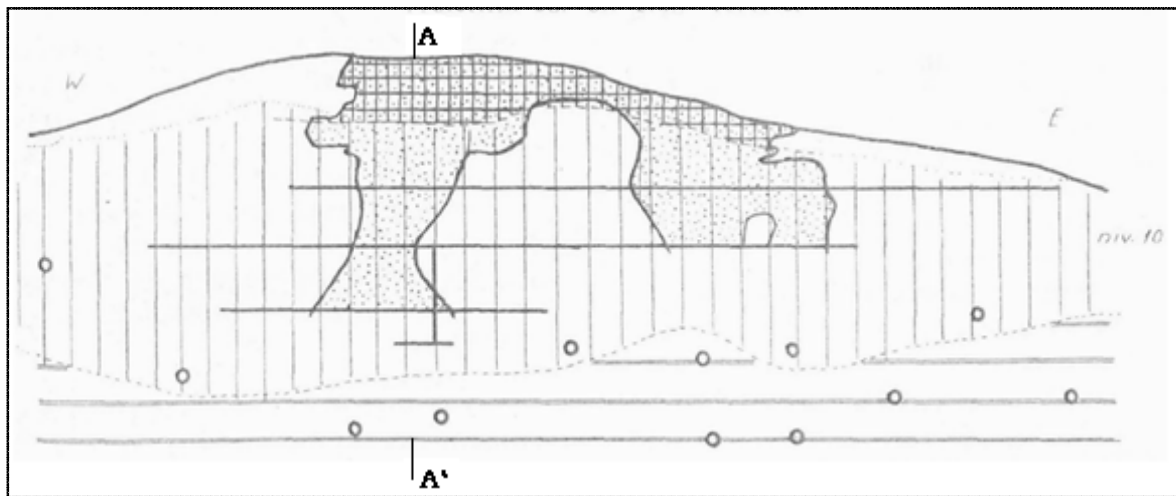
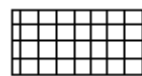
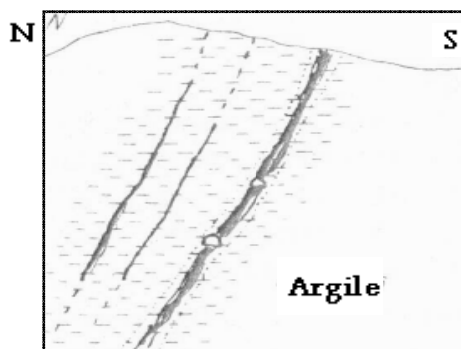


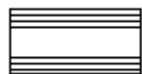
Fig. 15 : Filon principal projection sur un plan vertical, (d'après POPOV, 1965)



Coupe A-A'



Zone de galène prédominante



Zone de chalcopryrite et pyrite



Zone de blende, galène et chalcopryrite

○ Sondages en minerais (campagne 1965)

Fig.16: Kef Oum Théboul zonalité de la minéralisation dans le filon principal.

#### 1.4. Les Gîtes filoniens dans le domaine pré-saharien.

Au Sud du domaine Tellien, le filon comme type morphologique disparaît presque complètement pour faire place aux gîtes de cassure et surtout aux minéralisations stratiformes. Le seul gîte filonien d'une certaine importance est celui de Ghar Rouban, localisé dans le socle primaire du horst du même nom. Le deuxième gîte et celui de Taghit, est situé dans les schistes crétacés formant l'anticlinal du Djebel Azreg (les Aurès) dans l'Atlas Saharien.

##### 1.4.1. Le Gîte Ghar Rouban

Il se situe à un peu moins de 1km du Dogger minéralisé de Deglen Ouest. L'orientation des filons varie entre N290 et N315-320°. Ils recoupent des dykes, N310-340°, des microgranites et des dolérites. Filons et dykes n'atteignent pas les roches de la couverture jurassique TOUAHRI (1987).

La minéralisation est concentrée suivant des axes tectoniques N55° E, lesquels d'après LUCAS correspondent à des cassures profondes du socle (POPOV ,1965).

La minéralisation dans les filons est constituée essentiellement de galène, quartz, baryte, fluorite, chalcopryrite, tandis que celle des amas stratiformes est formée de blende et de galène.

L'intérêt des filons de Taghit réside surtout dans leur composition minéralogique. En effet, les filons qui recoupent une série de marno-calcaires et grès du Crétacé, présentent une association de cinabre, galène et blende avec une gangue de baryte et calcite.

C'est en effet, le seul gîte filonien de l' Atlas Saharien et le plus méridional de ce type en Algérie du Nord (POPOV ,1965).

Tableau comparatif des gîtes filoniens en ANNEXE 1

#### III.2. LES GITES DE CASSURE

Les gîtes de cassure se rencontrent fréquemment dans toutes les zones structurales. On distingue deux variétés : (POPOV ,1965)

- Gîtes d'allure filonienne; la minéralisation est concentrée dans des fractures affectant un seul niveau stratigraphique (fractures d'extension le plus souvent). Les plus importants gîtes sont: Kef Semmah, Ouarsenis, Djebel Felten (Bou Iche, Abiane).



- Gîte en amas de forme variable, localisés dans de grands accidents tectoniques ou contacts anormaux. Les plus importants sont : Mesloula, Ain Melaz, Ain Roua.

#### 2.1. Les Gîtes de cassures dans les massifs Kabyles et leur couverture

Ce type n'est guère répandu dans les massifs primaires. En petite Kabylie, le gîte de Bouteldja présente certains caractères qui le rapprochent de ce groupe. En Grande Kabylie le socle ne renferme pratiquement pas de gisement de plomb et zinc. Dans la couverture secondaire de la "Chaîne Calcaire" (GLANGEAUD *in* TOUAHRI, 1987) et plus particulièrement dans le Lias, uniquement on trouve quelques indices et très petits gîtes. La minéralisation est concentrée dans des fractures au voisinage d'une grande faille E-W qui met en contact le Lias et les schistes. Les fractures affectent soit les calcaires du Lias (Tizi Bou Ali), soit les schistes (Igzer Tboual, Azerou N'Tohor). Le remplissage est de la galène accompagnée de blende, pyrite et calcite.

#### 2.2. Les Gîtes de cassure dans la zone Sous Kabyle

Ce type morphologique se rencontre surtout dans la région des Babors, y compris les deux massifs primaires. La tectonique particulièrement compliquée (anticlinaux au noyau extrusif, charriage, écaillés) favorise le large développement des fractures.

Les gîtes de cassure de plomb et zinc sont rares et de très faible importance (Bou Kiama, Béni Seghoual).

En s'éloignant de la zone côtière, il y a une autre minéralisation, localisée également dans des fractures affectant le Lias et le Crétacé, et représentée par : cuivre gris, galène, sidérite, baryte (Youlan, Babor, et Tababor, Taazibt).

##### 2.2.1. La Mine de Bou Kiama

###### a) Situation Géographique

Située à 6 km environ à l'Ouest de Béjaia le chaînon du Sidi Bou Draham fait apparaître sur son bord nord et à ses extrémités ouest et est quelques indices de minéralisations, surtout ferrugineux, sans grand intérêt. Le seul ayant donné lieu à des recherches sérieuses et à une petite exploitation est celui situé à Bou Kiama. Les recherches du B.R.M.A. ayant montré un petit tonnage, l'exploitation se fit de 1955 à 1961, jusqu'à l'épuisement du « filon ».

#### d) Morphologie du corps minéralisé

Il s'agit schématiquement du remplissage, en filon, d'une fracture recoupant la série de grès et argiles, à pendage fort vers le Nord et puissance très variable. En réalité, le remplissage est très irrégulier, subsistant parfois seulement en veinules plus ou moins anastomosées. On a reconnu la minéralisation, compte tenu des décrochements par failles, sur une longueur de 500 à 600 m et une profondeur (en aval pendage) d'une cinquantaine de mètres au maximum. Les anciens exploitants ont cru reconnaître des « colonnes minéralisées » dont l'une seulement, celle de Bou Kiama, fut exploitable et bien repérée. La puissance de la « zone minéralisée » va de 3 à 8 mètres, avec une teneur moyenne de 3,5 % Pb, pouvant atteindre 6 et dépasser 10 % en certains points. Au niveau 200 le « filon » disparaît à l'Est et à l'Ouest. Les amas d'apparence filonienne sont littéralement hachés et broyés en certains points. (GLAÇON, 1967)

#### b) Minéralisation,

La minéralisation d'allure filonienne est localisée dans une fracture affectant le flysch numidien reposant par l'intermédiaire d'un contact anormal sur le Crétacé supérieur. L'association minérale est intéressante : galène accompagnée de pyrite, chalcopryrite, marcassite, cuivre gris, stibine ( $Sb_2S_3$ ), bournonite, blende, fluorite, baryte et calcite, POPOV(1965).

### 2.3. Les Gîtes de cassure dans l'autochtone intra tellien

C'est le type prédominant des concentrations de plomb et zinc dans l'autochtone intra tellien, les filons et les gîtes stratiformes ne représentent qu'un cas d'exception. En effet, les minéralisations sont de faible importance, sauf deux ou trois gisements de zinc principalement. Ces minéralisations se localisent presque essentiellement dans les calcaires néritiques du Jurassique ou du Crétacé qui apparaissent en extrusion et en klippe dans l'autochtone. C'est le cas des gîtes d'Ouarsenis, des gîtes du Guergour- Kef Semmah.

#### 2.3.1. Les Gîtes de Guergour – Kef Semmah

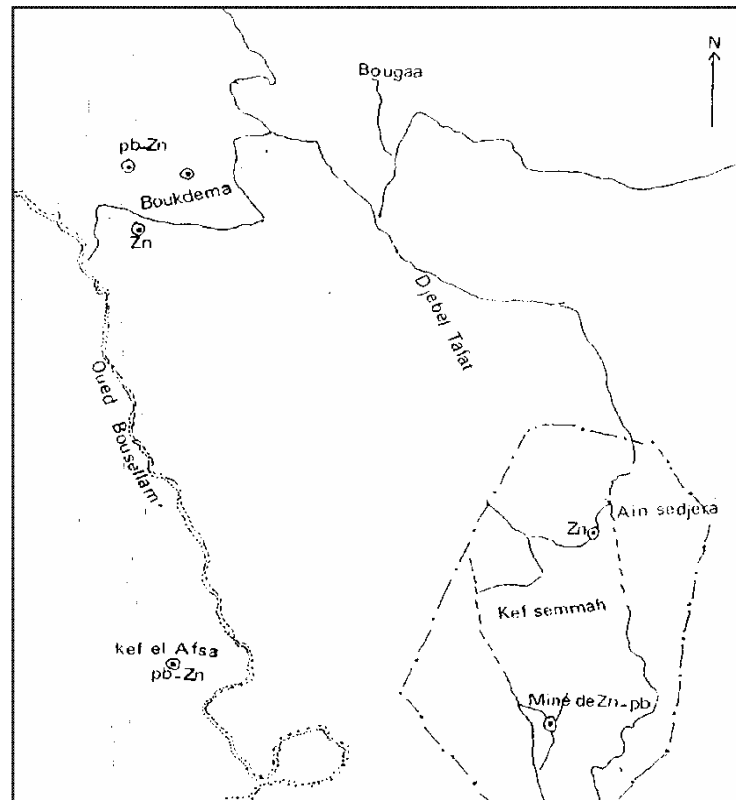
##### c) Situation Géographique

Les gîtes de Ain Sedjera et Kef Semah sont situés au SE de Djebel Tafat et sont séparés par le horst de Theniet El Kharoub. Une faille de direction NE-SO met en contact les marno-calcaires du Cénomanién inférieur du massif du Tafat avec les grès albiens du horst. Le gîte de



### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

Ain Sedjera est localisé à 6 km de l'Est de Bougâa à 1100 mètres d'altitude sur le flanc sud-est du dôme Cénomaniens du Djebel Tafat. La mine de zinc de Kef Semah est située à 2,2 km au SSO de Ain Sedjera dans le massif du même nom. Elle se trouve au Sud de Djebel Tafat et à 8 km au SE de Bougâa. (Fig. 17)



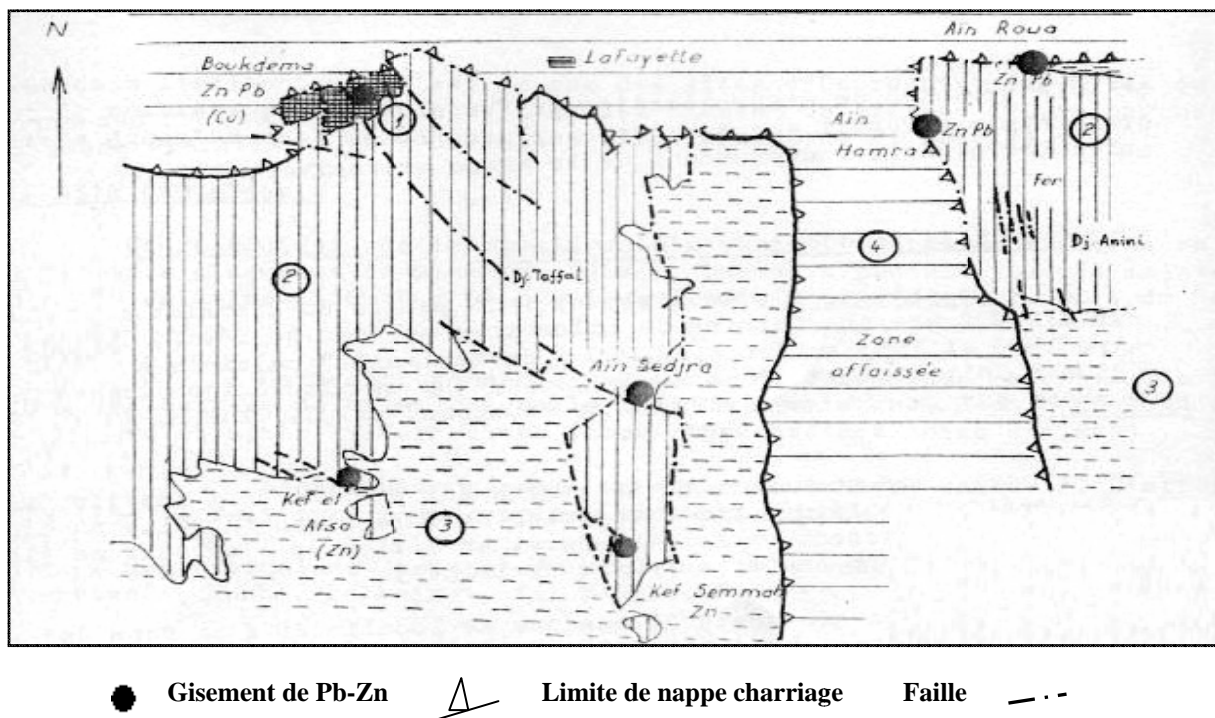
**Fig.17:** Localisation des gisements Guergour – Kef semmah

#### f) Morphologie du corps minéralisé

Le gîte Kef Semah est situé sur le flanc ouest du dôme d'âge sénonien intérieur du Djebel Tafat. Du point de vue de la minéralisation, il s'agit d'un petit gîte caractérisé par une minéralisation plombo-zincifère contenu dans la Pyrite, la marcassite, la blende, le quartzite et la galène.

D'après GLAÇON, (1965). Les gisements de cassure se localisent soit dans des zones fracturées à l'intérieur des massifs calcaires, mais au voisinage des failles bordières : Kef Semmah et Ain Sédjra, soit sur la bordure faillée elle même: Ain Roua, Ain Hamra (Fig.20). A Kef Semmah, la minéralisation est concentrée dans des fractures affectant les calcaires et marno-calcaires du Cénomaniens inférieur (dispositif en horst).

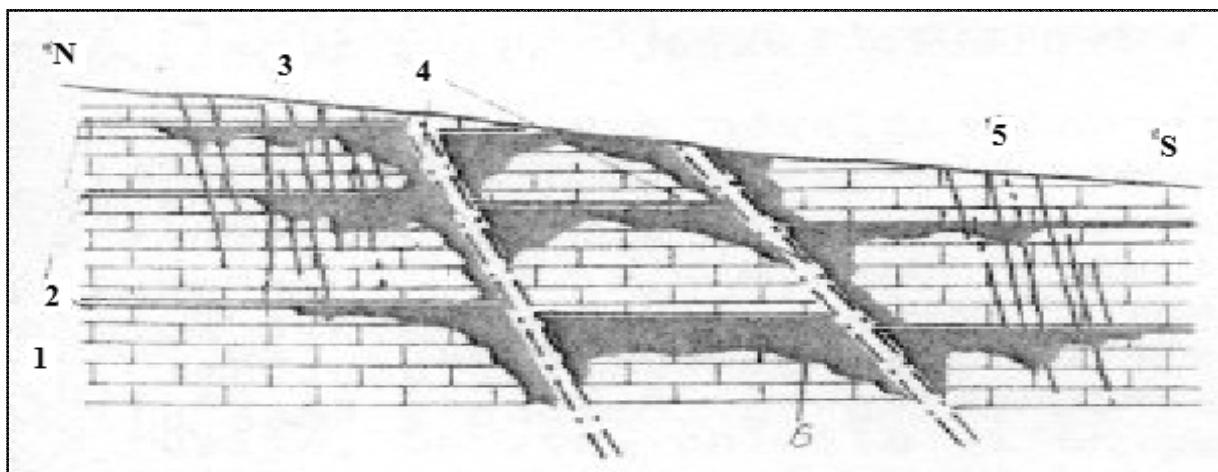
### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC



**Fig. 18** : District du Guergour : Localisation du gisement dans la structure géologique

1. Jurassique ; 2. Crétacé inf. à Turonien ; 3. Sénonien autochtone ; 4. Allochtone.

Des filons de puissance 0.7 à 3 mètres se suivent sur environ 100m, en direction et 40 m en profondeur, mais ils se réduisent vite. La minéralisation est assez irrégulière et s'épanche vite au croisement de deux fractures en formant des amas puissants. Ces amas sont toujours formés au dessous d'un toit de marno-calcaire, les plus importants sont situés au contact de la fracture croiseuse dite « du puits du corbeau » : amas blanc, amas joelle, amas.



**Fig. 19**: Schéma de la minéralisation en fractures et en amas près des croiseurs E-W  
1. Calcaire cénonmien; 2. Joints marneux; 3. Fractures minéralisées « Nord »; 4. Croiseurs; 5. Fractures minéralisées « Sud »; 6. Amas de smithsonite

#### G) Minéralisation

Le minerai est constitué par de la smithsonite accompagnée d'hydrozincite, cérusite ( $\text{SrSO}_4$ ), de la calcite et du gypse abondants dans les poches. La blende (Zns), la galène (Pbs) et la pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) s'observent rarement dans les fractures. GLAÇON, 1967 signale des concentrations de galène- blende très caractéristiques (structure de gels) dans des calcaires dolomitiques. De la galène en petits cristaux se rencontre également dans des fissures en association avec du quartz.

Dans les autres dômes situés vers l'Est de la zone Tellienne existent également des indices de plomb localisés dans des calcaires cénomaniens fracturés (Djebel Aïcel, Djebel Sebaa, ...). Ou dans les contacts faillés entre l'allochtone et les calcaires (Djebel Tayachet, Rouached...). Plus à l'Est encore, dans la région de Guelma, l'autochtone (calcaire aptien) renferme des gîtes de cassure de blende et galène (Bou Zitoun, Aïn Bou Said. .) souvent accompagnés de minéraux d'arsenic et de l'halloysite (argile groupe de la kaolinite) (Djebel. Debar). Les calcaires néocomiens de dômes autochtones renferment également quelques gîtes de blende, galène, minéraux d'antimoine, baryte (Hammam Berda) (POPOV, 1965).

#### 2.4. Les gîtes de cassure dans la meseta oranaise

A part quelques faibles indices dans le Horst de Ghar Rouban et Saïda, le seul gisement relativement important (plus de 10.000 t métal de Pb-Zn) se situe sur le plan sud de l'anticlinal du Djebel Nador au (Sud de Tiaret).

##### 2.4.1. Le gîte d'Aïn Melaz

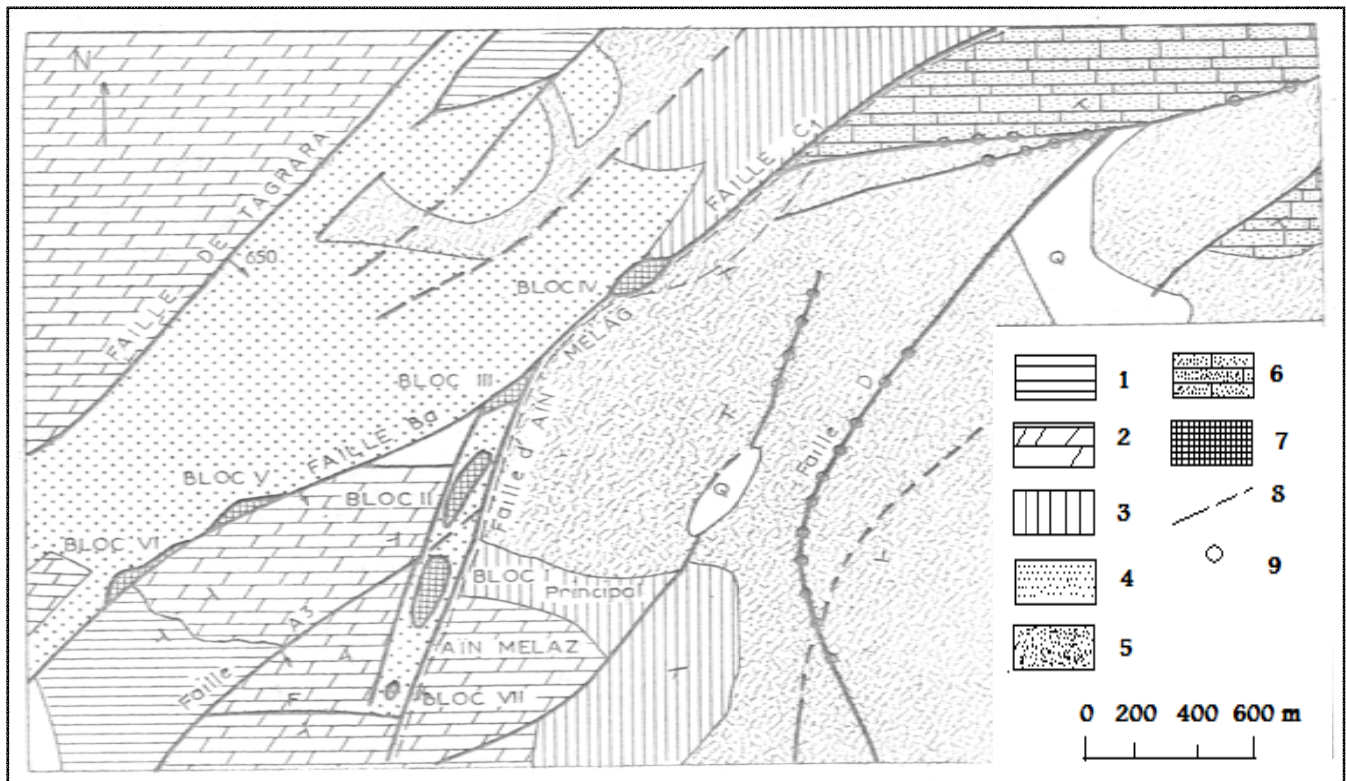
D'après les résultats des travaux du B.R.M.A cités par POPOV ,1965 (Fig.20), la minéralisation principale se localise uniquement dans des blocs extrusifs de dolomie (Lias sup. ou Dogger) bordant la grande faille inverse d'Aïn Melaz.

Les blocs minéralisés correspondent à un horst très étroit et allongé fortement, fracturé dont l'ascension semblerait due à l'impulsion du Trias diapirique. Ils s'enfoncent dans les marnes et les argiles du Jurassique supérieur. La minéralisation dans les blocs est en imprégnation ou en remplissage de fissures.

La galène et la blende sont en quantités presque égales. La blende forme de grosses mouches très pures dans la dolomie grise. On remarque deux types de galène dans cette dolomie : galène aux grosses mouches bien cristallisées et galène à grains fins avec quartz ;

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

dans les filons qui recoupent la dolomie ; chalcopryrite, pyrite et marcasite s'y rencontrent bien que la gangue soit formée de dolomie blanche, baryte et quartz



**Fig. 20 :** Aïn Melaz. Schéma géologique avec la position des blocs minéralisés

(d'après les travaux du BRMA in POPOV, 1965)

1. Calcaire ; 2. Dolomies du Kimméridgien ; 3. Marne et calcaire du Lusitanien ; 4. Argiles et grès Oxfordien-Callovien supérieur ; 5. Grès et argiles callovien ; 6. Calcaire à silex du Dogger ; 7. Dolomie massive aalénienne-Blocs minéralisés ; 8. Failles ; 9. Indices de Pb-Zn

#### 2.5. Les Gîtes de cassure dans la zone intermédiaire du môle d'Aïn M'lila

La position particulière de cette zone intermédiaire placée entre le sillon tellien et l'Atlas a favorisé le développement d'une tectonique de style cassant.

La concentration des minéralisations de plomb et de zinc est importante et on y rencontre principalement des gîtes stratiformes et de cassures. Ces derniers se localisent uniquement sur la bordure du môle d'Aïn M'lila, sa partie centrale, fracturée, étant en effet, dépourvue de minéralisations. Il s'agit dans la plupart des cas des indices et de très petits gîtes à quelques exceptions près: Djebel Felten, production de 76.000 t de plomb et Ain Arko : production de 124.000 t. de "calamine"(silicate hydraté de zinc) $(Zn_4(Si_2O_7))(OH)_2H_2O$  à 50 % Zn.



