

**UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
FACULTE DES HYDROCARBURES, DES ENERGIES
RENOUVELABLES ET DES
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS**



**Mémoire de Master Académique
Domaine : SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
Filière : Géologie
Spécialité : Géologie des bassins sédimentaires
THEME :**

**Etude géologique , et genèse des
minéralisations du massif de Ouenza (Nord-Est
Algérien)**

Réalisé par :

Khelil Oussama

Hammadi Sefiane

Devant le jury :

Président :	SAHRI Laila	M. C. B Univ. Ouargla
Promoteur :	BEGUIRET Lilia	M. C. B Univ. Ouargla
Examineur :	REMITA Abdelatif	M. C. B Univ. Ouargla

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Mes sincères remerciements s'adressent en particulier et avant tout à Allah qui nous a mis sur la bonne voie, et m'a aidé à la réalisation de ce mémoire.

Mes vifs remerciements s'adressent également à :

- ❖ Mme Beguiret, notre promotrice, qui nous ont beaucoup aidé durant la période de la préparation de ce mémoire, ainsi que pour leurs précieux conseils.
- ❖ Aux membres du jury qui ont accepté de consacrer du temps précieux, pour l'examen et la critique de ce travail.
- ❖ Nous n'oublions pas de remercier notre Co-promoteur Ben Khedda Abd El hakim pour sa précieuse aide
- ❖ Nous tenons à remercier Mme Hadj Muhamed Nacira et M. Zerouki Enseignants à l'université de Khemis Meliana, qui nous ont accompagnés lors de notre stage de terrain
- ❖ Nous tenons à remercier les membres de jury d'avoir accepté d'examiner ce travail, pour leurs soutiens et leurs observations constructives
- ❖ Nous adressons nos sincères remerciements aux enseignants Département de Géologie de l'Université de Kasdi Merbah Ouargla pour nous avoir accompagnés tout au long de notre parcours académique
- ❖ Nos vifs remerciements au géologue de la direction d'études et de développement (Mines de Fer de l'Est S.P.A - mine de Ouenza), pour son aide infinie, ainsi qu'à tout le personnel de cette dernière.
- ❖ Monsieur Djaafar, l'ingénieur de laboratoire des lames minces de département de géologie d'Annaba.
- ❖ Nos familles, qui nous ont offert les conditions convenables pour la réalisation de ce travail, ainsi que pour leur aide.

Dédicaces

Tout d'abord, je voudrais remercies dieu de m'avoir donné la force et le courage d'entreprendre cet humble acte. En guise d'expression de ma gratitude, je dédie cet à ceux à a que, quelles que soient les conditions que j'accepterais, je ne pourrais jamais exprimer mon amour sincère à ma chère mère et à mon cher père, que dieu les bénisse et leur accorde longue vie.

Et aussi à mes frères et à tous les membres de la famille qui m'ont soutenu de toutes les manières : khaled, walid, mesbah, tahar, toufik, sohaib,

Toute la famille : Hammadi

Je n'oublie jamais mes chers amis et compagnons d'enfance : Ahmed, Aissa, Ahmed.

A ceux qui m'ont soutenu encourage et qui se sont tenus à mes cotes et m'ont soutenu : Firdous

Merci Beaucoup à tous.

Nous n'oublions pas non plus que je dédie ma graduation aux membres de la famille universitaire, en particulier à mes professeurs et à la direction du Département de Géologie de l'Université de Kasdi Merbah Ouargla avec tous ses membres, tout cela grâce à vous.

Dédicaces

En préambule à ce mémoire nous remercions ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la sante, la force et la patience d'accomplir ce modeste travail, et aussi le courage durant ces longues années d'études.

Je dédie ce travail à :

Mes parents pour l'éducation qu'ils m'ont prodigués ; avec tous les moyens et au prix de tous les sacrifices qu'ils ont consentis à mes égards, pour le sens du devoir qu'ils m'ont enseignés depuis notre enfance.

Mes frères et mes frères épouses. Racime, faycal, imade, djaouida, narimane. Djihane, yasmine.

Mes amis (es).

Dédicace à celle qui m'a donné de l'espoir dans la vie et de la patience avec mes actions et les a endurées tout au long de mon parcours universitaire À la dame de mon cœur et ma compagne de vie, ma femme et ma bien-aimée Rekia Rabia

Toute la famille khelil

Pour chaque personne qui a contribué à notre arrivée financièrement et moralement a ce modeste travail.

Mes amis, surtout pour le soutien moral : Ammar, salah, ayoub, fahed, hamza, ishak, Ahmed, hamoudi, khemisi, krimi,

Résumé

Le minerai de Ouenza en Algérie est l'une des principales sources de minerai de fer et de l'industrie sidérurgique national. Etant donné l'intérêt économique que présente le type de minerais à minéralisation ferrifères et polymétallique, des études géologiques, pétro-minéralogiques ont été entreprise. Ces études ont été faites sur des échantillons prélevés lors du stage effectué sur site. L'étude sédimentologique a permis de confirmer la présence des différents faciès et micrfaciès, qui sont goethite, quartz, calcite, hématite, barytine. Deux types de minéralisation caractérisent le secteur de Douamis : Ferrifère qui est représentée par la sidérite, l'hématite, la goethite et la limonite et la minéralisation polymétallique qui est hématite, goethite, quartz.

représentée généralement par le cuivre gris, la galène, Calcaires à Orbitholines, à Polypiers, à Rudistes, à Miliolites et des calcaires bioclastiques.

Mots clés : Mellègue, Ouenza, minéralisation polymétallique, Aptien, Minéralisation ferrifère, faciès.

Abstract

The Ouenza ore in Algeria is one of the main sources of iron ore and the national steel industry. In view of the economic interest of the type of ore with ferriferous and polymetallic mineralization, geological and petromineralogical studies have been undertaken. These studies were carried out on samples taken during the on-site internship. The sedimentological study confirmed the presence of different facies and micrfaciès, which are goethite, quartz, calcite, hematite, barytine. Two types of mineralization characterize the Douamis sector: Ferriferous which is represented by siderite, hematite, goethite and limonite and polymetallic mineralization which is hematite, goethite, quartz. Generally represented by grey copper, galena, limestones at Orbitholines, Polypiers, Rudistes, Miliolites and bioclastic limestones.

Keywords: Mellègue, Ouenza, polymetallic mineralization, Aptien, ferriferous mineralization, facies.

ملخص

يعتبر خام أويوزا في الجزائر أحد المصادر الرئيسية لخام الحديد وصناعة الصلب الوطنية. ونظرا للمصلحة الاقتصادية لنوع الركاز ذي التمعدين العنيف والمتعدد الفلزات، أجريت دراسات جيولوجية وبيتروميئية. وأجريت هذه الدراسات على عينات أخذت أثناء التدريب الداخلي في الموقع. أكدت الدراسة الرسوبية وجود مصانع ومصانع مصغرة مختلفة، وهي التمعدين الذي يمثلها: الجوثيت والكوارتز والكالسيت والهيماتيت والباريتين، نوعان من التمعدين يتميزان بقطاع دواميس بوليميتاليك لتمعدن وهو هيماتيت وليمونيت| جيوليت و هيماتيت و سيديريتو.

