

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE FERHAT ABBAS-SETIF
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE



Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magistère en géologie
Option :
Géologie appliquée et ressources minérales

Thème

*Contribution à l'étude des minéralisations de la chaîne des Azerou
(chaîne des Bibans, Bordj Bou Arrirdj)*

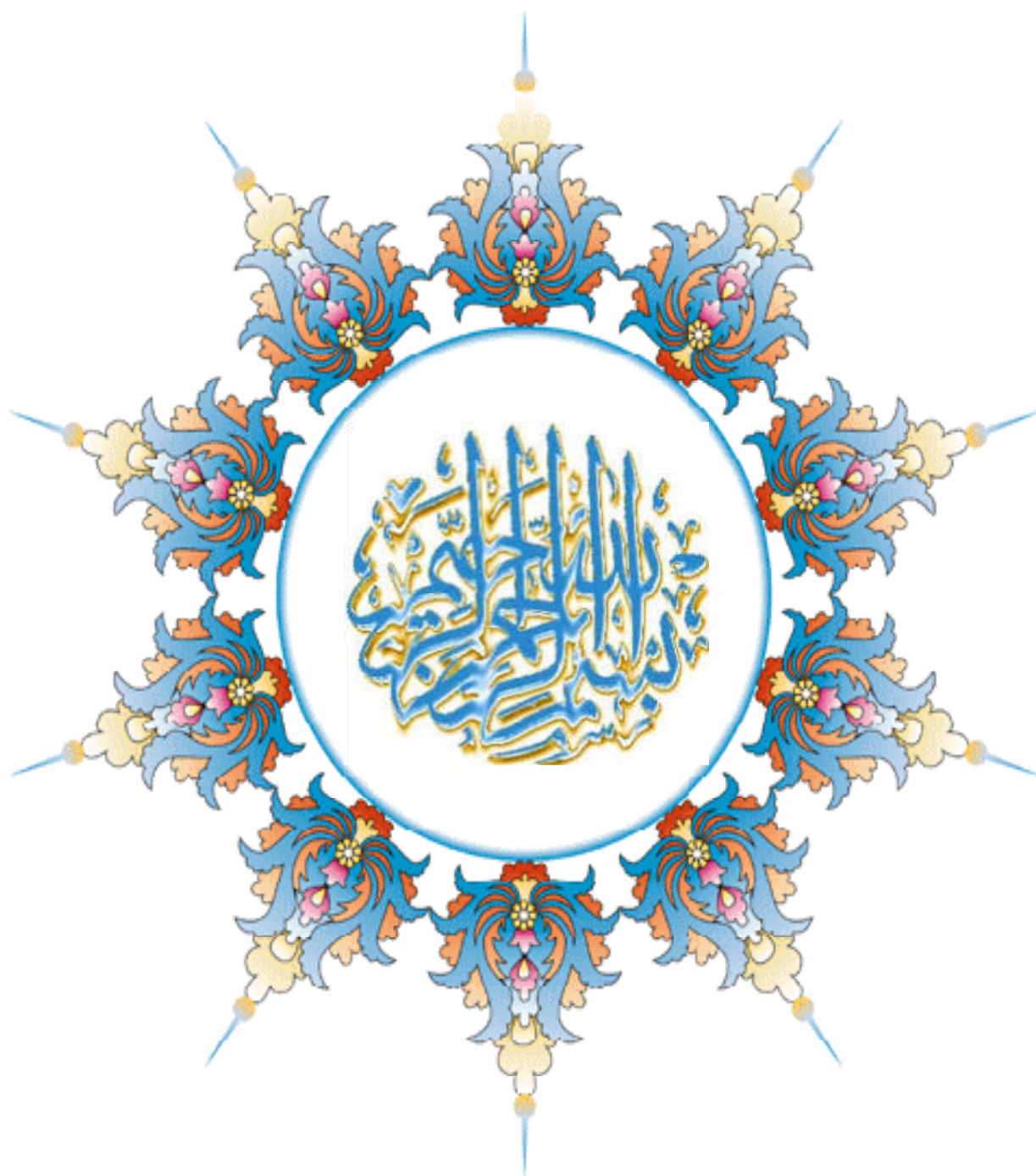
Présenté par :

BOURAGBA Nadjat

Soutenu devant le jury:

- | | | |
|--|-------------------------|---------------------|
| ✚ Président: Dr DEMDOUM Abdsslem | Maître de conférences A | UFAS Sétif |
| ✚ Encadreur: Dr CHABOU Mouley Charaf | Maître de conférences A | UFAS Sétif |
| ✚ Examineur : Dr BOUIMA Tayeb | Maître de conférences A | UFAS Sétif |
| ✚ Examineur : Dr YAHIAOUI Abdelouhabe | Maître de conférences A | Université de Batna |

2014/2015



Remerciement

Tout d'abord, je remercie Dieu, le tout puissant, qui me guide toujours vers la bonne voie, qui me donne la volonté et la patience afin de réaliser mes objectifs, et qui m'aide à surmonter tous les obstacles rencontrés sur le chemin du savoir.

Un très grand remerciement que j'adresse à Monsieur M.CHARAF CHABOU pour avoir accepté de diriger ce travail avec patience durant cette période, pour sa disponibilité et pour ses conseils.

Je tiens à remercier spécialement :

Monsieur Demdoume Abd Slam qui a accepté de présider ce jury. Je le remercie infiniment pour ses conseils et ses encouragements durant mon cursus universitaire.

Monsieur Bouïma Tayeb pour, avoir non seulement, accepté d'examiner ce travail, mais aussi pour son soutien, ses idées originales et ses nombreuses connaissances qu'il n'a pas hésité à me faire partager sur l'analyse des minéralisations et surtout les problèmes de minéralogie c'est lui qui m'a initié en géologie minière.

Monsieur Yahiaoui Abdelouhab maitre de conférence à l'université de Batna pour l'attention qu'il a portée à ce travail, qui m'honore de sa présence et de ses critiques.

Je tiens à remercier et de façon spéciale Monsieur le professeur Djamel Eddine Aïssa de nous avoir fait bénéficier de son expérience scientifique notamment les grandes théories de mise en place des minéralisations, ainsi pour sa disponibilité et pour les précieux conseils qu'ils nous ont prodigués.

Je remercie particulièrement, le professeur Rabah Laouar, grâce à lui nous avons pris des notions sur les isotopes stables, je le remercie vivement pour sa disponibilité, son savoir faire et pour son temps précieux qu'il nous a accordé.

Je tiens ensuite, à remercier mes parents pour le soutien inconditionnel dont ils ont fait preuve depuis que mon projet professionnel est défini. Merci pour le soutien financier, moral, psychologique et matériel.

Je remercie infiniment mes chères sœurs Ismahan, Naoual, Meriem et Zahira pour leurs encouragements durant la période de mes études. Si je réussis c'est grâce à elles.

Je présente mes sincères remerciements à monsieur KACIMI Mohamed, qui m'a fait profiter de ses connaissances sur l'analyse des sections polies.

Un très grand remerciement va à toutes les personnes du laboratoire de géologie et de géotechnique et en particulier Monsieur BOUIBAOUNE Lakhdar. Avec qui j'ai eu de longues discussions et je reste enthousiaste devant la qualité de ses réflexions et de son ouverture d'esprit.

Je le remercie de tout mon cœur pour le soutien moral et matériel qu'il m'a apporté durant la préparation de mon mémoire en mettant à ma disposition son bureau et un matériel couteux. Je le remercie aussi pour ses idées originales et ses nombreuses connaissances qu'il n'a pas hésitées à me faire partager. Je suis honorée de travailler avec lui.

Sans oublier bien sur Sellam Adel et Ais Mounir pour leur soutien et leur disponibilité lorsque j'avais besoin d'eux.

Je tiens à remercier particulièrement tous mes enseignants de département des sciences de la terre ; qui ont été toujours présents, qui nous ont éclairés par leurs conseils, portés aide, nous soutenir et répondre à nos nombreuses interrogations. Avec ils, j'ai pu goûter aux plaisirs multiples de la recherche.

Mes remerciements vont aussi à tous mes amis et collègues de la Faculté de géologie de Sétif, particulièrement à Hachemi Rabeh qui n'a pas cessé de me supporter et de m'aider. Sans oublier ma collègue Fatna.

Je tiens aussi à remercier particulièrement Monsieur Mebarkia Amar le chef de département des sciences de la terre pour sa gentillesse, sa disponibilité et sa compréhension.

Je n'oublierais pas de remercier Monsieur Boustila Rida, pour sa disponibilité et pour m'avoir permis de partager son bureau durant l'étude des sections polies.

Je tiens à remercier l'équipe de l'agence nationale de la géologie et du contrôle minier (ANGCM) pour le bon accueil notamment Madame Benameur.

Enfin j'adresse mon chaleureux remerciement à l'ensemble des organismes et des personnes de différentes formations qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire, je tiens à les remercier tous.

Dédicace

Je dédie ce travail au prophète Mohamed que la prière et le salut soient sur lui qui nous a exhorté et imité à demander le savoir et la science où qu'ils se trouvent.

- *Tout spécialement : A mes très chers parents ROUABAH Djamilâ et BOURAGBA Belgacem; pour leur tendre soutien de tous les instants, et pour leur amour indéfectible en toutes circonstances à **EUX**, pour **EUX** et surtout grâce à **EUX** j'ai accompli ce labeur que j'ai dédié affectueusement à **EUX** ma mère et mon père.*
- *A ma sœur Ismahen et son époux Farouk.*
- *A ma sœur Nawel et son époux Marouan.*
- *A mes tolérantes sœurs : Meriem et Zahira.*
- *A mes neveux : Abd al RAhmene, Amine et Iadé et mes nièces : Ritège, Alaa et Roua.*
- *A tous mes oncles et mes tantes.*
- *A tous mes amis formidables qu'ils sont, surtout : Ghalia, Houria, Hanane, Fatna, Rabeñ, Adél, Mounir et Chaabene pour leurs encouragements.*
- *A mes collègues de magistère: Belhadede Hanane, Kada Houria, Mr.Moustfaoui Lakhder, LaghouagueYacine et Baghem Mustapha.*
- *A tous les employeurs du laboratoire LGG notamment le gérant BOUIBAOUNE Lakhdar.*
- *Enfin à tous ceux qui de près ou de loin m'ont assisté, encouragé, soutenu durant mon cursus universitaire, je leur exprime ma plus profonde et sincère gratitude.*

BOURAGBA Nadjet

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	01
----------------------------	----

PREMIER CHAPITRE : GENERALITES

I.1. Cadre géographique.....	03
I.1.1. Situation géographique.....	03
I.1.2. Le climat et végétation	05
I.1.3. Hydrologie et Hydrogéologie	06
I.2. Historique des travaux.....	06
I.3. Aperçu sur la géologie du nord Algérien	10
I.3.1. Le domaine interne ou kabyle	10
a. Le socle Kabyle.....	10
b. Le Dorsale Kabyle ou chaîne calcaire.....	11
I.3.2. Le domaine des flyschs.....	13
I.3.3. Le domaine externe	14
a. Les séries ultra-telliennes.....	14
b. Les séries telliennes sensu stricto.....	15
c. Les séries péni-telliennes.....	15
I.3.4. L'avant pays allochtones.....	15
a. L'organisation Sétifienne	15
b. L'organisation Constantinoise	16
I.3.5 L'avant pays autochtone.....	16

DEUXIEME CHAPITRE : GEOLOGIE LOCALE ET ANALYSE STRUCTURALE

II.1. Introduction.....	17
II.2. Lithostratigraphie	17
II.2.1. Mésozoïque	17
a. Trias	17
b. Crétacé	17
b.1 Crétacé inférieur	17
b.1.1. Hauterivien	17
b.1.2. Barrémien – Aptien indifférencié	17
b.1.3. Albien	18
b.2. Le Crétacé supérieur	18
b.2.1. Cénomaniens	18
b.2.2. Turonien.....	18
b.2.3. Emchérien	18
b.2.4 Coniacien – Santonien.....	19
b.2.5 Santonien – Campanien.....	19
b.2.6. Coniacien - Maestrichtien indifférencié	19
b.2.7. Campanien - Maestrichtien indifférencié.....	19

TABLE DES MATIERES

II.2.2. Cénozoïque	19
a. Paléogène	19
a.1 Paléocène.....	19
a.1.1 Danien – Montien indifférencié.....	19
a.1.2. Thanétien- Eocène, Lutétien inférieur.....	20
a.2. Eocène.....	20
a.2.2. Lutétien supérieur – Bartonien indifférencié	20
a.2.3. Oligocène, Miocène inférieur, Aquitanien, Indifférenciés	20
b. Néogène	21
b.1. II-2-2-1- Miocène inférieur - moyen	21
II.2.3 Quaternaire	21
a. Plio-quaternaire ancien, soltanien	21
b. Moulouyen - Rharbien indifférencié	21
c. Amirien –Tensiftien	22
d. Soltanien- Rharbien	22
II.3. La tectonique	24
II.3.1. L’autochtone	24
II.3.2. Le parautochtone	24
II.3.3. L’allochtone	25
II.4. Géologie de la chaîne des Azerou.....	27
II.4.1. Introduction	27
II.4.2. La géologie des Azerou.....	27
a. Eocrétacé	27
a. 1. Coupe de l’Azerou Sghir	27
a. 2. Coupe d’Azerou El Kebir	28
b. Néocrétacé	30
b.1. Coupe de l’Azerou Sghir	30
c. Caractère généraux de la série Albienne supérieur - Vraconien de la chaîne des Azerous.....	32
c. 1. Albien supérieur	32
c. 2. Passage de l’Albien supérieur au Vraconien et Vraconien	33
II.4.3. Analyse géologique et structurale des Azerou (chaîne des Bibans).....	33
a. Le « passage latéral Biban-Guergour ».....	34
b. Affinités telliennes des formations Bibaniques.....	36

TABLE DES MATIERES

TROISIEME CHAPITRE : ETUDE DE LA MINERALISATION D'AZEROU EL KEBIR

III.1. Introduction.....	44
III.2. Etude de la minéralisation des Azerou	44
III.2.1. Azerou Sghir	44
III.2.2. Azerou El Kebir.....	47
a- Description de la zone minéralisée	50
III.2.2.1. Etude microscopique	53
III.2.2.2 Résultats des analyses chimiques	66
III.2.2.3 Résultats des analyses minéralogiques par les rayons X.....	72
a. Résultats des rayons X pour l'échantillon AZK2	72
b. Résultats des rayons X pour l'échantillon AZK3.....	73
c. Résultats des rayons X pour l'échantillon AZK35	75
III.2.2.4 Conclusion générale sur la minéralisation.....	77
CONCLUSION GENERALE.....	79

LISTE DES FIGURES

PREMIER CHAPITRE : GENERALITES

Figure I.1 : Photo satellite (google earth) montrant la chaîne des Azerous	03
Figure I.2 : Extrait de la carte topographique au 1/50.000 Mansourah-Est montrant la chaîne des Azerou	04
Figure I.3 : Extrait de la carte pluviométrique de l'Algérie du Nord (RNH 1993).....	05
Figure I.4 : Carte structurale schématique de la chaîne des Maghrébides montrant les principaux ensembles structuraux de l'Afrique du Nord, d'après Durand-Delga (1969).....	11
Figure I.5 : Coupe Nord – Sud du Nord de l'Algérie montrant les différentes unités de la chaîne des Maghrébides (Durand Delga, 1969).....	12
Figure I.6 : Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides (Durand-Delga, 1969).....	14

DEUXIEME CHAPITRE: GEOLOGIE LOCALE ET ANALYSE STRUCTURALE

Figure. II.1. extraits des cartes minutes de Mansourah feuille n° 114 et Béni Mansour feuille n° 90 avec une échelle 1/50 000.....	23
Figure. II.2. Coupe lithologique montre le Néocrétacé des Azerous.....	30
Figure. II.3. Tableau comparatif des séries bibaniques et Djebel Guergour.....	34
Figure II.4. Schéma structural simplifié d'après la carte géologique d'Ain Roua feuille n°69, échelle 1/50 000.....	35
Figure II.5. Coupe des Biban orientaux entre Ras el Fedh et le Djebel Guergour, échelle 1/50 000.....	35
Figure II.6. Coupe Nord Sud parallèle à la chaîne des Azerou, d'après A Caire 1952.....	38
Figure II.7. Carte schématique de la Chaîne des Azerou et de la Chaîne des Biban dans la région des Portes de fer.....	38
Figure II.8. Coupes du flanc NW renversée de l'anticlinal de Mzita et de la chaîne des Azerou.....	39
Figure II.9. extrait de la carte topographique de Mansourah feuille n° n°BJ-31-V-7-Est échelle 1/50000 montre la les coupes topographiques.....	41
Figure II.10. Coupe géologique suivant le Profil N° 01.....	41
Figure II.11. Coupe géologique suivant le Profil N° 02.....	42
Figure II.12. Coupe géologique suivant le Profil N° 03.....	42

LISTE DES FIGURES

TROISIEME CHAPITRE : ETUDE DE LA MINERALISATION D'AZEROU EL KEBIR

Fig III.1. Coupe schématique de la zone minéralisée montrant une zonalité du minerai	50
Fig III.2. Histogramme des teneurs des éléments chimiques de l'échantillon AZK1.....	67
Fig III.3. Histogramme des teneurs des éléments chimiques de l'échantillon AZK2.....	68
Fig III.4. Histogramme des teneurs des éléments chimiques de l'échantillon AZK3.....	69
Fig III.5. Histogramme des teneurs des éléments chimiques de l'échantillon AZ35.....	70
Fig.III.6. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK2	72
Fig.III.7. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK2.....	73
Fig.III.8. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK3.....	73
Fig.III.9. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK3.....	74
Fig.III.10. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK35.....	75
Fig.III.11. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK35.....	76

LISTE DES PHOTOS

TROISIEME CHAPITRE : ETUDE DE LA MINERALISATION D'AZERO EL KEBIR

Photo III.1. Montre les karsts qui existent dans le chaînon d'Azerou Sghir	45
Photo III.2. Montre les voutes des karsts couvertes d'une enveloppe de gypses	45
Photo III.3. Montre la structure botrydale des gypses couvrant les voutes des karsts	46
Photo III.4. Montre le front de la galerie principale avec les coordonnées UTM X=0624884m Y= 4006196m et Z=571m.....	47
Photo III.5. Montre un puits avec les coordonnées UTM : X=0624883m, Y=4006192m et Z=569m.....	48
Photo III.6. Tranché à ciel ouvert avec les coordonnées UTM : X=0624836, Y= 4005996m et Z=627m.....	48
Photo III.7. Montre le sondage carotté avec les coordonnées UTM : X=0624809m, Y= 4005988m et Z=616m.....	49
Photo III.8. Montre la zone de contact très altérée entre les calcaires dolomitiques du Dj Azerou et les marnes schisteuses grises.....	49
Photo III.9. Montre la zone minéralisée avec des minerais secondaires	51
Photo III.10. Montre les oxydes de fer (limonite).....	51
Photo III.11. Montre les amas de gypses en structure radiale (fibreuse) et botrydale couvrant le toit de la galerie.....	52
Photo III.12. Montre la structure botrydale des gypses couvrant les voutes des karsts.....	52
Photo III.13. Montre l'association de deux cristaux automorphes de la pyrite altérées du coté droit (section polie LN, grossissement X10).....	53
Photo.III.14. montre l'association de deux cristaux automorphes de la pyrite altérées du coté droit (section polie LP, grossissement X10).....	54
Photo.III.15. montre les reliquats de la pyrite altérées (section polie LN avec un grossissement X10).....	54
Photo.III.16. montre une structure réticulaire (squelettique) de pyrite altérée (section polie LN avec un grossissement X16).....	54
Photo.III.17. montre deux cristaux de la Sphalérite (section polie LN avec un grossissement X10).....	56
Photo.III.18. montre deux cristaux de la Sphalérite (section polie LP, grossissement X10).....	56
Photo.III.19. montre deux sphalérites avec deux pouvoirs réflecteurs différents (section polie en LN grossissement X16).....	57
Photo.III.20. Montre deux sphalérites avec deux pouvoirs réflecteurs différents (section polie en LP grossissement X16).....	57
Photo.III.21. montre le remplacement de la blende par la smithsonite (section polie en LN grossissement X10).....	58

LISTE DES PHOTOS

Photo.III.22. montre le remplacement de la blende par la smithsonite (section polie en LP grossissement X10).....	58
Photo.III.23. montre le remplacement de blende par la smithsonite (lame mince en lumière réfléchie grossissement X 10).....	59
Photo.III.24. montre un cristal de la galène avec des arrachements triangulaires (LN grossissement X20).....	59
Photo.III.25. montre un cristal de la galène avec des arrachements triangulaires (section polie LP grossissement X10).....	60
Photo.III.26. montre le remplacement de la galène par la cérusite (lame mince en lumière réfléchie grossissement X10).....	60
Photo.III.27. montre l'association de la pyrite, sphalérite et galène en LN grossissement X 10.....	61
Photo.III.28. montre l'association de la pyrite, sphalérite et galène en LP grossissement X 10.....	61
Photo.III.29. montre le cuivre gris en LN grossissement X 10.....	62
Photo.III.30 montre le cuivre gris en LP grossissement X 10.....	62
Photo.III.31. montre l'Azurite en LP grossissement X 10.....	63
Photo.III.32. montre l'Hématite en petite baguette en LN gross X 10.....	63
Photo.III.33. montre l'Hématite en petite baguette en LP grossissement X 20.....	64
Photo.III.34. montre la calcite primaire et recristallisée (lame mince en LPNA grossissement X 10.....	64
Photo.III.35. montre la calcite primaire et recristallisée (lame mince en LPA grossissement X 10.....	65
Photo.III.36. montre une veinule avec remplissage de la minéralisation de la pyrite et l'hématite en LN grossissement 20.....	65
Photo.III.37. montre une veinule avec remplissage de la minéralisation primaire la pyrite et l'hématite en LP grossissement 20.....	66

LISTE DES TABLEAUX

TROISIEME CHAPITRE : ETUDE DE LA MINERALISATION D'AZEROU EL KEBIR

Tableau III.1 : résultats des analyses chimiques d'Azerou Sghir.....	46
Tableau III.2 : les coordonnées UTM des travaux réalisés au niveau d'Azerou El Kebir.....	47
Tableau III.3 : la composition minéralogique de l'échantillon AZK2 d'après les rayons X.....	72
Tableau III.4 : la composition minéralogique de l'échantillon AZK3 d'après les rayons X	74
Tableau III.5 : la composition minéralogique de l'échantillon AZ35 d'après les rayons X	75
Tableau III.6 : succession paragéntique probable de la minéralisation d'Azerou El Kebir.....	77

INTRODUCTION GENERALE

Dans la région des Bibans, des indices de minéralisations polymétalliques (Pb, Zn, Cu, Ba,.....) ont été mises en évidence. Cette région a fait l'objet de plusieurs travaux d'exploration minière pour permettre une évaluation des potentialités de certains secteurs en différentes substances utiles et de leur orientation vers une future exploitation.

A l'issue de ces travaux, les secteurs les plus prometteurs ont fait l'objet de travaux géologiques de recherches systématiques à 1/ 50 000, de même que ceux de recherches et prospections détaillées, orientés vers l'évaluation des indices concrets et des gisements de substances utiles.

Durant la réalisation des travaux de recherches systématiques à 1/ 50 000, la SONAREM a découvert un gisement de célestine assez important à Béni Mansour (Moulla et Thibieroz, 1995), de Baryte à Koudia Safia, les gisements de célestine à Tazmalt et Bsabis et un grand nombre de petits indices de différentes substances utiles, dont plusieurs nécessitent une évaluation ultérieure.

Par contre, il existe d'autres secteurs qui n'ont connu jusqu'à présent aucune étude approfondie.

Parmi ces secteurs, ceux de la chaîne des Azerou présentent des indices de minéralisation polymétallique de Pb et Zn (chaîne des Bibans, Wilaya de Bordj Bou Arreridj) (Savornin, 1920 ; Caire, 1957 ; Vila, 1980 ; rapport de recherche géologique systématique effectué par la direction d'infrastructure, de géologie et de géophysique D.I.G.G en 1988 « EUREM »), mais aucune étude détaillée ne leur ont été consacrées jusqu'à maintenant. Les travaux réalisés dans ce secteur n'ont fait que relater sommairement l'existence de ces minéralisations. Des études approfondies méritent donc d'être effectuées dans cette zone afin de mettre en évidence ses potentialités minières.

INTRODUCTION GENERALE

Le but de ce travail est de réaliser une étude des minéralisations de la partie septentrionale de la chaîne de l'Azerou el Kebir, en déterminant les différents minerais existants, la relation entre eux et la mise en place de ces minéralisations.

Plusieurs missions de terrain ont été réalisées dans la zone d'étude ce qui nous a permis d'effectuer une étude détaillée du contexte géologique des Azerou et de localiser les indices minéralisés. Au cours de ces missions nous avons également réalisé un échantillonnage des roches minéralisées, qui ont fait l'objet d'étude pétrographique et minéralogique.

Le présent travail est structuré en trois chapitres:

- Le premier chapitre concerne une présentation générale de la région d'étude et une synthèse bibliographique sur la géologie du Nord Algérien.
- Le deuxième chapitre est consacré au contexte géologique local (région de Mansourah) et une étude géologique et une analyse structurale de la chaîne des Azerou, réalisées à partir des missions sur le terrain.
- Le troisième chapitre concerne l'étude de la minéralisation de la chaîne de l'Azerou el Kebir, qui comprend une étude pétrographique réalisée au microscope métallographique, et l'interprétation des résultats des analyses chimiques réalisées sur des échantillons minéralisés ainsi une étude minéralogique par les rayons X.

On termine ce travail par une conclusion générale sur les différents résultats obtenus.

PREMIER CHAPITRE

Généralités

I.1. Cadre géographique :

I.1.1. Situation géographique

Le secteur d'étude fait partie de la région de Mansourah, située à environ 220 km au Sud-Est d'Alger et à 80 km à l'Ouest de Sétif.

La région de Mansourah est caractérisée par un relief montagneux constitué au Sud par les deux unités orographiques prépondérantes : Djebel Choukchout (1832m) et Djebel Mansourah (1902m).

Le point le plus bas qui sépare ces massifs est le Teniet Selatna (761m). Ce dernier est un passage assez fréquenté conduisant du Tell (par les portes de fer) au Hodna.

Le secteur d'étude représenté par la chaîne des Azerou (Azerou Sghir et Azerou El Kebir) (Fig. I.1), se situe à 35 Km au Nord-Nord-Ouest de la ville de Bordj Bou Arreridj et au Nord-Ouest de la ville de Mansourah (à 1Km de la route nationale n° 05). La petite chaîne des Azerou forme un accident remarquable, avec des altitudes qui vont de 570 à 956 m.

Le chaînon d'Azerou El Kebir (objet de cette étude) se trouve délimité par les latitudes $36^{\circ}09'30 - 36^{\circ}11'40$ N, et les longitudes $4^{\circ}21'40 - 4^{\circ}23'40$ E (Fig. I.2).

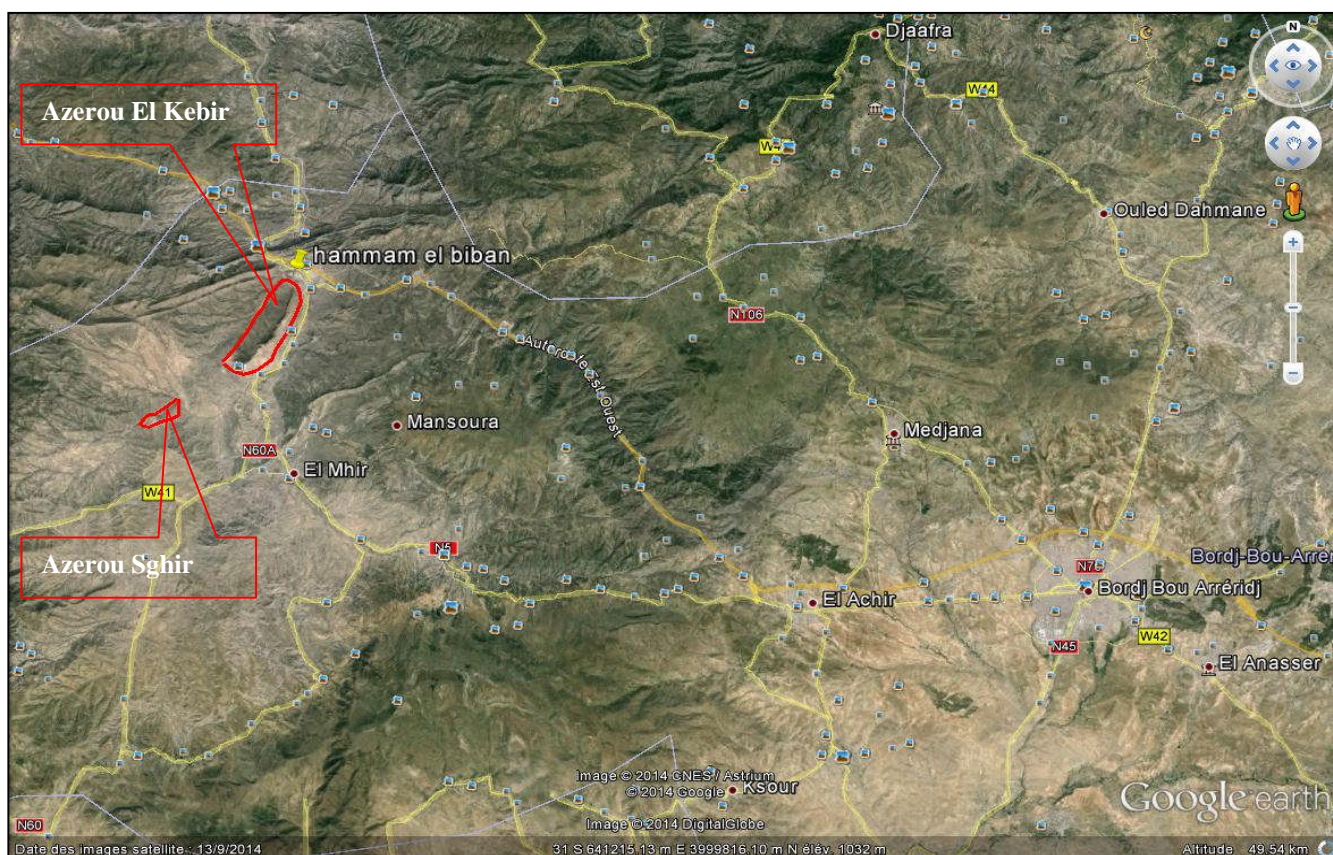


Figure I.1 : Photo satellite (google earth) montrant la chaîne des Azerous

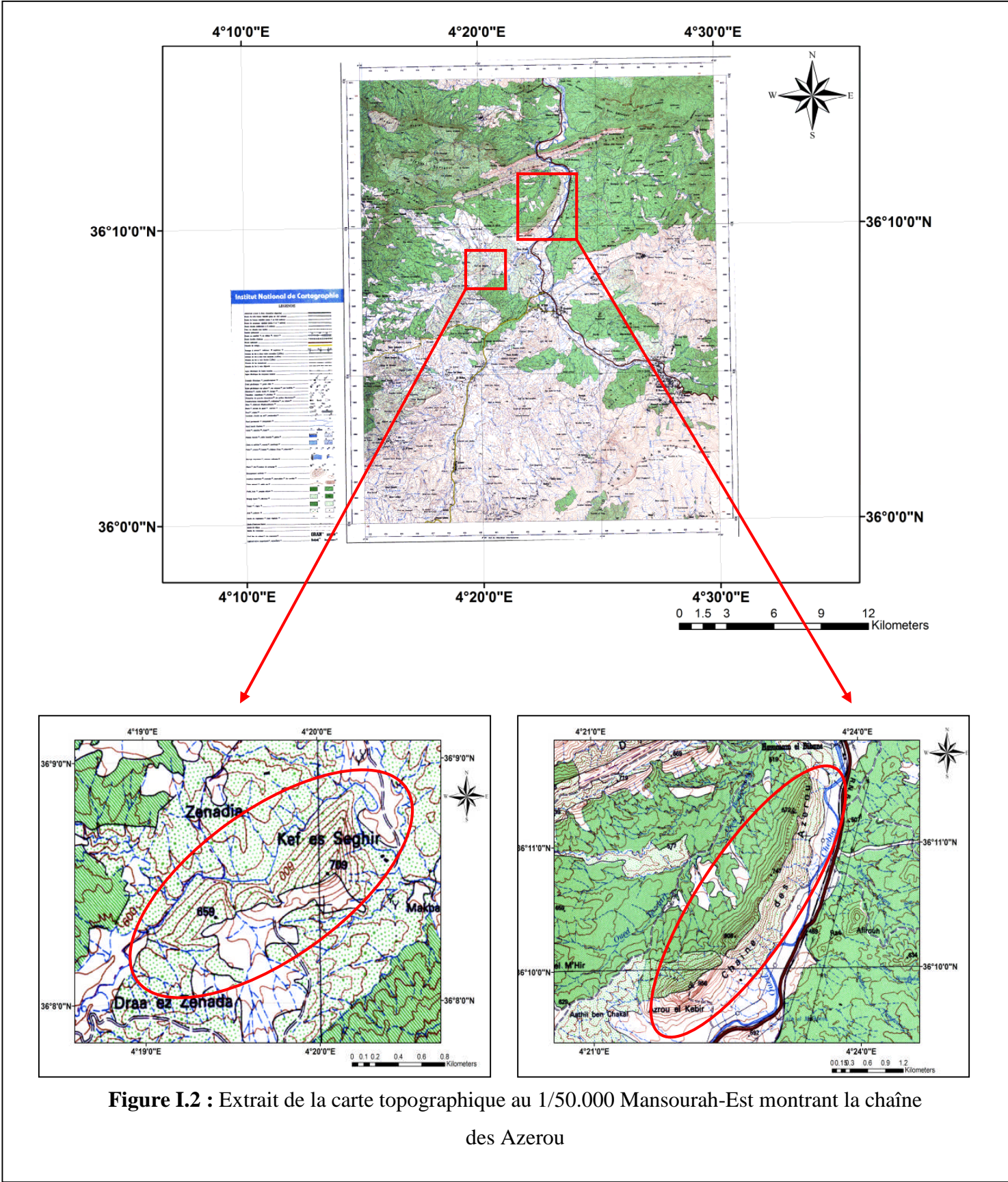


Figure I.2 : Extrait de la carte topographique au 1/50.000 Mansourah-Est montrant la chaîne des Azerou

I.1.2. Climat et végétation

La région se caractérise par un climat de type continental marqué par un été chaud et un hiver plus ou moins rigoureux et des vents forts. Les précipitations sont irrégulières et sont de l'ordre de 245 à 400 mm par an (Fig. I.3) La saison des pluies s'étend de Novembre à Mars. De Décembre à Janvier, il neige parfois en montagne et la neige peut tenir jusqu'à 1 mois et demi. La température moyenne annuelle est de 18 à 24°C. Elle est maximale au mois de juillet avec 37 à 41°, en revanche elle est minimale au mois de décembre où elle peut descendre jusqu'à 0°.