#### 2.5.1. Les Gîtes de Djebel Felten

##### a) Situation Géographique

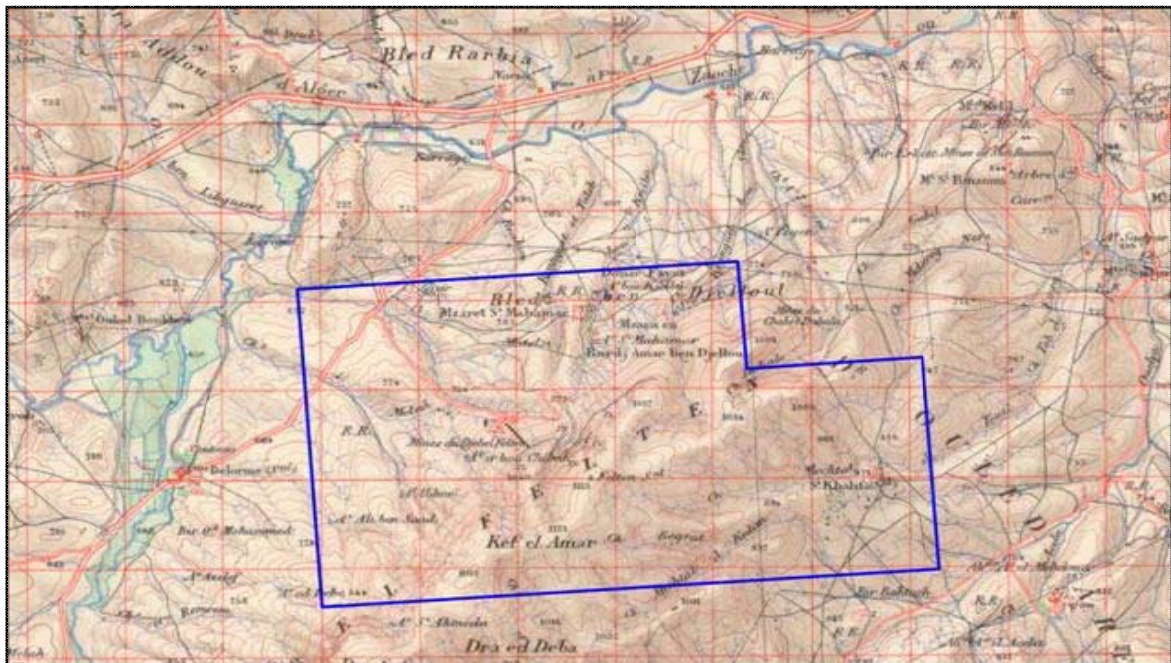
Le site du Djebel Felten se situe à environ 25 km au SW de la ville de Constantine. Il appartient au tronçon de chaînes isolées des hautes plaines qui forment des massifs calcaires isolés avec leur flanc NO escarpé (Djebel Guendou, le rocher de Sidi Roumane, Djebel Ouled Sellam Sekoum, Djebel Meimel).

La route nationale RN5 (Alger-Constantine) et la voie ferrée passent à proximité du site qui est accessible à partir de la route CW101 (ANPM 2008).



▲ Djebel Felten

**Fig. 21:** Localisation du Djebel Felten ,ANPM ,2006



**Fig.22:** Site du Djebel Felten  
(Extrait Carte topographique au 1/50 000 (feuille Oued Athmania))

#### b) Cadre géologique régional

Le Djebel Felten est situé à la jonction des monts constantinois et des hautes plaines constantinoises constitués par des séries sédimentaires triasiques, jurassiques, crétacées et tertiaires. Il s'agit des nappes telliennes (Djebel Mila de type Péri-tellienne) et de la nappe néritique constantinoise (para- autochtone).

La tectonique de la région est caractérisée par deux alignements principaux de plissement. L'un s'apparente à l'orientation est-ouest de la chaîne numidique au Nord, l'autre à l'orientation NE-SW parallèle à l'alignement de l'Atlas saharien. On observe deux familles de failles, il s'agit des accidents de direction NE-SW et des failles conjuguées NW-SE à N-S

Deux affleurements importants de dépôts triasiques gypso-salins se situent à l'Ouest et au NW du Djebel Felten et de Chettaba. Ils se présentent dans l'ensemble en alignements NW-SE et E-W.

#### c) Stratigraphie

Le Djebel Felten est constitué par les formations géologiques suivantes :

- **Trias:** argiles bariolées à gypse, dolomies, cargneules et quartz bipyramidé que l'on rencontre au SE de Djebel Felten (à 2 km de l'ancienne mine), et au NW de Djebel Felten près d'Ain Riya.
- **Crétacé :** calcaires (Aptien Supérieur), marnes bleue-noires (Albien) à intercalations de bancs calcaires plus ou moins lenticulaires et de calcaires d'âge cénomanien.
- **Tertiaire:** dépôts marins et continentaux qui reposent en discordance sur la boutonnière crétacée du Djebel Felten.

Le massif calcaire du Djebel Felten se présente sous forme d'un monoclinal à pendage doux vers le SE.

Le massif est limité du côté nord par un grand accident subvertical, longeant le massif, de direction NE-SW avec un rejet atteignant plusieurs centaines de mètres. Il est recoupé par un système de failles sub verticales de direction NW-SE, N-S et Est-Ouest.

#### d) Minéralisation

La minéralisation de Djebel Felten est du type poly métallique (Pb-Zn), elle fut l'objet d'une exploitation pour le minerai oxydé (Zn  $\text{Cu}$  Se ZnO). La production, de 1905 à 1930, fut de 90 000 tonnes de cérusite à 50 % de plomb et 27 000 tonnes de calamine calcinée à 40 % de zinc.

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

Les failles NE-SO, limitant le massif calcaire du Djebel Felten du côté nord, contrôlent les amas des minéralisations poly métalliques. Le réseau de failles minéralisées de direction E-O est suivi sur une étendue de plus de 300 m en direction. Dans cette zone se localisent des lentilles de longueur atteignant 100 m pour une épaisseur de 0.5 à 4.0m.

La minéralisation se trouve sous formes de remplissage de cassures dans les calcaires et dolomies attribués au Cénomaniens. On note la présence de poches karstiques associées aux failles à remplissage de galène et blende avec des minéraux d'oxydation (smithsonite, calamine, hydrozincite, cérusite, anglésite, pyromorphite, vanadinite et oxydes et hydroxydes de fer. La galène est argentifère. Les teneurs en argent atteignent 100-150 g/t.

Dans la région, il existe d'autres indices et anciens gîtes dans le champ minier du Djebel Felten encaissés dans des fissures de direction sub latitudinale recoupant les calcaires récifaux du Cénomaniens.

Les travaux de recherche exécutés de 2001 à 2003, par l'ORGM sur le site de Djebel Felten, ont permis de suivre les corps minéralisés sur une extension de 350-400m pour une puissance de 1 à 5m. Des échantillons au marteau (05) prélevés dans des filons à minéralisation oxydée, et exploités dans le passé, ont donné des teneurs de Zn de 16.25 à 26.5% et de Pb de 0.1 à 9.25%. Des échantillons de saignée (05) prélevés dans les corps minéralisé au niveau du Djebel Felten Est ont donné :

Corps n°1 : Epaisseur= 3 m, teneurs : Zn =1.26%, Pb = 0.27% ;

Corps n°1 : Epaisseur= 2 m, teneurs : Zn + Pb = 11.52% ;

La teneur moyenne sur une épaisseur de 5.0 m est de 5.5% pour Pb + Zn.

Six sondages ont été réalisés pour recouper les minéralisations et les divers corps, les principaux résultats obtenus sont :

Le Sondage **S3**, implanté à proximité de l'ancienne mine de Chabet Dahala, à l'extrémité orientale du secteur du Djebel Felten, a recoupé une zone d'oxydation constituée par des oxydes de fer entre les profondeurs 58.6m et 60.4m.

Les teneurs sont : Pb = 7.60 %, Zn = 0.92 %.

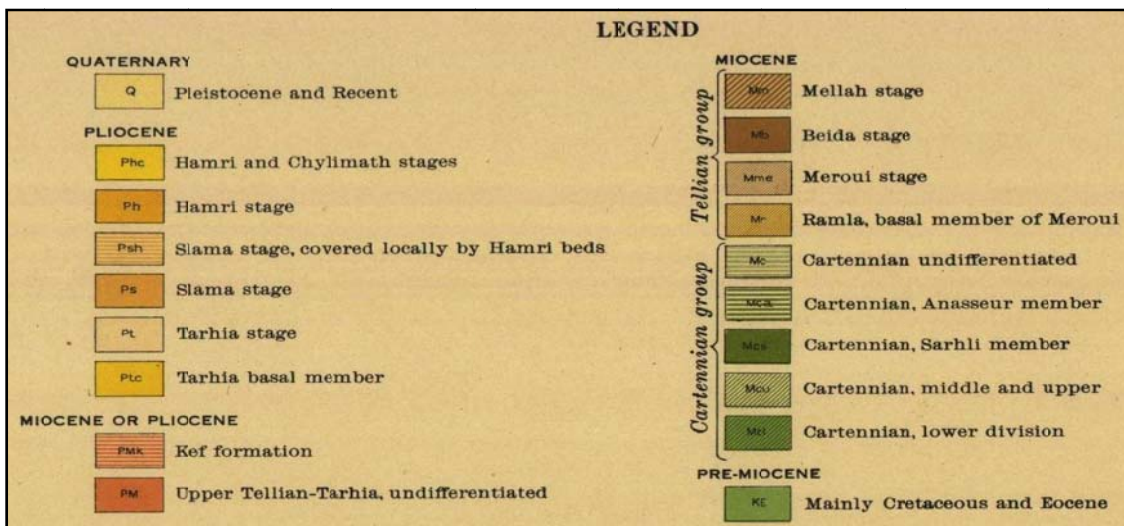


Fig.23 : Extrait de la carte géologique du Djebel Felten au 1/10 000 (ORGM, 2003)

## 2.6. Les Gîtes de cassure dans l'Atlas Saharien

### 2.6.1. Les Gîtes de Mesloul

#### a) Situation Géographique

Le Djebel Mesloul est situé dans le secteur oriental de l'Atlas saharien à 70 km de Souk Ahras et à 50 km au Nord de Tébessa.

Le réseau hydrogéologique est assez bien développé, le climat est continental.

Les agglomérations les plus importantes sont El Aouinet, Oued Kebarit et Mesloul.

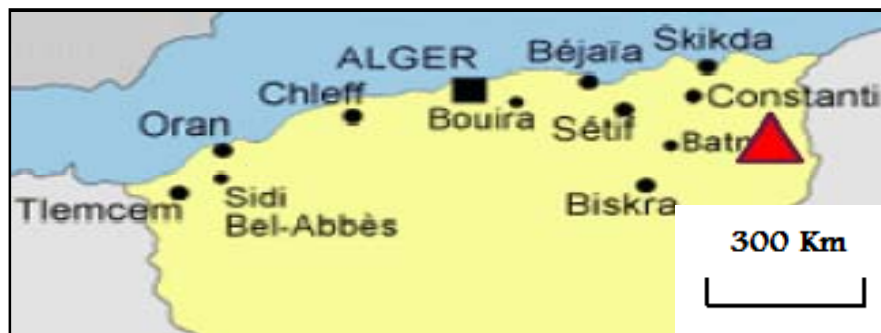


Du Nord au Sud, la région est traversée par la route Souk Ahras - Tébessa et une voie ferrée électrifiée reliant Tébessa-Souk Ahras - Annaba.

#### b) Cadre géologique de Djebel Mesloula

Le massif de Mesloula est l'un des pointements du Trias de la zone des diapirs, qui prend en écharpe le Nord de la Tunisie et l'Est de l'Algérie. Situé à proximité de la frontière algéro-tunisienne, il s'allonge sur une distance de 8 km, avec une largeur de 2 km environ, suivant la direction des grandes structures atlasiques. [DIANE et PERTHUISOT, 1996]

Il s'agit d'une structure anticlinale complexe, orientée NE-SW, à cœur triasique, affectant une couverture sédimentaire crétacée à dominante marno-calcaire, parfois incomplète. On note l'absence de Jurassique à l'affleurement, comme pour la plupart des diapirs de cette région (Fig.24) (ANPM 2008).



▲ Djebel Mesloula

**Fig. 24 :** Localisation du gisement de Djebel Mesloula d'après ANPM ,2006.

#### a)Minéralisation

Gîtes et indices minéralisés de Mesloula

##### Djebel Aissa N° 1

Groupe d'indices disposés sur le flanc nord ouest de l'anticlinal au sein des calcaires récifaux de l'Aptien à proximité des roches triasiques. La minéralisation est représentée par de la malachite azurite, galène et hématite. Les teneurs obtenues sont 5.25-18,2% en Pb et 0.2% en Zn.

##### Gisement de M'zaita N° 2

Le terrain minéralisé de M'zaita est connu depuis l'époque romaine. L'exploitation a cessé en 1928 pour des raisons inconnues. Les gîtes les plus riches se localisent dans un endroit d'une inflexion maximale. La mission Yougoslave « Rudis 1967 » a foré 7 sondages

où deux sondages (M3 et MZ3) ont recoupé les corps minéralisés. Le premier corps minéralisé puissant de 0.7 m à teneur en Pb 7.20% et en Zn 11.10%. Le deuxième sondage a recoupé deux corps minéralisés, le premier avec des teneurs en Pb 3.35% et en Zn 0.28%, le deuxième avec 4.5% Pb et 4.26% Zn pour une puissance de 0.8 mètres.

#### **Dhar Mesloul N° 3**

Les roches encaissant la minéralisation sont les grès et les calcaires du Barrémien. Les paramètres et les formes des corps minéralisés ne sont pas définis. Les teneurs obtenues des analyses chimiques sont 0.1% en Pb 0.3% en Zn et jusqu'à 2% en Cu

#### **Djebel Bardo N° 4**

L'indice minéralisé est lié à une faille transversale représentée par une brèche de calcaires. Les corps minéralisés constituent cinq niveaux d'une puissance allant de 0.20 à 0.4m encaissés dans les calcaires de l'Aptien. Les teneurs moyennes obtenues sont : Pb 14.3% et Zn : 5.56%

#### **Kef Bouguern-Bardo N°5**

Une zone plombifère est représentée par deux filons de 0.20 à 0.40m de puissance sécants au banc de calcaire. Les teneurs obtenues des analyses chimiques sont : Pb : 11.5% Zn : 3.3% pour une puissance de un mètre.

#### **Slekh N° 6**

L'indice est localisé au sein d'une faille transversale d'une puissance de 2 mètres. La puissance de la zone est de 4 à 10 mètres et a donné : Zn : 6.25 à 22.75%, Pb : 2.5 à 7.80%, associé Ag 37.5g

On distingue le gîte principal et petit mamelon N° 7:

Gîte principal : c'est le plus grand et le plus connu des amas à savoir qu'il a fourni 90% de toute la production. Les enrichissements sulfureux sont répartis sous forme d'imprégnations et partiellement en poches et en lentilles de dimensions différentes de minerai compact. Les paramètres du bloc sont 320x120x30 mètres.

Gîte petit mamelon : L'amas de minerai du petit mamelon était le deuxième fournisseur important de plomb. Il est situé à 0.4 Km au Nord Est du gîte principal et lui ressemble beaucoup sauf que ces dimensions sont de moindre importance.

#### **Massif Argoub Eressas N° 8**

La zone minéralisée de 150 mètres de longueur est liée au contact bréchique des calcaires récifaux de l'Aptien avec les marnes, calcaires et grès de l'Aptien inférieur et a donné 5.5% Zn et 4% Pb avec 50g/t d'argent pour une puissance de deux mètres.

#### Massif calaminaire N° 9

Bloc de calcaire de l'Aptien reposant d'une manière douce, avec une puissance de 50 mètres.

La minéralisation plombo-zincifère est localisée au contact des calcaires récifaux aptiens avec les marnes sous jacentes d'une puissance de 15 à 20 mètres et qui a donné 10% en Pb et 10% en Zn. Les flancs et la profondeur n'ont pas été étudiés.

#### Kef Rekhma N° 10

La zone minéralisée d'une puissance de 4 à 10 mètres est liée au contact tectonique des calcaires aptiens avec les marnes de l'Albien. Elle est constituée de smithsonite, blende, calamine et galène et a donné jusqu'à 50% de Zn et 1.85% en Pb (RUDIS, 1967)

#### Kef M'khiriga N° 11

La minéralisation se localise dans les calcaires récifaux de l'Aptien au contact du Trias diapir. La zone minéralisée de 1.5 à 3 mètres représentée par une zone de broyage a donné 6.2% à 10.1% en Pb et 2.62 à 7.2% en Zn (ANPM 2008).

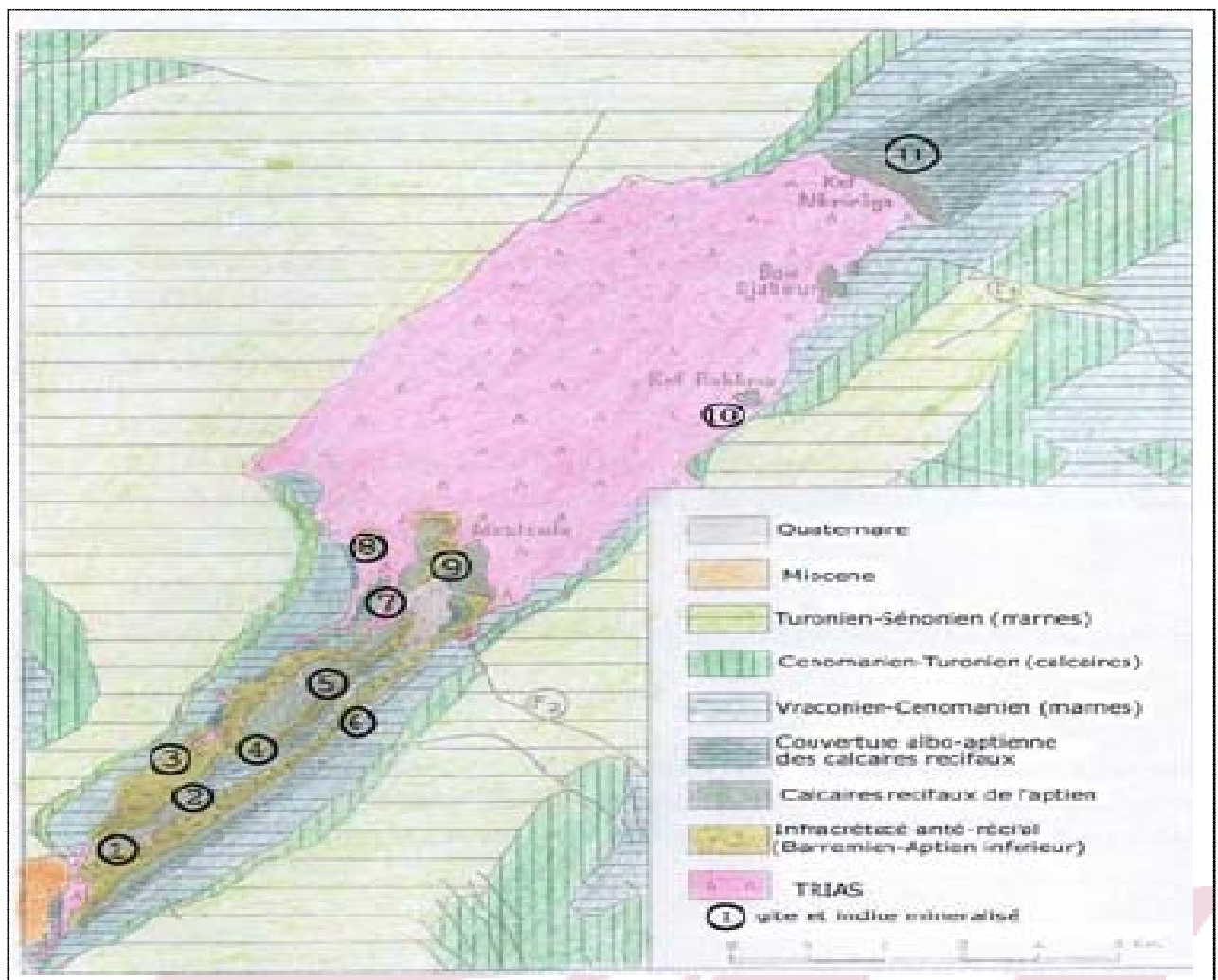


Fig. 25 : Carte géologique simplifiée du massif de Mesloula (DUBOURDIEU, 1959)

#### b) Réserves

Site	Minerai (10 <sup>3</sup> Tonne)	Pb (%)	Zn (%)
<b>gîte principal</b>	1270	2.5	-
<b>petit mamelon</b>	130	3.0	-
<b>massif calaminaire</b>	102	1,5	9,16
<b>M'zaita</b>	32	278	2.46
<b>Total</b>	1844	2.42	5.81

**Tableau N°5** : réserves géologiques du gisement Mesloula (d'après ANPM 2008)

Il y a d'autres gîtes comme les dômes formés par des calcaires aptiens récifaux ou des calcaire turoniens, situés plus au Sud vers Tébessa, renfermant une minéralisation en plomb avec de la smithsonite dans des cassures, ou dans des zones de broyage aux contacts entre les séries marneuses et les calcaires. C'est le cas de Bou Roumane et en Tunisie de Bou Jabeur, Hammimat-El-Dahara et Djebel Djerissa, On note au voisinage des gîtes, la présence de Trias diapir, qui indique la proximité d'accidents profonds.

Ainsi dans la zone d'écaillés à la bordure entre l'Atlas Saharien Oriental et la zone Tellienne (près de Souk-Ahras) on observe une autre minéralisation : smithsonite, blende et un peu de galène, chalcoppyrite ( $\text{CuFeS}_2$ ) et sidérose ( $\text{Fe CO}_3$ ) localisés tout le long des fractures E-W affectant les calcaires cénomaniens (faibles indices).

### III.3. LES GITES STRATIFORMES

#### 3.1. Les Gîtes stratiformes du domaine Tellien

##### 3.1.1. Les Gîtes de l'Oued El Kébir (Cavallo)

###### a) Situation Géographique

Le gisement de l'Oued et Kébir, situé à vol d'oiseau à 2 km au Sud de celui de Bou Soufa, affleure beaucoup moins bien. Il est surtout connu par des travaux miniers et des sondages qui ont montré son apparente simplicité ; le gîte, à première vue, est plus facile à comprendre que celui de Bou Soufa, l'inter-stratification des niveaux éruptifs plus évidente. (Fig.28) GLAÇON (1967). Cavallo est appelé actuellement El Aouana.

#### a) Minéralisation

Le minerai pratiquement intéressant a été reconnu sur 700 m. de longueur, et sur 250 m. d'extension latérale; il s'étage de la côte 220 m (affleurement au Nord de l'Oued et Kébir) jusqu'à la côte 39 m (sondage S42 au sud-ouest).

Le gisement (Pb, Zn, Cu) de l'Oued et Kébir semble nettement inter-stratifié entre des horizons volcano-sédimentaires de puissance très variable. Mais ses contours ne sont pas nets, et moins encore qu'à Bou Soufa, on ne peut véritablement parler de la morphologie du gisement : amas stratiformes lenticulaires de surface irrégulière. Si le gisement doit être défini par des teneurs économiquement intéressantes, on peut trouver des directions, des alignements, de zones riches semblant orientées SO-NE (GLAÇON, 1967).

D'après POPOV (1965) « Les roches encaissantes sont très altérées: kaolinisées, séricitisées, une silicification et pyritisation diffuse est très caractéristique. Les zones d'altération sont plus étendues que la minéralisation et ne l'englobent pas obligatoirement. Le minéral de cristallisation très fine imprègne les tufs altérés, bréchiques et des conglomérats sous un toit argilo-clastique. Il s'agit de lentilles interstratifiées dont la principale a les dimensions suivantes: longueur 700m, puissance 2 à 40 m, profondeur reconnue 200 mètres. Le contrôle structural n'est pas net; il existerait un alignement en zones riches de direction SW-NE, celle des failles. Les structures du minerai sont rubanées, bréchiques et souvent d'origine colloïdale. La paragenèse est complexe et relève de la superposition de plusieurs phases de mise en place de la minéralisation. Le gisement contient des réserves reconnues de métaux : 54300 t de plomb, et 44000t de zinc et 17690 t de cuivre. »

### 3.2. Les Gîtes stratiformes de la meseta oranaise

#### 3.2.1. Les Gîtes d'El Abed- Oued Zouander

##### a) Cadre géologique et tectonique

La structure de la région frontalière se caractérise par une succession de horsts et de grabens, délimités par des failles de direction générale N70 ° E .Le Horst de Bou Beker - El Abed serait formé sur une zone haute du socle primaire, découpé par des failles, qui ont rejoué lors de phases tectoniques tertiaires.

La sédimentation pendant le Jurassique (surtout au Lias) a été fortement influencée par des mouvements tectoniques précurseurs (verticaux).

En effet le Lias est très peu puissant sur la zone haute (2 à 30 m) tandis que vers le Nord et le Sud, la puissance augmente brusquement (100 à 500 m). Le Dogger est également représenté par une bande très mince (0 à 8m de calcaires et oolithes ferrugineux, traduisant probablement une lacune due à une émergence locale). La couverture du Jurassique supérieur (Crétacé absent) augmente de puissance vers l'Est, c'est une série marno-gréseuse avec des bancs de calcaires et dolomies.

#### **b) La minéralisation stratiforme**

Elle se localise uniquement dans le banc de dolomies bigarrées et bréchiques d'origine récifale à la bordure de la zone haute, près du sommet. Elle affecte la couche supérieure et intermédiaire. A 8m au dessous du socle primaire se situe un banc de calcaire à grain fin qui limite la minéralisation vers le bas. Au toit on retrouve une mince bande de calcaires et oolithes bathoniens, les premiers étant par endroits légèrement minéralisés.