مليون والأحجار الجيرية ريديست و بوليبارو اوربيتولين ويمثلها عموماً النحاس الرمادي والجالينا والأحجار الجيرية في البيوكلاستيكية.

الكلمات الرئيسية : ملاق، ونزة، تمعدن متعدد الفلزات، ابتيان، تمعدن شرس، مصانع

TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tables	

1.Introduction générale	1
2.Objectifs de l'étude	1
3.Organisation du manuscrit	1
4. présentation de la zone d'étude	2

Chapitre I : géologie régionale

1- Géologie du mont de Mellègue.....	4
2- Lithostratigraphie.....	4
3- Cadre structural.....	10
3.1- La subsidence.....	10
3.2-Le diapirisme	10
3.3- Les plissements	11
3.4-La tectonique cassante	12
3.5-Fossés d'effondrements	12
3.6-La fracturation.....	13
4- Conclusion	14

Chapitre II : Géologie locale

1-Introduction	17
2-Lithostratigraphie.....	17
2.1 Mésozoïque	18
2.2 Quaternaire	20
3. Tectonique	20

Chapitre III : Matériels et méthodes analytiques

1. Introduction	23
2.échantillonnage et préparation des échantillons.....	23
3. Méthodes de confection de lames mince	24
4. Observation Microscopiques.....	25

5. La minéralogie.....	26
Chapitre IV : Discussion et interprétation des Résultats	
1. Introduction	28
2. Relation minéral-encraissant	29
3. Etude de l'Encraissant	30
4. Description des faciès	31
5. Description des microfaciès	34
6- Etude de Minéralisations	36
7- Minéralisation ferrifère	36
8- morphologie des corps minéralisés	36
9- Etude minéralogique et pétrographique des minéralisations	37
10. les minéralisations ferrifères	38
10.1. Le minéral carbonaté	38
10.2. Le minéral oxyde	39
11. la minéralisation polymétallique	41
11.1. Les carbonates de cuivre	41
12. Les minéraux de gangue	44
13. Minéralogie par diffraction des rayons X (DRX)	46
14. paragenèse	47
15. Conclusion	48
Conclusion générale	51
Références bibliographiques	53

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
Figure1	Localisation géographique de la zone d'étude (Ouenza)	2
Figure2	Principaux ensembles structuraux de l'Afrique du Nord et diapirs du système atlasique (Bracéne et Al, 2002).	4
Figure3	Colonne Lithostratigraphique synthétique des monts du Mellègue (D'après : Dubourdieu 1956, 1959 ; David 1956 ; Madre 1969 ; Fleury 1969 ; Thibieroz et Madre 1976 ; Chikhi, 1980 ; Otmanine 1987, Bouzenoune 1993 et Vila et al, 2000)	7
Figure4	Délimitations des trois domaines triasiques dans les confins Algéro-tunisiens (Vila et al.,1993-2000).	11
Figure5	: Position des extrusions triasiques par rapport aux fossés d'effondrements et la répartition spatiale des principaux gisements (Aoudjehane, 1991).	13
Figure6	Trame dense de la fracturation d'après l'étude des photographies aériennes au 1/20.000 et 1/50.000 (Sami, L., 2011).	14
Figure7	Carte géologique du massif de l'Ouenza (Dubourdieu, 1956)	18
Figure8	Schéma simplifiée du trias diasporique en contact anormal	29
Figure9	Contact Trias- calcaires aptiens minéralisés au niveau de Ouenza.	29
Figure10	Faciès à l'affleurement de la partie centrale	30
Figure11	Contact entre le minerai et l'encaissant carbonater	30
Figure12	calcaires bioclastiques	32
Figure.13	Colonne lithostratigraphique de massif de Ouenza	33
Figure14	. Microphotographie de calcaires à Miliolites En lame mince (LN).	34
Figure15	Microphotographie de calcaires à Orbitholines (Or) en lame mince (LN)	35
Figure16	Microphotographie de calcaires à textularidés	36
Figure17	Minéralisation stratiforme guidée par un stylolite	37
Figure18	Oxydes de fer disséminés dans les carbonates Lame mince, LPA.GX10	39
Figure19	Hématite de la mine de Ouenza	39

Figure20	Association la goethite minerai hématitique.et limonite	40
Figure21	Microphotographie de limonite (Li) Associée à l'hématite (Hé)en section polie (LP).	40
Figure22	Microphotographie d'azurite et l'hématite en LP lame mince, LPA.GX10	41
Figure23	Microphotographie malachite lame mince, LPA.GX10	41
Figure24	Galène (Ga) xénomorphe remplissant les vides laissés la sphalérite(Sph) et les carbonates (carb).Section polie, LPN.GX10	42
Figure25	Microphotographie de Sphalérite automorphe dans une matrice formée de calcaire(Ca) en lame mince (LN). lame mince, LPA.GX10	43
Figure26	Inclusion de pyrite dans la gangue carbonatée	43
Figure27	Dickite en mosaïque remplaçant les carbonates. Lame mince, LPA. GX5	44
Figure28	Calcite sous forme de grandes plages xénomorphe associée à carbonate (LN) lame mince, LPA.GX10	45
Figure29	Microphotographie de Quartz automorphe (Qz) dans une matrice formée de calcaire (Ca) en lame mince (LN). lame mince, LPA.GX10	45
Figure30	Barytines de la mine de Ouenza	46
Figure31	Diffractogramme sur la roche totale de minerai de fer de Ouenza	47
Figure32	Diffractogramme sur la roche totale de minerai de fer de Ouenza	47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau.1	Localisation des corps minéralisés des échantillons	24
-----------	---	----

1. INTRODUCTION GENERALE

La zone d'étude est localisée dans la partie orientale de l'atlas saharien. Cette zone caractérisée par la richesse de matière minérale utile d'où la présence des plus importants gisements de fer en Algérie actuellement en exploitation .et des multiples indices polymétalliques répertoriés ou non qui pourraient un jour déboucher sur la mise en évidence de grands gisements économiques.

D'après les auteurs tels que (Flandrin 1932, Laffitte 1939, Madre 1969, Kazi Tani 1986 et Guiraud 1973 et 1990), fait partie de l'Atlas saharien oriental. C'est cette dénomination qui est retenu dans le présent travail. C'est une zone bien structurée depuis le crétacé inférieur.

