

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل -
Université Mohammed Seddik Benyahia - Jijel

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



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم: علوم الأرض و الكون

Mémoire de fin d'études

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

Option : Ressources Minérales et Géomatériaux

Thème

Contribution a l'étude métallogénique de la minéralisation plombo-zincifère de la région de Tiri et ses environs-Taher (W.de Jijel-NE Algerien).

Soutenu publiquement :

Mercredi 21/06/2017, à 12h00, Salle 24, Bloc 05

Membres de Jury

Président : Belala Zouhir

Examineur: Belmedrek Sonia

Encadrant : BOUKAOU D El Hachemi

Présenté par :

Chaloum Issam

Lahmar Mohammed Tahar

Année Universitaire 2016-2017

Numéro d'ordre (bibliothèque) :

Remerciement

Au terme de ce travail nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant, qui nous a donné la force, la volonté et la patience pour accomplir ce modeste travail.

Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Nous tenons à exprimer notre plus grande gratitude à monsieur :

Pr. Y. Bouftouha

Qui nous a proposé le sujet de ce mémoire, et qui nous a accompagné durant la période de travail de terrain.

Nous tenons à le remercier pour tout ce qu'il nous appris, pour ces orientations, ses lectures, et ses conseils, le travail avec lui a été à la fois très enrichissant scientifiquement et pleinement humain. Nous le remercions pour sa compréhension et sa gentillesse.

Nous remercions également monsieur Boukaoud Elhachemi qui a accepté d'encadrer, diriger notre travail et qui nous a guidés, ainsi que les conseils précieux qu'il nous a toujours apportés.

Nous tenons à remercier également, les membres du jury qui ont accepté de juger et d'évaluer ce modeste travail.

Nous remercions également à tout le personnel du département de « sciences de la terre et l'univers à l'université de Mohamed Sadik Ben Yahia, Jijel » et tous les enseignants qui en font partie en particulier ; le chef de département M^r Tekkouk, M ; M^r Bellala, Z ; M^r Rouikha, Y ; M^r Mehdid, S et M^r Lekoui, A.

Enfin, nous remercions nos familles et nos amis qui nous ont toujours soutenus et encouragés. A tous, un grand merci.

Dédicaces

Je tiens vivement, à dédier ce travail en signe de respect et de reconnaissance :

A tout ma famille chacun à son nom.

Et à tous mes proches sans exception

A mon Binôme Issam

Et à tous mes amis en particulier :

*Houssem(Benz), Sifo(SK),Houssem (kahlouch), Abd
Essamad, Hamdi, Ahmed(Fata),Bidjad, Mohamed ,Khaled
Salah(tété), Nabil, Oussama, Nassim, Abd El Nour(tineur),
Djemel (djimi), merouane ,Brahim(paha),Hocin(choufeur),
Rida, Fatah, Tarek.*

*A Tous ceux qui ont contribué à m'aider à la réalisation de
ce mémoire. Enfin, je le dédie à tous ceux que je connais et
qui me connaissent de prêt ou de loin.*

Mohammed Tahar. L

Dédicaces

Je tiens vivement, à dédier ce travail en signe de respect et de reconnaissance :

A tout ma famille chacun à son nom.

Et à tous mes proches sans exception

A mon Binôme : Mohamed

A mon chère amie : Amel

Et à tous mes amis en particulier :

Housseem(Benz), Sifo(SK),Housseem (kahlouch), Abdo Essamad, Hamdi, Ahmed(Fata),Bidjad,Salah(tété), Nabil, Oussama, Abd El Nour(tineur), Zine Eddine(zino), Amar, Amir, Khaled, yasser, Djemel (djimi), Yasser, Nassim, Tarek , merouane.

A Tous ceux qui ont contribué à m'aider à la réalisation de ce mémoire. Enfin, je le dédie à tous ceux que je connais et qui me connaissent de prêt ou de loin.

Issam. Ch

Résumé

La région de Tiri est située au NE de Taher, wilaya de Jijel, NE algérien. Cette région appartient à la partie occidentale de la Petite Kabylie, elle est formée d'un ensemble inférieur gneissique et un ensemble supérieur micaschisteux et phylladique. Ces deux ensembles sont séparés par un contact anormal mylonitique de la série des alternances.

Le corps minéralisé est représentée essentiellement par des sulfures primaires : la pyrrhotite, la blende, la galène, le cuivre gris, la bornite, la chalcopryrite et d'autres secondaires : la pyrite et la marcassite. Ces concentrations métallifères sont exclusivement portées par une bande carbonatée occupant le sommet de la série des alternances.

Les chapeaux de fer forment Un 2^{em} indice de la minéralisation polymétallique dans la région d'étude, il représenté par des zones d'oxydations, montrant une altération supergène du protore sulfuré polymétallique de Dj Bouazza représenté par : la galène, la Pyrrhotite, la pyrite, la chalcopryrite, la covéllite et exprimé en surface par des masses d'oxydes et d'hydroxydes de fer : de la goethite, l'hématite et la limonite.

Mot clés : minéralisation polymétallique, chapeau de fer, carbonatée, socle, Tiri.

Abstract

The region of Tiri situated in Northeast of Taher, Wilaya of Jijel, North-east Algeria. This region belong to the parties' western of the Small Kabyle,formed of an inferior gneiss set and of a micaschisteous and phylladic set. These two sets separated by an abnormal mylonitic contact of the series of alternations.

Primary sulphides represent the mineralized body essentially: thePyrrhotite, The blende, the galleon, Gray copper,the bornite,the Chalcopyrite and other secondary: the Pyriteand marcasite.A carbonate band occupying the top of the series of alternations exclusively carries these metalliferous concentrations.

The iron hats form a second index of polymetallic mineralization in the east study region is represented by oxidation zones, showing a supergeneous sulfur polymetallic alteration of Dj Bouazza represented by:The galleon, Pyrrhotite, the Pyrite, the Chalcopyrite, the Covelliteexpressed on the surface by masses of iron oxides and hydroxides:the goethite, hematite and the limonite.

Keywords: polymetallic mineralization, iron hat, carbonated, socle, Tiri.

ملخص

تقع منطقة تيري في جنوب شرق الطاهير، ولاية جيجل، شمال شرق الجزائر. هذه المنطقة تنتمي إلى الجزء الغربي من منطقة القبائل و هي تتألف من مجموعة سفلية من التجمع الصواني و مجموعة علوية من ميكا الشست (صخر متبلر) و الفليث تفصل المجموعتين عن طريق جهة اتصال غير طبيعية مشكلة من سلسلة متناوية .

تتم التركيزات الفلزية و محمولة في حزام كربوناتي و تحتل الجزء العلوي من السلسلة المتناوية التركيبية لهذا الهيكل المعدني ممثلة أساسا من كبريتيدات أولية : بيروثيت، سفاليرايت ، غالينا، النحاس الرمادي، بورنيت ، كالكوبايرايت و كبريتيدات ثانوية : البيريت و المركسيت . مؤشر تمعدن ثاني من تمعدن متعدد المعادن في المنطقة المدروسة ممثل عن طريق مناطق مؤكسدة من قبعات الحديد تظهر علوية النشأة لبروتور (المساحات التحتية) . كبريتيد متعدد المعادن في جبل بوعزة ممثلة في : غالينا بيروثيت ،البيريت، كالكوبايرايت و كوفيليث يعبر في السطح بواسطة كتل من أكسيد و هيدروكسيد الحديد ب : الجيوثايت، الهيماتيت (حجر الدم) و الليمونيث.

كلمات مفتاحية: تمعدن متعدد المعادن ، قبعات الحديد قاعدة، تيري ، سيبولان.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ / ABSTRACT/ ملخص.....	i
LISTE DES FIGURES.....	iv
LISTE DES PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES.....	vi
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	vii

CHAPITRE I :

INTRODUCTION GENERALE ET CADRE GEOGRAPHIQUE

I.1. Introduction générale.....	1
I.2. But de travail.....	2
I.3. Méthode utilisées.....	2
I.4. cadre géographiques.....	3
I.5. Climat et végétation.....	3
I.6. Réseau hydrographique.....	5
I.7. Population.....	5
I.8. Historique des travaux réalisés dans la région.....	5

CHAPITRE II :

GEOLOGIE REGIONALE

II.1. Introduction.....	7
II.2. Le Socle kabyle.....	8
II.3. Les unités infra-kabyles.....	9
II.3.1. La Dorsale Kabyle.....	9
II.3.1.A. La dorsale interne.....	9
II.3.1.B. La dorsale médiane.....	9
II.3.1.C. La dorsale externe.....	9
II.3.2. Le complexe volcano-sédimentaire.....	9
II.3.3. Flyschs schisto-quartzeux.....	10
II.3.4. Les séries telliennes.....	10
II.3.4.1. Les formations telliennes.....	10
II.3.4.1.A. Les séries ultra-telliennes.....	10
II.3.4.1.B. Le centralo tellien ou tellien au sens strict.....	11
II.3.4.1.C. Le pénitellien ou domaine méridional transitoire.....	11

II.4. Les unités supra-kabyles.....	11
II.4.1. Les flyschs de type guerrouche ou flyschs maurétanien	11
II.4.2. L'Oligo-Miocène KabyLe (OMK) et les olistostrums.....	12
II.4.3. Le Numidien.....	12
II.4.4. Les Formations post-nappes	12
II.5. Le magmatisme	13
II.6. Les phases tectoniques mésozoïques.....	13
II.7. Principales phases tectoniques post Eocène.....	13
II.8. La phase tectonique mésozoïque.....	14
II.9. La phase tectonique tertiaire.....	14
II.9.1. La phase fini – lutétienne	14
II.9.2. La phase miocène	14
II.10. La tectonique récente	14

CHAPITRE III :

CADRE GEOLOGIQUE LOCALE

III.1. Introduction.....	15
III.2. Les grands ensembles géologiques.....	16
III.2.1 L'ensemble inférieur.....	16
II.2.1.1. le complexe gneissique.....	16
III.2.2. la série des alternances.....	16
III.2.2.1. Micaschiste riche en feldspaths.....	17
III.2.2.2. Quartzite.....	18
III.2.2.3. Les horizons graphiteux.....	18
III.2.2.4. les horizons carbonatés (marbres).....	19
III.2.2.5. les skarns.....	21
III.2.3. L'ensemble supérieur.....	22
III.2.3.1. Les micaschistes.....	22
III.2.3.2. Les chloritoschistes (schistes à muscovite chlorite).....	22
III.2.3.3. Les sericitoschistes (schiste a séricite).....	22
III.2.3.4. Les phyllades.....	23
III.3. Étude structurale.....	24

III.3.1. Déformations ductiles et structures associées.....	24
III.3.1.a. Schistosité.....	24
III.3.1.b. Plissement.....	24
III.3.2. Déformation cassante.....	24
III.4. Conclusion.....	25

CHAPITRE IV :

ETUDE GITOLOGIQUE ET METALLOGENIQUE

IV.1. Introduction.....	26
IV.2. Morphologie des corps minéralisés.....	26
IV.3. Analyse minéralogique.....	28
IV.3.1. Observations macroscopiques.....	28
IV.3.2. Observations microscopiques.....	29
IV.3.2.1 Objectif.....	29
IV.3.2.2. Méthodologie.....	29
IV.3.2.3. Etude des minéraux métalliques.....	30
IV.3.2.3. a) Les minéraux primaires.....	30
IV.3.2.3. b) Les minéraux secondaires.....	32
IV.3.2.4. les minéraux de gangue.....	33
IV.4. Description pétrographique du cipolin.....	34
IV.4.1. Description d'échantillon.....	34
IV.4.2. L'étude microscopique d'échantillons.....	34
IV.5. Texture du minerai.....	36
IV.6. Relation entre minéraux de gangue et minéraux métalliques.....	36
IV.7. Succession paragénétique.....	37
IV.8. Conclusion paragénétique.....	37
IV.9. Hypothèse génétique.....	38

CHAPITRE VI :

LES CHAPEAUX DE FER

VI.1. Introduction.....	39
VI.2. Définition d'un chapeau de fer.....	40
VI.3. Mécanisme de formation d'un chapeau de fer.....	41

VI.4. Etude microscopique.....	44
VI.4.1. Objectif.....	44
VI.4.2. Méthodologie.....	44
VI.4.3. Analyse minéralogie.....	44
VI.5. La composition minéralogique des chapeaux de fer.....	46
VI.5.1. Les minéraux résiduels.....	46
VI.5.2. Les minéraux secondaires.....	48
VI.5.3. Les oxyde de fer.....	48
VI.6. Conclusion sur le chapeau de fer.....	48
CHAPITRE VII : Conclusion générale.....	50
Références bibliographiques.....	52
Annexe.....	56

Listes des figures		Pages
Figure I.1	Schéma orographique du nord constantinois (D'après .D. Delga 1981).	2
Figure I.2	Situation géographique.	4
Figure II.1	Schéma géologique de la chaîne des Maghrébides (Durand Delga, 1969).	8
Figure III.1	Extrait de la carte de la région de Texanna _NJ_31_VI_42 est.	15
Figure III.2	Coupe schématique montrant les gneiss ocellés en contact anormal Avec les séricitoschistes (A. Chalouch et M.Zabaiou.1992).	17
Figure III.3	Coupe géologique montrant les différentes formations du socle de la petite kapylie dans le secteur de Tiri. (D'après E.R.E.M. 1989).	21
Figure IV.1	Coupe géologique montrant la morphologie des corps minéralisés portés par les lentilles des horizons carbonatés dans l'indice de Tiri (D'après. A. Chalouche et M. Zabaiou 1992).	27
Figure V.1	séquence d'éléments qui correspond à des affinités décroissantes pour le soufre, Et des solubilités croissantes des sulfures (d'après ; Schumann, 1888 in Besnusb, 1991).	42
Figure V.2	Schéma idéal de développement d'un chapeau de fer (Routhier, 1963).	49

Listes des planches photographiques		page
Planche III.1	Illustration macroscopiques des échantillons de marbre minéralisée.	20
Planche IV. 1	Observations macroscopiques des échantillons de marbre minéralisées.	28
Planche IV. 2	Illustrations microscopiques (sections polies, en LN. Gx10) montrant les différentes relations mutuelles entre les différentes phases minérales formant la minéralisation de l'indice de Tiri.	33
Planche IV. 3	Illustration macroscopique d'échantillon de cipolin.	35
Planche IV. 4	Illustrations microscopiques (lame mince en LPA. Gx2.5) du cipolin.	36
Planche V. 1	Illustration macroscopiques des échantillons de Chapeau de fer de Dj Bouazza.	39
Planche V. 2	Vue microscopique de sections polies (en LN. Gx10), montrant les différentes formes de la minéralisation de chapeau de fer de Dj Bouazza.	47

Liste des Symboles et des abréviations

Eléments chimiques	Abréviations	Directions	Acides
PB : Plomb. Zn : Zinc. Cu : Cuivre. Fe : Fer. Cu : Calcite Ba : barytine. Cr : Chrome. Mn : Manganèse	CPy : chalcopryrite. Cov : covéllite. Ca : calcite. Ga : galène. Hm : hématite. Py : pyrite. Sp : sphalérite. Pyr : pyrrhotite. goe : goethite. Lm : limonite. Mus : muscovite. Qz : Quartz.	N : Nord S : Sud. E : Est. W : Ouest. Noms des Sociétés E.R.E.M : Entreprise de Recherche et Exploitation Minière.	H₂SO₄ : acide sulfurique. Formations géologiques Olist : Olistostromes. O.M.K : Oligo-Miocene-kabyle.
	Mesures mm : millimètre Cm : Centimètre. M : mètre. Km : kilomètre µm : micromètre. % : pour cent. C ° : Degré Celsius.		

CHAPITRE I

INTRODUCTION GENERALE

ET CADRE GEOGRAPHIQUE

I. 1. Introduction générale

Le domaine nord-est de l'Algérie auquel fait partie le massif cristallophyllien de la Petite Kabylie, est connu pour sa forte densité en indices minéralisés. Ses potentialités métalliques représentent plus de 73,5% en plomb et de 49,2% en zinc des réserves totales de l'Algérie (Popov, 1968).

L'indice de minéralisations polymétalliques de Taher dont fait partie la région de Tiri, objet de la présente étude, sont situées dans la partie occidentale du socle cristallophyllien de la Petite Kabylie. Elle constitue vers l'est le prolongement des zones internes de la chaîne des maghrébides (Fig I.1).