La puissance des dolomies du Lias diminue progressivement vers l'Est (2 à 5m) dans ce cas, elles sont remplacées par une roche détritique (argile noire, sable dolomitique, dolomie altérée) très pyriteuse et minéralisée (panneau détritique).

#### **c) Morphologie**

La minéralisation se concentre sous forme de « runs » allongés inter stratifiés, dont la largeur est d'environ 70m, la puissance varie entre 1 et 12 m, et la longueur reconnue est de 1500m, Cinq runs ont été découverts, dont trois par sondages (Fig. 26)

Les runs sont traversés par des intercalations marneuses et argileuses. On observe parfois une imprégnation de sulfures sur toute l'épaisseur des dolomies, néanmoins en dehors du panneau détritique, la minéralisation est plus concentrée vers le toit d'un run.

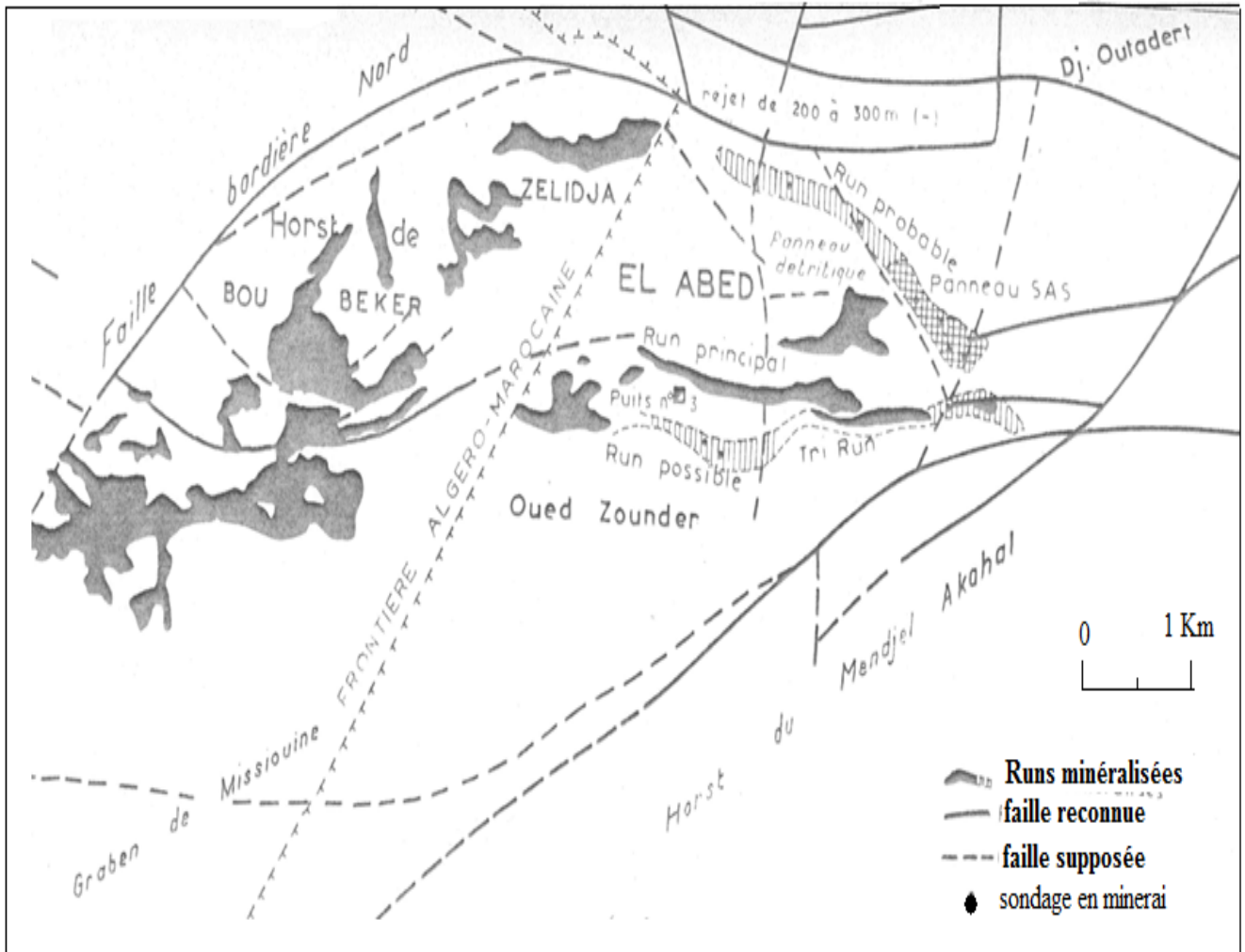
Les runs sont découpés par des failles qui intéressent également le socle, elles n'influencent pas la répartition de la minéralisation.

#### **d) Minéralogie**

La composition minéralogique de ce gisement est assez simple, blende et galène subordonnée, accompagnées de pyrite, très peu de chalcopryrite, quartz, dolomie et calcite. Les cristaux de blende et galène sont très fins (minerai d'imprégnation), mais dans les fissures et les

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

cavités ont trouvé de gros cristaux surtout de galène. Il s'agirait d'une génération de galène tardive, qui se rencontre aussi en dehors du gisement dans des fractures affectant les dolomies du Lias.



**Fig. 26:** Gisement d'El Abed -Oued Zouender Schéma de la position des runs minéralisés dans la structure d'ensemble (vers la gauche le gîte de Bou Bekker -Zelidja au Maroc)

#### e) La Tectonique

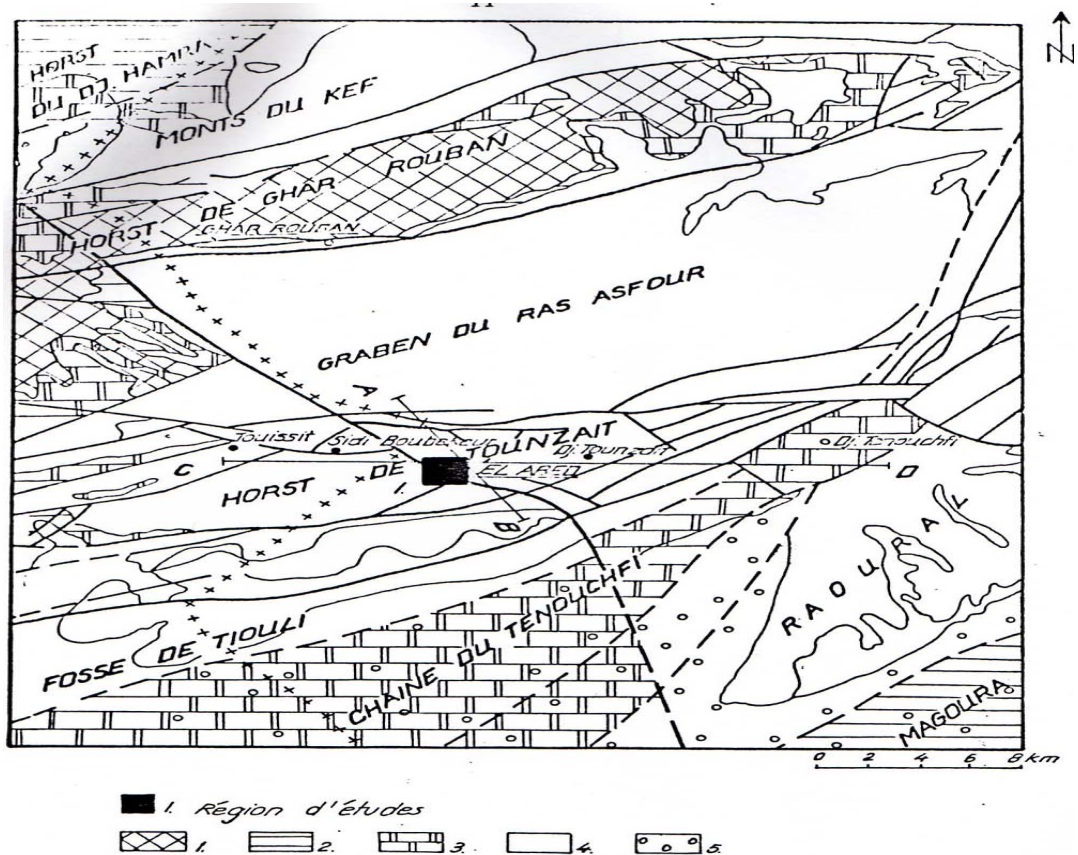
Dans les travaux souterrains de la mine d'El Abed, on peut observer que la tectonique principale est une tectonique cassante de faille normale en horsts et grabens (Fig.27a)

La direction principale des failles est NW-SE. Elles se sont formées à la fin de l'orogénèse hercynienne et ont joué de nombreuses fois tout au long du Jurassique, comme le montrent les discontinuités d'épaisseur des formations de part et d'autre de ces failles. Elles ont joué encore à l'époque par rapport à cette structure en horsts et grabens, les gisements de plomb -zinc les plus importants : Touissit - Bou Bekker- El Abed sont situés sur



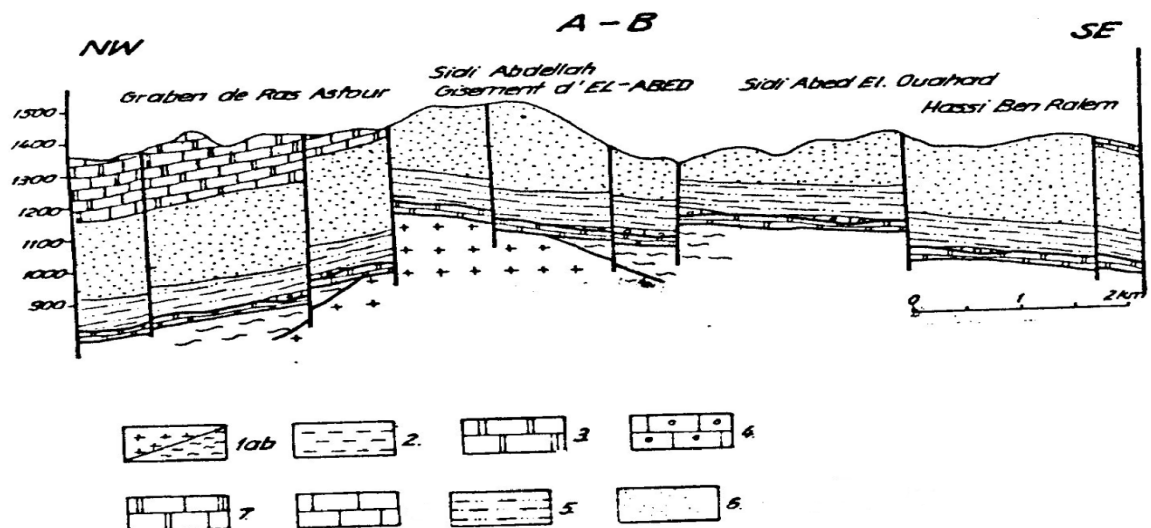
### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

le grand horst de Tounzait (Fig.27b), à l'intérieur duquel on peut distinguer dans le détail de petits grabens (METZLER, 1986).



**Fig.27a** : Carte géologique de la région d'El Abed, selon LUCAS (1942) et TOUAHRI (1983) in METZLER, 1986.

1. Paléozoïque ; 2. Paléozoïque, Trias et Jurassique sous la couverture récente ; 3. Trias, Jurassique inférieur et moyen ; 4. Callovien ou Portlandien ; 5. Paléogène ou Quaternaire.



**Fig.27b** : Coupe géologique du gisement d'El Abed, selon LUCAS (1942) et TOUAHRI (1983) in METZLER, 1986.

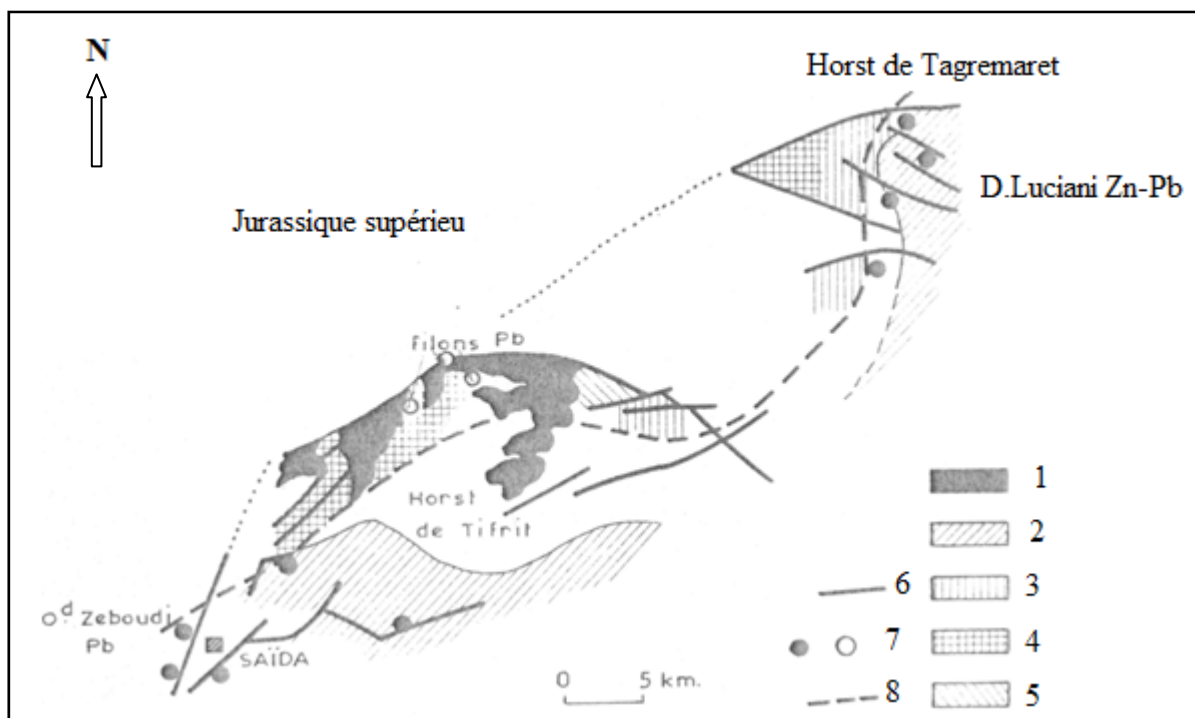
1. Paléozoïque (magmatique, schisteux) ; 2. Trias, Argiles rouges ; 3. Toarcien ou Bajocien moyen : dolomies ; 4. Bathonien inférieur et moyen : calcaire ferrugineux ; 5. Callovien : marne ; 6. Lusitanien : grès ; 7. Kimméridgien ou Portlandien : dolomies et calcaire



#### 3.2.2. Les Gisements des môles de Saïda et Tagremaret

Cette région est comparable en bien des points à la précédente : zone haute, avec le primaire qui affleure dans le Horst de Tifrit, bordure fracturée instable qui se distingue par des variations de faciès et de puissances (LUCAS, 1942). Le Lias est peu puissant mais toutefois plus épais qu'au horst de Bou Becker, la puissance varie de 80 à 25m. On y trouve la même direction tectonique qu'au horst de Ghar Rouban, N 55°E; ce sont des failles profondes qui bordent les horsts.

La minéralisation stratiforme, se localise uniquement sur la bordure des horsts (Fig.28) dans la partie supérieure du Lias dolomitique au dessous d'une lacune au Dogger, marquée par la rubéfaction des dolomies. Ces dernières sont surmontées par les marnes du Callovien.



**Fig.28** : Position de la minéralisation dans les Horst de Tifrit et Tagremaret

1 .Primaire ; 2. Région ou le callovien repose directement sur les dolomies du Lias ; 3. Région ou existent l'Aalénien et le Bajocien à accidents siliceux ; 4. Régions comportant des quartzolites Aaléniennes ; 5. Région ou est connu le Bajocien-Bathonien à faciès Tellien ; 6. Failles ; 7. Minéralisations Pb-Zn ; 8. Limite de la zone pre-tellienne.

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

La minéralisation est très irrégulière en imprégnation dans les dolomies, essentiellement plombeuse à Oued Zeboudj et avec prédominance de blende à Dominique Luciani. Si dans le premier gîte, une seule lentille est reconnue (Fig.29) dans le deuxième, la présence d'une minéralisation assez irrégulièrement répartie, découpée par des failles (Fig.30). La minéralisation affecte des dolomies à gros grains d'allure bréchique. La liaison avec les failles n'apparaît pas clairement. La distance du socle sous-jacent ne joue également aucun rôle pour la localisation du minerai. Une silicification des dolomies accompagne toujours la minéralisation à Dominique Luciani.



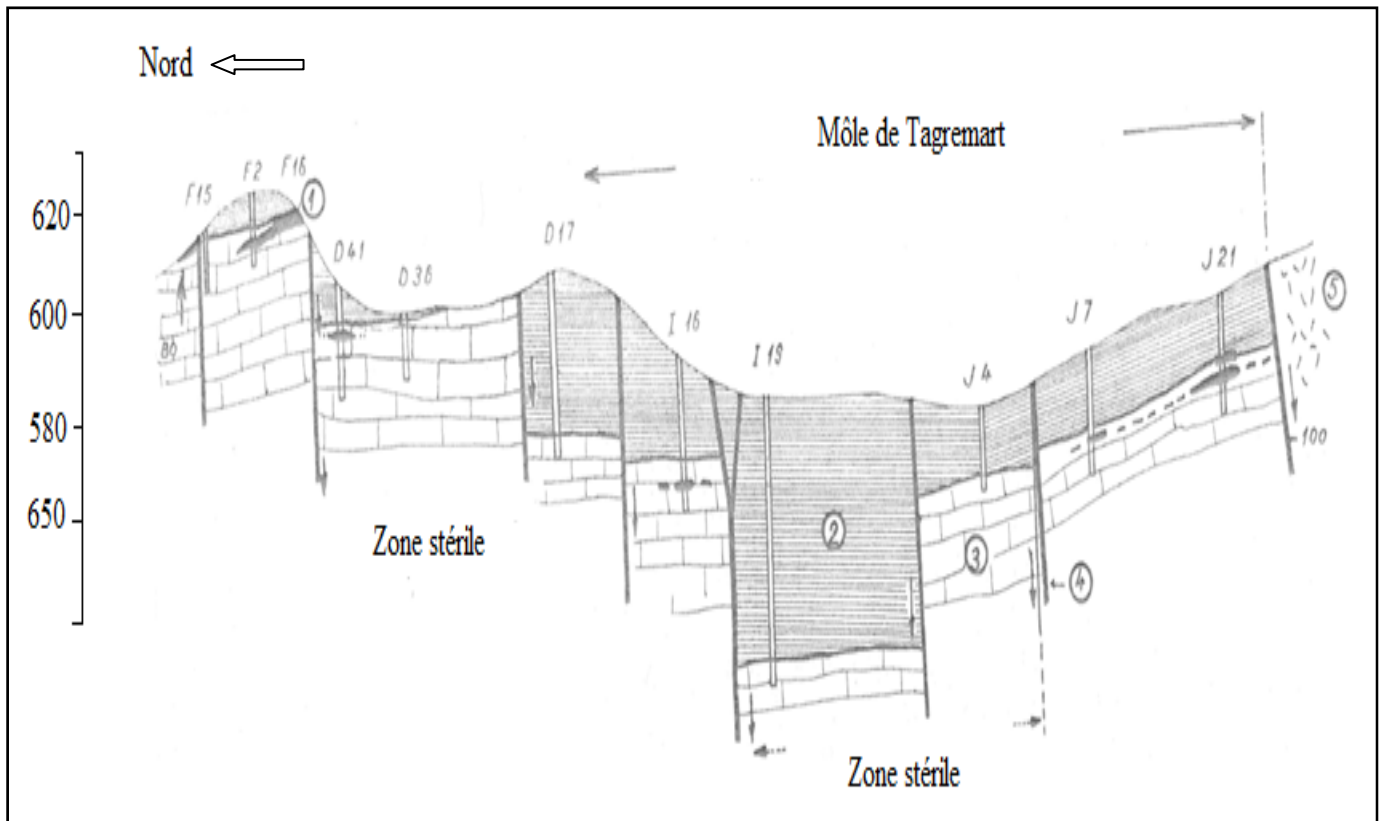
**Fig.29** : Position de la minéralisation dans la structure générale.

(d'après les travaux du BRMA et MEINDRE, 1963)

1. Dolomies supérieur ;
2. Callovo-Oxfordien ;
3. Zone minéralisées ;
4. Courbes isobathes du toit des dolomies ;
5. Sondage en minerai ;
6. Sondage stérile ;
7. Affleurement de minerai ;
8. Failles.

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

Dans cette zone (LUCAS, 1942), a démontré l'existence d'une roche éruptive, basaltique, qui affecte les grès du Jurassique supérieur (Séquanien) au Djebel. Kerken à 18 km de Saïda. Ce serait la preuve d'un lien direct avec la minéralisation.



**Fig.30** : Dominique Luciani. Coupe transversale de la zone Nord.

1. Minéralisation Luciani ; 2. Marnes et grès du Callovo-Oxfordien ; 3. Dolomies, 4. Failles ; 4. Pliocène et alluvions

### 3.3. Les Gîtes stratiformes dans la zone intermédiaire du Môle d'Aïn M'Lilia et sa bordure

#### 3.3.1. Généralités

Cette zone couvre la partie septentrionale de la plate-forme continentale (l'avant fosse Tellienne et une partie de l'autochtone pré-saharien). Elle est bordée de tous côtés par des bassins très subsidents : au Nord, le sillon Tellien, au Sud, le sillon du Hodna et celui de l'Atlas Saharien au S-SE.

Elle se subdivise en deux parties de mobilité différente : une zone haute à tendance positive, peu subsidente, (c'est le Môle d'Aïn M'Lila de KIEKEN, 1962) et sa bordure instable subsidente mais conservant toujours une faible profondeur (dépôts néritiques et récifaux). Les faciès, (surtout au Crétacé inférieur) et le style tectonique de cette zone sont intermédiaires entre ceux de l'Atlas Saharien et ceux du Tell. Ce qui s'expliquerait comme un

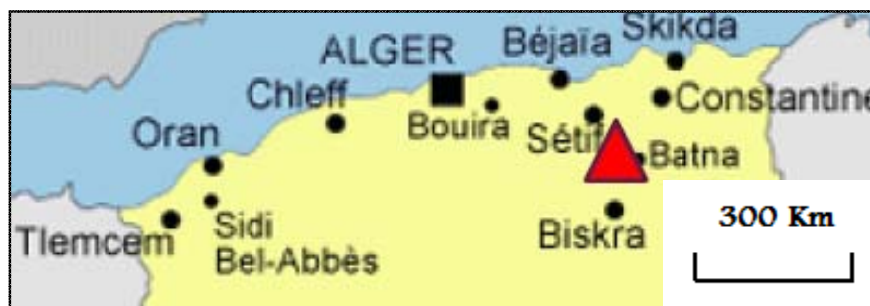
bloc du socle compris entre des accidents profonds, les transversales de GLANGEAUD. En effet, cette zone est bordée à l'Est par la transversale Batna- Souk Ahras, une autre celle de Constantine la traverse et une troisième passe peut-être à l'Ouest entre Djebel Zdim et Djebel Youcef.

Les minéralisations de plomb - zinc, essentiellement de type stratiforme se localisent uniquement sur la bordure du Môle, ce dernier étant dépourvu de gisement. Les plus importants sont : Kherzet Youssef, Djebel. Gustar, Aïn Kahla et Chellala (POPOV, 1965).

#### 3.3.2. Le Gîte d'Aïn Kahla

##### a) Situation Géographique

La zone minéralisée de Aïn Kahla est située à une dizaine de kilomètres à l'Ouest de Aïn Azel elle occupe une superficie de  $2 \times 0,5 \text{ km}^2$  au cœur de la demi-boutonnière de l'anticlinal de Hadjar Labiod. Les corps minéralisés sont associés aux dolomies du Lias moyen-supérieur et du Dogger (Fig.31). Les amas les plus importants sont géométriquement liés aux inconformités régionales, en particulier la surface infra-toarcienne (BOUTALEB, 2001 ; GLAÇON, 1967 ; TOUAHRI, 1987 et BEYOUD, 1990).



 Aïn Kahla

**Fig. 31:** Localisation du Aïn Kahla ,ANPM ,2008



**Fig.32** : Carte topographique : (Feuille Ain Azel N°143 au 1/50 000 d'après ANPM ,2008)

#### **b) Cadre géologique régional**

Dans la structure géologique de la région interviennent les formations terrigènes carbonatées du Jurassique et du Crétacé. Elles constituent de larges anticlinaux avec un grand rayon de courbure et des dépressions intra-montagneuses synclinales. Ces dernières se caractérisent par le développement des terrains terrigènes carbonatés du Mio-pliocène.

Les roches les plus anciennes de la région sont les formations « terrigènes carbonatées gypsifères » du Trias.

La région se trouve le long de la bordure S.W du môle d'Ain M'Lila. Dans les limites de la région du site on observe des accidents cassants de direction NS et N-E (Atlasique), sub-latitudinale (Tellien) et N-O (tardi-Alpin).

#### **c) Cadre géologique du gisement**

Le site est situé dans la partie sud-est de la structure de Hadjar Labiod, où affleure le cœur de l'anticlinal avec apparition en surface des dépôts du Jurassique inférieur.

Cet anticlinal est constitué par les assises du Mésozoïque inférieur (Trias, Jurassique). Par endroit on rencontre les dépôts néogènes et quaternaires.

Le Trias est représenté par les argilites litées, gris sombre à intercalation de marnes alors que le Jurassique est représenté essentiellement par des dolomies à grains fins, de couleur gris sombre à intercalation de calcaires et de marnes.