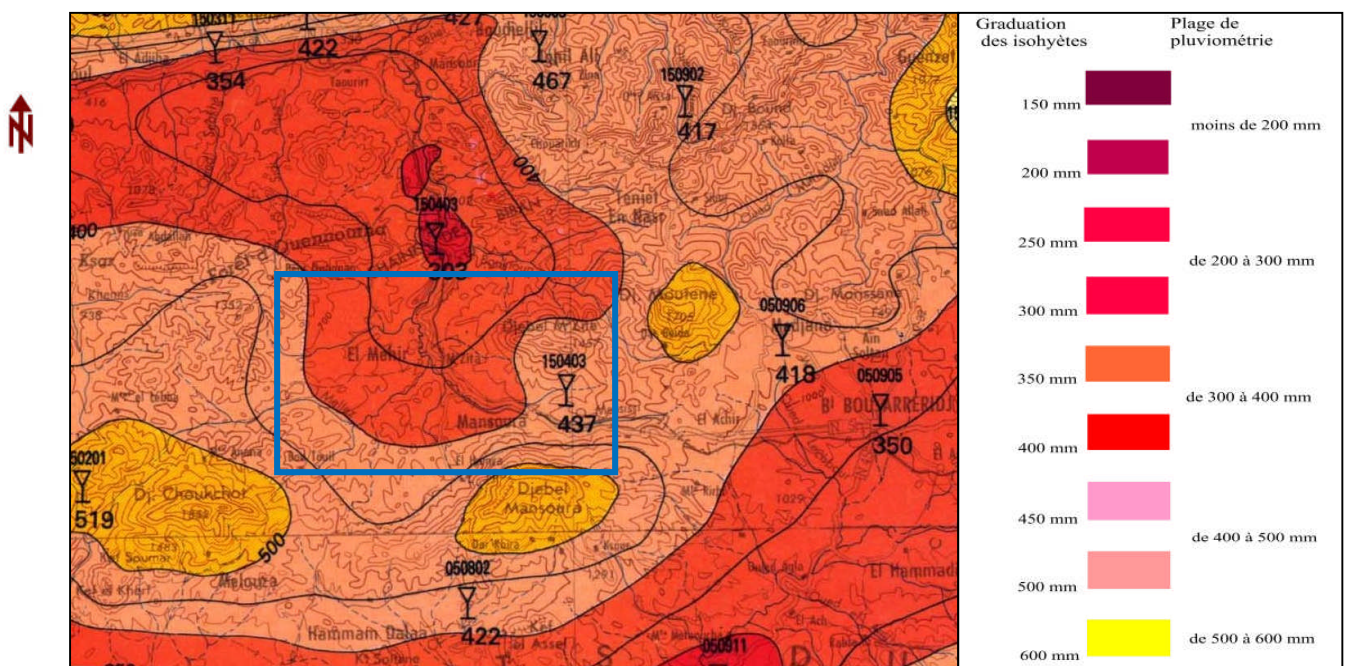


Figure I.3 : Extrait de la carte pluviométrique de l'Algérie du Nord (RNH 1993).

La végétation est peu dense et peu variée. Les reliefs montagneux sont irrégulièrement boisés (pins et buissons), d'où le reboisement en pin d'Alep de la région représente l'essence dominante associée localement au dessus de 1250 m au chêne vert. La culture céréalière (blé, orge) domine dans les vallées et rarement sur les sommets et versants doux des montagnes. Les périmètres irrigués sont plantés d'arboriculture.

La faune sauvage, peu abondante est représentée dans l'ensemble par le sanglier, chacal, renard et de nombreuses sortes de petits oiseaux. L'élevage ovin et bovin est très répandu.

La population, de type rural, est concentrée dans des villages et petites villes. En générale, elle vit de l'agriculture, élevage, commerce et dans certaines branches de l'industrie locale, construction routière et le génie civil. L'industrie minière connaît un début de développement se traduisant par de nombreuses carrières d'agrégats.

I.1.3. Hydrologie et Hydrogéologie

Les vallées de la région sont généralement étroites et peu remplies d'alluvions. Les ravins encaissés qui s'irradient sur les talus et les glacis, dessinent un chevelu très dense. Les cours d'eau sont des torrents et ce régime hydrographique est accentué car le pays fait partie de point de vue météorologique de la zone de steppes. Le long de ces oueds, l'érosion est très active car ils transportent au cours des crues une charge abondante et forte calibre.

La région est marquée par plusieurs oueds saisonniers dont les plus importants sont : oued Tazdart, oued Ouadia, oued Azerou (oued Cheba) qui longe la route nationale N° 5 et Azerou El Kebir du coté Est.

Oued Azerou (oued Cheba) constitue avec les autres grands oueds de la région ainsi que le barrage de Ksob les principales sources d'eau potable.

Les terrains du Quaternaire (les alluvions) ne renferment que des nappes aquifères peu importantes.

Dans les terrains tertiaires, les grés du Miocène renferment les plus riches réserves hydrographiques, mises en évidence par de nombreuses sources tant au djebel Mansourah qu'au djebel Choukchout. Les autres terrains sont pauvres en eau en raison de leur constitution lithologique et ne fournissent que des eaux fortement chargées des sels magnésiennes ou calciques,

A l'extrême Nord du chaînon d'Azerou El Kebir, à l'aval immerge une importante source thermale, légèrement sulfureuse, qui sort du contact anormal du Sénonien et du Miocène. Il s'agit de la source thermale d'Hammam El Biban (Fig. I.1 et I.2).

I.2. Historique des travaux :

Les paragraphes qui vont suivre sont en partie tirés de la Notice explicative de la carte-minute géologique de la feuille de Mansourah (n°114) à 1/50.000.

Les premiers travaux géologiques réalisés dans la région sont très anciens et ont débuté avec les recherches géologiques effectués par les français après la création du Service de la carte géologique d'Algérie. Cette période est marquée par les travaux des pionniers à l'exemple de ceux de H. Renou (1848), H. Fournel (1849), H. Coquant (1862) et E. Brossard (1866).

En 1866, E. Brossard publie la carte géologique de la région de Bordj Bou Arreridj à 1/200.000.

En 1868, L. Ville a édité la carte géologique du Hodna à la même échelle.

En 1900, M. Ficheur publie quelques renseignements sur les régions de Mansourah et de Bordj Bou Arreridj, dans les cahiers du service géographique de l'armée.

En 1906, J. Savornin publie les cartes géologiques à 1/50.000 de Bordj Bou Arréridj avec sa notice explicative, celle de Mansourah en 1910 et celle d'Ain Taghrout, en 1911, où les entités stratigraphiques de la feuille de Bordj Bou Arreridj ont été bien définies.

En 1920, il a publié une monographie régionale intitulée : « Etude géologique de la région du Hodna et du plateau sétifien ».

Les travaux détaillés de M. Ficheur et J. Savornin sont considérés comme les plus importants dans cette période.

En 1933, L. Glangeaud met en relief quatre zones tectoniques importantes : la Kabylie, l'Atlas tellien attribués au cycle alpin, les Hauts plateaux et l'Atlas saharien rattachés au socle Panafricain, tous repris par les mouvements alpins.

De 1939 à 1952, J. Flandrin a étudié les zones Kabyles et a établi quelques coupes sur la feuille n°115 (Bordj Bou Arreridj) où il a différencié le Cénomanién - Turonien considéré autrefois comme Eocène.

En 1952, la région des Bibans a été parcourue par les géologues de la SN-REPAL qui entament des levés géologiques dans le Sud tellien et notamment des feuilles n°116 (Ain Taghrout), 140 (Tarmount) et 141 (Maadid) (M. Kieken, A. Spengler, C.W. Drooger et P. Baldini).

De 1951 à 1957, A. Caire publie une monographie régionale intitulée : « Etude géologique dans la région des Bibans » où il donne une description stratigraphique, tectonique et historique de l'évolution géologique de la région. Il a notamment développé la théorie des nappes telliennes qu'il a classé en trois unités : A, B, C qu'il a subdivisé ensuite en sous unités. Ce travail monumental reste jusqu'à aujourd'hui une référence pour la région des Biban et notre zone d'étude.

En 1962, M. Kieken publie la carte tectonique à 1/1.000.000 de l'Algérie du Nord accompagnée de sa notice explicative.

De 1975 à 1977, M. Kieken publie une monographie régionale sur « l'étude géologique du Hodna, Titteri et la partie occidentale des Bibans » où il résume les travaux réalisés par la SN-REPAL effectués durant 20 dernières années. Il a décrit également la stratigraphie et la tectonique de la région où il a présenté une classification et une description des principales nappes de l'Algérie du Nord à

savoir : nappe infra-tellienne, épitellienne, méso-tellienne, sous numidienne et numidienne. Il a fixé leurs limites tout en proposant des hypothèses par rapport à leur formation et leur provenance.

A l'Est de la feuille n°115 (Bordj Bou Arreridj), des travaux sur la métallogénie de la région ont été menés par G. Glaçon dont une bonne partie a été consacrée à l'étude des indices métallifères du tell sétifien et a été publiée sous forme d'une monographie régionale.

Les travaux de J.M. Villa (1977) ont permis de publier la carte géologique à 1/200.000 de Sétif. En 1980, il publia également une monographie régionale intitulée : « La chaîne alpine de l'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens » dont les résultats débordent parfois dans notre zone d'étude.

En 1983, W. Wildi publie une œuvre récapitulative sur la chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) où il retrace son évolution du Trias jusqu'au Miocène.

Parmi les travaux géophysiques, on citera les travaux de gravimétrie réalisés par la SONATRACH en 1971 qui ont abouti à la réalisation d'une carte géologique schématique à 1/1.000 000, l'étude sismique effectuée par le CGG en 1964 et 1965 sur la feuille n°114 (Mansourah) et une partie de la feuille n°115 (Bordj Bou Arreridj), l'étude aéro-magnétique et aéro-radiométrique à 1/200.000 réalisée par Aéro-Service Corporation.

Quant aux travaux et recherches métallogéniques, à partir de 1966, date de création de la SO.NA.RE.M, des recherches thématiques et systématiques régionales ainsi que des levés géologiques à 1/200 000 et à 1/50 000 ont été menés parmi lesquels on citera ceux de V. Vydrine (1972) dont l'étude a porté sur la géologie et irrégularités de placement des minéraux utiles non ferreux en Algérie du Nord, ceux de R. Azizbekov (1971) sur les métaux ferreux, de D. Aboueg (1972) sur les métaux rares et précieux et ceux de G. Hatchageli (1983) sur les substances utiles non métalliques.

De 1980 à 1982, V. Tchatchev a mené des travaux de recherches métallogéniques prévisionnelles à 1/50.000 dans le Sud-Est de la feuille n°115 (Bordj Bou Arreridj). A la même période, B. Asanaliev et G. Souslov (1984) ont réalisé des travaux de recherches systématiques sur les feuilles n°89, 90, 110, 111 et 112, V. Azov (1984) sur les feuilles n°142, 169, 170, 172, 174, 175, 199, 200 et 201 et A. Titov (1982) sur les feuilles n°46, 68, 91 et 115.

Concernant notre secteur d'étude (chaîne des Azerou), J. Savornin (1920) a signalé la présence d'une minéralisation de Plomb et de Zinc (Galène PbS, Cérusite PbCO₃, Blende ZnS, Smithsonite ZnCO₃ et la Calamine Zn₄Si₂O₇(OH)₂ H₂O. Selon cet auteur, cette minéralisation se trouve dans les formations marneuses du Cénomaniens mais en quantités peu importantes (J. Savornin 1920, p. 455 à 457).

En 1957, A Caire a également mentionné la présence d'une minéralisation de Pb et Zn (blende, galène, cérusite, calamine et smithsonite) entre les marnes du Sénonien inférieur et les calcaires de l'Azerou El Kebir surtout dans les calcaires plus ou moins magnésiens, cette minéralisation (A. Caire : étude géologique de la région des Bibans, 1957, pp 158) avec la présence des gros blocs de l'hydrozincite massive (A.Caire 1957 pp 157).

En 1980, J.M Vila a mentionné l'existence d'un niveau minéralisé à la base des carbonates Cénomaniens des Azerou.

En 1986 un projet de travaux de la campagne géologique et géophysique de 1986-88 a été élaboré et approuvé par la direction d'infrastructure géologique et géophysique (D.I.G.G) dont une étude a été consacrée par EUREM où ils ont prélevé des échantillons pour des analyses et des sections polies.

L'analyse chimique a montré que les roches calcitisées métallifères contenaient :

- Pb : 0,14%-4,4%.
- Zn : 0,42-1,60% g/t
- Ag : 5-30 g/t
- Cu : 0,009-0,013%
- Cd : 0,0012-0,0072%

I.3. Aperçu sur la géologie du nord Algérien :

La zone étudiée fait partie de la chaîne des Bibans. Du point de vue géologique, cette chaîne appartient aux zones externes, ou zones telliennes qui sont un domaine intégrant de l'orogénèse alpin Maghrébin ou « chaîne des Maghrébides » (Fig. I.4).

La chaîne des Maghrébides est un tronçon de la chaîne alpine d'Afrique du Nord qui s'étend du Rif à la Sicile le long du littoral africain de la méditerranée; la chaîne des Maghrébides est considérée comme une paléo-limite entre l'Europe et l'Afrique (Bouillin, 1986).

Cet édifice orogénique résulte de la structuration du bassin maghrébin et de ses marges (qui se situait entre les marges continentales africaine et européenne) lors des phases tectoniques tertiaires. Ce bassin était le siège d'un coulisage Afrique –Europe synchrone de l'ouverture de l'Atlantique et de la Téthys au Jurassique (Wildi, 1983 ; Kazi-Tani, 1986 ; Mahdjoub, 1992 ; Bouillin, 1992)

En Algérie du Nord, l'orogène maghrébin est structuré en trois grands domaines : le domaine interne au Nord, le domaine des flyschs, et le domaine externe au Sud (Durand Delga et Frontboté, 1980) (Fig. I.4 et I.5).

I.3.1. Le domaine interne ou Kabyle

Il est représenté par les massifs anciens ou cristallins appelé socle Kabyle ou Kabylide, formés principalement de roches métamorphiques (gneiss, marbres, phyllades et amphibolites) bordés à leurs parties méridionale par les formations de couverture en écaillés appelée chaîne calcaire ou Dorsale Kabyle (Durand Delga, 1967).

Au cours de l'orogénèse alpine, le socle et la dorsale kabyle ont été largement charriés vers le sud sur le domaine des flyschs.

a. Le socle Kabyle:

C'est l'essentiel du domaine interne. Il est représenté par les massifs littoraux comprenant les socles de grande Kabylie et petite Kabylie et les massifs de Chenoua (Ouest d'Alger) et d'Alger.

Le complexe métamorphique de grande Kabylie est une entité formée d'un ensemble de noyaux gneissique recouvert par une série schisteuse (Bossière, 1980).

La série schisteuse présente deux zones :

- une zone à chlorite sommitale ;
- une zone à séricite basale.

Les massifs de socle sont revêtus d'une couverture sédimentaire Paléozoïque fossilifère souvent peu ou pas métamorphique et par endroits recouvert en discordance par des dépôts détritiques

(principalement mollassique) d'âge Oligocène supérieur – Miocène inférieur, appelés Oligo-Miocène Kabyle.

b. La dorsale kabyle ou chaîne calcaire

Elle est représentée par des terrains variés principalement carbonatés (calcaire) d'âge Liasique à Eocène moyen (Raoult, 1975).

En général, la dorsale kabyle est caractérisée par un style tectonique en écaille. Ces écailles comprennent des formations paléozoïques ainsi que des terrains de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène.

Cette chaîne calcaire est subdivisée du nord vers le sud en trois unités plus ou moins individualisées et caractérisées par leur lithostratigraphie respective (Raoult, 1974 ; Vila, 1980) :

- la dorsale interne ;
- la dorsale médiane ;
- la dorsale externe.

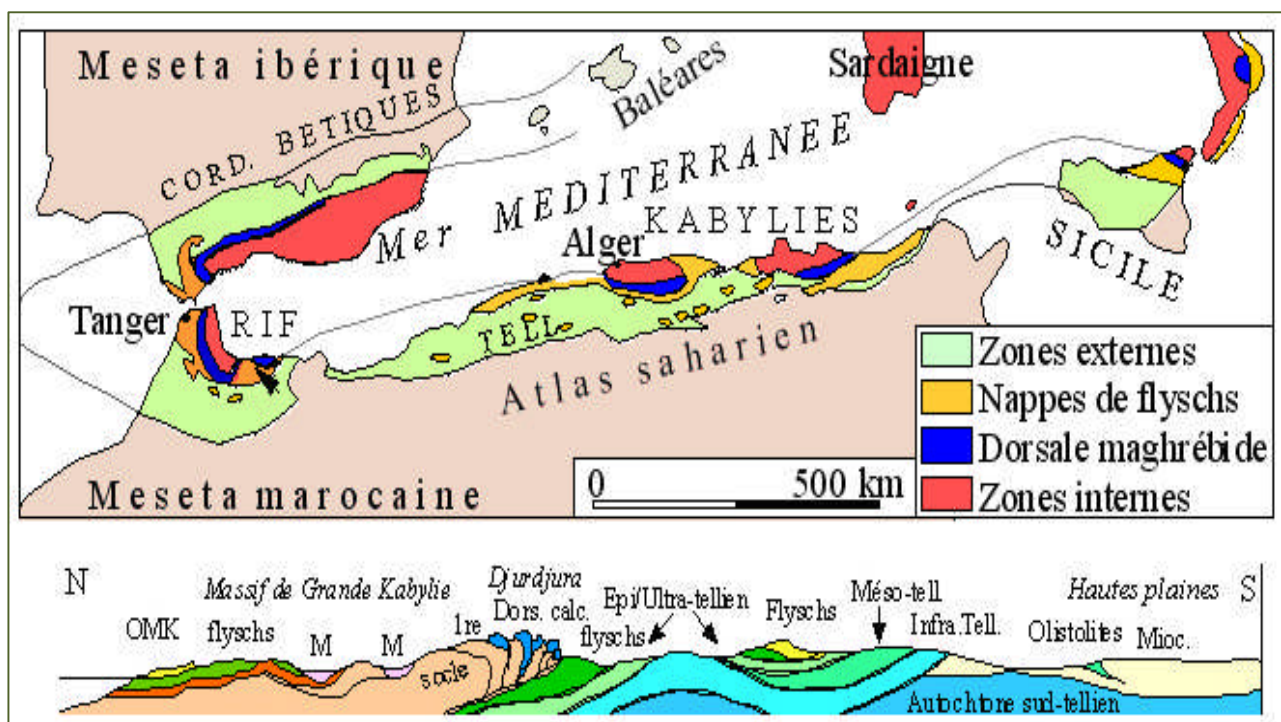


Figure I.4 : Carte structurale schématique de la chaîne des Maghrébides montrant les principaux ensembles structuraux de l'Afrique du Nord, d'après Durand-Delga (1969).

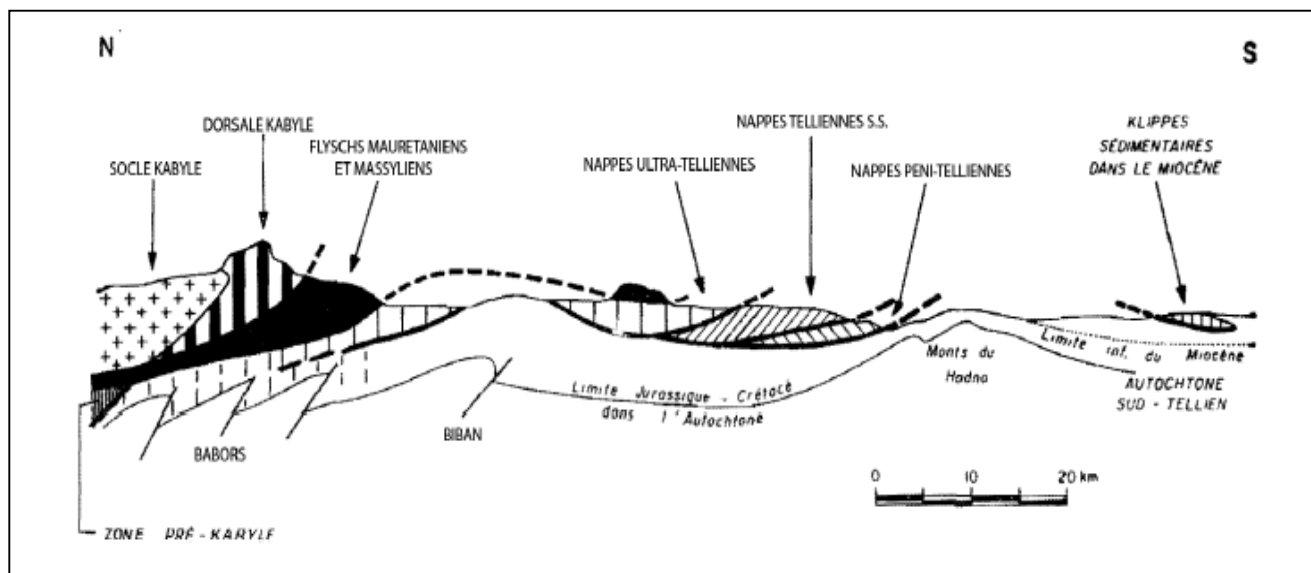


Figure I.5 : Coupe Nord – Sud du Nord de l’Algérie montrant les différentes unités de la chaîne des Maghrébides (Durand Delga, 1969).

- **La dorsale interne :**

La dorsale interne occupe une place importante dans l’évolution tectono-sédimentaire, elle est considérée comme une paléo-plate forme littorale kabyle. Elle est très souvent condensée et montre nettement du sud au nord un amincissement de ces séries ou lacunes.

Cette dorsale est caractérisée par une série transgressive sur le substratum paléozoïque, elle débute par des microconglomérats du Permo-Trias, un Trias supérieur et un Lias basal à calcaire néritiques et des calcaires Néocomiens suivi par une lacune jusqu’au Sénonien supérieur et un Paléocène –Yprésien formé de calcaires du Nummulitique II.

- **La dorsale médiane**

C’est la plus développée de la dorsale kabyle (Flandrin, 1952) et occupe une position centrale dans le dispositif structural du Djurdjura.

Elle est particulièrement déformée et limitée au nord par le socle cristallin et les terrains primaires de la dorsale interne par l’intermédiaire d’une zone tectonique importante. Au sud, elle chevauche les formations de la dorsale externe.

Elle est aussi caractérisé par un Lias inférieur très développé et ne montre pas en général de différence avec celui de la dorsale interne.

- **La dorsale externe**

Elle est chevauchée par les formations de la dorsale médiane. Elle se caractérise par une série, du Crétacé à l'Eocène, détritique et lacuneuse avec un faciès intermédiaire entre la dorsale interne et médiane.

I.3.2. Le domaine des flyschs

Il se compose de nappes de flyschs avec une dominante carbonatée, plissées, écaillées et décollés de son substratum initial (Bouillin, 1986). Il se présente en position soit supra kabyle sur les massifs des socles, soit infra kabyle le long d'une bande continue au sud des massifs des socles qui les chevauchent (fig. I.6). Cet ensemble est d'âge allant du Néocomien à l'Eocène, il chevauche largement le domaine externe.

Du Nord au Sud on distingue deux types principaux de flyschs : le flysch mauritanien et le flysch massylien (Bouillin et al. 1970).

- **Le flysch mauritanien**

Relativement épais il présente de bas en haut (Bouillin, 1986) :

- des marnes grises et de turbidités calcaires allant du Thitonique au Néocomien ;
- Un ensemble de grés (appelé faciès Guerrouch) attribué à l'Albo-Aptien,
- Un Cénomaniens microbréchiq à bandes silicifiées blanches et localement des passés de phtanites rouges attribuées au Cénomaniens supérieur ;
- Un Sénonien à calcaire microbréchiq riches en quartz ;
- Des conglomérats puis des grés d'âge Eocène à Oligocène au sommet.

- **Le flysch massylien**

C'est un ensemble de formations allant du Crétacé inférieur au Lutétien (Raoult, 1969) composé de :

- Pélito-quartzitique à niveau de phtanite d'âge Crétacé inférieur ;
- pélito-microbréchiq d'âge Cénomaniens- Sénonien ;
- des marnes rouges Lutétiennes.

- **Le flysch numidien :**

Il constitue une nappe indépendante d'âge Oligocène supérieur à Miocène inférieur et recouvre indifféremment toutes les unités de l'édifice des Maghrébides. Il comprend (Coiffait, 1992) :

- des argiles sou-numidiennes (Oligocène supérieur) ;
- des grès numidiens en bancs (Aquitaniens -Burdigaliens inférieurs) ;
- des argiles et des marnes claires à silexite « supra-numidienne » (Burdigalien inférieur).

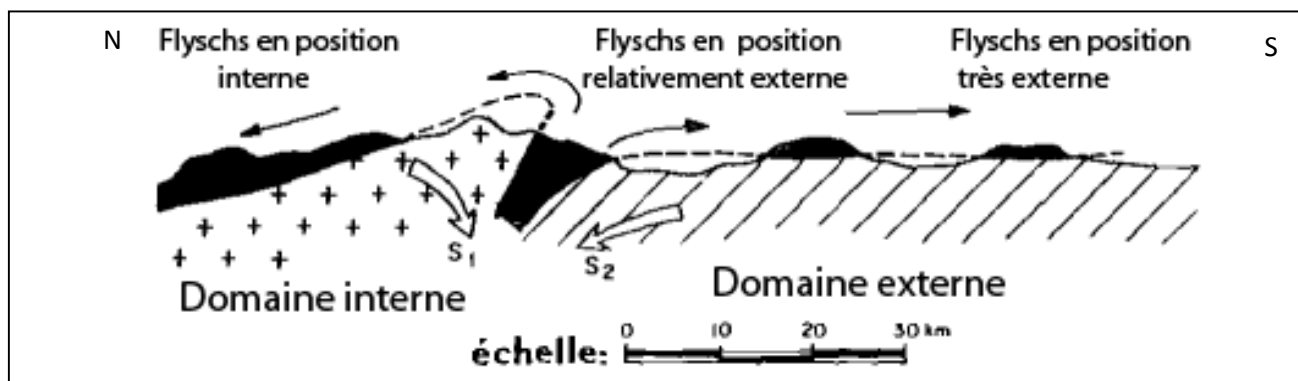


Figure I.6: Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides (Durand-Delga, 1969).

I.3.3. Le domaine externe

Il s'agit d'un segment de la marge septentrionale de l'Afrique caractérisé par des nappes superficielles crétacé-paléogènes à matériel marno-calcaire, présentant un caractère chevauchant vers le Sud.

Paléogéographiquement du Nord vers le Sud, on distingue (Durand Delga, 1969 ; Raoult, 1974 ; Bouillin, 1977 ; Vila, 1980) :

- Les séries ultra-telliennes ;
- Les séries telliennes sensu-stricto ;
- Les séries pénitelliennes.

a. Les séries ultra-telliennes

Elles forment un ensemble particulièrement homogène qui comporte un Crétacé marneux et un Eocène caractérisé par des marnes sombres avec intercalations de calcaire à silex noir.

Ces séries n'affleurent de façon notable qu'à l'Est du Djebel Sidi Driss (Raoult, 1968) puis se développent au djebel Bou Sbaa au nord du Guelma (Vila, 1968).

Dans ces unités, y est représenté le socle cristallin du Djebel Edough « massif cristallin externe » de l'Est de l'Algérie alpine.

b. Les séries telliennes sensu stricto

Elles vont du Trias au Lutétien avec des variations de faciès. A un Lias de plateforme succèdent un Dogger et Malm marneux, le Cétacé d'abord détritique devient marneux à argilo-calcaire, l'Eocène se caractérise par des marnes épaisses et l'Yprésien est calcaire. Ces séries sont groupées en cinq unités :

- les nappes Baboriennes (Obert, 1981) ;
- les unités Bibaniques (Caire, 1957 ; Leikine, 1971) ;
- les nappes de Djemila, Béni Abdallah, Barbacha et Dra el Arba.
- les unités Gouraya, Arablou et Brek.
- les nappes Sétifiennes à matériel Éocène (Leikine, 1971 ; Obert, 1981).

D'après les travaux récents de Durand-Delga (1980), J.M.Vila, M. Leikine et J. Sigal, les Bibans et les Babors ne sont plus considérés comme autochtones mais sont rattachés aux nappes telliennes.

c. Les séries péni-telliennes et leur couverture Eocènes à Nummulites (Vila, 1977)

Les formations péni-telliennes, sont à faciès néritique prépondérant, d'âge Crétacé supérieur à Eocène. Dans l'Est algérien ces séries montrent de grandes affinités avec l'unité néritique constantinoise et les unités Sud-Sétifiennes.

Les séries péni-telliennes assureraient la transition entre le faciès néritique constantinois et les faciès septentrionaux plus profonds d'affinité Bibanique (Kazi Tani, 1986).

I.3.4. L'avant- pays allochtone

Il présente plusieurs types de séries différenciées, allant du Trias supérieur au Crétacé et à l'Eocène. Ces séries localement écaillées supportent les nappes telliennes au Nord et surmontent l'autochtone Nord Aurésien. Selon J.M. Vila (1980), on distingue deux organisations :

a. L'organisation Sétifienn

Ensemble assez homogène formé de séries qui ont un caractère « de plate forme subsidente » datés du Jurassique inférieur jusqu'à l'Eocène. Ce sont les massifs qui apparaissent en fenêtre sous les nappes telliennes septentrionales ; situés au Nord-Ouest (Dj.Guergour et Dj. Annini) et au Sud de Sétif (Dj. Zdim, Dj.Youcef et Dj. Braou), et en demi-fenêtre sur la bordure Nord des Monts du Hodna (Dj. Sékrine, Dj. Kalaoun...) et au Nord des Monts de Bellezma (Dj. Zana, Dj. Mestaoua, Dj. Guedmane...).

b. L'organisation constantinoise

Elle regroupe le môle néritique constantinois et le sillon écaillé de Sellaoua situé plus au sud.

- **Le môle néritique constantinois**

C'est un ensemble de formations carbonatées du Mésozoïque, chevauchant les écailles de Sellaoua et les unités Sud-Sétifiennes (Vila, 1980). Seules des cassures et des plissements à grand rayon de courbure ont caractérisés les déformations de ces reliefs calcaires lors des phases tectoniques alpines. Ces derniers constituent l'essentiel des massifs de Tadjenanet, d'Oued Athménia, de Constantine, d'Ain M'lila, d'Hammam Meskhoutine et de Guelma.

- **Le sillon écaillé de Sellaoua**

Il est représenté par des formations allochtones à sédimentation argilo-marneuse et marno-calcaires allant du Valanginien à la fin du Maestrichtien. Les plissements dateraient de l'Eocène supérieur, les écaillages et les chevauchements du Tortonien. Les contacts de base des écailles sont injectés par des évaporites.

I.3.5. L'avant pays autochtone

C'est un vaste domaine comprenant d'Ouest en Est les monts du Hodna, de Belezma, des Aurès et du Mellègue et plus au Sud, la vaste zone de diapirs représentée par les djebels d'El Ouasta, d'Ouenza-Boukhadra, de Mesloul, etc...

La sédimentation y est resté homogène à faciès de plate forme subsidente envahie par une sédimentation gréseuse qui débute au Berriasien et se termine à l'Albien (Vila, 1980).

Les formations ont conservé des structures plissées acquise de la tectonique fini-éocène ou « Phase atlasique » : cet autochtone est bordé au Nord par une marge particulièrement accidenté marquée par des phénomènes tectoniques alpins importants (écaillage, renversement de séries...) définissant ainsi des éléments paraautochtones et délimitant le « front sud Sétifien » de l'édifice Alpin.

DEUXIEME CHAPITRE

Géologie locale et analyse structurale

II.1. Introduction :

La géologie de la région de Mansourah a fait l'objet de travaux de plusieurs géologues (Savornin, 1910 ; 1920 ; Caire, 1957; Glaçon, 1967 ; Zaborovski et al., 1988). La région concernée par notre étude fait partie de la zone des Biban, qui s'étend sur une dizaine de km de longueur et à peine de 2 à 3 km de largeur.

De point de vue structurale, la zone bibanique se prolonge vers le Nord sous d'autres unités et sous le Miocène de la Soummam (A. Caire, 1957).

II.2. Lithostratigraphie :

La région est marquée par une complexité géologique due à sa position à la jonction des grandes structures géologiques de l'Algérie du Nord où les charriages et chevauchements sont largement développés. Il en résulte un rapprochement dans l'espace des dépôts de même âge et de différents faciès à partir du Crétacé inférieur (Albien) jusqu'au Miocène inférieur à moyen.

II.2.1. Mésozoïque

a. Trias

Le Trias affleure sous forme de bandes étroites ou d'amas et présente le faciès gypso-salin caractéristique du domaine tellien. La largeur des affleurements peut atteindre les 200 m avec une longueur de 6 à 7 km (Caire, 1957).

b. Crétacé:

Les formations de cet âge sont représentées par des dépôts flyschoïdes indifférenciés du Crétacé inférieur (Albien) et supérieur (Turonien).

b.1. Crétacé inférieur:

Les terrains du Crétacé inférieur constituent les voûtes des grands anticlinaux (Maadid, Mansourah) ou bien apparaissent en blocs renversés monoclinaux dans l'Azerou El Kebir et l'Azerou Sghir.

b.1.1. Hauterivien

Les roches de l'Hauterivien sont connues dans la voûte de l'anticlinal de Garf-Dréat et constituent les corniches de Chelk El Hamra. Leur composition lithologique est assez monotone, composée de dolomies noires et gris foncé, bréchifiées par endroits et cavernueuses. La présence de filonnets de calcite blanche collomorphe en gros cristaux est un trait distinctif de ces roches.

b.1.2. Barrémien –Aptien indifférencié

Les terrains du Barrémien- Aptien non différenciés sont assez développés sur le territoire de la feuille 114 où ils constituent des corniches abruptes dans le flanc raide du Sud Ouest de Dj. Mansourah. Ils sont représentés par une alternance de dolomies, calcaires plus ou moins dolomitiques avec des intercalations de marnes, argilites calcaireuses, calcaires et lumachelles d'huîtres.

b.1.3. Albien

Il est subdivisée en deux sous étages : inférieur à moyen (carbonaté –terrignène) et supérieur (carbonatée). (i) Les terrains de l'Albien inférieur affleurent dans la terminaison Sud Ouest de l'anticlinal de Choukchout (Parautochtone) ou ils sont disloqués en compartiments tectoniques. Les dépôts sont constitués de grés quartzeux, quartzo-dolomitiques, dolomitiques, hétérogènes ; argilites calcareuses ; dolomies souvent gréseuses et calcaires plus ou moins dolomitiques. (ii) Les dépôts de l'Albien supérieur affleurent dans la partie Sud Est de l'anticlinal de Choukchout et dans les compartiments tectoniques d'Azerou Sghir et El Kebir. La lithologie est représentée par des calcaires organogènes, organo-détritiques, lumachelles et marnes prédominantes. On note la présence dans toutes les coupes d'un horizon repère constitué de calcaires argileux lités, épais de 20m formant une barre bien déchiffable en photo aérienne. Dans l'Azerou Sghir, la puissance de cet horizon atteint 70m.

b. 2.Crétacé supérieur:

b.2.1. Cénomanién

Les dépôts du Cénomanién sont assez développés dans la région d'étude, ils constituent le dôme anticlinal de Choukchout et les compartiments tectoniques d'Azerou Sghir et Azerou El Kebir. Du point de vue facial, ces terrains montrent une assise puissante de marnes avec des intercalations de calcaires argileux, noduleux et grumeleux dans la partie supérieure.

L'assise marneuse du Cénomanién constitue un repère de séparation entre les dépôts du Crétacé supérieur et le Crétacé inférieur. La puissance totale est de 100 à 400m.

Le Cénomanién dans les compartiments tectoniques d'Azerou Sghir et Azerou El Kebir est représenté par des calcaires plus ou moins dolomitisés et des calcaires gréseux dolomitiques à glauconie.

b.2.2. Turonien

Le Turonien est caractérisé par une prédominance de calcaires, les calcaires dolomitiques et dolomies sont peu fréquents. Ces dépôts constituent partout des formes positives du relief (Dj. Maadid, Kef Assel etc.) qui dominent les vallées sub-latitudinales constituées de marnes du Cénomanién.

b.2.3. Emchérien

Les terrains de l'Emchérien (Coniacien –Santonien non différencié) affleurent dans les limites de l'anticlinal de Choukchout (parautochtone) dans la région de R'Mila, Ed Dahar, Kef El ksiba, Cht Iguersane, Si Salem et autres. Ils sont représentés principalement par des marnes meubles plus ou moins argileuses à intercalations de calcaires argileux et marnes calcareuses et calcaires noduleux aphanitiques.

b.2.4 Coniacien – Santonien

Il est caractérisée par une assise marneuse assez homogène se débitant en plaquettes à rares intercalations de calcaires plus ou moins argileux dont les limites avec les marnes encaissantes sont peu distinctes avec des horizons de calcaires, peu argileux à petits nodules de couleur gris clair.