En effet cette région présente un grand nombre de caractères de l'Atlas saharien comme :

- la direction atlasique des anticlinaux et synclinaux, qui sont perchés et orientés SO-NE
- présente des gisements indiquant un péri-diapirisme liés aux calcaires aptiens.
- sa morphologie marquée par des reliefs isolés souvent escarpés d'altitude dépassant parfois les 1200 mètres

2.Objectifs de l'étude

L'intérêt essentiel de cette étude réside dans la reconstitution du complexe carbonaté urgonien qui s'est développé durant l'Aptien supérieur dans l'extrémité orientale du domaine atlasique, Ce complexe carbonaté recèle des minéralisations ferrifères et polymétalliques très importantes.

Cette étude sera axée sur la pétrographie de l'encaissante carbonatée, et sa relation avec la minéralisation ferrifère. Pour mener bien ce travail, il semble utile de donner un aperçu géographique et géologique de la région. En complément de ce travail, nous avons prélevé plusieurs échantillons et les avons apportés au laboratoire pour étudier et découvrir les métaux qui pourraient exister.

3.Organisation du manuscrit

Ce document est divisé en quatre Chapitres, il s'est organisé comme suit :

- Chapitre 1 : Synthèse géologique des Monts de Mellègue.
- Chapitre 2 : Présentation du cadre géologique du massif de Ouenza (Zone d'étude) en pressentant sa lithostratigraphie et sa tectonique.
- Chapitre 3 : Présentation de matériel et des méthodes analytiques utilisées pour la caractérisation géologique fondamentale des minéralisations kaoliniques et ferrugineuses ainsi que leurs encaissant carbonaté ; pétrographie,

Introduction générale

- Chapitre 4 : Etude de l'encaissant carbonaté ainsi que la caractérisation géologique des minéralisations ferrifères et polymétalliques à travers les différents résultats d'analyses en présentant l'essentiel des discussions et interprétations correspondantes.
- Et en fin c'est la présentation des principales conclusions.

4. Présentation de la zone d'étude

Le massif de l'Ouenza est situé dans le Nord-est algérien. Il se trouve à 160 km au Sud de la ville d'Annaba, dans l'Atlas saharien oriental, près des frontières Algéro-tunisiennes. La distance entre ce massif et la ville de Tébessa dont il est rattaché administrativement atteint 72 km. Les principales voies de communications sont représentées par un réseau routier reliant l'Ouenza aux villes voisines ; Tébessa, Souk-Ahras et Annaba. Une ligne de chemin de fer relie la mine de l'Ouenza au complexe sidérurgique d'El Hadjar où s'effectue le traitement du minerai de fer. (Fig. 1).



Figure 1 : localisation géographique de la zone d'étude (Ouenza)

Chapitre I :

Géologie Régionale

CHAPITRE I : GEOLOGIE DU MONT DE MELLEGUE

Les Monts de Mellègue font partie intégrante de l'Atlas saharien, qui se poursuit en Tunisie par l'Atlas tunisien. Il est composé de trois faisceaux de plis organisés en échelons et formant du Sud-Ouest vers le Nord-Est ; Monts des Ksour, Djebel Amour, Monts de Ouled Nail, les Aurès et les Monts de Mellègue (Fig. 2)

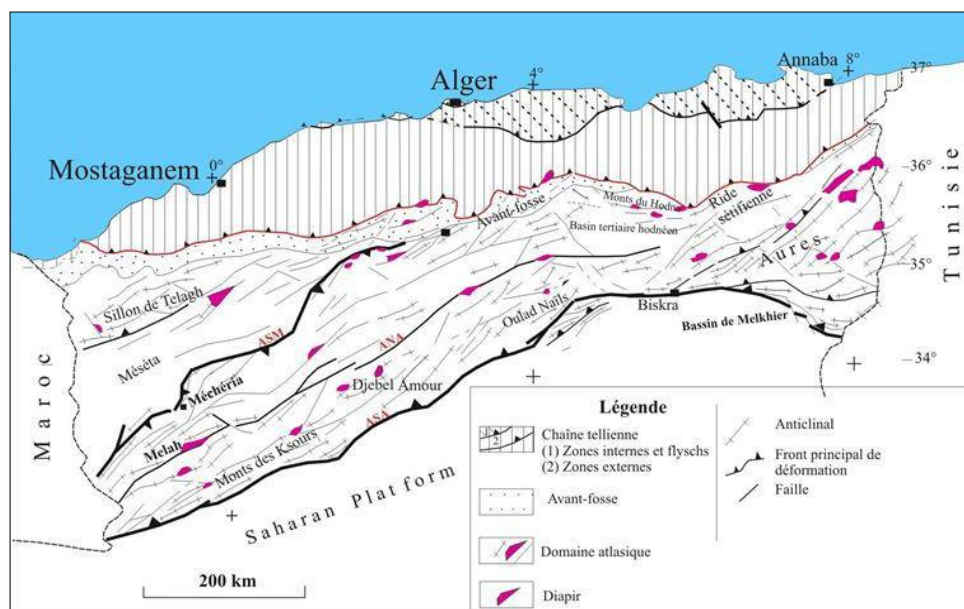


Figure 2 : Principaux ensembles structuraux de l'Afrique du Nord et diapirs du système atlasique (Bracéne et Al, 2002).

2- Lithostratigraphie :

Les Monts de Mellègue font partie intégrante de l'Atlas saharien, qui se poursuit en Tunisie par l'Atlas tunisien. Il est composé de trois faisceaux de plis organisés en échelons et formant du Sud-Ouest vers le Nord-Est : les Monts des Ksour, le Djebel Amour, les Monts de Ouled Nail, les Aurès et les Monts du Mellègue.

La région des confins algériens est le centre d'intérêt de plusieurs études réalisées par de nombreux auteurs. Parmi lesquels, ceux qui considèrent les formations triasiques comme des diapirs polyphasés liés aux phases compressives depuis l'Aptien jusqu'au Quaternaire (Bouzenoune, 1993 Bouzenoune et al., 1995 ; Kowalski et Hamimed, 2000). Le caractère lithologique de faciès sédimentaires et la subdivision stratigraphique ont été établis à la base de travaux de plusieurs géologues parmi lesquels (Dubourdieu ; 1956), (Chikhi ; 1980 et En intégrant la litho stratigraphie de quelques formations du massif de l'Ouenza, encaissant généralement des minéralisations ferrifères et polymétalliques, nous distinguons.

a-le Trias :

Les terrains les plus anciens connus dans la zone des diapirs des monts du Mellègue appartiennent au Trias. Celui-ci a été daté par analogie à Dj. Chettaba (Bertrand, 1989). Les pointements triasiques qui affleurent dans cette région ont depuis toujours fait l'objet d'une attention particulière, en raison de leur importance pour l'exploration des champs miniers et pétroliers. Dans les monts du Mellègue, le Trias qui affleure à la faveur d'extrusions occupe généralement le cœur des structures anticlinales (Perthusiot et Rouvier, 1992 ; Aoudjehane et al, 1992-1994), avec des récifs à son apex à l'Aptien et à l'Albien (Masse et Chikhi Aouimer, 1982). En Algérie nord orientale et en Tunisie, les nombreux diapirs sont à Trias évaporitique sans sel affleurant, toutefois la présence du sel est souvent confirmée en profondeur (Bouzenoune, 1993, Perthusiot, 1994).