Cette minéralisation est relativement mal connue. Cinq indices de minéralisations polymétalliques (Pb-Zn-Cu-Fe-Ba) existent dans cette région, il s'agit des indices d'Achab, Azarez, Boumlih, Kouba et Tiri.

Dans le présent travail, qui rentre dans le cadre de la réalisation du mémoire fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en géologie, option Ressources Minérales et Géomatériaux, portera essentiellement, sur la caractérisation du contexte géologique de la minéralisation polymétallique de la mine de l'indice de Tiri, ainsi que l'étude métallogénique de cette minéralisation.

Le présente mémoire est structuré en cinq (05) chapitres, le premier chapitre est consacré à une présentation du sujet et le cadre géographique de la région d'étude, ainsi qu'un aperçu sur l'historique des travaux géologiques et miniers. Le second chapitre traitera le cadre géologique régional. Le troisième chapitre quand à lui sera consacré à l'étude géologique locale. Le quatrième chapitre aborde l'étude métallogénique de la minéralisation sulfurée

polymétallique de cet indice. Le cinquième chapitre est consacré à l'étude des indices de la minéralisation proches du secteur d'étude (chapeau de fer de Djebel Sidi Bouazza).

Enfin la conclusion générale.

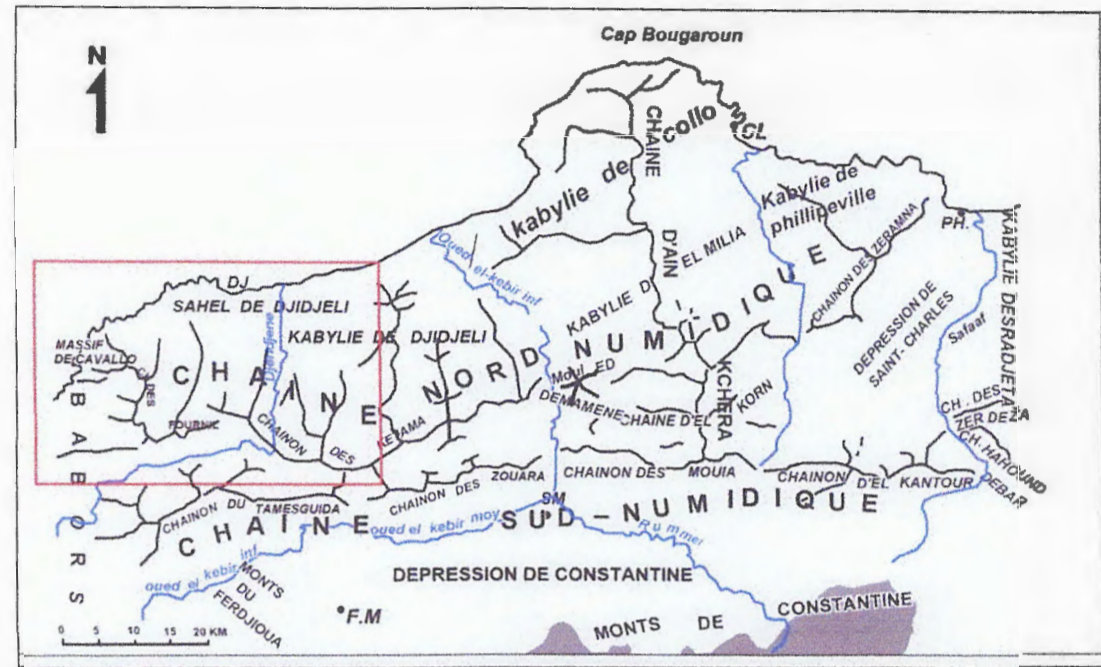


Fig I.1. Schéma orographique du nord constantinois
D'après .D. Delga 1981

I.2. But de travail

Le présent mémoire est préparé pour l'obtention du diplôme de Master en géologie, option Ressources Minérales et Géomatériaux, a pour but d'étudier la géologie et la métallogénie des concentrations Plombo-Zincifères dans les formations métamorphiques de la région de Tiri.

I.3. Méthodes utilisées

La réalisation de ce mémoire, nécessite des travaux sur le terrain et au laboratoire. Les travaux de terrain ont consisté à l'étude des diverses formations affleurant dans le secteur,

notamment la minéralisation et l'encaissant ainsi que la vérification de la carte géologique au (1/25000) du secteur réalisée par L'E .R.E.M. Parallèlement à cette vérification un échantillonnage irrégulier par marteau a été effectué dans les diverses formations, notamment dans les horizons carbonatés porteurs de la minéralisation.

Les travaux de laboratoire ont consisté en une étude de lames minces et de sections polies. Cette étude a permis la mise en évidence de la : Composition du minerai et son encaissant ainsi que la paragenèse et les successions paragénétiques.

I.4. Cadre géographique

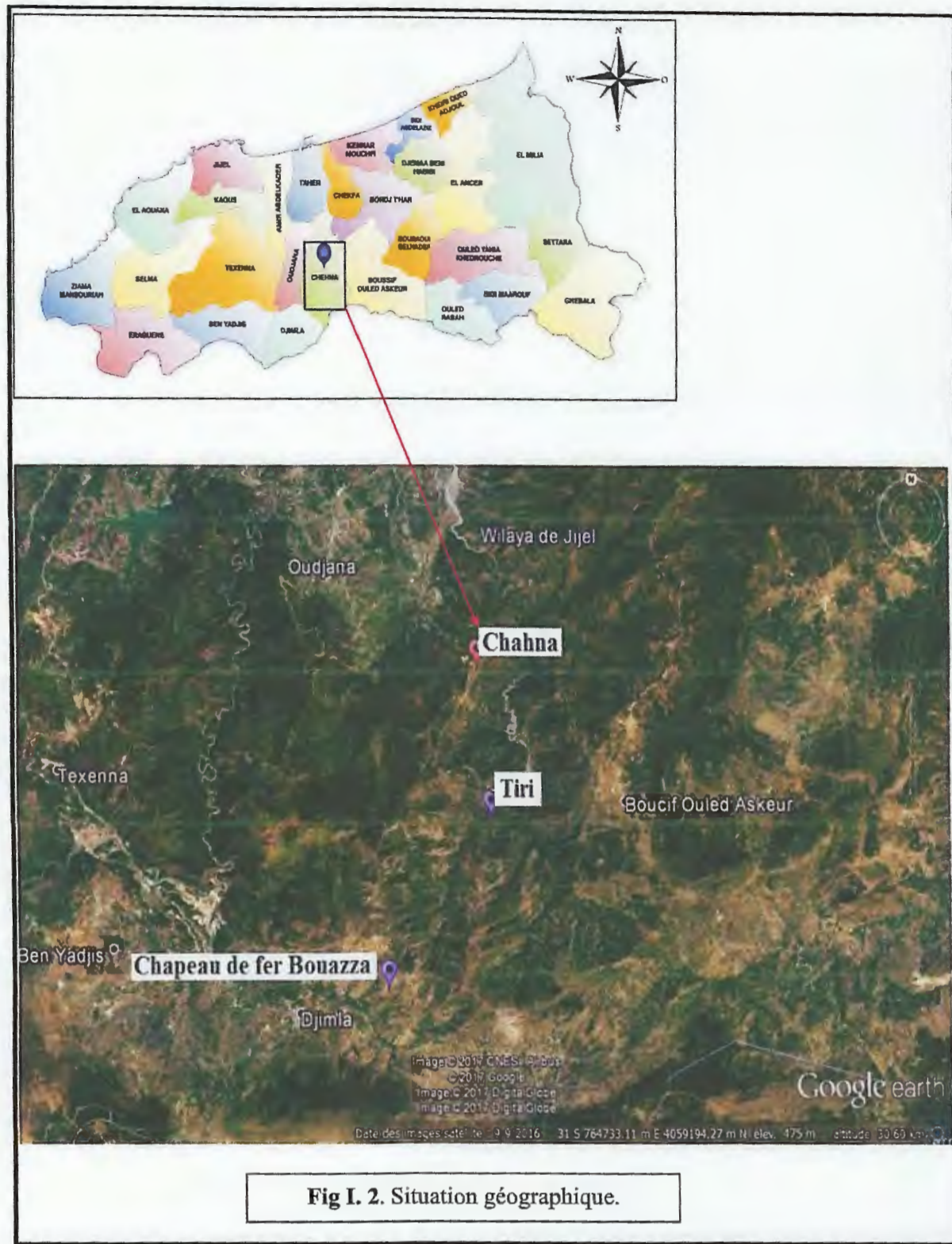
La région de Tiri est située à 9 Km au SE du village de Chahna, daïra de Taher, wilaya de Jijel. La commune de Chahna est limitée au nord par Taher et Chekfa, au Sud par la Wilaya de Mila, à l'Est par Bordj Thar et Boucif Ouled Askeur et à l'Ouest par Ouadjana et Djimla (Fig I.2).

I.5. Climat et végétation

La région de Tiri, comme toutes les régions de la partie occidentale du socle cristallophylien de la Petite Kabylie est caractérisée par un climat méditerranéen avec un été, sec et chaud et un hiver, humide et pluvieux.

La pluviométrie de la région comprise entre 900 et 1200 mm/ans, ce qui a favorisé le développement d'une végétation très dense et souvent impénétrable.

Le couvert végétal de la région est constitué, essentiellement, de chênes lièges, et d'autres arbres fruitiers.



I.6. Réseau hydrographique

La région de Chahna se présente comme l'une des régions les plus arrosées de l'Algérie du Nord, elle est traversée par un certain nombre d'oued qui sont de l'Ouest à l'Est ; oued Djendjen, oued Nile et oued EL Kebir.

Par ailleurs cette région est traversée par trois principaux oueds pérennes qui sont : oued Acheb, oued Azarez, oued Tiri, ainsi qu'un réseau dense de ruisseaux alimentés par des sources.

I.7. Population

La population est concentrée dans les versants de montagnes, là où les terres sont fertiles et facilement accessibles et proches des sources d'eau. La température en hiver dépasse rarement 10°C et les sommets de plus de 1000 m sont couverts de neige. Le village de Chahna est accessible par deux routes l'une venant de Taher et l'autre de Chakfa.

I.8. Historique des travaux réalisés dans la région

La Petite Kabylie a fait l'objet de plusieurs études: Renon, à qui on doit la première carte géologique du tell Algérien (1843-1848) avec les limites précises du massif cristallophyllien de la Petite Kabylie.

L'ingénieur des mines, Fourmel (1849) a effectué l'étude des gites minéraux de Constantine (région de Bejaia, Jijel).

Les débuts du vingtième siècle sont marqués par des investigations régionales (M. Durand Delga, 1953). Ehrmann, qui consacra quelques notes se rapportant aux problèmes du paléozoïque de Beni Affeur (région de Texenna) et donnant de plus en 1928 une première cartographie de la feuille de Tamsguida et d'El Milia. La région étudiée a été longtemps vierge, il a fallu attendre les travaux de M. Durand Delga (1955) pour connaître les grandes

CHAPITRE II

CADRE GEOLOGIQUE

REGIONAL

lignes de la partie occidentale du massif cristallophyllien de la petite Kabylie.

En 1972, V. Vydrine a réalisé une synthèse géologique de la région avec une mise en évidence de l'emplacement des gites des métaux non ferreux dans le Nord Algérien.

Durant la période 1979 à 1982, une étude de prospection a été réalisée sur le territoire d'El Milia par l'équipe GROMON sous la tutelle de l'entreprise de recherche et d'exploitation minière (EREM). Les travaux réalisés par cette entreprise ont permis d'homogénéiser toute la documentation géologique et de dégager les sites d'Acheb, Azarez, Boumlih, Kouba et Tiri.

H.Djellit, 1987 dans le cadre d'une thèse unique a consacré son travail à une étude tectono-métamorphique du socle kabyle.

En 1989, dans le cadre d'un mémoire d'ingénieur d'état en géologie minière Z.Boumaza et H.Rechak ont fait une étude géochimique dans la région de Chahna (Achab-Tiri) pour la mise en évidence d'une minéralisation polymétallique (Pb-Zn-Ag).

En 1990, dans le cadre d'une thèse de magister A.Afalfiz a réalisé une étude comparative, paragenétique et géochimique des différents indices minéralisés en (Pb-Zn-Cu-Fe-Ba) existant dans la région.

En 1992, pour l'obtention de diplôme de l'ingénieur A. Chalouche et M. Zabaïou contribution à l'étude géologique et métallogénique de l'indice Plombo-Zincifère de Tiri.

II.1. Introduction

La chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides fait partie de l'orogène alpin péri-méditerranéen (D. Delga, 1969) qui s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2000 km depuis l'Espagne du Sud à l'arc calabro-sicilien en passant par le Rif marocain et le Tell algérien et tunisien. La chaîne alpine d'Algérie orientale fait partie de cette orogène (Fig II.1).

L'édifice structural de cette chaîne, s'articule autour du socle métamorphique ou socle kabyle, dont l'âge est antérieur au Trias. Au cours des phases de compression alpines tertiaires, ce socle qui s'est comporté au sein de l'édifice structural comme un bloc homogène a été transporté en l'état, ne subissant que peu ou pas de déformation interne (Djellit.H, 2013 et Mahdjoub. Y,1990). Vers le sud, sous ce socle, on trouve les unités qui appartiennent au domaine tellien. A cause de leur situation structurale, sous le socle, ces unités sont appelées les unités < infra kabyle >, par opposition, aux unités qu'il supporte sur son toit, plus au nord, et qui sont qualifiées de < supra kabyle > (bouillin, 1986 et D. Delga,1980). Le socle kabyle et les unités < infra >, de type externe, d'affinité africaine, qu'il chevauche constituent le compartiment structural inférieur. Et, les nappes supérieures en position (supra) qui scellent ou recouvrent cartographiquement parfois les contacts majeurs des unités du compartiment inférieur, définissent le second compartiment, ou compartiment supérieur (Djellit, 2012). Ces unités supra-kabyles et infra-kabyle sont regroupées dans 3 domaines (Fig II.1):

- le domaine interne (socle et dorsale calcaire) ;
- les domaines des flyschs (Mauritanien et massylien);
- le domaine externe (tellien).

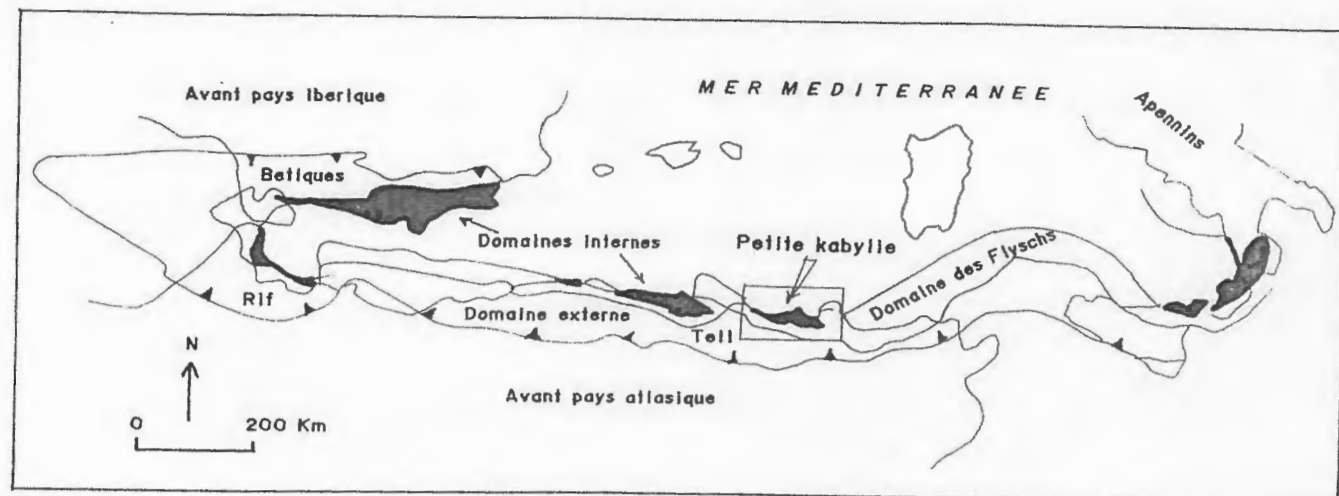


Fig II.1 : Schéma géologique de la chaîne des Maghrébides (Durand Delga, 1969).