Le Néogène et le Quaternaire sont observés dans les dépressions intra montagneuses du gisement. Les roches formant le site constituent un anticlinal voûté de direction sub-latitudinale. Ces roches sont très faillées. Elles ont subi des rejets verticaux de 500m.

#### d) Minéralisation

Les corps de minerais sont stratiformes et la minéralisation se localise dans le 3<sup>ème</sup> terme du Lias à des dépôts du Dogger, elle se trouve près de la faille Sud qui met en contact le Lias à l'Aptien. On distingue 11 principaux corps minéralisés et lentilles accompagnant ces corps.

La composition de ces corps est essentiellement plombo-zincifère, de dimensions variables. Ces corps de minerai ont: une longueur variant de 25 à 300m, une largeur allant de 20 à 200m et une puissance de 1,2 à 5,2 m.

Les teneurs varient de 0,6% à 5,2% pour le plomb et de 0,44% à 9% pour le zinc. 123 sondages, 31 tranchées, 1 galerie à flanc de coteau ont été réalisés. Ces travaux de recherche ont permis d'évaluer les réserves en Pb-Zn en catégories C1 + C2 soit : 354 437 t de minerai donnant 963 t de plomb, 12 942 t de zinc.

D'autres minéralisations sont associées aux cherts (rognons et amas siliceux), GLAÇON signale non loin d'Aïn Kahla, une roche cherteuse dans le Dogger, légèrement minéralisée en galène et blende, où le chert remplace la dolomie. Il s'agirait d'une phase cherteuse tardive. La même paragenèse se rencontre plus vers l'Est, comme à Aïn Kalha, dans les dolomies grises, silicifiées du Lias. Ce sont de faibles indices. GLAÇON souligne le contrôle stratigraphique très net; néanmoins le contrôle structural reste important, la minéralisation étant au voisinage d'un grand accident bordé de Trias; en effet vers l'Est, dans l'anticlinal à noyau liasique, les dolomies affleurent sur des grandes distances, mais seules les zones broyées, ou près de failles, sont minéralisées.



### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

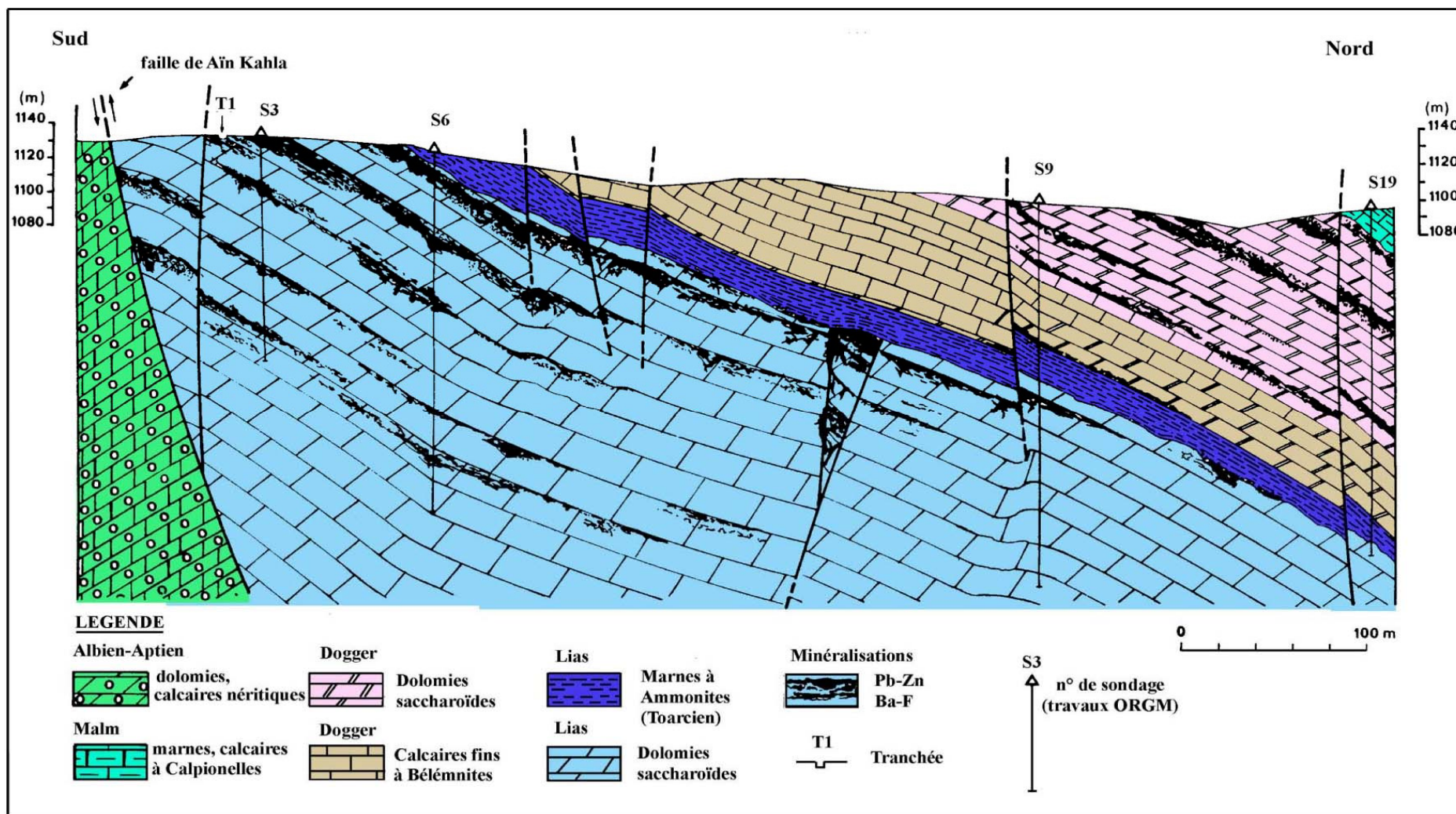


Fig.33 : Coupe géologique montrant la distribution des corps minéralisés dans le Lias et le Dogger (D'après BEYLOUD, 1990 et ORGM)

### 3.3.2. Le Gîte de Kherzet Youssef

#### a) Cadre géo structural du gisement

Le gisement Pb-Zn de Kherzet-Youcef se situe à 5,5 km N-W du village d'Aïn Azel sur le flanc nord de la structure anticlinale de Hadjar-Labiod (dépression d'Aïn Azel). Le territoire du gisement est traversé par une faille de décrochement subméridienne de direction sud-nord. La minéralisation est surtout concentrée dans la zone péri-faillée du compartiment tectonique ouest (HENNI, 1993).

Cette zone est constituée de dépôts affleurant du Barrémien (inférieur et supérieur) et de l'Aptien. La minéralisation, répartie suivant plusieurs niveaux, est du type stratiforme et se localise dans la partie inférieure du Barrémien supérieure constituée d'une alternance de couches de calcaires, de marnes et de dolomies (Fig. 34).

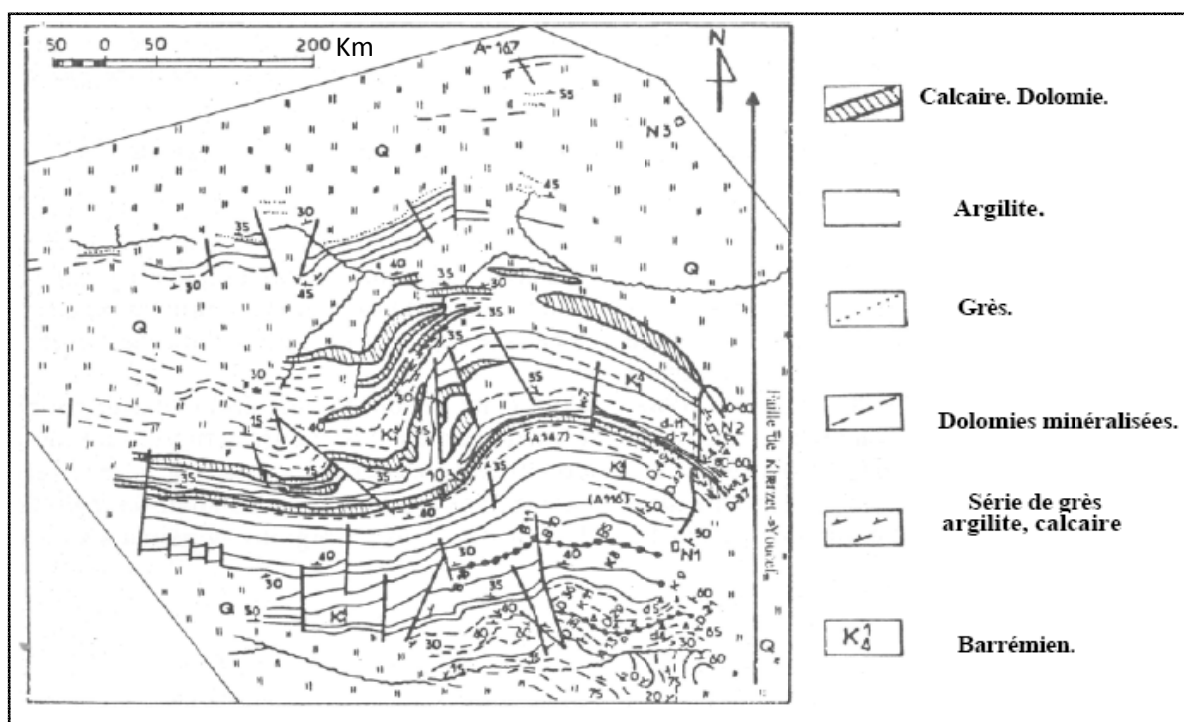


Fig. 34 : Schéma géologique du gisement de Kherzet-Youcef, (HENNI, 1993).

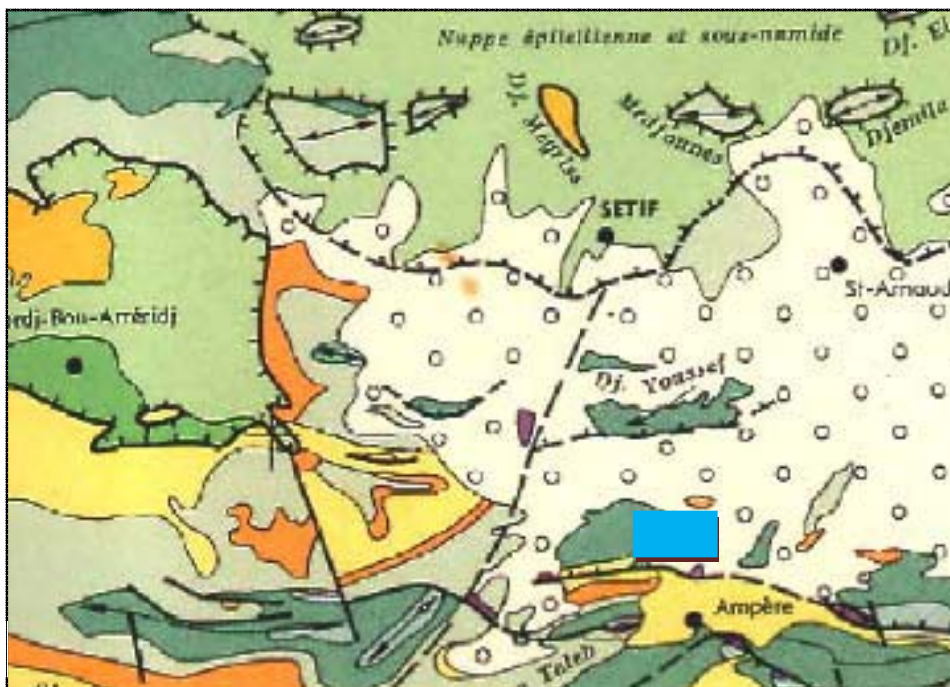


#### b) Cadre géologique général

Le gisement de Pb-Zn de Kherzet- Youcef fait partie de la zone métallogénique du Hodna (Atlas saharien). Cette zone minière est constituée de dépôts allant du Trias au Quaternaire, d'une puissance totale d'environ 4,5 km. (Fig. 35)

Les mouvements alpins sub-méridionaux ont exercé une grande influence sur la tectonique actuelle de la région. La plupart des cassures se sont formées et développées dans la couverture méso- cénozoïque à l'époque de la tectogenèse alpine. Elles ont touché tout le district minier du Hodna avec l'apparition de fractures de remplissage, en partie, par la minéralisation hydrothermale.

Cette région constitue la jonction de 3 domaines : Domaine Tellien, Atlas Saharien et Hauts- plateaux. Les formations géologiques qui la constituent forment des plis à caractère asymétrique, leurs flancs nord sont moins abrupts qu'au Sud. Sur le flanc sud les plis sont localement renversés vers le Sud. Les cœurs de ces plis sont affectés par une série de failles en échelon à décrochement vertical atteignant 100-150m.



**Fig. 35:** Situation du site de Kherzet Youcef  
(Extrait du schéma structural de l'Algérie à 1 :1000 0000, KIEKEN 1962)

#### c) Morphologie

Les travaux de recherches ont permis d'éclaircir les conditions de gisement et POPOV (1965) donnent cette description:

La minéralisation est en forme de runs très aplatis, ou plutôt en couches, localisées uniquement à proximité de la faille. Le nombre de couches et leur puissance augmentent près de la faille (Fig.36). Ils forment deux faisceaux :

- faisceau supérieur, dit « St. Pierre » de 5 couches principales
- faisceau inférieur, dit « St. Jean » de 7 couches principales.

Le nombre total des niveaux minéralisés est de 25

La minéralisation se suit sur 1.200 mètres en longueur et 60 à 80 en largeur. La puissance des couches varie entre 10 cm. et 7,50 m.

La minéralisation affecte de préférence, les couches bréchoïdes (brèches intra-formationnelles probablement). Les sulfures sont disséminés où forment le remplissage de fissures et cavités dans les dolomies, de préférence au-dessous de joints marneux.

#### d) Minéralogie

La paragenèse est simple: blende, galène, pyrite, marcasite, baryte, calcite, dolomite, quartz et gypse.

La blende est de cristallisation très fine ou en tache irrégulière (3 générations) renfermant parfois des cristaux idiomorphes de dolomies : la galène (2 générations) est le plus souvent en cristaux assez gros, localement, elle forme des concentrations plus fortes (couche 3 du faisceau St. Jean). Le rapport Zn/Pb est de 6,1 en moyenne. On observe une zonalité de répartition du minerai par rapport à la faille, en effet, la quantité métal au m<sup>2</sup> augmente

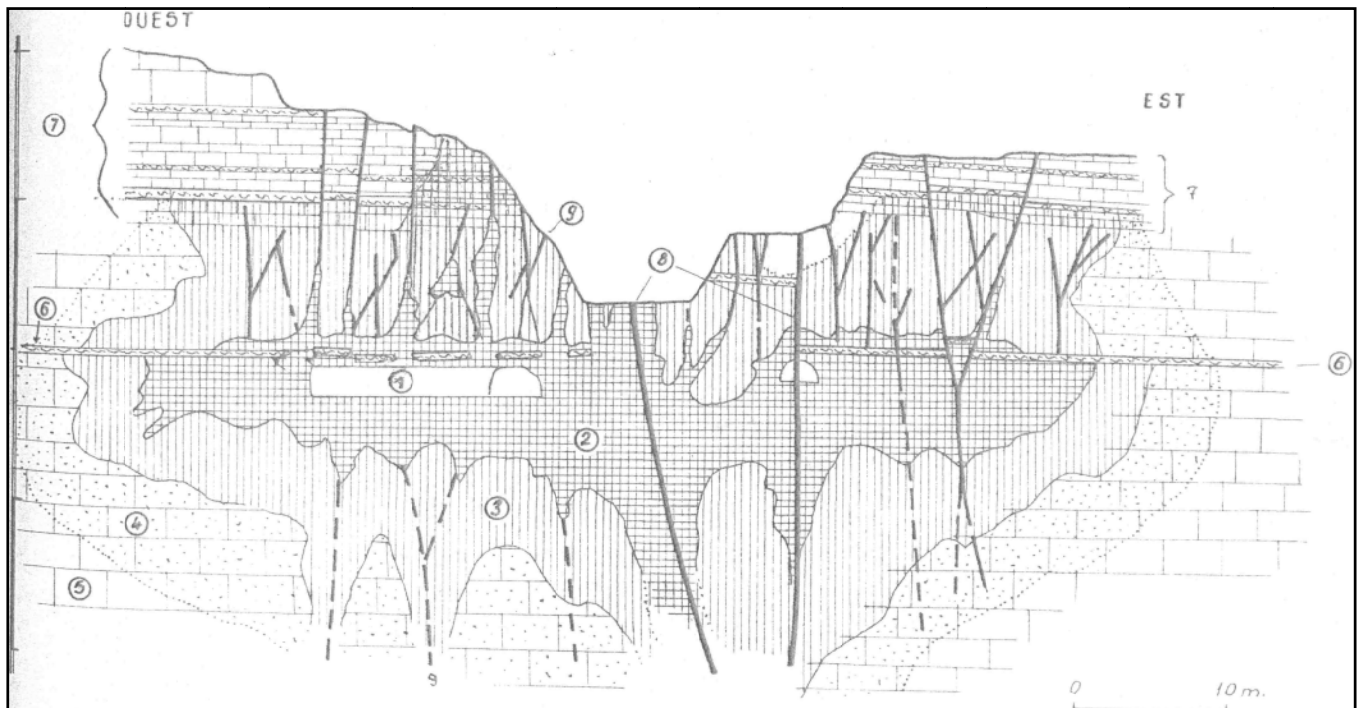
Dans les parties minéralisées, on observe une apparition fréquente de bitume, en remplissage de joints et géodes accompagnant la pyrite. Dans plusieurs cas la couche minéralisée n'a pas été retrouvée et à sa place, les sondages n'ont trouvé que du bitume et de la pyrite.

Les structures du minerai sont massives, bréchiques et parfois concrétionnées ou rubanées.

#### 3.3.3. Le Gîte de Djebel Gustar,

Ce gisement relativement important (91.500 Tonnes de métal Pb-Zn, réserves et production comprises. se trouve dans le petit dôme de Djebel Youssef. Pour POPOV (1965) les calcaires récifaux de l'Hauterivien contiennent la minéralisation. Plusieurs runs sont reconnus dont la répartition est contrôlée par des zones de fracturation. La minéralisation est accompagnée toujours d'une forte silicification et dolomitisation des calcaires qui forment très souvent des auréoles autour des corps minéralisés (Fig.36).

Le minerai est constitué de smithsonite, blende, et galène associée à de la dolomie, calcite et quartz.



**Fig.36 :** Djebel Gustar, (amas Louise,) zonalité de la minéralisation, dolomitisation et silicification par rapport aux fractures.

1. Minerais riche exploite ; 2. Forte dolomitisation et silicification renfermant la minéralisation (Runs) ; 3. Forte silicification ; 4. Faible silicification ; 5. Calcaire récifaux ; 6. Joint de marnes argileuses ; 7. Calcaires gris et marne supérieur ; 8. Faille importantes ; 9. Fractures.

#### 3.4. Les Gîtes stratiformes dans l'Atlas Saharien

##### 3.4.1. Les Gîtes dans l'Aurès

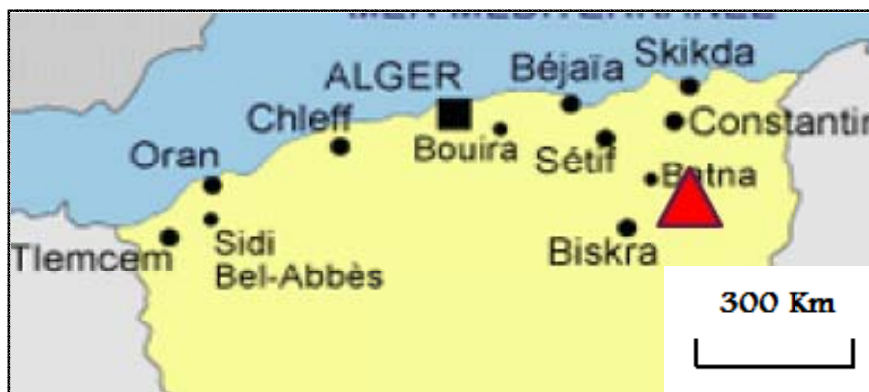
Il s'agit de minéralisation interstratifiées dans les séries aptienne, dans la partie NE des Aurès. Le gîte le plus important est Ichmoul situé sur le flanc SE d'un anticlinal cassé par des grandes failles, avec affaissement central et apparition de Trias diapir.

#### 3.4.1.1. Les Gîtes d'Ichmoul

##### a) Situation Géographique

Le gisement de Djebel Ichmoul est situé dans la partie orientale des monts des Aurès, Il est éloigné des villes de Batna et d'Arris respectivement à 60 et à 18 km. La localité la plus proche est le village de Médina qui se trouve à 2 km.

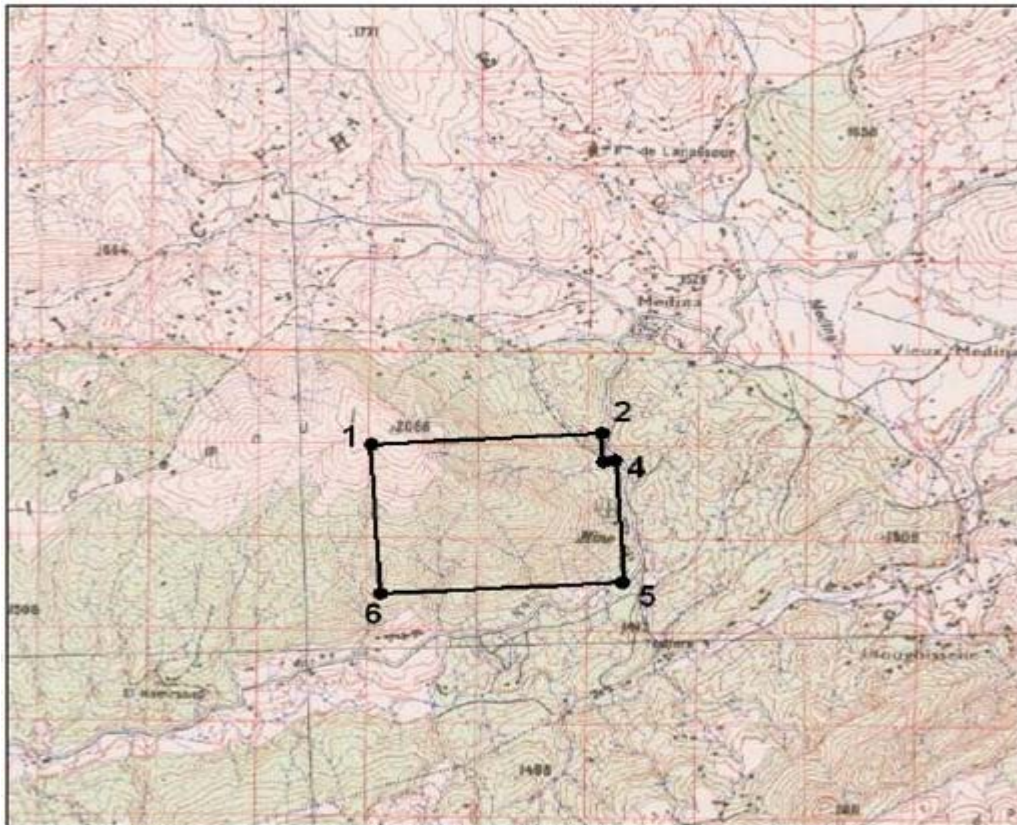
Ce gisement a fait objet d'une exploitation jusqu'à 1954. En 1966-67 la SONAREM à effectué une étude détaillée de la surface du gisement et établi une carte géologique au 1/2000 Il a été documenté à nouveau avec échantillonnage des anciens travaux miniers et exécution de forages afin de reconnaître les niveaux profonds du gisement. JARIKOV et CHADRIN (1968)



▲ Djebel Ichmoul

**Fig. 37:** Localisation du Aïn Kahla ,ANPM ,2008





**Fig. 38:** Situation du site de Djebel Ichmoul sur carte topographique 1/50 000 (Feuille Arris)  
ANPM ,2008

#### b) Cadre géologique du gisement

Le gisement est constitué par des séries concordantes terrigènes et calcaires des étages du Barrémien, de l'Aptien et de l'Albien.

*Barrémien:* constitués par des grès quartzeux à grains fins et par des aleurolites à intercalations rares et peu puissantes de dolomies.

*Aptien:* Ils sont représentés par des calcaires, grès, marnes, dolomies et calcaires dolomités. A la base de l'Aptien prédominent les calcaires et les dolomies et au sommet les schistes argileux, marnes et grès

*Albien:* Ce sont principalement des marnes compactes finement litées à intercalations de calcaires

*Quaternaire:* Les dépôts quaternaire sont largement développés dans les parties est et nord du gisement où ils recouvrent les marnes albiennes.

#### c) Minéralisation

La minéralisation plombo-barytifère est localisée dans trois bancs de calcaires dolomités de l'Aptien dont la répartition dans le plan de la couche est irrégulière, habituellement le minerai forme des gîtes étroits, allongés dans le sens du pendage des couches.

- *Amas minéralisé N°1* : L'extension verticale observée est de 420 mètres environ. L'épaisseur varie de 1 à 3 mètres parfois 5.50 mètres. Les teneurs de barytine et de plombo-barytine sont relativement constantes et sont égales à 36-65% pour la barytine et à 6.5-9.5% pour le plomb.

- *Amas minéralisé N°2* : L'extension verticale de l'amas minéralisé est de 200 mètres et épais de 20 mètres en moyenne. Les minerais plombo-barytiques en nids et dissémination avec des filonnets prédominant, la baryte apparaît uniquement dans les niveaux supérieurs. La teneur varie de 3 à 14% (la teneur moyenne étant de 5.3%) pour le plomb et de 30 à 55% pour la baryte.

