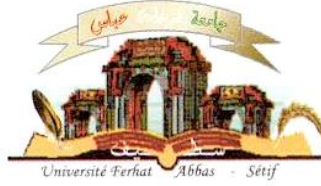


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université de Sétif 1
Institut d'Architecture
Et des Sciences de la Terre



جامعة سطيف 1
معهد الهندسة المعمارية و علوم الأرض

DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE

MÉMOIRE

Présenté par

BELHADDED Hanen

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER EN GEOLOGIE APPLIQUEE

Spécialité: GEOLOGIE ET RESSOURCES MINERALES

THÈME

**Contribution à l'étude de la minéralisation polymétallique du
gisement d'Ain Sedjra : Localisation et genèse
(Wilaya de Sétif –Est Algérien)**

DEVANT LE JURY

Mr. DEMDOUM Abdessalam	Maître de conférence classe A	Université de Sétif 1	Président
Mr. BOUIMA Tayeb	Maître de conférence classe A	Université de Sétif 1	Encadreur
Mr. CHABOU Moulley Charaf	Maître de conférence classe A	Université de Sétif 1	Examineur1
Mr. YAHYAOUI Abdelouahab	Maître de conférence classe A	Université de Batna	Examineur2

DECÉMBRE 2014

Avant Propos

Tout d'abord, je voudrai exprimer en premier lieu toute ma reconnaissance et mes remerciements à monsieur le Docteur BOUIMA Tayeb guida nos premiers pas en géologie et nous a souvent montré la voie lors des sorties sur terrain. Qu'il nous soit permis de rendre hommage à sa personnalité scientifique et humaine.

Tout au long de ce travail, il n'a pas en de nombreuses occasions cessé de guider, de conseiller et d'encourager que ce soit sur terrain ou au cours de nos rencontres. Merci aussi pour votre disponibilité comme vous l'avez promis jusqu'à la lecture critique du mémoire.

Monsieur le Docteur DEMDOUM Abdelsalam nous fait l'honneur de présider le jury, qu'il en soit vivement et sincèrement remercié.

Je remercie bien sincèrement monsieur le Docteur CHABOU Moulley Charaf et monsieur le Docteur YAHYAOUI Abdelouahab pour avoir accepté de juger ce travail et nous somme honoré de les compter parmi les membres du jury.

J'adresse également mes sincères remerciements à monsieur le professeur LAOUAR Rabah, à Madame le Docteur SALMI-LAOUAR Sihem et à monsieur le professeur AISSA Djamel Eddine pour avoir accueillir les bras ouverts.

Je tiens à exprimer ma gratitude à mes enseignants du département des Sciences de la Terre et spécialement Monsieur HAMZAOUI Abbas pour avoir m'aider avec patience.

Une profonde gratitude va à tous mes collègues de la Subdivision de l'Urbanisme, de l'Architecture et de la Construction de Ras el oued pour leur support durant mon travail chez eux.

Je tiens a salué aussi tous ceux qui m'ont aidé et m'ont encouragé dans cette tâche.

Table des Matières

AVANT PROPOS.

INTRODUCTION GENERALE..... 01

PREMIER CHPTRE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. INTRODUCTION..... 04

II- L'HISTORIQUE DES TRAVAUX DU GUERGOUR..... 04

III- L'HISTORIQUE DES TRAVAUX DU GISEMENT D'AIN SEDJRA 05

CONCLUSION..... 07

DEUXIEME CHAPITRE : CONTEXTE GEOLOGIQUE

PREMIÈRE PARTIE: APERÇU GÉOGRAPHIQUE

I.INTRODUCTION..... 09

II.CLIMAT ET RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE..... 09

III. RELIEF ET COUVERTURE VÉGÉTALE 11

DEUXIEME PARTIE: GEOLOGIE REGIONALE

I. INTRODUCTION..... 13

II. LITHOSTRATIGRAPHIE SOMMAIRE..... 16

II.1. LE DOMAINE TELLIEN..... 16

II.1.1. La nappe de Djemila 17

II.1.2. L'unité Bibanique..... 18

II.2. L'ENSEMBLE ALLOCHTONE SUD-SÉTIFIEN..... 18

II.2.1. Le Jurassique 18

II.2.2. Le Crétacé 19

II.2.3. Le Paléogène 19

III. EVOLUTION STRUCTURALE ET PALEOGEOGRAPHIQUE.....	22
III.1. TECTONIQUE.....	22
III.1.1. La nappe de Djemila	22
III.1.2. La nappe Bibanique	23
III.1.3. L'ensemble allochtone Sud-Sétifien	23
III.2. PALÉOGEOGRAPHIE	24

TROISIEME PARTIE: GÉOLOGIE LOCALE

I.INTRODUCTION.....	25
II. LITHOSTRATIGRAPHIE DU DJEBEL GUERGOUR	25
II.1. LE JURASSIQUE.....	25
II.2. LE CRÉTACÉ.....	27
II.2.1. Le Crétacé inférieur	27
II.2.2. Le Crétacé supérieur.....	28
III.PALEOGÉOGRAPHIE.....	28
IV. TECTONIQUE.....	30

QUATRIÈME PARTIE: CARACTERISTIQUES GÉOLOGIQUES DU SECTEUR D'ETUDE

I. INTRODUCTION.....	31
II. STRATIGRAPHIE	31
II.1. ALLOCHTONE SUD SETIFIEN.....	31
II.2. LA NAPPE DE DJEMILA	31
III. TECTONIQUE	32
CONCLUSION.....	35

TROISIEME CHAPITRE : ETUDE PETROGRAPHIQUE ET GITOLOGIQUE

PREMIERE PARTIE: ETUDE PETROGRAPHIQUE

I. INTRODUCTION.....	37
II. LES DIFFERENTS FACIES ET MICROFACIES OBSERVES.....	37
IV.1. LES CALCAIRES.....	37
IV.2. LES DOLOMIES	38
IV.2. LES GRÉS.....	38

DEUXIEME PARTIE: ETUDE GITOLOGIQUE

I.INTRODUCTION.....	43
II.MORPHOLOGIE DU CORPS.....	43
III. LES TEXTURES DE LA MINERALISATION	43
IV. ETUDE DE LA MINÉRALISATION	46
IV.1. LA MINÉRALISATION PRIMAIRE	46
IV.1.1. La Pyrite(FeS_2)	46
IV.1.2. La Melnicovite(FeS_2)	47
IV.1.3. La Sphalérite (ZnS)	47
IV.1.4. La Marcasite(FeS_2)	50
IV.1.5. La Galène(PbS)	50
IV.1.6. La Chalcopyrite(CuFeS_2)	52
IV.2. LA MINÉRALISATION DE LA GANGUE.....	52
IV.3. LA MINÉRALISATION SUPERGENE.....	52
CONCLUSION	54

QUATRIEME CHAPITRE : INTERPRETATION GENETIQUE

I.INTRODUCTION.....	56
II. SUCCESSION PARAGENETIQUE	56
II.1. LA PHASE DIAGENETIQUE.....	58
II.2. LA PHASE EPIGENETIQUE.....	58
II.3. LA PHASE SUPERGENE.....	59
III. SUR LA GENESE DU GISEMENT	60
III.1. LES FACTEURS DE LA MISE EN PLACE.....	60
III.2. LES CARACTERISTIQUES DU MODE DE LA MISE EN PLACE.....	61
III.3. LES PIEGES DE LA MINERALISATION.....	62
III.4. SOURCE ET MODE DE TRANSPORT DES ELEMENTS	62
III.4.1. La source du Soufre	62
III.4.2. La source des métaux	63

IV. LE MODELE GENETIQUE.....	63
V.APERÇU SUR LES GISEMENTS DU TYPE M.V.T.	64
CONCLUSION	66
CONCLUSION GENERALE	67
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
LISTE DES FIGURES	
ANNEXE	

Introduction Générale

Les métaux non ferreux Pb, Zn, Cu représentent les gîtes et les indices les plus fréquents en Algérie du Nord se retrouvent pratiquement dans toutes les zones structurales métallogéniques (El Phil, 1990).

Les domaines Sétifien et Hodnéen recèlent un grand nombre de gîtes à Pb-Zn (Ba-F) encaissés dans des horizons dolomitiques d'âge Jurassique, Crétacé inférieur et Miocène. Les minéralisations à Pb-Zn d'intérêt économique sont localisées dans les formations du Crétacé inférieur (Hauterivien, Barrémien et accessoirement l'Aptien) (Boutaleb, 2001).

Le massif de djebel Guergour est situé dans la partie la plus septentrionale de l'ensemble allochtone Sud Sétifien (Vila,1980). Il apparait comme une fenêtre surgissant sous les nappes telliennes qui correspondent à l'avant pays relatif de la chaîne alpine.

Ce petit district qui occupe une centaine de km² renferme des indices et des gîtes minéralisés à Pb-Zn stratoïdes de Boukhdema, de Kef Semmah et de **Ain Sedjra**. les petites occurrences veinulées qui recoupent les minéralisations stratoïdes et de nombreux indices de Pb-Zn sulfurés ou oxydés (de la barytine accompagne souvent les sulfures).

L'ORGM a mené une campagne entre 1996 et 1998 sur les indices minéralisés de Kef Semmah et **Ain Sedjra** qui situent à une dizaine de km au Sud des indices de Boukhdema. Ces indices minéralisés sont localisés dans les formations carbonatées (calcaires et marnes noirs) du Cénomanién inférieur, dans les calcaires massifs du Cénomano-Turonien et du Sénonien du Sud du Djebel Guergour. Le gisement d'**Ain Sedjra** correspond à une minéralisation sulfurée à Pb-Zn-Pyrite.

L'objectif ultime de notre travail est de réaliser une étude pétrographique et métallogénique de l'indice polymétallique de **Ain Sedjra** afin de connaître le moteur principal de la minéralisation.

Le présent mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme du magistère en géologie appliquée. Il consiste essentiellement à l'étude pétrographique et métallogénique de l'indice polymétallique du gisement d'**Ain Sedjra**. La réalisation de ces objectifs a nécessité :

- Une synthèse bibliographique faite sur la géologie et la gîtologie de la région du Guergour et sétifienne en général.
- La documentation des sondages à Bougàa.
- La confection des sections polies et des lames minces.
- L'étude complète des sections polies et des lames minces

Les travaux de laboratoire nous ont permis l'étude au microscope polarisant et à lumière réfléchie des sections polies et des lames minces confectionnées à partir des carottes recueillies lors de l'étude macroscopique des sondages.

Ce mémoire contient 4 chapitres principaux :

- **Le chapitre I:** est consacrée à une synthèse bibliographique dont on a essayé de mettre en évidence les travaux antérieurs concernant ce gisement .
- **Le chapitre II:** est représentée par une étude géologique régionale et locale en vue de positionner le terrain d'étude dans les grands ensembles géologiques et structuraux régionaux.
- **Le chapitre III:** dans lequel nous ferons une description pétrographique et gitologique du secteur d'étude dans le but de définir le milieu de dépôt des sédiments et donner à une interprétation aux différentes observations macroscopiques et microscopiques afin d'aboutir à une paragenèse minérale.
- **Le chapitre IV:** est représentée par une interprétation des données précédentes pour arriver à comprendre le moteur de la minéralisation.

Chapitre I

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I. INTRODUCTION

Les gisements et les indices polymétalliques du Guergour furent découverts entre 1893 à 1897 et exploités avec des périodes d'arrêt jusqu'en 1953 par la Société des Mines de Zinc du Guergour.

L'historique de l'exploitation et les données sur les travaux effectués sont réunies dans l'ancienne documentation relative à l'étude sur les mines du Guergour (Direction des Mines et de la géologie 1965).

Pour le gîte d'**Ain Sedjra**, les travaux de recherches antérieurs avaient pour but unique, la recherche et l'exploitation de la calamine. Les périodes d'exploitation d'activité se situent entre 1911 à 1953 avec un arrêt de 1931 à 1938.

II. L'HISTORIQUE DES TRAVAUX DU GUERGOUR

A la fin du siècle dernier les recherches géologiques régionales étaient effectuées par E. Ficheur (1890- 1901). D. Dussert (1910) qui ont découvert de nombreux gisements et indices métallifères dans le district minier de Guergour.

Brives, (1916- 1918) a schématisé la carte géologique de la région du Guergour en ajoutant quelques observations sur le Trias et en reliant le diapirisme qui s'y trouve avec les minéralisations existantes.

En 1920 J. Savornin a étudié la géologie de la région de Guergour, sa première édition a été publiée (feuille de Boussellam N° 92 et Sétif N° 93) il a établi la coupe lithostratigraphique assez détaillée du Guergour.

La position structurale du Guergour est définie dans les travaux de L. Glangeaud (1935- 1952) et Durand Delgua (1955).

Sur le plan minier, la région vit l'arrivée de Glaçon en 1947, il s'intéressa aux minéralisations du tell sétifien (1949-1953), et il réalisa une carte détaillée du Guergour à l'échelle 1/10000, puis il l'inclut dans sa recherche sur les gîtes de la zone Nord Sétifienne, particulièrement ceux de la région du Guergour. Le résultat de ces travaux fut publié en 1967 par le Service géologique de l'Algérie. Par ailleurs, l'étude des sources thermales du Guergour fut l'objet de controverses quant au rôle métallogénique et hydrothermal du complexe triasique disséminé en paquet tout le long du front nord des massifs surélevés Boukdéma - Tafat - Anini.

III. L'HISTORIQUE DES TRAVAUX DU GISEMENT D'AIN SEDJRA

Entre 1968 et 1971, des travaux de recherches et le levé géologique sur la feuille N° 92 au 1/50000 ont été faits par le Département de Recherches de la SONAREM (actuellement ORGM) sous la direction de E. Souliidi (1971). En 1970, Rudes a établi les cartes géologiques sur 1/10000 des champs miniers de Kef Semah et **Ain Sedjra** et au 1/20000 des gisements de Kef Semah et **Ain Sedjra**. Ils ont proposé la prospection géochimique tactique dans les environs des mines de Kef- Semah et **Ain- Sedjra** et des sondages de prospection 264m jusqu'à 450m de profondeur.

Entre 1971- 1976 les études géologiques régionales ont été faites par les spécialistes de la S.O.N.A.T.R.A.CH (N. Kazi Tani, M. Conard, et A. Raymond) et d'autres.

En 1976, R.U.D.I.S(une société romaine) avait effectué les propositions géochimiques stratégiques dans la région du groupe du Guergour. Les résultats obtenus ont révélé d'intéressantes anomalies de teneur en (Pb et Zn) qui se trouvent aussi hors des circonférences directes des mines de Kef Semah et **Ain Sedjra**.

Il était dans les années 80 que J.M. Vila a parcouru la région sétifienne, pour proposer dans sa thèse de doctorat publiée à l'université de Paris, une nouvelle conception de la chaîne alpine d'Algérie orientale qui lui permit la restitution de la plate-forme sétifienne et la définition de « l'ensemble allochtone sétifien ». Ainsi, il a mieux défini le lien étroit qui existe entre les nappes telliennes et « l'organisation sétifienne ».

De 1977 à 1978 les travaux de recherches et de levé géologique au 1/50000 ont été faits par la SO.NA.RE.M.

De 1985 à 1987 ont eu lieu les travaux de prospection régionale sur les minéralisations ferrifères dans le nord-est de l'Algérie et dans la région du Guergour.

Dans le cadre d'une reconnaissance et d'une évaluation des réserves des gites du Guergour, une campagne de prospection a été menée par l'ORGM entre 1992 et 1998 dans toute la région, y compris le gisement d'**Ain Sedjra**. Dans notre zone d'étude une cinquantaine de sondages ont été effectués. Malheureusement, les carottes extraites ne sont plus consultable, mais le rapport établi à la fin des travaux, montre que des réserves assez intéressantes existent dans le niveau minéralisé du Cénomano-Turonien. Lors de ses travaux sur les minéralisations des domaines Sétifien et Hodneen, Boutaleb (2001) a réétudié le gite d'**Ain Sedjra** pour y définir deux paragenèses. Une à Pyrite- Melnickovite et une seconde à Pyrite-Schalenblende-Galène.

De 1990 à ce jour, plusieurs mémoires d'ingéniorats ont été réalisés dans la région du Guergour, en majeure partie sur le gisement de Boukdéma. Dans la région d'**Ain Sedjra** de nombreux travaux d'ingéniorat ont été réalisés, parmi lesquels:

En 1990, H. El Phil dans son inventaire des indices minéralisés du Guergour, a précisé le caractère de distribution étagé des minéralisations. Il est arrivé à la conclusion que le gisement de **Ain Sedjra** (et aussi Kef Semmeh) est à la fois un gite de remplissage et de substitution.

CONCLUSION

Parmi les gisements de Pb-Zn dans le Nord Algérien, **Ain Sedjra** qui est situé à 12 km au Sud de la ville de Bougàa, a fait l'objet de nombreuses recherches d'exploitation et d'étude. Notre travail est basé sur l'étude pétrographique et géologique de ce gisement afin de comprendre le moteur de la minéralisation.

Chapitre II

CONTEXTE GEOLOGIQUE

Première partie: APERCU GÉOGRAPHIQUE

I. INTRODUCTION

Le gisement d'**Ain Sedjra** se trouve dans le village de Béni Hocine dans le Nord-est algérien, à environ 12 km au Sud de la ville de Bougàa et à 43 km au Nord-Ouest de la ville de Sétif.

La wilaya de Sétif est localisée dans l'Est algérien dans la région des Hauts-Plateaux. Elle est limitée : (i) au Nord par les wilayas de Béjaïa et Jijel ; (ii) à l'Est par la wilaya de Mila ; (iii) au Sud par les wilayas de Batna et M'Sila ; et (iv) à l'Ouest par la wilaya de Bordj Bou Arréridj.

Elle occupe une superficie de 6.549,64 km², et elle se compose de 60 communes réparties en 20 Daïras.

Bougaa est située au Nord-ouest de la Wilaya de Sétif, elle est limitée par les communes d'Ain Margoum et El Guater au nord, la commune d'Ain Abessa au Sud, la commune de Guenzet à l'Ouest et la commune d'Ain Roua à l'Est.

II . CLIMAT ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le climat est typiquement semi-aride avec des influences méditerranéennes en hiver et sahariennes en été. Les pluies sont insuffisantes et irrégulières à la fois dans le temps et dans l'espace ; si les monts de Babor sont les plus arrosés en recevant 700 mm par an, la quantité diminue sensiblement pour atteindre 400 mm en moyenne par an sur les hautes plaines ; par contre la zone Sud-Sud-Est est la moins arrosée, les précipitations ne dépassent pas les 300 mm. Pour les périodes et stations observées, les hautes plaines sétifiennes reçoivent des précipitations faibles de l'ordre de 400 mm/an.