Les affleurements les plus importants sont ceux de l'Ouenza, de Boukhadra, de Mesloula, de Hameimat Nord et de Hameimet Sud.

Le Trias est constitué de marnes bariolées à gypse, de dolomies, de calcaires dolomitiques, de grès et de fragments de roches vertes qui constituent les formations typiques du Trias en Algérie (Dubourdiou, 1956). Il est caractérisé par la présence de grains de pyrite et de petits cristaux de quartz bipyramidal

b – Jurassique :

Il est absent en affleurement et dans les sondages pétroliers des confins algérotunisiens (Dubourdiou, 1956, Chevenine et al, 1989).

c- Le Crétacé :**c.1 Le Crétacé inférieur :**

Le Crétacé inférieur est représenté par les étages suivants :

. Barrémien

Il affleure dans l'anticlinal de Sidi Embareka au Nord-Est de Djebel Ouenza (Dubourdiou, 1956). Il est constitué de marnes grises et jaunes non fossilifères, intercalés par des calcaires argileux, noduleux. Sa puissance est de 200m en moyenne (Dubourdiou ; 1956).

. Aptien

Il affleure sur des vastes surfaces, et de ce fait il devient le plus remarquable dans la région. Les dépôts de l'Aptien sont distribués surtout dans les bandes soulignées par les diapirs, dans le noyau des anticlinaux, et dans d'autres horsts de la région. Ils sont étudiés en détail par rapport à leur rôle de milieu encaissant pour la mise en place de minéralisations polymétallique et ferrifère.

L'étude lithostratigraphique de l'Aptien effectuée dans le massif de l'Ouenza a montré la succession suivante.

. L'Aptien marneux

Représentant les termes les plus anciens de l'Aptien (Masse et Thieuloy, 1979) d'âge aptien inférieur à moyen, l'Aptien marneux est remarquable par la dominance des marnes verdâtres qui se forment des pseudo-bancs. Ces marnes alternent avec des calcaires gréseux où des grès qui sont à ciment sparitique et à oxydation partielle, sur une vingtaine de kilomètres. Tout l'ensemble est surmonté par des bancs de calcaires, d'une épaisseur moyenne de 30m

. L'Aptien calcaire

Il surmonte l'Aptien marneux, renfermant le plus souvent des Miliolites, des Rudistes, des Orbitholines et des Lamellibranches (Chikhi-Aouimeur, 1980). Ces niveaux sont caractérisés par l'abondance du quartz automorphe, avec une épaisseur qui varie entre 108m et 172m. Ces calcaires sont considérés comme un métallotecte lithologique puisqu'ils encaissent l'essentiel de la minéralisation ferrifère et/ou polymétallique (Dubourdiou, 1956 ; Bouzenoune, 1993).

. Clansayésien

Il affleure dans divers anticlinaux de la région étudiée, il s'agit des marnes grises, jaunes à Ammonites avec des calcaires gréseux (Dubourdiou, 1956). Sa puissance est de 100 à 200m.

La formation aptienne présente une épaisseur totale qui varie de 250 à 600m (Dubourdiou, 1956). (Fig 3)

		Lithologie	Epaisseur (m)	Description lithologique				
CENOZOIQUE	Quaternaire		⑥ 10-30	Dépôts clastiques d'origine continentale.				
	Néogène	Miocène		⑤ 10-150	Conglomérats à grains variés avec un ciment carbonaté, grès quartzeux et calcaire sableux avec intercalations d'argilites.			
		Eocène		200	Calcaires marneux à silex et intercalations de phosphates par endroits dans le mur.			
	PALÉOZOIQUE	M E S S O Z O I C E	I N F E R I E U R	Maest.		250-300	Calcaires gris clairs, calcaires crayeux et marnes argileuses avec intercalation d'argiles dans la partie supérieure.	
				Campan.		500-600	Marnes argileuses gris-foncées et des calcaires blancs dans la partie moyenne et supérieure.	
			S U P E R I E U R	Con-Sant.		④ 500-600	Marnes argileuses grises et grises bleuâtres.	
				Turo		180-250	Calcaires en bancs, partiellement marneux à teinte noire et gris-foncée.	
			T O T A L	Cénoman.		③ 900-1000	Marnes gris-vertâtres et grises dans la partie supérieure, avec intercalations de calcaires marneux.	
				Vracon.		② 500-600	Marnes et marnes-argileuses avec intercalations de calcaires argileux et argilites.	
			M E S S O Z O I C E	I N F E R I E U R	Albien		480-600	Marnes grises et gris-foncées, noires dans la partie supérieure avec de minces intercalations de calcaires argileux.
					Clans		100-200	Marnes grises, gris-jaunes partiellement avec des intercalations de calcaires.
					Aptien		① 300-600	1- Faciès classique, marnes argileuses avec intercalations de marnes sableuses et grès calcaires. 2- Faciès carbonaté, calcaires organo-détritiques, bioclastes, ooclastes et interclastes.
Barrém.						< 250	Calcaires et dolomies, argilites et argiles dans la partie supérieure (Grès à Mesloula).	
Jurassique		< 700	Formations marno-gypsifères bariolées avec peu d'intercalations de grès à grains fins, dolomies et calcaires marno-dolomitique.					
Trias		< 700	Formations marno-gypsifères bariolées avec peu d'intercalations de grès à grains fins, dolomies et calcaires marno-dolomitique.					

Figure 3 : Colonne Lithostratigraphique synthétique des monts du Mellège (D'après : Dubourdiou 1956, 1959 ; David 1956 ; Madre 1969 ; Fleury 1969 ; Thibieroz et Madre 1976 ; Chikhi, 1980 ; Otmanine 1987, Bouzenoune 1993 et Vila et al, 2000)

. **Albien**

L'Albien est marqué par une faune riche en Ammonites. Durant l'Albien supérieur, la couverture albo-aptienne est percée par le Trias, entraînant le redressement des couches et

la complexité des structures (plis évasés, plis en champignon, etc.), généralement scellées par le Vraconien : Ouenza, M'zouzia, Boukhadra (Nedjari-Belhocène et Nedjari, 1984 ; Othmanine, 1987 et Bouzenoune, 1993).

L'Albien se caractérise par des marnes argileuses dans la partie inférieure, des calcaires argileux dans la partie moyenne et des marnes noires dans la partie supérieure. Dubourdiou, (1956) a étudié plusieurs massifs de la région de l'Ouenza.