Les formations de cet âge correspondent à la lame A2 d'âge Coniacien - Campanien définie par A. Caire (1957), elles affleurent le long de l'Oued Komlia et sur la rive gauche de l'Oued Meliz, en bande étroite large de 1.5 km et se biseautant vers l'Ouest.

b.2.5 Santonien – Campanien

Il est présenté par une alternance des calcaires argileux grumeleux, noduleux, conglomératiques et des marnes grises friables à niveaux de lumachelles d'huîtres.

La présence de fossiles multiples et des couches à lumachelles permettent d'individualiser ces terrains parmi ceux du Crétacé.

Les faciès néritiques du Sénonien ne sont pas connus dans toute la partie Nord de la zone bibanique et dans les Bibans. Les lumachelles sont analogues à celles du Lutétien supérieur -Bartonian. Ces faciès, connus en premier dans l'assise de Rass Chenaguir, embrassent, à partir de l'Oued El Had, les vallées étendues à bords masqués des Oued Ferridj, Oued Chebha et Oued Mansourah et se poursuivent jusqu'à la limite Est de la feuille n°114. Ils se présentent en bande large de 3 à 4km.

b.2.6. Coniacien - Maestrichtien indifférencié

C'est un étage très représenté sur la région dont il est répandu au Nord et au Sud-Est. Il se caractérise par des formations se présentant en bande large de 2 km et d'orientation Nord-est et affleurent dans la vallée de l'Oued ben Daud, Oued El Oudia (région d'Azerou Srhir) et Azerou El Kebir qui sont recoupées par de nombreux ravins dans les contreforts Ouest et Sud du Djebel Mzita. Dans la région d'El Hamra elles se présentent sous forme de lambeaux de nappe à la base au Nord de Djebel Mansourah formant un relief vallonné (Draa El Asfar, Kat Es Safra et autres).

La partie supérieure de la série (Campanien-Maestrichtien) se caractérise par des marnes à fines intercalations calcaires plus ou moins argileux, en revanche, la partie inférieure est composée de marnes à lentilles et intercalations calcaires qui se distinguent difficilement des marnes encaissantes.

Elle est marquée aussi par la présence des bancs peu épais de calcaires clairs finement noduleux la rendant remarquable. Le contact avec les roches sus et sous jacentes est tectonique et jalonné dans le premier cas par des brèches argilo-gypseuses.

b.2.7. Campanien - Maestrichtien indifférencié

Il est caractérisé par des dépôts présentant des faciès essentiellement marneux avec des termes finement rythmiques d'aleurolites, argilites et calcaires et rarement de grés.

Ces dépôts occupent les flancs sud, nord-ouest et nord du Djebel M'zita, aussi on observe des affleurements isolés au Nord et Sud-est de Touiel, dans les ravins profonds dont les lignes de partage des eaux sont couvertes par des épandages étendus de blocs d'éluviaux.

II.2.2. Cénozoïque

a. Paléogène

a.1. Paléocène:

a.1.1. Danien – Montien indifférencié

Il est caractérisé par une assise argilitique renfermant des intercalations de grès glauconieux en fragments dans différents endroits. Son épaisseur est irrégulière et souvent réduite à cause du biseautage. L'assise se suit le long de la limite du Coniacien - Maestrichtien indifférencié et du Paléocène supérieur - Eocène indifférencié, de sorte qu'elle souligne le caractère tectonique du contact dans la partie centrale de la feuille n°114 (régions de Kat – Errih, Kat Berbouch, Remada, Draa El Ouk et d'autres) et dans les parties Sud et Est de la feuille (régions de El Hamra, Draa Selliet).

Ailleurs, les argilites du Danien-Montien s'observent à la base de la nappe tectonique constituée essentiellement par du Paléocène supérieur-Eocène recouvrant dans la partie sud de la feuille le Coniacien-Campanien indifférencié (Sénonien néritique) où les argilites affleurent en tranches (régions de Ben Hanach, Azerou Bou Arif, Kat Arsa, Kef Kteuf et autres).

a.1.2. Thanétien- Eocène, Lutétien inférieur

Les terrains de cet âge sont mal développés sur le territoire, ils sont représentés par deux faciès l'un marneux et l'autre carbonato- phosphaté, qui se distinguent par leur position géologique au sein des unités indépendantes de l'allochtone.

Les dépôts marneux du Paléocène supérieur – Eocène inférieur affleurent sous forme d'une bande étroite discontinue (0.5-0.7km) dans la partie centrale du territoire et ce, à partir de la région de Ntat Taguergour à l'ouest jusque dans la région de Draa El Ouk à l'Est. Ils se présentent en écailles juxtaposées, constituant le Djebel Dima, Ighil Bel - Hadj et en une série de lames sub-isométriques en surface dans la région de Mansourah et El Hamra au Sud Est du territoire.

Ces terrains sont représentés par une assise généralement homogène à alternance de marnes plus ou moins argileuses, dolomitiques de couleur gris foncé à noires, bitumineuses, friables, feuilletées et des calcaires argileux dolomitiques plus compacts et à rognons et lentilles de silex noir à la base.

a.2. Eocène

a.2.1. Lutétien supérieur – Bartonien indifférencié

Les terrains de cet âge se présentent sous forme d'une bande étroite avec une largeur de 1.5km et une longueur de 25km dans la direction Nord-est. Elle occupe la partie centrale de la région, sa bordure occidentale est observée jusque dans la région de Chenaguir Maleha et celle méridionale jusqu'aux environs de Kat Doumaz - Draa Douimir où les terrains constituent une nappe tectonique complexe, étirée vers le Nord-est et présentant une structure synclinale asymétrique. Ces terrains sont représentés par des argilites calcareuses, marnes à intercalations peu épaisses de calcaires, conglomérats et calcaires à lumachelles.

a.3. Oligocène, Miocène inférieur, Aquitanien, Indifférenciés

Il est représenté par des terrains qui occupent les reliefs les plus élevés dans les parties Nord-Est et Ouest de la région, constituant ainsi les témoins des lames allochtones dans le Djebel M'zita (cote 1304) et Kat Segat Et Kelara (cote 1476). Ces terrains sont caractérisés par des grès graveleux quartzeux hétérogranulaires à passées de marnes argileuses et argilites. Selon leur composition lithologique, ils sont subdivisés en trois termes inférieurs, intermédiaire et supérieur, dont les deux premiers affleurent uniquement à la base du flanc sud de Kat El Kelara.

Le contact de ces terrains avec les formations sous jacentes de différent âge est subhorizontal et tectonique. Les grès de la partie supérieure se présentent en compartiments monoclinaux à pendage doux vers le Nord-Ouest. Ils se distinguent par ce caractère des formations sous jacentes fortement disloquées de l'ensemble flyschoïdes du Crétacé.

La puissance totale est de 300m. L'âge a été attribué par analogie aux formations des territoires voisins datées par J. M. Vila (1980) et A. Titov (1987).

b. Néogène

b.1. Miocène inférieur - moyen

Les terrains de cet âge se présentent sous forme d'une bande étroite allongée le long du flanc septentrional du Djebel Mansourah où ils affleurent principalement dans les petits oueds sub-méridionaux, il est très nettement discordant sur le crétacé. Ils sont représentés par une assise monotone de marnes argileuses ; argilites calcareuses sombres, brun foncé, feuilletées, gypsifères, intensément disloquées et boudinées ; des bancs de grès quartzeux et calcareux avec de la glauconie, sphéroïdes de calcaires, brun jaunâtre, rougeâtre à la patine et parfois bréchifiés.

II.2.3. QUATERNAIRE

Il est subdivisé en Quaternaire moyen et actuel selon la genèse des dépôts et leur particularités géomorphologique. Il se présente en général par des argiles et limons gréseux polygéniques et graviers où ils forment une fine couverture sur les surfaces planes ou faiblement inclinées.

Ces formations ne sont généralement pas portées sur la carte géologique à cause de leur faible extension sauf dans la région de Bir Mahdi et Hammam Dalaa.

a. Plio-quaternaire ancien, soltanien

Il est représenté par des dépôts de faible étendue où ils affleurent en particulier à l'Ouest d'Azerou Kebir et occupent les parties les plus élevées des vallées, ils forment souvent les structures tabulaires du relief en couvrant les formes résiduelles aplanies.

b. Moulouyen - Rharbien indifférencié

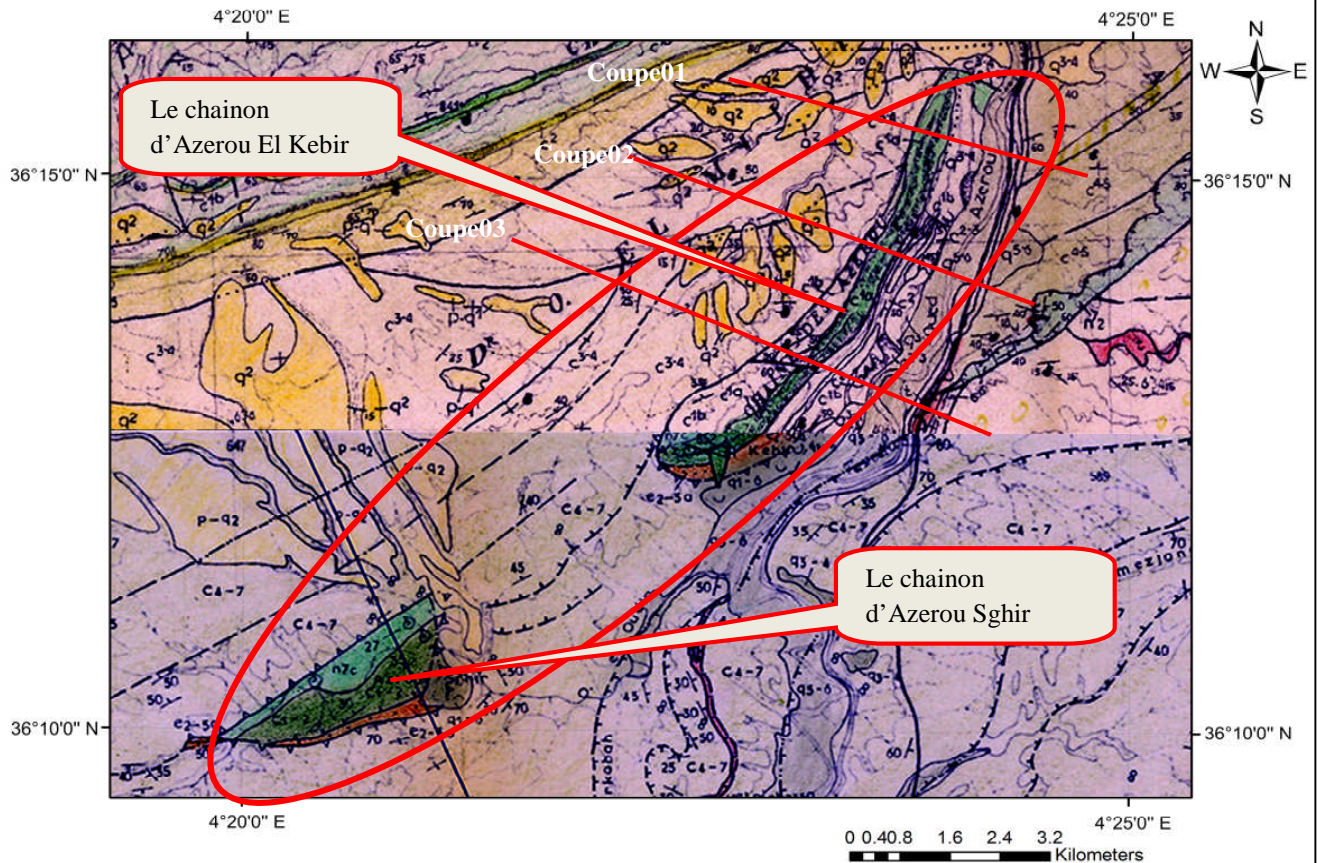
Dans la région de Djebel Bouzid, cet âge forme principalement la couverture du Miocène où il est présenté par conglomérats à petits galets, marnes plus ou moins argileuses, alternance de grés quartzeux et marnes argileuses dont la partie basale de cette série est d'une puissance de 40m et les conglomérats passent latéralement à des grés.

c. Amirien –Tensiftien (q3-4):

Il est représenté par des alluvions, dépôts torrentiels à graviers et sables, argiles, limons à petits blocs et graviers constituant les hautes terrasses (15-30m) telles que celle de l'Oued Chebba, Oued Ksob, Oued Kabta, Oued Amri et autres avec une puissance de 5 à 8m.

d. Soltanien-Rharbien

Cet âge se caractérise par des dépôts les plus développés (alluvions récentes) avec une puissance de 5 à 10m où ils occupent la basse terrasse observés dans les lits majeurs des oueds, ils sont représentés par des alluvions de vases, sables, graviers, galets et limons.



- q₅₋₆** Quaternaire récent : Soltanien-Rharbien indifférencié : vases, sables, graviers, galets, formations argilo- caillouteuses meubles en cônes de déjection et épandages, limons (alluviaux, torrentiels)
- q₁₋₆** Quaternaire : Moulouyen-Rharbien indifférencié : blocs, cailloutis, limons (dépôts de pente polygéniques)
- p-q₂** Pliocène-Soltanien indifférencié : conglomérats.
- e_{2-5a}** Paléogène : Thanétien-Lutétien inférieur indifférencié : Mames, calcaires, lentilles de silex noirs.
- e₁** Paléogène : Danien-Montien indifférencié : Argilites, grès à glauconie.
- c₄₋₇** Crétacé supérieur : Coniacien-Maestrichtien indifférencié : Mames, calcaires.
- c₁₋₃** Crétacé supérieur : Cénomanién : Mames, calcaires, calcaires dolomitiques et dolomies.
- n_{7c}** Crétacé inférieur : Albien supérieur : Mames, calcaires.

Fig. II.1 : extraits des cartes minutes de Mansourah feuille n° 114 et Béni Mansour feuille n° 90 avec une échelle 1/50 000

II.3. La tectonique

La région de Mansourah se situe dans le domaine de jonction de deux grands éléments géotectoniques à savoir :

- Les atlas Algériens – avant fosse pré-tellienne (sud tellienne) ;
- La partie Ouest du bombement de la sub-plateforme d'Ain Mlila qui fait partie avec les hauts plateaux à l'Ouest, d'une tranche relativement plus stable de la plate forme épi- hercynienne.

Au Sud, l'avant fosse limite le domaine de plissement alpin tellien (notamment l'anticlinorium bibanique) et le sépare de la plate forme épi-hercynien.

On distingue trois grands éléments structuro-tectoniques déterminant les particularités structurales de la région à savoir : autochtone, parautochtone et allochtone.

II.3.1. L'autochtone

Il s'inscrit dans les limites d'une zone Nord relativement stable de la plate forme épi-hercynienne qui est composée de deux étages structuraux : inférieur appartenant à la base plissée du Cénozoïque et supérieur appartenant à la couverture sédimentaire du Mésozoïque – Cénozoïque.

Les accidents à faible amplitude de direction Nord Ouest sont très fréquents. Ils se distinguent de façon nette dans la série calcareuse du Maestrichtien. Dans les assises argilitiques du Danien ou Lutétien supérieur, les failles changent souvent de direction en s'orientant vers l'ouest- nord-ouest ou même est-ouest et s'amortissent en passant aux décollements sub-concordants de type chevauchements au sein des dépôts plastiques.

II.3.2. Le parautochtone

Regroupe les ensembles qui ont été entraînés avec les nappes tectoniques sans déplacements importants tel que le bombement anticlinal de Choukchout et les compartiments d'Azerou Sghir et Azerou kebir dont les dépôts du Cénomaniens et de l'Albien supérieur ont une allure d'un monoclinale renversé.

Le massif de Choukchout est présenté comme un vaste bombement dont son axe est de direction WSW-ENE (A. Caire 1957), il est affecté par des plis et des failles et il représente une grande structure anticlinale asymétrique Nord- Est et de longueur de 20 km. Dans la partie sud, la structure anticlinale est compliquée et présente une allure renversée des couches au Sud, disloquée en plis asymétriques à flancs Nord doux et flancs Sud sub- verticaux ou déversés.

Djebel Choukchout est marqué par une limite occidentale bien nette représentée par une faille de Samma. Cette faille correspond à une surface de chevauchement incliné vers l'Est dont le miroir de la faille est visible au contact de l'Eocrétacé du Bled Gueblia (A.Caire 1957).

Entre ouled gueblia et la région de Samma, la grande faille de Samma est accompagnée de plusieurs failles à faibles rejets orientées approximativement EW. Elles sont donc contemporaines ou postérieures à la faille principale qui affecte le Miocène (A.Caire 1957).

Le massif de Choukchout est affecté également par une autre faille, c'est la faille de Oulad Yakoub, elle est de direction transversale à l'axe du bombement qui tranche le flanc méridional du djebel Choukchout en s'atténuant dans le flanc septentrional. Cette faille est une dislocation pyrénéenne ayant joué au cours de la phase Miocène dont elle joue un rôle important dans l'évolution du massif (A. Caire 1957).

À l'Est de la terminaison périclinale, le bombement de Choukchout est estompée par une vaste zone de marnes argileuses –argilites du Miocène inférieur à moyen. Les accidents disjonctifs sont difficilement repérables dans les assises argileuses qui entourent la structure anticlinale.

Les failles de Samma et Ouled Yakoub toutes deux transversales à l'axe du bombement ont suivi la même évolution (A. Caire 1957).

La formation des bombements de Mansourah et Choukchout se poursuivait durant le Pliocène et probablement au Quaternaire ancien. Le relief actuel s'est parachevé récemment, A. Caire, (1957) et M. Kieken, (1975).

La chaîne des Azerou se compose de deux chaînons, le compartiment d'Azerou Sghir et Azerou El Kebir qui sont constitués de couches renversées plongeantes vers le Nord Ouest en formant de grandes cuestas.

Les Azerou sont considérés comme deux fragments du socle de l'autochtone, découpé en profondeur, soulevés presque à la vertical et peut être transportés sur une faible distance (A. Caire 1957).

II.3.3. L'allochtone

Comprend sept grandes nappes tectoniques (I –VII) mises en place d'une manière successive et représentent des fragments de séries stratigraphiques à chronologie très large allant du Crétacé inférieur au Miocène, séparés par des accidents disjonctifs à pendage doux. Elles sont regroupées en nappes telliennes et flyschs Kabyles. Les premières comportent conformément à l'ordre de mise en place successive, les nappes constituées par le Miocène inférieur à moyen (I), Coniacien –Campanien (II), Danien- Bartonien (III), Coniacien –Lutétien inférieur (IV), Campanien – Maestrichtien (V), les secondes regroupent les dépôts terrigènes de l'Albien –Turonien(VI), et de l'Oligocène –Miocène (VII). La structure interne des nappes est compliquée par les nombreux chevauchements, les écaillés tectoniques et les plis complexes souvent renversés.

L'ordre de mise en place est reflété par le rapport mutuel entre les nappes dans l'ensemble allochtone (type empilement).

- Les accidents disjonctifs sont de deux types qui répondent à certaines étapes de l'évolution tectonique de la région : les accidents sub-verticaux de type normal, inverse à rejet vertical allant de 300 à 500 m et les accidents horizontaux (charriages, chevauchements) liés à la formation des nappes.

Les failles normales et inverses constituent deux systèmes perpendiculaires Nord-est (sub-atlasique) et Nord-ouest (sub-kabyle). Ces failles appartiennent à l'étage structural inférieur. Celles de direction Nord-est (sub-atlasique) se présentent en échelon et elles déterminent les limites de toutes les structures importantes connues en Algérie du Nord (accident Nord atlasique et Sud atlasique, système de faille délimitant au Sud le domaine de plissement tellien, les massifs de Grande et Petite Kabylie). Ce sont des failles anciennes, probablement Précambriennes.

Dans la zone Nord, elles se sont manifestées du point de vue morphologique par des failles normales contraires à faibles rejets accompagnées de fissuration, bréchification et schistification (région de Batite et autre).

Les failles transversales par rapport à la direction sub-atlasique sont largement développées au sien du bombement de la sub-plateforme (compartiment d'Ain Mlila, en dehors de la région de Mansourah).

On distingue aussi un autre système de failles normales- contraires en gradins de direction Nord Ouest à pendage raide vers le nord Est et rejet allant de 50 à 70m ou de 250 à 500m.

Ce système change de direction en allant vers le nord est en s'orientant Nord-nord-ouest avec un faible rejet (groupe de Dokkara dans la région de Djebel Bouzid). Aussi, elles séparent le flanc Nord-Est monoclinale de l'anticlinal de Garf – Dreat de ses parties centrales et occidentales disloquées. Leur mise en place est anté- Miocène. A ce même groupe s'associe la faille sub-verticale normale – contraire de Samma qui délimite au Sud-Est le bombement de Choukchout et contrôle l'indice d'Ag-Cu (A.Caire 1957).

Les accidents à faible pendage forment les nappes et les écailles tectoniques. Leur morphologie en surface est assez compliquée. Elle est tordue à renversée par endroits et jalonnée par des brèches argilo- gypseuses dans d'autres. Ces dernières sont considérées comme faciès du Trias tellien.

La mise en place de ces accidents correspond à la fin du Tortonien et s'exprime par le recouvrement de l'assise terrigène autochtone du Miocène inférieur à moyen par les dépôts grésomarneux du Tortonien inférieur allochtone. Certains contacts raides entre l'allochtone et l'autochtone – parautochtone seraient liés au soulèvement des djebels Mansourah et Choukchout après la mise en place des nappes, A. Caire, (1957) et M. Kieken, (1975).

II.4. Géologie de la chaîne des Azerou

II.4.1. Introduction

Les Biban sont constitués par une longue bande monoclinale de terrains crétacés à pendage Sud développée entre Berrouaghia à l'Ouest et le massif des Djebels Guergour et Anini à l'Est.

La dépression de l'Ouennougha s'étendant entre la Chaîne crétacée des Bibans et les puissants reliefs Miocènes du Dj. Choukhot 1.832 m et de la Chaîne du Dj Mansourah 1862 m (visible au Sud.Sud.Est). Dans cette dépression, les marno-schists Sénoniens sont profondément ravinés par des torrents qui alimentent les oueds des Portes de Fer. L'altitude moyenne est de 650 m, elle descend au-dessous de 500 m, mais la topographie est très irrégulière.

D'importants reliefs y surgissent: massifs medjaniens du Dj. M'Zita (1457 m) (visible au Sud.Est.), d'Harraza, etc... ; Chaîne des Azerou.

La chaîne des Azerou, bien individualisée aux points de vue géographique et structural comprend deux petits chainons : Azerou Sghir (feuille Mansourah) et Azerou El Kebir affleurant sur les feuilles Mansourah et Béni Mansour au Nord Est d'Azerou Sghir (A. Caire ; 1957).

Ce chaînon bordant au Sud la chaîne des Bibans dresse ses corniches calcarodolomitiques à quelques kilomètres au Sud du célèbre passage des Portes de Fer, il correspond à un pointement à travers les nappes telliennes (Caire, 1957) du substratum carbonaté affleurant en série inverse (Coiffait, Vila, 1977).

II.4.2. La géologie des Azerou

La géologie de la chaîne des Azerou a été bien détaillée par A. Caire (1957) dans son ouvrage Etude géologique de la région des Biban (bulletin n° 16) où il a subdivisé la géologie de la région en deux grands ensembles : Eocrétacé et Néocrétacé.

a. Eocrétacé

a. 1. Coupe de l'Azerou Sghir

L'Azerou Sghir, relai méridional de la chaîne des Azerou, montre une table inclinée de calcaires dolomitiques (aptien ou albien) en contact anormal avec une série sénono-suessonienne renversée. (Itinéraires routiers de l'Algérie A. Caire).

Il se décompose en trois pyramides irrégulières, qui correspondent à trois blocs rocheux séparés par des failles.

Au voisinage du point culminant du bloc oriental, on observe les plus anciennes des couches qui arrivent à l'affleurement dans le chainon. Ce sont :

1- Au voisinage de la grande faille méridionale, des calcaires à pâte fine, ou grumeleux, rosâtre, patinés de jaune.

2- Des calcaires magnésiens finement grumeleux, gris, en bancs de 0.50 m, se divisant en feuillets de l'ordre du centimètre de l'épaisseur.

3- Sur le flanc septentrional du bloc oriental, et au voisinage du point culminant du bloc central se présente des :

- Calcaires spathiques légèrement grumeleux, gris clair à mouchetures brunes, patinés de jaune clair, disposés en dalle de 20 à 80 cm d'épaisseur ;
- Calcaires magnésiens saccharoïdes, gris à jaune pale, patinés de brun clair, en bancs bien réglés de 0.30 à 1m. Ces calcaires contiennent des débris de fossiles noirs, luisants, indéterminables.

4- Au dessus viennent de gros bancs de :

- Calcaire magnésien saccharoïde, à cassure finement grumeleuse, gris clair, à patine jaune ou rosâtre;
- Calcaire légèrement cristallisé, à cassure spathique, gris d'aspect poreux ou scoriacé sur les parties altérées. Ces calcaires contiennent des filons et des amas de calcite en gros cristaux, d'aspect identique à ceux de l'Azerou Kebir.
- Sur la rive droite de l'oued vers le point, les dalles supérieures contiennent des rudistes, qu'on peut extraire en entier, et qui offrent des sections transversales de 10 × 14 cm en moyenne.

Peut être s'agit-il des premières couches de l'Albien supérieur, qui se développent dans le bloc occidental, et qui sont décrites ci-dessous.

a. 2. Coupe d'Azerou El Kebir

Les couches inférieures affleurent sur le flanc SE du piton méridional de l'Azerou el Kebir. Elles forment une masse compacte sans bancs individualisés. Cependant des variations de couleur de la patine, l'un roux plus ou moins foncé, permettent de reconnaître la direction de stratification. Ces niveaux inférieurs sont constitués par des calcaires francs ou faiblement magnésiens, à cassure spathique, saccharoïde ou grumeleuse, blanchâtres, gris, roses ou rougeâtres, à patine jaune, jaune rougeâtres ou rousse.

Les calcaires grumeleux, de teinte généralement blanchâtre, sont très riches en débris de couche lamelleuse de mollusques, et en moules de Pectinidés. Le grain de la roche dépend de la taille des débris de lamellibranches, qui peuvent atteindre 5 à 10 mm de long sur 3 mm de large. Une lame mince taillée dans un tel calcaire montre de nombreux débris de test lamelleux et de plus rares débris de couche prismatique de 0,01 à 2 mm de grande dimension noyés dans une pate qui semble provenir de la trituration de ces mêmes débris.

La pate contient en outre de nombreux petits galets formés de la même roche, de 0,2 à 1 parfois même 3mm de longueur et de petites géodes de 0,5 mm de diamètre, espacés de 1 à 2 mm, d'allongement.

Les calcaires faiblement magnésiens, à grain fin, de teinte grise, contiennent eux aussi de menus débris de coquilles. Ils renferment souvent des éléments anguleux de calcaire à pâte très fine, compact, blanc, ou rosâtre. Leur patine est généralement rougeâtre. Ils sont recouverts d'une croute épaisse de 0,5 à 1 mm, brun noirâtre, scoriacée, amorphe, hérissé de petits cristaux d'oligiste lamellaire. Cette croute est séparée de la roche saine par une zone brune rougeâtre, discontinu d'épaisseur irrégulière (0,05 à 2 mm). Aux points où la croute a été érodée, le calcaire est couvert d'une mince patine gris-jaune clair, qui passe par des teintes dégradées, à la roche grise saine.

Certains calcaires cristallins à grain fin, gris rosâtre, à patine jaune, sont piquetés de taches noires entourées d'un halo rougeâtre ou violacé. En lame mince, le fond d'une telle roche apparaît comme formé d'un agrégat de cristaux de calcite jointifs de 0,1 à 0,25 mm de longueur. On aperçoit en outre des cristaux de pyrite de 0,05 à 1 mm, généralement oxydés en brun à leur périphérie. De fines veinules brun clair, partant de ces cristaux oxydés, s'insinuent entre les cristaux de calcite voisins.

Les calcaires saccharoïdes, rosâtres contiennent des traces de magnésium. Les calcaires blanchâtres et friables, en sont dépourvus.

2- la partie de l'arête calcaire situé sur la feuille de béni Mansour est formée d'horizons plus récents que la base du grand pic méridional. On y observe surtout des calcaires à grain fin et des calcaires saccharoïdes. La division en bancs de 0,20 à 1 m en moyenne, est plus fréquente. Mais le pendage en est pour une part responsable dans la partie septentrional de l'arête les couches verticales se séparent facilement suivant leurs joints, élargis par l'érosion.

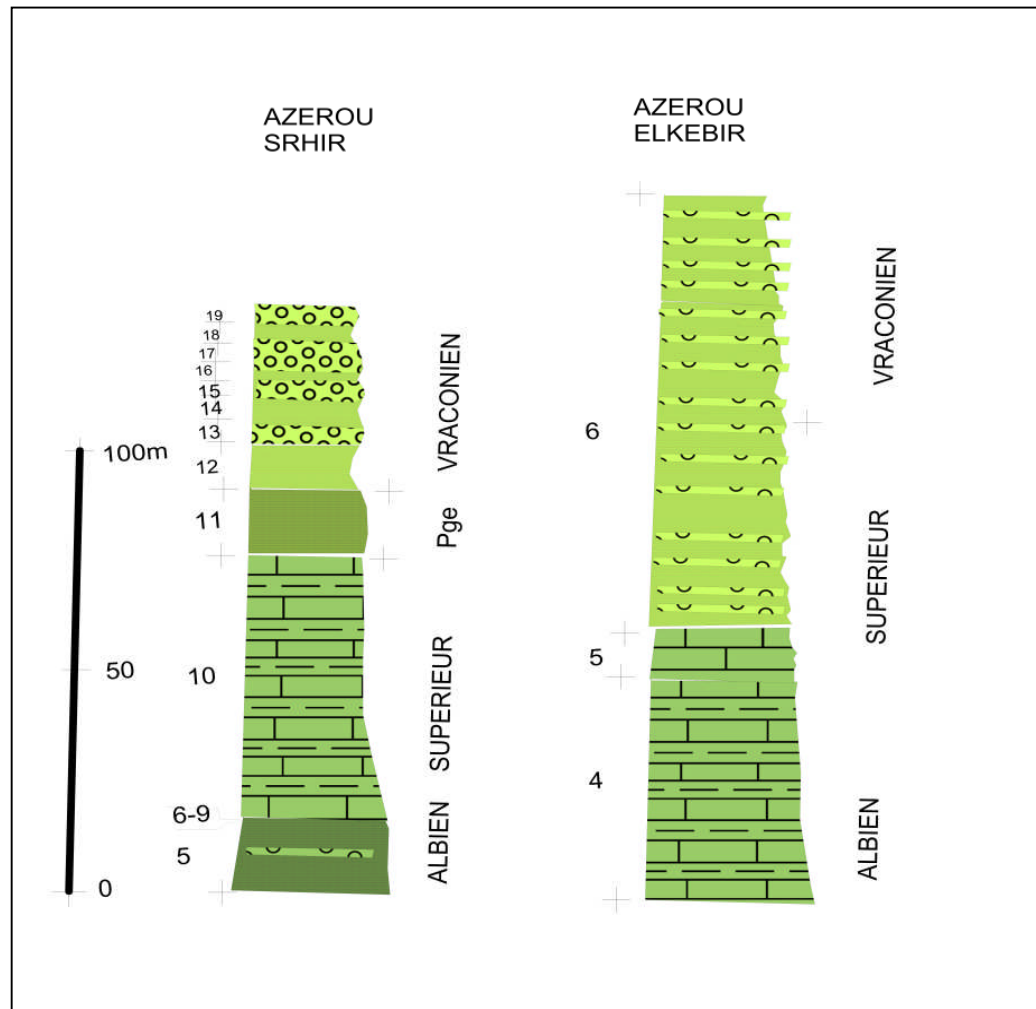
3- les horizons les plus élevés de la série, tels qu'ils affleurent sur le versant NW de l'arête d'Azerou el kebir, dans les secteurs du point 703 comprenant des calcaires cristallins à grain fin et cassure grumeleuse légèrement spathique gris patinés de jaunâtre et des calcaires jaune verdâtres, plus ou moins riches en glauconie, striés de bandes larges de 2mm, gris foncé, parallèle à la stratification, souvent discontinu. Ces calcaires sont patinés de verdâtre.

Au dessus, on observe des plaquettes irréguliers correspondant à la division 5 de la coupe de l'Azerou Sghir, puis des calcaires grumeleux à cassure rayonnantes, gris, patinés de gris-jaunâtre ternes, se divisant en boules irrégulière. Ces couches seront à nouveau étudiées dans le Néo-crétacé.

b. Néocrétacé

b.1. Coupe de l'Azerou Sghir

C'est sur les pentes Nord du bloc occidental vers l'inscription 570, qu'affleurent avec le plus grand développement les calcaires feuilletés, fossilifères, formant la partie supérieure des dolomies de l'Azerou Sghir.



4- calcaire marneux, 5- calcaires en luts réguliers, 6- marne grise, 9- calcaire microbréchiqes gris, 10- alternance de marnes et calcaires plaquetés, 11- barres calcaires, 12- marnes grises intercalées de calcaires, 13- calcaires compacts, 14- marnes dures grises, 15- calcaire compacts, 16- marnes grises, 17- calcaires compacts, 18- marnes dures grises, 19- calcaires compacts .

Fig. II.2. Colonne lithologique montre le Néocrétacé des Azerous

5- Calcaire légèrement grumeleux gris pale, contenant des cristaux disséminés de la pyrite qui s'altèrent en donnant des nids d'oxydes de fer jaune brun large de 1 à 5 mm. La roche se divise en plaquettes irrégulières de 1 à 5 cm en moyenne parfois en feuillets de 1 à 2 mm d'épaisseur. Elle renferme des fossiles gris ou noirâtre d'aspect vitrifié sur la face exposée aux agents atmosphériques : dents de Sélaciens : *Plychodus decurrens* ag, grosses Ammonites de 15 à 25 cm de diamètre.

5 bis- calcaire à cassure grumeleuse, gris foncé, contenant des petits cristaux de pyrite (0.05 à 0.1 mm), il est partiellement altéré en mouches jaunes brunâtre. Cette division représente le toit de la division 5.

6- marnes grises.

7- calcaire gris moucheté d'oxyde de fer brun avec croûte superficielle d'altération gris jaune clair épaisse de 2 à 3 mm et patine plus claire.

8- calcaire analogue au précédent contenant des fragments de tests prismatiques noirâtre de lamellibranches.

9- calcaire microbréchiques gris à éléments de 0.2 à 0.5 mm contenant un peu de glauconie. Roche schistoïde tendre terreuse par altération.

10- alternance de marnes et calcaires plaquetés.

11- 1^{ère} barre calcaire : calcaire compact finement grumeleux à cassure anguleuse, gris foncé à patine très mince jaunâtre pale, piquetée de petites cupules visibles à la loupe en bancs de 5 à 10 cm se groupant en série de 1 à 5 m d'épaisseur alternant avec des calcaires analogues aux précédents renfermant des mouches de calcite blanche ressemblant superficiellement aux calcaires des portes de fer et disposés en bancs boudinés de 10 à 30 cm d'épaisseur. Ces calcaires se groupent pour former un ressaut inférieur peu marqué puis une combe et

12- combe : marnes dures grises, intercalées de calcaires grumeleux, peu cohérents, gris clair qui contiennent de nombreux petits débris de coquilles gris foncé de lamellibranches et se divisant en boules fissurées.