II.2. Le Socle kabyle

Les différents auteurs qui ont étudié la géologie de la Petite Kabylie ont divisé le socle cristallophyllien en deux ensembles ; un ensemble métamorphique et un ensemble peu ou pas métamorphique.

Les travaux antérieurs portant sur la Petite Kabylie font apparaître un contact anormal majeur de charriage entre l'ensemble cristallophyllien kabyle (nappe du socle) et les unités infra Kabyle (domaine des flyschs et les zones telliennes). Ce contact de charriage a été observé aux niveaux des fenêtres de Filfila, Benitoufout et Dj. Safia. La flèche de ce déplacement est de l'ordre de 30Km vers le Sud (Durand Delga, 1969; Lemoy et Perrin, 1969; Raoult, 1974; Bouillin, 1978 et Vila, 1978). Selon les travaux de Mahjdoub (1991) les formations du Socle Kabyle peuvent être subdivisée en trois unités structurales : avec de bas en haut : 1- L'édifice inférieur ou unité du cap Bougaroun ; 2- L'édifice de Benifergane ; 3- L'édifice supérieur ou unité de socle s.s.

II.3. Les unités infra-kabyles

Comme nous l'avons déjà parlé, cette subdivision est basée sur la position structurale actuelle des unités alpines par rapport au socle kabyle qui les recouvre par charriage. Elles s'agissent de la dorsale kabyle, le complexe volcano-sédimentaire, le flysch massylien et le tellien.

II.3.1. La Dorsale Kabyle

Elle constitue la couverture du socle kabyle qui la charrie. La dorsale kabyle repose actuellement en contact anormal sur les flyschs (J.F. Raoult, 1974). Elle est représentée par trois formations traduisant des conditions de sédimentation de plus en plus profondes lorsque l'on passe de la dorsale interne à la dorsale médiane puis à la dorsale externe (J.P. Bouillin, 1977). Ces formations affleurent sur une frange étroite du Dj. Sidi Driss et Dj. Rhdir montrant un style tectonique en écaillés. Ces dernières sont orientées suivant la direction E-W (J.F. Raoult, 1974). En allant du Nord vers le Sud nous avons:

II.3.1.A. La dorsale interne : représente des dépôts littoraux ou épicontinentaux. Elle est formée de conglomérats à la base et de calcaire au sommet.

II.3.1.B. La dorsale médiane : Est caractérisée par des dépôts plus profonds marneux et marno-calcaire.

II.3.1.C. La dorsale externe : montre souvent des radiolarites au Dogger, Malm, au Crétacé supérieur et au Paléocène-Eocène (J.P. Bouillin, 1977).

II.3.2. Le complexe volcano-sédimentaire

On le trouve dans la région de Texenna, le long de la bordure méridionale ouest du socle de la Petite Kabylie entre ce dernier et les unités les plus externes (flyschs et

tellien). Il se présente sous forme de metabasique associés à des métasédiments, métamorphisés dans le faciès des schistes verts.

II.3.3. Flyschs schisto-quartzeux: (flyschs Albo-Aptien) (Glangeaud, 1932) ou encore flyschs massyliens (JF Raoult 1969) comportent de bas en haut :

- Un Crétacé inférieur argilo-quartzeux ;
- Un Cénomaniens avec des niveaux de phtanite ;
- Un Crétacé supérieur micro bréchiqque à débris de calcaire.

Ces flyschs sont charriés sur les unités telliennes.

II.3.4. Les séries telliennes

Il est classiquement subdivisé du Nord vers le Sud en trois unités géologiques (J. M. Vila, 1980):

II.3.4.1. Les formations telliennes

Ces formations déjà signalées par L. Joleaud (1912) ; P. Deleau (1938) et M. Durand Delga (1955) ont été décrites en détail par J.F. Raoult (1974), J.M. Vila (1969,1980), M. Durand Delga (1969), Lahondère (1983)... Ce sont les formations les plus septentrionales du domaine externe. Elles constituent l'ancienne marge téthysienne du continent africain. Leur sédimentation mésozoïque à tertiaire est d'affinité africaine. Les formations telliennes sont représentées par trois unités empilées les unes sur les autres du Nord vers le Sud ;

II.3.4.1.A. Les séries ultra-telliennes : la sédimentation ultra tellienne à dominante argileuse se caractérisent par des teintes claires et montre des affleurements méridionaux et des affleurements septentrionaux. Les affleurements méridionaux sont les séries ultra-telliennes type (Lahondère, 1987).

II.3.4.1.B. Le centralo tellien ou tellien au sens strict : Lithologiquement, il se caractérise par des formations de teinte noire qui se sont accumulées essentiellement au Paléogène sur des épaisseurs considérables, affleurant près de M'cid Aïcha et à l'Oued El Kebir (M. Durand Delga, 1955 ; J.F. Raoult, 1974 ; J.M. Vila, 1968 ; J.C. Lahondère, 1987). Ces séries sont appauvries en microfaunes pélagiques.

II.3.4.1.C. Le pénitellien (vila, 1980) ou domaine méridional transitoire (Lahondère, 1983) :

Il occupe l'espace paléogéographique situé entre d'une part, les séries néritiques franches à sédimentation calcaire continue jusqu'au Sénonien supérieur et d'autre part les série telliennes les plus typiques.

Le contact entre le pénitellien et le massif néritique reste ambigu, cependant, J.M. Vila (1980) assurait que les formations pénitelliennes surmontant le néritique constantinois aux Dj. Chettaba, Dj. Grouz et Kheneg, étaient allochtones ; par contre, d'autre auteurs notamment Lahondère (1987) constate qu'il y avait continuité stratigraphique entre les assises de carbonates néritiques atteignant le Cénomaniens inférieur et les termes plus récentes argileux à faciès pénitellien.

II.4. Les unités supra-kabyles

Elles s'agissent du flysch mauritanien, de l'Oligo-Miocène kabyle (OMK), des Olistostromes et du numidien qui recouvrent le socle kabyle par charriage ou par glissement tectono-gravitaire.

II.4.1. Les flyschs de type guerrouche ou flyschs maurétanien (J.P. Gelard, 1969)

Ces flyschs comportent des séries assez variées qui sont de bas en haut :

- Flyschoïde à calcaire fin (Thitonien ? Néocomien à Barrémien) ;
- Flyschs argilo -gréseux (Albien moyen) ;

- Calcaire conglomératique (Vracono-Cénomano-Turonien) ;
- Argile conglomératique (Sénonien et Paléocène -Eocène).

Les flyschs maurétaniens sont charriés sur les flyschs massyliens.

II.4.2. L'Oligo-Miocène Kabyle (OMK) et les olistostrums (Durand Delga, 1969; Bouillin et Raoult, 1970; Bouillin et al, 1973)

Forme la couverture sédimentaire transgressive du Socle Kabyle. Il est constitué de trois termes lithologiques : des conglomérats à la base, reposant en discordance sur le socle, durant l'Oligocène. Au dessus, s'installent des pélites micacées, des grés micacés et des conglomérats fins. Au sommet, des niveaux de silexites à l'Aquitaniens.

A cet OMK succèdent des olistostromes qui sont des formations tectono-sédimentaires à matériels des flyschs et des débris des formations telliennes d'âge Aquitaniens à Burdigaliens inférieurs probables (Bouillin et Raoult, 1971).

II.4.3. Le Numidien

Ces flyschs forment l'unité la plus haute de l'édifice alpin. Ils comportent de bas en haut :

- Des formations infra (ou sous) numidiennes formées par des argiles varicolores à tubotomaculums à l'Oligocène moyen à supérieur ;
- Des grés épais à l'Aquitaniens;
- Des formations supra numidiennes marneuses contenant parfois des phanites au Burdigalien basal.

II.4.4. Les Formations post-nappes

Les formations post nappes ou Miocène post nappes sont datées à leur base du Burdigalien moyen à supérieur et peuvent atteindre le Langhien.

Ces formations comportent deux cycles sédimentaires (J.P. Bouillin, 1977)

- Un cycle marneux transgressif à la base (conglomérat de base) ;
- Un cycle gréseux au sommet, provenant de la destruction des flyschs numidiens.

II.5. Le magmatisme

La chaîne alpine d'Algérie-orientale est caractérisée par plusieurs événements magmatiques à partir du paléozoïque. Les événements magmatiques les plus intenses sont ceux du Miocène le long du littoral algérien. Cette activité s'est traduite par la mise en place de granitoïdes localisés dans les régions de l'Edough, Cap de fer, Filfila, El Aouana, Collo, Bejaia- Amizour, Thenia et Cherchell (Semroud et al 1992).

II.6. Les phases tectoniques mésozoïques

La période du Trias correspond à une période de distension généralisée, accompagnée d'un volcanisme basique contemporain à une sédimentation argilo-gypseuse dominante (Bureau, 1970 ; Guiraud, 1973). La distension est marquée par une subsidence différentielle au Jurassique inférieur, qui s'est poursuivie jusqu'à la fin du Crétacé inférieur avec une orientation E-W, caractéristique des bassins maghrébins. C'est à partir du début du Crétacé supérieur que l'inversion tectonique a commencé à s'exprimer avec des plis et des discordances localement décrits dans la chaînes numidique et les Babors (Durand Delga, 1955 ; Obert, 1986).

II.7. Principales phases tectoniques post Eocène

Si la période pré-tectogénique a commencé dès le Trias, la chaîne Alpine d'Algérie s'est surtout structurée au cours des phases tectoniques tertiaires. Cette structuration est rattachée à la fermeture du sillon des flyschs qui s'est faite suite à plusieurs phases tectoniques.

II.8. La phase tectonique mésozoïque

La phase mésozoïque correspond à une période de distension généralisée, parfois marquée par un volcanisme basique contemporain de la sédimentation argilo – gypseuse du Trias (Guiraud, 1973 et Vila, 1980). Au jurassique inférieur, la distension a provoqué une subsidence différentielle qui a persisté jusqu'à la fin du Crétacé inférieur avec la structuration paléogéographique générale Est- Ouest caractéristique du bassin maghrébin.

II.9. La phase tectonique tertiaire

II.9.1. La phase fini – lutétienne : c'est une phase assez générale qui se place vers la fin du Lutétien. Cette phase est également appelée : phase atlasique (Guiraud, 1973), fini lutétienne (Delga, 1969) ou priabolienne (Vila, 1980).

Cette phase aurait structuré la chaîne calcaire, les flyschs et les séries telliennes en grandes lames ou en plis couchés à vergence Sud, avec les unités les plus internes en position plus haute.

II.9.2. La phase miocène : Caractérisée par une direction de raccourcissement Nord-Sud, elle aurait débuté plutôt dans les zones septentrionales (Burdigalien moyen) que dans les contrées méridionales (Langhien inférieur) (Vila, 1977 et 1980).

II.10. La tectonique récente

dans le constantinois, (Vila, 1980), considère que les éléments de la tectonique récente sont représentés par des failles normales de directions variables, en bordures des massifs calcaires jurassico- crétacés.

CHAPITRE III

**CADRE GEOLOGIQUE
LOCAL**

III.1. Introduction

La région de Chahna dont fait partie notre terrain d'étude est situé au Sud-Est de Taher. Elle est représentée essentiellement par des phyllades et des calcaires métamorphiques qui reposent sur un complexe gneissique par l'intermédiaire d'un contact mylonitique (Fig III.1). La région d'étude offre un paysage montagneux relativement élevé et de petites plaines littorales et sublittorales.

Elle est traversée par de nombreux chaînons qui sont principalement ; le chaînon de Tamesguida, le chaînon des Kétama (800m), le chaînon de Beni Foughal (805m), le chaînon de Zoura (300-500m) et le chaînon de Djebel Sidi Bouaza (1500).

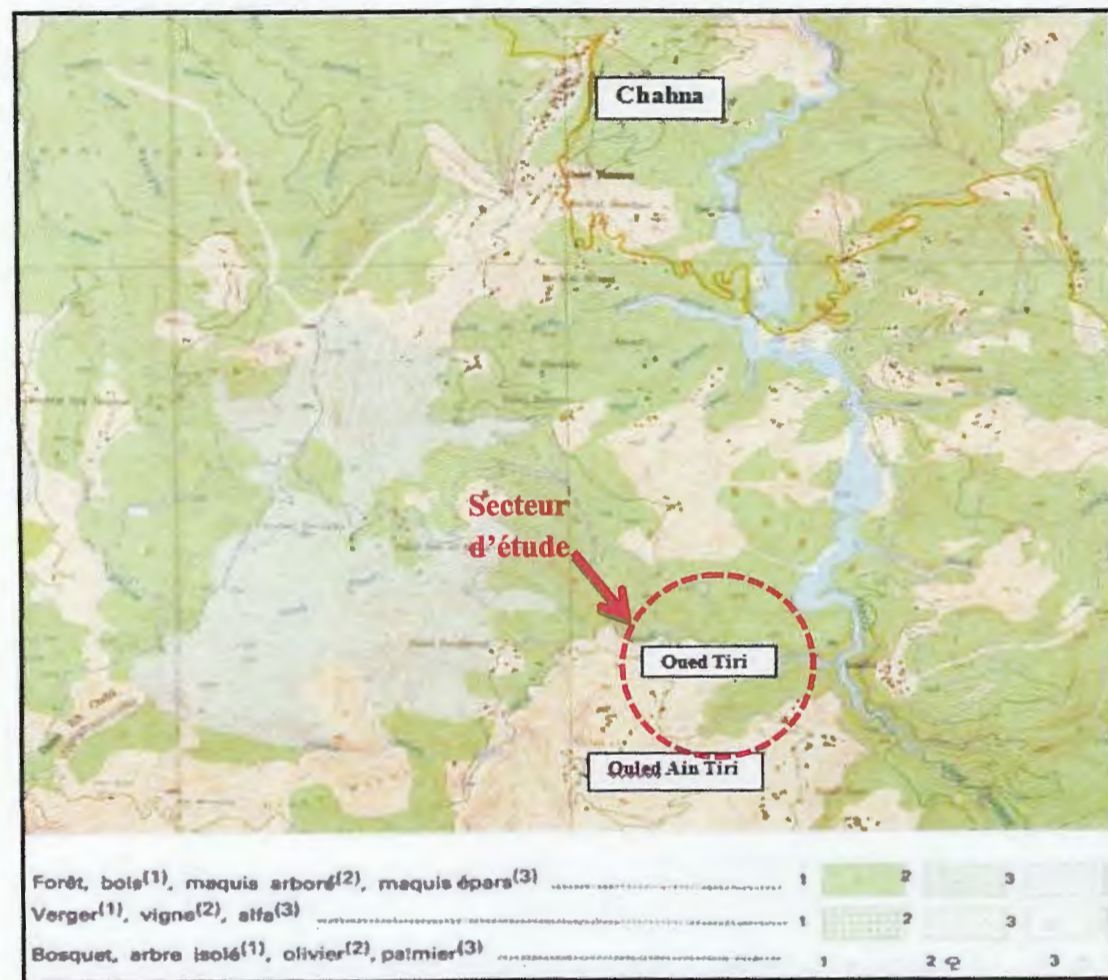


Fig III.1: Extrait de la carte de la région de Texanna _NJ_31_VI_42 est.

III.2. Les grands ensembles géologiques

Les observations recueillies sur terrain, les études perspectives effectuée par l'équipe de E.R.E.M, ainsi que les travaux accomplis par certains auteurs (Rechak.H et Boumaza.Z, 1989 ; Afliz.A, 1990 ; Chalouche.A et Zabaïou.M, 1992), ont permis de mettre en évidence deux ensembles structuraux constituant la région d'étude, un ensemble inférieur (complexe gneissique) et un ensemble supérieur (des micaschistes, des chloritoschistes et des séricitoschistes). Ces deux ensembles sont séparés par une série dite des alternances :

III.2.1 L'ensemble inférieur

III.2.1.1. le complexe gneissique

Dans la région de Chahna, ce complexe est représenté essentiellement par des gneiss œillés qui apparaissent timidement à l'échelle de l'affleurement mais sont bien exprimés dans les carottes des sondages effectués par L'E.R.E.M. Ces gneiss œillés sont de couleur blanchâtre à verdâtre, avec une foliation bien marquée moulant de gros yeux de feldspaths et de quartz. Ces yeux sont orientés suivant les directions des plans de foliation, où la texture de ces gneiss est granolépidoïdique.