Le réseau hydrographique est organisé autour du dispositif montagneux de la région. La moitié Nord envoie ses eaux de surface vers le bassin méditerranéen par

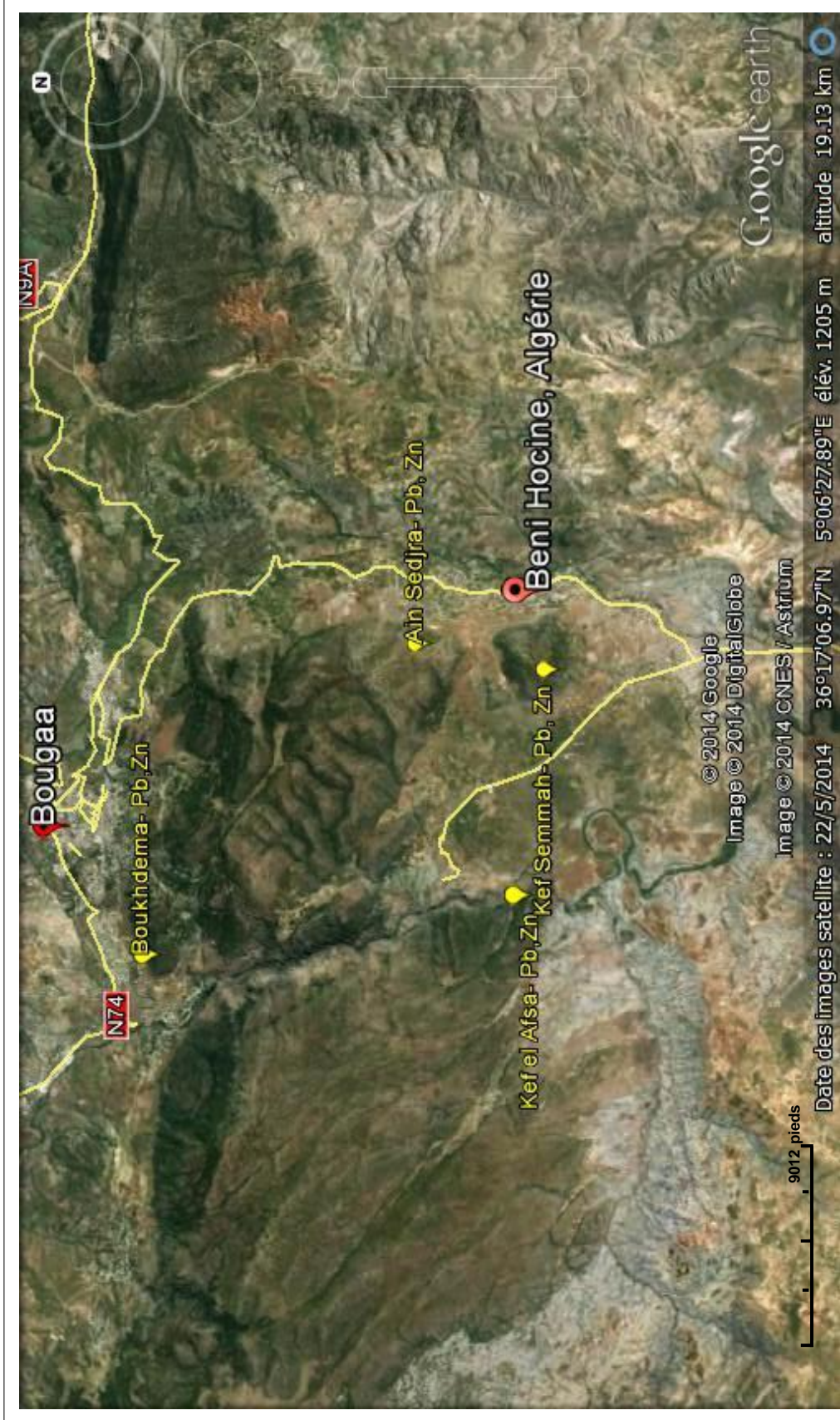


Fig. 1 : Localisation géographique du gisement de Aïn Sedjra (Google map, 2014)

les réseaux de l'Oued Bou Sellam qui rejoint la Soummam, de l'Oued Agrioun, de l'Oued el Kebir, de l'Oued bouSelah et de l'Oued Rhumel.

Ces réseaux d'Oueds alimentent les barrages et autres retenues collinaires de la région. Le reste possède une hydrographie endoréique centrée sur les Chotts.

Quant aux précipitations moyennes allant de 400 à 600 mm selon l'altitude, ce qui permet une reconstitution lente du domaine forestier très dégradé, celui-ci est caractérisé par de petits secteurs boisés.

III . RELIEF ET COUVERTURE VEGETALE

Sur le plan relief, on distingue trois grandes zones :

1-Zone montagnaise

La moitié nord est organisée à partir de deux lignes principales de reliefs. La plus septentrionale correspond à la chaîne des Babors dont le point culminant est le sommet du Djebel Babor (2004 m).

La deuxième ligne de hauteurs moins continue accidente les reliefs qui s'abaissent doucement vers le Sud. D'Ouest en Est, il s'agit des Biban de Zemmoura (1503 m), du Djebel Guergour (1613 m), du Djebel Anini (1554 m), du Djebel Mégriss (1737 m), du Djebel Médjounès (1461 m) et des hauteurs de Djemila (1462 m).

La partie Sud et Sud-Ouest de la région est occupée par les premiers contreforts des monts du Hodna et appartient à cette zone, où l'altitude atteint 1890 m à Djebel Boutaleb. Cette zone occupe plus de 40% de la superficie de la wilaya.

-Zone des hautes plaines

Elle est une immense étendue, occupant 50% de la superficie totale de la wilaya, relativement plate dont l'altitude varie de 950 m à l'Ouest jusqu'à 750 m à l'Est.

Des reliefs isolés surgissent de ces plaines dans la partie méridionale de cette zone : le Djebel Zdim (1160 m), le Djebel Youcef (1442 m), le Djebel Braou (1263 m), le Djebel Tnoutit (1192 m) et massifs du Djebel el Meksem (1077 m), du Rokbet el Djemel (1406 m), du Djebel Rherour (1271 m) et du Djebel el Hammam (1237 m).

- Zone de dépression Sud et Sud Est

Elle est située dans le Sud et le Sud Est de la wilaya, où l'altitude dépasse rarement les 900 m. Cette zone pratiquement plate couvre une superficie de 10% de l'espace de la wilaya et se caractérise par la présence des 'chotts' ou dépressions salées (Chott El Beidha près de Hammam Sokhna ; Chott El Ferain à Ain-Lahdjar et Sebket Melloul au Sud de Bazer Sakhra).

La barrière climatique des reliefs septentrionaux et l'altitude accentuent les contrastes et diversifient la végétation. On distingue sur les monts les forêts d'Alep de cèdre, le sapin de Numidie, le cyprès et le chêne vert et le chêne-liège. Par ailleurs, la zone montagneuse demeure une région de l'arboriculture notamment l'olivier et le figuier.

Les hautes plaines sont le domaine de la céréaliculture et des cultures maraîchères. Par contre pour la zone semi aride, et compte tenu de la qualité saline de ses sols, la flore est généralement pauvre.

Deuxième partie: GEOLOGIE REGIONALE

I. INTRODUCTION

Le gisement d' **Ain Sedjra** appartient au massifs de Djebels **Guergour** et Anini qui représentent les corps les plus septentrionaux de l'ensemble Allochtone Sud-Sétifien qui fait partie de la chaîne alpine d'Algérie orientale.

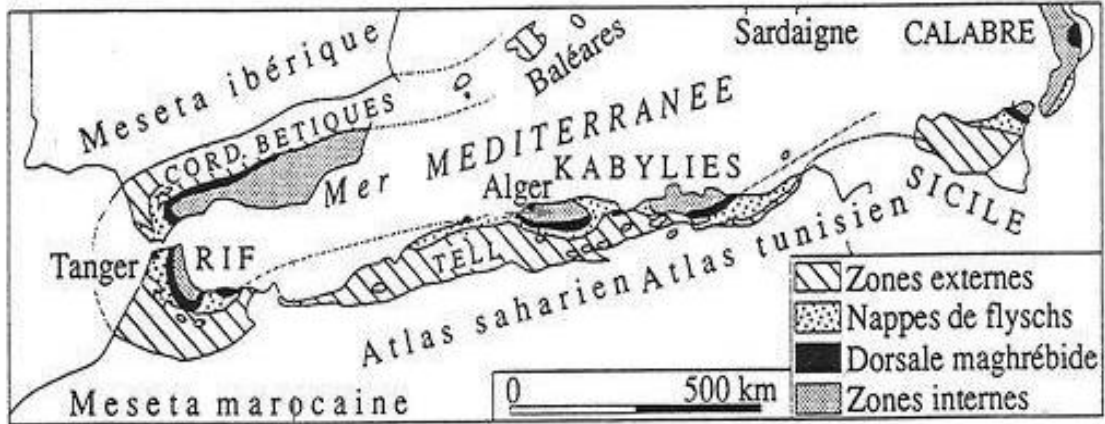


Fig. 2 : Carte schématique de l'orogène bético-maghrébides (Boullin et al.,1992)

En Algérie le schéma cartographique de la chaîne des Maghrébides montre du Nord au Sud, un ensemble de trois domaines qui sont actuellement en parties superposées : les zones internes, les flyschs et les zones externes.

Les zones internes, sont dans la partie Nord, elles sont représentées par les massifs de la Grande et de la Petite Kabylie, d'Alger, de Chenoua et de Ténès. Ce domaine interne est formé par des ensembles structuraux largement charriés sur des unités plus méridionales.

Les flyschs Kabyles, constituent des nappes de charriages, représentées par des terrains allant du Néocomien au Miocène-inférieur. On distingue trois séries dans les flyschs : les flyschs Mauritanien, les flyschs Massyliens et les flyschs Numidiens.

Le domaine externe, apparait au-delà du front numidien. Il est représenté au Nord par les nappes telliennes, qui sont de trois types : les nappes ultra-telliennes, les nappes telliennes sensu stricto et les nappes péni-telliennes.

Plus au sud du domaine des nappes, vient le domaine de **l'avant pays Sétifien et Constantinois**. Il est représenté par des unités allochtones d'âge allant du Trias à l'Eocène. Ce sont des séries localement écaillées qui supportent les nappes telliennes au Nord et qui surmontent l'autochtone Nord Aurésien. On distingue l'organisation Sétifienne à l'Ouest et l'organisation Constantinoise à l'Est (*J.M.Vila, 1980*). Cette dernière regroupe le môle néritique Constantinois au Nord et le sillon écaillé de Selloua au Sud.

Les unités préatlasiques et atlasiques sont dans la partie la plus méridionale du domaine alpin d'Algérie nord-orientale, elles sont représentées par les monts de Batna et les massifs des Aurès. Elles sont caractérisées par la présence du Trias gypsifère et de séries secondaires (essentiellement Crétacées) très fortement subsidentes. Cet autochtone, formé par des structures modérément plissées au cours de la « phase atlasique » fini- Eocène est bordé au Nord par une marge particulièrement accidentée 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.

Nous allons décrire en détail le domaine tellien et l'avant pays de la chaîne alpine du fait que notre zone d'étude appartient à cette région.

II. LITHOSTRATIGRAPHIE SOMMAIRE

II.1. LE DOMAINE TELLIEN

Il comprend un ensemble de nappes, dont les séries à matériel Marno-Calcaire, Crétacé-Paléogènes sont largement charriées sur un para-autochtone représenté par les calcaires Jurassiques de la plateforme Africaine, on distingue du Nord au Sud .

A- Les séries ultra-telliennes

Elles sont définies par un faciès homogène essentiellement marneux du Crétacé à l'Eocène avec quelques intercalations de bancs de calcaire à silex noir. Ces séries n'affleurent de façon notable qu'à l'Est du Djebel Sidi Driss puis se développent au djebel Bou Sbaa au Nord de Guelma. 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 péni-telliennes et leur couverture Eocènes à Nummulites

Elles sont formées par une alternance de faciès telliens et de faciès rappelant ceux des domaines néritiques Sétifien ou Constantinois. Ces séries assureraient le transit entre les faciès néritiques et les faciès septentrionaux plus profonds d'affinités Bibaniques (*N.Kazi-Tani, 1986*).

C- Les séries telliennes sensu stricto

Elles vont du Trias au Lutétien avec des variations de faciès dans le temps. Le Lias est de type plateforme, le 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 calcaireux. Ces nappes telliennes empilées sur des surfaces considérables qui s'étendent depuis les chaînons côtiers des Babors jusqu'aux premières pentes des Monts du Hodna.

Elles peuvent se rassembler en cinq groupes.

- les nappes Baboriennes;
- les unités Bibaniques;
- les nappes de Djemila, beni Adallah, Barbacha Dra el Arba Erragrène;
- les unités Gouraya-Arbalou-Brek;
- les nappes Sétifiennes à matériel Eocène.

Si on considère les différentes unités constituant cet ensemble, la nappe de Djemila essentiellement, et l'unité Bibanique sont, sans doute les plus importantes à évoquer dans cette étude. En effet, le massif du **Guergour** représente l'une des fenêtres tectoniques surgissant sous ces nappes précitées.

II.1.1. La nappe de Djemila

On regroupe sous le nom de nappe de Djemila les unités suivantes :

- L'écaille inter cutanée de Beni Ourtilane.
- La série de Bousselam aux environs de Djebel **Guergour**, Anini et Hellel.
- Djebel Babor.
- le vaste secteur des dômes sétifiens autour de Djebel Medjounes, des monts de Djemila et d'Ouled Sabor.

Elle est constituée par des masses gypseuses d'âge triasique, des masses calcaro-dolomitiques et des calcaires à silex d'âge Jurassique inférieur, des calcaires gris et des marno calcaires siliceux au Jurassique moyen, des calcaires siliceux fins au jurassique supérieur, des calcaires marneux schisteux assez claires au Crétacé inférieur, des marno calcaires sombres caractérisent l'Albien et le Vraconien, des marnes à intercalation des biosparites massives au Cénomaniens, des marno-calcaires renfermant des silex noirs au Turonien, des marnes grises au Sénonien inférieur, des marnes et marno calcaires à microfaunes pélagiques d'âge Sénonien moyen, le Sénonien supérieur est caractérisé par des marnes sombres à boules intercalées avec des calcaires.

Le Paléocène est représenté par des marnes noires, de petits bancs de calcaires marneux gris, et des alternances de marne grise et marno-calcaire. À l'Eocène, on rencontre des calcaires bitumineux, riches en silex noirs, et des marnes brunes ou grises foncées.

II.1.2. L'unité Bibanique

Elle est constituée de terrains d'âge allant du Trias au Sénonien. À sa base, un niveau pélipto-gréseux, suivi de niveaux de plus en plus marneux qui aboutissent à des sédiments marno-calcaires à faune pélagique. Ensuite au sommet de ces formations, on trouve, des niveaux à silex noirs alternant avec des marno-calcaires, le tout se termine par le faciès à boules jaunes typiques des unités telliennes.

II.2. L'ENSEMBLE ALLOCHTONE SUD SETIFIEN

Cette unité débute au Nord de Sétif par les massifs de **Guergour** et Anini qui apparaissent en fenêtres sous les nappes telliennes, et se prolonge au Sud de Sétif en formant « les chaînons intermédiaires ». Elle a été chevauchée par la nappe néritique constantinoise et charriée sur l'autochtone Hodnéen, comme elle a des séries présentant une grande homogénéité avec un caractère de plate-forme subsident sous la nappe tellienne.

Sa série lithostratigraphique se résume comme suit :

II.2.1. Le Jurassique

Il est représenté par des alternances des calcaires et des marnes :

- **Lias inférieur et moyen** : ils débutent par des calcaires très dolomités de type plateforme.
- **Lias supérieur** : il s'agit des marnes reconnues par des Ammonites.
- **Malm et le Dogger** : sont caractérisés par des calcaires de plate-forme peu agitée.

La limite Jurassique-Crétacé est masquée par un Hard-Ground ferrugineux

II.2.3. Le Crétacé

A- Crétacé inférieur: il est représenté par une série complexe grésocarbonatée avec des alternances de calcaires et de marnes. Le Valanginien est caractérisé par une faune d'Ammonite.

B- Crétacé moyen: le Cénomaniens est représenté par de nouvelles formations à tendances pélagiques. Le Turonien est essentiellement caractérisé par quelques niveaux dolomitiques à la base avec des faciès micritiques à Foraminifères benthiques.

C- Crétacé supérieur: le Sénonien inférieur est marneux et pélagique, il apparaît sur une faible épaisseur (Djebel Anini). Il remanie les calcaires sous-jacents. Le Sénonien supérieur est mince et sparitique, il montre des faciès typiques de plate-forme néritique.

II.2.4. Le Paléogène

Il est représenté par l'Eocène qui renferme des séries dolomitiques et des calcaires à silex indiquent une tendance à l'émersion.