13- 2^o barre calcaires compacts à cassures finement grumeleuse, gris foncé à patine claire ou jaunâtre, disposés en bancs boudinés de 10 à 40 cm d'épaisseur, se divisant en sphérites et intercalés de marno calcaire gris.

14- combe : marnes dures grises.

15- 3^{ème} barre : calcaire de même faciès que ce de la division 13 contenant des ammonites aplaties.

16- combe : marne grise.

17- 4^o barre : calcaires semblables à ceux de la division 13 contenant de nombreux moules internes d'ammonites pouvant atteindre 50 cm de diamètre et souvent couverts d'Huitre plates et de Sèrpule.

18- combe : marnes dures grises.

19- 5° barre : calcaire compacts, homogènes à cassure plane ou finement grumeleuse gris foncé contenant de petits ilots de calcite noirâtre disposés en plaquettes analogues à celles de la division 10 intercalés de calcaires blanchâtre se divisant en boules fissures. La division se termine par 2m de calcaires blanchâtres en boules qui butent par contact anormal contre les marnes Sénoniennes.

b.2. Coupe de l'Azerou El Kebir

La série montre son plus beau développement sur les pentes occidentales de l'Azerou El Kebir au NW de la chaîne des Azerous.

3 bis : calcaire grumeleux en bancs et plaquettes et partie terminale de la série dolomitique.

4- calcaire en plaquettes intercalés de marnes : calcaire homogène très finement grumeleux à cassure terreuse gris jaunâtre pale, patiné de gris jaunâtre à brun roux en petits bancs bien réglés de 0.5 à 5 cm d'épaisseur alternant avec des marnes gris jaunâtre en lits de 0.5 à 20 cm et généralement 5 cm d'épaisseur. Les marnes ont fourni une microfaune pauvre indatable.

5-série de passage.

Calcaire à cassure conchoïdale, gris, taché de bandelettes minces gris foncé patiné de gris pale ou de jaunâtre, en plaquettes de 2 à 10 cm d'épaisseur alternant avec des marnes schisteuses grises ou gris bleuâtre en lits de 2 à 20 cm (rarement plus épais). Les marnes contiennent une microfaune qui peut aller de l'Albien moyen au Cénomaniens inférieur avec *Globogerina washilensis* et des Radiolaires. Entre les bancs de sphérites distants de 5 à 10 cm, on n'observe que des marnes grises foncées qui ont fourni de rares Globigérines (Sigal). Mais dans les intervalles plus larges séparant les lits de sphérites, on a souvent des alternances des marnes et de lits de marno calcaires assez bien réglés, de 5 cm d'épaisseur moyenne formant de petites séries de 2 à 5 cm d'épaisseur.

c. Caractère généraux de la série Albienne supérieur - Vraconien de la chaîne des Azerous

c.1. Albien supérieur

1- calcaires feuilletés, pyriteux, et lits de microbrèches.

2- marnes grises, calcaires plus ou moins rognoneux à lamellibranches et calcaire microbréchiques glauconieux, il s'agit peut être du niveau repère glauconieux signalé par J Savornin (1920 p. 220).

3- marnes grises intercalées de calcaires en plaquettes gris bleuâtre à patine rousse.

c. 2. Passage de l'Albien supérieur au Vraconien et Vraconien

Alternance de lits calcaro-marneux et de bancs rognonneux de calcaire compact, gris foncé à patine gris jaunâtre, se divisant à l'affleurement en boules de taille irrégulière. Les calcaires se groupent pour former de petites barres molles, séparées par des combes calcaro-marneuses.

Les calcaires sont riches en ammonites surtout localisés à certains niveaux et souvent représentés par des moules internes, couverts d'huitres plates et de Serpules. Ces fossiles ont donc pu être remaniés à l'intérieur de la série mais surtout sur une distance verticale difficile à évaluer compte tenu de la monotonie du faciès.

En tenant compte des remaniements et en se fondant sur les Ammonites les plus récentes observées à chaque niveau, on peut admettre que les 50 premiers mètres de cette série appartiennent encore à l'Albien supérieur et que les 50 derniers mètres correspondent au Vraconien. Mais il ne peut s'agir en l'état de nos connaissances que d'une approximation.

A la base de cette série la microfaune comprend *Thalmanninella tininensis*, *Globigerina* sp. Et des Radiolaires. Il existe ainsi un niveau à Radiolaires qui empiète sur la série des marnes à plaquettes calcaires et la série des calcaires rognonneux. Cet horizon repère connu en d'autres points de l'Algérie a été signalé par J. Magné et J. Sigal (1953 p 348). D'après les Ammonites il se situerait aux Azerous dans l'Albien supérieur.

II.4.3. Analyse géologique et structurale des Azerou (chaîne des Bibans)

La chaîne des Azerou qui est une partie de la chaîne des Bibans fait l'objet de plusieurs débats entre les géologues (J. Savornin, A. Caire, J.M Villa, J. Glaçon, M Leikine).

1- JEAN-MARIE VILA *, MICHEL LEIKINE ** et JACQUES SIGAL 1976, Bull. Soc. géot. France, 1976, (7), t. XVIII, N°6, p. 1607-1612 sous le titre: Stratigraphie et affinités des Biban orientaux (Tell algérien) premiers arguments en faveur de leur allochtonie :

L'hypothèse généralement admise [Glaçon, 1967; Kieken, 1962, 1970; Leikine, 1971, 1974] est que les Biban sont autochtones ou parautochtones. Seul A. Caire [1957] a hésité entre leur allochtonie complète et leur autochtonie pour se rallier en définitive à cette dernière interprétation.

Selon J. Glaçon [1967] les Biban passent latéralement à la série de plate-forme du Djebel Guergour. Mais d'après JEAN-MARIE VILA *, MICHEL LEIKINE ** et JACQUES SIGAL *** n'ayant aucune description précise de ce phénomène il convenait donc d'étudier en détail la composition de ces deux ensembles.

a. Le « passage latéral Biban-Guergour »

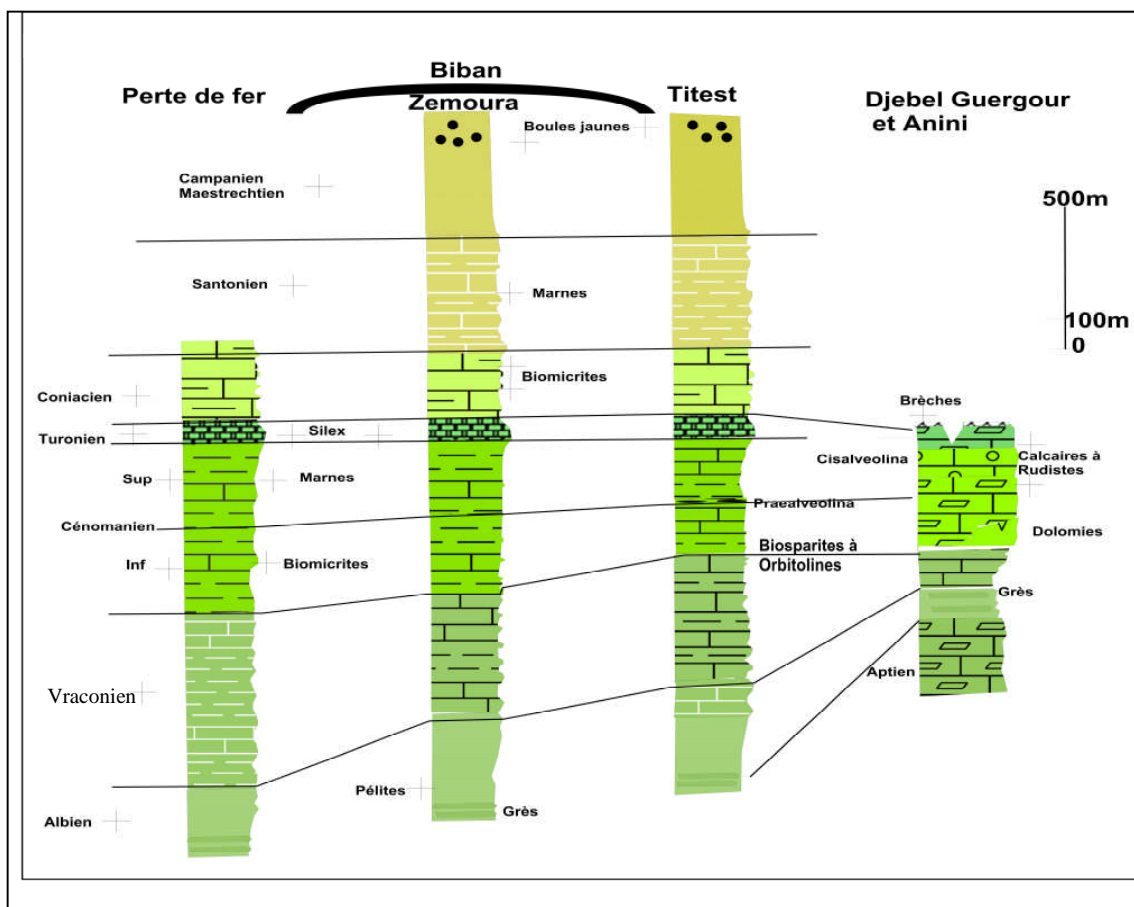


Fig. II.3 : Tableau comparatif des séries bibaniques et Djebel Guergour

A la lumière des précisions stratigraphiques apportées ou rappelées, cette hypothèse ne nous paraît plus envisageable.

Au Crétacé inférieur, moyen et supérieur, la nature de ces deux séries diffère profondément et s'il existe des intercalations à microfaune néritique dans les imbrications méridionales des Biban l'on peut constater:

- a) à la limite Vraconien-Cénomanién, les intercalations à Orbitolines des Biban n'ont pas d'équivalent dans la série du Guergour;
- b) au Cénomanién inférieur, la nature des associations accompagnant les Orbitolines est différente dans les deux séries;
- c) au Cénomanién supérieur et au Turonien, les niveaux néritiques du Guergour-Anini, largement développés, n'ont pas d'équivalent dans la série des Bibans;

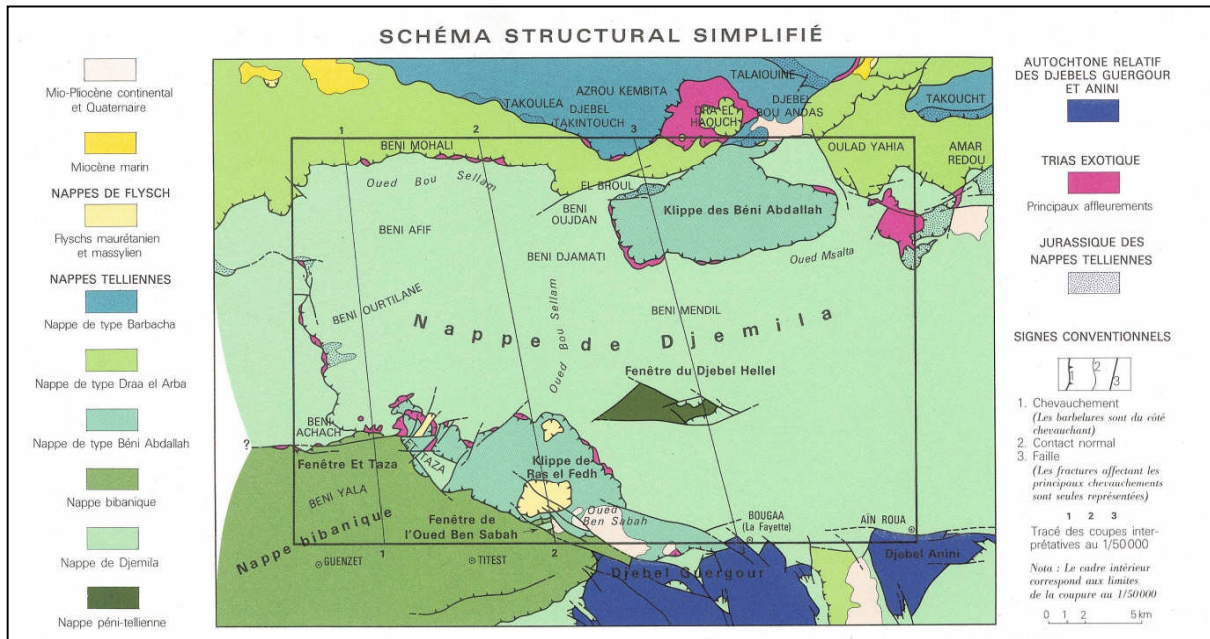


Fig II.4. Schéma structural simplifié d'après la carte géologique d'Ain Roua feuille n°69, échelle 1/50 000.

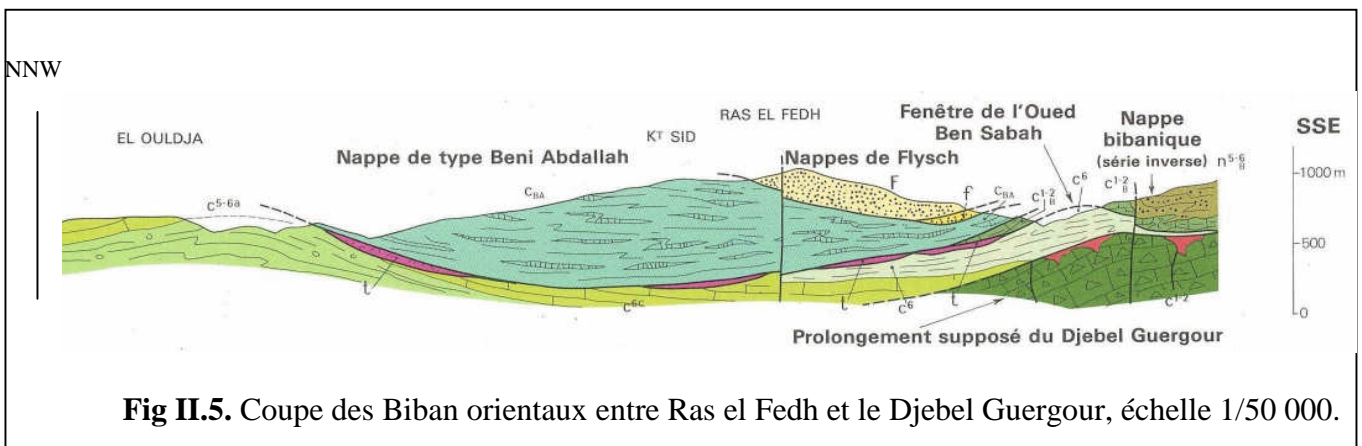


Fig II.5. Coupe des Biban orientaux entre Ras el Fedh et le Djebel Guergour, échelle 1/50 000.

d) quant au Sénonien, l'opposition des faciès est considérable.

En fait, la série du Dj. Guergour s'apparente étroitement aux séries de plate-forme des hautes plaines sétifiennes ; ces séries passent en continuité vers l'Est aux séries néritiques constantinoises [Schroeder, Cherchi, Guellal et Vila, 1974] et atteignent Guelma [Vila, 1972] non loin de la frontière Algéro-Tunisienne. Ces séries montrent un Crétacé inférieur et moyen très proche, sinon identique à celui du Guergour-Anini. Leur Sénonien, quand il n'a pas été enlevé par l'érosion anté-nappes [Vila, 1971 J, est lui aussi réduit, lacuneux, parfois conglomératique.

b. Affinités telliennes des formations Bibaniques

a) L'on peut établir des comparaisons de faciès très précises entre les différents niveaux des Biban et les éléments franchement allochtones des nappes telliennes car il s'agit toujours de terrains datés par d'abondantes microfaunes pélagiques de l'Albien au Sénonien inférieur.

L'Albien pélitique et l'Albien supérieur-Cénomaniens inférieur marneux et marno-calcaires sont connus sous de tels aspects à la base de la nappe de Djemila au Djebel Babor [Leikine, Obert et Bellier, 1975] mais aussi dans des unités plus septentrionales comme celle de Draa el Arba [Leikine, 1971].

Plus à l'Ouest ces faciès se retrouvent au front des nappes telliennes du Titteri et notamment dans l'unité V de M. Kieken [1962, 1970] pour l'Albien pélitique et dans les unités VIa et VIb en ce qui concerne l'Albien-Cénomaniens inférieur marneux. Plus à l'Ouest encore, cette séquence de faciès est connue depuis longtemps dans les unités A et B de M. Mattauer [1958] et de J. Polvêche [1960]. Elle vient d'être définie dans les unités « albocénomaniennes » [Delteil, 1974; Guardia, 1975; Fenêt, 1975] de l'Ouest de l'Algérie, jusqu'aux confins algéro-marocains.

Le Cénomaniens moyen et supérieur marneux et marno-calcaire accompagne toutes les unités évoquées ci-dessus.

Il en est de même pour le précieux repère à silex de la limite Cénomaniens-Turonien, pour le Turonien franc à *Globotruncana helvetica* et pour le Sénonien inférieur marneux.

b) Le Sénonien supérieur à boules jaunes que nous venons de découvrir en couverture des Biban et dont nous avons vu qu'il existe dans la plupart des unités telliennes du Maghreb est à lui seul un argument de corrélation fondamental.

Ce faisceau d'arguments permet de conclure que les Biban d'une part et l'ensemble Guergour-Anini d'autre part appartiennent à deux ensembles à évolution différente. Ce dernier est à rattacher à la plate-forme qui bordait vers le Sud au Crétacé le sillon tellien. La dominance de la sédimentation pélagique au Sénonien dans les Biban incite à rechercher leur position au sein même du sillon tellien.

On doit les placer :

a) au Sud des séries entièrement marneuses au Sénonien qui caractérisent les zones septentrionales du sillon tellien (par exemple les unités de type Draa el Arba); comme dans celles-ci, la sédimentation dans les Biban est continue pendant tout le Crétacé;

b) au Nord des séries qui montrent au Sénonien des intercalations néritiques à Ostréidés (nappe de Djemila) plus importantes que les rares niveaux signalés dans le Santonien des Biban centraux [Kieken, 1962].

Une discordance Santonienne importante existe dans ces séries. Les remaniements signalés à ce niveau dans la coupe de Zemmoura n'en seraient que le lointain écho.

Ces considérations qui incluent le domaine des Biban dans celui des nappes telliennes conduisent à envisager l'hypothèse de leur allochtonie complète.

D'ailleurs, la pointe Nord-Ouest du Guergour où s'affrontent les séries ci-dessus, est le siège de complications tectoniques importantes qui feront l'objet d'une mise au point ultérieure. Nous noterons toutefois que l'ordre des superpositions correspond, de haut en bas, à la succession, du Nord vers le Sud, des zones de sédimentation du sillon tellien évoquées ici.

Après avoir détaillé la structure des unités des Bibans et les unités limitrophes, maintenant nous abordons l'unité des Azerou.

1- Au point de vue géologique, Selon J. Savornin [1920] dans son ouvrage Etude géologique de la région du Hodna et du plateau Sétifien et A. Caire [1967] la série des Azerou comprend deux termes :

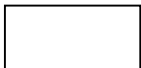
a) à la base une masse calcaro-dolomitique épaisse de 300 m environ attribuée à un accident local de sédimentation au Crétacé inférieur [A. Caire, 1967];

b) au-dessus, des alternances de marnes et de calcaires marneux sur 120 à 150 m, attribuées [A. Caire, 1967; J. Savornin, 1920] à l'Albien et au Vraconien.

Les formations carbonatées des Azerou sont recouvertes au NW par le Sénonien à faciès bathyal des Biban [A. Caire, 1967].

2- A. Caire 1952 (description géologique des principaux itinéraires routiers de l'Algérie Fascicule n° 1 de Bouira à Bordj Bou Arreridj (route nationale n° 5 d'Alger à Constantine) :

Nous avons ici (Fig II 6), le flanc N-O de l'anticlinal Sénonien de Mzita. Les couches y sont déversées, puis renversées à l'Ouest. Ce flanc est lardé d'un filon de Trias au-dessus duquel apparaît une série décollée et poussée au N-O, qui forme une unité distincte. L'unité inférieure au filon est affectée, au contact de la faille des Azerou, d'un repli anticlinal, qui fait apparaître le Suessonien (Éocène inférieur et moyen) renversé sous le Sénonien.



Chaîne des Bibans, Djurdjura, plus enracinés dans la partie septentrionale de la zone sub bibanique, Monts du Hodna, formations superficielles, éboulis, travertins.



Unité A, formée de Sénonien Bathyal et de Suession, reposant sur l'autochtone dans la partie méridionale de la zone sub-bibanique, cette unité contient localement des écaïles de Miocène et de Sénonien néritique arrachés l'ord de la progression de l'unité A dans la zone des bombements. La même couleur est affectée au flanc inverse de plis enracinés et aux aires synclinales bordant ces derniers vers le Sud

Fig II. 6. Coupe Nord Sud parallèle à la chaîne des Azerou, d'après A Caire 1952

La chaîne des Azerou fait partie du flanc S-E du synclinal de l'O. Tazdart, butant par faille contre l'anticlinal de Mzita. Tous ces éléments tectoniques sont obliques à la direction de la chaîne des Biban.

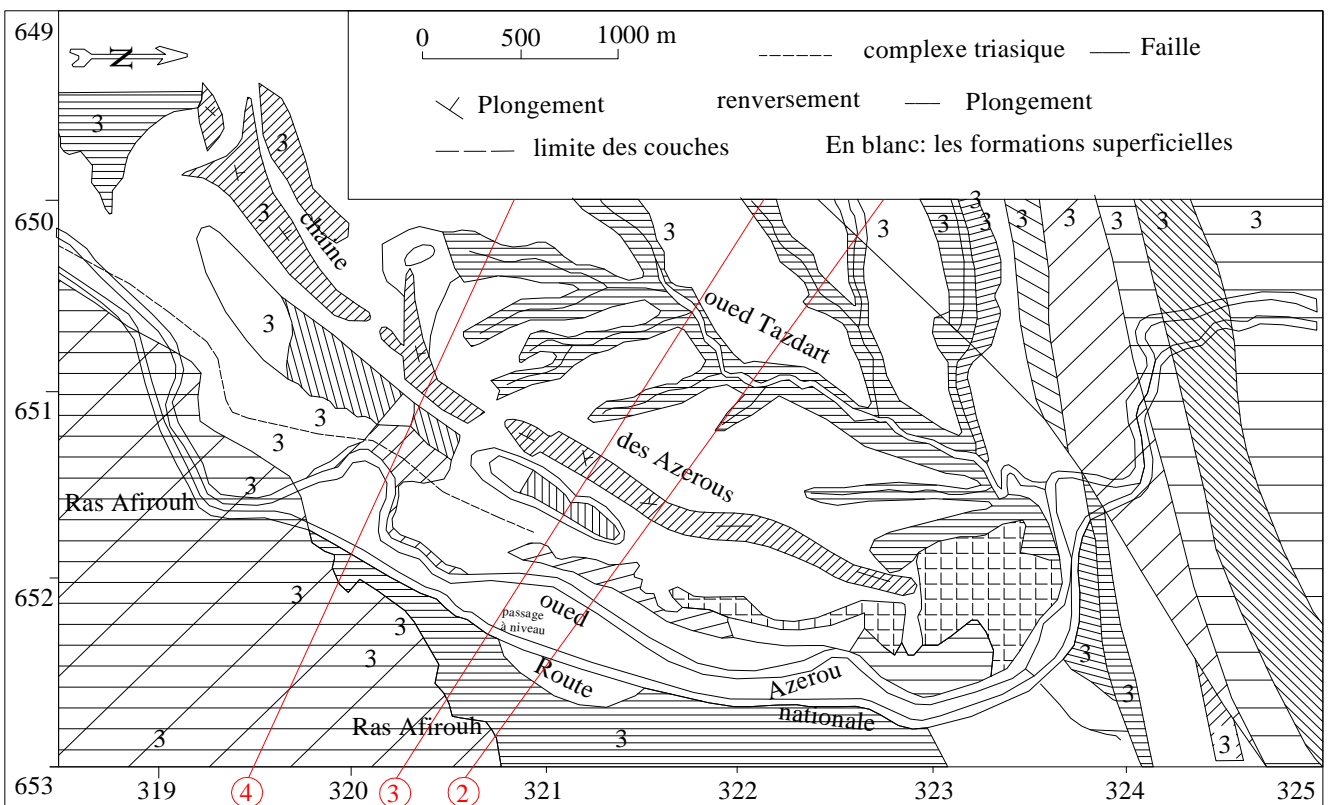
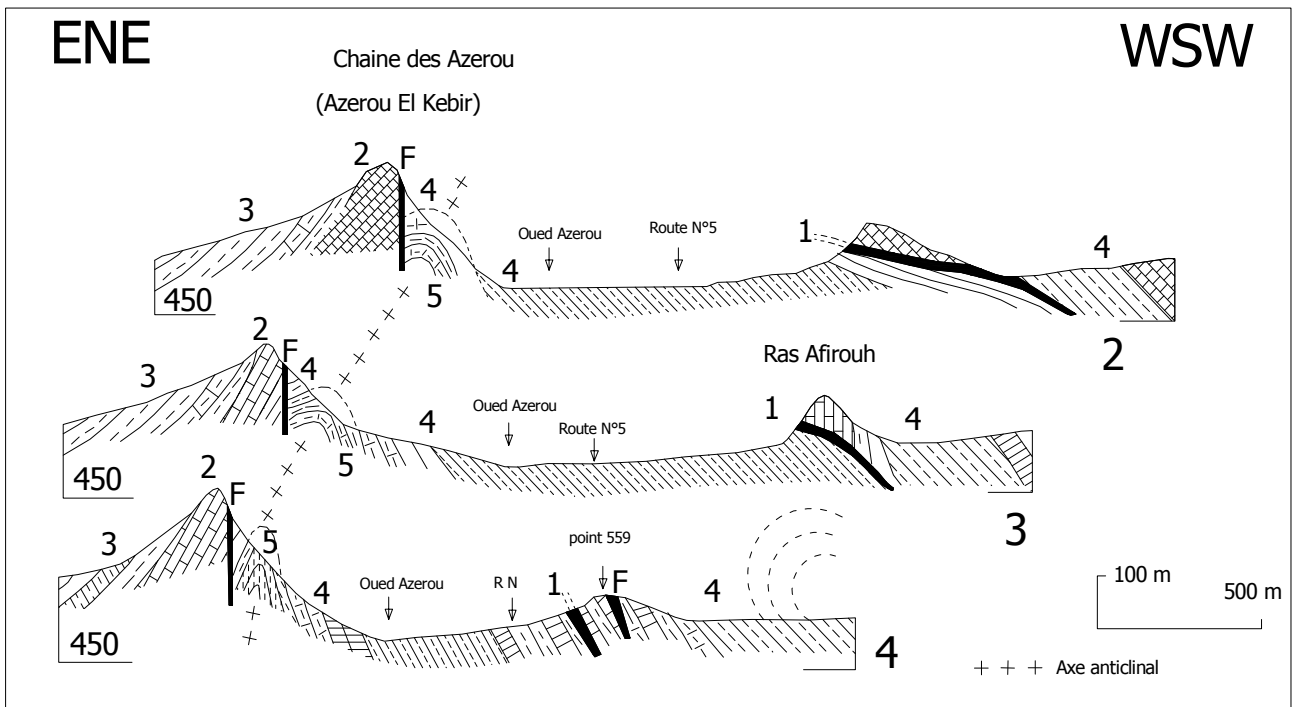


Fig II. 7. Carte schématique de la Chaîne des Azerou et de la Chaîne des Biban dans la région des Portes de fer d'après A. Caire 1952.



- 1- Complexe triasique, 2-Albien, 3- Cénomano turonien bathyal, 4- Sénonien bathyal, 5- Suessonien bathyal

Fig II.8. Coupes du flanc NW renversée de l'anticlinal de Mzita et de la chaîne des Azerou d'après A. Caire 1952

Commentaire:

L'exploitation de la carte schématique et des coupes géologiques réalisées par A. Caire (fig.II.7 et fig II.8) montre que :

- l'orientation des coupes est de direction SE-NW au lieu de NE-SW comme il a été indiqué dans les coupes.
- la faille inverse illustrée dans ces coupes sur le flanc Est réellement est dans le flanc Ouest le long de laquelle des travaux d'exploration minière ont été réalisés.

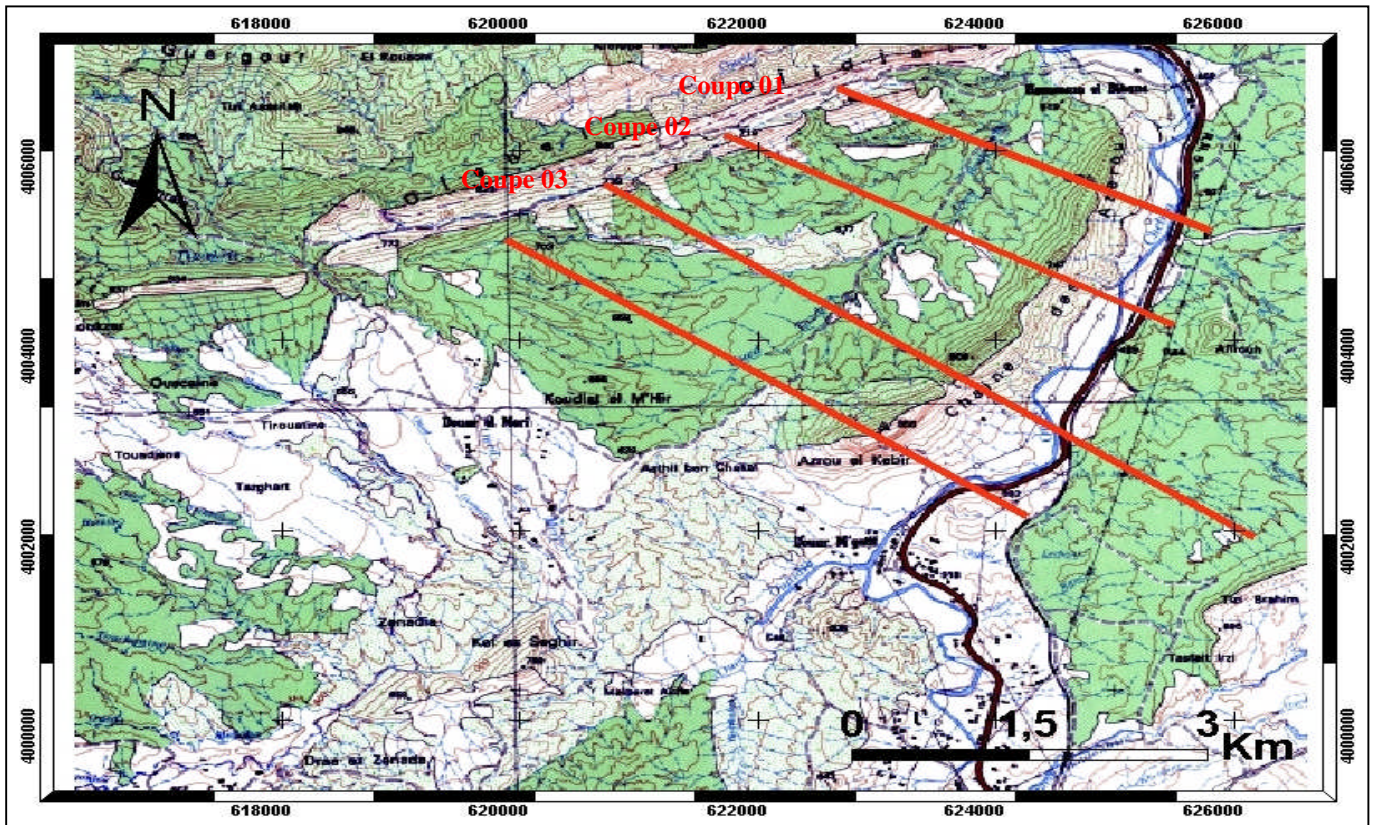
3- Philippe-Emmanuel COIFFAIT *, et Jean-Marie VILA *1976 (C. R. somm. Soc. géol. Fr., 1976, fase. 6, p. 269-271) sous le titre « La série renversée des Azerou (région des Biban, Algérie) un témoin de la plate-forme néritique Sétifienne sous la nappe Bibanique :

Dans ce secteur déjà central de l'Algérie du Nord (région des Bihan, Algérie), il n'est plus possible d'envisager, comme le propose A. Caire [1967] un passage latéral simple entre les Biban au N et l'autochtone hodnéen au S. Les Azerou témoignent de l'existence entre ces deux domaines d'une plate-forme carbonatée comme cela se produit dans la région de Sétif. De plus le renversement de la série des Azerou, qui implique au moins un important écaillage, renforce les comparaisons avec la plate-forme néritique sétifienne qui montre des phénomènes analogues [J.-M. Vila et M. Leikine, 1975) et que J. Savornin [1920 appelait déjà « les écailles éocrétaciques ».

4- Jean-Marie VILA (1980) :

Les Azerou, étudiés par A. Caire (1957) puis par Baldini (1965) sont constitués par une série renversée (Coiffait et Vila, 1976) bien datée du Vraconien au Cénomaniens supérieur. Cette série est identique à celle des Djebels Guergour et Anini jusque dans ses moindres détails y compris en ce qui concerne le petit niveau minéralisé à la base des carbonates Cénomaniens. A. Caire qui a vivement contesté l'interprétation que j'ai donnée avec P.-E.Coiffait des nappes telliennes qui recouvrent les Azerou n'a émis, par contre, aucune réserve sur cette comparaison ni du reste sur la stratigraphie des Azerou telle que nous l'avons argumentée. Il me paraît donc probable que le domaine sud-sétifien se poursuit vers l'Ouest sous les nappes telliennes et que son dernier témoin visible est constitué par les Azerou. Plus à l'Ouest encore, aucune série ne permet de corrélation vraisemblable avec celles du domaine sétifien.

De ce qui précède, et suite aux travaux de terrain trois coupes géologiques de direction Nord Ouest Sud Est ont été établies, dont les profils topographiques ont été effectuées sur la base de la carte topographique de Mansourah (feuille n° n°BJ-31-V-7-Est échelle 1/50000) (Fig.II9), et elles sont complétées sur la base de la carte minute de Béni Mansour feuille n° 90, carte minute de Mansourah feuille n°114 (échelle 1/50000) et sur les base des travaux de terrains effectués par plusieurs sorties.