- *Amas minéralisé N°3* : L'amas minéralisé est découvert à 350 mètres suivant le pendage par de nombreux travaux miniers de prospection et d'exploration. Son extension horizontale est de 630 mètres sa puissance moyenne est de 2.8 mètres. C'est une zone stratiforme des roches calcaires bréchifiées à ciment barytiques et à minéralisation assez régulière de galène en dissémination avec des nids. La teneur en plomb subit des variations de 3.7 jusqu'à 7.1% avec une teneur moyenne de 5.38% et une teneur moyenne en baryte de 30.9%.

- *Amas minéralisé N°4* : L'extension en profondeur de l'amas atteint 290 mètres selon les données de sondage N°1 et travaux miniers, sa longueur est de 40 à 45 mètres et sa puissance est de 1.4 jusqu'à 5.8 mètres. L'épaisseur moyenne est de 3.0 mètres. La teneur en plomb varie de 1.6 à 3.9%. La teneur moyenne en baryte est de 47.36%. La teneur en zinc dans les carottes de sondage est de 2.7%.

- *Amas minéralisé N°5* : L'extension horizontale observée du gîte est de 300 mètres et l'extension verticale connue est de 430 mètres, l'épaisseur est variable de 0.8 à 9.3 mètres. La teneur moyenne en plomb varie de 1.8 à 7.7%. La teneur moyenne étant de 2.8%. La teneur en baryte est aussi variable et change dans les limites de 15 à 63%.

#### d) Morphologie

La morphologie et la position précises de la faille dans les limites du gisement ne sont pas claires, par la suite d'une mauvaise visibilité des roches en place du N-E du gisement. La

### III. LES TYPES DE MINÉRALISATIONS DE PLOMB ET DE ZINC

faille est représentée par une série de failles directes subordonnées, qui déterminent la structure en blocs du N-E du gisement.

#### e) Réserves

Le degré de connaissance des amas minéralisés N°1, 2, 3 et 4 qui ont été découverts par des galeries ont permis de limiter les travaux de forage par un petit nombre de sondages. Sur l'amas minéralisé N°5 le schéma d'emplacement des sondages a été un peu différent et se distingue par l'extension horizontale et verticale considérable.

Dans ces limites les sondages ont été placés suivant une maille de 100 sur 200 mètres.

Près de 30% des réserves calculées du gisement se trouvent dans les contours des travaux miniers.

CATEGORIE	MINÉRAI (milliers de tonnes)	Plomb (milliers de tonnes)
<b>B</b>	244	14.96
<b>C1</b>	514	19.46
<b>C2</b>	482	15.76
<b>TOTAL</b>	1240	50.18

**Tableau N°6 :** réserves géologiques du gisement Djebel Ichmoul (d'après ANPM 2008)

Dans 1.240.459 tonnes de minerai plombo-barytique, il y'a 50175 tonnes de plomb et 472.993 tonnes de baryte. Les teneurs moyennes sont 4.04% pour le plomb et 38.13% pour la baryte.

Les réserves de zinc sont 1.421 tonnes à teneur de 1.11%. A part cela, à l'intérieur du périmètre du gisement existe 307.886 tonnes de minerai de baryte à teneur moyenne de 52.34% en terre de l'exploitation du plomb des années 50.

L'accroissement supplémentaire des réserves peut être obtenu lors de la prospection des niveaux profonds de l'amas minéralisé N°5 ainsi que sur le flanc Ouest et sur les niveaux profonds de l'amas minéralisé N°3.



#### 3.4.2. Les Gîtes dans l'Atlas Saharien Oriental

**3.4.2.1. La sous zone d'écaillés** à la bordure entre le Tell et L'Atlas Saharien, renferme un des plus beaux gisements de Zinc en Algérie celui de Hammam N'Bails. Cette bordure présente une tectonique bouleversée : plis faillés, écaillées, et des structures transversales NNO-SSE probablement très profondes, jalonnées de puissantes montées de Trias.

##### A. Hammam N'Bails

Par son importance, c'est le deuxième gisement du Zinc en Algérie (production cumulée : 136 000 T de Zn) et le plus grand gisement d'antimoine en Afrique du nord. Il est situé à 70 Km au Sud d'Annaba (Bône) sur le flanc S-W du Djebel Nador.

##### a) Géologie

La minéralisation se localise dans les dépôts fluvio-lacustres du Miocène supérieur, lesquels forment un bassin d'effondrement. Ce dernier, du même que les puissantes montées du Trias diapir au voisinage sont le résultat de mouvements orogéniques au Miocène inférieur. La formation miocène a été affectée par des mouvements tardifs liés à la grande faille N-E et au redressement de la couche miocène très sensible dans la partie sud du gisement.

##### b) Morphologie

Cinq lentilles minéralisées ont été reconnues encaissées dans un calcaire lacustre, blanc à grain fin inter-stratifiés, entre des niveaux d'argiles rouges et vertes au toit et d'argiles noires au mur.

Ces lentilles s'alignent sur plus de 1500 m le long de la faille de direction N-E. Elles représentent des colonnes de minerais de 60 à 100 m de long, avec une puissance allant jusqu'à 20m, reconnues en profondeur à moins 140m. Deux lentilles sont importantes : le gîte principal et le gîte intermédiaire.

##### c) Le minerai

La minéralisation est constituée essentiellement de : smithsonite, nadorite, cérusite, flageolotite, galène accompagnée de limonite, calcite. La nadorite est en forme de cristal allongé. La galène tardive recoupe les minéraux d'antimoine. Il faut noter que l'on trouve des minéralisations séparées dans l'espace dans le gîte principal, en profondeur la minéralisation d'antimoine forme des concentrations séparées des amas de smithsonite (POPOV, 1965).

Cette minéralisation qui date de la fin miocène- pliocène serait la plus récente en Algérie.

#### **B. Dans la zone de L'Atlas Saharien Oriental**

Un nombre important de petits gisements est connu depuis Souk Ahras jusqu'à Tébessa, où les auteurs ne relèvent qu'un seul gisement important, Mesloula, dont la structure géologique est particulière (gîte cassure). En comparant ce gisement aux autres, la différence apparaît clairement, tous les gisements en position normale (plus ou moins inter-stratifiés dans l'aptien récifal ou le Turonien) ont une très faible extension.

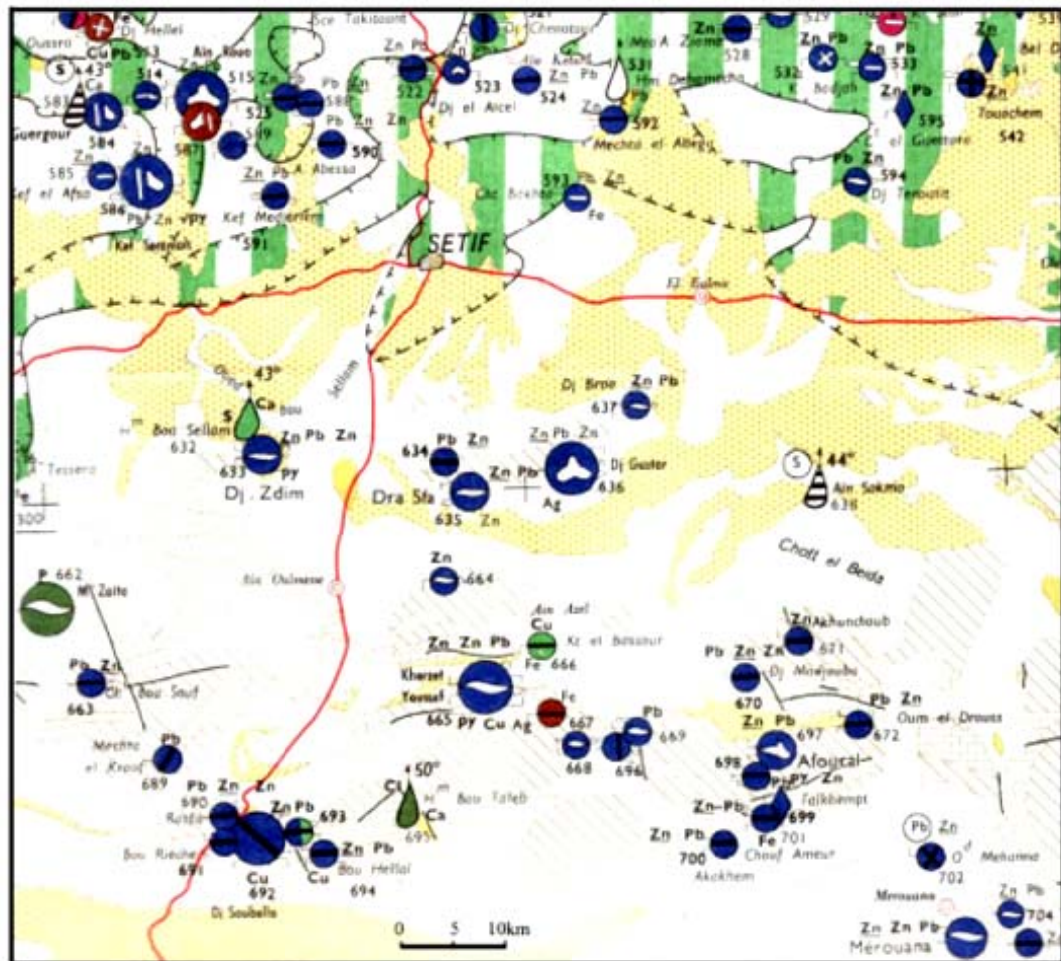
Citons les gisements de Bou Jaber, Djebel Djerissa, Djebel Bou Roumane, les gîtes dans l'anticlinal de Mesloula (Djebel Bardo). Ce sont des petits amas, surtout de galène et de smithsonite, localisés soit dans des zones d'écrasement au contact marnes- calcaires, soit dans des calcaires bréchiques près de faille et de Trias diapir. C'est en somme une minéralisation stratiforme à l'échelle régionale, mais liée à des phénomènes structuraux (faille, zone de broyage et diapirisme) à l'échelle du gisement.

# Métallogénie des gîtes de Plomb Zinc

## IV. MÉTALLOGÉNIE DES GÎTES DE PLOMB ZINC

### IV. METALLOGENIE DES GITES DE PLOMB ZINC

#### IV.1. Distribution des concentrations de Pb-Zn (F-Ba-Fe-Cu) dans la région des avant-pays nord-orientaux de la chaîne tellienne d'Algérie



**Fig.39:** Extrait de la carte à 1/500 000 des gîtes minéraux, feuille Constantine Nord

Les auteurs nombreux dont (BOUTALEB *et al*, 1999 ; BOUTALEB *et al*, 2000) s'accordent à dire qu'en Algérie Nord Orientale, la distribution des gîtes de Pb-Zn s'organise selon des « tendances » alignés suivant des directions majeures EW ; NE-SW et NW-SE

Il existe deux bandes ou ceintures minéralisées principalement à Pb-Zn (Cu, Ba, Fe, Hg, Sb):

#### IV. MÉTALLOGÉNIE DES GÎTES DE PLOMB ZINC

- Une bande de trois cents kilomètres de long sur une centaine de kilomètres de large orientée NE-SW. Elle est limitée au Nord par la ligne (EI-Eulma - Chettaibi) et par les Monts des Nementcha au Sud.
- Une bande oblique à la première, de direction transverse NW-SE, comprenant l'ensemble sud sétifien - Hodna qui se prolonge jusqu'au Belezma et l'Aurès.

Sur ces deux bandes se surimposent des pics géochimiques importants (de directions EO), situées à l'extrême nord de cet espace. Ces dernières sont, par endroit à l'aplomb de véritables gisements (El Aouana, El Milia, Collo, Ain Barbar). La bande NE est formée de trois «linéaments » parallèles montrant une distribution des minéralisations un peu particulière:

- Le «linéament» septentrional (Chelghoum Laïd - Chettaibi) essentiellement à Sb (Zn-Pb) ;
- La «ligne » centrale (Batna - Souk Ahras) qui est à Pb-Zn (s'enrichissant relativement en Ag-Au vers l'Est).
- Enfin le «linéament» méridional (Dj. Azreg des Aurès-Kef) qui est à Ba-F (Pb, Zn et Fer sidéritique).

Ces deux derniers «linéaments» se prolongent en Tunisie jusqu'à Bizerte au Nord et Tunis au Sud. Quant à la ceinture NW-SE qui renfermerait les plus grandes concentrations économiques de Pb-Zn de l'Est algérien, elle représenterait une aire frontalière SW au delà de laquelle aucune minéralisation significative n'est présente jusqu'à la transversale « Tiaret-Ouarsenis ».

Bien que les études détaillées de ces auteurs se soient intéressées plus particulièrement aux « aires métallogéniques » des deux premiers linéaments, dans l'ensemble les minéralisations se répartissent à divers niveaux stratigraphiques, du Lias au Miocène. Dans le détail, leur répartition varie d'un domaine à l'autre.

##### V.1.1. Les minéralisations du domaine sétifien

Deux types morphologiques de minéralisations se distinguent dans le sétifien :

Les minéralisations liées aux strates (strata-bounds) : les concentrations les plus intéressantes économiquement appartiennent à ce type, trois gîtes (Boukdéma – Gustar et Zdim) ont été étudiés. Des minéralisations comparables sont signalées dans les massifs méridionaux de l'ensemble allochtone sud sétifien (GLAÇON, 1967 ; VILA, 1980).

## IV. MÉTALLOGÉNIE DES GÎTES DE PLOMB ZINC

Les minéralisations sont essentiellement à blende en gros cristaux et galène associées à de la pyrite très peu abondante. Elles se présentent en nids ou petits amas parfois en remplissage d'espaces ouverts qui affectent les dolomites grossières ou les calcaires dolomités et fortement silicifiés du Lias ou du Malm. Les minéralisations de ce type sont exclusivement associées spatialement à des discontinuités majeures « sous inconformité ».

Quant aux minéralisations fissurales, elles ont été reconnues en surface à Boukdéma. Il s'agit de filonnets et veinules contenant une association paragénétique à Cu-As-Sb-Ba « étrangère » au domaine sétifien et qui pourrait s'apparenter facilement au type « baborien » défini par Glaçon, (1967). Les gîtes de Aïn sedjera et Kef Semmah sont des occurrences de blende - galène – marcasite – pyrite - chalcopryrite associées aux remplissages de fractures (BOUTALEB, 2001) ; alors que la pyrite-marcasite à pyritosphères abondent dans les schistes argileuse dolomitiques noires au point de former de petites lentilles dans les faciès riches en matière organique.

### V.1.2. Les minéralisations du Hodna

D'Ouest en Est, on distingue les gîtes des Ouled Tebben, le Djebel Bou Taleb, le Hadjar Labiod et les indices minéralisés du SE de Aïn Azel. A l'Ouest des monts du Hodna, dans le massif des Ouled Tebben, les indices minéralisés de Kender - Menzou et El Louz sont encaissés dans les dolomies à silex du Dogger et les gîtes de Reffah, Bou Aïssi et Dzoli sont encaissés dans les dolomies ocre du Barrémien et de l'Aptien. La minéralisation, à l'affleurement et dans les haldes, consiste en disséminations, veinules ou en ciment de brèches encaissés dans des dolomies qui passent latéralement à des calcaires micritiques à silex.

Il existe des dolomites à grains fins (250 à 300  $\mu\text{m}$ ) et des dolomites grossières de recristallisation qui sont post-stylolitisation et contrôlent la minéralisation. Il existe une dolomite qui est omniprésente et remanie la minéralisation ; elle est contemporaine d'une phase plombifère bien représentée dans l'indice de Kender. Les minéraux métalliques sont représentés essentiellement par la blende à fines inclusions de chalcopryrite et pyrite et de la galène.

Les indices minéralisés encaissés dans les dolomies rouges de plate-forme intertidale du Crétacé ont des faciès affectés par une dolomitisation épigénétique contemporaine de la mise en place d'une minéralisation de blende et galène (plus ou moins pyrite) qui se présente en fines disséminations ou en veinules.

#### IV. MÉTALLOGÉNIE DES GÎTES DE PLOMB ZINC

En plus des indices étudiés (Abiane, Octave, Rasfa, Soubella, Bou Ich, Bou Riech et Kef Sennar), le Djebel Bou Taleb présente de petites occurrences qui sont signalées dans le Djebel Bou Hellal et Afghane. Il s'agit de petites mouchetures de blende, galène et chalcopryrite-pyrite encaissées dans les calcaires et dolomies du Jurassique (inférieur et moyen).

Dans le massif de Hadjar Labiod (anticlinal complexe de direction EW) se succèdent du Sud au Nord depuis la demi-boutonnière limitée par une grande faille de direction presque EO : les gîtes de Aïn Kahla, Djemana puis Kherzet Youssef et enfin la barre aptienne du château d'eau de la mine de Kherzet Youssef.

Les minéralisations de Kherzet Youssef encaissées dans les dolomies du membre médian du Barrémien ont été décrites entre autres par TOUAHRI (1987). Il s'agit de deux faisceaux de plusieurs couches (cinq à sept couches) d'une épaisseur moyenne de un à deux mètres reconnues sur 300 mètres d'extension latérale EW sur une longueur dans le sens du pendage qui peut atteindre 1000 à 1500 mètres. La minéralisation est encaissée dans les dolomies diagénétiques (ancienne calcarénites dolomitisées) du membre médian du Barrémien (formation d'alternances de calcaires, grès dolomies et marnes). Elle est constituée de blende cristalline, de galène, de marcasite et de pyrite. Les minéraux de gangue sont constitués par de la calcite et de la barytine géodique dont les vides résiduels sont remplis par des bitumes. Les textures des minéralisations sont très nombreuses, bréchiques, zébrées ou rubanées, disséminations, remplissages de vacuoles de dissolution ou de fractures et des textures de remplacement. La mise en place de la minéralisation serait épigénétique (TOUAHRI, 1987).

Au Nord de la Laverie de Kherzet Youssef existe un chapeau de fer dans la barre dolomitique de l'Aptien supérieur. Il s'agit là d'un repère régional connu depuis les Ouled Tebben à l'Ouest jusqu'aux monts de Batna et Belezma en passant par les indices du Djebel Fournal.

Au Sud-Est de Aïn Azel se développe un axe anticlinal arqué (de direction NW-SE puis NE-SW). Entre les gîtes de Chabet El Hamra et Gouzi-Debba et à mi-chemin existe un indice minéralisé (Menes) dont les tranchées et les petits travaux de prospection (ORGM) n'ont trouvé aucune minéralisation sulfurée en surface (que des oxydés), par analogie de faciès (dolomies de couleur rouille de l'Hauterivien) cet indice est analogue aux chapeaux de fer qui se développent sur les concentrations de Chaabet El Hamra.



Les indices de Kef Talkhempt et de Ras Oum Lham (extrémité orientale du Hodna) sont encaissés dans les dolomies du Lias. Ils ressemblent beaucoup aux indices de Gouzi-Debba et Aïn Kahla avec la particularité de montrer une richesse relative en minéraux cuprifères (chalcopryrite, cuivres gris et bornite) et l'absence de fluorite. Pour le cuivre on constate aisément qu'il est absent dans les indices de Hadjar Labiod, il fait son apparition dans les indices de Gouzi puis augmente relativement au Talkhempt. Soulignons l'association minéralogique des minéraux cuprifères et des diapirs triasiques (BOUTALEB, 2001).

##### V.1. 3. Les minéralisations des monts de Belezma – Batna – Aurès

Du méridien de Mérouana à l'Ouest jusqu'à la dépression de Aïn Beida à l'Est (où la densité des indices minéralisés diminue) et sur deux axes parallèles de direction NE – SW se développent une suite d'anticlinaux de même direction ; ils réapparaissent un peu plus loin à l'Est dans la zone des diapirs et se continuent jusqu'en Tunisie tout en changeant de domaines paléogéographiques.

Les concentrations des monts de Batna et du Belezma ne diffèrent guère des concentrations observées dans le Hodna oriental (Foural - Talkhempt). L'exception étant l'absence de minéralisations encaissées dans le Jurassique, mais ceci peut être du à la rareté de ces formations à l'affleurement. Ce domaine est caractérisé par l'existence de petits gîtes encaissés dans les dolomies de l'Hauterivien (Chellala) et surtout de l'Aptien (Mekouch, Bou Arif, Djendli, Mérouana, Tenoun Kenine et son prolongement à l'Est : Aïn Bougda).

La quasi-totalité des minéralisations de ce domaine est oxydée en surface à l'exception des gîtes de Mérouana. Les minéralisations de sulfures quand elles se voient (dans les anciens haldes et grattages), consistent en des disséminations, des mouchetures et veinules de blende et galène, avec de la pyrite et marcasite, selon BOUTALEB, 2001 les blendes montrent au microscope des inclusions de chalcopryrite. Le cuivre gris devient relativement abondant dans les calcaires aptiens fortement silicifiés au Djendeli.

Les sondages effectués par l'ORGM entre 1992 et 1998 à proximité (à l'extrémité orientale) du gîte Tenoun Kenine (jadis exploité) ont mis en évidence par prospection géophysique une minéralisation assez intéressante.

Il s'agit du gîte de Aïn Bougda situé à une dizaine de kilomètres à l'Est de Batna. La minéralisation est lenticulaire (multicouche, deux à trois lentilles) comprise dans un intervalle épais d'une centaine de mètres au sein de la série carbonatée de l'Aptien du Djebel Bou Arif.

#### IV. MÉTALLOGÉNIE DES GÎTES DE PLOMB ZINC

D'après BOUTALEB, 2001, la minéralisation se présente sous forme de remplissage d'espace ouvert et en ciment de brèches. Le minerai est constitué d'alternances d'épaisseur centimétrique à décimétrique de marcasite, pyrite et blende en encroûtements collomorphes et de la galène squelettique, dendritique et parfois cristalline sub-automorphe. La gangue est constituée de carbonates (dolomite et calcite), quartz authigène, barytine et probablement gypse.

Immédiatement au Sud de ces indices et selon toujours la même direction, les djebels Azreg des Aurès, Chélia et Aïdel (Khenchela) montrent de petits gîtes et indices minéralisés à Pb – Ba (avec du Hg et Cu). En effet le cinabre apparaît à l'Ouest dans les gîtes de Taghit et à El Herig sous forme de petites veinules et imprégnations qui affectent les grès et argiles hauteriviens. Il est accompagné de galène, blende, chalcoppyrite et de cuivres gris, les minéraux de gangue sont constitués par du quartz authigène et de la barytine.

A Ichmoul, la barytine est dominante. Elle se présente sous forme de lentilles de petites extensions encaissées dans les calcaires dolomités à Orbitolines de l'Aptien. La galène se présente en petits nids au sein de la barytine ; la dolomitisation des faciès riches en matière organique est accompagnée d'une variété de blende rouge. Une occurrence veinulée riche en minéraux de cuivre (chalcoppyrite, cuivre gris, bornite, et chalcocite) recoupe la première paragenèse.

Les minéralisations d'Aïn Mimoun (Khenchela) montrent un champ filonien assez important constitué de douze filons de barytine qui affleurent largement au niveau de la charnière et du flanc NW du pli anticlinal de Khenchela (Aïdel) de direction NE-SW. La plupart des filons se mettent sur failles normales de directions EW, NE-SW et rarement NWSE.

Leurs plongements varient de 70 à 85 ° vers le NE, le SW, le S ou le SW. Ils sont encaissés dans les formations albiennes et aptiennes. Les textures de remplissage des filons montrent des brèches d'effondrement, des rubanements et encroûtements qui traduisent des ouvertures successives, en contexte tectonique peu actif comme le suggère JEBRAK, (1992) *in* BOUTALEB, 2001 dans son étude de filons de barytine similaires situés au Maroc.

La barytine est le minéral dominant, accompagné de galène et de blende (rare d'ailleurs comme à Ichmoul) associée aux dolomies grossières sombres (à matière organique). La dolomitisation, la sidérite et une partie de la silice (quartz en méga cristaux) précèdent la

mise en place de la barytine de la phase principale. Les cuivres gris se mettent en place dans des plans striés qui affectent la barytine. Les conglomérats du Miocène qui reposent en discordance sur les marnes du Cénomaniens sont cimentés par endroit par de la barytine (BOUTALEB 2001).

##### IV.2. La Minéralisation à Pb-Zn dans la région Nord-Occidentale

Les concentrations de Pb-Zn en milieu carbonaté, les plus importantes connues dans l'aire métallogénique occidentale (Fillaoussene, Traras, monts de Tlemcen et monts de Saïda) sont associées aux plate-formes carbonatées d'âge mésozoïque (surtout le Jurassique).

TOUAHRI (1983, 1987) a étudié les minéralisations d'El Abed (partie orientale du district de Touissit - Boubeker - El Abed). Il associe la mise en place de la minéralisation au contrôle qu'aurait joué la paléostructure hercynienne réactivée à l'Aaléno-Bajocien inférieur et moyen. Il s'agit de minéralisations qui se présentent en remplissage karstique (argilo – gréseux) discordant par rapport à l'encaissant dolomitique d'une plate-forme carbonatée intertidale. Les amas minéralisés s'alignent sur une direction tectonique privilégiée qui soulignent les traits paléogéographiques du Jurassique : ONO – ESE à N – S, NE – SO et E – O (TOUAHRI, 1987).

La stratigraphie dans la région d'El Abed est constituée par : une formation argilo – carbonatée rouge qui se serait déposée en discordance sur le substratum paléozoïque. Cette formation est surmontée par les dolomites inférieures : il s'agit d'une formation dolomitique grise en bancs de 30 à 40 cm intercalés de niveaux de laminites et de conglomérats. Les dolosparites supérieures : elles sont transgressives sur les précédentes et même sur les roches du Paléozoïque. Ces dolomies sont grises à grains grossiers, les bancs ont une épaisseur moyenne de 60 à 70 cm intercalés d'argiles noires riches en matière organique et pyriteuse. Au-dessus de ces dolomies se développe une surface d'émersion karstifiée en milieu laguno – continental qui jouera le rôle de réceptacle au produit de remplissage argilo-gréseux et aux sulfures. Les calcaires oolithiques ferrugineux lenticulaires forment par endroit la couverture des dolomies et de leurs karsts ; on leur attribue un âge bathonien inférieur à moyen.