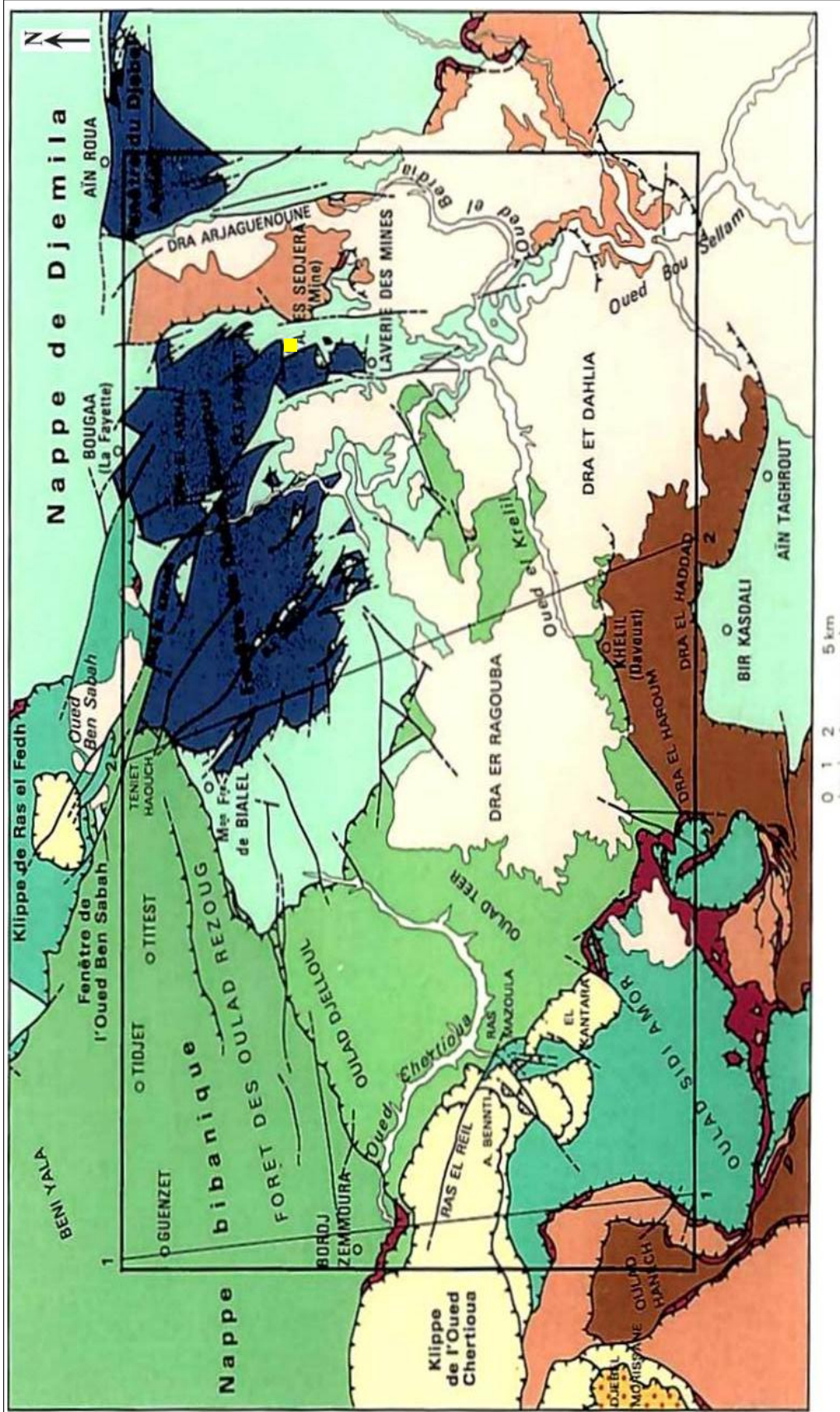
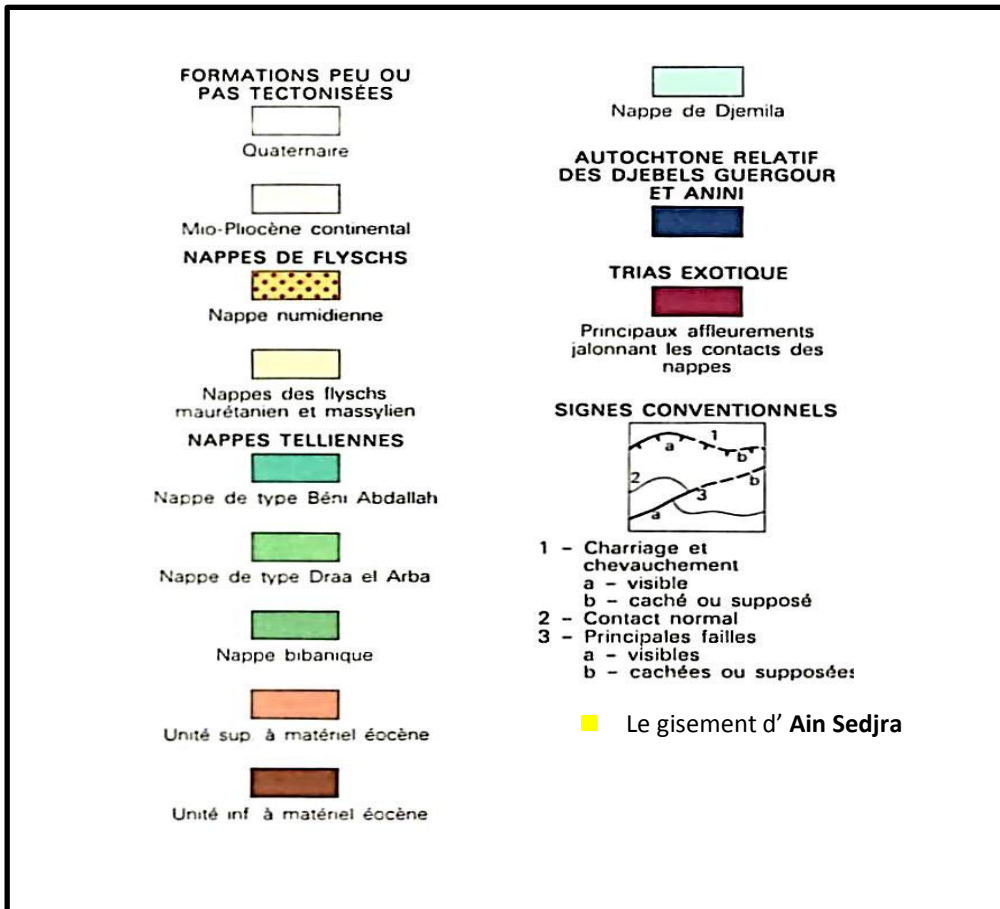


Fig. 4 : Schémas structural simplifié montrant la position du gisement d'Ain Sedjira : extrait de la Carte géologique de Boussellem à 1/50 000 (J.M.Vila, 1977) .Modifié

LÉGENDE



III. EVOLUTION STRUCTURALE ET PALEOGEOGRAPHIQUE

III.1. TECTONIQUE

Les nappes telliennes Sud-Sétifiennes forment un ensemble structural cohérent où certaines unités comme la nappe de Djemila et la nappe Bibanique présentent des dimensions jusqu'ici insoupçonnées pour des unités telliennes. Ce qui conduit à repenser à une échelle nouvelle la portée des processus tectoniques successifs qui ont mené à leur mise en place (*Vila, 1980*).

Deux phases majeures de tectogénèse tangentielle, séparées par une période d'érosion sont succédées en fonction des structures analysées :

- Une phase piabonienne, à l'origine des premiers charriages.
- Une phase Miocène (tortonienne) qui est à l'origine des structures cisailant les contacts antérieurs et qui déplace largement vers le Sud.

III.1.1. La nappe de Djemila

L'importance de l'étendue de la nappe de Djemila, additionnée aux effets de la néotectonique aboutit à la mise en place des structures très importantes. Ce sont des plis à grands rayons de courbures, butant sur des failles verticales parfois à forts rejets, qui aboutissent à des plis couchés ; c'est les « dômes sétifiens » des Djebels **Guergour**, Anini, Touachra, et l'anticlinale de Djemila. L'écaille inter-cutanée de Béni-Ourtilane constitue une autre structure importante de la région.

La complexité de ces structures est accentuée par l'influence des variations de faciès. En effet, la base des formations est gypseuse, alors que le cœur est constitué d'alternance des niveaux calcaires compétents, et des niveaux marneux à pélitiques incompétents. Ce qui se traduit dans le détail des structures par une intense disharmonie.

III.1.2 La nappe Bibanique

Le contact de base de la nappe Bibanique est visible à ses deux extrémités, à 300 Km de distance. A ces deux extrémités, l'allochtonie des formations Bibaniques est argumentée par la superposition des faciès différents, mais de même âge. Toutes les coupes N-S effectuées dans les Bibans, montrent un métamorphisme croissant du Nord vers le Sud, des structures en plis isoclinaux couchés vers le Sud d'une direction E-O. A la base de ce dispositif on trouve un contact anormal qui cisaille les séries sus-jacentes et qui est lui-même plissé par la tectonique tardive.

III.1.3. L'ensemble Allochtone Sud-Sétifien

Les séries de l'ensemble allochtone Sud-Sétifien occupent une bande NW-SE, entre la nappe néritique constantinoise et l'autochtone hodnéen à l'Ouest et au Sud. Au Nord, elles supportent les nappes telliennes et elles apparaissent en fenêtres tectoniques dans le Guergour-Anini. Exception faite de ce dernier, l'ensemble allochtone Sud-Sétifien est constitué d'une série d'écaille en relais. Ce terme « écaille » a été par la suite abandonné par Vila au profit du terme « ensemble allochtone », car il rend mieux compte de la tectonique tangentielle qui se manifeste dans toute cette structure. Dans la fenêtre du complexe du **Guergour** on reconnaît deux types de déformation:

A- Des contacts anormaux plats

Ils marquent la limite entre les carbonates Sud-Sétifiens et les nappes telliennes. Ils se retrouvent aussi entre les diverses nappes telliennes, où ils sont accompagnés par un liseré du Trias gypseux.

B- Des failles subverticales

Elles forment trois familles d'accident. La première étant la plus récente, elle affecte toutes les formations, jusqu'au Mio-Pliocène continental. La seconde est masquée par la première et n'affecte que les contacts anormaux plats. Enfin, la troisième n'affecte que la masse carbonatée des Djebels **Guergour** et Anini.

III.2. PALEOGEOGRAPHIE

Les différenciations des unités du domaine alpin de l'Algérie du Nord se font au Jurassique moyen. Ce qui aboutit à des faciès siliceux à microfaune pélagique dans le sillon tellien, des faciès de zone de hautes énergies à formations dolomitiques et des faciès abrités de plateforme où se déposent des micrites à algues dans la plateforme sétifienne. Et plus au Sud, ce processus aboutit à des formations pélagiques dans le domaine atlasique.

Troisième partie: GÉOLOGIE LOCALE

GEOLOGIE DU GUERGOUR

I. INTRODUCTION

Le gisement d'**Ain Sedjra** se trouve dans la partie Sud-ouest du massif du **Guergour**. Ce dernier est bordé respectivement au Nord et au Sud par les Babor occidentaux et les Hautes plaines. Les monts de Constantine le limite à l'Est, et la chaîne Bibanique à l'Ouest.

Dans la région du massif du **Guergour**, on observe trois types de domaines :

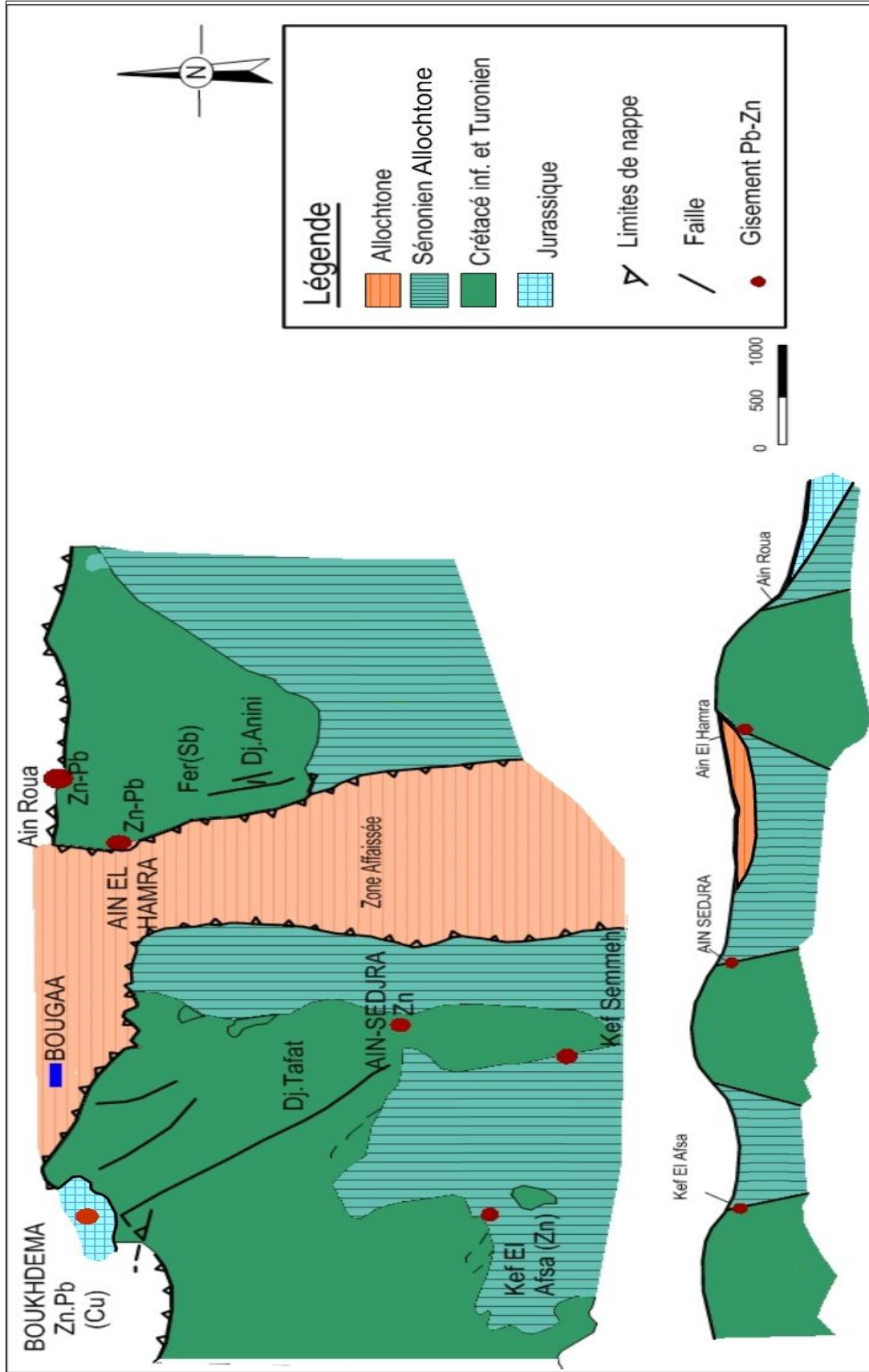
- Le domaine tellien : avec des affleurements qui se succèdent du Crétacé inférieur jusqu'à l'Eocène.
- Le domaine des flysch kabyles : avec des formations détritiques.
- Le domaine de la plateforme sud sétifienne : il est l'objet de ce travail, car il correspond à la plateforme sud sétifienne de la fenêtre Guergour-Anini, avec des sédiments carbonatés allant du Jurassique jusqu'au Crétacé supérieur.

Du point de vue tectonique, le secteur du **Guergour** est dominé par de nombreux accidents et déformations, qui compartimentent le massif en blocs lui donnant ainsi une structure en « Horst et Graben ». Ces structures se résument en un réseau de failles affectant l'assise dolomitique ainsi que des plis.

II. LITHOSTRATIGRAPHIE DU DJEBEL GUERGOUR

II.1. LE JURASSIQUE

Dans la partie Nord-Ouest du Djebel **Guergour** (Boukdéma), des dolomies bien caractéristiques sont rattachées au Jurassique. Elles sont grises ou noires à grains fins



ou clairs à grains moyens. Elles sont surmontées par un hard ground minéralisé, alors qu'à la base on trouve des dolomies rougeâtres.

II.2. LE CRÉTACÉ

II.2.1. Le Crétacé inférieur

A. Le Néocomien

Dans l'ensemble, il est formé par des marnes et des marno-calcaires à Calpionelles et Ammonites. A la base du Néocomien on trouve des calcaires gris riches en faune typique à cet étage. Ensuite viennent des marno-calcaires à Ammonites

Le sommet du Néocomien est constitué par de marnes grises alternées avec des calcaires et des marno-calcaires grumeleux fossilifères. Ces formations sont rattachées à l'Hauterivien.

B. Le Barrémien

Dans l'ensemble, le Barrémien correspond à des terrains marneux ou calcaireux, avec une épaisseur allant de 80 m à 90 m. Il débute par des calcaires argileux à niveaux plus ou moins lumachéliques. Ces niveaux sont suivis d'argiles verdâtres admettant des passés de siltstones argileux. Ces argiles se poursuivent par des calcaires microcristallins à débris, et la partie terminale du barrémien est constituée d'une série marneuse à Globigérines.

C. L'Aptien

Il se présente sous forme d'alternance de calcaires parfois microcristallins à débris et des marnes grises riches en microfaunes. Ces alternances peuvent avoir une épaisseur allant jusqu'à 200m.

A la base se trouve une formation marneuse riche en microfaune qui se poursuit par des calcaires microcristallins gris. Sur ces terrains reposent des marnes à petits niveaux des calcaires organogènes surmonté par des intercalations des argiles silteuses grises.

L'Aptien se termine par dolomies silteuses grises à patine rousse, et des calcaires organogènes riches en Orbitolines.

La Limite Aptien-Albien coïncide avec l'apparition des niveaux gréseux.

D. L'Albien

L'Albien inférieur est constitué par des grés fins roux renfermant des algues rouges, les « mélobésiées » qui caractérisent le début de l'Albien. Viennent ensuite des formations argileuses vertes, contenant des niveaux à grés fortement argileux, renfermant des algues rouges. Elles sont surmontées par des terrains carbonatés composés essentiellement par des calcaires microcristallins plus ou moins argileux et parfois organogènes, sur laquelle repose une formation de grés quartzique fin blanc. Le sommet de l'Albien correspond à une formation argileuse et marneuse avec des passées de calcaires argileux gris. L'épaisseur totale de l'Albien est environ 260 m.

II.2.2. Le Crétacé supérieur

Le Cénomaniens débute par des formations en bancs massifs de dolomies cristallines et des calcaires sparitiques et zoogènes à *Orbitolina Conica* et *Miliolidés* (Vila, 1980). Le Cénomaniens supérieur et le Turonien sont toujours carbonatés. La base du Sénonien est marneuse alors que son sommet se caractérise par une faible épaisseur des dépôts calcaires.

III. PALEOGEOGRAPHIE

L'ensemble de la série du Crétacé inférieur et Crétacé moyen contient moins d'éléments clastiques et plus d'éléments terrigènes fins (argiles et marnes).

Le sommet du Néocomien ainsi que le début du Barrémien, reflètent un changement brusque de la paléogéographie avec un passage direct d'un domaine ouvert à un domaine restreint caractérisé par un dépôt de milieu subtidal (El Phil, 1990).