— Coupe topographique

Fig II.9. Extrait de la carte topographique de Mansourah feuille n° n°BJ-31-V-7-Est échelle 1/50000 montre la les coupes topographiques

Ces coupes sont perpendiculaires à la direction de la chaîne d’Azerou El Kebir en passant par les points culminants de la chaîne d’Azerou El Kebir (672m, 747m et 906m). L’analyse de ces coupes fait ressortir ce qui suit :

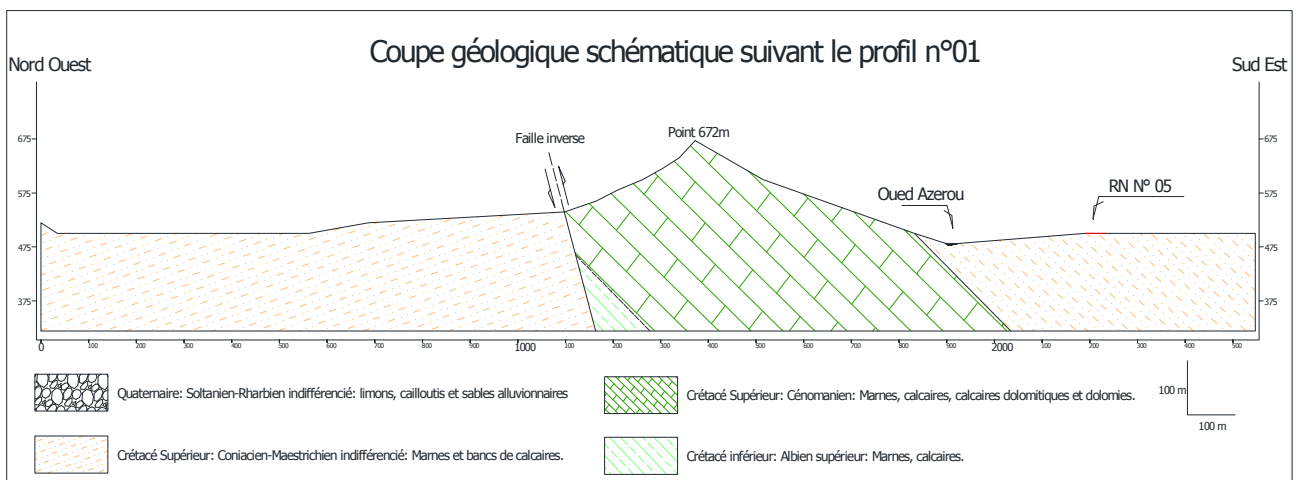


Fig II.10. Coupe géologique suivant le Profil N° 01

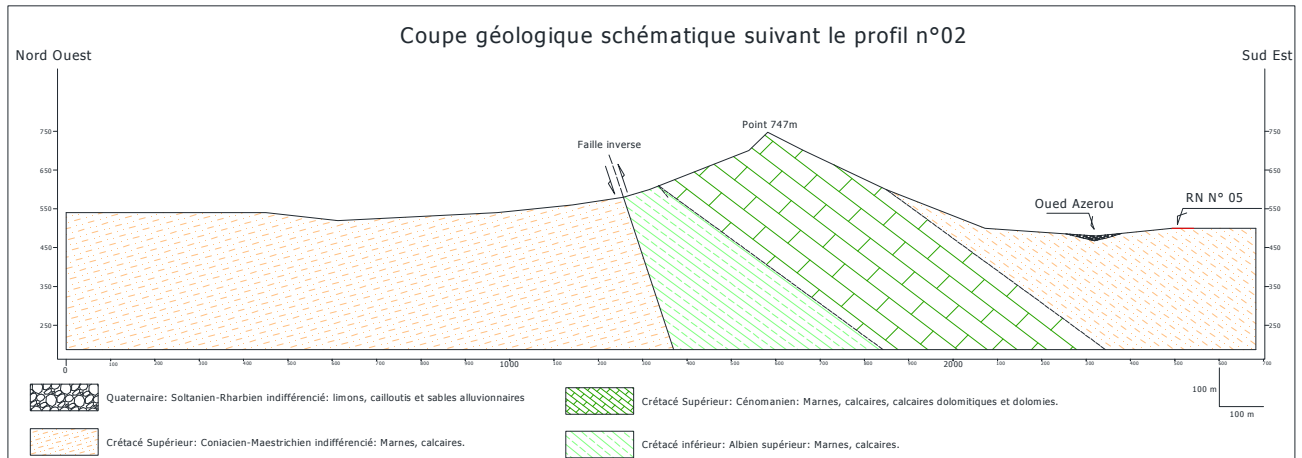


Fig II.11. Coupe géologique suivant le Profil N° 02

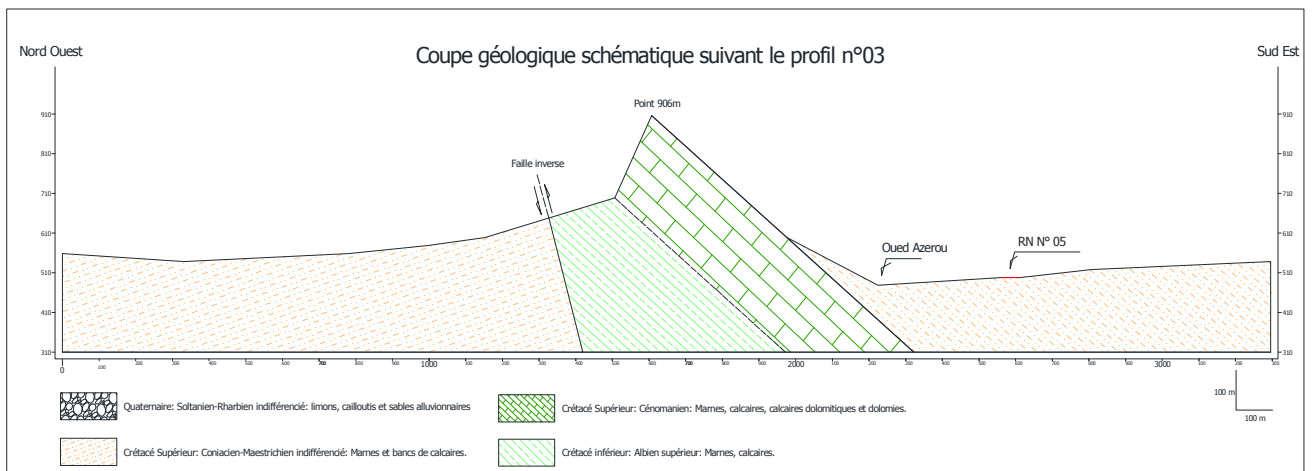


Fig II.12. Coupe géologique suivant le Profil N° 03

Hypothèse n°01 :

La première explication paraît logique sur la mise en place des Azerous est l’existence d’une faille inverse profonde sub verticale de direction NE-SW, qui a fait remonté le compartiment Est des Azerous par rapport au compartiment Ouest. Cette faille est jalonnée par les eaux hydrothermales ayant déposé la minéralisation objet de ce mémoire qui va être détaillée ultérieurement.

Cette hypothèse n’explique pas la présence d’un plissement sur le flanc Est de la chaîne (Fig. II 6) d’Azerou El Kebir supposé qu’il a subi un mouvement d’ensemble.

Hypothèse n°02 :

La deuxième hypothèse nous supposons que la région a subi une tectonique compressive traduite par des écaïlles parallèles (empilement de failles inverses) qui font remonté le compartiment Est par rapport au celui de l'Ouest des Azerou. Le flanc Est est composé de deux unités :

L'unité supérieure est composée des roches tendres (intercalation des marnes et marno calcaires) ayant subi un plissement sur le franc de charriage.

Hypothèse n°03 :

La mise en place de la nappe tellienne sur les Azerous est marquée par des plissements à la base des charriages, survenu la faille verticale profonde conduisant au soulèvement du compartiment Est des Azerous, cette faille a été jalonnée par les eaux hydrothermales ayant déposé la minéralisation objet de ce travail. Cette minéralisation va être bien détaillée ultérieurement.

Synthèse :

En conclusion, la dernière hypothèse paraît plus logique car elle explique les éléments structuraux sur le site, ainsi qu'elle explique la mise en place de la minéralisation des Azerous :

Au cours du soulèvement des Azerous par les contraintes compressives le long de la faille NE-SW, des failles secondaires ont accompagné la faille principale sur le flanc Est de la chaîne qui ont été par la suite jalonnés par les eaux hydrothermales en conduisant au dépôt des travertins au sein des marnes et marno calcaire.

TROISIEME CHAPITRE

Etude de la minéralisation D'Azerou Sékou

III.1. Introduction

La région des Bibans possède des indices de minéralisation polymétalliques (Pb, Zn, Cu et terres rares), malheureusement jusqu'à présent aucune étude approfondie n'a été réalisée sur la région.

Parmi les zones minéralisées celles des Azerou qui présentent des indices de minéralisation polymétallique de Pb et Zn selon Savornin 1920, A.Caire 1957, Vila 1980 et le rapport sur les résultats de recherche géologiques systématiques au 1/50 000 effectuées sur le territoire des feuilles 114, 140 et 141 de 1986-1988, mais tous ces travaux sont descriptifs et superficiels, donc des études approfondies méritent d'être consacrées pour cette zone pour mettre en évidence les potentialités de ces minéralisations.

Par ce projet de mémoire de magistère, j'ai essayé d'étudier cette zone minéralisée pour mettre en évidence ce qui suit :

- Composition pétrographique minéralogique et chimique (description macroscopique à l'œil nu et étude microscopique des lames minces et des sections polies, des analyses chimiques et analyse minéralogiques par rayon X).
- Succession paragenétique.
- Les facteurs contrôlant cette minéralisation.
- La genèse de cette minéralisation.

III.2. Etude de la minéralisation des Azerou

III.2.1. Azerou Sghir

Après la consultation des documents des travaux réalisés auparavant sur la région, il ressort que cette partie des Azerou est dépourvue des indices de minéralisations, seulement la présence des karsts dans le massif de calcaire d'Azerou Sghir (photo III.1). Les voutes de ces karsts (photo III.2) sont enveloppées par une couche de gypses d'une épaisseur varie de 2 cm à 15 cm en structure radiale et botrydale (photo III.3) situés sur le prolongement de la faille inverse principale responsable de la mise en évidence des Azerous.



Photo III.1. Montre les karsts qui existent dans le chaînon d'Azerou Sghir



Photo III.2. Montre les voutes des karsts couvertes d'une enveloppe de gypses



Photo III.3. Montre la structure botrydale des gypses couvrant les voutes des karsts

Deux échantillons ont été destinés pour les analyses chimiques afin de déterminer le pourcentage des gypses, ces analyses ont été effectuées selon la norme NF T 90-009 (septembre 1986)

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau suivant:

DESIGNATION DES ECHANTILLONS	GYPSE $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (%)	TENEUR EN ANIONS DE SULFATE SO_4^- (mg/kg)
AZS 01	75.46	33285
AZS 02	91.12	40193

Tableau III.1 : résultats des analyses chimiques Azerou Sghir

III.2.2. Azerou El Kebir

Plusieurs sorties sur le terrain nous ont permis de localiser les anciens travaux d'exploration minière tels que, galeries, puits, tranché et un seul sondage carotté, ces travaux ont été concentrés dans la partie Nord d'Azerou El Kebir en amont de la source thermale de hammam El Biban le long du prolongement de la faille principale orientée Nord Est-Sud Ouest sur le flanc Ouest djebel d'Azerou El Kebir. Les coordonnées UTM de ces travaux d'investigation minière sont données dans le tableau suivant :

coordonnées UTM (m) les travaux miniers	X	Y	Z
galerie	0624884	4006196	571
Puits	0624883	4006192	569
Sondage carotté	0624809	4005988	616
tranché	0624855	4006026	616
tranché	0624836	4005996	627

Tableau III.2 : les coordonnées UTM des travaux miniers réalisés au niveau d'Azerou El Kebir



Photo III.4. Montre le front de la galerie principale avec les coordonnées UTM : X=0624884m
Y= 4006196m et Z=571m



Photo III.5. Montre un puits avec les coordonnées UTM : X=0624883m, Y=4006192m et Z=569m



Photo III.6. Tranché à ciel ouvert avec les coordonnées UTM : X=0624836, Y= 4005996m et Z=627m



Photo III.7. Montre le sondage carotté avec les coordonnées UTM : X=0624809m,
Y= 4005988m et Z=616m

La faille inverse qui a met en contact les calcaires massifs du Cénomaniens et les marnes schisteuses grises du Coniacien - Maestrichtien.

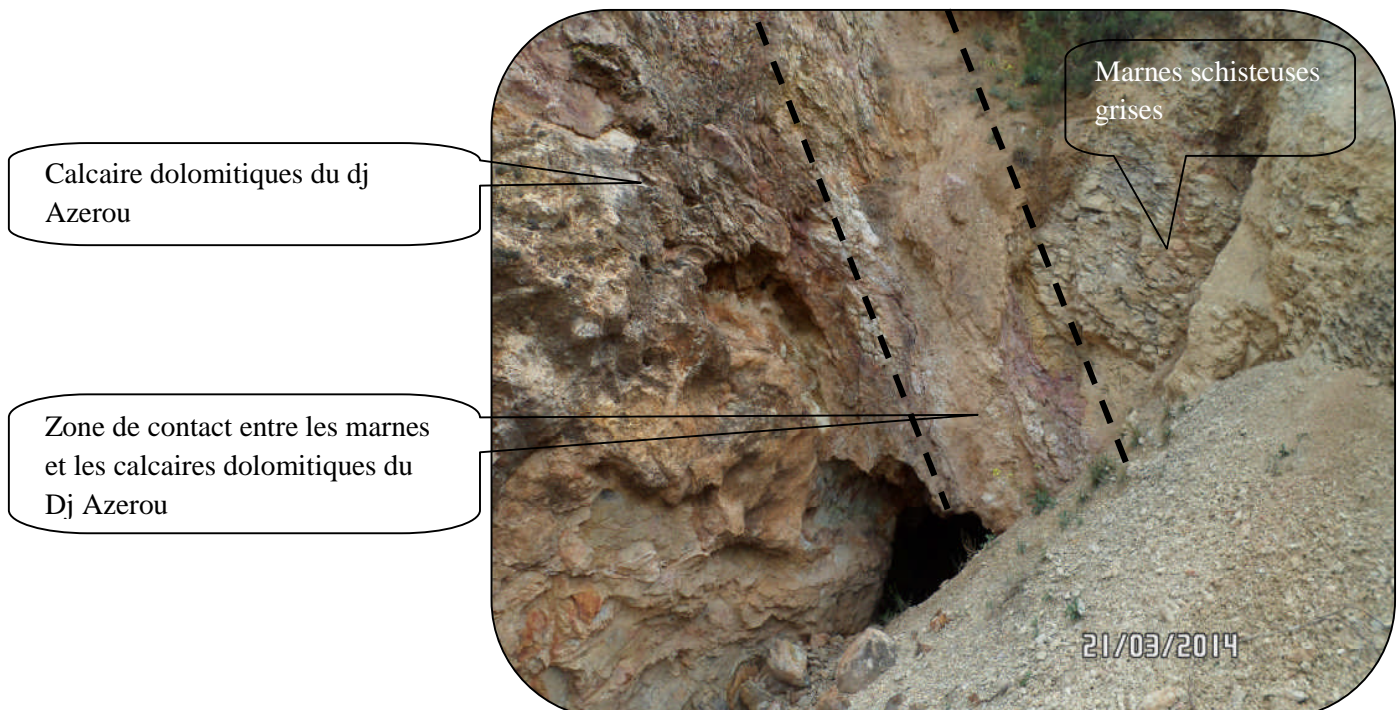


Photo III.8. Montre la zone de contact très altérée entre les calcaires dolomitiques du Dj Azerou et les marnes schisteuses grises

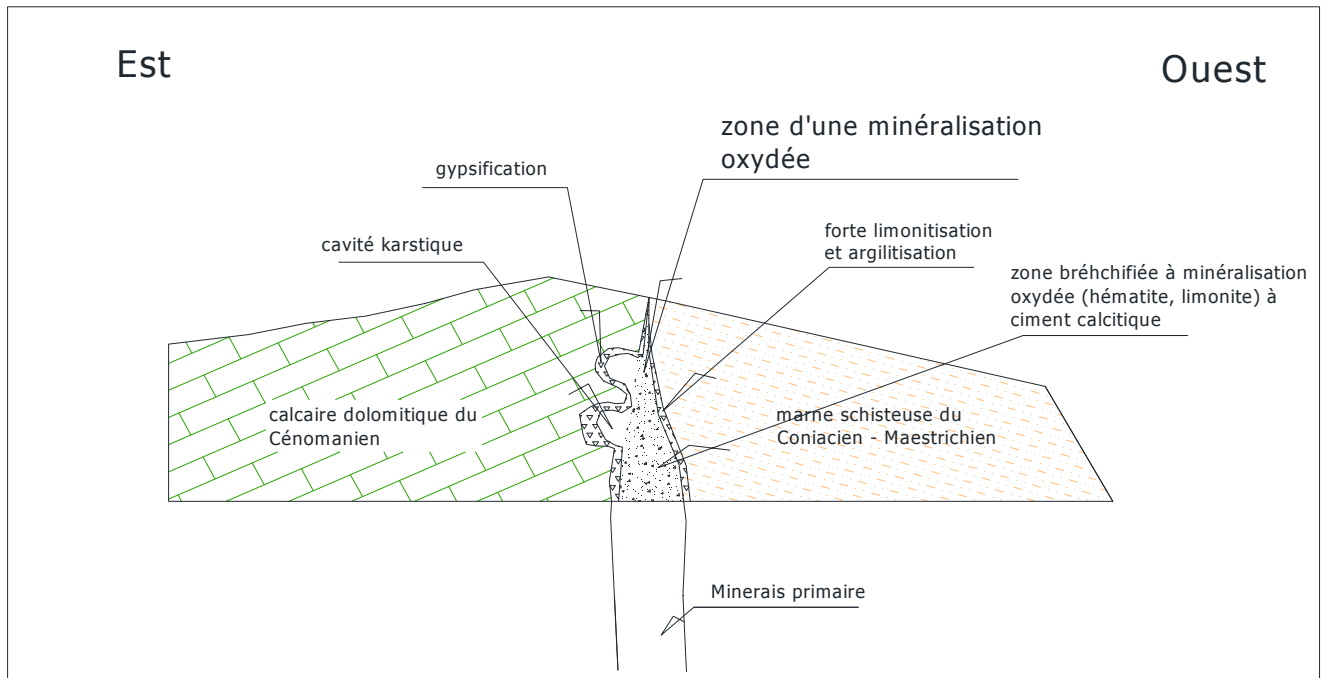


Fig.III.01. Coupe schématique de la zone minéralisée montrant une zonalité du minerai

a- Description de la zone minéralisée :

La zone minéralisée est localisée le long d'une faille inverse d'une direction Nord Est Sud Ouest résultante des mouvements de compression conduisant au soulèvement du compartiment Est de Djbel Azerou composé des calcaires dolomitiques d'âge cénomanien au sein de la nappe tellienne composée des marnes schisteuses d'âge coniacien-Maestrichtien.

Les premiers indices de minéralisation de surface sont les chapeaux de fer situés au piedmont le long du prolongement de la faille, ces indices peuvent être à l'origine des travaux de prospection et d'investigation minière poussés en profondeur par creusement des galeries, des puits et des tranchés.

La minéralisation observée sur les parois de la galerie principale creusée le long de la faille sur une dizaine de mètres avec des galeries secondaires dans les calcaires vers l'Est et dans les marnes vers l'Ouest. Cette minéralisation est concentrée le long de la faille avec une auréole d'altération dans les marnes (argilitisation et oxydation) (photo III 09) notant que les minéraux sont mal développés, difficilement à les distinguer de la gangue, ils sont de taille microscopique sauf les oxydes de fer (limonite photo III.10) et de cuivre (azurite et malachite) qui sont visibles à l'œil nu.

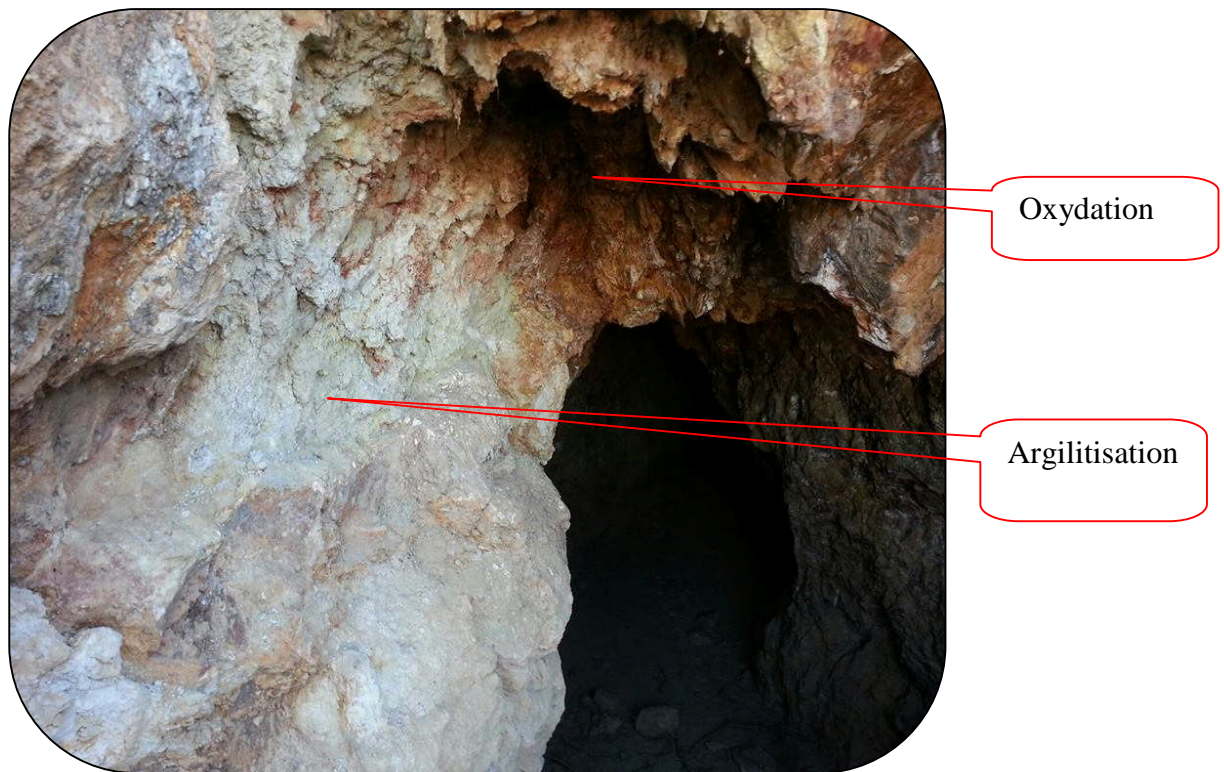


Photo III.09. Montre la zone minéralisée avec des minerais secondaires



Photo III.10. Montre les oxydes de fer (limonite)

Sur les parois des calcaires du coté Est et dans les cavités karstiques résultants de la dissolution des calcaires, une couche de gypse (photo III 11).a été observée d'une épaisseur de l'ordre décimétrique ayant une structure radiale et botroydale (photo III 12).

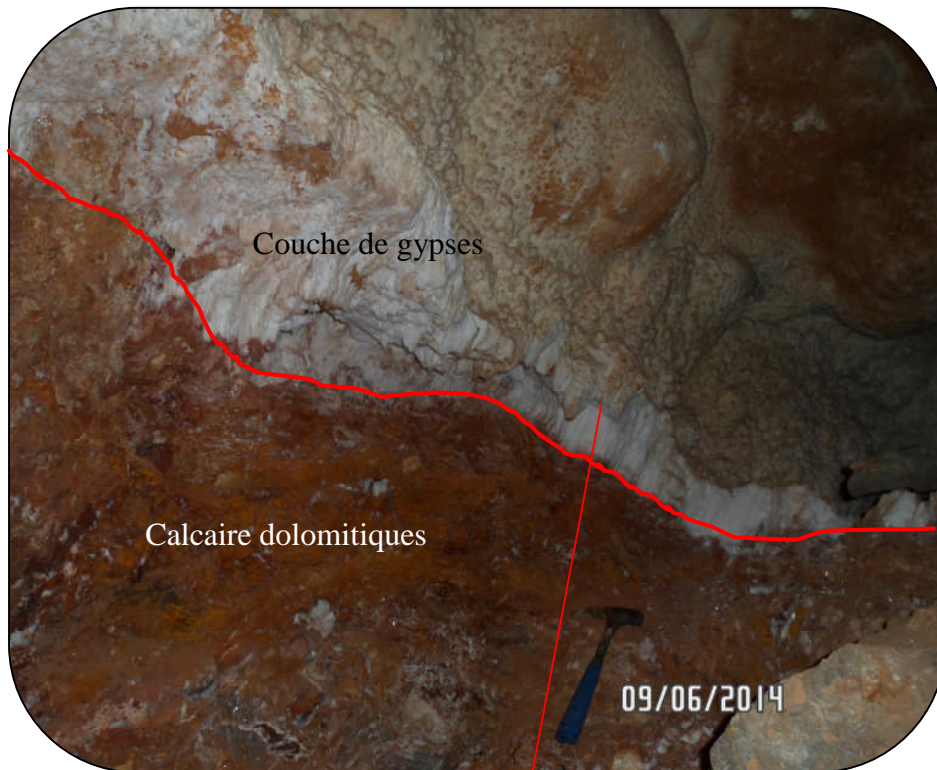


Photo III.11. Montre les amas de gypse en structure radiale (fibreuse) et botroydale couvrant le toit de la galerie



Photo III.12. Montre la structure botroydale des gypses couvrant les voutes des karsts

Des prélèvements des échantillons ont été effectués au cour des sorties de terrain, sur les parois de la galerie principale et d'autres sur les débris extraits de cette dernière, certains ont servi à la confection des lames minces et des sections polies pour l'étude microscopique et d'autres pour les analyses chimiques.

Des parties des échantillons les plus représentatifs ont été choisis pour la confection des sections polies et des lames minces pour l'étude microscopique en lumière réfléchie.

Enfin deux sections polies illustrent la minéralisation existante et la relation entre les différents minéraux.

III.2.2.1. Etude microscopique

L'étude microscopique des sections polies a abouti à la reconnaissance des minéraux suivants :

- 1- **La pyrite FeS_2** : c'est le minéral le plus abondant dans les sections polies; elle se présente en cristaux automorphe, subautomorphe et xénomorphe (photo III.13) avec une couleur jaune laiteux et un pouvoir réflecteur élevé, elle se trouve disséminés dans une gangue carbonatée (calcite).

La plupart des cristaux de la pyrite se trouvent généralement altérée en donnant naissance à des structures réticulaire (squelettique) (photo III.14 et III.15).

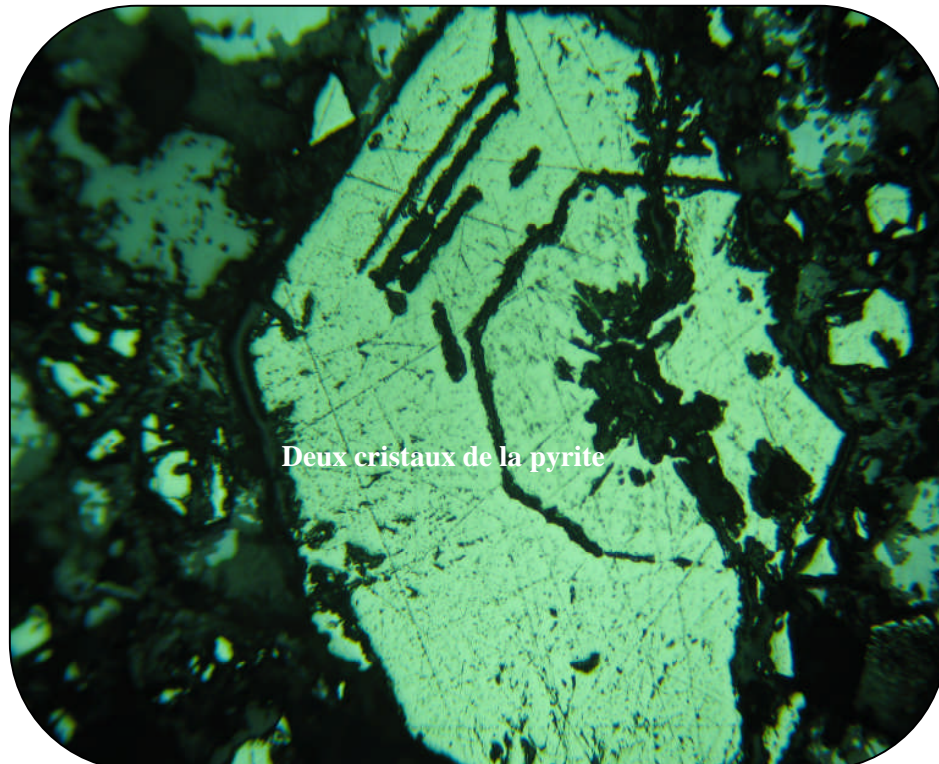


Photo III.13. Montre l'association de deux cristaux automorphes de la pyrite altérées du coté droit (section polie LN avec un grossissement X10)

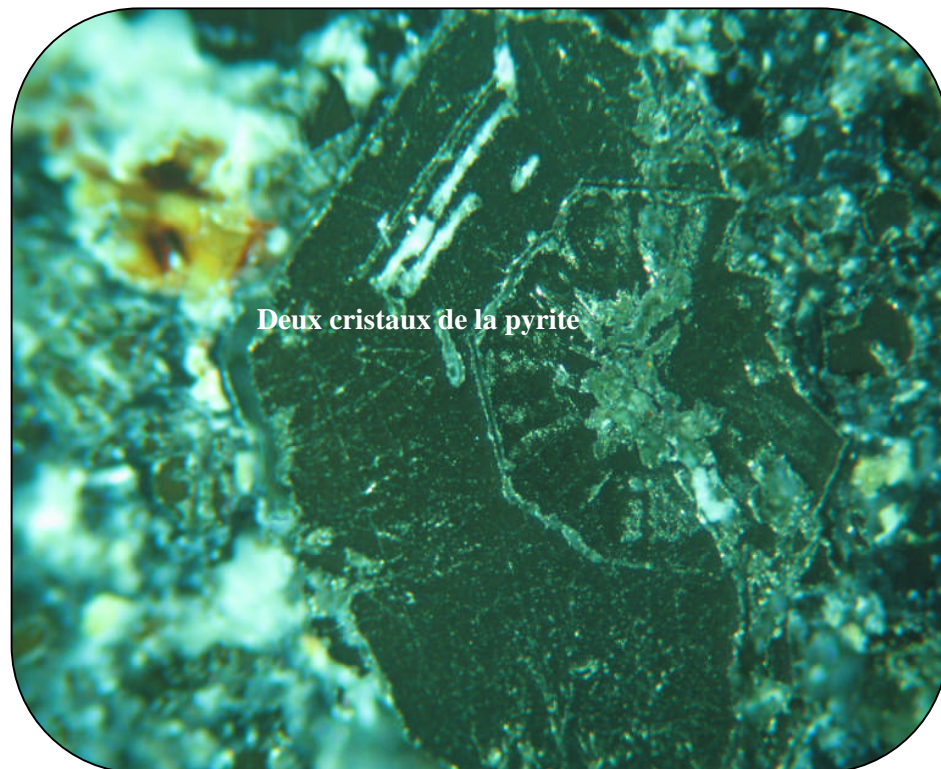


Photo.III.14. montre l'association de deux cristaux automorphes de la pyrite altérées du coté droit (section polie LP, grossissement X10)

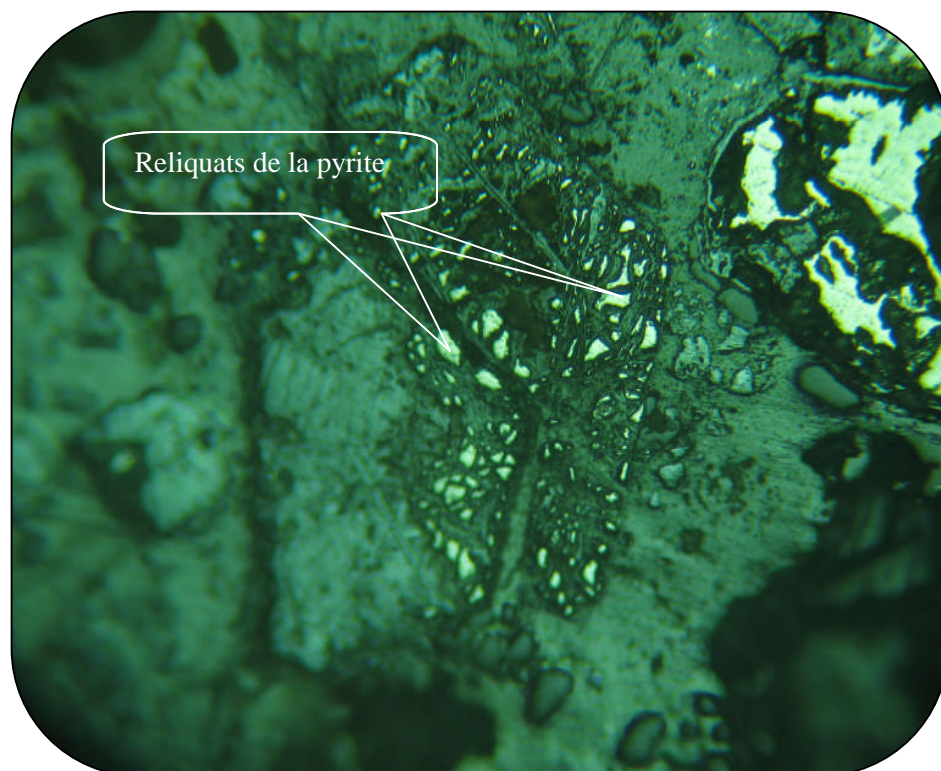


Photo.III.15. montre les reliquats de la pyrite altérée (section polie LN, grossissement X10)

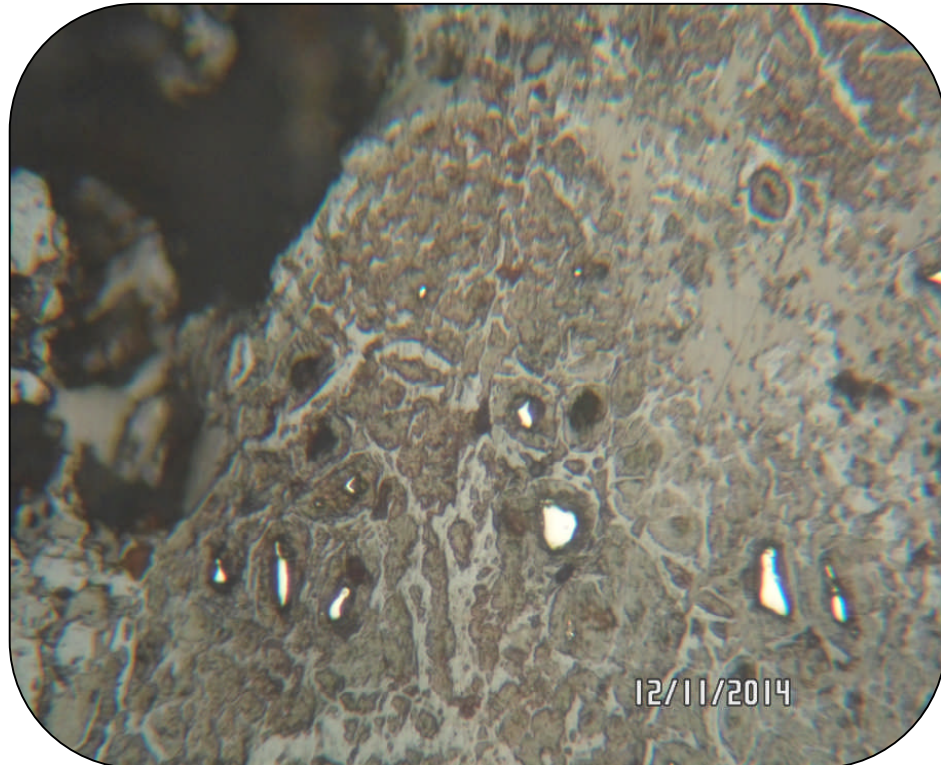


Photo.III.16. montre une structure réticulaire (squelettique) de la pyrite altérée (section polie LN, grossissement X16)

2- La sphalérite (blende, ZnS) :

C'est le deuxième minéral abondant dans les sections polies après la pyrite, elle se présente en cristaux xénomorphes avec une couleur grise et un pouvoir réflecteur faible par rapport à la pyrite (photo III.17). Elle est parfois remplacée par une deuxième sphalérite d'un pouvoir réflecteur plus élevé que la première (photo III.18).

Certains cristaux de la blende ont été transformés (oxydation) donnant naissance à la smithsonite $ZnCO_3$ (photo III.21, 22 et 23).