Il a démontré que les calcaires aptiens sont surmontés par des marnes datées de l'Albien inférieur par des Ammonites. Vila et al (1994) ont signalé la présence d'une barre carbonatée albiennaise qui s'individualise à l'Ouenza, de part et d'autre de la côte 1288m. Ces calcaires deviennent plus marneux vers la terminaison périclinale et présentent la même association microfaunique qu'à la base de l'Albien de Djebel Boujaber. La puissance des dépôts albiens est d'environ 400 – 500 m.

. Vraconien

Il est composé généralement par des marnes à intercalation de calcaires argileux et argilites de 500 à 600 mètres d'épaisseur (Dubourdiou, 1956). Il est transgressif sur le Trias à l'Ouenza

(Thibiéroz et Madre, 1976) et sur l'Aptien à Hameimat (Othmanine, 1987). Avec sa sédimentation marno-argileuse, le Vraconien forme un écran immédiat et un contrôle principal à la minéralisation polymétallique dans notre région d'étude.

c. 2 - Crétacé supérieur

Il comprend les étages suivants : Cénomaniens, Turonien et Sénonien.

. Cénomaniens

Il est constitué de marnes argileuses verdâtres, caractérisées par des intercalations de la calcite fibreuse.

Dubourdiou. (1959) a distingué la présence de deux assises : L'assise inférieure qui est formée par des marnes jaunes avec des marno-calcaires blancs feuilletés, et l'assise supérieure constituée des calcaires argileux, gris blancs avec quelques niveaux de calcaires Gris noirs. La puissance du Cénomaniens est de 600 à 900 m.

. Turonien

Les formations du Turonien n'affleurent qu'à Koura Ouenza aux environs de l'Ouenza. Elles constituent les flancs des grands anticlinaux et synclinaux. Elles sont présentées par des calcaires marneux en plaquettes gris- foncé à noir, et à la base, avec de la matière organique et de rares concentrations pyritiques et marcassitiques.

Ces calcaires caractérisent stratigraphiquement le Cénomaniens supérieur et le Turonien inférieur. Le Turonien supérieur est caractérisé par le développement des faciès marno-calcaires. La puissance totale du Turonien est de 150 à 250 m.

. Sénonien

Le Sénonien est représenté dans les régions de Souk Ahras et de Morsott, par un Sénonien inférieur (Coniacien-Santonien), représenté par des calcaires marneux et des marnes avec une puissance ne dépassant pas les 300m, (Dubourdiou, 1959) ; et un Sénonien Supérieur (Campanien-Maastrichien), qui affleure au Sud de Tébessa et représenté par la succession des calcaires marneux du Campanien, des marnes gypsifères et enfin des calcaires massifs à rognons de silex riches en Incérâmes avec une épaisseur comprise entre 200 à 500m.

d. Tertiaire

Les dépôts tertiaires sont présentés par : l'Eocène, le Miocène inférieur et moyen et le Mio- pliocène (David, 1956).

. L'Eocène

L'Eocène inférieur et moyen sont représentés par des calcaires à silex et des calcaires à Nummulites, près des périmètres des Monts de Mellègue, avec une puissance de 200 m.

. Miocène inférieur et moyen

Le Miocène inférieur et moyen présentent des dépôts qui reposent Transgressivement sur les formations d'âge albien-sénonien et même sur le Trias. Il s'agit d'une puissante accumulation de marnes et de grès. Son épaisseur peut atteindre dans le bassin de Ouled Soukiès (Nord-Ouest de l'Ouenza) 1000 m (Dubourdiou, 1956 ; Kowalski et Hamimed, 2000). A leur base, les formations miocènes comportent des conglomérats contenant des éléments de calcaires variés, de silex gris, des galets ferrugineux et des éléments empruntés au Trias, témoignant d'une activité diapirique (Bouzenoune, 1993), avec une épaisseur moyenne de 150m (Dubourdiou, 1956).

. Mio-pliocène

Il est distribué surtout dans la moitié Nord de la région d'étude. Il est présenté des conglomérats bariolés, grès et sables, argiles et calcaires lacustres. Sa puissance est de 150m.

e – Quaternaire

Les dépôts quaternaires sont distribués dans les parties basses des reliefs et couvrent des surfaces importantes (plaines et vallées actuelles). Ils sont formés de croûtes calcaires, limons éboulis, cailloutis et de poudingues. Le Quaternaire, d'origine continentale, est d'une puissance de 10 à 30 mètres (Dubourdiou, 1956).

3- Cadre structural :

Deux directions structurales majeures caractérisent la région des confins Algérotunisiens. La première NE-SW est marquée par les extrusions triasiques et la deuxième NW-SE à WNO-ESE, marquée par les fossés d'effondrements, d'où l'existence d'une continuité des grands ensembles structuraux de part et d'autre de la frontière, où leurs minéralisations arrivent obliquement sur la frontière (Rouvier et al., 1990).

Les principaux traits structuraux de la région sont représentés par la subsidence, le diapirisme, les plissements, les failles et les fossés d'effondrements.

3.1- La subsidence :

Au cours de Crétacé la tendance générale qui caractérise le bassin de l'Atlas Saharien est une subsidence considérable, rapide et continue (près de 5000m de sédiments post-aptiens) entraînant des poussées horizontales de direction NE- SW. Cette subsidence est suivie d'un bombement sous-marin formant des hauts- fonds de direction NE- SW qui sont induits par l'activité diapirique à partir des fractures profondes du socle Masse et al, (1982) et Bouzenoune, (1993).

3.2-Le diapirisme :

Les diapirs représentent l'une des principales caractéristiques de l'Atlas saharien oriental. A l'affleurement ils sont allongés sur une bande de 80 km environ, de direction NE-SW. Le diapirisme est contrôlé par le fluage et l'ascension (Perthuisot, 1988).

. Le fluage :

L'écoulement fluide des évaporites est d'autant plus important que la température soit élevée, il est pratiquement réalisé aux alentours de 300° C pour le sel gemme et à des températures plus basses pour les sels potassiques ou les sulfates hydratés.

. L'ascension :

Elle est assurée par la densité, il s'agit d'une migration verticale du matériel plastique jusqu'à une altitude qui dépend du rapport des densités. Cette migration ne peut se faire seule si la densité du matériel plastique est inférieure à la densité globale de la couverture, on appelle ce phénomène « Halocinèse ».

En Algérie, la série triasique n'est connue que partiellement en surface. Des roches du Trias affleurent à la faveur d'extrusions soit, sous forme de masses chaotiques où dominent le gypse, les argiles et les dolomies, soit organisées en unités stratifiées localisées plutôt sur les plans des structures.