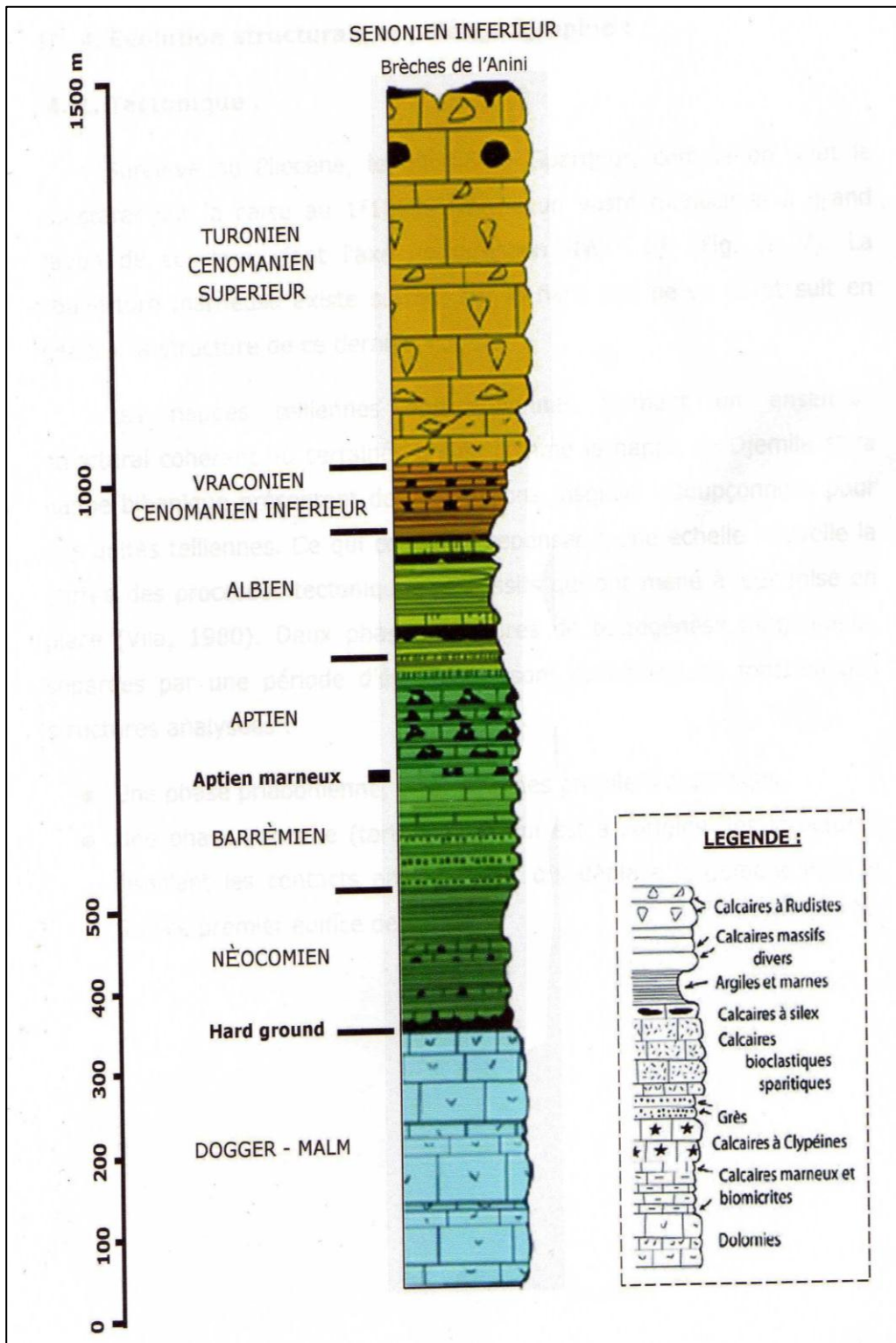


Fig. 6 : Log stratigraphique de Djebel Guergour et Anini (J.M. Vila 1980)

Par la suite, principalement à l'Aptien, les séquences redeviennent oscillantes à tendances positives avec un passage graduel du milieu subtidal vers le bassin du domaine ouvert.

A l'Aptien, existent des oscillations à tendances régressives majeures avec un passage progressif d'un domaine ouvert à un domaine restreint. Un régime subrécifal s'est installé au Crétacé moyen après les dépôts terrigènes et vaseux de l'Albien.

La série se termine par une transgression majeure annoncée à la fin de l'Albien avec une reprise de la sédimentation de bassin. Au Cénomaniens, s'amorce un troisième cyclothème transgressif.

IV.TECTONIQUE

Lors de l'examen de la carte géologique du massif du **Guergour**, on remarque aisément la forme anticlinale de ce dernier. Il se caractérise par un axe de courbure de direction NO-SE. On remarque aussi, que les formations allochtones viennent butés sur le front nord de ce dôme, ce qui donne à ce dernier un aspect tranchant par rapport aux formations géologiques qui l'entourent .

La structure du Djebel **Guergour** est dominée par des accidents cassants formant un réseau de failles qui donnent au Djebel **Guergour** une structure en Horst et Graben.

**Quatrième partie: CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES DU
SECTEUR D'ETUDE**

I. INTRODUCTION

Le Gisement d'**Ain Sedjra** se situe au niveau de la pointe Sud-Est du massif du Tafat , entre les côtes 1060 m et 1100 m. Il se place dans une région caractérisée par l'affleurement des formations de type marno-calcaire datées du Cénomaniens inférieur et de l'Albien. Les éboulis et les déblais de l'ancienne mine masquent la plus grande partie des affleurements.

Lors de la campagne de prospection du gîte par les géologues de l'ORGM, ces derniers ont pu donner une description détaillée de la lithologie de la région. Puis, Boutaleb (2001) adopta un découpage lithostratigraphique des formations où il a mis en évidence des terrains d'âge essentiellement crétacé supérieur. Dans ce découpage, la minéralisation est encaissée dans les formations Cénomano-Turonien riches .

II. STRATIGRAPHIE

II.1. ALLOCHTONE SUD SETIFIEN

Le Crétacé inférieur est représenté par l'Albien qui est constitué d'alternance de grés fins à grossiers de couleur grise à blanchâtre, alternant avec des argiles grises.

Le Cénomano-Turonien est caractérisé par une alternance des faciès variés : calcaires, grés et marnes riches en matière organique. Le Cénomano-Turonien débute par des calcaires et se termine par une zone d'oxydation dont la puissance est d'environ trois mètres. Le Cénomano-Turonien, dont l'épaisseur varie entre 190m et 300m, encaisse la quasitotalité de la minéralisation.

II.2 LA NAPPE DE DJEMILA

Le Sénonien inférieur est constitué à la partie inférieure par des marnes finement stratifiés à lits de calcaire marneux gris et gris foncé et à la partie supérieure par des intercalations d'une épaisseur jusqu'à 1m de calcaire noir marneux et partiellement aussi silicifié .

Le Sénonien supérieur est composé à sa partie inférieure par des marnes à bancs de calcaire marneux gris foncé sur lesquelles reposent des marnes bitumineuses finement litées, de teintes grise foncé et noires.

III .TECONIQUE

La formation Cénomano-Turoniennes du Djebel Tafat montre un contact tectonique cassante de direction N-S à NNE-SSW avec les marnes de Djemila . La structure est un monoclinal à pendage Est et qui varie de 20° à 30° au contact avec les calcaires et au fur à mesure qu'on s'éloigne vers l'Est-ce pendage devient modeste 10° à 15°. (Fig. 07)

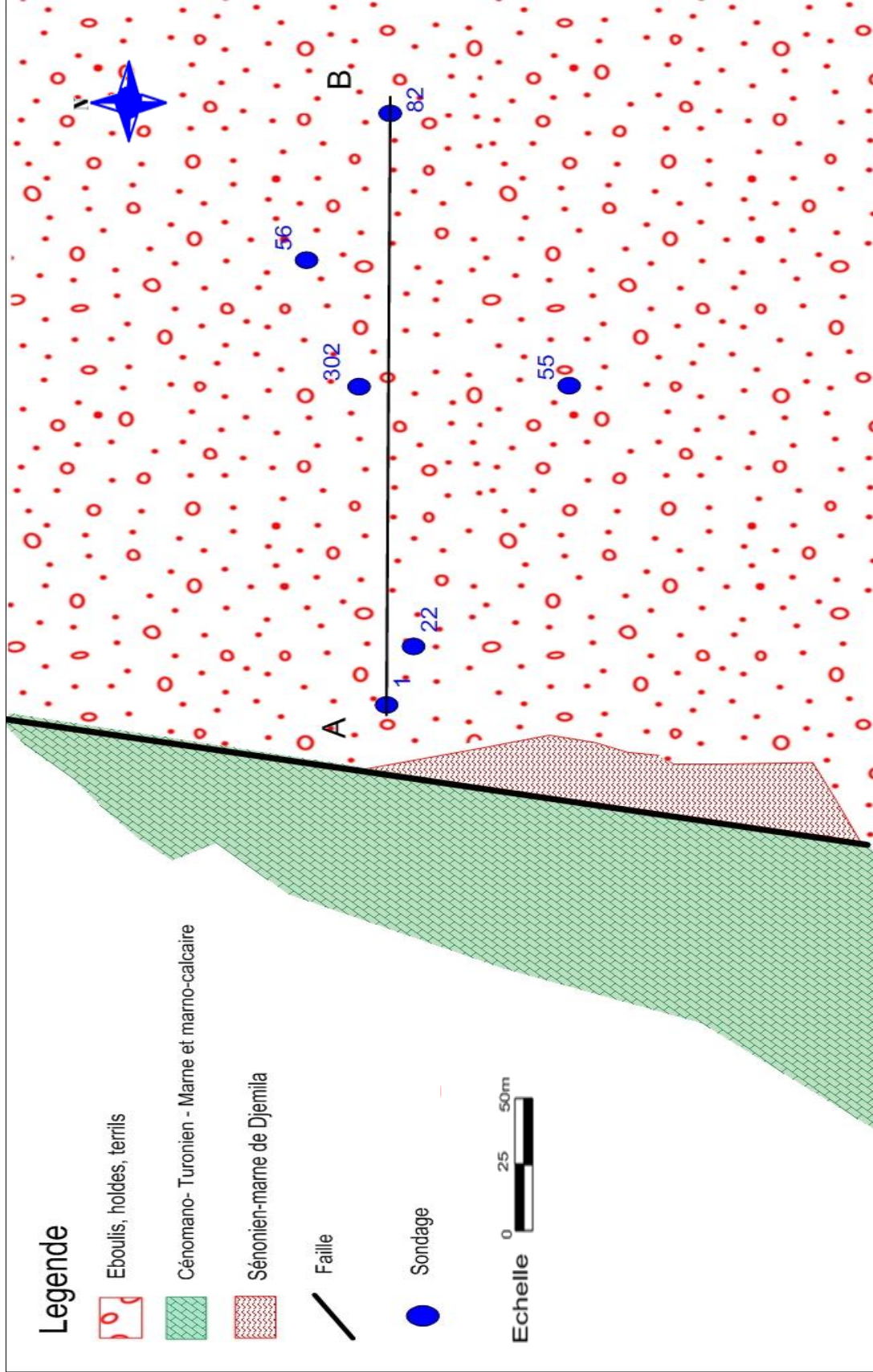


Fig. 7: Carte Géologique du gisement d'Ain Sedjira (O.R.G.M 1994), Modifiée

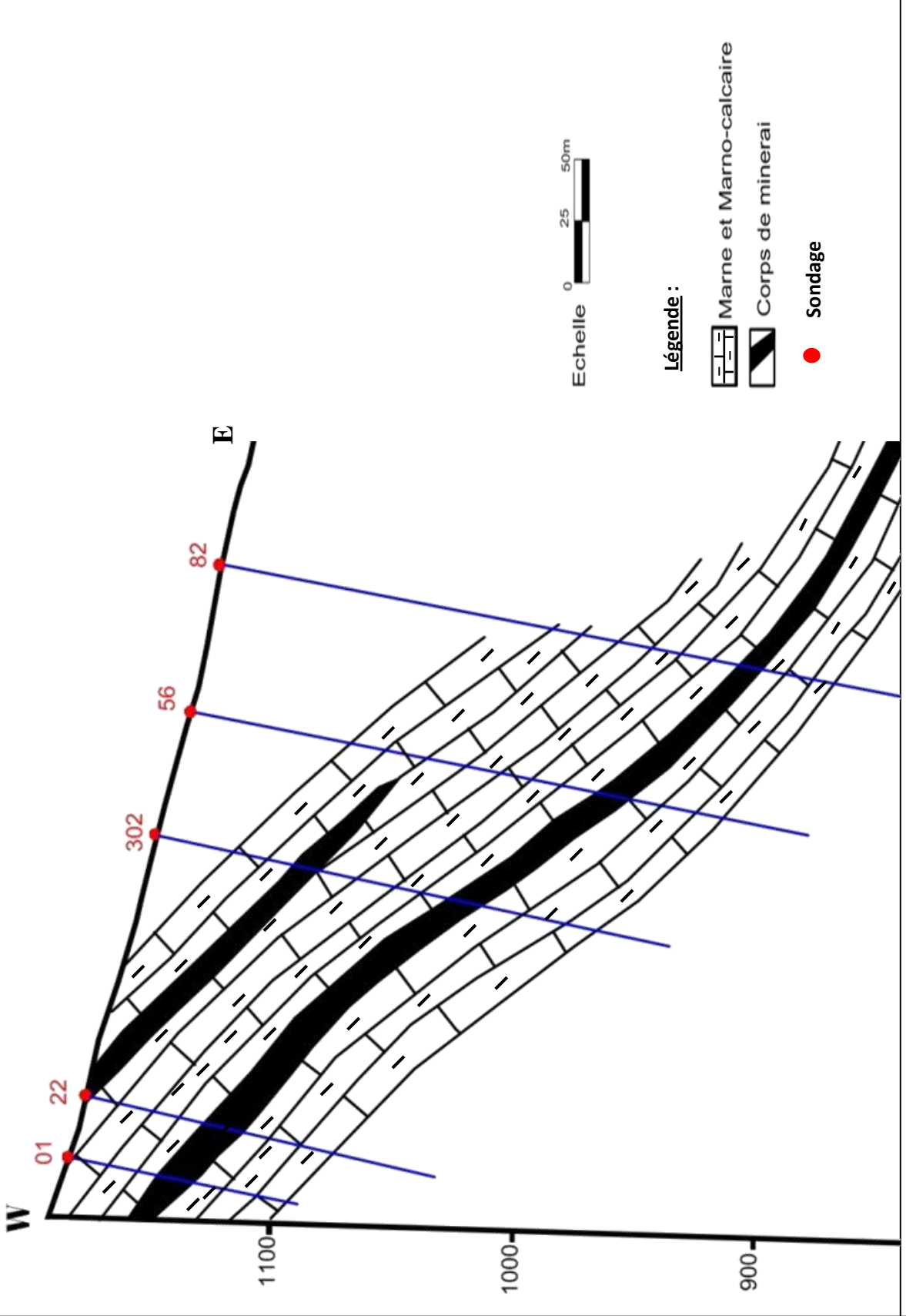


Fig.8 : Coupe le long de la ligne AB de la figure 7 montrant la morphologie des corps minéralisés (D.R.G.M,1994). Complété

CONCLUSION

Le gisement de **Ain Sedjra** se trouve à 43 km au Nord Ouest de la ville de Sétif. Il est situé dans la partie Sud Ouest du district minier de Guergour et Anini qui représente une partie intégrante de l'Allochtone Sud Sétifien dont plusieurs indices et gites de Pb-Zn ont lieu (Kef Semmah, Boukhdema,...).

Le gisement se place dans une région caractérisée par des formations marno-calcaires datées du Cénomanién inférieur à l'Albien.

Chapitre III

ETUDE PETROGRAPHIQUE

ET GITOLOGIQUE

Première partie: ETUDE PETROGRAPHIQUE

I. INTRODUCTION

Les observations de terrain, l'analyse des sondages étudiés; SN01, SN 22, SN56, S82 , SN 86, et SN302; et l'étude microscopique des échantillons et la terminologie utilisée par Dunham (1962) et Embry et Kiovan (1971 in Boussens et Pau 1977) (voir annexe) nous permet de décrire les faciès suivants: des calcaires, des dolomies et des grés.

II. LES DIFFERENTS FACIES Et MICROFACIES OBSERVES

II. 1. LES CALCAIRES :

À 36,5m (sondage N°01), on trouve un calcaire Packstone ± gréseux (5%) à Foraminifères planctoniques, à Calcisphères, Ostracodes et Lamellibranches. Les minéraux opaques présentent (3%) du reste. (Voir Planche 1, Fig 9 et Fig 10)

À 52m (sondage N°22), on trouve un Packstone ± gréseux (5%) à Lamellibranches et Crinoïdes . (Voir Planche 1, Fig 11 et Fig 12)

À 144m (sondage N°302), on a calcaire Packstone ± gréseux (5%) avec un apport important de la matière organique. Les minéraux opaques présentent (3%) du reste. (Voir Planche 1, Fig 13).

À 147m (sondage N°302), le faciès est toujours un calcaire Packstone ± gréseux (3%). On remarque également un apport important de la matière organique. Les fissures sont remplies par la dolosparite. Les minéraux opaques (5%) tapisse l'ensemble.(Voir Planche 2, Fig 14 et Fig 15).

À 165 à 177 m (sondage N°56), on trouve un calcaire Mudstone à foraminifères planctoniques et des Calcisphères. Plusieurs générations de fissuration à remplissage sparitique. La roche a subi une microtectonique (Voir Planche 2, Fig 16 , Fig 17 et Fig 18).

À 211m (sondage N°82), on a un calcaire Packstone à foraminifères planctoniques, Rotalipore et des Calciphères. On remarque que la roche a subi un apport important de la matière organique. Quant aux fissurations, elles sont remplies par la silice. Les minéraux opaques présentent 5% du reste. (Voir Planche 2, Fig 19 et Planche 3 et Fig 20).

À 220m (sondage N°82), toujours un calcaire Packstone. Une microtectonique a eu lieu, dont on observe un décalage au niveau des deux fissures solidifiées apparemment a été causée grâce à une autre fissuration remplie par des opaques. (Voir Planche 3, Fig 21).

II. 2. LES DOLOMIES

À 140m (sondage N°56), La roche à texture dolosparitique.(Planche 3, Fig 22)

À 214m (sondage N°82), La roche à texture dolosparitique est fortement oxydée. (Voir Planche 3, Fig 23)

À 216m (sondage N°82), La roche à texture dolosparitique deviennent plus oxydée et riche en minéraux opaques. (Voir Planche 3, Fig 24)

À 248m (sondage N°56), la roche qui se présente en dolosparite à stylolithes avec la présence du quartz détritique. (Voir Planche 3, Fig 25)

À 250m (sondage N°56), viennent des dolosparites à quartz détritique. Voir Planche 4, Fig 26)

II. 3. LES GRÉS

À 103,4 m (sondage N°55), la roche est gréseuse avec fissuration à remplissage silicifié . (Voir Planche 4, Fig 27)

À 143m (sondage N°302), la roche est gréseuse dont on remarque des fissurations à remplissage dolosparitique. Les minéraux opaques tapissent l'ensemble. (Voir Planche 4, Fig 28)

À 151 mètres (sondage N°302), des grés de taille micrométrique riche en minéraux opaques. (Voir Planche 4, Fig 29).