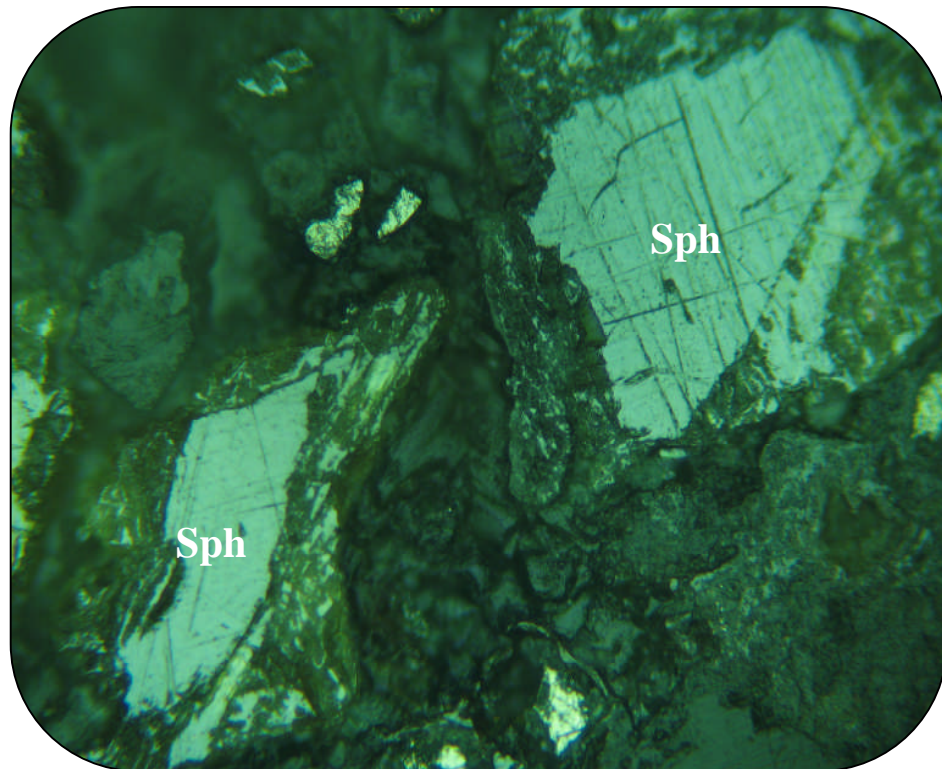


Photo.III.17. montre deux cristaux de la Sphalérite (section polie LN, grossissement X10)

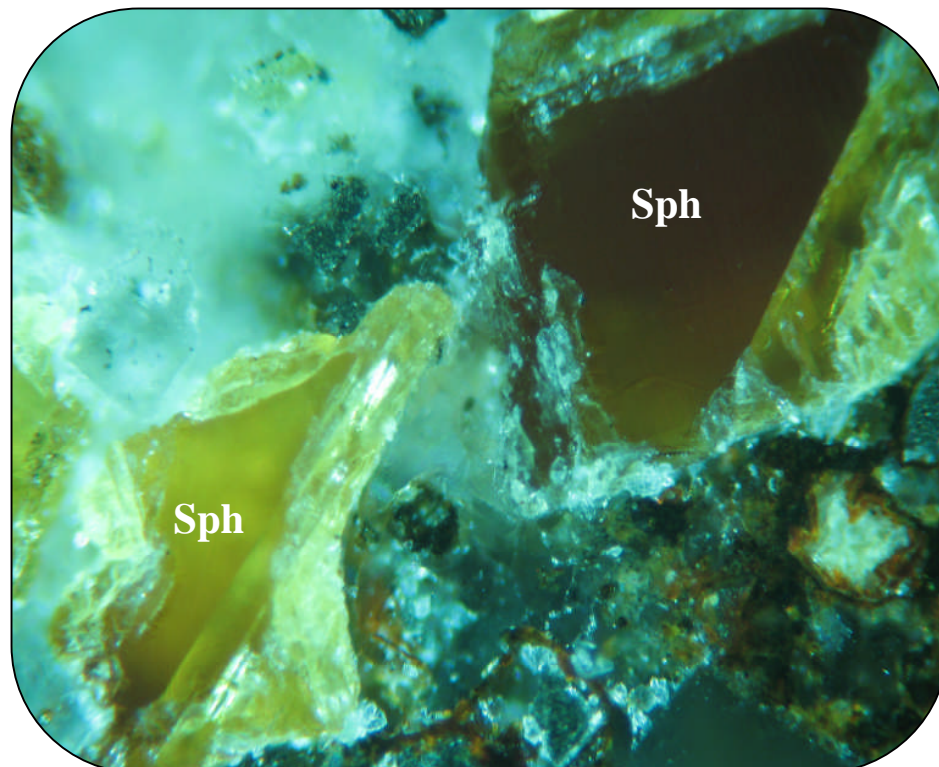


Photo.III.18. montre deux cristaux de la Sphalérite (section polie LP, grossissement X10)

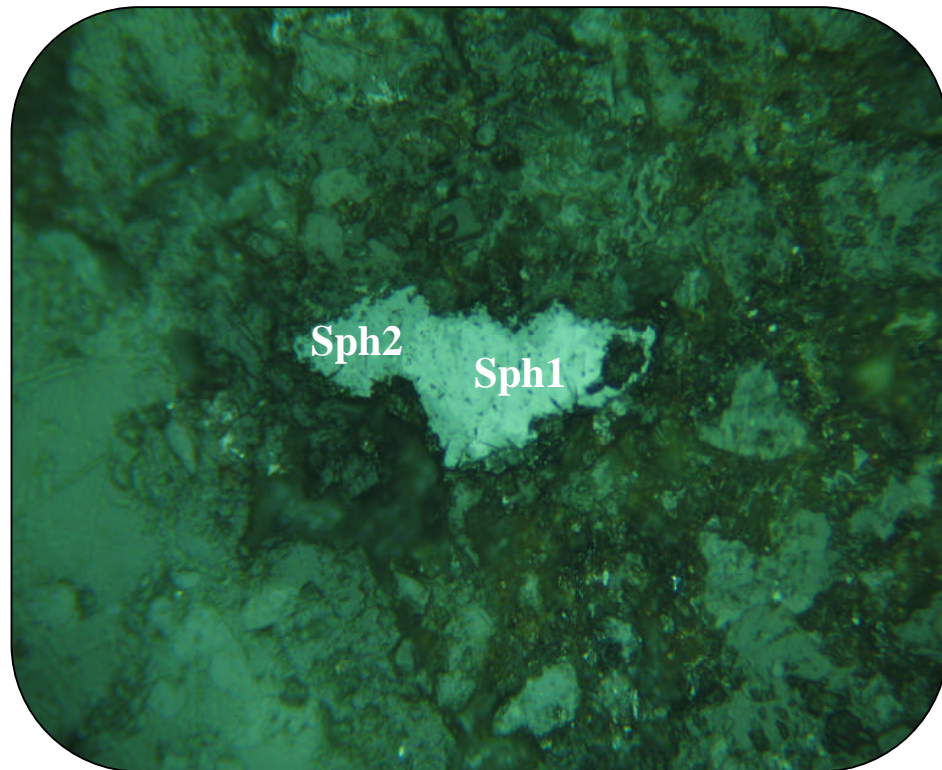


Photo.III.19. montre deux sphalérites avec deux pouvoirs réflecteurs différents (section polie en LN grossissement X16)

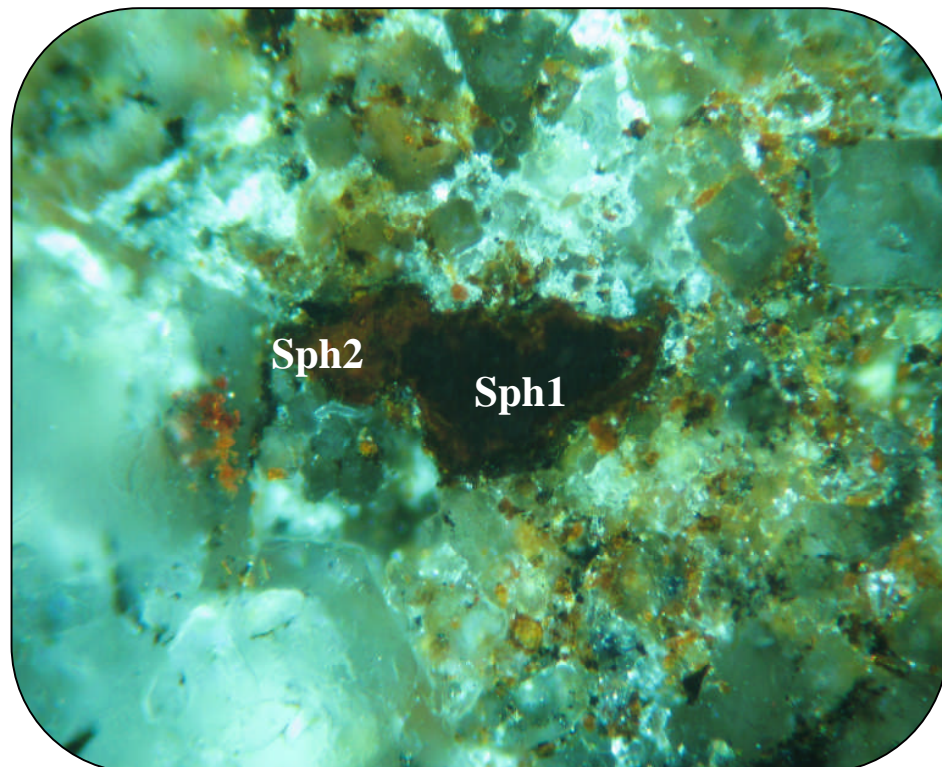


Photo.III.20. Montre deux sphalérites avec deux pouvoirs réflecteurs différents (section polie en LP grossissement X16)

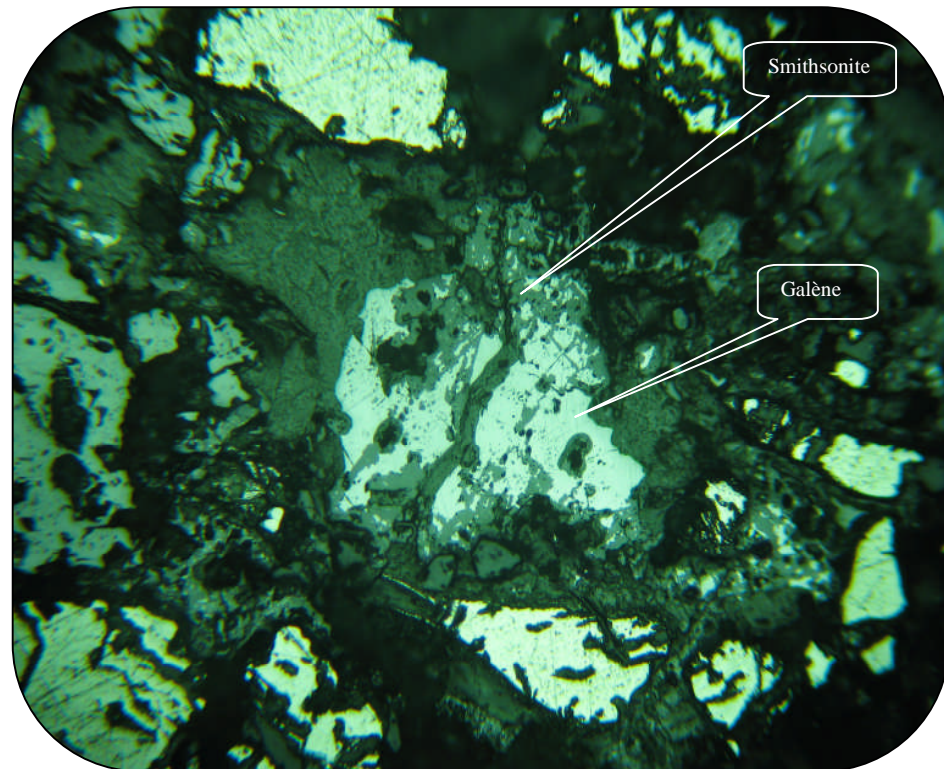


Photo.III.21. montre le remplacement de la blende par la smithsonite (section polie en LN grossissement X10)

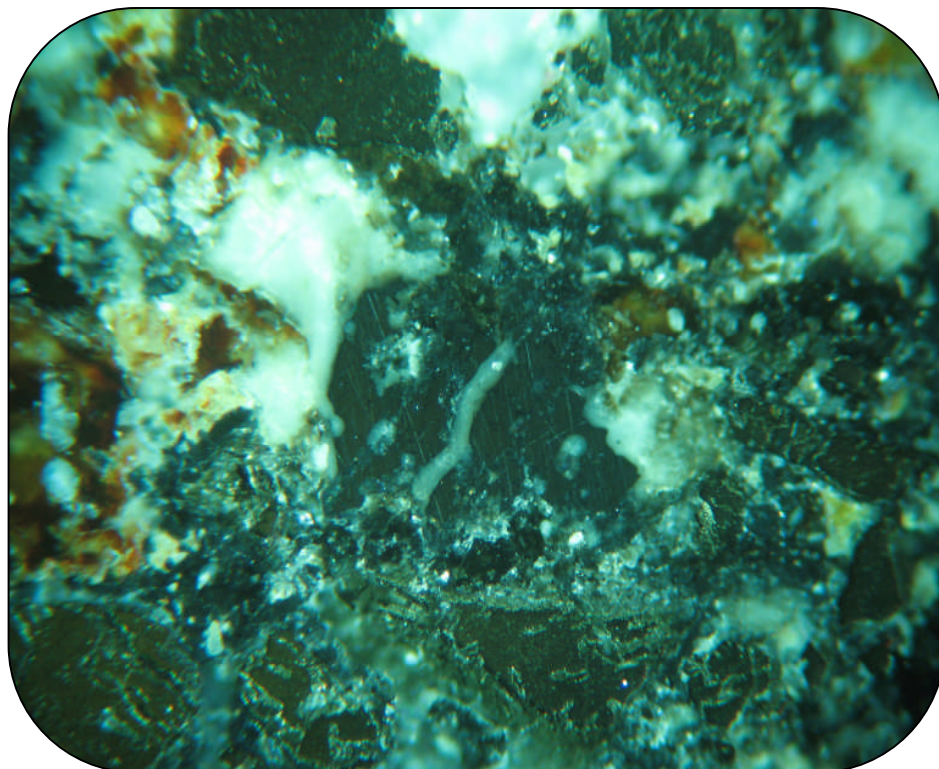


Photo.III.22. montre le remplacement de la blende par la smithsonite (section polie en LP grossissement X10)

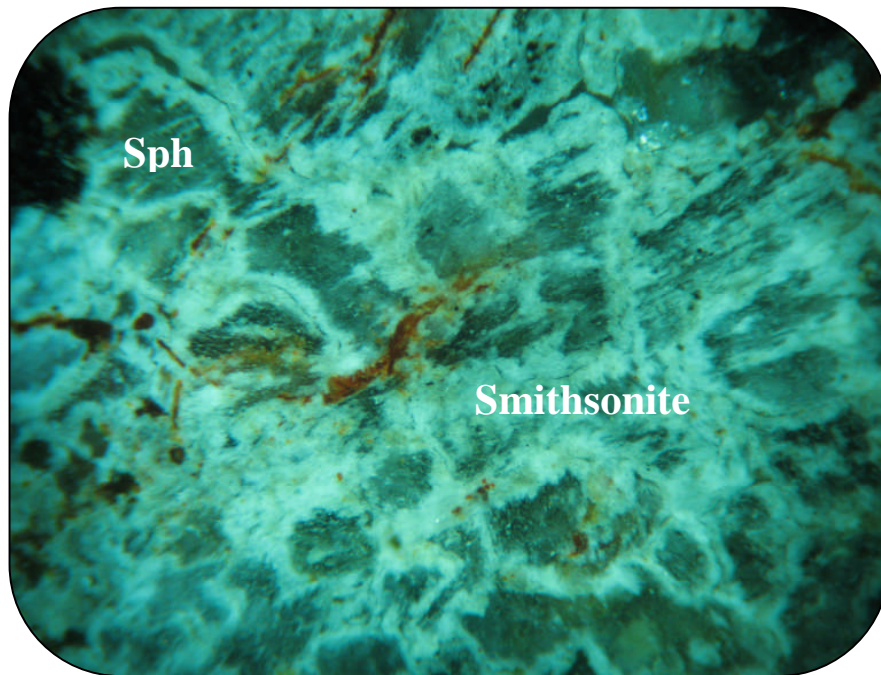


Photo.III.23: montre le remplacement de blende par la smithsonite (lame mince en lumière réfléchie grossissement X 10)

3-La galène (PbS) :

Elle se trouve généralement en cristaux xénomorphes avec des arrachements triangulaires caractéristiques de la galène.

Cette galène montre généralement des auréoles d'altération en cérusite (PbCO_3) sur les bordures et à travers les plans de clivage.

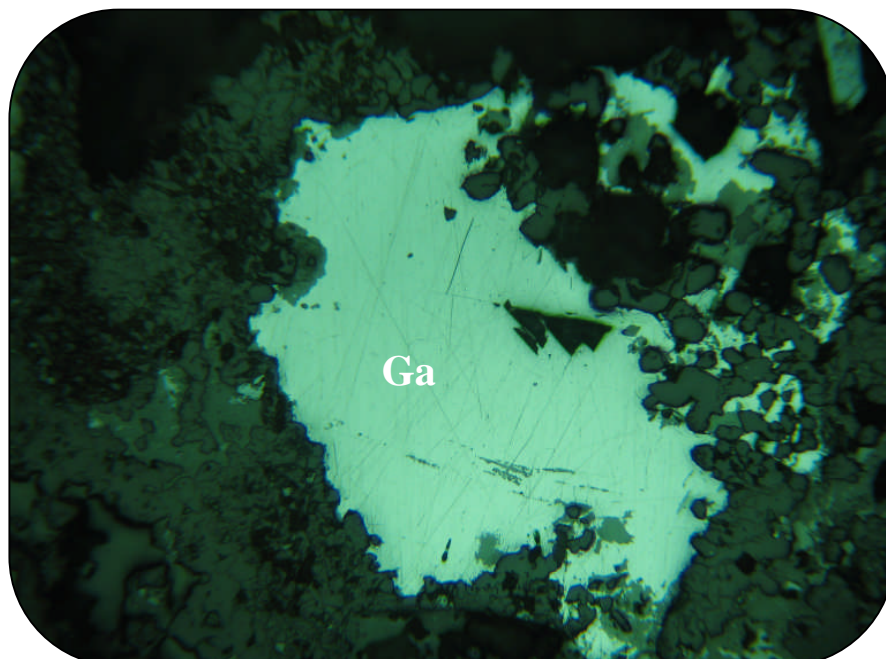


Photo.III.24.montre un cristal de la galène avec des arrachements triangulaires (LN grossissement X20)

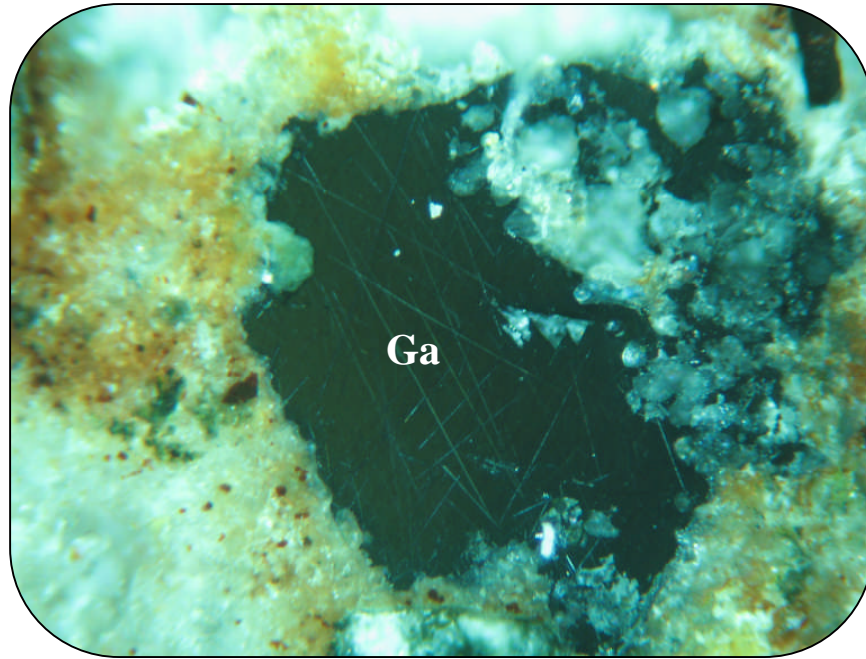


Photo.III.25. montre un cristal de la galène avec des arrachements triangulaires (section polie LP grossissement X10)

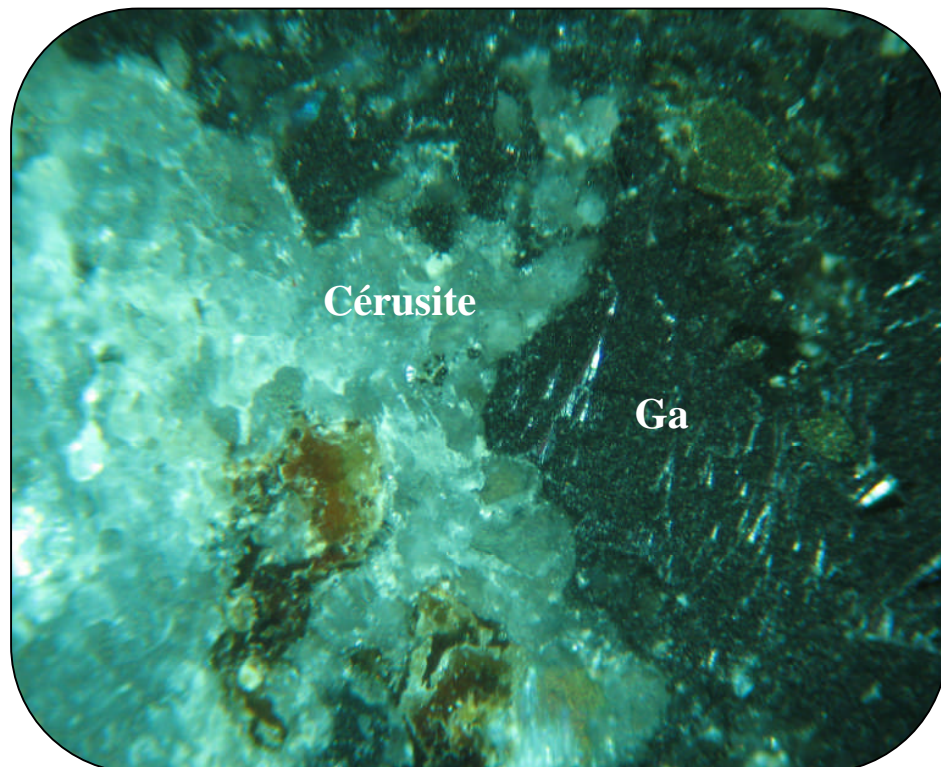


Photo.III.26. montre le remplacement de la galène par la cérusite (lame mince en lumière réfléchie grossissement X10)

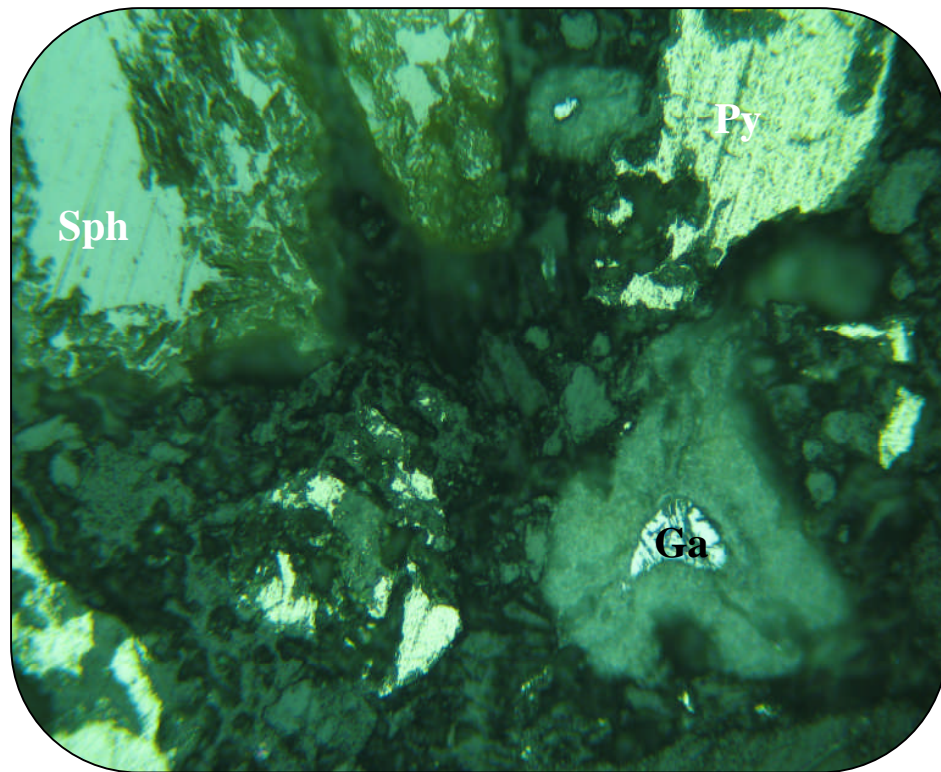


Photo.III.27. montre l'association de la pyrite, sphalérite et galène en LN grossissement X 10

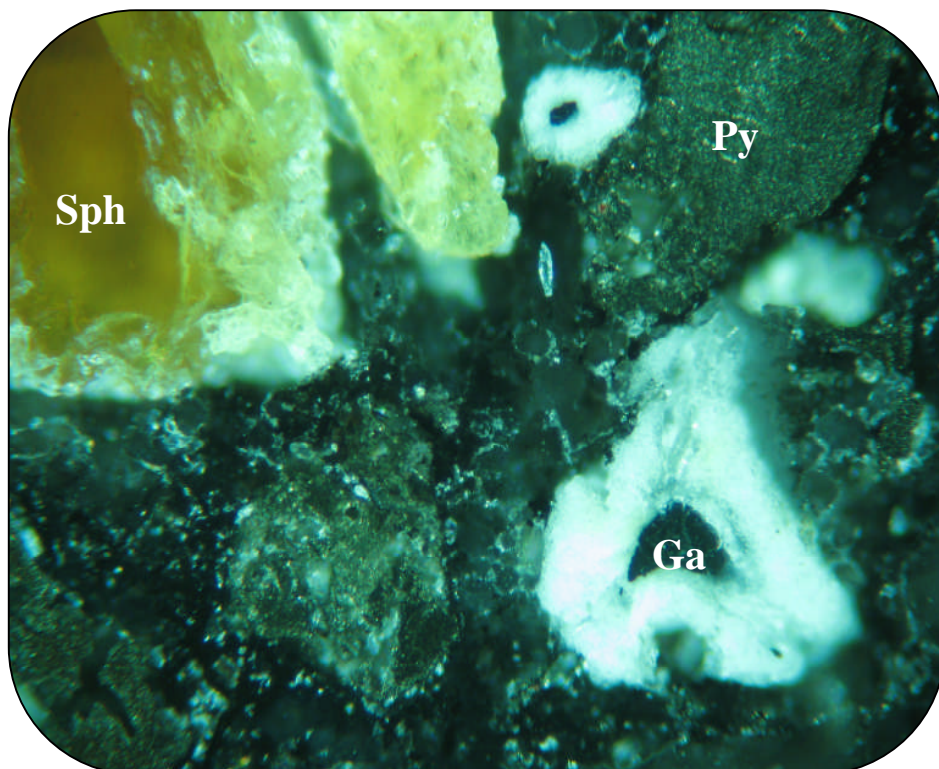


Photo.III.28. montre l'association de la pyrite, sphalérite et galène en LP grossissement X 10

4- **Cuivre gris** ($\text{Cu}_{12}(\text{Sb,As})_4\text{S}_{13}$): Il se présente en grandes plages xénomorphes, de couleur blanche grise (photo III29). Le cuivre gris est altéré en transformant en Azurite $\text{Cu}(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ (photo III 30 et 31).

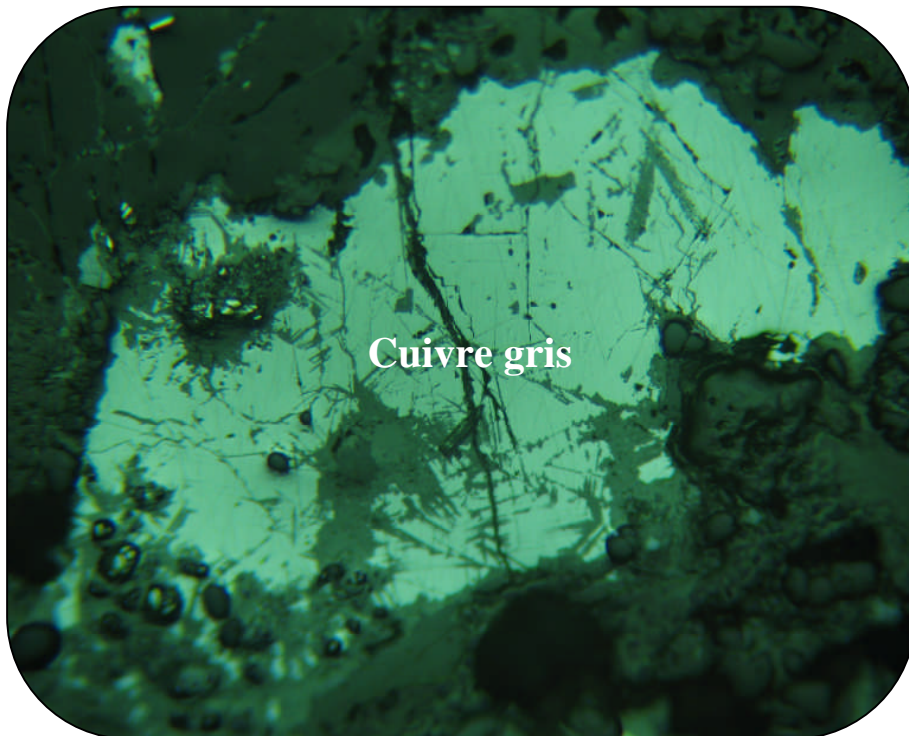


Photo.III.29. montre le cuivre gris en LN grossissement X 10

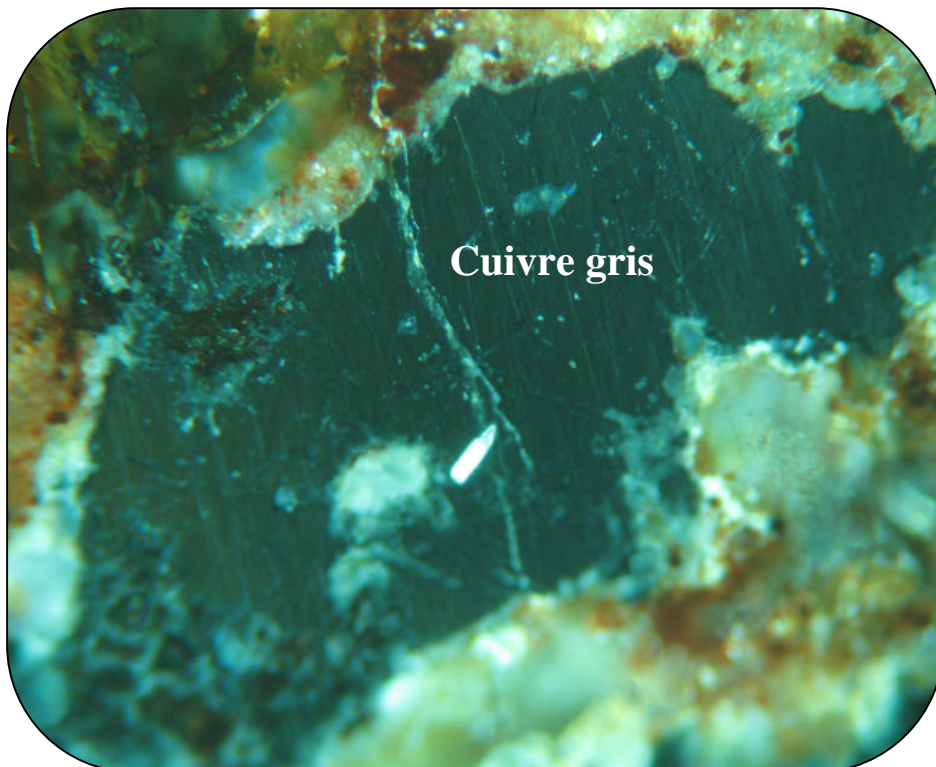


Photo.III.30. montre le cuivre gris en LP grossissement X 10

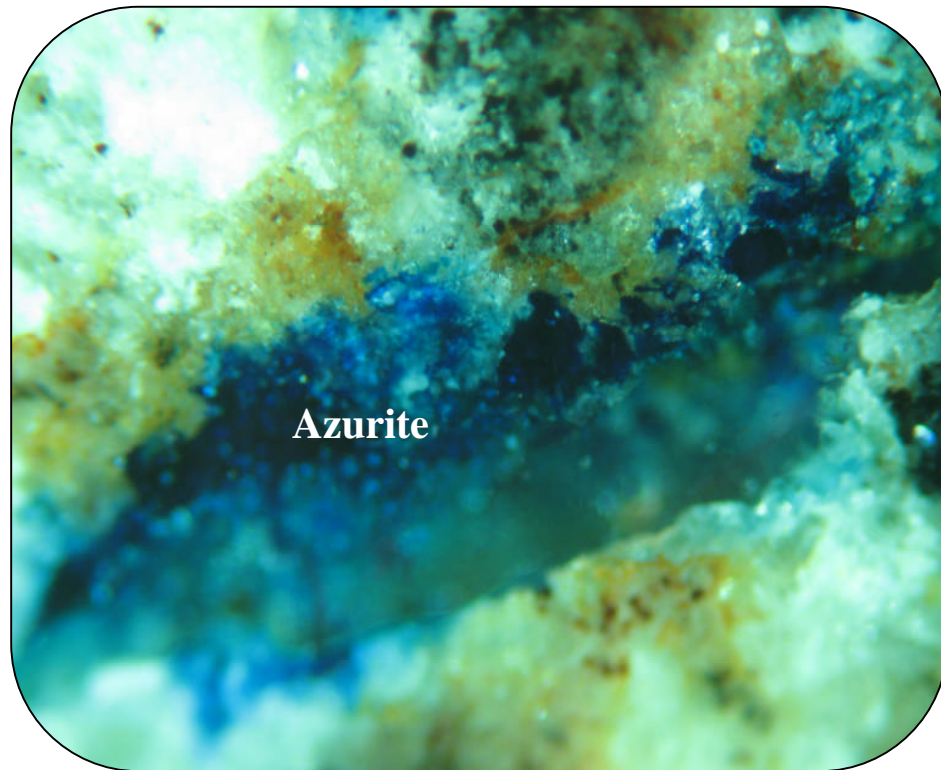


Photo.III.31. montre l'Azurite en LP grossissement X 10

5-l'hématite : Fe_2O_3

Elle se présente en petite baguette disséminée dans la gangue calcitique, elle est de couleur blanche grise avec un pouvoir réflecteur élevé.