Les chlorures, signalés dans le salifère principal du Nord-Est saharien (Busson et Cornet, 1989), sont présents dans la région du Mellègue dans la partie enracinée du diapir de l'Ouenza. Les pointements triasiques, très nombreux dans la région, sont localisés dans la partie Nord-Est de l'Ouenza, (Dubourdiou, 1964 et Madre, 1969) et Sud-Ouest de Boukhadra et au cœur de Djebel Mesloula.

En 1994, Vila a subdivisé le Trias des confins algéro-tunisiens en trois domaines (Figure.5), qui sont :

- Un domaine du Trias allochtone sous forme de grandes accumulations tectoniques au front de nappes qui se localise dans la région de Sédrata et Souk Ahras.
- Un domaine à " glaciers de sel " sous-marins de matériel triasique resédimenté, il est observé à Djebel Ladjebel, Ouenza, Ouesta, M'khrirga, Mesloula, Boukhadra, M'zouzia, Boujaber et en Tunisie Nord occidentale.
- Un domaine à "vrais diapirs" situé au Sud de Tébessa. Cependant cette hypothèse reste discutable et n'est pas partagée par tous.(Fig. 4)

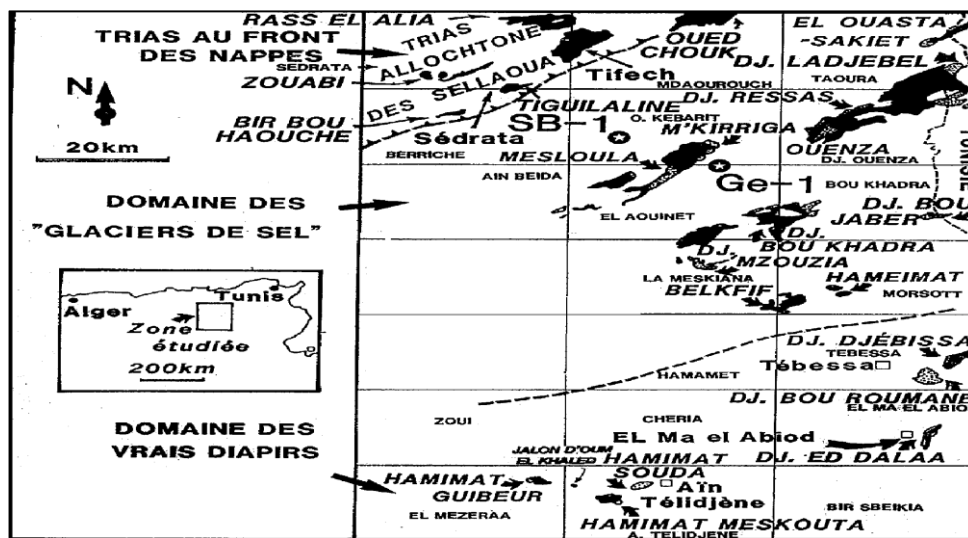


Figure 4: Délimitations des trois domaines triasiques dans les confins Algéro-tunisiens (Vila et al.,1993-2000).

3.3- Les plissements :

L'ensemble des formations sédimentaires a été plissé suivant une direction NE-SW. Ces plis anticlinaux souvent percés dans leurs charnières par le Trias-diapirique. Ils sont généralement relayés par des vastes structures synclinales. D'après (Dubourdiou, 1956), la série du Mellègue a été plissée au cours du Paléogène (Eocène supérieur-Oligocène).

3.4-La tectonique cassante :

En dehors des accidents de faible ampleur et de directions diverses, les structures anticlinales sont recoupées par deux systèmes de failles :

- Le premier système est constitué par des failles principales ou bien ce qu'on appelle les failles majeures orientées, en principe, subparallèlement aux axes des anticlinaux sous l'effet du plissement. Les couches tendres se plissent et les couches dures se cassent au niveau des pendages des roches qui sont subverticaux à inverses. Ce système est orienté suivant deux directions tectoniques majeures : Nord-est (30°-60°) et Nord-Ouest (280°-320°).
- Les failles du deuxième ordre, sont caractérisées par des rejets importants et des pendages de l'ordre de 60° de direction Est-Ouest. Elles sont presque perpendiculaires aux failles principales, et parfois, elles les regroupent, ce qui favorise des concentrations métallifères.

3.5-Fossés d'effondrements :

Les confins algéro-tunisiens, sont représentés par des fossés d'effondrements de direction N O -SE et E-O, qui sont bordés par des accidents majeurs, qui sont formés par des dépôts plio-quadernaires avec une puissance de 170m dans le fossé de Tébessa-Morsott (Dubourdiou et al., 1950) et environ 300 m dans celui de Kasserine (Zouari, 1984 ; Durozoy, (1950) ; Castany, (1951 et 1954) ; Dubourdiou, (1956); David, (1956); Kazi Tani (1986); Othmanine (1987). Ils sont considérés ces fossés d'effondrements comme étant le résultat d'une intense activité tectonique distensive post-miocène inférieure.

Alors que les premières manifestations sont enregistrées au Crétacé et l'effondrement majeur a eu lieu au Pliocène, selon Bismuth, (1973) ; Chihi, (1984) ; Chihi et al. (1984 et 1991) ; Ben Ayad et al. (1991). (Fig. 5)