PLANCHE 1

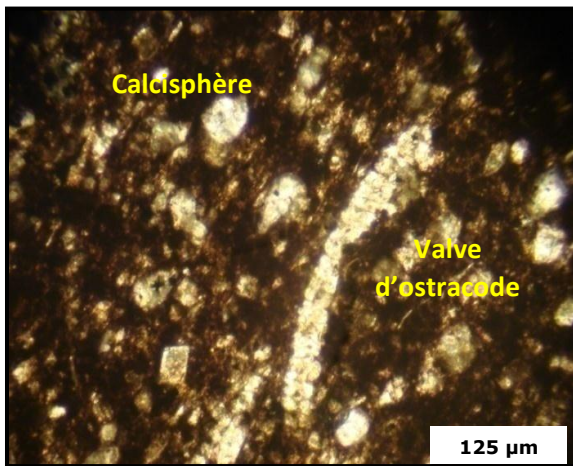


Fig. 9 : Valves d'Ostracodes dans les calcaires packstones à Calcisphères (L.N)

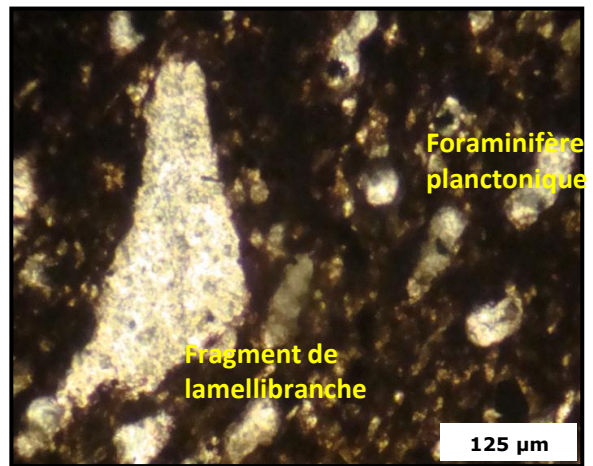


Fig. 10: fragments de lamellibranche dans les calcaires packstones à Calcisphères (L.N)



Fig. 11 : fragments de lamellibranche dans les calcaires packstones à Calcisphères (L.P)



Fig. 12 : Section transversale dans les calcaires Packstones (L.P)

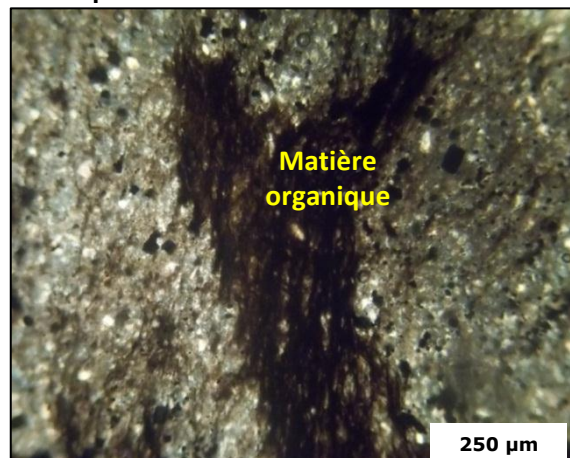


Fig. 13 : Calcaires Packstones riche en matière organique (L.P)

PLANCHE 2

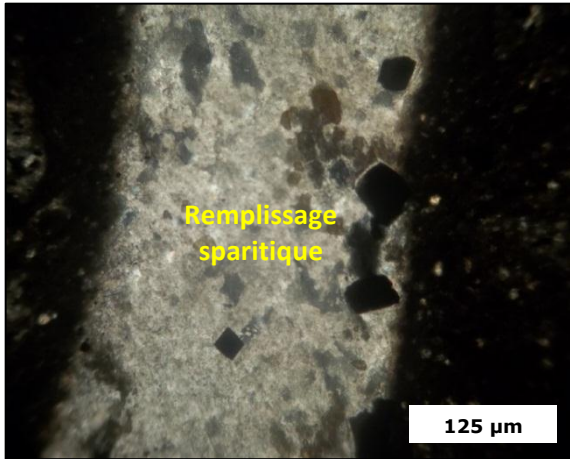


Fig. 14 : Calcaires Packstones (L.P)

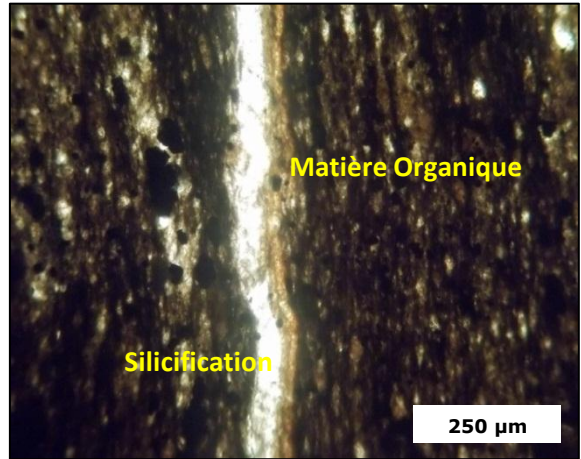


Fig. 15 : Silicification dans les Calcaires Packstones (L.P)

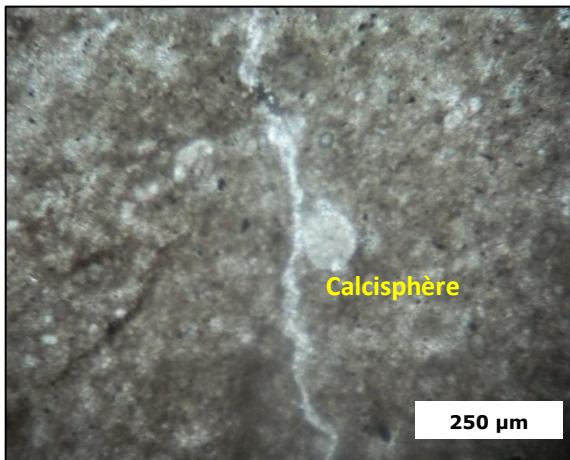


Fig. 16: Calcaires Mudstones à Calcisphères (L.P)

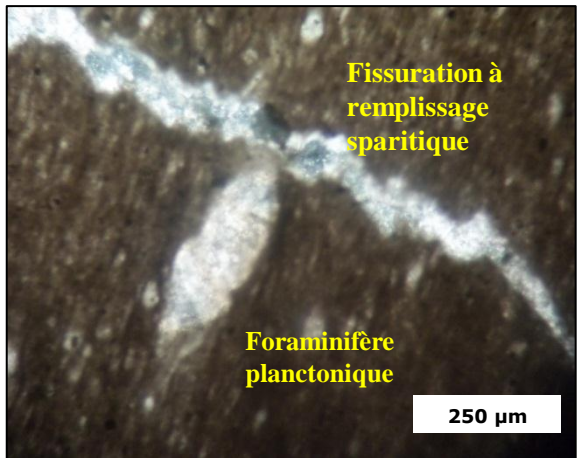


Fig. 17: Foraminifères Planctoniques dans des calcaires Mudstones à Calcisphères (L.P)

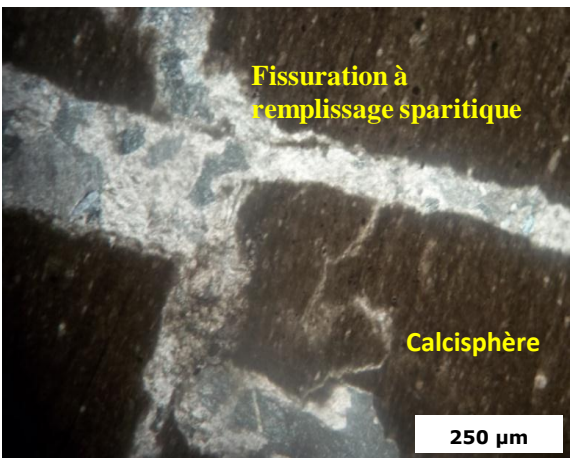


Fig. 18 : Calcaires Mudstones à Calcisphères (L.P)

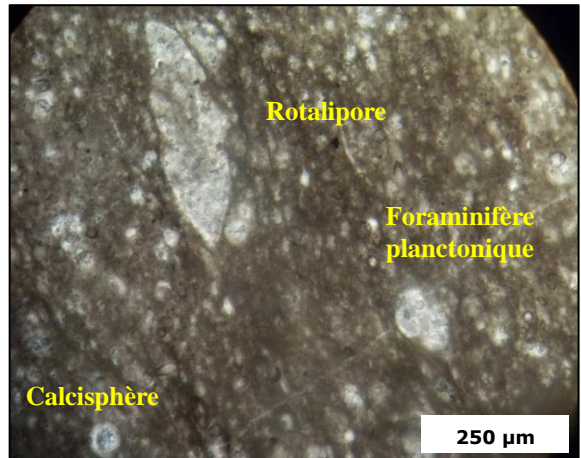


Fig. 19 : Rotalipore et Foraminifères Planctoniques dans des calcaires Packstones à Calcisphère(L.P)

PLANCHE 3

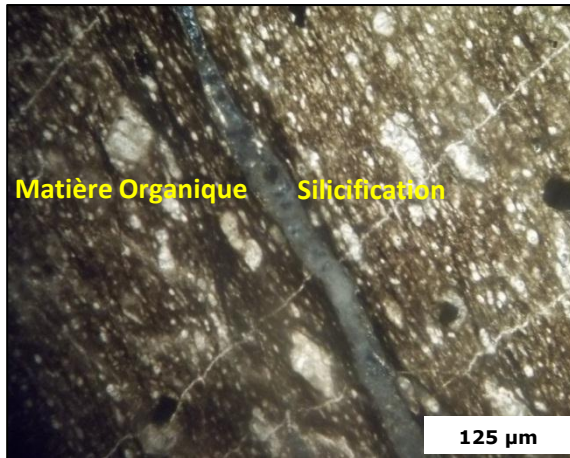


Fig. 20 : Calcaires Packstones (L.P)

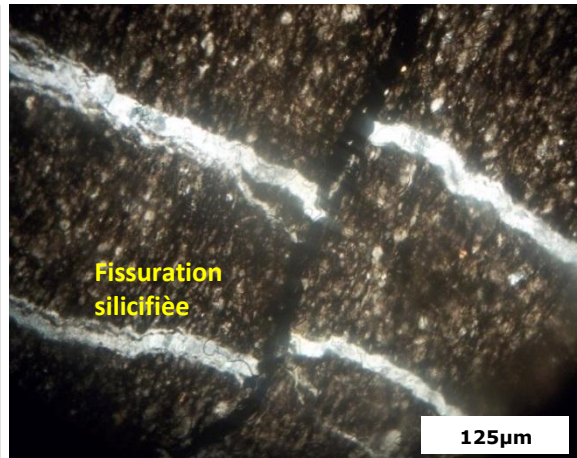


Fig. 21 : Microtectonique dans les Calcaires Packstones (L.P)

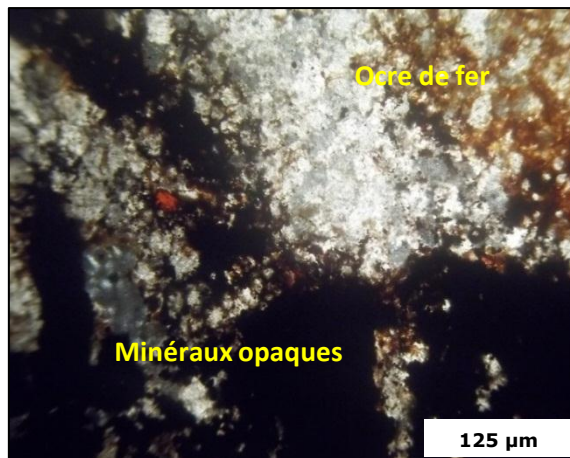


Fig. 22 : Dolosparite (L.P)

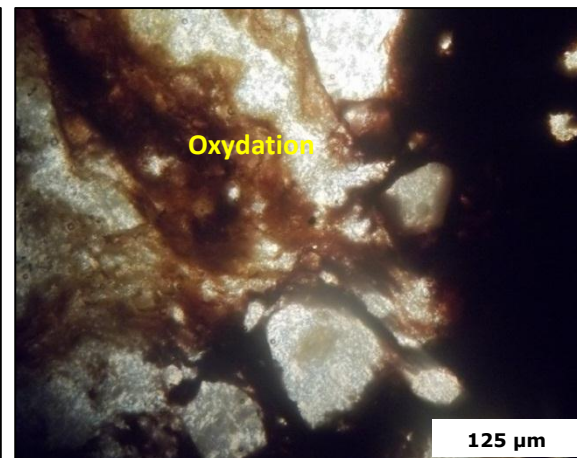


Fig. 23 : Oxydation dans les Dolosparite (L.P)

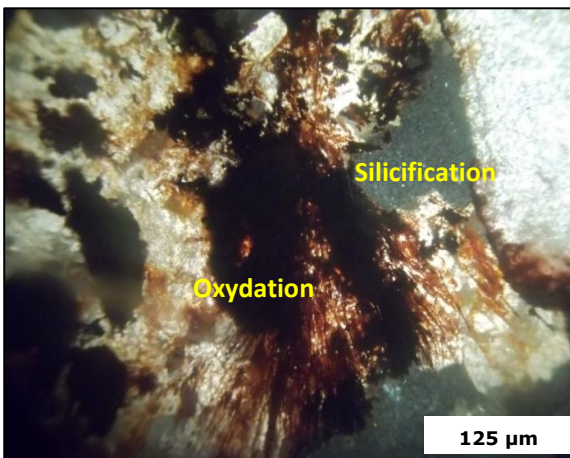


Fig. 24: Silicification dans les Dolosparites(L.P)

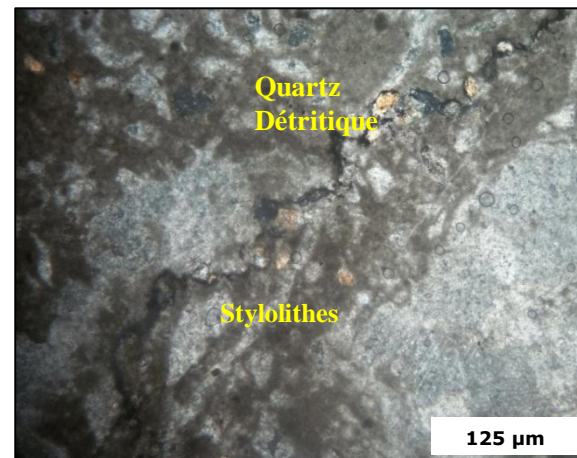


Fig. 25 : Stylolithes dans les Dolosparites (L.P)

PLANCHE 4

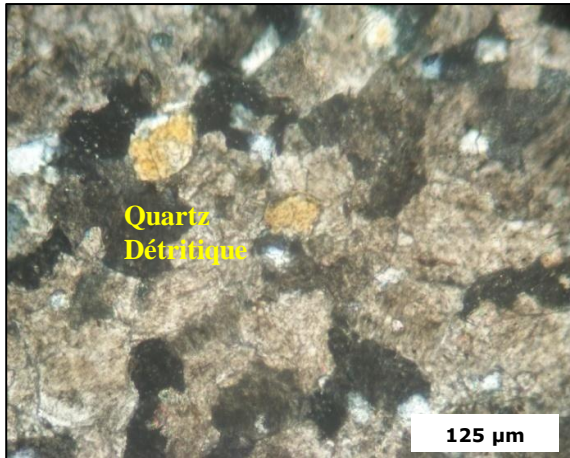


Fig. 26 : Dolosparite (L.P)

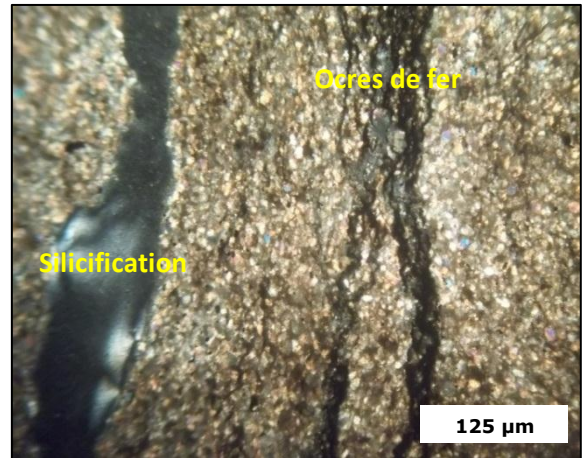


Fig. 27 : Silicification dans les Grés (L.P)

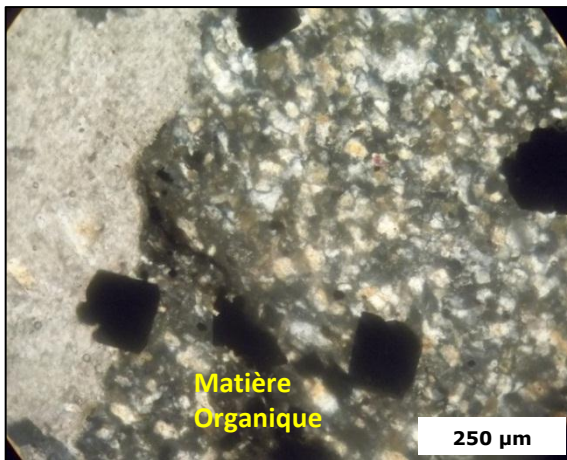


Fig. 28 : Matière organique dans les Grés(L.P)

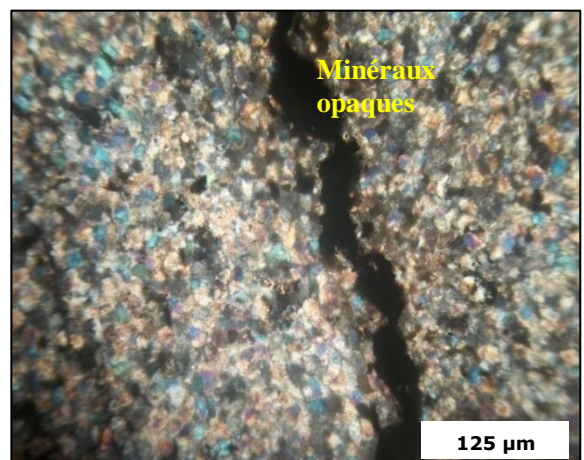


Fig. 29 : Fissuration remplie par des opaques dans les Grés (L.P)

Deuxième partie: ETUDE GITOLOGIQUE

I. INTRODUCTION

La minéralisation plombo-zincifère est encaissée dans les marnes et les marno-calcaires du Cénomano-Turonien surmontées par les marnes Sénoniennes (O.R.G.M 1994 , Boutaleb 2001)

II. MORPHOLOGIE DU CORPS

D'après J. Glaçon (1967), la minéralisation se présente sous forme lenticulaire au sein des marne-calcaires du Cénomano-Turonien.

Lors des travaux de prospection détaillés, les géologues de l'ORGM ont confirmé cette théorie et peuvent définir la morphologie du corps comme étant des couches lenticulaires stratiformes qui prennent départ à partir d'un contact tectonique (N-S). (voir Fig.8).