Au microscope les minéraux essentiels sont : la biotite en voie de chloritisation, le quartz, les feldspaths potassiques, les plagioclases et de la muscovite. On note la présence du sphène aligné suivant les plans de foliation comme minéral accessoire (A. Chalouche. A et Zabaïou. M, 1992)

III.2.2. la série des alternances

Cette série repose en contact anormal sur l'ensemble inférieur à l'intermédiaire d'une zone de nature mylonitique. Les termes sommitaux de cette série affleurent essentiellement aux niveaux des oueds (Fig III.2).

La série complète (série des alternances) a été mise en évidence grâce aux sondages réalisés par L'E.R.E.M. Cette série ne dépasse pas les 70 à 80 m d'épaisseur, et elle est composée de bas en haut par les formations suivantes :

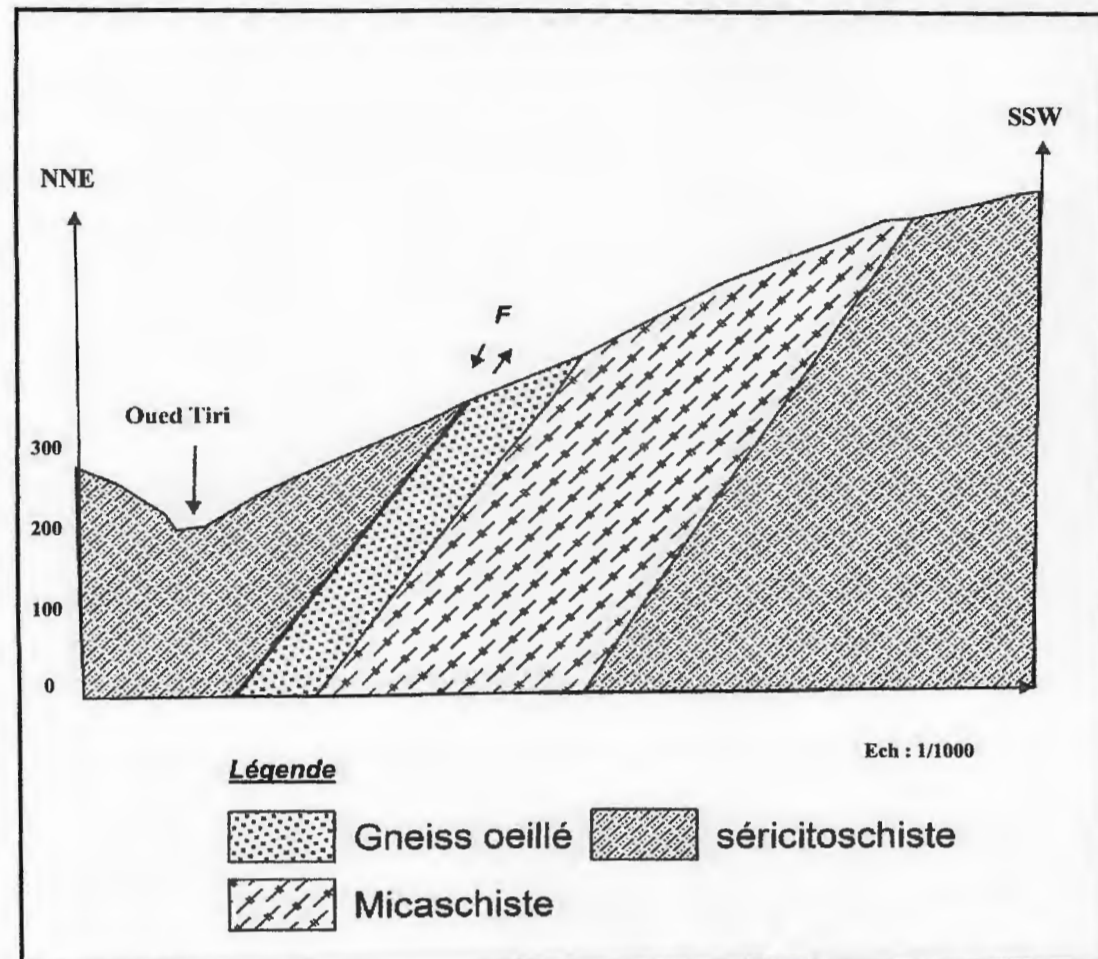


Fig III.2 : Coupe schématique montrant les gneiss oillés en contact anormal Avec les séricitoschistes (A. Chalouch et M. Zabaïou.1992).

III.2.2.1. Micaschiste riche en feldspaths

De couleur noirâtre, très durs, la schistosité est bien marquée enveloppant les boudinages de quartz, des cristaux de pyrite sont souvent observés sur les plans de schistosité selon lesquels se débite la roche en feuillet (Photo III.1).



Photo III.1 : Micaschiste

III.2.2.2. Quartzite

Ces termes quartzitiques d'épaisseur décimétrique, s'intercalent généralement au sommet des micaschistes riche en feldspaths.

III.2.2.3. Les horizons graphiteux

Ce sont des roches noirâtre, tendre, affectées d'une schistosité, parfois plissotée. L'étude microscopique (Boumaza.Z et Rechak .H ,1989 in L'E.R.E.M) révèle que ces roches sont constituées de graphites, chlorite, séricite, calcite, et minéraux opaques (Photo III.2).



Photo III.2 : Schiste graphiteux

III.2.2.4. les horizons carbonatés (marbres)

Il s'agit en général du cipolin, par endroits fortement magnésienne essentiellement représentées par deux types de faciès : des cipolins blanchâtres (purs) à grains saccharoïdes, présentant parfois un rubanement de lits clairs brunâtres ou sombres bleuâtre à graphite et des marbres impurs de couleur grisâtre à grains fins constitués de calcite et de dolomite (Planche photographie III.1 : AA', BB').

Parfois ces cipolins sont intercalés par de minces lits de micaschiste, dans lequel c'est développés des skarns de réaction de l'ordre du centimètre, de couleur vert sombre.

Ces carbonates sont d'épaisseurs variables (6 à 30 m), ils occupent la plus haute position de la formation des alternances (Fig III.3) et forment l'encaissant exclusif de la minéralisation polymétallique. Ils affleurent un peu partout dans le secteur d'étude, au

niveau de l'oued de Tiri, au niveau des pistes du chantier minier et au niveau des tranchées réalisées par L'E.R.E.M.

Planche photographique III. 1

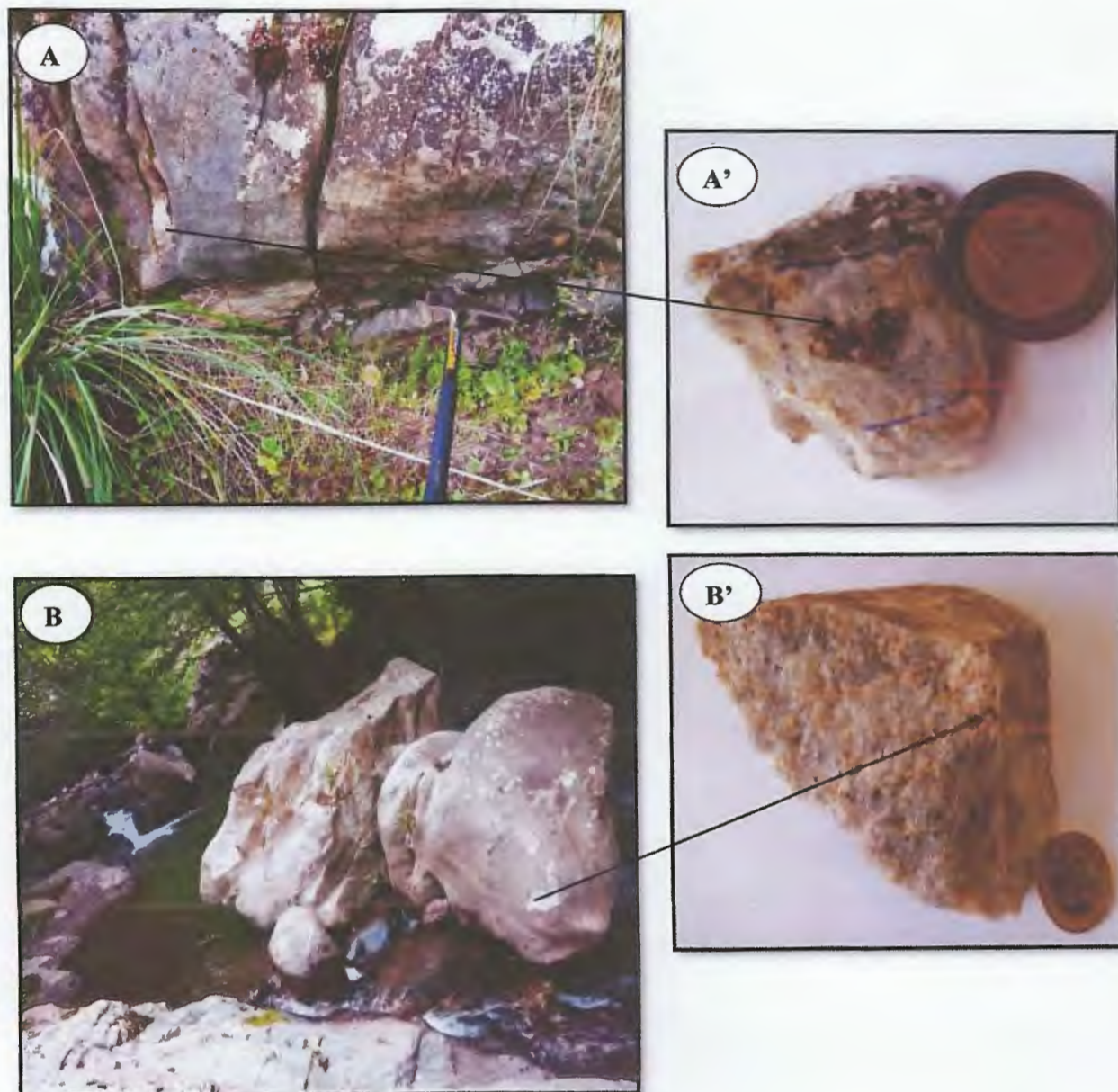


Illustration macroscopiques des échantillons de marbre minéralisée.

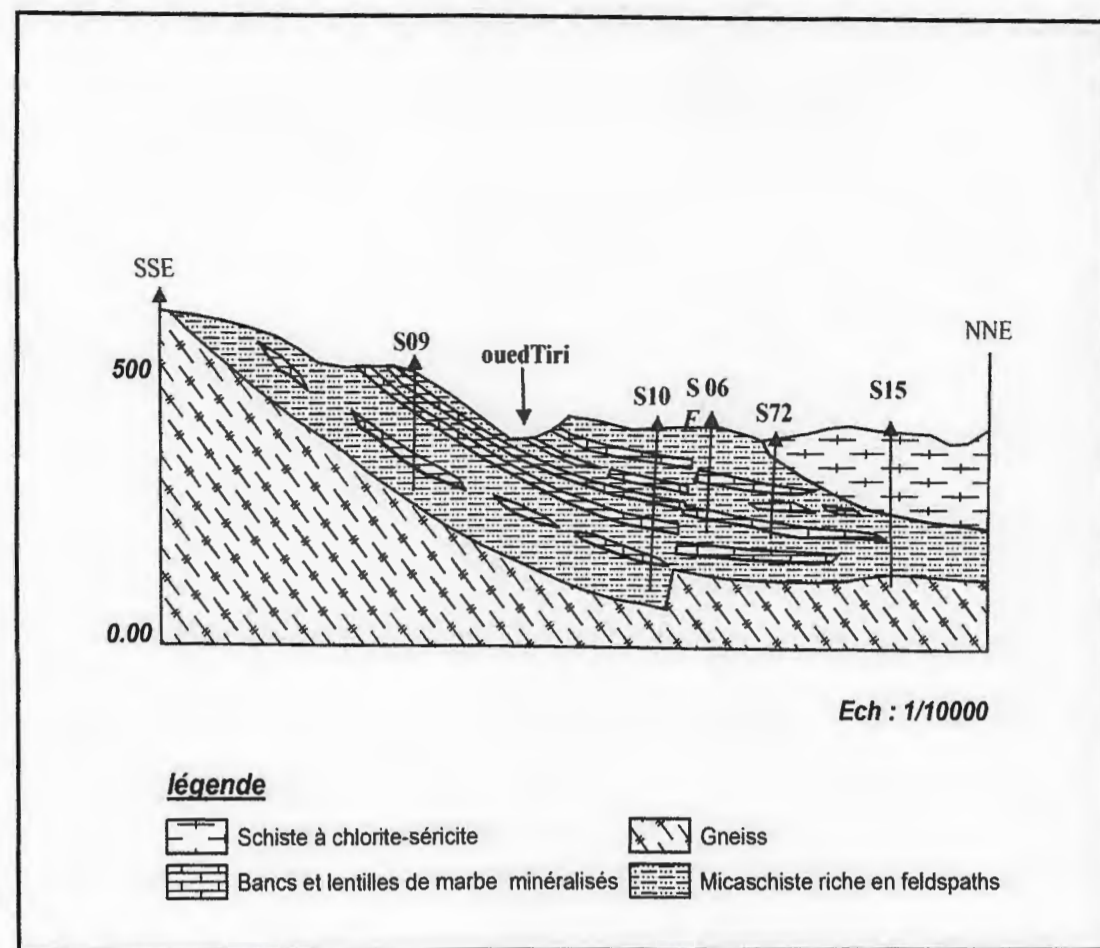


Fig III.3 : Coupe géologique montrant les différentes formations du socle de la Petite Kabylie dans le secteur de Tiri (E.R.E.M. 1989).

III.2.2.5. Les skarns

Le facies de skarn de la région d'étude se développe entre les bancs de cipolin et les bancs de micaschistes. Ils sont généralement non minéralisés et de faible étendue, de quelques cm à quelques mètres maximum et présente une zonalité constituée de zones à limites souvent diffuses et rarement monominérales.

Ce type de skarn est généralement le produit du métamorphisme régional de degré élevé. Ils résultent du phénomène de métasomatose de diffusion (Boufatouha, Y, 1989).

III.2.3. L'ensemble supérieur

Affleure largement dans notre secteur d'étude, il repose sur l'ensemble inférieur (gneissique) par l'intermédiaire de la série des alternances (marbre, micaschistes) qui est de bas en haut on a : les micaschistes, les chloritoschistes, les sericitoschistes, les phyllades.

III.2.3.1. Les micaschistes

Ce sont des roches de couleur brunâtre à verdâtre bien schistosées, certains plans de schistosité laissant apparaître des baguettes d'andalousite. Ces micaschistes sont cicatrisés par des veinules d'oxydes de fer, ils comportent parfois des horizons graphiteux et sont surtout caractérisés par un boudinage de quartz.

III.2.3.2. Les chloritoschistes (schistes à muscovite chlorite)

Ils présentent un aspect satiné, de couleur grise à verdâtre sans biotite. La muscovite, le chlorite, et le quartz constituent les minéraux principaux de la roche. Dans ces schistes à muscovite-chlorite on note la présence d'une roche d'aspect vert sombre réagissant partiellement à HCL en intercalation dans les chloritoschistes.

III.2.3.3. Les sericitoschistes (schiste à séricite)

Présentent un aspect satiné de couleur grise bleuâtre à verdâtre (Photo III.3). Cette roche est une mylonite à texture cataclastique qui se développe dans la zone de broyage provoqué par le grand accident N-S qui sépare le secteur de Tiri de celui d'Achab.



Photo III.3 : Sericitoschistes

III.2.3.4. Les phyllades

Les phyllades sont situées au Sud-est du village de Chahna. Ce sont des formations schisteuses peu métamorphiques, de couleur violette et une patine rougeâtre. Elle constitue la plus haute formation de l'édifice cristallophyllien de la Petite Kabyle (Photo III.4).



Photo III.4 : les phyllades

III.3. Étude structurale

D'après A. Afalfiz, 1990. Le secteur de Tiri présente une structure géologique complexe issue des déformations ductiles et déformations cassante.

III.3.1. Déformations ductiles et structures associées

III.3.1.a. Schistosité

Dans le secteur d'étude les plans de schistosité sont d'orientation variable ; le pendage de ces derniers est de 30 à 40° vers le NE.

III.3.1.b. Plissement

Dans ce secteur on a deux types de plissements qui prédominent :

Des plis d'axes N 120 à N 160 très fréquents.