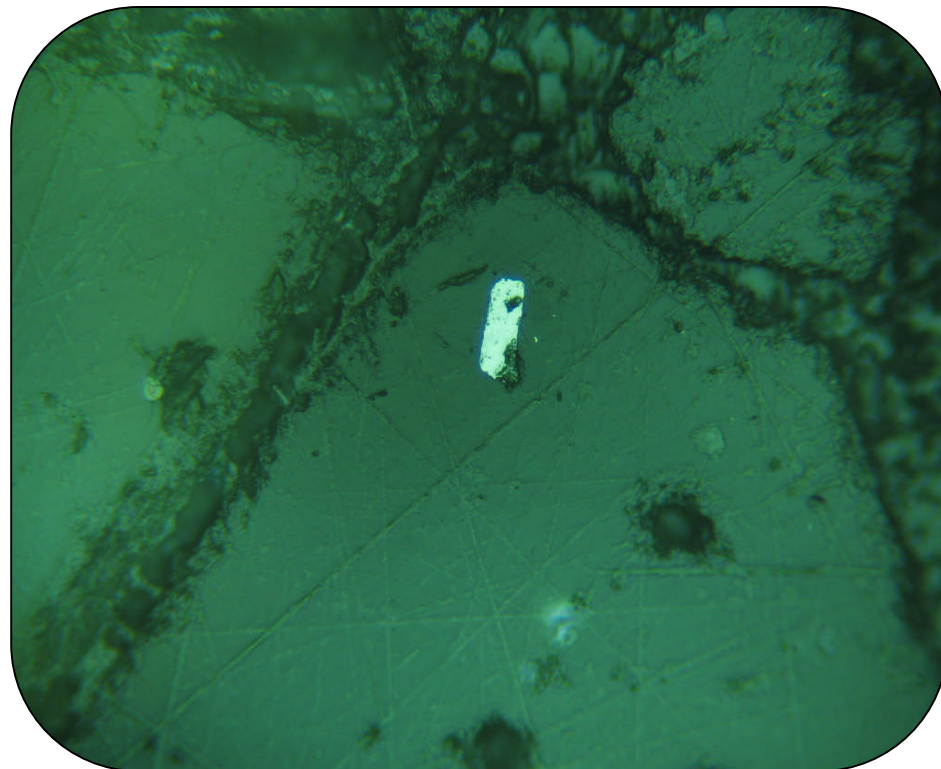


Photo.III.32. montre l'Hématite en petite baguette en LN grossissement X 10

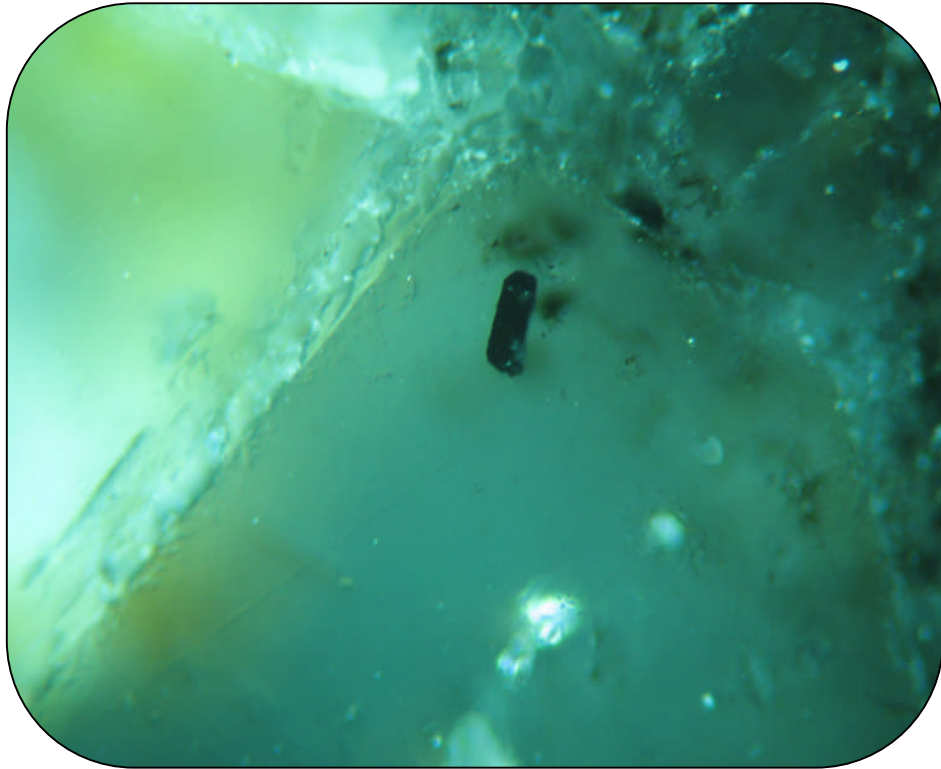


Photo.III.33. montre l'Hématite en petite baguette en LP grossissement X 20

Enfin, dans ce secteur la calcite est le minéral de la gangue. Elle se présente sous deux générations avec une calcite diagenétique et une calcite de recristalisation dans les fissures en recoupant la calcite primaire.

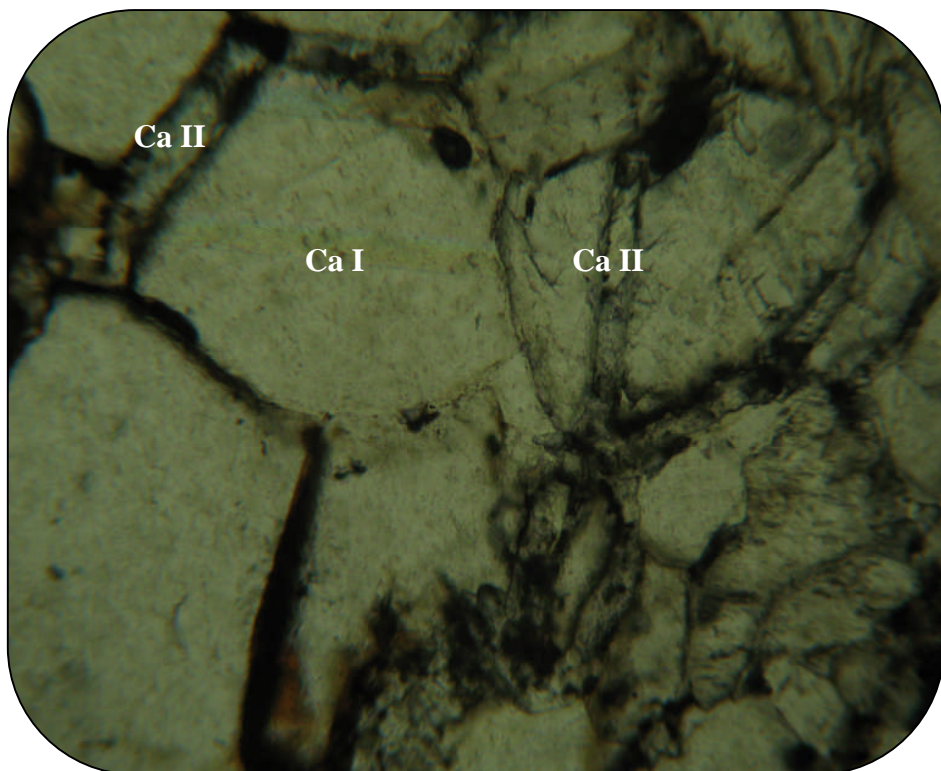


Photo.III.34. montre la calcite primaire et recristallisée (lame mince en LPNA grossissement X 10)

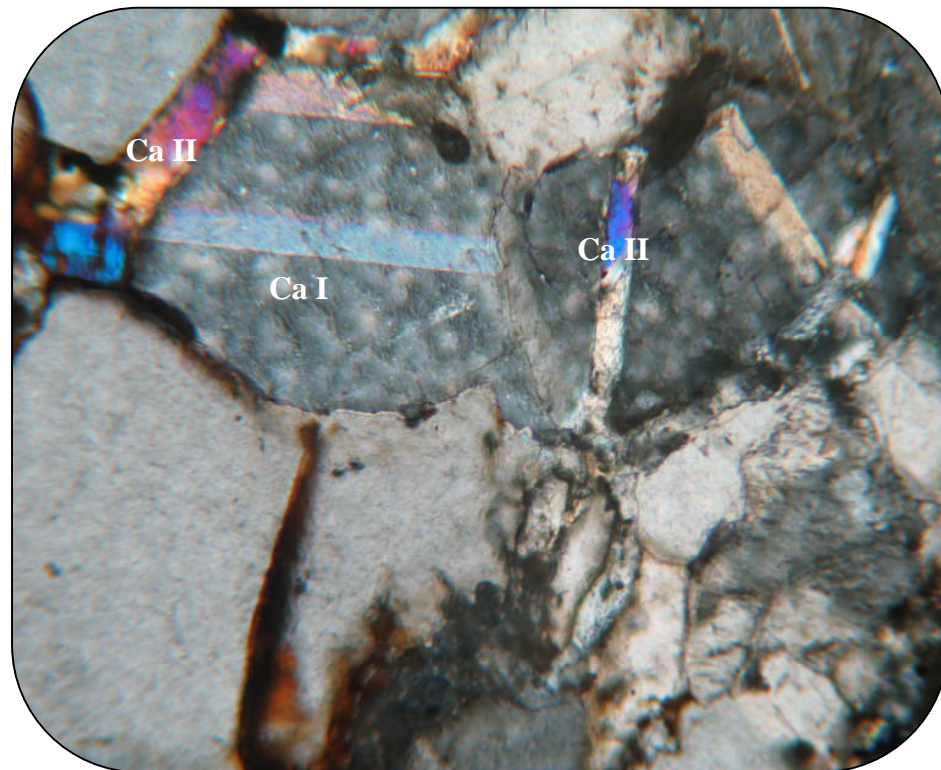


Photo.III.35. montre la calcite primaire et recristallisée (lame mince en LPA grossissement X 10)

L'étude des sections polies montre généralement que la minéralisation occupe des fissures dont on a une veinule avec un remplissage tardif par l'hématite et la pyrite (photo III36 et 37).

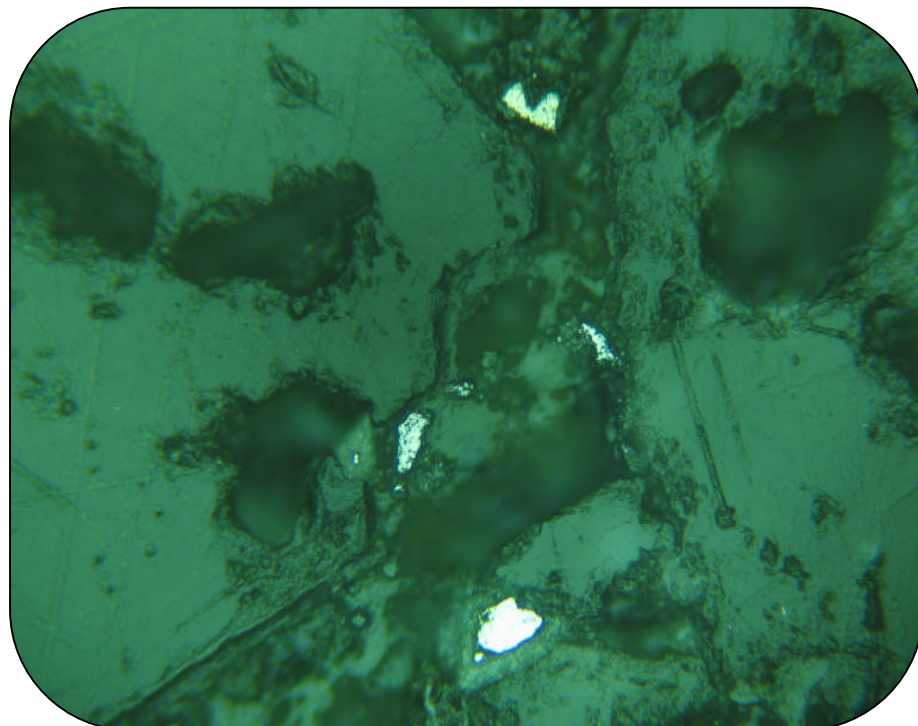


Photo.III.36. montre une veinule avec remplissage de la minéralisation de la pyrite et l'hématite en LN grossissement X20

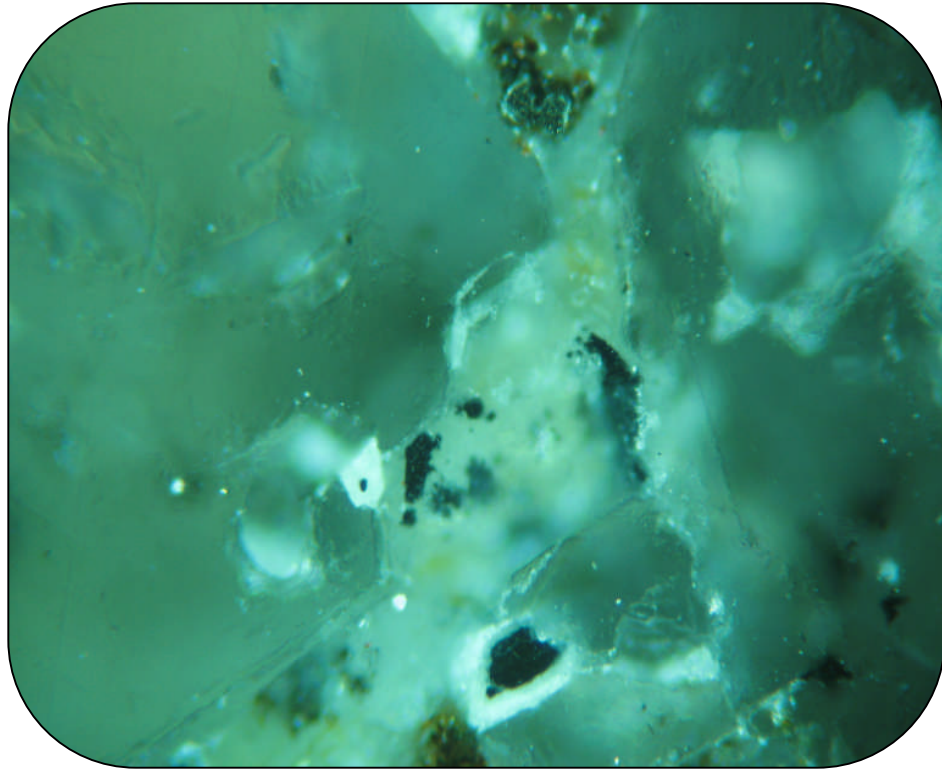


Photo.III.37. montre une veinule avec remplissage de la minéralisation primaire la pyrite et l'hématite en LP grossissement X20

III.2.2.2. Résultats des analyses chimiques :

Les analyses chimiques ont été effectuées selon la méthode ICP-MS and ICP-AES sur quatre échantillons par lesquelles on a fait l'étude microscopique, ce sont AZK1, AZK2, AZK3 et AZ35.

Les résultats des analyses chimiques ont été représentés sous formes des graphiques.

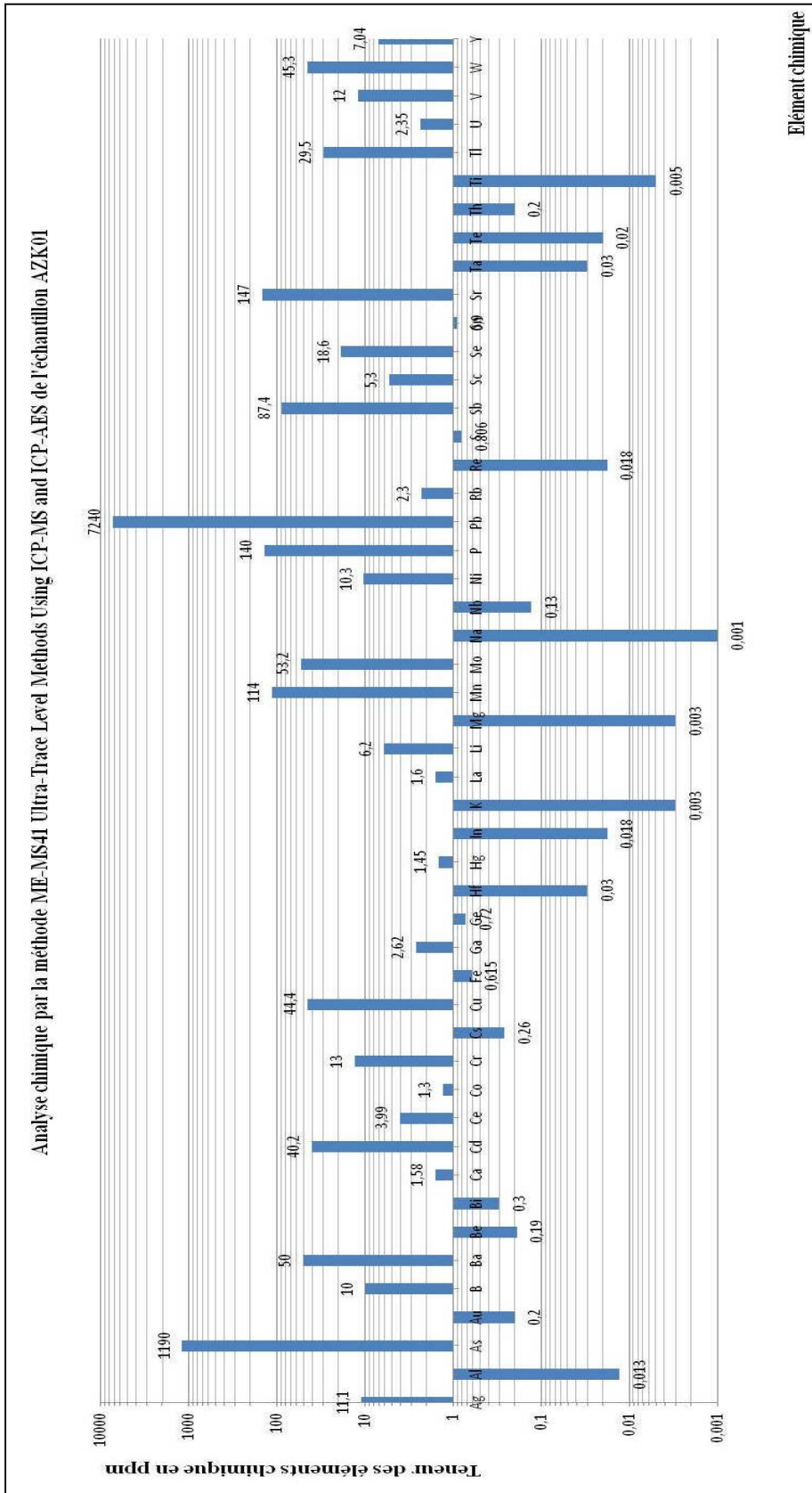


Fig III.2. Histogramme des teneurs des éléments chimiques de l'échantillon AZK1

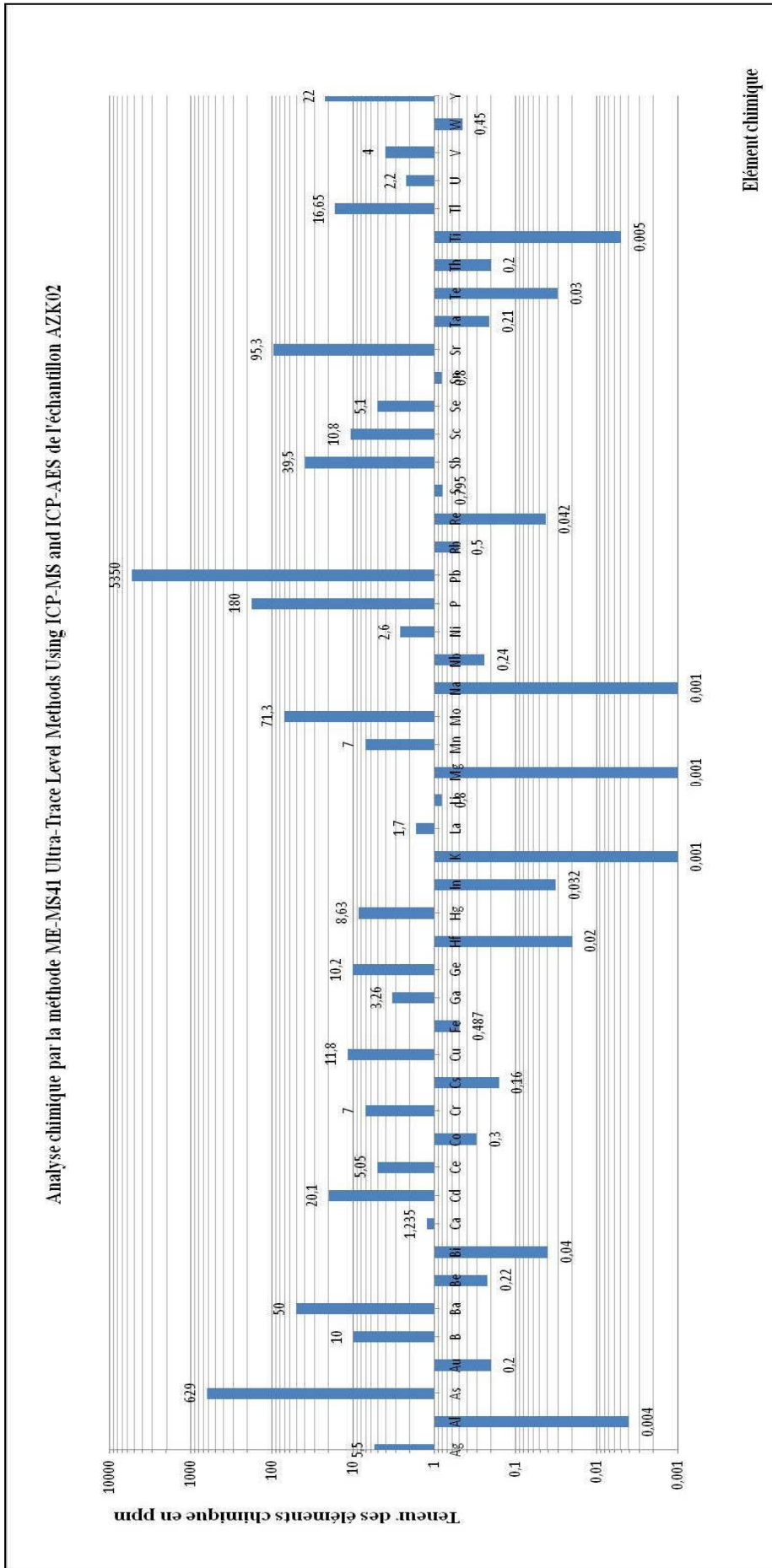


Fig III.3. Histogramme des teneurs des éléments chimiques de l'échantillon AZK2

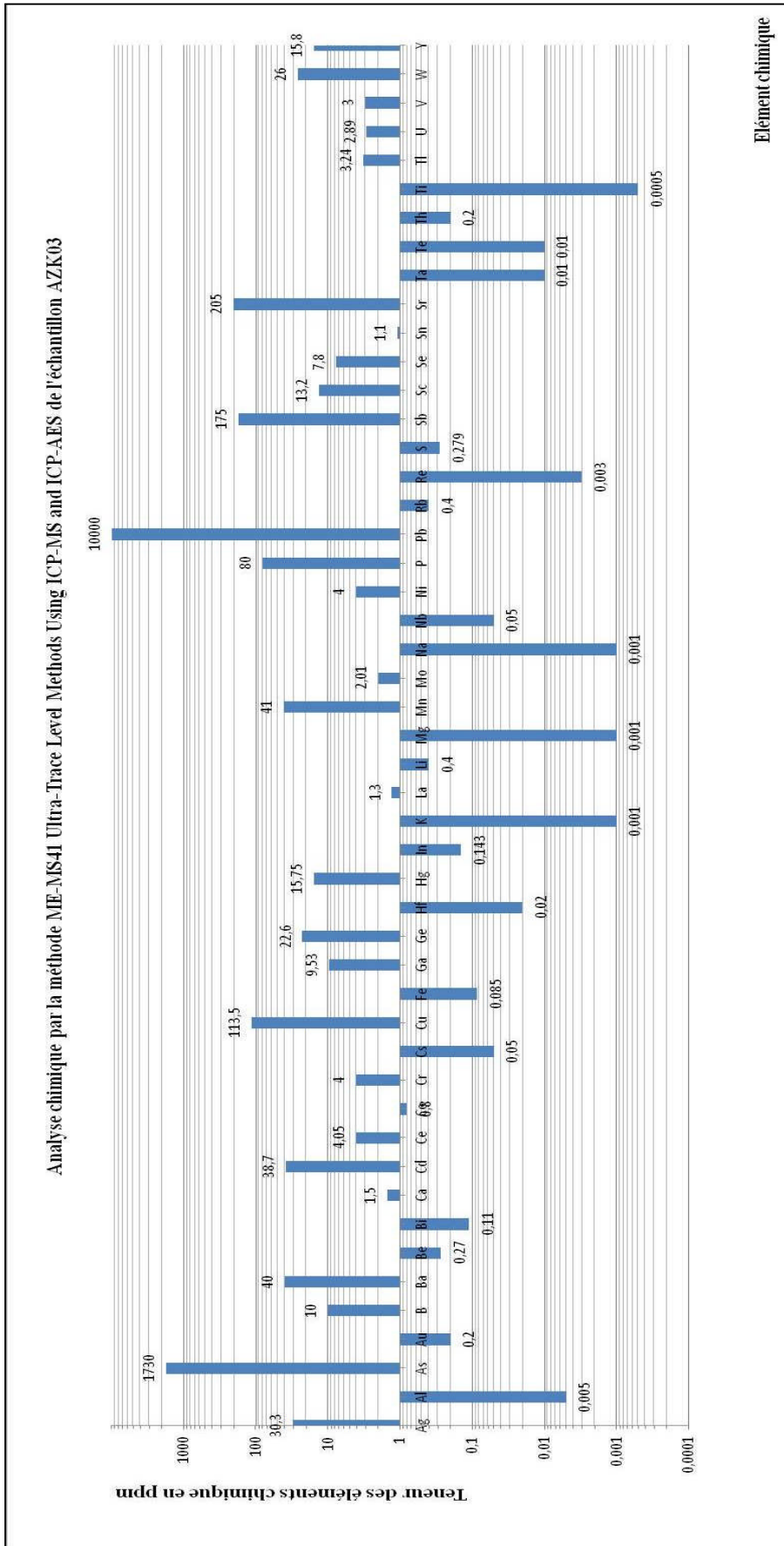


Fig III.4. Histogramme des teneurs des éléments chimiques de l'échantillon AZK3

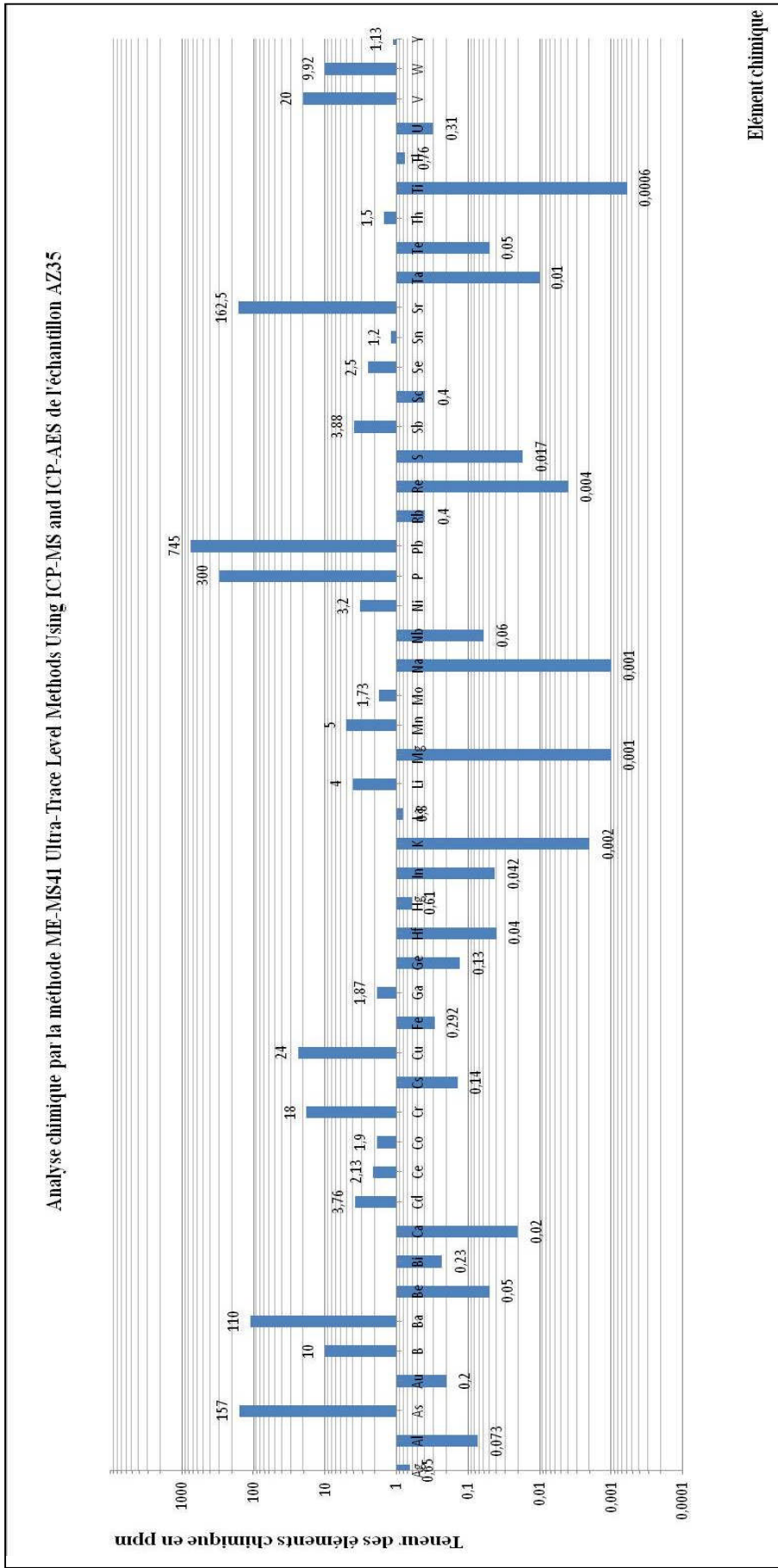


Fig III.5. Histogramme des teneurs des éléments chimiques de l'échantillon AZ35

L'examen des résultats de ces analyses confirment l'étude microscopique faite sur les sections polies et les lames minces dont les teneurs élevées de quelques éléments chimiques tels que ; Fe, Pb, Zn, Cu, As, Ca et S sont dues à l'abondance des minéraux suivants :

Elément chimique	Minéral
Fe	Pyrite, hématite
Pb	Galène, Cérusite
Zn	Blende, Smithsonite
Cu	Cuivre gris, Azurite
As	Cuivre Gris
Ca	Calcite
S	Les sulfures

Notant que la smithsonite est un minéral souvent accompagné de traces de : Fe; Co; Cu; Mn; Ca; Cd; Mg; In.

La teneur élevée de l'élément As est due à l'altération du cuivre gris (minerai primaire) observé au microscope métallographique dans les sections polies donnant naissance à des minéraux secondaires tels que l'azurite et la malachite avec libération de l'Arsenic qui se trouve en abondance dans les résultats des analyses chimiques.