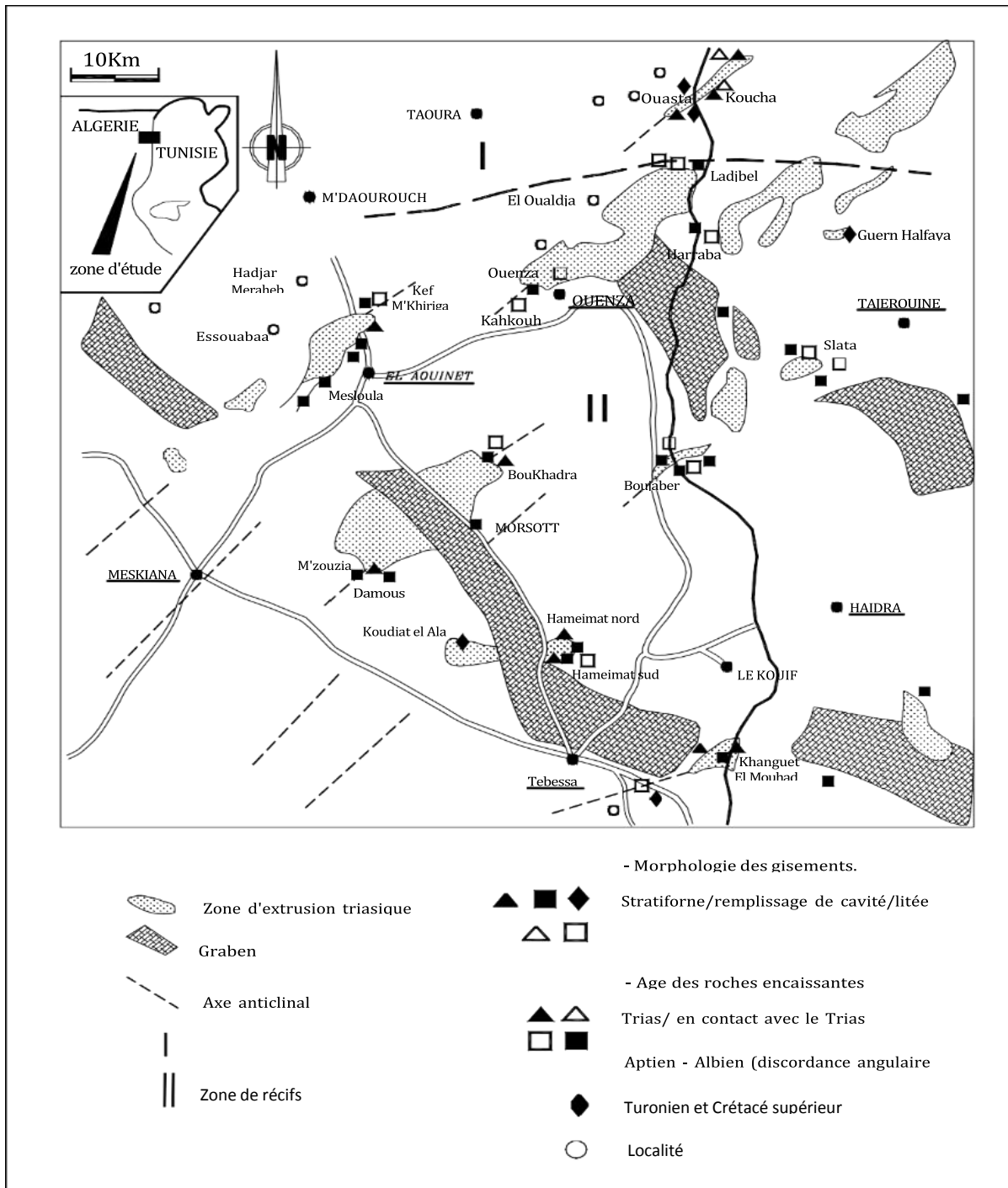


Figure 5: Position des extrusions triasiques par rapport aux fossés d’effondrements et la répartition spatiale des principaux gisements (Aoudjehane, 1991).

3.6-La fracturation :

Une carte de fracturation a été établie par Smail., 2011 à partir du report systématique de toutes les fractures repérées sur photographies aériennes au 1/50.000 et 1/20.000. Cette étude lui a permis d’établir une trame dense de la fracturation représentée. En plus de cela, une série de plus de 3000 mesures a été relevé sur le terrain et la représentation de ces

Nous retiendrons donc que l'histoire géologique des monts de Mellègue a été gouvernée par une tectonique tant compressive que d'intensive accompagnée toujours par le diapirisme triasique.

Chapitre II :

Géologie locale

CHAPITRE II : GEOLOGIE LOCALE**1-Introduction :**

Le massif de l'Ouenza, correspond à un anticlinal allongé, de direction NE-SO, au cœur duquel affleure un Trias à piston halitique (Bouzenoune, 1993 ; Bouzenoune et al.1995). La mise en place halocinétiq ue, au moins dès l'Aptien de ces formations évaporitiques a eu lieu dans le contexte d'intensif du Crétacé (Thibiéroz et Madre, 1976). La remontée du Trias est réactivée par les compressions paléogène et néogène.

L'anticlinal de l'Ouenza, présente dans sa partie SO une fermeture périclinale. Ce périclinal est recoupé par de nombreuses failles décrites par Dubourdi eu (1956). Les plus importantes sont celles orientés N-S à NE-SO (faille du Pic) , Le massif de l'Ouenza s'étend sur une longueur de 12 Km avec une largeur de 5Km. Il est partagé en zones dites "quartiers". On distingue, du Nord- Est au Sud-Ouest, les quartiers Douamis, Hallatif, Conglomérats, 6 mai (Ex Sainte Barbe), Ilot, Chagoura Nord, Chagoura Sud, Pic, Kou diat Kahkouh, Koura Ouenza au Nord, et Kou diat Ez Zerga au Sud.

Le quartier ou le gisement de Ouenza est situé dans la terminaison Nord-Est de l'anticlinal de Djebel Ouenza Il présente une structure compliquée en antiforme et il s'étend sur plus de 800m du Sud-Ouest au Nord-Est avec une largeur de 450m environ.

Ouenza représente le massif le plus élevé de la région, il est essentiellement constitué par une puissante lentille de calcaires, il comporte aussi de beaux affleurements de sédiments néritiques et plusieurs accumulations récifales assez peu épaisses dont certaines se prolongent sur de longues distances.

Le gisement de Ouenza renferme une minéralisation en fer. Il est exploité à ciel ouvert et en souterrain

2-Lithostratigraphie :

De point de vue lithologique la région de Ouenza est caractérisée par un contact tectonique entre le trias et les assises Albo-Aptiennes, et le développement d'une sédimentation essentiellement carbonatée se trouvant sur l'apex des diapirs qui s'était traduite à la suite d'une activité diapirique contrôlant l'évolution tectono-sédimentaire des massifs de la région (thierberoz et Madre 1976).

Ce domaine comprenant la structure anticlinale de Ouenza ayant une direction NE-SO et certains terrains environnants est formé des sédiments du Mésozoïque et une partie du tertiaire et du quaternaire

2.1 Mésozoïque :

Les formations Mésozoïque sont représentées par les sédiments du trias et du crétacé.

A- Trias :

Les formations de trias sont représentées dans la partie sud-ouest du domaine étudié sous forme d’affleurement à grand extension, couverts seulement par endroits par les sédiments les plus jeunes.

Les dépôts triasiques sont constitués de marnes bariolées à gypse, dolomies (cargneules), débris de calcaire et des grés.

Les marnes bariolées à gypse et les roches variées qui les accompagnent (dolomies, cargneules, grés micacés) constituent les formations les plus typiques que l’on observe en Algérie, les marnes bariolées à gypse constituent la plus grande partie des formations des diapirs.

Le gypse est souvent présent, plus ou moins en grande quantité et ne forme qu’assez rarement des amas d’une grande importance.