III. LES TEXTURES DE LA MINERALISATION

L'observation des carottes de sondage ainsi que l'étude des sections polies ont permis de déterminer une minéralisation généralement pyriteuse avec de la blende. Nous avons distingué les textures suivantes:

-Texture disséminée: la minéralisation s'observe sous forme de petits grains repartis régulièrement dans la gangue carbonatée. (Fig. 37, Fig.38)

-Texture massive: le minerai se présente sous forme homogène, compact parcouru le plus souvent par des veinules d'ordre millimétrique à centimétrique à remplissage de calcite. Les cristaux sont très fins dans une gangue à dominance carbonatée. Il s'agit de la pyrite et de la blende.(Fig. 35)

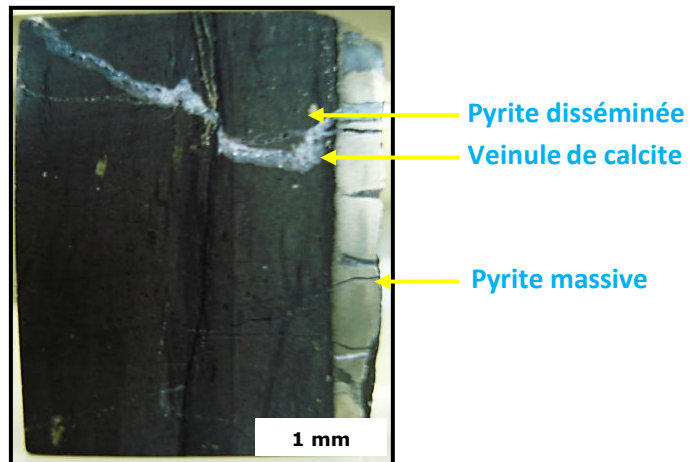


Fig. 30 : Section polie montrant les calcaires noirs riche en matière organique

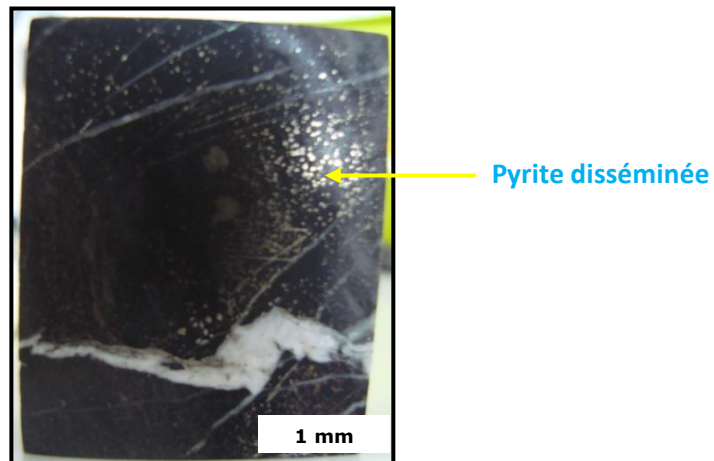


Fig. 31 : Section polie montrant les calcaires gréseux à pyrite disséminée

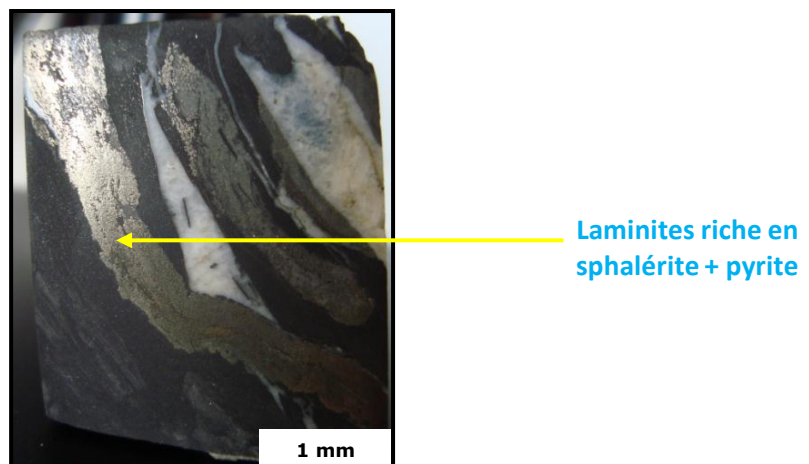


Fig. 32 : Section polie montrant les minéralisations liées aux laminites dans les calcaires gréseux

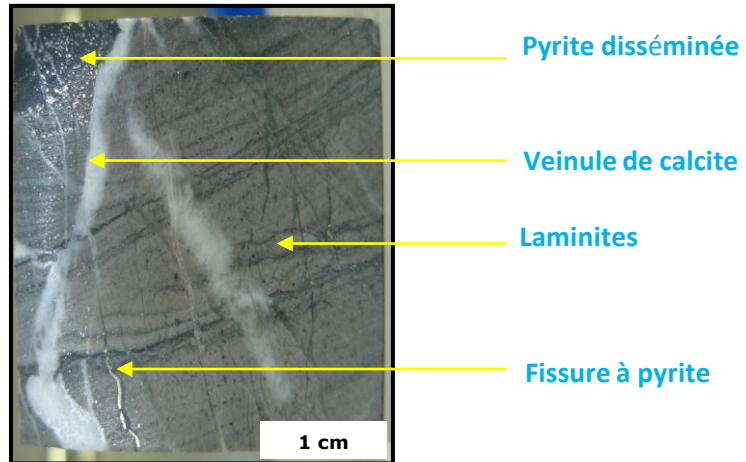


Fig. 33 : Section polie montrant les laminites dans les grès recoupées par des filonnets de calcite

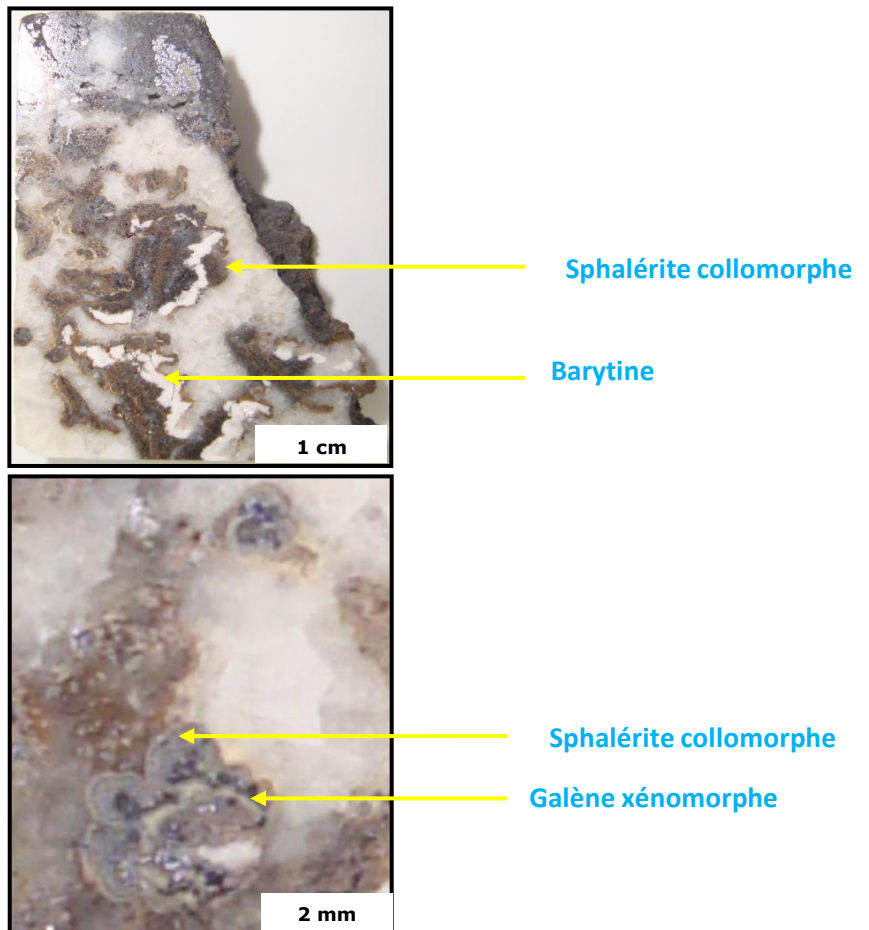


Fig. 34 : Section polie montrant les dolosparites minéralisée

-Texture veinulée: le minerai remplit les fractures et les fissures ainsi que les cavités de petites tailles, cette dernière recoupe la minéralisation massive (Fig. 37, Fig. 44).

-Texture collomorphe: la texture massive présente une porosité importante dans laquelle on remarque le développement de la texture collomorphe (Fig. 42).

IV. ETUDE DE LA MINÉRALISATION

La minéralisation est représentée par la **Pyrite**, la **Melnicovite**, la **Marcasite**, la **Blende**, la **Galène** et la **Chalcopyrite**. Quant à la minéralisation supergène, elle est représentée par l'**Hématite**, la **Cérusite**, la **Smithsonite** et la **Covellite**. la sous forme disséminée, massive, veinulée et collomorphe. Comme minéraux de gangue on signale la **Barytine**, le **Quartz** et la **Calcite**.

L'étude minutieuse des sections polies nous a permis de déterminer les différentes espèces minérales ainsi que leurs relations.

IV. 1. LA MINÉRALISATION PRIMAIRE

IV.1.1. La Pyrite (FeS₂)

Elle représente le sulfure le plus abondant de couleur jaune. Elle se présente sous deux formes disséminée et massive.

A-Dans les calcaires:

-Massive : qui est la génération la plus tardive. Elle forme de grande plage de pyrite cimentant l'ensemble des fragments de la roche, parfois sous forme de veinules synsédimentaires (Fig.35, Fig. 43).

-Disséminée: c'est la Pyrite diagénétique précoce car elle recoupe les cristaux de pyrite. Elle se trouve sous forme de microsphères millimétriques automorphes et subautomorphes. Parfois, ce minéral se présente en agrégats de microsphères des dimensions variables (Fig.36, Fig. 37).

B- Dans les dolomies et les grès : elle se trouve également sous deux formes:

-Disséminée: la pyrite se présente en grains automorphes et / ou subautomorphes (Fig. 38).

-Massive : elle est parfois remplacée par la sphalérite et colmatent les fissures (Fig.38, Fig. 44).

IV.1.2. LA MELNICOVITE (FeS_2)

D'une couleur blanche jaunâtre voir brunâtre , la Melnicovite (Pyrite collomorphe) s'observe toujours en association avec la Pyrite mais à la différence de cette dernière elle est fibreuse (Fig.39).

IV.1.3. LA SPHALERITE (ZnS)

A-Dans les calcaires:

-Massive: elle occupe les vides entre les agrégats de pyrite en formant des plages xénomorphes de tailles très variables . Parfois, elle remplace la pyrite (Fig. 40 et Fig. 41) .

-Veinulée: colmate les microfissures (Fig.37).

B-Dans les dolomies: elle apparait sous forme collomorphe ou sous forme des plages subautomorphes à xénomorphes.

-Sphalérite collomorphe (schalenblende): elle est le minéral le plus abondant. Elle se compose d'encroûtements et de zonations traduisant un dépôt rythmique. Les bandes de zonations ont une couleur qui va du brun foncé au centre jusqu'au brun clair dans les bandes externes(Fig. 42).

PLANCHE 1

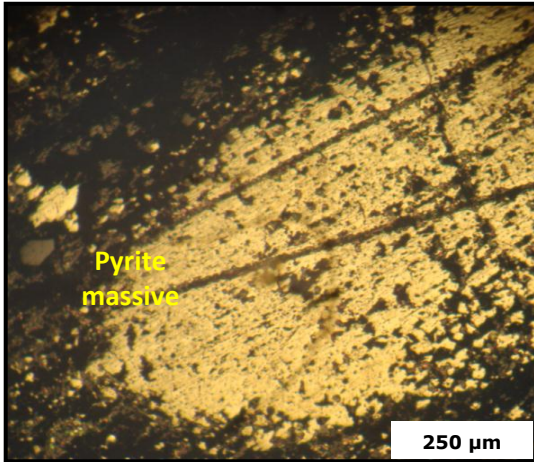


Fig. 35 : Section montrant la pyrite massive traversée par des filonnets de calcite (L.P)

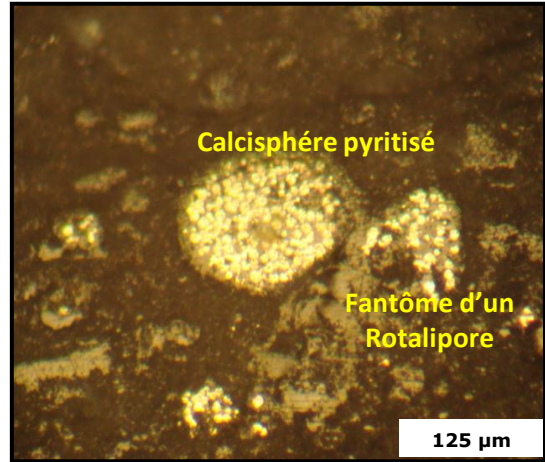


Fig. 36 : Section montrant le remplissage des calcisphères et des rotalipores par la pyrite subautomorphe (L.P)

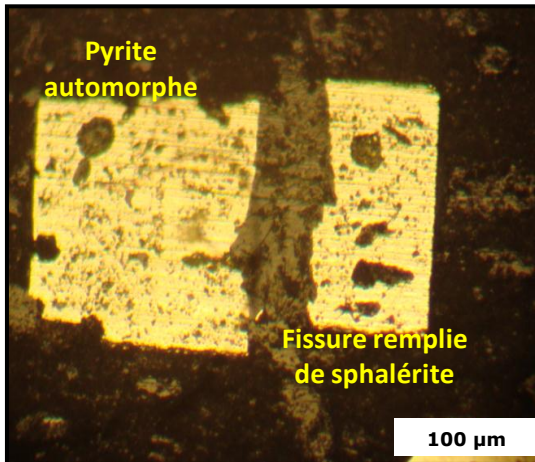


Fig. 37 : section montrant la pyrite automorphe traversée par une fissure sphaléritique (L.P)

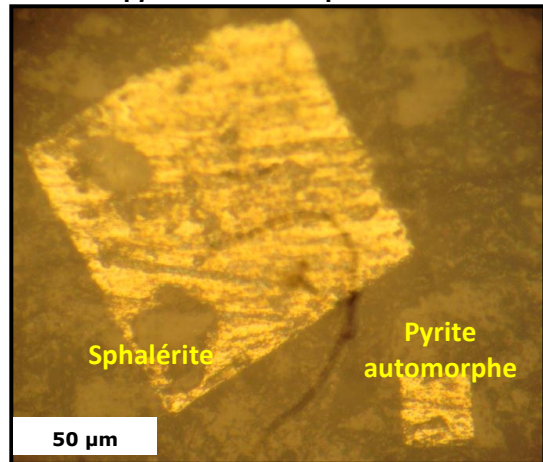


Fig. 38 : Section montrant la pyrite automorphe à remplissage de sphalérite (L.P)

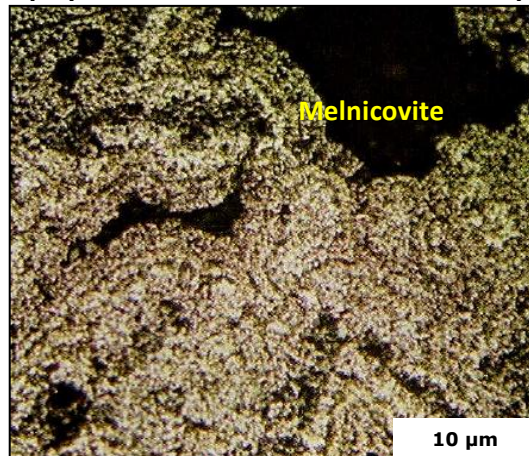


Fig. 39 : Section montrant une plage de la Melnicovite (L.P.A)

PLANCHE 2

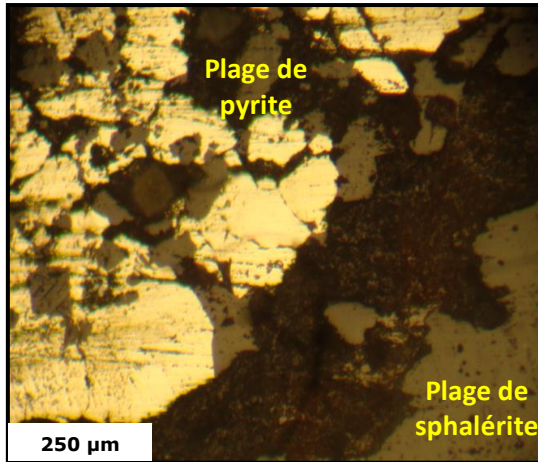


Fig. 40 : Section montrant la sphalérite cristalline (xénomorphe) (L.P)

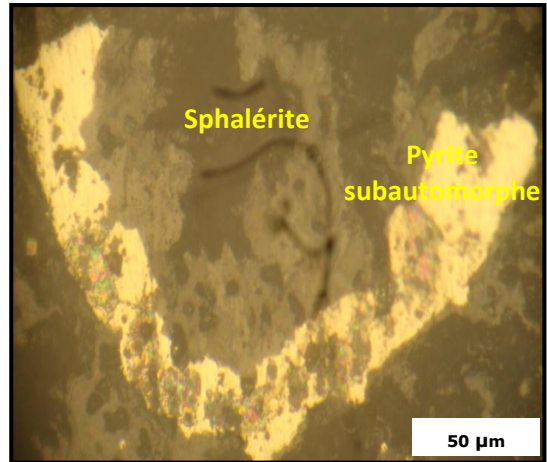


Fig. 41 : Section montrant le remplacement de la pyrite par la sphalérite (L.P)

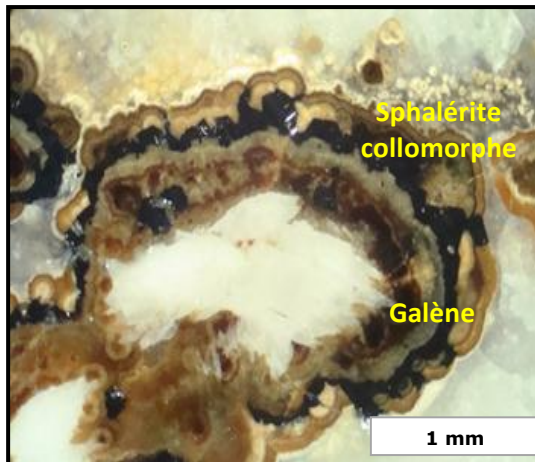


Fig. 42 : Lamelle montrant la sphalérite collomorphe et cristalline (L.P)

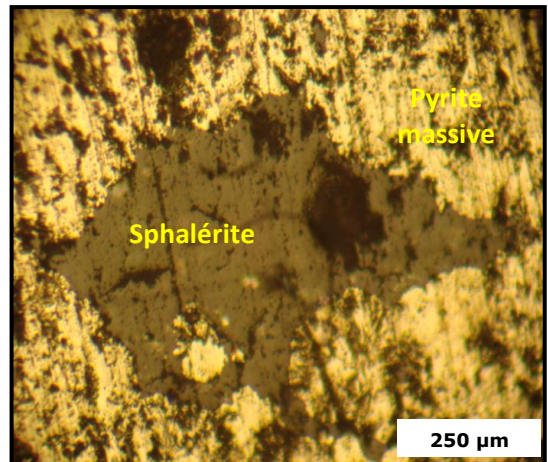


Fig. 43 : Section montrant la sphalérite grisâtre en place remplaçant la pyrite massive (L.P)

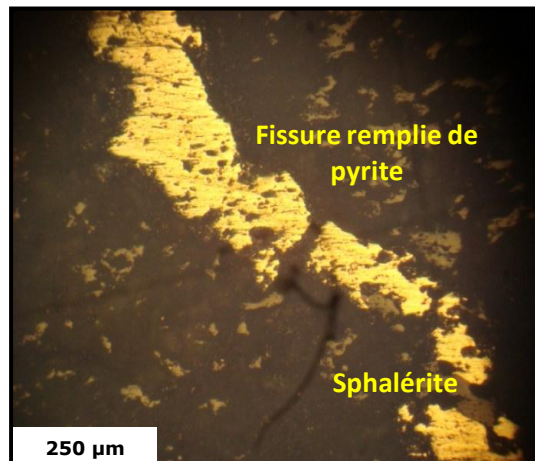


Fig. 44 : Section montrant le remplissage des fissures par la pyrite et la sphalérite (L.P)

-Sphalérite en plages (cristalline): Elle se présente sous forme de cristaux xénomorphes à subautomorphes. D'une couleur grise, elle est moins répandue que la Schalenblende. On la retrouve souvent associée à cette dernière car elle occupe le centre des grains de la schalenblende où elle constitue le point de départ des zonations.