III.2.2.4 Résultats des analyses minéralogiques par les rayons X :

Trois échantillons ont été destinés aux analyses minéralogiques par les rayons X, dont les résultats obtenus ont montré ce qui suit :

a. Résultats des rayons X pour l'échantillon AZK2 :

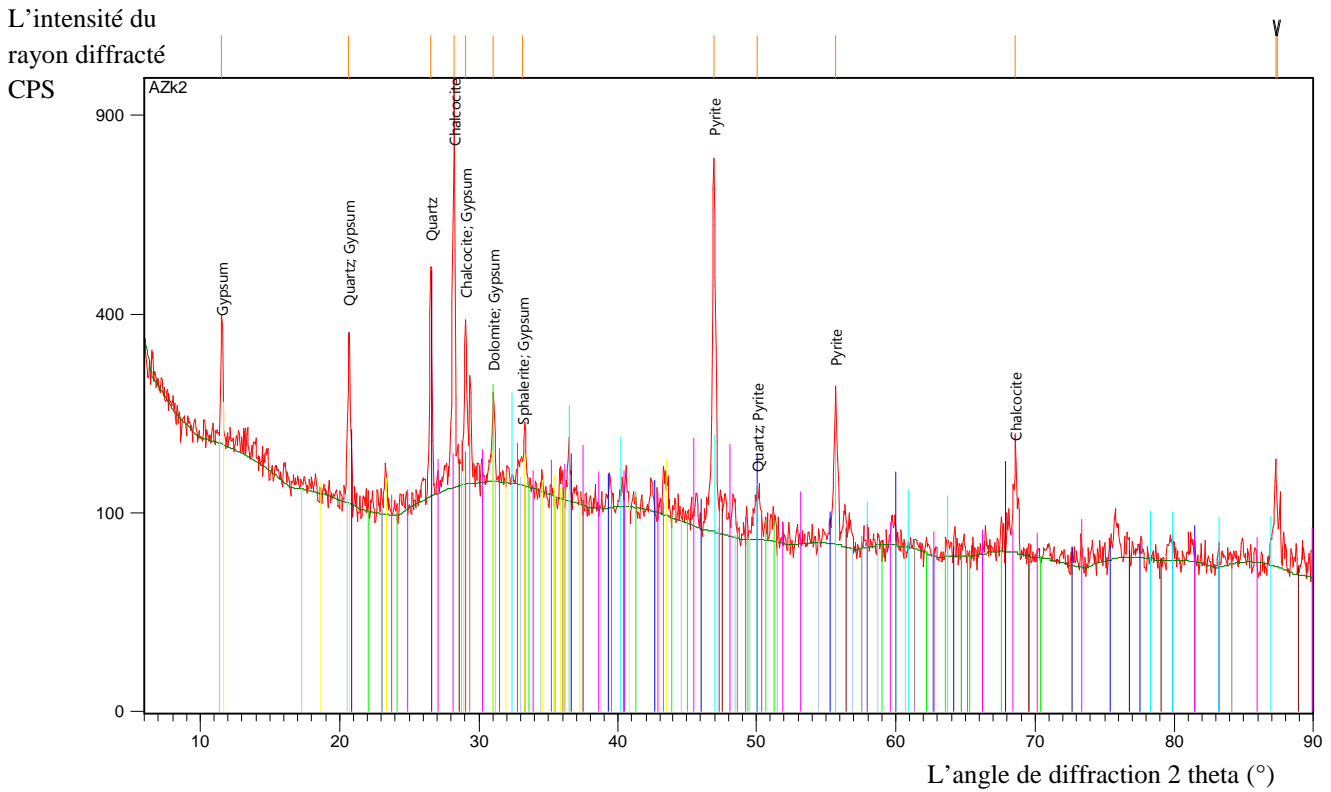


Fig.III.6. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK2

Identified Patterns List:

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-001-0649	28	Quartz	0,000	0,366	Si O ₂
*	00-005-0622	34	Dolomite	0,000	0,135	Ca Mg (C O ₃) ₂
*	00-001-0837	15	Calcite	0,000	0,063	Ca C O ₃
*	00-001-0792	16	Sphalerite	0,000	0,032	Zn S
*	00-002-1366	21	Pyrite	0,000	0,138	Fe S ₂
*	00-002-1272	11	Chalcocite	0,000	0,100	Cu ₂ S
*	00-003-0044	24	Gypsum	0,000	0,062	Ca S O ₄ !2 H ₂ O

Tableau III.3 : composition minéralogique de l'échantillon AZK2 d'après les rayons X

Plot of Identified Phases:

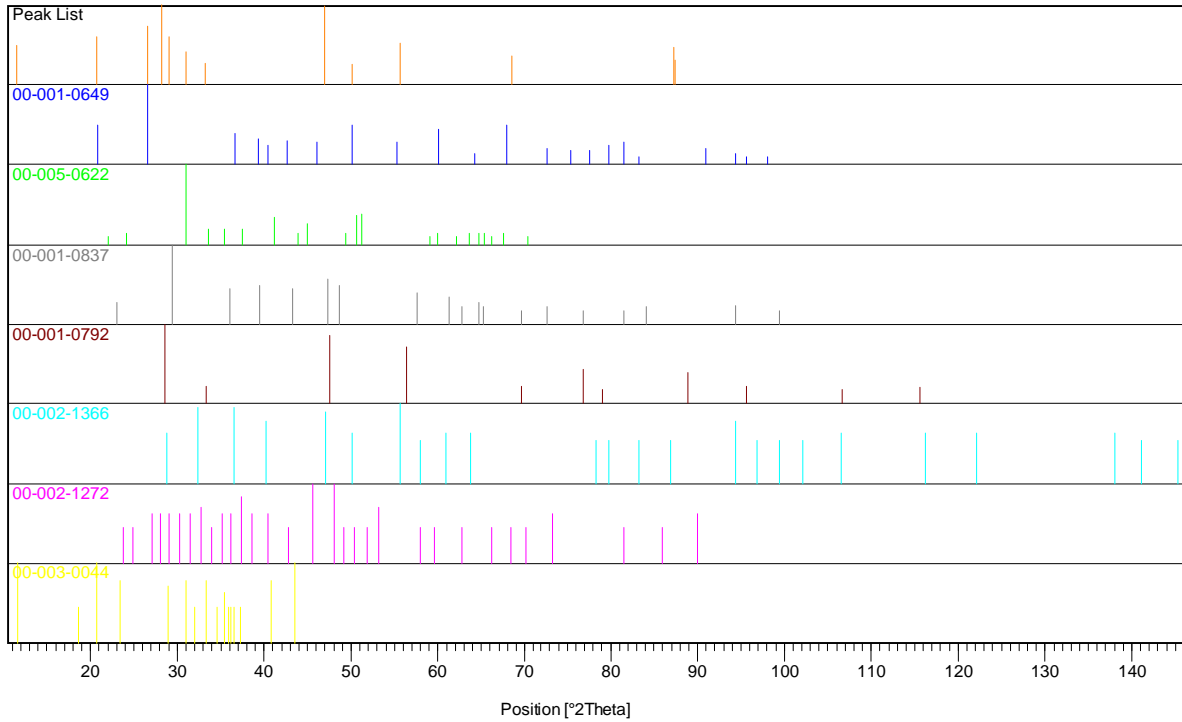


Fig.III.7. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK2

b. Résultats des rayons X pour l'échantillon AZK3 :

L'intensité du
rayon diffracté
CPS

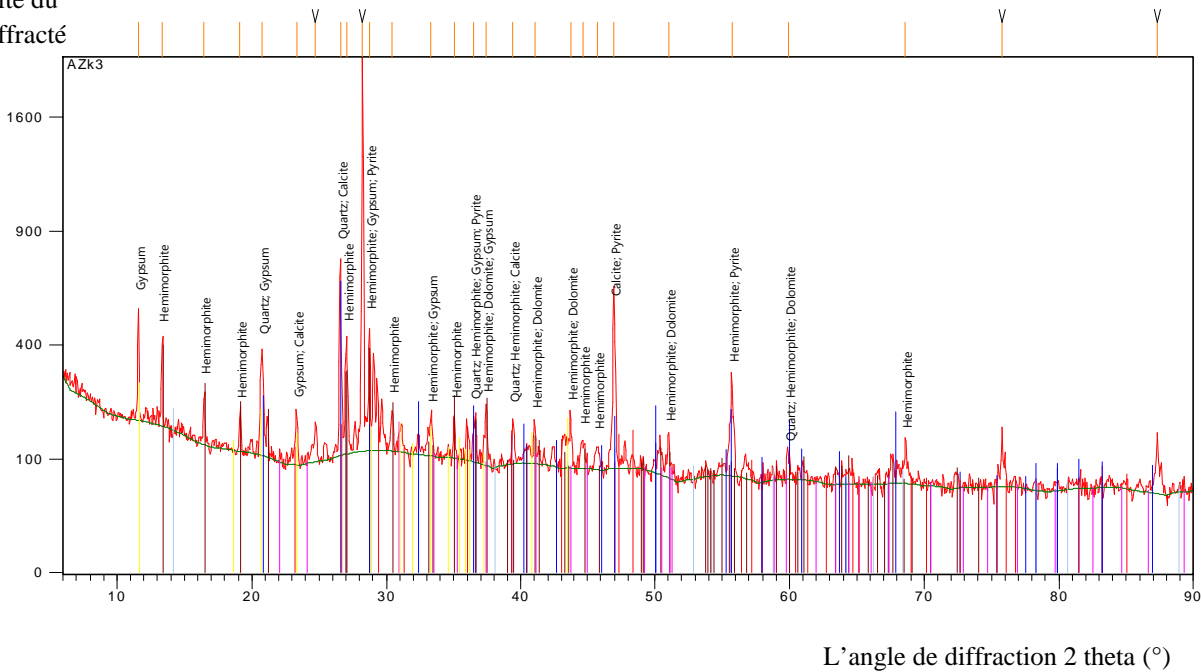


Fig.III.8. résultat des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK3

Identified Patterns List:

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-001-0649	30	Quartz	0,000	0,267	Si O ₂
*	00-005-0555	45	Hemimorphite	0,000	0,133	Zn ₄ Si ₂ O ₇ (O H) ₂ ! H ₂ O
*	00-011-0078	14	Dolomite	0,000	0,030	Ca Mg (C O ₃) ₂
*	00-003-0044	29	Gypsum	0,000	0,049	Ca S O ₄ !2 H ₂ O
*	00-003-0596	14	Calcite	0,000	0,051	Ca C O ₃
*	00-002-1366	20	Pyrite	0,000	0,064	Fe S ₂

Tableau III.4 : composition minéralogique de l'échantillon AZK3 d'après les rayons X

Plot of Identified Phases:

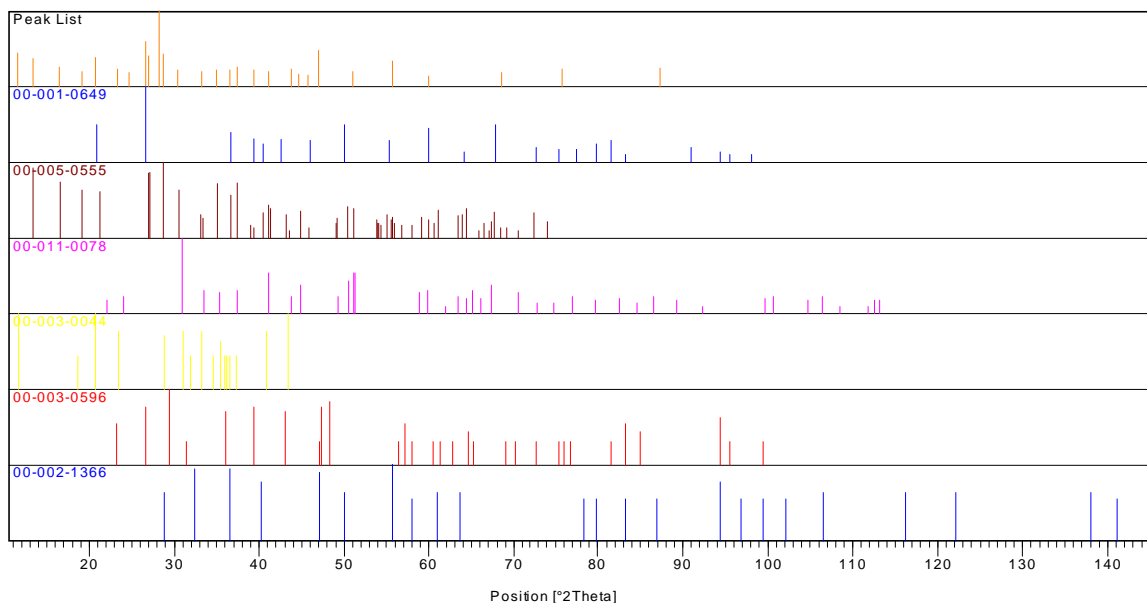


Fig.III.9. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK3

c. Résultats des rayons X pour l'échantillon AZK35 :

L'intensité du rayon diffracté CPS



L'angle de diffraction 2 theta (°)

Fig.III.10. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour AZK35

Identified Patterns List:

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-005-0490	48	Quartz, low	0,000	0,288	Si O2
*	00-006-0502	19	Hematite	0,000	0,016	Fe2 O3
*	00-002-0272	15	Goethite	0,000	0,030	Fe2 O3 ! H2 O
*	00-007-0347	14	Argentopyrite	0,000	0,099	Ag Fe2 S3
*	00-011-0682	15	Azurite	0,000	0,033	Cu3 (C O3)2 (O H)2
*	00-001-0628	13	Aragonite	0,000	0,033	Ca C O3
*	00-002-0105	35	Kaolinite	0,000	0,060	H4 Al2 Si2 O9
*	00-003-0014	30	Montmorillonite	0,000	0,034	Mg O ! Al2 O3 !5 Si O2 !x H2 O

Tableau III.5 : composition minéralogique de l'échantillon AZK35 d'après les rayons X

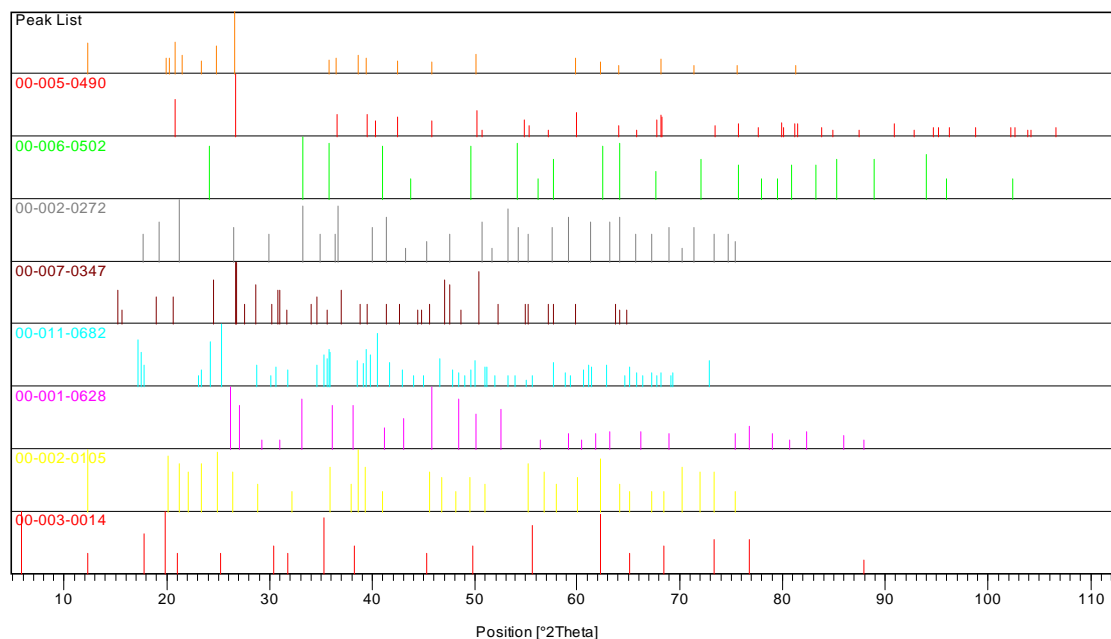
Plot of Identified Phases:

Fig.III.11. résultats des analyses minéralogiques par les rayons X pour l'échantillon AZK35

Commentaire :

L'examen des résultats des analyses minéralogiques par les rayons X confirme l'étude microscopique des sections polies dont ils montrent une composition minéralogique représentée essentiellement par : la pyrite, sphalérite, hématite, quartz, calcite, dolomite, azurite et gypse ainsi ils ont mis en évidence la présence de la goethite, chalcocite et hémimorphite avec la présence des minéraux argileux tels que : la kaolinite, Montmorillonite.

La succession paragénetique est résumée dans le tableau suivant :

	Diagénetique	Epigénétique	Supergène	
Calcite	X	X		
Pyrite		X		
Blende		X		
Galène		X		
Cuivre gris		X		
Smithsonite			X	
cérusite			X	
azurite			X	
hématite			X	

Tableau III.3 : succession paragénetique probable de la minéralisation d'Azerou El Kebir

III.2.2.4 Conclusion générale sur la minéralisation :

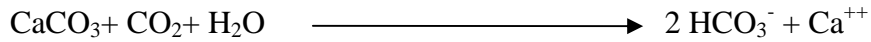
Au terme de ce chapitre qui a porté sur l'étude géologique des minéralisations d'Azerou El Kebir un certain nombre de conclusions peuvent être ainsi dégagées:

- L'examen du tableau de la succession paragénetique, nous a permis de distinguer trois grandes phases ;

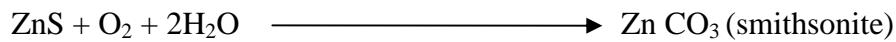
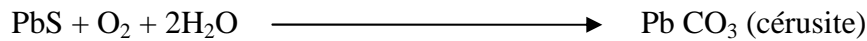
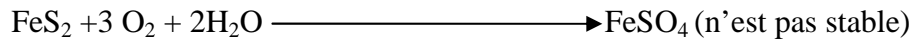
1. une phase diagénetique, dans laquelle on trouve de la calcite.
2. Une grande phase épigénétique, caractérisée par les minéraux primaires tels que ; la pyrite, la blende, la galène et le cuivre gris.
3. Enfin une dernière phase supergène durant laquelle se forment tous les minéraux supergènes tels que ; la smithsonite, la cérusite, l'azurite, l'hématite et le gypse.

- La formation du gypse qui se trouve avec des quantités importantes sous forme de couches couvrant les calcaires peut être expliquée comme suit :

La présence des calcaires dolomitiques fracturés permettent à la circulation des eaux météoriques conduisant à la dissolution des calcaires :



Dans la partie supérieure de la zone minéralisée située entre la surface du sol et le niveau hydrostatique, les minerais primaires (la pyrite, sphalérite, galène et le cuivre gris) subissent une forte altération sous l'action de la circulation des eaux météoriques, aboutissant à la formation d'enrichissements secondaires en oxydes, hydroxydes, carbonates, sulfates.



Le Ca^{++} libéré de la dissolution des calcaires et le SO_4^- libéré de l'oxydation des minerais primaires de soufre se combinent en donnant naissance au gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en contact avec les calcaires.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail a été élaboré dans le cadre du mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère en géologie, option Géologie appliquée et ressources minérales.

Au terme de ce mémoire, on a essayé à répondre aux plusieurs questions posés préalablement soit sur le plan géologique et structural ou métallogéniques.

La chaîne des Azerous (chaîne des bibans) a fait l'objet de plusieurs débats entre les géologues soit sur la géologie ou la mise en place de cette chaîne. Elle a été également considérée comme une zone marquée par la présence d'une minéralisation de Pb et de Zn, où aucune étude sérieuse n'a été consacrée pour mettre en évidence cette minéralisation.

Avant de revenir sur les points dégagés de ce mémoire, je rappelle que ce travail s'est engagé sur un terrain relativement vierge du point de vue études métallogéniques.

Les résultats de ce travail, ont montré que la chaîne d'Azerou Sghir est dépourvue des indices de minéralisations, seulement la présence des gypses nappant les voutes des karsts situés sur le prolongement de la faille inverse principale responsable de la mise en évidence des Azerous dont la présence de ces gypses pose un problème sur son origine.

Quant au Azerou El Kebir, les résultats des différents travaux réalisés (section polies, lames minces, analyses chimiques et rayon X) ont montré que la partie Nord de cette chaîne présente des indices de minéralisation polymétalliques riche en Pb, Zn et Fe, représentés essentiellement par la pyrite, la galène, la blende, cuivre gris, smithsonite, cérusite, l'azurite et l'hématite.

D'après les résultats obtenus ainsi les constatations faites sur le terrain, la minéralisation de la chaîne d'Azerou El Kebir est probablement d'origine hydrothermale contrôlée par un accident tectonique.

De ce que précède, les indices de surface montrent que ce secteur présente une minéralisation polymétallique où des études approfondies et des investigations en profondeur méritent d'être réalisés et qui pourront mettre en évidence une minéralisation importante.

ANNEXE

**Tableaux des résultats des analyses chimiques
Echantillon AZK01**

	élément chimique	valeur en ppm		élément chimique	valeur en ppm
Silver	Ag	11,1	Molybdenum	Mo	53,2
Aluminium	Al	1300	Sodium	Na	100
Arsenic	As	1190	Niobium	Nb	0,13
Gold	Au	0,2	Nickel	Ni	10,3
Boron	B	10	Phosphorus	P	140
Barium	Ba	50	Lead	Pb	7240
Beryllium	Be	0,19	Rubidium	Rb	2,3
Bismuth	Bi	0,3	Rhenium	Re	0,018
Calcium	Ca	158000	Sulphur	S	80600
Cadmium	Cd	40,2	Antimony	Sb	87,4
Cerium	Ce	3,99	Scandium	Sc	5,3
Cobalt	Co	1,3	Selenium	Se	18,6
Chromium	Cr	13	Tin	Sn	0,9
Cesium	Cs	0,26	Strontium	Sr	147
Copper	Cu	44,4	Tantalum	Ta	0,03
Iron	Fe	61500	Tellurium	Te	0,02
Gallium	Ga	2,62	Thorium	Th	0,2
Germanium	Ge	0,72	Titanium	Ti	50
Hafnium	Hf	0,03	Thallium	Tl	29,5
Mercury	Hg	1,45	Uranium	U	2,35
Indium	In	0,018	Vanadium	V	12
Potassium	K	300	Tungsten	W	45,3
Lanthanum	La	1,6	Yttrium	Y	7,04
Lithium	Li	6,2	Zinc	Zn	10000
Magnesium	Mg	300	Zirconium	Zr	0,7
Manganese	Mn	114			

ANNEXE

Echantillon AZK02

	élément chimique	valeur en ppm		élément chimique	valeur en ppm
Silver	Ag	5,5	Molybdenum	Mo	71,3
Aluminium	Al	400	Sodium	Na	0,001
Arsenic	As	629	Niobium	Nb	0,24
Gold	Au	0,2	Nickel	Ni	2,6
Boron	B	10	Phosphorus	P	180
Barium	Ba	50	Lead	Pb	5350
Beryllium	Be	0,22	Rubidium	Rb	0,5
Bismuth	Bi	0,04	Rhenium	Re	0,042
Calcium	Ca	123500	Sulphur	S	0,795
Cadmium	Cd	20,1	Antimony	Sb	39,5
Cerium	Ce	5,05	Scandium	Sc	10,8
Cobalt	Co	0,3	Selenium	Se	5,1
Chromium	Cr	7	Tin	Sn	0,8
Cesium	Cs	0,16	Strontium	Sr	95,3
Copper	Cu	11,8	Tantalum	Ta	0,21
Iron	Fe	0,487	Tellurium	Te	0,03
Gallium	Ga	3,26	Thorium	Th	0,2
Germanium	Ge	10,2	Titanium	Ti	0,005
Hafnium	Hf	0,02	Thallium	Tl	16,65
Mercury	Hg	8,63	Uranium	U	2,2
Indium	In	0,032	Vanadium	V	4
Potassium	K	0,001	Tungsten	W	0,45
Lanthanum	La	1,7	Yttrium	Y	22
Lithium	Li	0,8	Zinc	Zn	10000
Magnesium	Mg	0,001	Zirconium	Zr	0,5
Manganese	Mn	7			

ANNEXE

Echantillon AZK03

	élément chimique	valeur en ppm		élément chimique	valeur en ppm
Silver	Ag	30,3	Molybdenum	Mo	2,01
Aluminium	Al	500	Sodium	Na	100
Arsenic	As	1730	Niobium	Nb	0,05
Gold	Au	0,2	Nickel	Ni	4
Boron	B	10	Phosphorus	P	80
Barium	Ba	40	Lead	Pb	10000
Beryllium	Be	0,27	Rubidium	Rb	0,4
Bismuth	Bi	0,11	Rhenium	Re	0,003
Calcium	Ca	150000	Sulphur	S	27900
Cadmium	Cd	38,7	Antimony	Sb	175
Cerium	Ce	4,05	Scandium	Sc	13,2
Cobalt	Co	0,8	Selenium	Se	7,8
Chromium	Cr	4	Tin	Sn	1,1
Cesium	Cs	0,05	Strontium	Sr	205
Copper	Cu	113,5	Tantalum	Ta	0,01
Iron	Fe	8500	Tellurium	Te	0,01
Gallium	Ga	9,53	Thorium	Th	0,2
Germanium	Ge	22,6	Titanium	Ti	50
Hafnium	Hf	0,02	Thallium	Tl	3,24
Mercury	Hg	15,75	Uranium	U	2,89
Indium	In	0,143	Vanadium	V	3
Potassium	K	100	Tungsten	W	26
Lanthanum	La	1,3	Yttrium	Y	15,8
Lithium	Li	0,4	Zinc	Zn	10000
Magnesium	Mg	100	Zirconium	Zr	0,5
Manganese	Mn	41			

ANNEXE

Echantillon AZK04

	élément chimique	valeur en ppm		élément chimique	valeur en ppm
Silver	Ag	0,65	Molybdenum	Mo	1,73
Aluminum	Al	7300	Sodium	Na	100
Arsenic	As	157	Niobium	Nb	0,06
Gold	Au	0,2	Nickel	Ni	3,2
Boron	B	10	Phosphorus	P	300
Barium	Ba	110	Lead	Pb	745
Beryllium	Be	0,05	Rubidium	Rb	0,4
Bismuth	Bi	0,23	Rhenium	Re	0,004
Calcium	Ca	2000	Sulphur	S	1700
Cadmium	Cd	3,76	Antimony	Sb	3,88
Cerium	Ce	2,13	Scandium	Sc	0,4
Cobalt	Co	1,9	Selenium	Se	2,5
Chromium	Cr	18	Tin	Sn	1,2
Cesium	Cs	0,14	Strontium	Sr	162,5
Copper	Cu	24	Tantalum	Ta	0,01
Iron	Fe	29200	Tellurium	Te	0,05
Gallium	Ga	1,87	Thorium	Th	1,5
Germanium	Ge	0,13	Titanium	Ti	60
Hafnium	Hf	0,04	Thallium	Tl	0,76
Mercury	Hg	0,61	Uranium	U	0,31
Indium	In	0,042	Vanadium	V	20
Potassium	K	200	Tungsten	W	9,92
Lanthanum	La	0,8	Yttrium	Y	1,13
Lithium	Li	4	Zinc	Zn	1300
Magnesium	Mg	100	Zirconium	Zr	0,8
Manganese	Mn	5			

ANNEXE

Tableaux des résultats des rayons X Echantillon AZK02

Peak List:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
11,5547	175,18	0,2952	7,65861	23,87	0,3542	00-003-0044
20,6647	265,90	0,1968	4,29833	36,23	0,2362	00-001-0649; 00-003-0044
26,5668	393,42	0,1476	3,35529	53,61	0,1771	00-001-0649
28,2178	733,83	0,1476	3,16262	100,00	0,1771	00-002-1272
29,0526	258,09	0,1968	3,07361	35,17	0,2362	00-002-1272; 00-003-0044
31,0585	123,75	0,1968	2,87953	16,86	0,2362	00-005-0622; 00-003-0044
33,1817	51,52	0,5904	2,69997	7,02	0,7085	00-001-0792; 00-003-0044
46,9439	696,42	0,1968	1,93557	94,90	0,2362	00-002-1366
50,0791	45,88	0,5904	1,82150	6,25	0,7085	00-001-0649; 00-002-1366
55,6724	197,72	0,1968	1,65102	26,94	0,2362	00-002-1366
68,5720	94,99	0,1476	1,36855	12,94	0,1771	00-002-1272
87,2989	155,81	0,0699	1,11690	21,23	0,0838	
87,3656	69,04	0,4800	1,11530	9,41	0,5760	

ANNEXE

Echantillon AZK03

Peak List:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
11,5883	363,27	0,1476	7,63645	18,73	0,1771	00-003-0044
13,3636	259,03	0,1476	6,62573	13,36	0,1771	00-005-0555
16,4752	126,32	0,1476	5,38070	6,51	0,1771	00-005-0555
19,1416	75,47	0,2952	4,63675	3,89	0,3542	00-005-0555
20,7560	275,84	0,1968	4,27962	14,22	0,2362	00-001-0649; 00-003-0044
23,3300	103,26	0,1476	3,81295	5,32	0,1771	00-003-0044; 00-003-0596
24,7109	60,46	0,2952	3,60292	3,12	0,3542	
26,5904	663,71	0,1476	3,35236	34,22	0,1771	00-001-0649; 00-003-0596
27,0411	318,70	0,1968	3,29750	16,43	0,2362	00-005-0555
28,2450	1939,45	0,1476	3,15963	100,00	0,1771	
28,7386	347,70	0,1476	3,10647	17,93	0,1771	00-005-0555; 00-003-0044; 00-002-1366
30,4463	88,78	0,1476	2,93602	4,58	0,1771	00-005-0555
33,2806	75,11	0,2952	2,69217	3,87	0,3542	00-005-0555; 00-003-0044
35,0192	90,33	0,1476	2,56240	4,66	0,1771	00-005-0555
36,5104	93,43	0,2952	2,46109	4,82	0,3542	00-001-0649; 00-005-0555; 00-003-0044; 00-002-1366
37,4326	118,85	0,1968	2,40255	6,13	0,2362	00-005-0555; 00-011-0078; 00-003-0044
39,4065	89,71	0,1476	2,28664	4,63	0,1771	00-001-0649; 00-005-0555; 00-003-0596
41,0394	73,64	0,2952	2,19935	3,80	0,3542	00-005-0555; 00-011-0078
43,7393	101,39	0,1476	2,06965	5,23	0,1771	00-005-0555; 00-011-0078
44,6698	49,28	0,2952	2,02868	2,54	0,3542	00-005-0555
45,7276	40,41	0,2952	1,98418	2,08	0,3542	00-005-0555

ANNEXE

46,9815	438,27	0,1476	1,93411	22,60	0,1771	00-003-0596; 00-002-1366
51,0174	69,48	0,2952	1,79018	3,58	0,3542	00-005-0555; 00-011-0078
55,7266	220,97	0,1968	1,64954	11,39	0,2362	00-005-0555; 00-002-1366
59,9579	33,00	0,2952	1,54286	1,70	0,3542	00-001-0649; 00-005-0555; 00-011-0078
68,6084	61,96	0,2952	1,36791	3,19	0,3542	00-005-0555
75,7670	97,20	0,1476	1,25548	5,01	0,1771	
87,3281	109,20	0,1800	1,11568	5,63	0,2160	

ANNEXE

Echantillon AZ35

Peak List:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [?]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
12,2973	638,12	0,0984	7,19774	23,82	0,1181	00-002-0105; 00-003-0014
19,9431	161,86	0,1476	4,45219	6,04	0,1771	00-003-0014
20,2714	160,32	0,1476	4,38082	5,98	0,1771	00-002-0105
20,7946	682,24	0,1476	4,27176	25,46	0,1771	00-005-0490; 00-007-0347
21,4922	239,29	0,1476	4,13467	8,93	0,1771	
23,3885	110,87	0,1476	3,80355	4,14	0,1771	00-011-0682; 00-002-0105
24,8102	520,78	0,1476	3,58871	19,44	0,1771	00-002-0105
26,5805	2679,46	0,1476	3,35359	100,00	0,1771	00-005-0490; 00-002-0272; 00-007-0347
35,7750	119,80	0,2952	2,50998	4,47	0,3542	00-006-0502; 00-007-0347; 00-011-0682; 00-002-0105
36,4862	155,30	0,1476	2,46267	5,80	0,1771	00-005-0490; 00-002-0272
38,6703	232,57	0,1476	2,32846	8,68	0,1771	00-007-0347; 00-011-0682; 00-002-0105
39,4033	153,82	0,1968	2,28681	5,74	0,2362	00-005-0490; 00-007-0347; 00-011-0682; 00-002-0105
42,3954	111,83	0,1476	2,13209	4,17	0,1771	00-005-0490
45,7635	87,28	0,3444	1,98271	3,26	0,4133	00-005-0490; 00-007-0347; 00-001-0628; 00-002-0105
50,0806	242,98	0,1968	1,82144	9,07	0,2362	00-005-0490; 00-011-0682; 00-001-0628
59,8212	160,19	0,2952	1,54605	5,98	0,3542	00-005-0490; 00-007-0347; 00-002-0105
62,3094	90,75	0,2952	1,49016	3,39	0,3542	00-006-0502; 00-002-0105; 00-003-0014
64,0379	44,82	0,5904	1,45405	1,67	0,7085	00-005-0490; 00-006-0502; 00-002-0272; 00-007-0347;

ANNEXE

						00-002-0105
68,1321	147,04	0,2952	1,37631	5,49	0,3542	00-005-0490; 00-011-0682
71,4357	40,74	0,5904	1,32056	1,52	0,7085	00-002-0272
75,6363	47,96	0,7872	1,25732	1,79	0,9446	00-005-0490; 00-006-0502; 00-002-0272; 00-001-0628; 00-002-0105
81,2721	41,14	0,7200	1,18280	1,54	0,8640	00-005-0490

BIBLIOGRAPHIE

ASSANALIEV. B, puis G. SOUSLOV, (1979-1983): Notice explicative de la carte minute au 1/50 000 de Béni Mansour.

BOSSIERRE, G., 1980. Un complexe métamorphique polycyclique et sa blastomylonitisation. Etude pétrographique de la partie occidentale du massif de Grande Kabylie. Thèse Doc. Sci. Univ. Nantes, Fr.

BOUILLIN, J.P, 1986.le bassin magrébin ; une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des alpes.Bull.ser.geol.fr.t.11.n) 4.

BOUILLIN, J.P ; Bossière,G ;Bourouilah,R ;Coutelle,A ;Durand-Delga,M,1984.mise au point sur l'âge des socles métamorphiques kabyles. C.R. Acad. Sci., Paris, t.298, série11,n) 15,

CAIRE. A, (1952) : description géologique des principaux itinéraires routiers de l'Algérie Fascicule n° 1 de Bouira à Bordj Bou Arreridj (route nationale n° 5 d'Alger à Constantine) pp 26 et 27.

CAIRE. A, (1957) : Etude géologique de la région des Bibans (Algérie) (Thèse, Paris). Bull. Serv. Carte. Géol. Algérie NSN16 2t 816p. 149fig.6pl. Alger Tome I pp 154, 155, 156, 157, 158, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207 et 208.

CAIRE. A, (1957) : Etude géologique de la région des Bibans (Algérie) (Thèse, Paris). Bull. Serv. Carte. Géol. Algérie NSN16 2t 816p. 149fig.6pl. Alger Tome II pp 549, 551, 629.

CAIRE. A, (1957) : Observations sur les dislocations du sub-autochtone au Sud-Est de djebel Choukchott (tell méridional Algérie). Bull. Serv. Carte, Géol. n°25 Algérie.

CAIRE. A, Gravelle. N, (1957) : Etude de quelques roches ophitiques de la région des Bibans. Bull. Serv. Carte Géol. Algérie n°13.

CAIRE. A, Marie. P, (1957) : L'Eocène dans le massif de Djebel Rasbah, coupe de Nador. Bull. Serv. Carte Géol. Algérie n°13.

COIFFAIT Philippe-Emmanuel *, et Y. Quinif **(1978) : fracturation et karstification d'un massif : l'exemple de l'Azerou El Kebir (Algerie du nord). Int. J ; Spelcol. 10 (1978) pp 254-252.

COIFFAIT Philippe-Emmanuel *, et Jean-Marie VILA *(1976) : La série renversée des Azerou (région des Biban, Algérie) un témoin de la plate-forme néritique Sétifienne sous la nappe Bibanique (C. R. somm. Soc. géol. Fr., 1976, fase. 6, p. 269-271).

DURANT DELGA, M, 1955 : étude géologique de l'Ouest de la chaine nummidique.

BIBLIOGRAPHIE

FLANDRIN. J, (1952) : La chaîne du Djurdjura XIX Congrès. Géol. Inter. Alger, Monogra. Rég. n°19,

GLAÇON, J, (1967) : recherches sur la géologie et les gites métallifères du tell Sétifien (Algérie).tom1.Bull. N°32,

KAZI TANI N ; (1986) : Evolution géodynamique de la bordure Nord-africaine: le domaine intraplaque nord- algerien. Approche megaséquentielle. Thèse ès Sci. Univ. 2 tomes.

KIEKEN. M, (1975) : Etude géologique du Hodna et du Titteri et de la partie occidentale des Bibans, Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, Alg. N°5.

RAOULT J F ; (1974) : Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord -Constantinois, Algérie). Mém. Soc. Géol. Fr., N.S., t. LIII, n°121

SAVORNIN. J, (1910) : Notice explicative de la carte géologique au 1/50 000 de Mansourah

SAVORNIN. J, (1920) : Etude géologique de la région du Hodna et du plateau Sétifien, Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 2eme série, Fasc.7 p.329-342.Alger.

TITOV. A, (1985) : Rapport sur les résultats des travaux de recherches systématiques au 1/50000 sur la feuille 115 (Bordj Bou Arréridj) (EREM, inédit) .

VILA .J. M., (1980) : La chaîne alpine d'Algérie orientale et les confins Algéro –Tunisiens. Thèse sc. Univ. Paris VI, 3vol. 663p. 199fig. 40pl. 7pl. h. t.

VILA. J. M, Leikine. M, Sigal J., (1976) : Stratigraphie et affinités des Bibans orientaux (Tell Algérien) : premiers arguments en faveur de leur allochtonie. Bull.soc.Géol.France, Paris, 1976,18(6), série 7.

Wildi. W, (1983) : La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) ; Structure stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys.

ZABOROVSKI. E et al (1988): Notice explicative de la carte minute au 1/50 000 de Mansourah feuille n° 114.

ZABOROVSKI. E et al (1986-88): le rapport sur les résultats de recherche géologiques systématiques au 1/50 000 effectuées sur le territoire des feuilles 114, 140 et 141.

Résumé

La chaîne des Azerou (Azerou Sghir et Azerou El Kebir) se situe à 35 Km au Nord-Nord-Ouest de la ville de Bordj Bou Arreridj et au Nord-Ouest de la ville de Mansourah dont le relief est doux et la petite chaîne des Azerou forme un accident remarquable.

Géologiquement, cette chaîne fait partie des nappes telliennes (la nappe Bibanique), composé des calcaires dolomitique d'âge Cénomaniens à la base des marnes d'âge Aptien, cet ensemble forme un monticule au sein des marnes schisteuses grises d'âge Coniacien Maestrichtien.

Cette région recèle de nombreux indices minéralisés qui apparaissent suivant une faille profonde sub verticale d'une direction Nord Est Sud Ouest qui est à l'origine de l'apparition des Azerous. Ces minéralisations sont représentées essentiellement par la pyrite, galène, sphalérite, cuivre gris, cérusite, smithsonite, azurite, hématite, Goethite et Hémimorphite et se trouvent dans une gangue composée essentiellement de la calcite, dolomite et de quartz.

Cette minéralisation est probablement d'origine hydrothermale contrôlée par un accident tectonique.

Abstract

The chain of Azerou (Azerou Sghir and Azerou El Kebir) is located at 35 km north-northwest of the city of Bordj Bou Arreridj and northwest of the city of Mansourah whose relief is soft and the small chain Azerou forms a remarkable accident.

Geologically, this chain is part of the Tell slick carting (ground Bibanique), composed of dolomitic limestone of Cenomanian age on the basis of age Aptian marls this set forms a mound in gray marl schist Coniacien Maastrichtian age.

This region has many mineral occurrences that appear in a sub vertical deep fault of an East South West North direction that is at the origin of the appearance of Azerous. The mineralization is mainly represented by pyrite, galena, sphalerite, gray copper, Cerussite, smithsonite, azurite, hematite, goethite and Hemimorphite, this mineralization is in a matrix composed mainly of calcite, dolomite and quartz.

This mineralization is probably of hydrothermal origin controlled by tectonic accident.