Des plis d'axes N 50 à N 70 de moindre fréquence.

III.3.2. Déformation cassante

Notre terrain d'étude est caractérisé par l'existence de deux familles de failles, l'une NS et l'autre EW.

Les failles les mieux représentées sont d'orientation N-S et elles sont recoupées par les failles d'orientation EW, entraînant ainsi une fracturation marquée par la présence de nombreuses zones de broyages.

La séparation du secteur de Tiri de celui d'Achab est exprimée par un accident majeur dans lequel s'est développé une formation mylonitique, orienté N 160 E.

III.4. Conclusion

L'étude pétrographique et structurale des formations de la région de Tiri nous a amenée à distinguer un ensemble schisteux composé de quatre formations qui repose en contact anormal sur l'ensemble inférieur à l'intermédiaire de la série des alternances mylonitiques.

L'étude tectonique des trois ensembles nous a permis de relever les faits suivant :
Une schistosité régionale pénétrative à pendage 30 à 40° vers le SE qui se réoriente généralement vers le NE. Deux types de plissement l'un N120 à N160 et l'autre N50 à N70 déversés généralement vers le SW.

Deux familles de failles de direction différente l'une NS et l'autre EW. Un accident majeur de direction N160E probablement responsable de la séparation de l'indice de Tiri de celui d'Achab.

CHAPITRE IV

**ETUDE
METALLOGENIQUE**

IV.1. Introduction

La métallogénie dans la région de Chahna depuis plus d'une décennie, suite aux premières découvertes de la minéralisation polymétallique, cette région a fait l'objet des recherches universitaires d'une part, et des travaux miniers par l'EREM d'autre part.

Depuis, plusieurs indices minéralisés ont été mis en évidence tel que les indices de : Achab, Azarez, Boumlih, Kouba et Tiri.

La littérature à leur sujet est très rare et les travaux effectués dans cette région sont peu nombreux.

Avant d'entamer l'étude de la minéralisation polymétallique de l'indice de Tiri, nous avons jugé nécessaire de donner une idée de la morphologie des corps minéralisés portés dans les horizons carbonatés.

IV.2. Morphologie des corps minéralisés

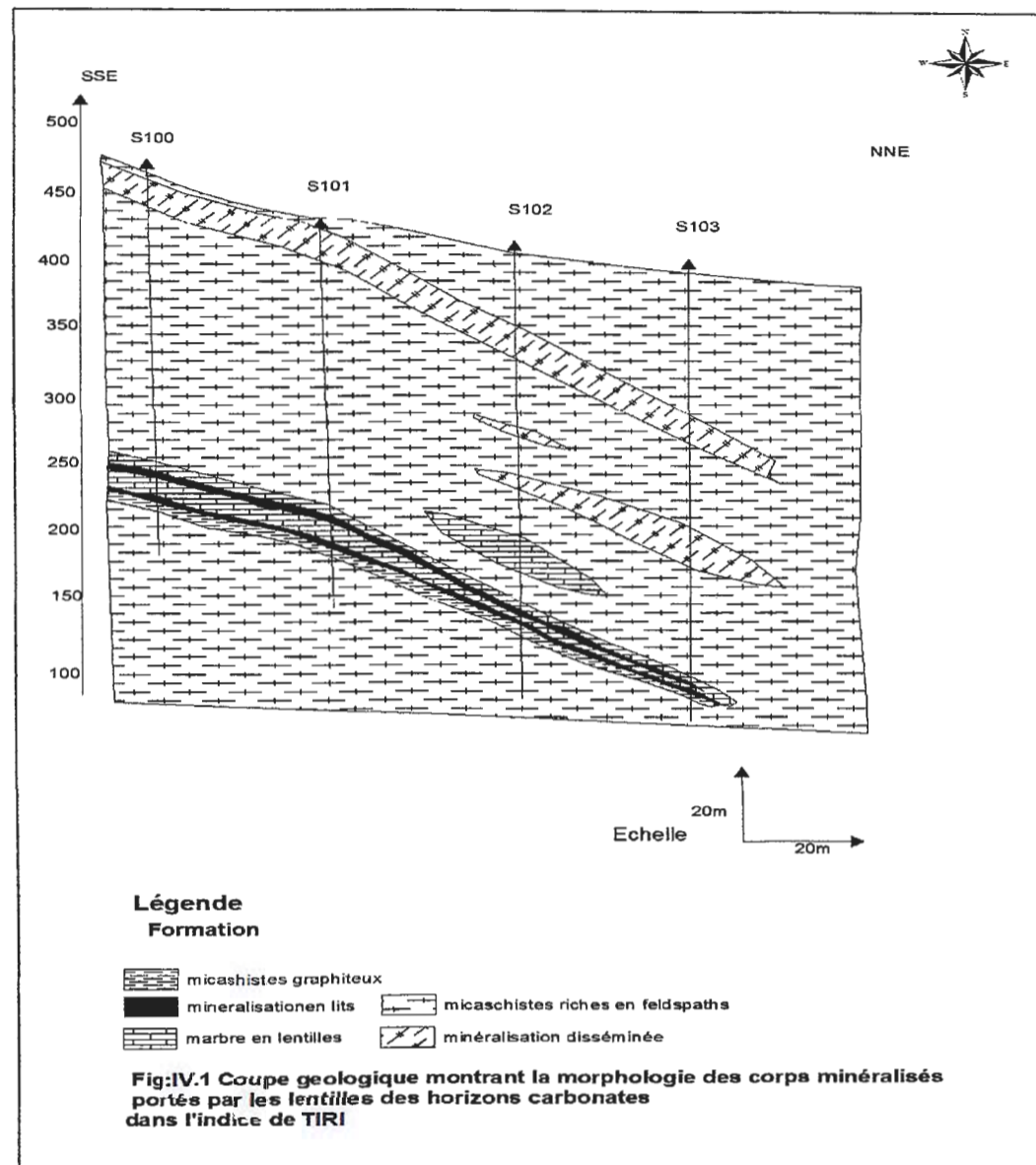
L'essentiel des minéralisations polymétalliques (Pb -Zn-Cu-Fe) de l'indice de Tiri est portée par les horizons carbonatés de la série des alternances. Ces derniers présentent de grandes variations d'épaisseur.

Au sein de ces carbonates, on signale des passages graphiteux et des horizons non minéralisés.

Les marbres se présentent sous un aspect lenticulaire, leur extension horizontale varie de quelques dizaine de mètres à centaine de mètres (300-400 m) et d'environ 30 m de puissance avec une direction de l'ordre de N100E à N120E et un pendage de l'ordre de 40 NE à 50 NE. Les lentilles de marbre reposent sur des micaschistes graphiteux.

La minéralisation en surface est marquée par une zone d'oxydation. La minéralisation est généralement sous forme de lits qui passent parfois latéralement à des poches lenticulaires ou sous forme de dissémination (Fig IV.1).

Les horizons minéralisés de l'indice de Tiri sont structurés généralement en lits millimétriques à centimétriques bien concordants avec la structure de leur encaissant. Vers le sommet, le corps minéralisé devient très disséminé.



IV.3. Analyse minéralogique

IV.3.1. Observations macroscopiques

L'observation macroscopique des échantillons récoltés nous a permis de distinguer l'identification des minéraux suivants : la pyrite et la chalcopryrite dans une gangue carbonatée.

- **Pyrite : Fe S_2**

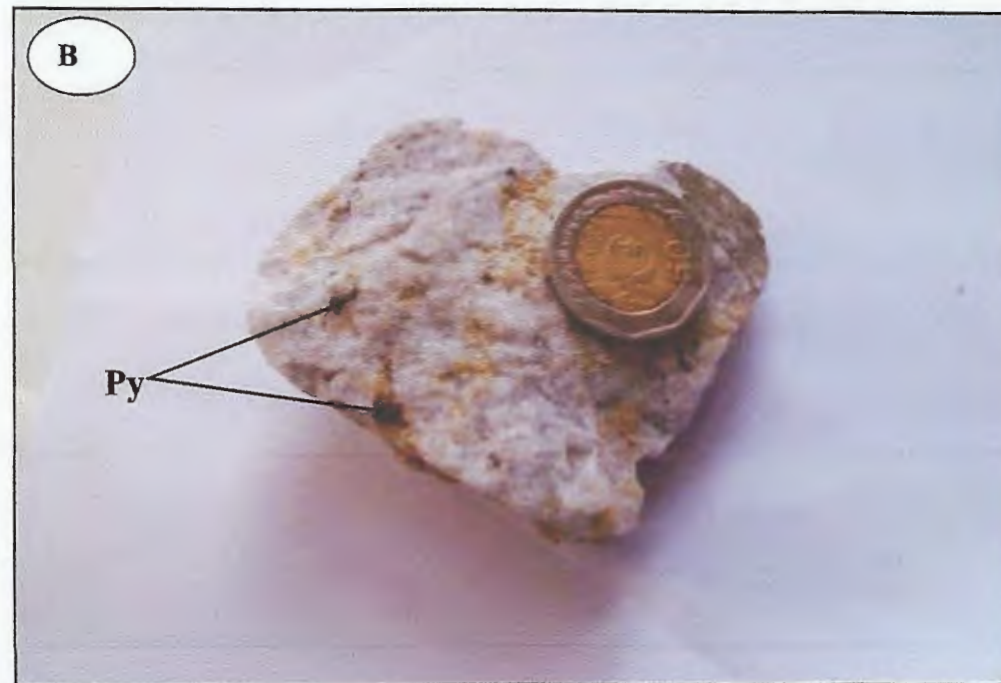
Elle est reconnaissable grâce à sa couleur jaune blanchâtre, son éclat doré. Les cristaux de pyrite se trouvent soit disséminés dans la gangue carbonatée. Elle se présente sous forme de cristaux de taille variable (1mm à 1cm), parfois la pyrite est bréchifiée. (La Planche photographique VI. 1. photos A et B)

- **Chalcopryrite : Cu Fe S_2**

De couleur jaune franc, généralement peu abondante, elle se présente sous forme de cristaux de taille irrégulière millimétrique, associée à la pyrite.

Planche photographique IV.1





Observations macroscopiques des échantillons de marbre minéralisés.

Photos A et B : photos montrant l'aspect textural disséminé de la pyrite.

(Abréviations : Py : pyrite).

IV.3.2. Observations microscopiques

IV.3.2.1 Objectif

L'étude métallogénique a pour but la détermination des différentes espèces minérales constituant le minerai, les relations texturales entre les différentes phases métalliques et leur évolution dans le temps et dans l'espace.

IV.3.2.2. Méthodologie

La confection des sections polies a été réalisée au laboratoire de recherches de génie géologie à l'Université Mohamed Seddik Benyahia - Jijel. L'examen microscopique à l'aide d'un microscope optique à lumière réfléchie a été effectué au laboratoire de microscopie (laboratoire pédagogique de microscopie N°2) du Département des sciences de la Terre et de l'Univers de l'Université Mohamed Seddik Benyahia - Jijel.

L'examen microscopique des sections polies du minerai de l'indice de Tiri a permis l'identification des phases métalliques suivantes : la pyrrhotite, la pyrite, la chalcopyrite, la blende, la galène, le cuivre gris, la bornite et d'autres minéraux secondaires, provenant de l'altération supergène des minéraux primaires. Ces minéraux secondaires sont représentés par la covéllite, la marcassite et l'hématite.

IV.3.2.3. Étude des minéraux métalliques

IV.3.2.3. a) Les minéraux primaires

Nous avons jugé nécessaire d'établir un inventaire minéralogique le plus exhaustif possible avant d'entamer une quelconque analyse métallogénique.

L'étude métallographique du minerai de l'indice de Tiri nous a permis de mettre en évidence les associations minérales entrant dans la composition de ce dernier.

Par ailleurs, les premières analyses montrent que le minerai de Tiri est essentiellement composé de sulfures.

Dans ce qui suit nous essayerons de donner une description détaillée des différents minéraux.

- **Galène : Pb S**

De couleur gris, et aux nombreux arrachements triangulaires caractéristiques de ce minéral, elle est facilement reconnaissable grâce à son éclat métallique, son pouvoir réflecteur élevé (de l'ordre de celui de la pyrite, plus fort que la chalcopyrite), elle est isotrope et ne présente pas de réflexion interne. La galène se présente généralement en dissémination, parfois sous forme de veinules dans la gangue carbonatée, lorsqu'elle est en association avec la chalcopyrite. L'EREM signale la présence de l'accanthite (Ag_2S) dans les grains de la galène.

- **Blende : Zn S**

De couleur grise, isotrope, présentant des réflexions internes de couleur marron foncé (variété riche en fer). Ce sulfure s'insinue parfois entre les plans de clivages des minéraux carbonatés. Ses limites avec les autres sulfures sont souvent irrégulières.

La blende renferme parfois des inclusions de pyrrhotite ou de pyrite (M. Zabaiou et A. Chalouche, 1992).

- **Pyrrhotite : Fe $1-x$ S**

De couleur brun clair, pléochroïsme net, bon polie, leur pouvoir réflecteur et anisotropie assez élevé. Absence totale de réflexions internes, elle se présente en baguettes de taille variable (Planche photographique IV. 2. Photo A et D). L'altération de la pyrrhotite donne souvent un mélange de pyrite-marcassite.

- **Cuivre gris**

Sulfosel de cuivre dont la taille est variable, de couleur grise, isotrope. Il se présente en inclusion dans la galène à laquelle s'associent la pyrrhotite, la bornite et la chalcopryrite. Parfois il est en dissémination dans la gangue carbonatée (M. Zabaiou et A. Chalouche, 1992).

- **Bornite : Cu Fe S₄**

De couleur brun rosé, anisotrope, se présente en inclusion dans la galène et souvent associée au cuivre gris. La taille de ces grains est variable (M. Zabaiou et A. Chalouche, 1992).

- **Chalcopryrite : Cu Fe S₂**

C'est un minérale peu abondant, elle est reconnaissable grâce à sa couleur jaune franc, son bon poli, et son pouvoir réflecteur moyen à assez élevé (de l'ordre de la

glène). Elle se présente sous forme de petits grains isolés (Planche photographique IV.2. Photo A).

IV.3.2.3. b) Les minéraux secondaires

- **La covéllite : Cu S**

C'est un minéral qui se présente en association à la chalcopryrite et au cuivre gris aux dépens desquels, elle se développe. Elle apparaît toujours sur les bords de ces deux minéraux et représente leur produit d'altération. Elle est de couleur vert-bleuté et possède un pouvoir réflecteur plus fort que ce lui de la blende, et plus bas que ce lui du cuivre gris. Elle montre une anisotropie dans les teintes orangées (Planche photographique IV.2. Photo B).

- **Pyrite : Fe S₂**

Possède un éclat doré, une couleur jaune blanc avec un polie assez difficile, elle se présente sous forme des cristaux automorphes de forme cubique à subautomorphes, aux démentions très varié, parfois elle renferme des reliques de pyrrhotite, parfois cette pyrite est bréchifiée (Planche photographique IV.2. Photo B, C et D).

- **Marcassite : Fe S₂**

Minérale résultant de l'altération de la pyrrhotite, parfois on a un produit qui se présente sous forme de relique de pyrrhotite. C'est ce qu'on appelle produit intermédiaire entre la pyrrhotite et la marcassite (M. Zabaïou et A. Chalouche, 1992).