D'autres parts, l'observation minutieuse met en évidence le remplacement de la pyrite massive par de la sphalérite (Fig. 43).

C-Dans les grés: c'est une Sphalérite de remplacement et elle est moins abondante par rapport à la Pyrite (Fig.44).

IV.1.4. LA MARCASITE (FeS₂)

De couleur blanc jaunâtre, le minéral se présente sous forme de cristaux polyphasés apparaissant généralement au centre de la Pyrite qui les épigénise.

A-Dans les calcaires: elle est moins fréquente que la pyrite et elle se présente au son centre sous forme automorphe (losangique) (Fig.45).

B-Dans les dolomies: elle se présente en plages maclées ou en grains subautomorphes (Fig.46).

IV.1.5. LA GALENE (PbS)

Elle est cependant moins abondante que la Sphalérite. Observée au microscope, la Galène se reconnaît par sa couleur blanche et son pouvoir réflecteur élevé.

On la trouve essentiellement dans les dolomies et elle existe sous deux formes, une galène précoce, correspondant à des cristaux automorphes, regroupés suivant les zonations de la schalenblende et, donc, elle est considérée comme cogénétique avec la sphalérite collomorphe. Dans le second cas, elle forme de grandes plages xénomorphes recoupant les zonations de la schalenblende; cette disposition indique qu'elle est postérieure à la sphalérite collomorphe (Fig.47).

PLANCHE 3

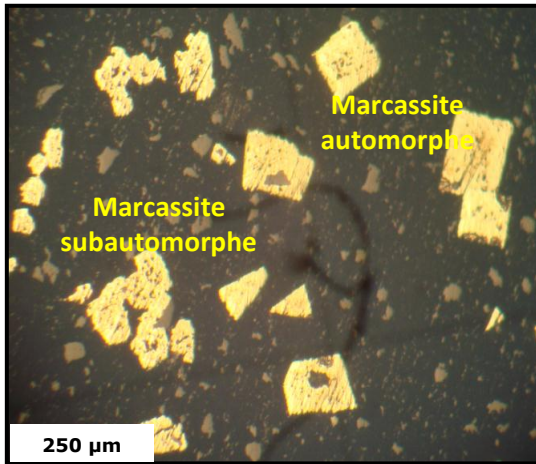


Fig. 45 : Section montrant la marcassite automorphe et subautomorphe (L.P)

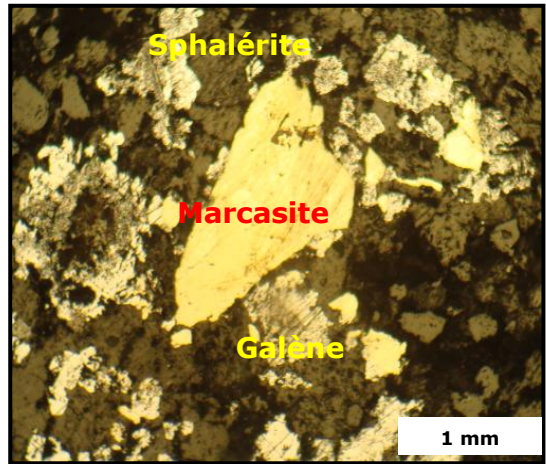


Fig. 46 : Section montrant la marcassite subautomorphe (L.N)

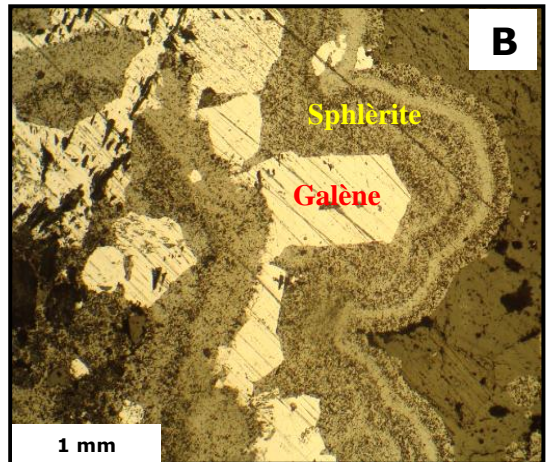
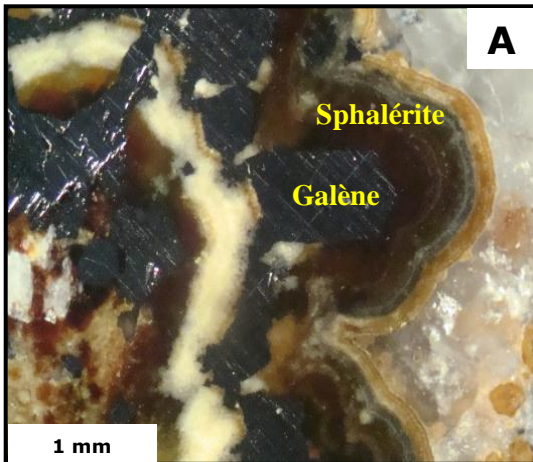


Fig. 47 : Section montrant la galène automorphe entouré par la sphalérite collomorphe (A : L.P, B : L.N)

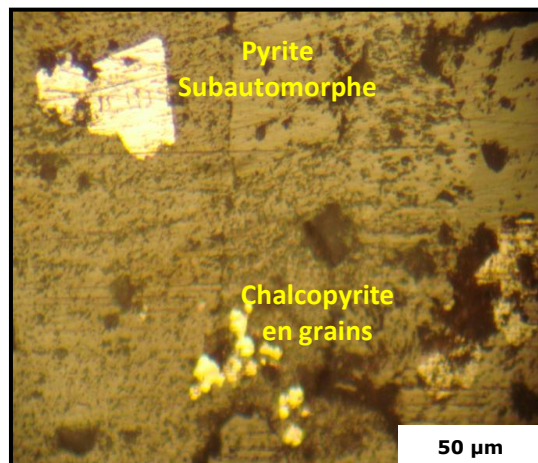


Fig. 48 : Section montrant la Chalcopyrite en grains et la Pyrite subautomorphe (L.P)

IV.1.6. LA CHALCOPYRITE (CuFeS_2)

Elle est reconnue avec sa couleur jaune d'or. Elle se présente en agrégats de grains fins, parfois associée à la pyrite. Le minéral s'altère en Covellite et se présente sous forme d'un liseré plus ou moins fin (Fig.48).

IV.2. LA MINÉRALISATION DE LA GANGUE

Elle est constituée de la Barytine, du quartz et de la Calcite.

-La Barytine (BaSO_4): Elle est rare et se présente en lattes fines allongées associées à la minéralisation sulfurée.

-Le quartz (SiO_2): Le quartz est reconnu par sa couleur grise, il se présente en petits cristaux xénomorphes, en cristaux bipyramidés disséminés dans l'encaissant.

-La Calcite (CaCO_3): Elle a un caractère fissural. Elle cimente la Schalenblende .

IV.1.3. LA MINÉRALISATION SUPERGENE

Elle représente les produits du processus d'oxydation des minéraux sulfurés, parmi ces minéraux, on reconnaît: l'Hématite, la Covellite, la Cérusite et la Smithsonite.

-L'Hématite (FeS_2O_3): D'une couleur blanche avec une nuance bleuâtre, l'Hématite se présente sous forme massive. L'observation minutieuse montre des reliques des cristaux de Pyrite au sein des grandes plages d' Hématite indiquant la pseudomorphose de la pyrite en Hématite.

-La Cérusite (PbCO_3): Au microscope , des cristaux subautomorphes de Galène sont entourés par des plages de Cérusite de couleur grise et pléochroïque.

-La Smithsonite (ZnCO₃) : De couleur marron brun pléochroïque, la Smithsonite se présente sous forme d'un gel concrétionné.

-La Covellite (CuS): Elle est caractérisée par sa couleur bleu à bleu-violacée avec un pléochroïsme déterminant. Au microscope, celle-ci est formée au contact de la Chalcopyrite ce qui nous laisse penser qu'elle est le produit de l'oxydation de cette dernière.

CONCLUSION

La minéralisation du gisement de **Ain Sedjra** est essentiellement plombo-zincifère. Elle est encaissée, sous forme lenticulaire, dans les marno-calcaires du Cénomano-Turonien surmontés par le Sénonien.

Grâce aux observations macroscopiques et microscopiques, On a pu déterminer les différents faciès et microfaciès rencontrés sur le secteur d'étude qui sont les calcaires (Mudstone, Wackstone et Packstone), les dolomies et les grés en se basant sur les prélèvements des échantillons relevés des carottes de Six sondages.

Les bioclastes trouvés lors de l'étude microscopique nous a permis de définir un environnement d'un milieu ouvert.

L'ensemble de ces faciès à été soumis à des après leur compaction à des phénomènes tectoniques . (Voir Planche 3, Fig 21 et Planche 3, Fig 25).

En outre, on a remarqué la présence de la matière organique essentiellement dans les calcaires (massifs et fins) d'âge Cénomano-Turonien et Sénonien. On peut signaler également l'évènement anoxique océanique qui a distingué le passage Cénomano-Turonien et qui est caractérisé par l'augmentation de la production de la matière organique causée par une forte baisse de l'oxygénation.

La minéralisation plombo-zincifère, encaissée dans les marnes et les marno-calcaires du Cénomano- turonien, se présente sous forme disséminée, massive, veinulée ou collomorphe. Elle est représentée par la Pyrite, la Melnicovite, la Marcasite, la Blende, la Galène et la Chalcopyrite. Quant à la minéralisation supergène, elle est représentée par l'Hématite, la Cérusite, la Smithsonite et la Covellite . Comme minéraux de gangue on signale la Barytine, le Quartz et la Calcite.

Chapitre IV

INTERPRÉTATION GÉNÉTIQUE

I. INTRODUCTION

L'étude des lames minces et des sections polies des échantillons récoltés ainsi que les observations texturales effectuées jusqu'ici nous ont permis de mettre en évidence deux niveaux minéralisés encaissés dans les formations calcaro-gréseuses riches en matière organique du Cénomano-Turonien. Le premier niveau est encaissé dans les calcaires noirs riches en matière organique avec une paragenèse constituée de la Pyrite, la Melnicovite, la Marcasite et de la Sphalérite, et le second est encaissé dans les dolomies et renferme une paragenèse à Pyrite, Marcasite, Sphalérite, Galène et Chalcopyrite.

II. SUCCESSION PARAGENETIQUE

Les observations macroscopiques et microscopiques ainsi que les travaux précédents permettent d'établir les relations existantes entre les différents minéraux observés et de déduire la succession paragenétique suivante:

PHASES MINÉRAUX	PHASE DIAGENÉTIQUE	Lithification – Stylolisation- Fractures	PHASE EPIGENÉTIQUE		PHASE SUPERGÈNE
Calcite	C1		C2		
Quartz					
Barytine			B		
Pyrite	P1		P3	P4	
Marcasite			Ma		
Melnicovite		M			
Sphalérite		Sp1	Sp2	Sp3	
Galène			G1	G2	
Chalcopyrite			Cp		
Hématite					Hé
Cérousite					Cé
Smithsonite					Sm
Covellite					Cv

Tab. 1 : La succession paragenétique des minéralisations du gisement de Ain Sedjra

La succession paragénétique permet de dégager essentiellement trois phases:

II.1. LA PHASE DIAGENÉTIQUE

Cette phase est marquée par le dépôt d'un calcaire cristallin sombre organogène. Elle se caractérise par des dépôts de la Pyrite disséminée (**P1**). Ces pyritosphères se rassemblent en agrégats (**P2**) de taille variable. Elle es marquée également par le dépôt de la Calcite (**C1**)

II.2 LA PHASE EPIGENTIQUE

A une certaine profondeur, les calcaires cristallins subissent une stylolisation et une fracturation. L'augmentation de la température et la venue de fluides chauds chargés en cations Pb, Zn, Cu, etc. favorisent le remplacement de la Pyrite par la Sphalérite, la Galène et la Chalcoppyrite. Cette phase s'est développée en trois stades:

- Stade 1

Au cours de ce stade, on assiste à une stylolisation intense probablement liée à une phase d'enfouissement mais aussi à la bréchification de la Pyrite diagénétique recristallisée en une deuxième génération de Pyrite dont l'aspect est collomorphe (Melnicovite) (**M**) qui est souvent intercalée par une zone d'oxydation. il est marqué également par le dépôt de la Sphalérite cristalline (**Sp1**).

- Stade 2

Il est caractérisé par la mise en place de la Calcite fissurale (**C2**) et le dépôt de la Chalcoppyrite (**Cp**) suivie de la Marcasite (**Ma**) qui l'enrobe.

Une autre génération de la Pyrite (**P3**) apparait en bordure de la marcasite présentant ainsi son produit d'altération.

Dans ce stade, les sulfures préexistants sont fracturés et la Sphalérite cristalline évolue vers la Schalenblende (**Sp2**) accompagné de la galène (**G1**). Parfois, des cristaux xénomorphes de la Galène (**G2**) recourent les zonations de la Schalenblende.

- Stade 3

Ce stade correspond à la formation de la dernière génération de la Pyrite (**P4**) qui vient cimenter l'ensemble des fragments de la minéralisation et de l'encaissant. La sphalérite cristalline est remobilisée dans les veinules (**Sp3**). Parfois, elle remplace la Pyrite.

II.3 LA PHASE SUPERGENE

Elle représentent le résultat d'une altération météorique dans une zone d'oxydation. Elle est marquée par l'apparition de la Covellite (**Cv**), de l'Hématite (**Hé**), de la Smithsonite (**Sm**) et de la Cérusite (**Cé**).

Remarque: Les abréviations : (**P1**),(**P2**),(**C1**),(**B**), (**M**),(**Sp1**),(**C2**),(**Ma**),(**Cp**),(**P3**), (**Sp2**), (**G1**),(**G2**), (**P4**),(**Sp3**),(**Cr**),(**Hé**),(**Sm**),(**Cé**) sont utilisés dans le tableau précédent.

III. SUR LA GENESE DU GISEMENT

III.1. LES FACTEURS DE LA MISE EN PLACE

Il s'agit de mettre en évidence les principaux éléments qui ont contribué à la mise en place de la minéralisation de cette mine, en s'appuyant sur les observations et les données des chapitres précédents. Nous retiendrons les facteurs suivants:

-Contrôle lithologique et tectonique

La minéralisation, essentiellement pyriteuse et zincifère, se trouve dans un horizon stratigraphique défini, le Cénomano-Turonien autochtone. Le Cénomaniens est marneux à marno-calcaire, alors que le Turonien est calcaireux.

La minéralisation donne des corps lenticulaires concordants qui prennent départ à partir d'un contact tectonique (N-S) .

-Contrôle paléogéographique local

La minéralisation se situe dans un milieu ouvert à proximité d'un haut fond bordé par une faille.

-Le développement karstique

Au sommet du Turonien, Glaçon(1967) a noté une discontinuité apparente et des phénomènes de Karstification importants. Ceci suppose une émergence de cette région à cette période et un développement karstique météorique. Un développement karstique est à signaler dans les calcaires et les calcaires marneux ainsi aux contacts marnes et marneux calcaires, essentiellement autour des fractures ou ils se caractérisent par des phénomènes de dolomitisation et de silicification.

-L'existence de la matière organique

Au toit de la minéralisation, il existe toujours des joints très fins de marnes butineuses, source de la matière organique. La pyrite, la matière organique et la micrite présentent des structures laminées

III.2. LES CARACTÉRISTIQUES DU MODE DE LA MISE EN PLACE

-La morphologie du corps

Le corps de la minéralisation est concordant qui prend le départ de la faille N-S limitant le massif du Tafat et les formations productives. Cette morphologie présente un biseau au fur à mesure en s'éloignant de cette faille.

-La texture de la minéralisation

La minéralisation, au sein des marnes et des marno-calcaires, se trouvent sous forme disséminée, massive, collomorphe et veinulée.

-La substitution des minéraux

Dont on a remarqué la substitution de la pyrite par de la Sphalérite (Fig. 41, Fig. 43).

-L'aspect xénomorphe

La minéralisation présente le plus souvent un aspect xénomorphe résultant des vides karstiques et des filonnets cassants (Fig. 37, Fig. 40, Fig.43).

-L'altération hydrothermale

Elle est présentée par: la calcification, la silicification et la barytisation.

III.3. LES PIÈGES DE LA MINÉRALISATION

Ils sont divers:

- Les marnes où les bactéries sulfo-réductrices sont omniprésentes pour la production de H₂S et les minéraux argileux constituent un milieu pour l'absorption de certains éléments.
- Les cavités karstiques
- Les fractures résultent de la tectonique Priabonienne et Tortonienne .

— La précipitation des métaux se fera suite à des modifications de PH, du potentiel d'oxydo-réduction et des variations de la température.

III.4. SOURCE ET MODE DU TRANSPORT DES ÉLÉMENTS:

III.4.1. La source du soufre

A. Le soufre pourrait être d'origine marin

Pendant le Cénomaniens et suite à des conditions climatiques extrêmement chaudes, des teneurs en gaz carbonique anormalement élevées, une modification de la configuration géodynamique des continents et une élévation du niveau moyen des océans à l'échelle planétaire, l'événement anoxique océanique(EAO) a eu lieu au cours du Cénomaniens. Durant cet évènement, y'a eu des dépôts du matériel carbonaté et gréseux accompagné de la matière organique et des niveaux riches en foraminifères planctoniques. La matière organique et l'environnement réducteur ont favorisé la réduction des sulfates marins (SO₄²⁻) en H₂S suivant la réaction ci-dessous.



B. Le soufre pourrait être d'origine superficielle

Il pourrait provenir des terrains triasiques qui sont riches en sulfates (SO₄⁻),

dans ce cas les eaux souterraines lessivent les évaporites déjà fossilisées et qui ressurgiront au niveau des points hauts.

III.4.2. La source des métaux

La source des métaux doit être recherchée à partir du socle, d'un bassin subsident où à partir des roches triasiques et jurassiques sous-jacentes à condition que les quantités en métal soient suffisantes pour former des pareilles concentrations.

___ Le transport des métaux se fera essentiellement par les failles d'origine synsédimentaires ou tectoniques qui bordent le haut fond pour la minéralisation sédimentaire et par la faille N-S limitant (Djebel Tafat-Marnes de Djemila) pour la minéralisation épigénétique.