Les seules formations qui affleurent au niveau du gisement d'El Abed sont :

- Les « argiles de Saïda » du Callovien ;
- les grès de « Boumeddine » de l'Oxfordien ;
- les dolomies de « Tlemcen » du Kimmeridgien.

Cette situation est analogue à toute « la zone des horsts » avec les gîtes de Beddiane – Oued Mekta et Touissit-Boubeker-El Abed, formant un seul et même ensemble qui est la plus



Présentation des  
différentes méthodes  
d'exploitation souterraine

## V. PRESENTATION DES DIFFERENTES METHODES D'EXPLOITATION SOUTERRAINE

### V.1. Introduction

Les chantiers d'exploitation sont caractérisés par :

- La forme géométrique,
- L'orientation par rapport au gisement,
- le volume des travaux préparatoires,
- la direction de progression,
- le mode de traitement des vides

Ces caractéristiques définissent une méthode d'exploitation.

### V.2. Définition d'une méthode d'exploitation

On appelle méthode d'exploitation (méthode de dépilage), l'ordre établi de la réalisation des travaux de dépiage dans les conditions naturelle d'un gisement donné.

Les particularités des mines métalliques conditionnent un très grand nombre de méthodes utilisables. Les mines métalliques emploient, d'une part, presque toutes les méthodes de dépilage des gisements sédimentaires et, d'autre part, de nombreuses autres méthodes permises par les caractéristiques particulières de ces mines et le fait que les questions de granulométrie y sont sans importance.

Dans cette partie, on décrira la classification des méthodes de dépilage basée sur le mode de traitement des vides créé par l'exploitation.

Selon la classification d'AGOCHKOV présentée par CHIBKA ,1980 on distingue les méthodes suivantes

- Méthode d'exploitation par chambre vides.
- Méthode d'exploitation par chambre magasins.
- Méthode d'exploitation par chambre remblayées.
- Méthode d'exploitation par chambre boisées ou charpentées.
- Méthode d'exploitation par chambre boisées ou charpentées et remblayées.
- Méthode d'exploitation par foudroyage des roches encaissante.
- Méthode d'exploitation par foudroyage du minerai et de roche encaissante.
- Méthode d'exploitations combinées.

### V.3. Classification des méthodes d'exploitation des gîtes métallifères

Le choix de la méthode d'exploitation des gîtes métallifères dépend de plusieurs facteurs dont les principaux sont selon BOKY (1968)

- la forme du gîte ;
- les dimensions du gîte (puissance, dimensions comptées en direction et au pendage)
- les conditions de gisement ;
- les propriétés des minerais et des roches avoisinantes en ce qui concerne la stabilité, le caractère de leur effondrement, le tassement après effondrement, etc. ;
- la répartition des teneurs en métal dans le gîte.

La forme des gîtes métallifères, qui est généralement très irrégulière, a une importance beaucoup plus grande pour l'exploitation que celle des gisements se présentant en couches.

De plus, les caractères des limites du gisement (c'est-à-dire le fait que les limites entre le minerai et les roches encaissantes soient nettes ou diffuses) interviennent dans le choix de la méthode d'exploitation.

#### V.3.1. Méthodes d'exploitation par chambre vides.

On appelle chambre vide un chantier d'exploitation qui est conservé sans remblayage ni mise en place d'un soutènement systématique et sans que le minerai soit provisoirement laissé sur place, dans lequel les ouvriers peuvent se déplacer librement lors de l'abatage et de l'évacuation du minerai. On emploie la méthode d'exploitation par chambres vides quand on a des gisements métallifères avec le minerai et les roches encaissantes dures (BOKY, 1968).

L'utilisation des chambres vides connaît plusieurs variantes dans le cas des gisements métallifères puissants, nous les présentons ci-après.

##### V.3.1.1. Méthodes d'exploitation par chambres et piliers

Cette méthode consiste à un dépilage en chambre vide ; on enlève partiellement le minerai en abandonnant des piliers soit régulièrement (systématique) disposés, soit sans règle géométrique. En principe, la méthode d'exploitation par chambre et piliers reste valable, qu'il s'agisse de gisement plateau, semi-dressant ou dressant, seuls les moyens utilisés pour l'abatage et le chargement diffèrent (CHIBKA, 1980).



Cette méthode ne peut se faire que si le gisement et ses épontes remplissent certaines conditions, à savoir (LARACHI, 2001) :

- Un massif résistant, en particulier le toit et le mur ;
- Une puissance de couche variant généralement de 2 à 30m ;
- La profondeur du gisement ne doit pas dépasser 700 à 800m, au cas où la résistance mécanique serait faible.

Cette méthode est utilisée pour les minerais à bas prix ou à faible teneur, surtout dans le cas d'abandon des piliers, à cause des pertes que ce procédé engendre.

### V.3.1.2. Méthodes d'exploitation par traçage et soutirage

Ce sont les méthodes de défilage consistant au creusement des chambres vides, sans que le personnel ait besoin d'y pénétrer. Elles sont caractérisées ainsi par creusement des traçages (sous-niveaux, cheminée), pour permettre l'abattage.

Le minerai est descendu par un système plus ou moins complexe de cheminées et d'entonnoirs.

Leur application dépend essentiellement de la bonne tenue du minerai et de ses épontes ainsi, dans le cas de gisement plat, la puissance doit être supérieure à 15m, pour avoir une hauteur suffisante de sous-niveaux et pour justifier les dépenses sur la préparation au rocher, nécessaire au soutirage du minerai.

Parmi les principales variantes par traçage et soutirage, applicable aux gisements métallifères puissants on peut citer :

#### A. Méthodes d'exploitation par sous niveau abattu

La méthode consiste à creuser au rocher à différents niveaux, un certain nombre d'ouvrages destinés au roulage du minerai, au passage du personnel et à l'aérage. Afin de permettre le déplacement des engins automoteurs de foration et de chargement du minerai abattu d'un niveau à l'autre, on creuse au rocher une rampe reliant les sous niveaux.

En général cette variante est très répandue pour

- Les gisements en dressant ;
- Le minerai relativement dur ;
- Le minerai et les épontes sains.

La méthode d'exploitation par sous-niveaux abattus est caractérisée par

- l'aérage facile du bloc
- Une faible consommation de bois ;
- Un rendement considérable
- Le risque d'effondrement de la couronne de la chambre et des épontes par suite de la formation d'énormes espaces épuisés
- La simplicité des opérations effectuées par les mineurs, qui se trouvent en galerie de foration.

### **B. Méthodes d'exploitation par chambre d'étage**

Ce sont des méthodes de dépilage par chambres vides dans lesquelles on abat les chambres sur toute la hauteur d'étage sans sa division en sous-niveaux.

La méthode d'exploitation par chambres d'étage ne peut réussir que si les épontes sont suffisamment bonnes et les gisements assez réguliers et puissants.

### **C. Méthode d'exploitation par cheminées détruites**

C'est la méthode de dépilage, dans laquelle les chambres vides ne sont pas agrandies horizontalement, mais verticalement grâce à la présence des cheminées élevées au centre de chaque chambre.

### **V.3.2. Méthodes d'exploitation par chambre magasins**

Ce sont les méthodes de dépilage dans lesquelles une partie du minerai abattu est laissée en place pour servir de plancher de travail et pour assurer dans une certaine mesure le soutènement du chantier jusqu'à l'achèvement du bloc et ainsi l'autre partie est soutirée dans la mesure nécessaire à la réalisation d'un emplacement de travail de dimensions raisonnables.

Cette méthode d'exploitation est utilisée dans les conditions suivantes :

- Le minerai et les roches encaissantes sont stables et ne s'éboulent pas lorsqu'ils sont dénudés sur de grandes surfaces ;
- Le pendage est supérieur à l'angle de pente naturelle du minerai  $45^\circ$ , car ce dernier ne peut descendre par la gravité que dans ces conditions ;
- Absence de nerfs stériles dans le minerai;

- Le minerai ne doit pas se colmater.

Parmi les variantes pour les gisements métallifères puissants, on distingue

### A. Chambres magasins avec abattage par trous profonds

Cette méthode de dépilage est intéressante pour les gîtes puissants. En ce qui concerne les travaux préparatoires et opérations de dépilage, elle ressemble à la méthode d'exploitation par chambre d'étage.

A la différence de chambre d'étage vide, l'exploitation par chambre magasin prévoit l'emmagasinage du minerai.

### V.3.3. Méthodes d'exploitation par chambres remblayées

Ce sont des méthodes d'exploitation dans lesquelles le minerai est évacué immédiatement après son abattage et le vide créé par l'exploitation est comblé par un remblai qui maintient les épontes.

Le remblayage peut être effectué de deux manières d'après BOKY (1968)

- en même temps que les travaux d'exploitation, au fur et à mesure du déplacement du chantier;
- après l'enlèvement du minerai dans un secteur déterminé.

Les chambres remblayées sont employées pour l'exploitation des filons minces fortement pentés et, plus rarement, des gisements de moyenne puissance.

Les gisements puissants sont exploités par chambres remblayées lorsque les minerais sont durs et stables, et quand il est nécessaire d'éviter l'affaissement des terrains sus-jacents ou de la surface (BOKY, 1968).

Les méthodes d'exploitations sont rationnelles, pour les gisements puissants si le minerai est de grande valeur ; dur et stable afin d'éviter l'affaissement des terrains sus-jacents ou de la surface ; s'il y a disponibilité d'une carrière d'agrégat ou une laverie proche de la mine.

Parmi les variantes de cette méthode d'exploitation, utilisées lors de l'exploitation des gisements puissants, on caractérise (LARACHI, 2001) :

des tranches horizontales montantes remblayées avec matériel automoteur ; des tranches montantes diagonales remblayées et des chambres boisées remblayées

### V.3.4. Méthodes d'exploitation par chambres foudroyées

Nous distinguerons deux cas, suivant le foudroyage porté sur les stériles ou sur le minerai. Cette méthode d'exploitation peut être utilisée dans les conditions suivantes :

- Les roches du toit doivent s'effondrer facilement
- Le minerai doit être moyennement dur;
- La surface du sol ne doit pas être bâtie et la profondeur doit être faible et les terrains peu faillés.

#### V.3.4.1. Méthodes d'exploitation par foudroyage des roches encaissantes

Ce sont les méthodes de dépilage dans lesquelles, après abattage et évacuation du minerai, les stériles sont foudroyés.

#### V.3.4.2. Méthodes d'exploitation par foudroyage du minerai et les roches encaissantes

Ce sont les méthodes dans lesquelles le minerai et les roches encaissantes sont foudroyés, l'abattage du minerai entraîne l'éboulement du toit et le foudroyage recouvre le minerai. Ainsi, le soutirage du minerai se fait sous les roches sus-jacentes foudroyées.

On spécifie, pour les gisements puissants, les méthodes suivantes

##### A) Sous- niveaux foudroyés

Elles s'adaptent à des amas ou des couches très puissantes, avec de mauvaises épontes.

La méthode d'exploitation par sous- niveaux foudroyés comporte plusieurs variantes, dont, les travaux de découpage, le mode de soutirage et l'abattage peuvent être différents.

On distingue deux variantes principales :

- Le foudroyage par sous- étages et soutirage frontal ;
- Les sous- niveaux foudroyés avec réalisation de coupures ;
- Les blocs foudroyés.

### V.3.5. Méthodes d'exploitation par chambres foudroyées

On appelle ainsi les méthodes de dépilage dans lesquelles le vide créé par l'exploitation est conservé moyennant un soutènement artificiel systématique. Le soutènement placé au fur et à mesure de l'abattage du minerai sert également à l'installation d'un plancher de travail sur lequel se tiennent les ouvriers.

Les chambres boisées ou charpentées sont employées dans les filons dont la puissance est inférieure à 3 à 4m, de forme plus ou moins irrégulière, en terrains difficiles.

Ce sont les méthodes pour une mauvaise tenue du minerai. On l'applique généralement lors de l'exploitation des minerais de grande valeur (CHIBKA, 1980).

### **V.3.5.1.Chambre boisée**

Dans les faibles puissances le boisage est souvent assuré par cadres ou par poussards renforcés

### **V.3.5.2.Chambre charpentée**

Pour les puissances moyennes, on passe aux méthodes de chambre charpentée dans lesquelles le soutènement est assuré par une charpente de bois ronds ou équarris, assemblés par encastrement ou par dispositif spécial.

# Présentation des mines

### VI. PRESENTATION DES MINES

Dans cette partie, nous présentons les méthodes d'exploitation des mines d'El Abed, Kherzet Youssef et Chaâbet El-Hamra.

Deux facteurs ont joué durant l'exploitation des gisements de plomb zinc : d'une part le développement de l'extraction des minerais de zinc et de plomb algérien a été entravé par la dissémination des gisements qui limite les possibilités de création d'ateliers d'enrichissement mécanique à grand rendement, d'autre part les variations considérables des cours mondiaux pendant certaines périodes ont incité dans le passé beaucoup de propriétaires de concessions minières à conduire leur exploitation en s'appuyant avant tout sur des considérations spéculatives et en négligeant trop souvent le développement des travaux de recherche et des travaux préparatoires.

#### VI.1. LA MINE DE KHERZET YOUSSEF

##### 1.1. Situation géographique

###### 1.1.1. Localisation

Le gisement de plomb- zinc de Kherzet Youssef se localise dans la bordure ouest du môle d'Aïn M'Lila, sur le flanc des monts du Hodna.

Il est situé à 6 km à l'Ouest du village d'Ain Azel en bordure des reliefs carbonatés et à 41 km, à vol d'oiseau, au Sud de Sétif, soit 56 km par route.

###### 1.1.2. Topographie

Le paysage de la région est constitué par des chaînons allongés NE-SW. Les sommets de certains chaînons culminent à plus de 1500m; djebel Boutaleb (1886 m); djebel Sekrine (1453m) et Hadjar (1371m). Les chaînons se relayent pour former une barrière topographique et climatique entre l'Algérie septentrionale et le domaine saharien.

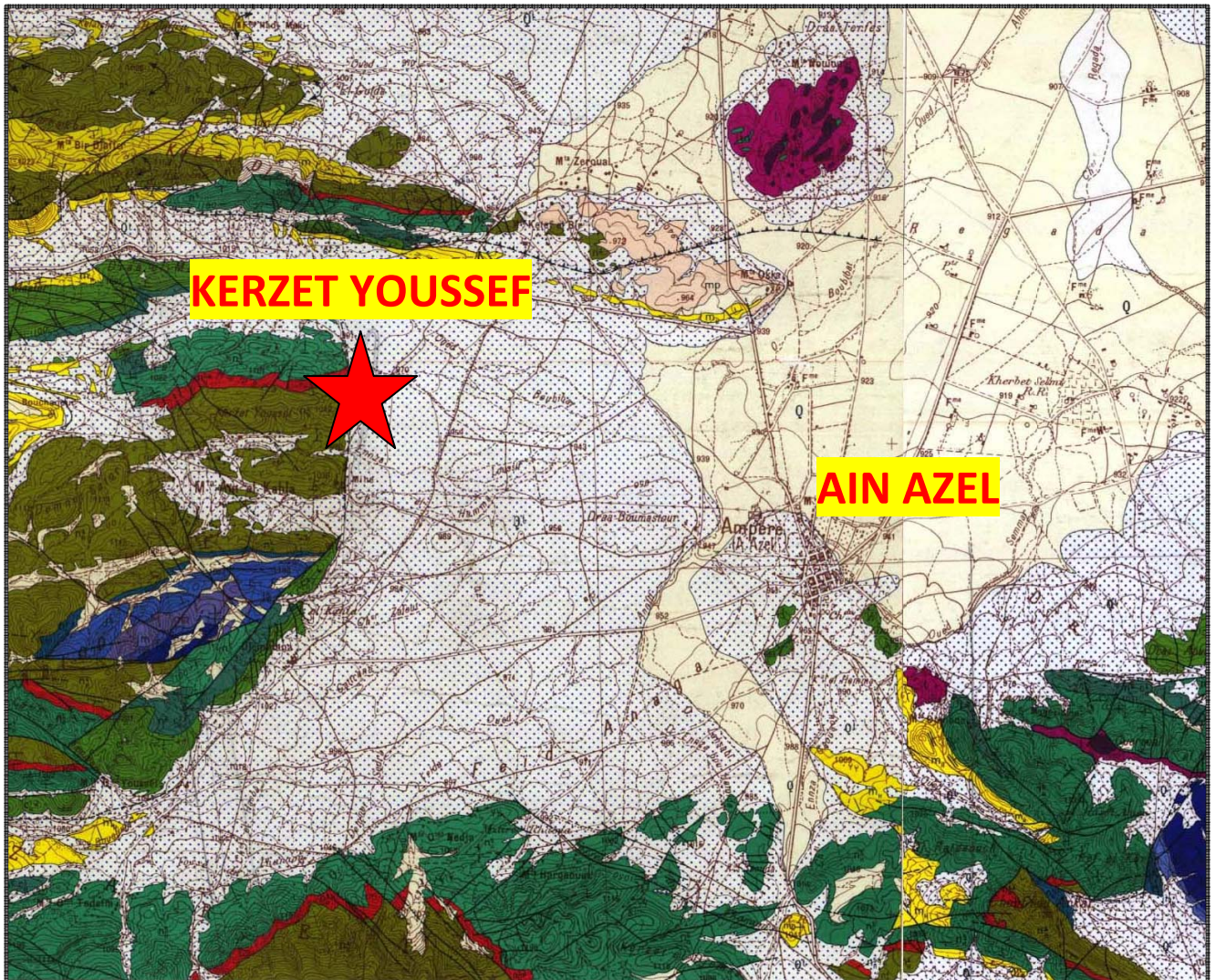
##### 1.2. Minéralisation

La minéralisation est intimement liée aux roches dolomitiques et se localise à l'Ouest de la faille Kherzet Youssef. Elle commence de 25 à 30m de la faille et se poursuit jusqu'à 60 à 150m à l'Ouest en direction des couches. Dans le sens du pendage, elle se poursuit jusqu'à 1300m environ. Il s'agit de blende et galène à dominance de blende. Les couches minéralisées, au nombre de 8, sont regroupées en deux faisceaux; les couches N°:8 et 10 pour



## VI. PRÉSENTATION DE MINES ÉTUDIÉES

le faisceau supérieur, 3 (avec 2 bancs) 15, 17, 20, et 21 pour le faisceau inférieur (METZLER,1987).



**Fig.41:** carte géologique d'AIN AZEL (1977)

Echelle 1/50 000

### 1.3. Genèse du gisement

D'après les recherches effectuées sur le gisement de Kherzet Youssef par les chercheurs:

- La dolomie dans ce gisement, semble être, d'origine sédimentaire.
- La minéralisation est stratiforme.
- Les failles ne sont pas minéralisées.
- Des niveaux argileux à bitumes sont présents.

- Les niveaux minéralisés, constituent des lentilles sédimentaires plus ou moins étendues.

### 1.4. Réserves de minerai évaluées à la mine de Kherzet Youssef

Le gisement de Kherzet Youssef renferme en totalité 5 751 658 tonnes de réserves géologiques en catégories C1+C2 respectivement d'une teneur moyenne en zinc 10,47% et en plomb 1,92% y compris 4 727 784 tonnes de réserves récupérables en catégories C1+C2, d'une teneur moyenne en zinc 9,11% et en plomb 1,67%.

### 1.5. Ouverture du champ minier

#### 1.5.1. Schéma d'ouverture

Le gisement de Kherzet Youssef est découvert par deux puits verticaux; à savoir:

- puits N°:1, puits d'aération, d'une profondeur 95m, atteignant le niveau 905m.
- puits N°:3 puits d'extraction, d'une profondeur 322m, atteignant le niveau 672m.

La production en minerai est assurée par le système d'exploitation « chambres et piliers », menée en 1990 au niveau 692m. Le minerai extrait, était traité dans la laverie, située à proximité du puits d'extraction (DAHLAB, 1990).

### 1.6. Exploitation

#### 1.6.1. Méthode et mode d'exploitation

Compte tenu des conditions géologiques et minières, c'est le système de "chambres et piliers" qui est appliqué pour l'exploitation, avec des piliers discontinus et la création de fenêtres entre les chambres. Les paramètres constructifs du système ont été effectués sur la base des propriétés physico- mécaniques du massif (Fig.50).

A cause de la présence d'intercalation marno-argileuse au toit et au mur des couches minéralisées et dans le but d'augmenter la cohésion dans les contacts, des piliers rectangulaires sont utilisés.

Si le toit est stable, le traçage de la chambre peut s'effectuer avec une largeur de 6m. Une fois le percement de la chambre réalisé, on procède à un élargissement de 2m (par secteur d'une longueur de 10m) de haut en bas. Cette méthode assure une plus grande stabilité du toit dans les chambres.





### 1.6.3. Technologie d'abattage

Chaque couche minéralisée est découpée en bloc d'exploitation comportant le numéro de la couche suivi du bloc, B 20-8 qui signifie 8ème bloc de la couche 20. La numération croissante des blocs se fait de haut en bas et d'Ouest en Est. Le développement des travaux d'abattage pour chaque bloc se fait à partir de la galerie de scrapage. Le pilier de 6m de long en amont, on utilise des fenêtres de 4m de longueur et de hauteur égale à la puissance du minerai type "caverneux" de manière à laisser une hauteur de 0,80m au minimum dans la partie inférieure de la fenêtre. Les fenêtres sont percées à partir de deux chambres voisines, pour cela on utilise de l'explosif dans les trous de 1.40m de profondeur. Dans tous les cas, le toit calcaire des chambres reste intact, le toit marneux est abattu avec le minerai.

## VI.2. LA MINE DE D'EL-ABED

### 2.1. Géologie du gisement

Le gisement d'El Abed est localisé à proximité de la frontière marocaine. Il se prolonge vers l'Ouest, au Maroc par les gisements de Touissit et de Bou Beker.

### 2.2. Minéralogie

La composition minéralogique de ce gisement est assez simple, blende et galène subordonnée.

### 2.3. Historique du gisement

Le gisement d'El Abed représente la partie orientale d'un des plus grands champs miniers de plomb zinc stratiforme d'Afrique du Nord.

L'étude géologique de ces champs a commencé en 1906 sur sa partie occidentale située en territoire marocain. Le gisement a été découvert en 1940 après de longues recherches effectuées par la compagnie « Zellidja » et le BRMA « Bureau de Recherche Minière d'Algérie » sur le prolongement est des gîtes marocains de TOUISSIT et SIDI BOUBEKER, et son exploitation par la même compagnie n'a débuté qu'en 1952.

En Mai 1966 la mine d'El-Abed a été nationalisée comme toutes les autres mines algériennes, des travaux géologiques aux niveaux du gisement et des régions voisines ont été exécutés à partir de 1967 par la base "D" (Maghnia) de la SONAREM, cette dernière conclut un contrat en 1968 avec la société marocaine des mines afin d'effectuer le traitement du minerai d'El-Abed au niveau de la laverie de Zellidja située près des frontières et cela jusqu'à 1975.

Entre temps la SONAREM lance le projet de construction de l'usine de traitement située à Ghazaouet.

### 2.4. Conditions minières du gisement

#### 2.4.1. Mode d'ouverture et découpage du gisement

L'ouverture du gisement d'El-Abed a été réalisée par trois puits verticaux :

- **le puits N°3** : situé au carreau de la mine ,500 m à l'Est de la frontière algéro-marocaine, il donne accès au quartier de Aïn Arko, mis en service en 1963, sa profondeur est de 276 m. Il est de forme rectangulaire, de 10 m<sup>2</sup> de section permettant l'entrée de l'air frais dans la mine.
- **le puits N°4** : situé à l'Est du gisement donnant accès aux quartiers Alzi et El Abed, il est de forme rectangulaire de section 10 m<sup>2</sup> et de 365 m de profondeur. Il est utilisé également comme puits d'entrée d'air.
- **le puits N°5** : situé au Nord du gisement, prévu initialement pour l'extraction, a été utilisé ensuite comme puits de retour d'air à cause de sa mauvaise exécution. Sa petite déviation de la verticale rendait difficile l'emplacement des récipients d'extraction. Il est de 20 m<sup>2</sup> de section et sa profondeur est de 500 m.

En raison de la grande superficie du gisement d'El-Abed, le découpage s'est fait en trois quartiers ; d'Ouest en Est on distingue :

1. *Aïn Arko*, la partie occidentale du gisement.
2. *Alzi* au centre
3. *El-Abed* à l'Est du gisement.

#### 2.4.2. Condition du gisement

Le gisement d'El-Abed s'étend sur 5200 m en longueur et 2100 m en largeur, il se trouve à une profondeur allant de 200 à 500 m.