- **L'hématite : Fe₂O₃**

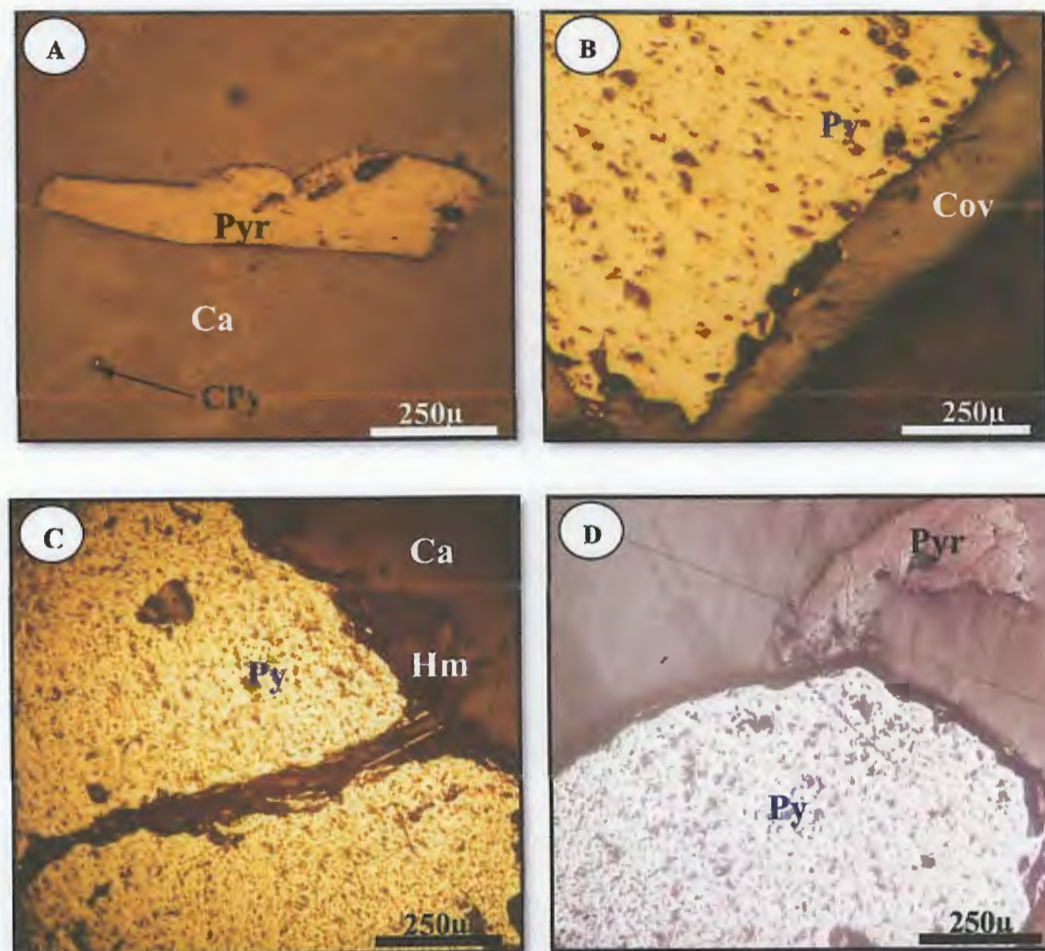
Peu abondante avec, un éclat submétallique, et un pouvoir réflecteur moyen de l'ordre de celui du cuivre gris, avec des réflexions internes rougeâtres, elle est difficile au poli (Planche photographique IV.2. Photo C).

IV.3.2.4. les minéraux de gangue

- La calcite : CaCO_3

Très faible pouvoir réflecteur et anisotropie fort mais en partie voilée par les réflexions internes très clair, de couleur gris, bon polie. Le minérale présente presque toujours une lamellation maclée synthétique (Planche photographique IV.2. Photo A et C).

Planche photographique IV. 2



Illustrations microscopiques (sections polies, en LN. Gx10) montrant les différentes relations mutuelles entre les différentes phases minérales formant la minéralisation de l'indice de Tiri.

Photo A. Section polie montrant la relation entre la pyrrhotite et la gangue, (vue en LN. Gx10).

Photo B. Section polie montrant la relation entre la pyrite et la covéllite, (vue en LN. Gx10).

Photo C. Section polie montrant la relation entre la pyrite, l'hématite et la calcite, (vue en LN. Gx10).

Photo D. Section polie montrant la pyrite et la pyrrhotite, (vue en LN. Gx10).

(Abréviations : **Pyr** : pyrrhotite, **Py** : pyrite, **CPy** : chalcopryrite, **Cov** : covéllite, **Hm** : hématite, **Ca** : calcite).

IV.4. Description pétrographique du cipolin

IV.4.1. Description d'échantillon :

Ce sont des roches assez purs et compactes, de couleur blanchâtre rarement grisâtre constitués essentiellement de la calcite à la quelle s'ajoutent un peu de quantité de quartz et de la pyrite avec une texture saccharoïde (Planche photographique IV. 3).

IV.4.2. L'étude microscopique d'échantillons

- **La calcite CaCO_3**

Elle se présente en plages incolores, très abondant (90%), de taille 1 à 5mm, relief variable selon les sections, avec deux plans de clivages très nets. Elle se distingue par sa biréfringence très élevée de 4^{ème} ordre, avec des bandes irisées au sein de plages souvent de couleur beige. Ces bandes traduisent des macles polysynthétiques lamellaires (Planche photographique IV.4. Photos A et B).

- **Muscovite $\text{KAl}_2(\text{Si, Al})_3\text{O}_{10}(\text{OH, F})_2$**

Elle se représente sous forme de paillettes de taille 0.1 à 0.3mm, peu abondante (5%) disséminée dans la roche. La muscovite est facilement reconnaissable par sa forme

automorphe avec un plan de clivage parfait et une biréfringence élevée de 3^{ème} ordre et teinte vives (Planche photographique IV.4. Photos A et B).

- Quartz SiO₂

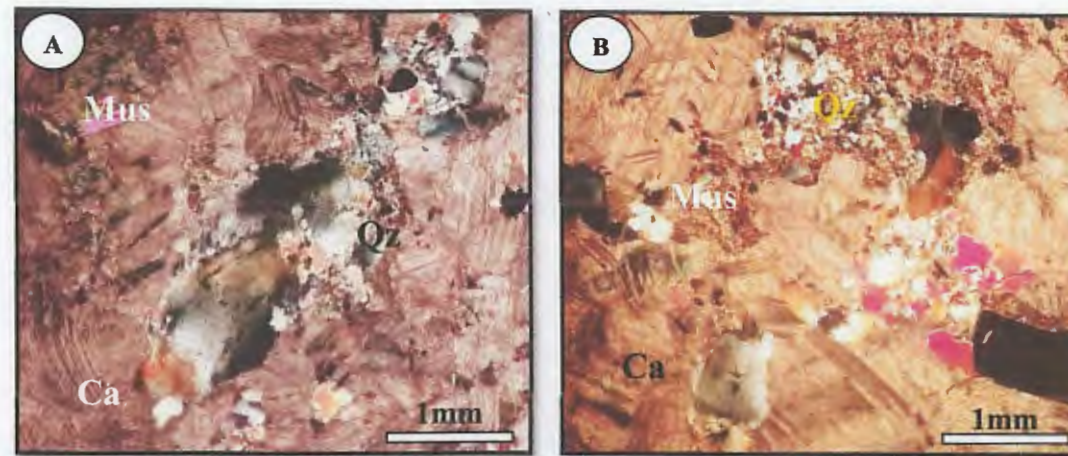
Le quartz est un minérale secondaire peut abondant (3%), de taille 0.3 à 0.5mm a extinction souvent roulante. Il se manifeste dans des fentes de remplissage et des fractures de forme sigmoïde issue du phénomène pression-dissolution (Planche photographique IV.4. Photos A et B).

Planche photographique IV. 3



Illustration macroscopique d'échantillon de cipolin.

Planche photographique IV. 4



Illustrations microscopiques (lame mince en LPA. Gx2.5) du cipolin.

Photo A : Calcite, muscovite et quartz étiré dans les fentes.

Photo B : Calcite, muscovite et quartz de forme sigmoïde.

(Abréviations : Ca : Calcite, Mus : Muscovite, Qz : Quartz).

IV.5. Texture du minerai

La texture disséminée est la plus fréquente dans l'indice de Tiri. En effet les minéraux métalliques, la pyrrhotite, la blende, la galène, la pyrite, le cuivre gris et la bornite, d'ordre millimétrique, sont disséminés dans la gangue carbonatée, parfois ces minéraux se présentent en veinules.

IV.6. Relation entre minéraux de gangue et minéraux métalliques

Dans l'indice de Tiri, les minéraux métalliques se localisent au niveau des fissures qui existent dans les marbres, auxquels s'ajoute de la calcite de recristallisation, parfois ces minéraux remplissent les pores dus probablement à la dolomitisation ainsi que les vides et cavités de dissolution.

A l'échelle microscopique ces minéraux métalliques s'infiltrèrent entre les plans de clivages des minéraux des carbonates (calcite ou dolomite).

IV.7. Succession paragenétique

Après cette étude métallographique ayant avant tout pour but la détermination des différentes espèces minérales constituant le minerai, il s'avère nécessaire par la suite d'examiner les relations mutuelles qui existent entre ces minéraux ainsi que leur évolution dans le temps et dans l'espace.

Ainsi la pyrrhotite est le premier minéral qui se met en place ensuite, elle est suivie par la blende qui semble l'envahir. Parfois la blende se trouve entourée par la galène.

Au sein des plages de la galène, on a des inclusions du cuivre gris et de la bornite (la bornite entoure le cuivre gris, donc elle est postérieure à ce dernier). Quant la chalcopirite elle se présente en petits cristaux et n'est pas fréquente dans l'indice de Tiri, elle est parfois incluse dans la bornite.

La marcassite est un minéral secondaire résultant de l'altération hydrothermale de la pyrrhotite.

IV.8. Conclusion paragenétique

L'étude métallographique du minerai de l'indice de Tiri nous a permis de déterminer la paragenèse de ce dernier qui est représentée par la pyrrhotite, la blende, le cuivre gris, la bornite, la galène, et la chalcopirite. Ce cortège métallique est accompagné par de la pyrite et de la marcassite d'origines hydrothermales.

En conclusion, on peut dire qu'on a :

- Une minéralisation primaire (la pyrrhotite, la blende, le cuivre gris, la bornite, la galène et la chalcopirite).
- Une minéralisation hydrothermale secondaire (la pyrite et la marcassite) ainsi que des oxydes.

IV.9.Hypothèse génétique

Après avoir procédé à l'étude des caractères macroscopiques et microscopiques de l'indice minéralisé de Tiri ainsi que de son encaissant, nous pouvons dire que notre minéralisation polymétallique est le résultat d'une activité hydrothermale qui aurait donné lieu à des décharges métallifères dans l'encaissant carbonaté suite à la circulation de solution minéralisée.

En effet, après le dépôt des carbonates, il y aurait une phase de fracturation facilitant ainsi la circulation des solutions qui seront, par la suite, remplis par la minéralisation polymétallique (dissémination).

Cette dernière occupe aussi les fissures des carbonates fracturés, ensuite, il y aurait eu une phase métamorphique qui serait responsable de la déformation des minéraux métalliques de cet indice.

A la fin il y aurait eu une phase d'altération hydrothermale donnant naissance à la pyrite et la marcassite ainsi que des oxydes.

CHAPITRE V

**LES CHAPEAUX
DE FER**

V. 1. Introduction

Parmi les indices de la minéralisation du secteur d'étude « les chapeaux de fer » de Dj Bouazza, situés à 3km de Tiri et affleure suivant les coordonnées : (X : 0761 411, Y : 4053191, Z : 1076m) (Planche photographique VI.1. Photo A et B).

Le massif de Dj Sidi Bouazza est constitué de roches ayant subi un métamorphisme polycyclique et constitue un site de divers indices de minéralisation. La diversité de ces faciès est les multiples contacts tectoniques, tous ces paramètres conjugués aux conditions hydroclimatiques favorisant la mise en place d'un environnement propice aux réactions chimiques responsables de la cumulation minérale néoformées.

L'étude de ces chapeaux de fer est bien entendu, très importante en prospection et la reconnaissance des boxworks fournit des informations précieuses sur la nature des minéralisations en profondeur.

Planche photographique V.1

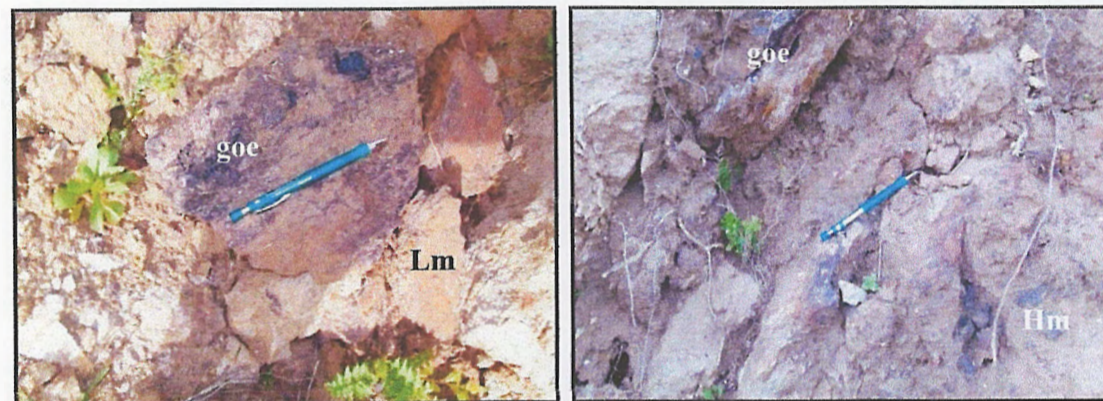


Illustration macroscopiques des échantillons de chapeau de fer de Dj Bouazza.

Photos1 : Echantillon de Dj Bouazza, montrant une association goethite-limonite.

Photos2 : Echantillon de Dj Bouazza, montrant une association goethite-hématite.

(Abréviations : **goe** : goethite, **Lm** : limonite, **Hm** : hématite).

V.2. Définition d'un chapeau de fer

Si, (Foucault et Raoult, 1988) ont adopté la définition suivante: "le terme chapeau de Fer désigne la zone exposée en surface et oxydée d'un gisement métallifère et présentant un Aspect plus ou moins alvéolaire et de teintes jaunâtres à brun rouge"; celle – ci résulte d'un Compromis et d'une évolution dont l'histoire a été notamment retracée par (Kosakévitch, 1979).

"Pour (Lacroix, 1912, in Besnusb, 1991), le terme chapeau de fer était employé pour désigner les zones oxydées développées sur des gisements de sidérite."

"D'autres auteurs dont (Krishtofovitch, 1960), (Fesenkoetal, 1972 in Besnusb, 1991), l'appliquèrent uniquement aux affleurements oxydés des minéralisations sulfurées. Pour eux, les vrais chapeaux de fer ou "*Gossans*" sont uniquement développés sur des sulfures." -"(Bétecktin, 1968 in Besnusb, 1991), donne un sens beaucoup plus large au terme et l'emploie pour des formations résiduelles dérivées de l'altération chimique supergène des gîtes minéraux utiles."

A la suite de cette revue bibliographique, Kosakévitch,(1979) propose de définir les chapeaux de fer comme des formations résiduelles fortement enrichies en minéraux ferrifères supergènes, et qui proviennent de l'oxydation météorique de corps minéralisés ou de roches présentant une forte concentration initiale de minéraux riches en fer.

Cette définition est satisfaisante car elle tient compte non seulement des zones d'oxydation des divers gisements de sulfures de fer ou de carbonates de fer, mais aussi des roches très riches en fer, où le fer peut être contenu dans des sulfures, dans des carbonates ou dans des silicates.

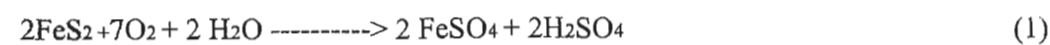
Un chapeau de fer ou Gossan est donc une formation de surface très riche en minéraux de fer secondaire (l'hématite, la goethite et la limonite - Planche photographique VI.1) qui coiffe en profondeur un corps minéralisé appelé "*protore*" dont il est issu. Le protore peut être sulfuré, carbonaté ou silicaté.

Les minéralisations à l'origine des chapeaux de fer les plus souvent décrits sont de type filoniens, surtout pour les protores sulfurés, et de type stratiforme dans le cas des sidérites.

V.3. Mécanisme de formation d'un chapeau de fer

Dans leur ouvrage, intitulé : initiation à la métallogénie, (Bernard et Samama, 1975), illustrent le développement d'un chapeau de fer de la manière suivante : Considérons le cas très simple d'une association minérale diffuse à pyrite et galène (ou tout autres sulfures de métal bivalent M^{++}), association placée dans les conditions d'oxydation de surface (oxygène et eaux).