IV. LE MODÈLE GÉNÉTIQUE

D'après les données précédentes, le type de ce gîte peut être un MVT. Le gisement est épigénétique et stratiforme et se trouve dans les carbonates à faible profondeur dans un milieu ouvert. Les minéraux dominants sont la Pyrite, la Sphalérite, la Galène, la Calcite, le quartz et la Barytine. Les textures des minéraux sulfurés sont extrêmement variables depuis de gros grains à des grains fins, massives ou disséminées. On trouve également la texture collomorphe typique de la précipitation à partir de fluides (développement karstique). Les altérations associées avec ces corps minéralisés consistent principalement à la calcification, la silicification et la barytisation.

Comme pour de nombreux autres gisements, le principe de base est compris mais les détails demeurent obscurs. Il faudrait imaginer qu'une certaine quantité de métaux a pu être remise en solution et véhiculée.

Glaçon (1967) a émis la probabilité de deux types de mise en place de la minéralisation:

Une hypothèse sédimentaire où la minéralisation est liée à un niveau stratigraphique donné et son âge correspond à celui des roches encaissantes. Dans ce cas le minerai de Ain Sedjra proviendrait des dolomies sous-jacentes qui constituent le prolongement des dolomies de Boukhdema.

Une hypothèse Hydrothermale dont la minéralisation est introduite par les eaux hydrothermales qui auraient circulé en faveur de la tectonique cassante.

En effet, on pourrait attribuer la mise en place de la minéralisation au phénomène karstique. L'observation des cavités karstiques ainsi que les textures collomorphes laisser penser à des dépôts karstiques.

V. APERÇU SUR LES GISEMENTS DU TYPE (M.V.T)

Leur nom vient de la vallée du Mississippi au centre des États-Unis, où ces gisements furent pour la première fois identifiés.

Les gisements du type Mississippi Valley consistent en des corps sulfurés stratoïdes épigénétiques encaissés dans des carbonates et se composent principalement de sphalérite, de galène, d'oxydes de fer (pyrite et marcassite) et de carbonates (calcite et dolomite). Ils constituent d'importantes réserves et ressources mondiales de Zn et Pb, et il est parfois possible d'extraire de manière rentable de l'argent, de la baryte, du gypse et de la fluorine de ces gisements.

Les plus importants gisements de ce genre reposent au Canada (Pine Point, Polaris, Nanisivik, Gays River et Daniel's Harbour), dans les districts du milieu des É.-U. (Upper Mississippi Valley, Missouri, Tri-State, et Tennessee), en Australie (plate-forme de Lennard et Coxco) et en Europe (Silésie, Alpes, Reocin, et Cévennes).

Les minéralisations se présentent comme des remplissages dans des brèches et des fractures ou comme un remplacement de la dolomie encaissante.

Moins fréquemment, les minéraux sulfurés et de gangue occupent les pores primaires des carbonates. La plupart des gisements du type Mississippi Valley reposent dans des plates-formes carbonatées contiguës à des bassins sédimentaires cratoniques, mais parfois, ils sont logés dans du calcaire. Par ailleurs, ils sont encaissés dans des roches de moins de 2 Ga qui se sont formées rapidement, principalement pendant le Phanérozoïque.

Les districts minéraux du type Mississippi Valley résultent d'une migration de fluides régionale ou sous continentale. Les gisements sont issus de solutions aqueuses salines chaudes qui sont similaires à des saumures de champ de pétrole qui ont circulé par des aquifères, dans des séquences de roches carbonatées néritiques, jusqu'aux environs d'un bassin. L'un des modèles les plus populaires établit un lien entre la migration du minerai et les régimes tectoniques compressifs rattachés à une accréation continentale. Ce modèle n'est pas toujours applicable, car certains gisements du type Mississippi Valley se sont fort probablement formés dans un régime tectonique de distension.

CONCLUSION

L'étude géologique permet d'établir une succession paragenétique qui se résume en trois phases: diagénétique, épigénétique et supergène. Chaque phase est caractérisée par des dépôts de minéralisations avec des aspects différents et dans des conditions spécifiées.

Grace aux facteurs lithologiques, tectoniques et paléogéographiques de la mise en place ainsi que la présence de la matière organique et un développement karstique bien défini et les caractéristiques du mode de la mise en place, on a pu déduire que le gisement de **Ain Sedjra** est du type MVT dont l'origine du soufre et des métaux demeure ambiguë. Plusieurs hypothèses voient le jour : marine ou superficielle, sédimentaire ou hydrothermale.

Conclusion Générale

Le massif du Guergour représente une unité géologique de l'ensemble allochtone Sud Sétifien situé à 40 km au Nord du Sétif. Le gisement d'**Ain Sedjra** est l'un des secteurs de ce domaine dont les ressources métalliques ont toujours fait l'objet de recherches.

L'indice polymétallique d'Ain Sedjra est encaissé dans les marnes et les marno-calcaires du Cénomano-turonien, l'analyse des termes encaissant la minéralisation, nous a permis de définir leur environnement sédimentaire comme étant un milieu sédimentaire ouvert riche en matière organique.

L'étude pétrographique des échantillons récoltés des carottes de sondage relatives de l'indice à pyrite-Zn-Pb d'**Ain Sedjra** a révélé que les formations qui encaissent la minéralisation sont d'âge Cénomano-Turonien et qui sont représentées par trois faciès principaux : (1) des calcaires packstones, parfois mudstones et rarement wackstones, avec souvent des calcisphères, des foraminifères planctoniques, débris de d'ostracodes et des fragments de lamellibranches ; (2) des calcaires dolomitiques ; et (3) des faciès gréseux (grès, calcaires gréseux). Toutes ces formations sont riches en matière organique et qui présentent souvent une stratification laminée (laminites).

L'étude gitologique du gîte nous a permis de mettre en évidence une minéralisation essentiellement pyrito-zincifère présentée sous forme lenticulaire stratiforme et qui se localise en deux niveaux avec leur propres paragenèses. Le premier est constitué d'une association à Pyrite-Melnicovite- Marcassite-Sphalérite. Alors que le seconde montre une paragenèse à Pyrite- Marcasite-Sphalérite-Galène-et Chalcopyrite.

La minéralisation d'**Ain Sedjra** est localisé dans des formations sédimentaires formées en bordure d'un haut fond où les failles bordières ont contribué à la circulation des fluides minéralisants riches en métaux et en soufre et qui ont précipités là où les conditions étaient favorables donc dans les marnes qui constituent un milieu réducteur confiné riche en bactéries et dans les cavités qui se sont développées à la limite des marnes et des calcaires marneux et dans les calcaires.

En conclusion, et de point de vue des conditions de la mise en place de la minéralisation, le gisement d'**Ain Sedjra** se rapproche au type Mississippi-Valley.

Il faudra une étude plus avancée pour mieux préciser l'origine des métaux par des analyses isotopiques du Plomb et du Soufre et des mesures de températures d'inclusions fluides.

Références Bibliographiques

- BOUILLIN, J.P. 1977.** Géologie alpine de la petite Kabylie dans les régions de Collo et El Milia (Algérie). Thèse Doc. D'état, Paris et Mém. soc. géol. fr. (1978).
- BOUTALED, A. 2001.** Les minéralisations à Pb-Zn du domaine Sétifien- Hodna; Gitologie, pétrographie des dolomies, microthermométrie et implications métallogéniques. Thèse de doctorat d'état. USTHB (Alger).
- DURAND-DELGA, M. 1969.** Mise au point sur la structuration du nord Est de la Bèrbérie. Publ. serv. géol., Algérie (nvl. serie) Bull. n° 39, p.89-131.
- DZIRI, S. ET AYACH, M. 1999.** Contribution à l'étude des gites de Pb-Zn d'Ain Sedjra et Kef Semmah (Bougà- Sétif). Mémoire d'ingénieur d'état. USTHB (Alger).
- EL PHIL, H. 1990.** Contribution à l'étude géologique et gitologique des gites à Pb-Zn(Cu, Ba) du Djebel Guergour(Boukhedema, Ain Sedjra et Kef Semmah). Mémoire d'ingénieur d'état USTHB (Alger).
- GLAÇON, J. 1967.** Recherche sur la géologie et les gites métallifères du tell Sétifien (Algérie), tome I, et II.
- KAZI.TANI, N. 1986.** Evolution géodynamique de la bordure Nord Africaine : Le domaine Intraplaque Nord Algérien. Approche mégaséquentielle; Thèse Doctorat Sciences Université Pau et Pays de l'Adour, 881p.
- LEACH, D. ET AL. 2010:** A Deposit Model for Mississippi ValleyType Lead-Zinc Ores. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia. Rapport.
- LEKBIR,A. ET BOUKHCHEM, M. 1998.** Etude de la minéralisation et évaluation du gisement de Ain Sedjra (Bougà- Sétif). Mémoire d'ingénieur d'état. Université de Constantine.
- ORGM. 1994.** Projet de la prospection des polymétaux dans le Guergour (Kef Semmah, Ain Sedjra). Rapport inédit.

- ORGM. 1996.** Rapport annuel des travaux de prospection dans la région du Guergour.
Rapport inédit.
- PARADIS, S. Et al. 2007.** Mississippi valley-type lead-zinc deposits. Geological Survey of Canada Pacific, 9860 West Saanich Road, Sidney, British Columbia. Geological Survey of Canada Calgary, 3303 - 33 Street North West, Calgary, Alberta.
- TARNDT, N. ET GANINO, C. 2010.** Ressources Minérales: Origine, nature et exploitation. Pari : DUNOD.
- VILA, J. M. 1977.** Notice explicative de la carte géologique de l'Algérie. E : 1/50 000. feuille n°92 de Boussellem.
- VILA, J. M. 1980.** La chaîne Alpine de l'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse de Doctorat. Es Sciences Université, Paris IV
- WILDI, W. 1983.** La chaîne tello rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. Rev. Géol. Dyn. géog. Phys., (24), 3, pp 201-297.

SITE WEB:

<http://www2.ulg.ac.be/>

<http://www.u-picardie.fr>

Liste des Figures

DEUXIÈME CHAPITRE: CONTEXTE GEOLOGIQUE

PREMIÈRE PARTIE: APERCU GEOGRAPHIQUE

Fig.1: Localisation géographique du gisement de Ain Sedjra (Google map,2014)	10
--	----

DEUXIEME PARTIE: GÉOLOGIE RÉGIONALE

Fig.2: Carte schématique de l'orogénèse bético-maghrébides (Boullin et al., 1992).....	13
--	----

Fig.3: Les formations Allochtones Sud-Sétifiennes et leurs grandes coupures stratigraphiques(J.M.Vila,1980).Modifié.....	15
--	----

Fig.4: Schémas structural simplifié montrant la position du gisement d'Ain Sedjra: extrait de la carte géologique de Boussellem à 1/50 000 (J.M. Vila,1977).Modifié.....	19
--	----

TROISIEME PARTIE : GÉOLOGIE LOCALE

Fig.5: Schémas géologique avec le cadre structural du massif du Guergour(J. Glaçon , 1967).Modifié.	26
--	----

Fig.6: Log stratigraphique du Djebel Guergour et Anini(J.M.Vila,1980).....	29
---	----

QUATRIEME PARTIE: CARACTERISTIQUES GÉOLOGIES DU SECTEUR D'ETUDE

Fig.7: Carte Géologique du gisement d'Ain Sedjra (O.R.G.M 1994), Modifiè.....	33
---	----

Fig.8 : Coupe le long de la ligne AB de la figure 7 montrant la morphologie du corps minéralisés (O.R.G.M,1994), Complété.....	34
--	----

TROISIEME CHAPITRE: ETUDE PETROGRAPHIQUE ET GITOLOGIQUE

PREMIÈRE PARTIE: ETUDE PETROGRAPHIQUE

Fig.9: Valves d'Ostracodes dans les calcaires packstones à Calcisphères (L.N)	39
---	----

Fig.10: Fragments de lamellibranche dans les calcaires packstones à Calcisphères (L.N)	39
--	----

Fig.11: Fragments de lamellibranche dans les calcaires packstones à Calcisphères (L.P)	39
--	----

Fig.12: Section transversale dans les calcaires Packstones (L.P)	39
--	----

Fig.13: Calcaires Packstones riche en matière organique (L.P)	39
---	----

Fig.14: Calcaires Packstones (L.P)	40
--	----

Fig.15 : Silicification dans les Calcaires Packstones (L.P)	40
---	----

Fig.16: Calcaires Mudstones à Calcisphères (L.P)	40
--	----

Fig.17: Foraminifères Planctoniques dans des calcaires Mudstones à Calcisphères (L.P)	40
---	----

Fig.18: Calcaires Mudstones à Calcisphères (L.P)	40
--	----

Fig.19: Rotalipore et Foraminifères Planctoniques dans des calcaires Packstones à Calcisiphère(L.P)..	40
---	----

Fig.20: Calcaires Packstones (L.P)	41
Fig.21: Microtectonique dans les Calcaires Packstones (L.P)	41
Fig.22: Dolosparite (L.P)	41
Fig.23: Oxydation dans les Dolosparite (L.P)	41
Fig.24: Silicification dans les Dolosparites(L.P)	41
Fig.25: Stylolithes dans les Dolosparites (L.P)	41
Fig.26: Dolosparite (L.P).....	42
Fig.27: Silicification dans les Grés (L.P)	42
Fig.28: Matière organique dans les Grés(L.P)	42
Fig.29: Fissuration remplie par des opaques dans les Grés (LP).....	42
PREMIÈRE PARTIE: ETUDE GITOLOGIQUE	
Fig.30: Section polie montrant les calcaires noirs riche en matière organique.....	44
Fig.31: Section polie montrant les calcaires gréseux à pyrite disséminée.....	44
Fig.32: Section polie montrant les minéralisations liées aux laminites dans les calcaires gréseux	44
Fig.33: Section polie montrant les laminites dans les grès recoupées par des filonnets de calcite	45
Fig.34: Section polie montrant les dolosparites minéralisée	45
Fig.35 : Section montrant la pyrite massive traversée par des filonnets de calcite (L.P).....	48
Fig.36: Section montrant le remplissage des calcisphères et des rotalipores par la pyrite subautomorphe (L.P)	48
Fig.37: section montrant la pyrite automorphe traversée par une fissure sphaléritique (L.P).....	48
Fig.38: Section montrant la pyrite automorphe à remplissage de sphalérite (L.P)	48
Fig.39: Section montrant une plage de la Melnicovite (L.P.A)	48
Fig.40: Section montrant la sphalérite cristalline (xénomorphe) (L.P)	49
Fig.41: Section montrant le remplacement de la pyrite par la sphalérite (L.P)	49
Fig.42: Lamelle montrant la sphalérite collomorphe et cristalline (L.P)	49
Fig.43: Section montrant la sphalérite grisâtre en plage remplaçant la pyrite massive (L.P).....	49
Fig.44: Section montrant le remplissage des fissures par la pyrite et la sphalérite (L.P).....	49

Fig.45: Section montrant la marcasite automorphe et subautomorphe (L.P).....	51
Fig.46: Section montrant la marcassite subautomorphe (L.N).....	51
Fig.47: Section montrant la galène automorphe entouré par la sphalérite collomorphe (A : L.P, B : L.N)	51
Fig.48: Section montrant la Chalcopyrite en grains et la Pyrite subautomorphe (L.P)	51

Résumé

L'indice polymétallique de **Ain Sedjra** est situé à une quarantaine de Kilomètres au Nord- Ouest de Sétif, et à 12 Km environ de la ville de Bougaà, il se localise dans l'ensemble allochtone Sud Sétifien plus précisément il s'inscrit au sein de l'entité géologique dite « Massif de Guergour ». Le secteur d'étude est représenté par des terrains d'âge essentiellement crétacé supérieur.

Les formations qui encaissent la minéralisation sont représentées par trois faciès principaux appartenant au Cénomano-Turonien: (i) des calcaires Packstones, parfois Mudstones et rarement Wackstone , (ii) des dolomies , (iii) des faciès gréseux (grés, calcaires gréseux). La matière organique existe souvent et présente une stratification laminée.

La minéralisation est essentiellement pyrito-zincifère présentée sous forme d'une couche lenticulaire stratiforme portée par les marnes et les marno-calcaires du Cénomano-Turonien.

Les conditions et les caractéristiques de la mise en place nous a permis de déduire que le gisement d' **Ain Sedjra** est proche au type Mississippi Valley.

Mots clés: polymétallique, Guergour, Cénomano-Turonien, stratiforme, Mississippi Valley.

Abstract

The polymetallic index of **Ain Sedjra** is located on forty kilometers in the northwest of Setif, and about 12 km from the town of Bougaa. It is localized in the allochtone South Setifian specifically he enrolled in within the geological feature called "Massif Guergour". The study area is represented by essentially Upper Cretaceous age grounds.

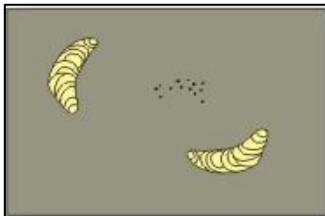
Trainings cashing mineralization are represented by three main facies Cenomanian-Turonian belonging to: (i) packstones limestone, mudstone sometimes and rarely Wackstone, (ii) dolomites, (iii) sandstone facies (sandstone, calcareous sandstone). The organic material exists often and it present a laminated stratification.

The mineralization is mainly pyrito-zinc presented as a lenticular stratiform layer worn by marl and calcareous-marl of Cenomanian-Turonian.

The conditions and characteristics of the development has allowed us to infer that the deposit of **Ain Sedjra** is close to Mississippi Valley type.

Keywords: polymetallic, Guergour, Cenomanian-Turonian, stratiform, Mississippi Valley.

Annexe



mudstone
(<10% corpuscules)



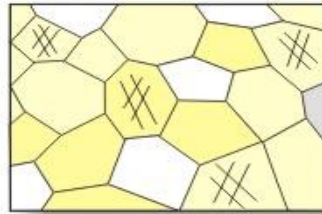
wackestone (>10%)



packstone (corpuscules
jointifs, matrice)

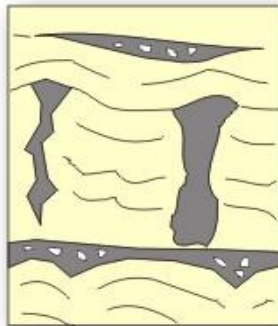


grainstone (corpuscules
jointifs, ciment)

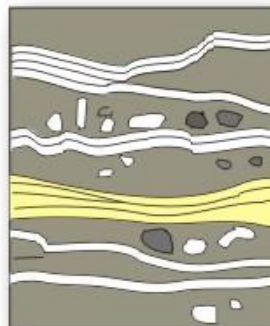


calcaire cristallin

<10%
d'éléments
>2 mm

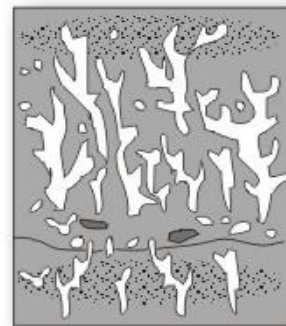


framestone



bindstone

B
O
U
N
D
S
T
O
N
E
S



bafflestone



rudstone



floatstone

>10%
d'éléments
>2 mm

Classification des roches calcaires selon DUNHAM, 1962 et EMBRY & KLOVAN, 1972.

<http://www2.ulq.ac.be/>