Les principaux paramètres responsables du choix de la méthode d'exploitation du gisement sont :

a) Angle de pendage :

Les corps minéralisés du gisement d'El-Abed sont presque horizontaux avec quelques variations :

- Au quartier de Aïn-Arko, la minéralisation présente un faible pendage de 3° à 5° et peut atteindre un angle de 10° vers le Sud.
- Au quartier d'Alzi, le pendage varie de 3° à 5° au Sud, et de 2° à 15 ° au Sud-Est
- Au quartier d'El-Abed, le pendage varie de 3° à 10° dans la zone Nord.

b) La puissance de la couche minéralisée

Les différences puissances des parties du gisement sont représentées dans le tableau suivant :

Quartier	Puissances en mètre (m)		
	Moyenne	Minimale	Maximale
<i>Ain-Arko</i>	2.07	0.16	16.75
<i>Alzi</i>	2.55	0.30	12.00
<i>El'Abed</i>	3.83	0.30	18.15

**Tableau N°6** : Puissance de la couche minéralisée dans les différents quartiers. (MADDI, 2002)

**2.5.2. Méthode d'exploitation**

La méthode d'exploitation utilisée dans la mine d'El-Abed est celle des chambres et piliers abandonnés, le gisement est découpé par une série de voies qui divise le quartier en chantiers puis en blocs. (MADDI, 2002)

Les différents travaux exécution sont :

- **Les travaux d'infrastructure** : ces travaux visent à atteindre le bloc de réserves délimité par les sondages effectué à partir du jour, ils consistent à partir du puits, à creuser une galerie dans les roches stériles jusqu'à atteindre ce bloc. Une fois cette galerie soutenue, elle deviendra une galerie de roulage.
- **Les travaux préparatoires** : une fois que le bloc de réserves est délimité par des galeries principales, on creuse à partir de ces dernières des galeries secondaires afin de diviser le bloc en panneaux de dimension 60x60 m (cas du quartier Ain Arko) ou bien 50x50 m (cas des quartiers El-Abed et Alzi).
- **Les travaux d'abattage** : l'abattage des panneaux se fait à l'explosif en laissant un stot de protection de 12 m. la hauteur et largeur de la chambre sont respectivement 3.5 m et 5 m. Selon la stabilité des terrains, la dimension du pilier laissé est de 6x6 m dans les quartiers Ain Arko et El-Abed et de 4.5x4.5 m dans le quartier d'Alzi. (MADDI, 2002)

### VI.3. La Mine de Chaâbet El Hamra

Le gisement de chaâbet-el-hamra est divisé en 29 profils parallèles et 03 parties nées des contraintes géologiques rencontrées durant l'exploitation.

- La première partie, dite partie supérieure, située au-dessus du niveau hydrostatique (côte 972), va du profil 0 au profil 10. Cette partie exploitée de 1999 à 2005 a permis d'extraire 480 000 tonnes de tout-venant,
- La deuxième partie, dite partie inférieure, située au dessous du niveau hydrostatique, va du profil 10 au profil 15, objet du projet, et la troisième partie, qui va du profil 15 au profil 29.

Les réserves de la partie inférieure étant épuisées, il fut projeté d'exploiter celles de la partie inférieure, P10 – P15, qui renferme plus de 60 % des réserves du gisement et constitue le prolongement naturel de la partie supérieure, P0 – P10.

Les réserves de cette partie, calculées sur la base des paramètres ci-dessous, s'élèvent à 705 900 t à une teneur de 7,21 % corrigée à 5,16 % :

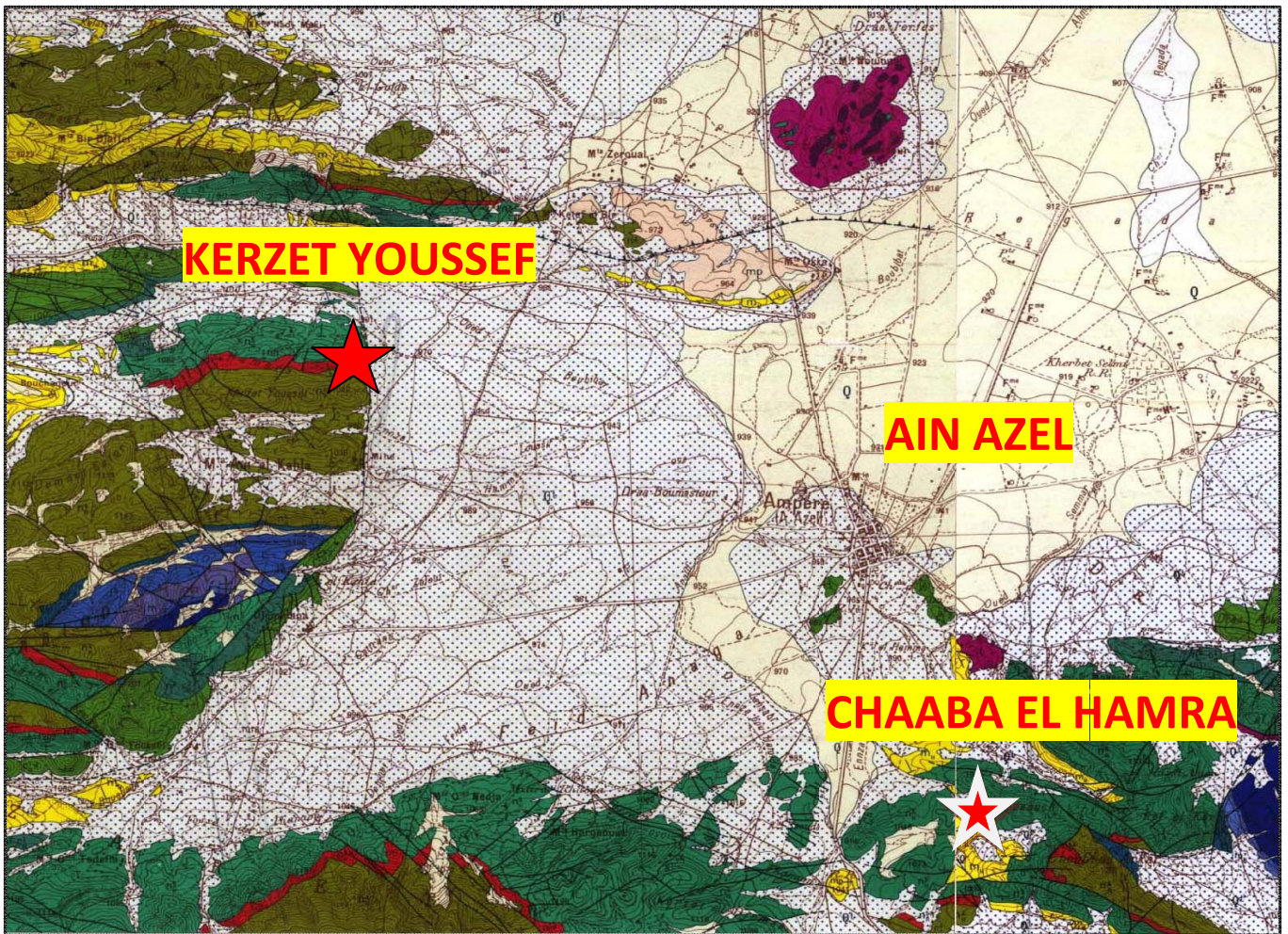
- Teneur de coupure : 4 %,
- Taux de salissage : 11 %,
- Taux de perte : 10 %, et
- Coefficient de certitude : 70 %.

#### 3.1. Situation géographique

##### 3.1.1. Localisation

Le gisement de Chaâbet El-Hamra est situé à Sud-Est d'Alger et à 50 km au Sud de Sétif, dans la région de Chouf- Bouarket à 4,5 km d'Ain-Azel et à 12 km au Sud-Est du complexe minier de Kherzet Youssef (Fig.43).





**Fig.43:** Carte géologique d'AIN AZEL (1977)

Echelle 1/50 000

### 3.1.2. Géologie du gisement

Le minerai zincifère de la partie inférieure du gisement de Chaâbet El hamra, est encaissé dans une dolomie située dans la partie inférieure de l'étage hauterivien (crétacé inférieur). Il est composé de deux corps d'une puissance moyenne de 9 m, allongés en bande sur une longueur de 500 m et une largeur de 150 m et qui plongent d'un double pendage de  $10^\circ$ .

## 3.1.3. Réserves de minerai évaluées à la mine de Chaâbet El Hamra

Les résultats quantitatifs des différentes évaluations sont donnés, récapitulés, ci-dessus :

<b>Evaluation</b>	<b>Catégories des réserves</b>	<b>Quantité (t)</b>	<b>Teneur Zn (%)</b>	<b>Métal (t)</b>
<b>ORGM 1992</b>	C1 + C2	1 695 800	6.42	108 958
<b>SIDAM 1994</b>	C1	1 594 127	7.97	127 030
<b>ENOF 1996</b>	B + C1 + C2	644 525	7.80	50 273
<b>ENOF 2002</b>	B + C1 + C2	957 514	8.01	76 697

**Tableau N° 7 : Evaluation des réserves géologiques ENOF (2004)**

Dans tous les projets d'extension de la mine de chaâbet-el-hamra, les réserves retenues étaient celles de l'évaluation de l'ENOF 1997.

La teneur de coupure de 4 %, utilisée pour l'évaluation de ces réserves, dépendait étroitement du cours défavorable de l'époque qui avoisinait les 900 \$.

Actuellement, le cours du zinc fluctue entre 2 000 et 3 000 \$, les réserves d'une teneur de coupure de 3 % peuvent être exploitées.

Les réserves géologiques retenues (O.R.G.M et SIDAM) avoisinent les 1 600 000 t à une teneur de 7.97 % de zinc.

Les réserves exploitables ou récupérables émanant de ces réserves géologiques, avec un taux de perte de 10 % et un taux de salissage de 11 %, sont données ci-après.

Toutefois, s'agissant de réserves probables, un taux de certitude de 70 % leur sera appliqué. Il sera de même pour leur teneur.

Catégorie	Réserves géologiques			Taux perte	Taux salis.	Réserves récupérables corrigées		
	Quantité	Teneur	Métal			Quantité	Teneur	Métal
C1	1 594 127	7.97	127 065	10%	11%	1 127 048	4.96	55 902
Total	1 594 127	7.97	127 065			1 127 048	4.96	55 902

**Tableau N°8** : réserves géologiques du gisement Mesloula (d'après ANPM 2008)

### 3.1.4. Hydrogéologie

Dans le cadre de l'estimation des réserves géologiques du gisement de Chaâbet El hamra, une étude hydrogéologique (ORGM) a confirmé l'existence de deux nappes, l'une dans les formations hautériennes et l'autre dans les formations barrémiennes.

L'aquifère est très développé au voisinage des failles et zones fissurées. Il est considéré comme nappe libre avec une formation valanginienne « marne » comme substratum.

- Dans la partie nord-ouest du gisement une nappe aquifère est reconnue dans les formations barrémiennes. Cet aquifère est associé aux grès dolomitiques.
- Dans la partie est du gisement deux sondages hydrogéologiques ont été exécutés, ces derniers ont donné des résultats négatifs et une absence de venues d'eau a été notée. Les travaux miniers réalisés par l'ENOF ont confirmé qu'il n'y a pas de niveau aquifère dans la partie orientale.



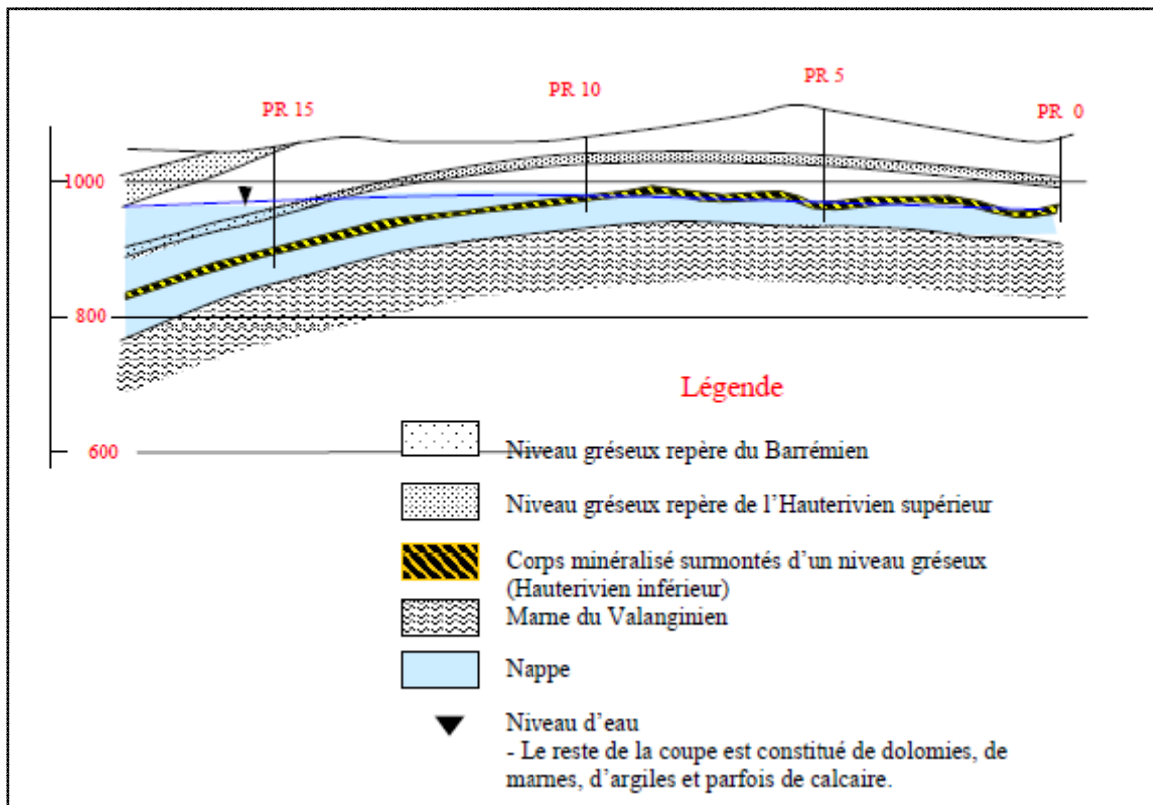


Fig. 44 : Coupe hydrogéologique Profil 0 – Profil 15 (D'après SIDAM 2003).

### 3.2. Historique :

Le gisement est connu depuis le début du 20ème siècle. Il a fait l'objet d'exploitation des affleurements de Calamines (Oxydés) de 1910 à 1920, puis de 1936 à 1943.

Beaucoup plus tard, des travaux d'exploration ont été entrepris et ayant confirmés l'extension des zones minéralisées.

Des travaux, répartis sur 31 profils et incluant plus de 200 nouveaux sondages, ont été réalisés et ont servi de base de calcul des réserves par l'ORGM en 1992.

En 1991, à la suite de la catastrophe du « coup d'eau » survenu le 02 juin 1990 à la mine de Kherzet Youssef, et ayant coûté la vie à 19 mineurs, l'ENOF, dans le cadre d'une convention avec le ministère de l'Énergie et des mines réalisé les ouvrages d'infrastructure ci-après :

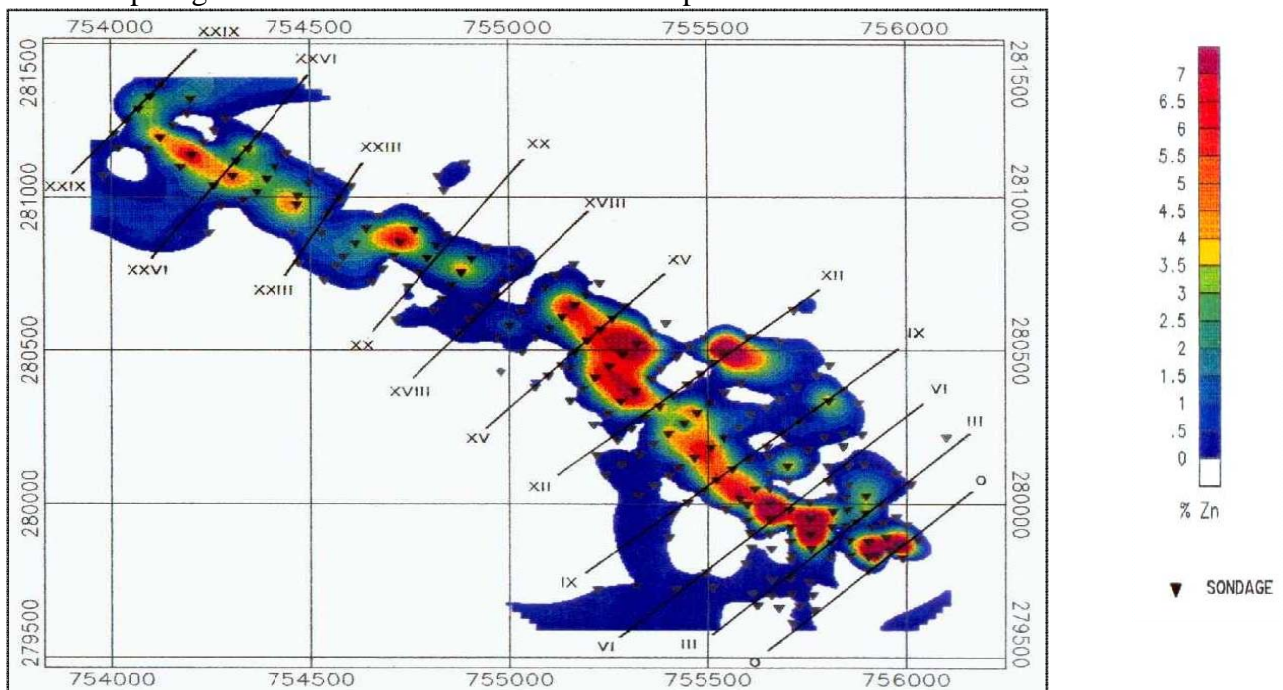
- Une tranchée d'accès au niveau 1025, de 113 mètres de longueur.
- Une descenderie d'une section moyenne de 20.60 m<sup>2</sup> sur une longueur de 650 m.
- Une galerie intermédiaire, de même section que la descenderie, de 166 m de longueur.
- Un travers-banc, au niveau 960, également de même section et de 289 m de longueur.

## VI. PRÉSENTATION DE MINES ÉTUDIÉES

- Un puits d'aérage, entièrement bétonné, de 9.60 m<sup>2</sup> de section et de 117 mètres de profondeur, dont 10 m de puisard, partant du niveau 950 et débouchant au jour à la côte 1066.74

Le projet d'exploitation des réserves de Chaâbet El hamra retenu par l'ENOF n'a pris en considération que les réserves situées entre les profils I et XXIX pour les raisons suivantes :

- Entre les profils 16 et 24, il existe un secteur d'environ 800 m de longueur à l'intérieur duquel les corps minéralisés sont absents ou présentent des teneurs et des épaisseurs insuffisantes pour justifier leur exploitation (voir Fig.45)
- Au delà du profil 15, les données hydrogéologiques sont plus contraignantes.
- La partie du gisement située entre les profils 15 et 31 plonge vers le NW avec un angle plus prononcé que la moyenne (environ 15°). Cette particularité causera de plus grandes difficultés d'ouverture et d'exploitation.



**Fig.45:** Distribution des teneurs en Zinc des corps de minerai du gisement de Chaâbet El Hamra (ENOF 2006)

### 3.3. L'exploitation du gisement

#### a) Travaux d'infrastructure

Ils consistent à creuser deux galeries parallèles d'une section moyenne de 10 m<sup>2</sup> à partir des travaux existants pour atteindre le profil 15 ; l'une destinée à l'aérage et l'autre au roulage.

Au cours du creusement en aval pendage, les venues d'eau accumulées au niveau des fronts de taille seront évacuées à l'aide de pompes de chantier vers le travers banc puis par gravité vers le puisard où/est installée une pompe immergée qui refoule de l'eau au jour.

L'organisation des travaux se fait en deux postes discontinus et permet un avancement de 25 m/mois.

Travaux	1er Poste	2ème Poste
Pompage	██████████	
Extraction	██	
Foration		██
Tir		██

La durée de réalisation des travaux d'infrastructure est de 22 mois avec un abattage et une extraction de 23 100 tonnes de minerai à une teneur en zinc de 5.74%.

#### b) Travaux préparatoires

Les travaux préparatoires seront entamés dès l'achèvement des travaux d'infrastructure. Ils permettent de délimiter et de préparer les blocs pour leur exploitation.

La longueur totale de ces galeries est de 1105 m permettant un abattage et une extraction de 33 100 tonnes de minerai à une teneur en zinc de 5.74 %.

#### 3.3.1. Choix de la méthode d'exploitation

La minéralisation du gisement de Chaâbet El Hamra a une structure pluriétagée, de forme lenticulaire. La zone métallifère globale constituée de lentilles se présente sous forme

d'une large bande de direction Nord-Ouest (300 à 320°), d'environ 2700 m de longueur et de 300 à 600 m de largeur et à une profondeur allant de 100 à 400 m.

La méthode d'exploitation utilisée sera celle toujours pratiquée par l'unité. Il s'agit de :

- Chambres et piliers abandonnés (pour les épaisseurs > 5 m).
- Traçage, dépilage et foudroyage (pour les épaisseurs < 5 m).
- Sous niveau foudroyé (pour les épaisseurs > 5 m).

La méthode "rabattant", qui ne permet les travaux d'exploitation qu'après réalisation de tous les travaux de développement, sera améliorée de la méthode dite "chassant" qui permet de faire les deux à la fois, sans aucune interférence. Cette méthode améliorée permettra à l'unité d'être productive dans les plus brefs délais.

### **a) Méthode des chambres et piliers abandonnés (> 5 m)**

C'est la méthode qui est utilisée et maîtrisée par les mineurs de Chaâbet El Hamra pour l'avoir déjà pratiquée durant plusieurs années à la mine de Kherzet Youssef.

Cette méthode consiste dans un premier temps, à tracer des chambres de 4 m de largeur, en chassant, laissant entre elle des piliers de 4 m de largeur et de 12 m de longueur, et dans un deuxième temps, de récupérer en rabattant une partie des piliers par creusement de front de 4 m, on abandonne des piliers de 16 m<sup>2</sup> de section pour une section de chambre abattue de 40 m<sup>2</sup>.

Cette méthode nécessite une bonne connaissance, ainsi qu'un suivi du comportement des piliers abandonnés, du fait de leur hauteur relativement importante (10 à 12 m d'épaisseur de lentille), et se caractérise par un taux élevé de perte minéral de l'ordre de 25 %.

### **b) Méthode par traçage et dépilage (< 5 m)**

Pour une morphologie de type lenticulaire comme celle du gisement de Chaâbet El Hamra, notamment pour les épaisseurs < 5 m, la méthode d'exploitation conventionnelle la plus appropriée est celle par traçage et dépilage.

Cette méthode consiste à creuser des galeries parallèles de 4 m de largeur, appelées «traçage», et distantes l'une de l'autre d'environ 4 m, ce qui constitue la largeur de pilier. Ces piliers sont ensuite récupérés partiellement, seuls les piliers résiduels de 2 m de côté sont abandonnés et foudroyés.



### c) Méthode par sous-niveaux foudroyés (pour les épaisseurs > 5 m)

Cette méthode consiste à creuser, dans une première étape, une galerie de 4 m de largeur et de 3 à 4 m de hauteur, et, dans une seconde étape, à faire le foudroyage, en se rabattant, des réserves situées au-dessus et de part et d'autre de cette galerie.

Toutefois, cette méthode nécessite la foration de trou de mine très profond (4 à 6 m).

A noter que les mineurs de Chaâbet El-Hamra n'ont aucune expérience concernant la méthode des sous-niveaux foudroyés.

#### 3.3.2. Méthode d'exploitation pratiquée à Chaâbet El-Hamra

La méthode d'exploitation utilisée par la mine de Chaâbet El-Hamra est une combinaison des méthodes citées ci-dessus qu'on pourrait appeler "**méthode par chambres et piliers résiduels**".

- L'ouverture des chantiers d'abattage se fait par traçage, à raison de chaque 4 m, pour une moyenne de 20 m de longueur (selon la longueur de la lentille).
- La configuration des chantiers d'abattage est celle des chambres et piliers surdimensionnés, jusqu'à 12 m de longueur et 4 m de largeur, avec la création des galeries de jonction entre les traçages.
- La réduction des piliers surdimensionnés se fait en se rabattant et en créant des refontes-galeries (en laissant des piliers de section 4m x 4m).
- La réduction des dimensions des piliers se fait jusqu'à 2m x 2m (piliers résiduels).
- Les piliers résiduels sont laissés tels quels, et non torpillés, à cause des charges supplémentaires qu'aurait entraîné une telle opération.

# Conclusion Générale

### CONCLUSION

Au terme de ce travail qui a porté sur les modes d'exploitations des gisements Plomb et Zinc en fonction de leur genèse.

Les gisements de Plomb et de Zinc en Algérie appartiennent à la province minérale Nord Africaine « Maghrébienne » qui couvre la bordure septentrionale de la plateforme Saharienne. Deux sous-provinces s'y différencient :

Une sous-province septentrionale, localisée dans la région septentrionale du domaine géosynclinal Tellien, et les massifs médians Kabyles, caractérisée par une paragenèse complexe Pb-Zn-Cu-Pyrite, Sb, Hg, Ni, Fe, Ag, In, et des gisements de type filonien.

Les concentrations de Pb-Zn sont encaissées dans des roches siliceuses (gneiss, schistes, marne, grès).

Cette sous province est caractérisée par la présence de roches intrusives et de manifestations volcaniques tertiaires.

Une sous-province méridionale qui couvre les zones structurales, tectoniquement calmes situées entre le géosynclinal et la plate-forme, avec une paragenèse simple Zn-Pb (Cd, Ga, Ge, rarement Cu, Sb), et la présence de gisements de type stratiforme et en cassures.

Les concentrations de Pb-Zn sont encaissées dans des roches carbonatées essentiellement dolomitiques.

Cette sous province est caractérisée par l'absence complète de manifestation volcanique tertiaire.

La géologie, importante pour l'étude de ces types de gisements, renseigne, entre autres, sur la répartition et la géométrie des travaux miniers. Les méthodes d'exploitation s'adaptent aux formes, aux variations des zones minéralisées, mais aussi aux caractéristiques mécaniques des épontes et du minerai. Les principales méthodes d'exploitation sont les chambres-magasins et les tailles montantes.