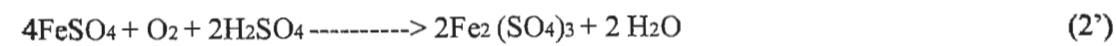
Les deux étapes d'oxydation des sulfures du fer s'écrivent :



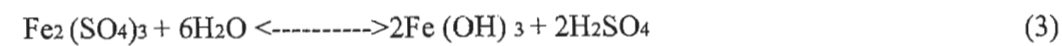
ET



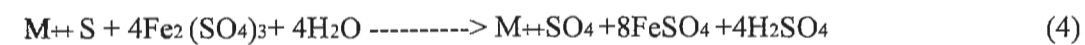
Ou bien



Mais le sulfate ferrique se dissocie:



Le sulfate ferrique s'avère être l'agent primordial de l'oxydation dans les eaux d'infiltration:



C'est la réaction qui fait passer un cation bivalent de l'état sulfuré à l'état sulfaté.

Donc, la pyrite, par son oxydation, pilote l'oxydation des parties supérieures d'un gisement mixte.

En fait, ce transfert d'état d'oxydation d'un métal bivalent à un autre ne peut se faire d'une façon quelconque, (Schumann, 1888 in Besnusb, 1991) avait établi une séquence d'éléments qui correspond à des affinités décroissantes pour le soufre, et des solubilités croissantes des sulfures, cette séquence s'établit comme suit (Fig V.1) :

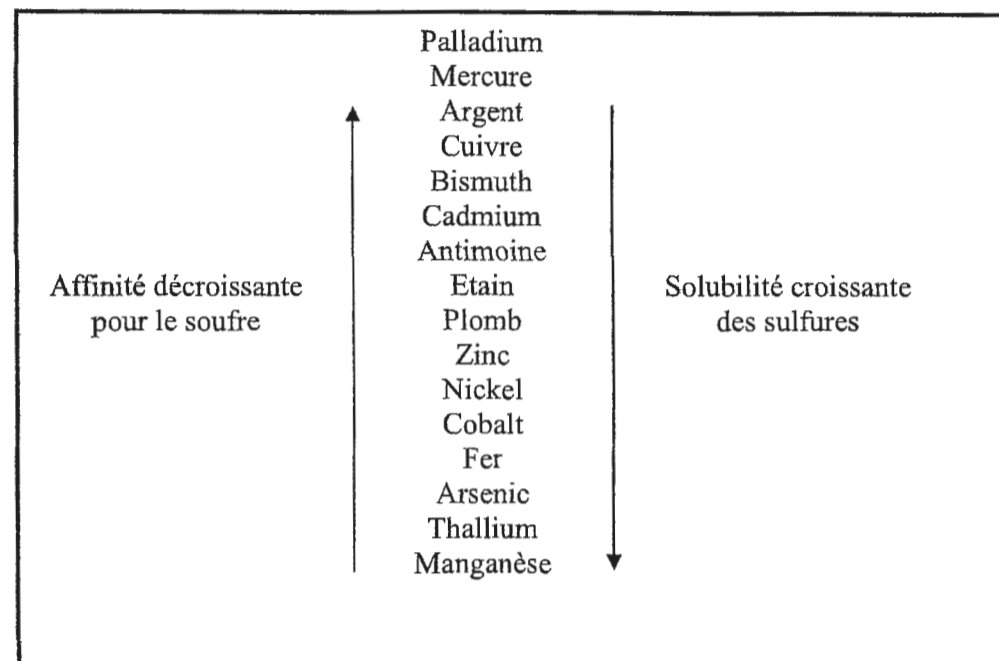


Fig V.1. Séquence d'éléments qui correspond à des affinités décroissantes pour le soufre, Et des solubilités croissantes des sulfures (d'après ; Schumann, 1888 in Besnusb, 1991).

Théoriquement, au moins, le sulfate ferrique peut intervenir suivant la réaction (4) sur n'importe quel sulfure placé avant le fer dans cette série.

Deux types de solutions interviennent en fait dans l'altération SO_4H_2 et $(\text{SO}_4)_3\text{Fe}_2$; d'après la réaction, il apparaît que l'ensemble de l'altération est conditionné par le rapport $S_{\text{Total}} / \text{métal total}$, c'est à dire, par le rapport **Pyrite / autre sulfures**.

➤ Donc, la pyrite par son oxydation pilote l'oxydation des parties supérieures d'un gisement mixte.

Certains sulfures ne contiennent pas assez de Soufre (S) pour conduire à leur oxydation complète, ils peuvent s'oxyder et se dissoudre partiellement, mais la réaction se bloquera s'il n'y a pas un apport extérieur en Soufre, (exemple ; chalcosite (Cu_2S), Bornite (Cu_5FeS_4)).

-Certains sulfures contiennent juste assez de soufre pour leur mise en solution complète

Exemple : covéllite (CuS), Sphalérite (sans fer) (ZnS), La molybdénite (MoS).

-D'autres sulfures contiennent plus de soufre que nécessaire.

Exemple : pyrite (FeS_2), et dans une moindre mesure, la pyrrhotine (Fe_{1-x}S), chalcopyrite (CuFeS_2).

Pratiquement, c'est la pyrite qui par l'excès de Soufre, au cours de son altération, permettra l'altération du gisement d'autres sulfures, d'où le rapport évoqué de **pyrite/autres sulfures**.

Le lessivage des espèces sulfurées ne pose donc guère de problèmes dans cette zone, mais la précipitation des limonites est complexe et mérite quelques remarques.

Le terme de limonite est employé pour une roche formée :

- de composés ferrifères : goethite, lépidocrocite, hématite, magnétite (rare), sulfate (jarosite), carbonate (sidérite).
- d'impuretés : silice (jaspe, nontronite), carbonates variés, composés de manganèse, gypse, impuretés mineures.

V.4. Etude microscopique

V.4.1. Objectif

L'étude métallogénique a pour but la détermination des différentes espèces minérales constituant le minerai, les relations texturales entre les différentes phases métalliques et leur évolution dans le temps et dans l'espace.

V.4.2. Méthodologie

L'examen microscopique des sections polies de l'indice de la minéralisation des chapeaux de fer de Dj Bouazza a permis l'identification des phases métalliques suivantes : la pyrrhotite, la pyrite, la chalcopryrite, la galène, la calcite, la covéllite et l'hématite.

V.4.3. Analyse minéralogie

- **Pyrrhotite : $Fe_1 \times S$**

De couleur brun clair, pléochroïsme net, bon polie, leur pouvoir réflecteur et anisotropie assez élevé. Absence totale de réflexions internes, elle se présente en baguettes de taille variable (Planche photographique VI.2. Photo D).

- **Pyrite : $Fe S_2$**

Possède un éclat doré, une couleur jaune blanc avec un polie assez difficile, elle se présente sous forme des cristaux automorphes de forme cubique à sub-automorphes (disséminé) et parfois xénomorphe, aux démentions très varié (Planche photographique VI.2. Photo A, B et C).

- **Chalcopryrite : $Cu Fe S_2$**

C'est un minérale peu abondant, elle est reconnaissable grâce à sa couleur jaune franc, son bon poli, et son pouvoir réflecteur moyen à assez élevé (de l'ordre de la glène). Elle se

présente sous forme de petits grains isolés dans la galène (Planche photographique VI.2. Photo D et F).

- **Galène : Pb S**

De couleur blanche, et aux nombreux arrachements triangulaires caractéristiques de ce minéral, elle est facilement reconnaissable grâce à son éclat métallique, son pouvoir réflecteur élevé (de l'ordre de celui de la pyrite, plus fort que la chalcopryrite), elle est isotrope et ne présente pas de réflexion interne. La galène se présente sous forme massif (Planche photographique VI.2. Photo E et F).

- **La covéllite : Cu S**

C'est un minéral qui se présente en association à la pyrite. Elle apparaît toujours sur les bords de ce minéral et représente leur produit d'altération. Elle est de couleur vert-bleuté et possède un pouvoir réflecteur plus fort que ce lui de la blende, et plus bas que celui du cuivre gris. Elle montre une anisotropie dans les teintes orangées (Planche photographique VI.2. Photo A et B).

- **L'hématite : Fe₂O₃**

Peu abondante avec, un éclat sub-métallique, et un pouvoir réflecteur moyen de l'ordre de celui du cuivre gris, avec des réflexions internes rougeâtres, elle est difficile au poli (Planche photographique VI.2. Photo E).

- **La calcite : Ca Co₃**

Très faible pouvoir réflecteur et anisotropie fort mais en partie voilée par les réflexions internes très clair, de couleur gris, bon polie. Le minérale présente presque toujours une lamellation maclée synthétique (Planche photographique VI.2. Photo C, D et E).

- **Le Quartz : SiO₂**

De couleur gris, bon plie, de forme massive avec un pouvoir réflecteur très faible, entre ce de la fluorine plus faible et ce de la barytine plus fort. Minéral de forte dureté, toujours fracturé sans clivage. L'anisotropie est masquée par la réflexion interne claire.

La structure de quartz montre une texture xénomorphe. Il remplit souvent les fentes et les fractures grâce au phénomène pression dissolution fréquent dans le métamorphisme. Les vides laissés par la dissolution et la migration de ces quartzs vers les zones de moindre pression (fentes et fractures) sont souvent remplacés par des minéraux métalliques.

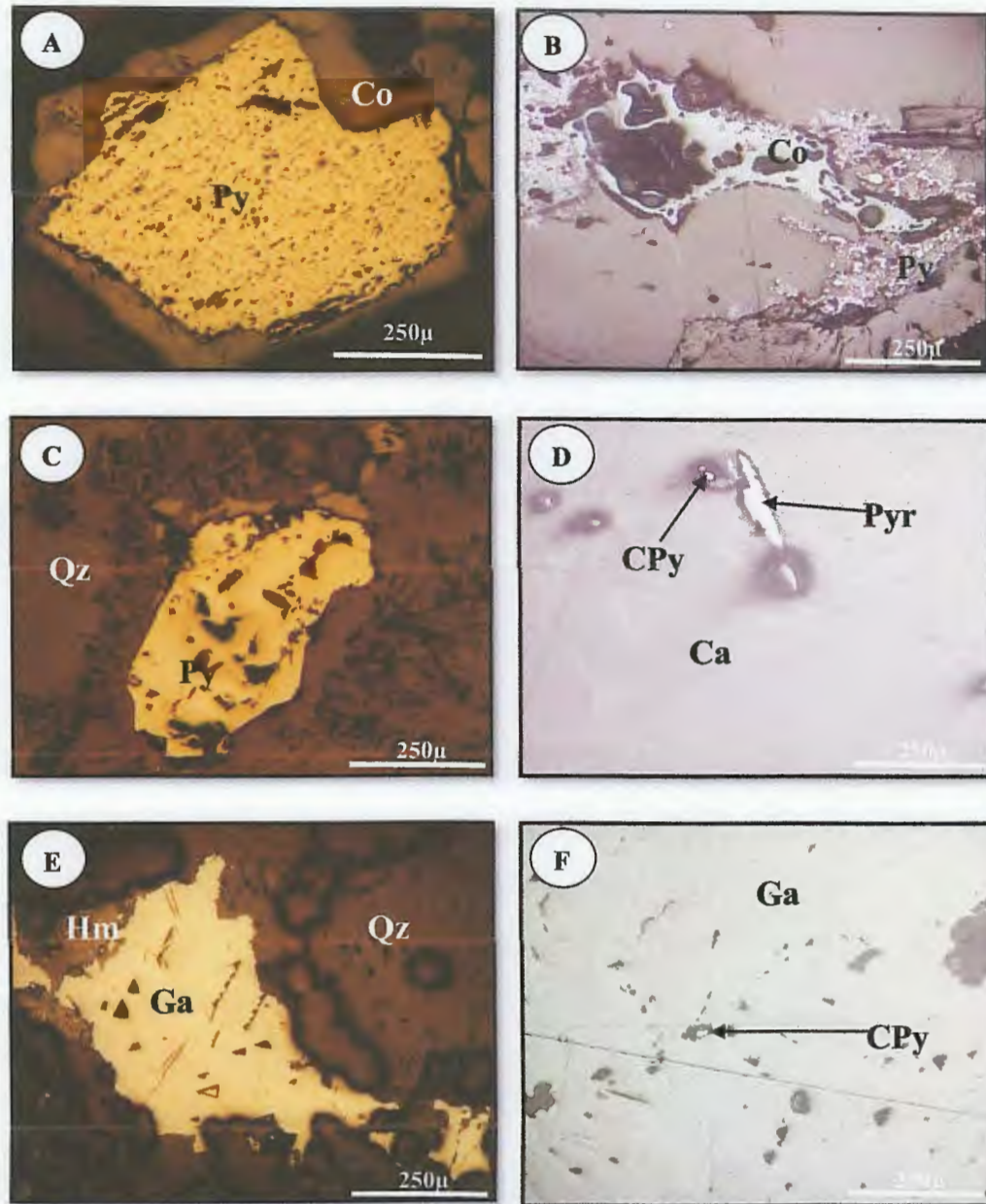
V.5. La composition minéralogique des chapeaux de fer

La constitution minéralogique d'un chapeau de fer dépend de celle de la minéralisation primaire et de la gangue d'une part, et du degré de maturité du chapeau de fer d'autre part. Elle varie donc, d'un contexte à l'autre et suivant le type de minéralisation. Cependant, on peut classer leurs minéraux constitutifs en deux catégories : les minéraux résiduels très peu ou pas affectés par l'altération et les minéraux secondaires, néoformés au cours des processus de formation et d'évolution des chapeaux de fer.

V.5.1. Les minéraux résiduels

Ce sont surtout des minéraux de la gangue, dont principalement, le quartz, les feldspaths et les micas. Le quartz est de loin le plus abondant, ceci à cause de sa résistance élevée à l'altération. Associés à la gangue, les sulfures résiduels sont la galène et la chalcopirite. Ces sulfures se rencontrent en inclusions dans le quartz et présente un chapeau de fer très mature.

Planche photographique V. 2



Vue microscopique de sections polies (en LN. Gx10), montrant les différentes formes de la minéralisation de chapeau de fer de Dj Bouazza.

Abréviations : (CPy : chalcopryrite, Hm : hématite, Co : covéllite, Ga : galène, Py : pyrite, Pyr : pyrrhotite, Qz : quartz, Ca : Calcite).

V.5.2. Les minéraux secondaires

Les minéraux secondaires dans les chapeaux de fer de terrain d'étude, sont : La pyrite, la covéllite et la pyrrhotite. Ils se présentent souvent sous forme sub-automorphe incluent dans une gangue à calcite et sont rencontrés en surface dans les fractures dans des chapeaux de fer immatures.

V.5.3. Les oxyde de fer

Ce sont les oxydes de fer qui donnent le nom à la formation superficielle définie comme "chapeau de fer". Ils sont caractéristiques de la zone superficielle le plus souvent très lessivée, à cause de leur stabilité dans les conditions de surface. Il s'agit principalement de la goethite, de l'hématite et de la limonite. Ils proviennent de l'oxydation des minéraux de la pyrite, la chalcopryrite et la pyrrhotite.

V.6. Conclusion sur le chapeau de fer

Le chapeau de fer apparaît aujourd'hui de façon générale indépendante de l'intérêt économique comme une formation supergène qui se rattache à une minéralisation hypogène sulfurées sous jacente, de ce fait, son étude constitue une approche essentielle en recherche minière.

Les renseignements recueillis sur terrain, nous ont permis d'établir une certaine zonalité représenté essentiellement de bas en haut, par :

Une 1^{ère} zone correspondant au protore avec la présence de minéraux primaires hypogènes, dans notre cas des sulfures (la chalcopryrite et la galène).

Une 2^{ème} zone dit ; la zone de cémentation ou zone de précipitation de sulfures secondaires située le plus souvent en-dessous de la surface hydrostatique, cette zone est caractérisée

par un enrichissement en pyrite (FeS_2), en covéllite (CuS) et en pyrrhotite, le toit de cette zone est limité par le niveau de la nappe phréatique.

En enfin, en surface, on a la zone de chapeau de fer, constituée par des roches formés de la goethite, de limonite et de l'hématite (Fig V.2).