# Bibliographie

## BIBLIOGRAPHIE

- ANPM- 2006**, Présentation de la géologie algérienne – Nord CD
- ANPM- 2008**. Fiche Technique de gisement d'Ichmoul.
- ANPM- 2008**. Fiche Technique de gisement d'Ain Kahla.
- ANPM- 2008**. Fiche Technique de gisement Guerrouma.
- ANPM- 2008**. Fiche Technique de gisement Sakamody.
- ANPM- 2008**. Fiche Technique de site Djebel Felten.
- ANPM- 2008**. Fiche Technique de site Djebel Mesloul.
- BEYLOUD, Z., (1990)** - Les tidalites carbonatées et les minéralisations à Pb- n- B a-F du Jurassique inf. et moy. de Ain Azel (Hodna-Algérie). Thèse de docteur de l'INPL. Nancy 162 p.
- BOKY, B., (1968)** - Exploitation des mines, Moscou : Mir, 150p.
- BOLFA, J., (1948)** - Contribution à l'étude des gîtes métallifères de la Kabylie de Collo et de la région de Bône. Bull. du Serv. Géol. de l'Algérie. Série 6, Métallogénie, N°1.
- BOUTALEB, A., (2001)** - La minéralisation à Pb-Zn du Domaine Setifien Hodna: gîtologie, pétrographie des dolomies, micro thermométrie et implications métallogéniques. Th. Doct. USTHB. Alger.
- BOUTALEB, A. ; AFALFIZ, A. ; AÏSSA, D. E. ; KOLLI, O. ; MARIGNAC, CH. ; TOUAHRI, B., (2000)** – Métallogénie et évolution géodynamique de la chaîne tellienne en Algérie. Bull. du Serv. Géol. de l'Algérie. Vol. 11, n°1, pp3 – 27, 7 fig., 2 pl.
- BRMA (1963)** ; - Rapport inédit, (MEINDRE : Les gisements du Nord de l'Algérie).
- CAIRE A. (1971)** - Les chaînes alpines de Méditerranée centrale in Tectonique de l'Afrique, Sciences de la Terre Unesco ;éd. Paris 6, p. 61-90.
- CHIBKA, N., (1980)** - Exploitation des gisements métallifères, OPU Alger
- DAHLAB, K., (1990)** - Etude de l'approfondissement du puits de la mine de Kherzet- Youssef .Pfe. ENP.
- DIANE, E. et PERTHUISOT, V., (1996)** - Première approche des conditions de genèse des minéralisations à Pb-Zn du Djebel Mesloul (Est Algérien): étude micro thermo -métrie des inclusions fluides primaires de la calcite. Bull. du Serv. Géol. de l'Algérie. Vol. 7, n°1, pp 59-69, fig., 3 tabl.
- DUBOURDIEU, G., (1959)** - Esquisse géologique du djebel Mesloul (Algérie orientale). B.S.C.G. de l'Algérie n.s. N°21,162 p., 15 fig.

**ENOF., (1991)** - Avant-projet de recherches détaillées par ouvrages miniers sur le gisement de Chaabet El Hamra, convention, rapport inédit.

**ENOF., (2004)** - Gisement de zinc de Chaabet El Hamra. Projet d'exploitation des réserves de la zone inférieure Profil 10 – Profil 15. Rapport inédit

**GLAÇON, J., (1967)** - Recherches sur la géologie et les gîtes métallifères du Tell sétifien. Publ. Serv. Géol. Algérie, Nlle Série, Bull. N° 32.

**HENNI, A., (1993)** - Etude géochimique de la matière organique associée à la minéralisation Pb-Zn du gisement de Kherzet Youcef. Bull. du Serv. Géol. de l'Algérie. Vol. 4, n°1, pp 41-53, fig., 2 tabl, 1 pl.

**JARIKOV M. ; CHADRIN L., (1968)** - Rapport sur les travaux de prospection géologique sur le gisement de Djebel Ichmoul effectués en 1966-1967. SONAREM

**KIEKEN, M., (1962)** - Esquisse tectonique de l'Algérie. Exposé sur les connaissances actuelles de la structure de l'Algérie et présentation d'une carte tectonique au 1/1000000. Publication S.C.G.A. n.s, N°31,16p. 2pl. 1 carte.

**LARACHI, N., (2001)** - Méthode d'exploitation des lentilles puissantes de la mine Chabet El Hamra (W.Sétif). Pfe, ENP

**LUCAS, G., (1942)** - Description géologique et pétrographique des monts de Ghar Rouban et de Sidi El Abed (frontière algéro-marocaine). Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 2<sup>ème</sup> sér., Strat. Descr. n° 16, Alger.

**MADDI, N., (2002)** - Appréciation des problèmes sécuritaires et environnementaux dans la mine souterraine d'El Abed. Pfe, ENP

**METZLER, M., (1987)** - Essai détermination du type para génétique et des perspectives industrielles des minéralisations Plombo- zincifères de la région des Hauts plateaux. Algérie. Th. Doct. Ecole Supérieure Polytechnique de Silésie, Gliwice

**ORGM-DIRECTION REGIONALE Est (2001)** - Rapport annuel de prospection régionale des polymétaux dans les secteurs de Djebel Feltene, Djebel Aougueb Djebel Friktia et Guendou (Région de Constantine). Rapport inédit

**OULD TALEB, Z., (1989)** - Etablissement de la carte des gîtes et indices minéraux du nord est Algérien et son interprétation géologique. Th. Doct. Univ. Salah Bey de Constantine.

**POPOV. A., (1965)** - Les types morphologiques et la répartition des gisements de Zinc et Plomb en Algérie.

**REZIGAT, N. ; IMCHAL, K., (2007/2008)** - Contribution à l'étude des problèmes environnementaux et de sécurité sur l'exemple de la mine souterraine de Chaabet El-Hamra (Ain Azel, Wilaya de Sétif). PFE. Univ. Ferhat Abbas- Sétif.

**ROUTHIER, P., (1963)** - Les gisements métallifères. Géologie et principe de recherches T.I et II  
MASSON : Paris

**SAINT-DENIS, Y., (1960)** - Contribution à l'étude des minerais d'Ain Barbar. Dép. de BONE.  
Bull. du Serv. Géol. de l'Algérie. N° 4.

**TOUAHRI (1983)** - Le gîte de zinc- plomb d'EI Abed (Wilaya de Tlemcen, Algérie): une minéralisation "sous inconformité" en environnement dolomitique épicontinental; contribution à une recherche des guides de prospection. Thèse Doct. ing. Univ. Paris VI.

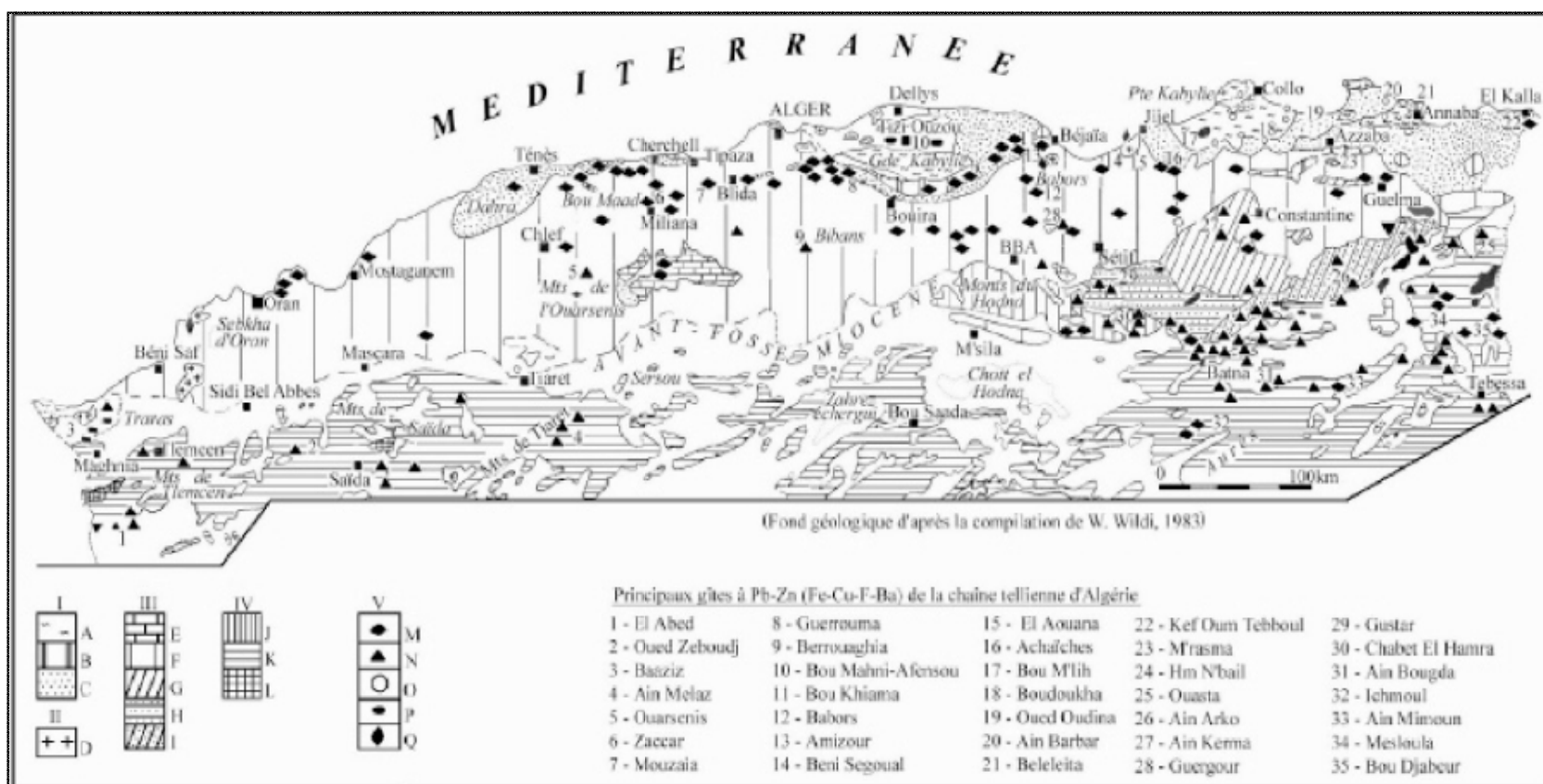
**TOUAHRI, B., (1987)** - Géochimie et métallogénie des minéralisations à Pb-Zn du Nord de l'Algérie. Th. Doct. Sc. Univ. Paris VI, 380 p.

**VILA, J.M., (1980)** - La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro tunisiens. Thèse es Sci. Paris VI 2 t ; 665 p.

**VILAND J. C. (1982)** - Bref aperçu des minéralisations de Pb-Zn en Afrique du Nord. Essai de synthèse gîtologique. Rapport du BRGM 82 RDM 021 PA



Annexe



**Fig.3:** Carte simplifiée de la chaîne tellienne et localisation des gîtes de Pb-Zn (Fe-Cu-F), d'après BOUTALEB (1999)

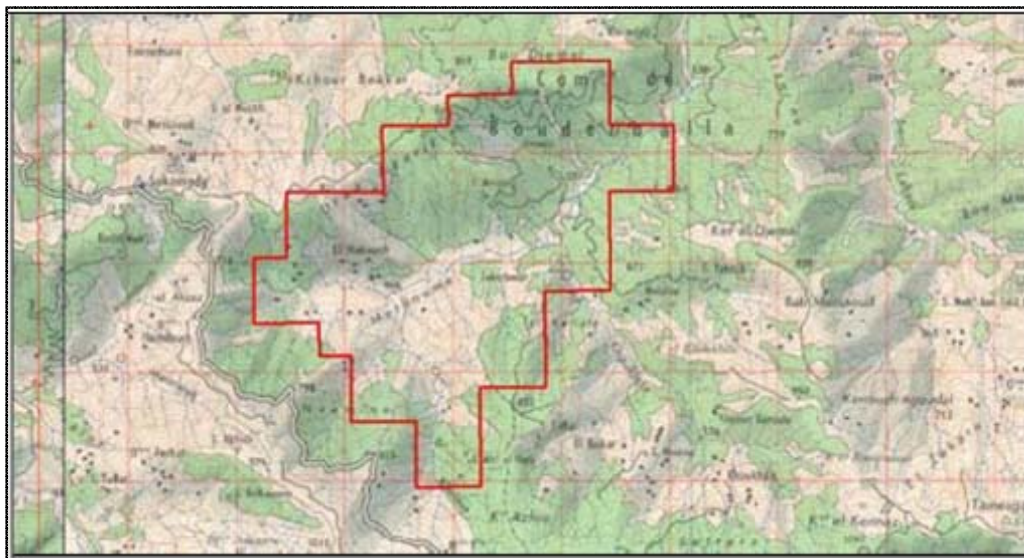
I. Domaine interne avec, A. Socle, B. Dorsale, C. Flysch. ; II. D. Plutonisme et volcanisme néogène ; III. Domaine externe avec, E. Autochtone relatif de l'Ouarsenis, F. Nappe Tellienne, G. Néritique constantinois, H. Allochtone sud Sétifien, I. Ecaïlle de Sellaoua ; IV. Autochtone avec, J. Domaine hodnée, K. Atlas, L. Socle africain, M. Pointements Triasique ; V. Les minéralisation sécantes (épigénétiques), O. Minéralisation stratiforme et en amas dans des roches carbonatées, P. Filons associés spatialement à des roche plutonique tardi-tectoniques, Q. Minéralisations localisées dans les formations des socles Kabyles, R. Minéralisations associés spatialement à des roches volcaniques néogènes.

Tableau comparatif des caractères internes des principaux gisements filoniens en Algérie

Nom du gisement	Roche encaissante	Direction des filons	Extension reconnu		Puissance en mètre	Association minérale	zonalité	observation
			En direction en m	En profondeur en m				
<b>SIDI KAMBER</b>	Micaschistes et gneiss ocellés	N45° E N35° E	1000	100	0,20 à 1,50	Galène, blende, pyrite, pyrrhotite, baryte, calcite, quartz	La galène diminue en profondeur, la blende y augmente	
<b>BOUDOUKHA</b>	Micaschistes, gneiss, granulites	N 45° W NE 10° SW	1500	250	0,50 moy	Blende, galène, chalcopryrite, pyrite, bismuthinite, quartz	La galène et la chalcopryrite augmentent en profondeur	
<b>OUED OUDINA</b>	Micaschistes, granulites	N 35° E	2000	150	0,20 à 1,80	Galène, blende, pyrite, pyrrhotite, chalcopryrite, bournonite, cuivre, gris, sidérite, baryte	La blende et la pyrite augmentent en profondeur, la galène y diminue.	
<b>AIN BARBAR</b>	Argiles, marnes, éocène et crétacées	N14° W à N45° W	1500 à 3000	200	0,50 à 1,50	Blende, chalcopryrite, galène, pyrite, pyrrhotite, arsénopyrite, oubanite, vallérite, quartz, calcite, fluorine	La galène diminue en profondeur, la pyrrhotite y augmente.	La blende est de variété marmatite à 16 à 17% de Fe
<b>AIN LOURMAN</b>	Argiles éocènes et microgranites	N 60° E	100	80	1,0 à 4,0	Blende, galène, chalcopryrite, pyrite, quartz.		Zone bréchifiée et silicifiée, encaissante, de lentilles allongées
<b>KOUDIAT HAMRA</b>	Gneiss granulitique micaschiste, grés	NE et NW	200	140	1,5 à 8,0	Blende, galène, chalcopryrite, pyrite, pyrrhotite, bournonite, quartz		Lentille le long du contact gneiss/grés, bréchoïdes et silicifiées, filon dans les gneiss
<b>GUERROUMA</b> Zone sous kabyle	Marnes schisteuses du crétacé sup.	NE 40° à 80° SW	2500	400	2,0 à 8,0	Blende, chalcopryrite, galène, boulangérite, bournonite, cuivre, gris, énérite, bornite, sidérite, baryte, pyrite, pyrrhotite, arsénopyrite,		Du même caractère est le gîte de Sakamody
<b>KEF OUM THEBOUL</b>	Grès et argiles oligocènes	NE 75° à 80° SW	2000	480	1,0 à 10,0	Blende, galène, chalcopryrite, pyrite, arsénopyrite, löllingite, quartz, baryte, fluorine		La blende est de la variété marmatite
<b>G HAR ROUBAN</b>	Schistes primaire, microgranite	NE 45° à 70° SW et SE 110° à 140° NW	600	130	1,0 à 7,0	galène, chalcopryrite, pyrite, arsénopyrite, pyrrhotite, cubanite, cuivre, gris, stannite (?), marsasite, quartz, baryte, fluorine		
<b>TAGHIT</b>	Marno-calcaire et grés du crétacé inférieur	NW - SW	500	100	0,20 à 1,0	Blende, galène, pyrite (chalcopryrite), calcite, baryte		Les filons diminuent leur puissance au voisinage et dans les grés

## ANNEXES I

## COORDONNEES DE LA CONCESSION DE SAKAMODY



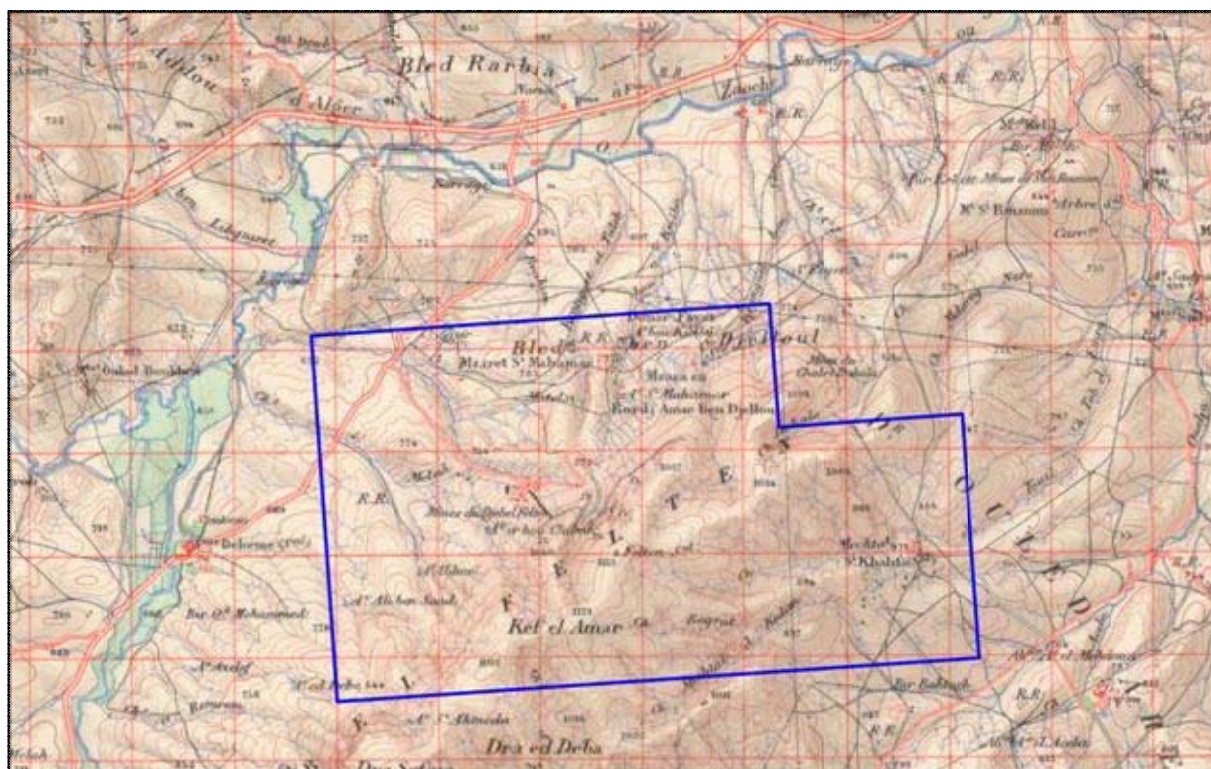
**Fig. 13:** Extrait de la carte topographique de Tablat N°64 au 1/50000

point	Coordonnée UTM (fuseau 31)		point	Coordonnée UTM (fuseau 31)	
	X (m)	Y(m)		X (m)	Y(m)
<b>1</b>	525 100	4 038 500	<b>14</b>	528 400	4 039 100
<b>2</b>	525 400	4 038 500	<b>15</b>	528 400	4 038 200
<b>3</b>	525 400	4 039 100	<b>16</b>	527 800	4 038 200
<b>4</b>	526 300	4 039 100	<b>17</b>	527 800	4 037 300
<b>5</b>	526 300	4 039 700	<b>18</b>	527 200	4 037 300
<b>6</b>	526 900	4 039 700	<b>19</b>	527 200	4 036 400
<b>7</b>	526 900	4 040 000	<b>20</b>	526 600	4 036 400
<b>8</b>	527 500	4 040 000	<b>21</b>	526 600	4 037 000
<b>9</b>	527 500	4 040 300	<b>22</b>	526 000	4 037 000
<b>10</b>	528 400	4 040 300	<b>23</b>	526 000	4 037 600
<b>11</b>	528 400	4 039 700	<b>24</b>	525 700	4 037 600
<b>12</b>	529 000	4 039 700	<b>25</b>	525 700	4 037 900
<b>13</b>	529 000	4 039 100	<b>26</b>	525 100	4 037 900
<b>Superficie</b>		<b>783 ha</b>			

## ANNEXE II

## COORDONNEES DE LA CONCESSION DE DJEBEL FELTENE

Coordonnées UTM (fuseau 32)		
Points	X (m)	Y (m)
1	272 900	4 012 300
2	272 900	4 011 100
3	274 700	4 011 100
4	274 700	4 008 700
5	268 400	4 008 700
6	268 400	4 012 300
<b>Superficie</b>	<b>2 052 ha</b>	



**Fig.23:** Site du Djebel Felten Extrait Carte topographique au 1/50 000 (feuille Oued Athmania).



## ANNEXE III

## COORDONNEES DE LA CONCESSION D'AÏN KAHLA

Coordonnées UTM (fuseau 31)		
Points	X (m)	Y (m)
1	719 600	3 966 500
2	721 000	3 966 500
3	721 000	3 966 000
4	720 800	3 966 000
5	720 800	3 965 900
6	720 600	3 965 900
7	720 600	3 965 600
8	719 600	3 965 600
<b>Superficie</b>	<b>112 ha</b>	

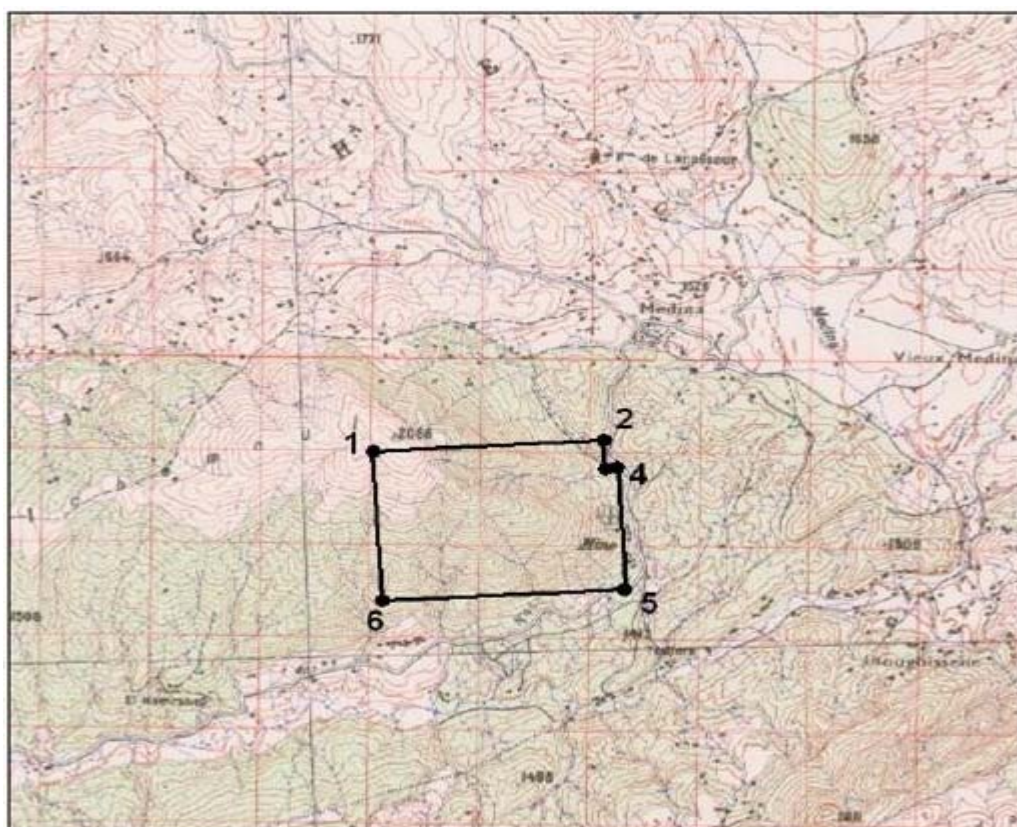


**Fig.32** : Carte topographique : (Feuille Ain Azel N°143 au 1/50 000 d'après ANPM ,2008)

## ANNEXE IV

## COORDONNEES DE LA CONCESSION D'ÏCHMOUL

Point	Coordonnées UTM (fuseau 32)	
	X (m)	Y (m)
<b>1</b>	271 100	3 908 800
<b>2</b>	273 200	3 908 800
<b>3</b>	273 200	3 908 500
<b>4</b>	273 300	3 908 500
<b>5</b>	273 300	3 907 200
<b>6</b>	271 100	3 907 200
<b>Superficie</b>	<b>349 ha</b>	



**Fig. 38:** Situation du site de Djebel Ichmoul sur carte topographique 1/50 000 (Feuille Arris)