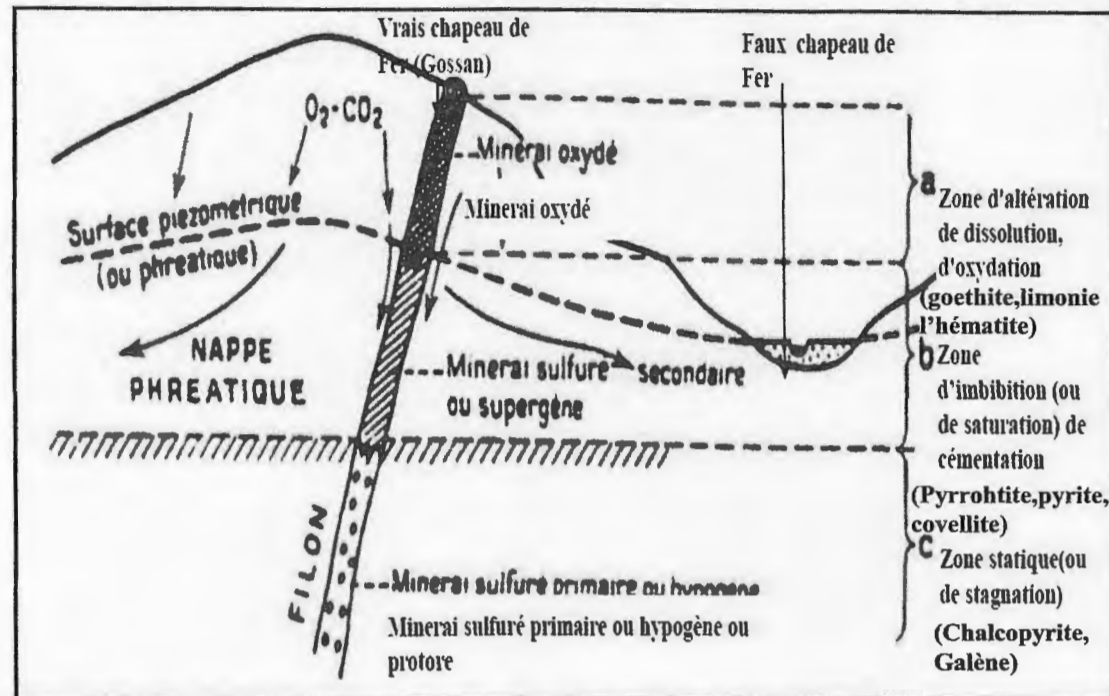


Fig V.2. Schéma idéal de développement d'un chapeau de fer (Routhier, 1963).

CONCLUSION GENERALE

VI. Conclusion générale

La région de Tiri appartient à la partie occidentale du massif cristallophyllien de la Petite Kabylie. Elle se particularise par un dispositif structural assez complexe, représenté par un empilement de nappes dont la plus importante est celle du socle Kabyle. Ce prolongement morpho-structurel de la région se manifeste par des reliefs cumulant très élevés et importantes dépressions.

Le complexe métamorphique de la région de Tiri est subdivisé en 2 ensembles, supérieur et inférieur, séparé par la série des alternances. L'ensemble supérieur est formé de Micaschiste, chloritoschistes, sericitoschistes et des phyllades. L'ensemble inférieur est formé de complexe gneissique. La série des alternances est formé de Micaschiste riche en feldspaths, Quartzite, horizons graphiteux, horizons carbonatés et Les skarns.

Les concentrations métallifères sont exclusivement portées par une bande carbonatée occupant le sommet de la série des alternances et repose sur des micaschistes graphiteux. Cette bande est caractérisée par des variations des épaisseurs de ces horizons.

L'étude paragénetique de l'indice minéralisé de Tiri basée sur les caractères macroscopiques et microscopiques, nous a montré qu'il s'agit d'un minerai de nature polymétallique qui a subi les effets de la déformation d'origine tectono-métamorphique.

La composition du corps minéralisé est représentée essentiellement par des sulfures primaires : la pyrrhotite, la blende, la galène, le cuivre gris, la bornite, la chalcopirite et d'autres secondaires : la pyrite et la marcassite.

Les lentilles de marbres dans lesquelles est encaissée notre minéralisation, constituent un métallotecte pour la recherche d'autres indices minéralisés dans d'autres régions du socle de la Petite Kabylie.

Les horizons minéralisés de Tiri sont localisés à la limite de l'assise métamorphique d'âge présumé Précambrien- Cambrien (Aalfiz. A et al, 2000).

Ces concentrations sont polymétalliques, parfaitement stratoïde, syn-sédimentaire, d'origine hydrothermale (sedex) (Aalfiz. A, 1990).

Un 2^{em} indice de la minéralisation polymétallique dans la région d'étude est représenté par des zones d'oxydations de chapeau de fer, montrant une altération supergène du protore sulfuré polymétallique de Dj Bouazza représenté par : la galène, la Pyrrhotite, la pyrite, la chalcopryrite, la covéllite et exprimé en surface par des masses d'oxydes et d'hydroxydes de fer : de la goethite, l'hématite et la limonite.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

A

Afalfiz, A., 1990. Quelques caractères géochimiques d'une minéralisation stratoïde à Fe, Pb, Zn, Ba des indices métamorphisés de Taher (Jijel, Algérie) 115^{ème} congrès national des sociétés savantes Avignon (France).

Afalfiz, A., 1990. Etude comparative paragenétique et géochimique des indices minéralisés à (Fe, Pb, Zn, Cu, Ba) de la partie occidentale du massif cristallophyllien de Petite Kabylie (Algérie) Thèses Magister. USTHB, Alger. 176pccophyllien de la Petite Kabylie(Algérie).Thèse du Magister, USTHB, Alger, 176p.

Afalfiz, A., Marigac, C., Semroud, B., et kolli, O., 2000. Les minéralisations stratoïdes antéhercyniennes dans le socle Kabyle (nord-est Algérien). Caractérisation générale des aspects géologiques et métallogénique. Bull. Serv. Géol. Algérie, vol. 22, n°2, P185-194.

B

Bernard, A.J., et Samama, J.C., 1975. Initiation à la métallogénie. Polycopier de l'institut National Polytechnique de Lorraine, Ecole Nationale Supérieure de Géologie Appliquée et de Prospection Minière de Nancy- France.

Besnusb. Y, 1991. Les chapeaux de fer de TOGO, étude pétrographique, minéralogique, et géochimique.

Bouftouha, Y., 1989. Étude des skarns et indices métallifères de l'auréole métamorphique du massif granitique des Béni-Toufout (Kabylie de Collo, NE Algérien), thèse de magister, Univ Mentouri -Constantine, 136P.

Bouillin, J.P., 1977. Géologie alpine de la Petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El Milia. Thèse Doctorat d'Etat, Univ. Paris VI, France, 511p.

Bouillin, J.-P., Durand-Delga, M., Gelard, J.-P., Leikine, M., Raoult, J.-F., Bureau, D., 1970. Principaux traits de la structure des monts de Bélezma (Algérie). Bull. Soc. Géol. France. (7) XII. N°2. P210-213.

C

Chalouche, A et Zabaïou, M., 1992. Contribution à l'étude géologique et métallogénique de l'indice Plombo-Zincifère de Tiri. Partie occidentale du massif cristallophyllien en Petite Kabylie. Région de Chahna (Jijel). (Algérie). Mémoire d'ingénieur, Univ. Constantine. 65 p.

D

Djellit, H., 1987. Evolution tectono-métamorphique du socle kabyle et polarité de mise en place des nappes flysch en petite Kabylie occidentale (Algérie). Thèse ès Science., Univ. Paris XI, France, 206p.

Djellit, H., 1987. Livret-guide des excursions. 1^{ère} école de terrain sur la géologie des maghrébides. Université de Jijel, 24-27 novembre 2014, 53 pages.

Durand-Delga, M., 1955. Etude géologique de l'Ouest de la chaîne numidique. Bull. Serv. carte géol. Algérie, n°24, 533 p.

Durand-Delga, M., 1969. Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. Publ. Serv. Géol. Algérie, bull. n°39, p. 89-131.

Durand-Delga, M., 1971. Les unités à Mésozoïque métamorphique d'El-Milia à Tèxanna (Algérie) et leur cadre structural. Bulletin de la Société Géologique de France, (7), XIII, 328-337, Paris.

Durand-Delga, M., Fontboté, J.M., 1980. Le cadre structural de la Méditerranée occidentale. Congrès géologique international.

E

Ehrmann, F., 1928. Carte géologique au 50 000 de la région d'El-Milia, avec notice explicative. Publ. Serv. Carte géol. D'Algérie.

F

Foucault, A. et Raoult J. F., 1988. Dictionnaire de géologie Masson, 1988, 352p.

G

Gélard, J.P., 1969. Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif de Chellata; le flysch mauritanien (Grande-Kabylie, Algérie). Bull. Soc. Geol. Fr., 676-686p.

Guiraud, R., 1973. Evolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. Thèse Sc. Univ. Nice, 270p.

K

Kosakevitch, A., 1979. "Chapeau de fer" problèmes de définition et de nomenclature pratique. Bull. BRGM,(2), II,2/3,p.141-149.

Kosakevitch, A., 1983. Etude morphogénétique des textures de remplacement et de Remplissage dans les chapeaux de fer. Rapport de fin de contrat DGRST .Rapp.BRGM, inéd.

M

Mahdjoub, Y. 1990. Cinématique des déformations tertiaires dans le massif de la Petite Kabylie (Algérie Orientale). Bull. Soc. Géol. France, 8VI, n°4, pp 629-634, Paris.

O

Obert, O., 1986. Etude géologique des Babors orientaux (domaine tellien d'Algérie).Thèse de Doctorat d'Etat, Paris, France, 635p.

P

Popov, A., 1968. Les types morphologiques et la répartition des gisements de zinc et plomb en Algérie, in ; Gisements de plomb et de zinc en Afrique. Annuaire des mines et de géologie, Tunis., n ° 23.

R

Raoult, J.F., 1969. Nouvelles données sur les flysch au nord du Kef Sidi Dris et dans la zone du col des Oliviers (nord du Constantinois, Algérie). Bull. Soc. Geol. Fr., p516-522.

Raoult, J.F., 1974. Géologie du centre de la chaîne numidique Nord du constantinois, (Algérie). Mém. Soc. Géol. France, 53 pp 121-163.

Rechak, H et Boumaza, z., 1989. Prospection géochimique du secteur Achab-Tiri dans la région de Chahna (Jijel).Mémoire d'ingénieur, Univ. Constantine.68p.

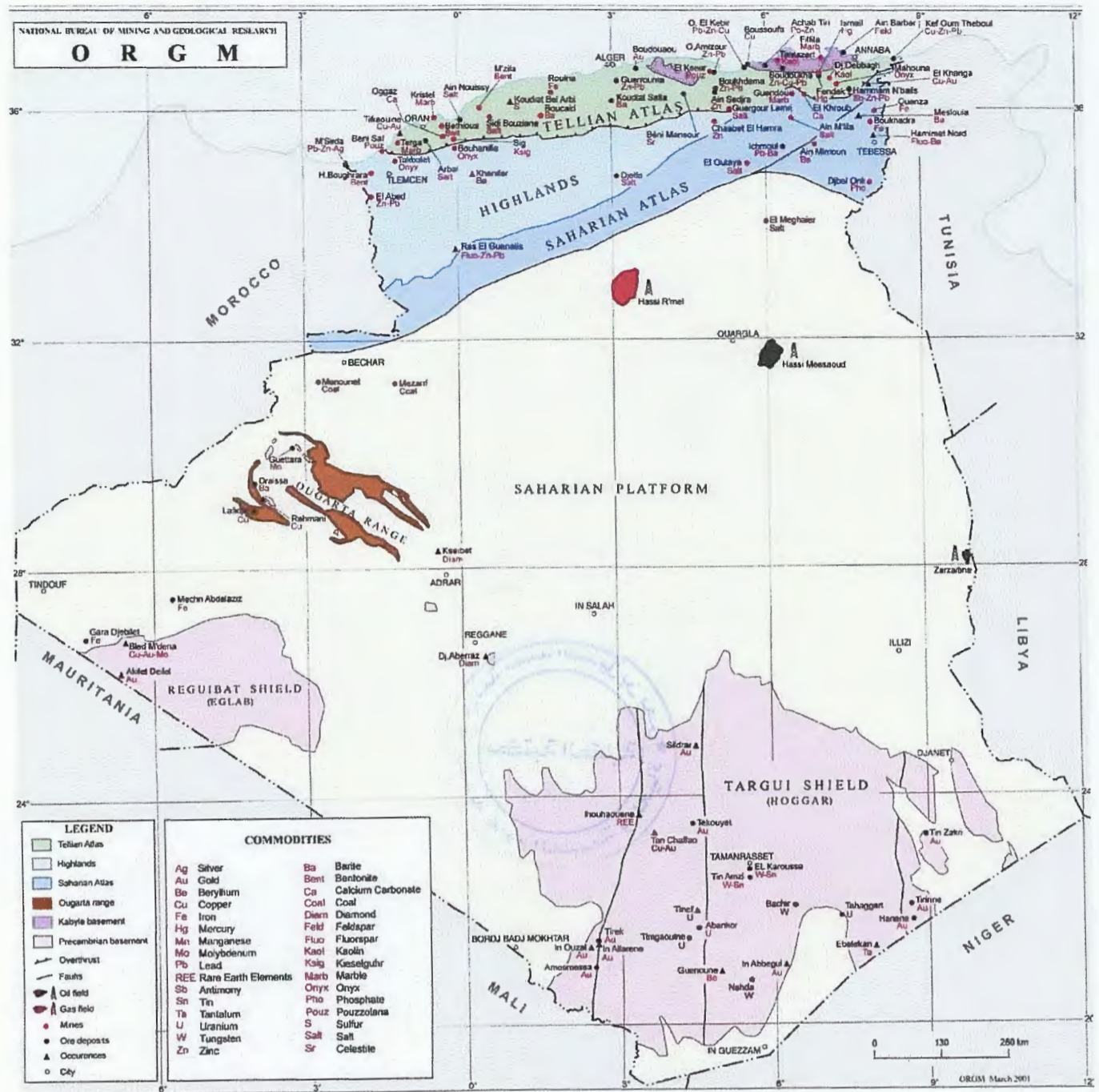
S

Semroud, B. et Fabriès, J., 1969. Les roches granitiques du Filfila (Skikda, Algérie). Etude pétrographique préliminaire. Bulletin du service de la carte géologique de l'Algérie, Nouvelle série, n ° 39, 133-140.

V

Vila, J.M., 1980. La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse ès-Sciences.Univ. Paris VI, 665 p.

Annexes



Carte représentant de la distribution des indices minéralisée en Algérie (Tiri) (O.R.G.M, 2001).

Résumé

La région de Tiri est située au NE de Taher, wilaya de Jijel, NE algérien. Cette région appartient à la partie occidentale de la Petite Kabylie, elle est formée d'un ensemble inférieur gneissique et un ensemble supérieur micaschisteux et phylladique. Ces deux ensembles sont séparés par un contact anormal mylonitique de la série des alternances.

Le corps minéralisé est représentée essentiellement par des sulfures primaires : la pyrrhotite, la blende, la galène, le cuivre gris, la bornite, la chalcopryrite et d'autres secondaires : la pyrite et la marcassite. Ces concentrations métallifères sont exclusivement portées par une bande carbonatée occupant le sommet de la série des alternances.

Les chapeaux de fer forment un 2^{em} indice de la minéralisation polymétallique dans la région d'étude, il est représenté par des zones d'oxydations, montrant une altération supergène du protore sulfuré polymétallique de Dj Bouazza représenté par : la galène, la Pyrrhotite, la pyrite, la chalcopryrite, la covéllite et exprimé en surface par des masses d'oxydes et d'hydroxydes de fer : de la goethite, l'hématite et la limonite.

Mot clés : minéralisation polymétallique, chapeau de fer, carbonatée, socle, Tiri.

Abstract

The region of Tiri situated in Northeast of Taher, Wilaya of Jijel, North-east Algeria. This region belongs to the western part of the Small Kabyle, formed of an inferior gneiss set and of a micaschisteous and phylladic set. These two sets are separated by an abnormal mylonitic contact of the series of alternations.

Primary sulphides represent the mineralized body essentially: the Pyrrhotite, the blende, the galena, Gray copper, the bornite, the Chalcopryrite and other secondary: the Pyrite and marcasite. A carbonate band occupying the top of the series of alternations exclusively carries these metalliferous concentrations.

The iron hats form a second index of polymetallic mineralization in the study region is represented by oxidation zones, showing a supergene sulfur polymetallic alteration of Dj Bouazza represented by: the galena, the Pyrrhotite, the Pyrite, the Chalcopryrite, the Covellite expressed on the surface by masses of iron oxides and hydroxides: the goethite, hematite and the limonite.

Keywords: polymetallic mineralization, iron hat, carbonated, socle, Tiri.