En ce qui concerne le sel, sa présence est surtout décelée par la très forte salinité des eaux qui circulent dans les dépôts du trias ou par les dépôts d’évaporation que l’on rencontre aux bords des oueds. La puissance constatée des sédiments triasiques dépasse les 50 m (Fig. 7)

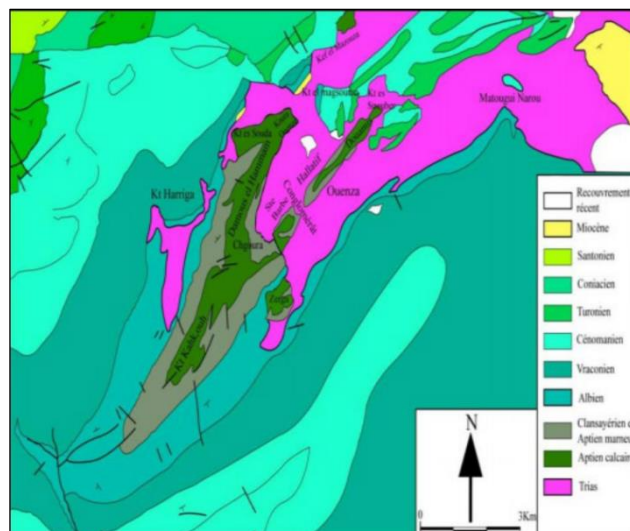


Figure. 7: Carte géologique du massif de l’Ouenza (Dubourdieu, 1956)

B. Aptien :

Les sédiments les plus anciens constatés dans la région de Ouenza sont représentés par les sédiments aptiens qui sont formés dans deux lithologies différentes.

- Faciès carbonaté : calcaires et calcaires avec intercalation de marnes.
- Faciès terrigène marno-gréseu-calcaireux.

Les dépôts du faciès terrigène appartiennent à deux niveaux stratigraphiques :

(a) Niveau inférieur :

Qui est constitué de marnes avec intercalation de calcaires, le plus souvent à orbitoline, il se présente uniquement sur les flancs de la terminaison périclinale de l'anticlinal avec une épaisseur qui n'est pas très bien définie mais dépassant les 50 m.

(b) Niveau supérieur :

Se trouve au-dessus des sédiments du faciès carbonaté, il est constitué de marnes avec intercalation des grès et de calcaires avec une puissance allant jusqu'à 220 m. il est présent uniquement sur les flancs et terminaison périclinale de la structure de Ouenza.

Les dépôts aptiens présentent une association de calcaire particulièrement compact à structure micritique avec une faune abondante représentée par des miliolles, rudiste, lamellibranches et des orbitolines

C. Clansayésien :

Il s'agit d'une série de marnes grise et gris-jaunes avec de minces interlits de calcaire gréseux. Ces marnes contiennent par endroit des grés finement à très finement grenus avec une couche de calcaire sublithographique à ammonites, la puissance de la série atteint les 90 m.

Le ciment carbonaté est constitué par des grains de quartz xénomorphes arrondis parfois presque jointifs. Les grés sont parfois minéralisés en oxyde de fer et contiennent un matériel triasique représenté par des inclusions d'anhydrite.

D. Albien :

Dont les dépôts sont connus par leur variété lithologique, et pouvant être divisé en trois niveaux :

- Niveau inférieur :

Constitué de marnes jaunes et grise-jaunes avec intercalation de calcaire gréseux et argileux caractérisés par une importante accumulation d'ammonites, la puissance est de 50 m.

- Niveau moyen :

Constitué de marnes gris-noires avec des interlits de calcaire et de calcaire argileux, la puissance atteint 130 m.

- Niveau supérieur :

Représenté par des marnes grises ou grise-noires avec des lentilles des calcaires argileux noirs avec une épaisseur avoisinant les 200 m.

2.2 Quaternaire :

Les sédiments du quaternaire sont représentés par des travertins, des éboulis, ainsi que par des formations d'anciennes nappes d'épandage.

Les travertins occupent la partie NE du secteur, représentant sous forme de lambeaux isolés d'une puissance moyenne métrique, allant rarement jusqu'à 20 m.

Ils trois sources dans les travertins d'un débit compris entre 0.3 et 1.1 mh^3 . La plupart de la surface est occupée par des formations de pente (éboulis) sous forme de blocs et menus cailloutis carbonato-sableux avec des marnes, d'une puissance maximale de quelques mètres.

Quelques petites zones à relief plat sont recouvertes d'une couche de 2-3 m de formations d'anciennes nappes d'épandage, nous y trouvons des marnes avec un cailloutis fin et très fin redéposé.

3. Tectonique

La tectonique dans la région de Ouenza est beaucoup plus complexe que celle de plusieurs régions

Le Dj de Ouenza est un anticlinal à direction NE-SO avec une terminaison périclinale dans la partie SO.

Dans la partie SO (en bas du pic) cette forme est occupée par une dislocation affaissante. Cette structure anticlinale ayant une longueur de 4km et une largeur de 2km, sur le domaine de la structure anticlinale d'Ouenza nous observons deux grandes dislocations tectoniques

- La première

Se prolonge presque parallèlement à l'axe de l'anticlinal, à partir du pic vers la terminaison periclinale. C'est le long de cette zone que s'est réalisé le soulèvement du flanc NO et de la partie centrale de l'anticlinal ainsi que le rejet du flanc SE le long de la zone de faille, une minéralisation baryto-polymétallique avec des nids isolés de minerai hématitique ont été constatés.

- Une deuxième zone

De dislocation à direction ONO-ESE coupe la structure dans sa partie centrale en deux parties : la partie NE soulevée et la partie SO rejetée. L'amplitude de cette dislocation peut arriver à 1000 m.

En outre il y'a certains nombres de failles de seconde ordre (d'un deuxième système) à dimension réduite, se caractérisant par des petits rejets de quelques à vingt mètres.

Le diaprisme a joué un rôle déterminant dans la formation définitive des structures de la région d'Ouenza, il s'agit du diaprisme des formations triasiques.

- Diaclases :

Ces déformations affectent les calcaires à Rudistes et Miliolites avec trois types qui sont :

- Des diaclases suivant la stratification
- Des diaclases perpendiculaires à la stratification
- Des diaclases obliques par rapport à la stratification, qui présentent le type le plus répandu dans la région étudiée.

Chapitre III :
Matériels et méthodes analytiques

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES ANALYTIQUES

1. Introduction

La présente étude est portée sur les formations carbonatées de type calcaires représentant l'encaissant des minéralisations ferrifères, d'où une étude de terrain a été menée sur l'origine des minéraux et genèse des minéralisations. En intégrant des méthodes classiques : La pétrographie, la minéralogie.

Notre travail de terrain a permis d'identifier les différents faciès caractéristiques du massif

En complément de ce travail, nous avons prélevé plusieurs échantillons et les avons apportés au laboratoire pour étudier et découvrir les métaux qui pourraient exister le long d'une coupe réalisée sur site.

2-Échantillonnage et préparation des échantillons:

Lors de la mission de terrain au sein de massif de Ouenza, on a pu faire un échantillonnage sélectif des formations ferrugineuses ainsi que carbonatées représentées par les calcaires aptiens

Pour les formations carbonatées, les calcaires sont préparés sous forme de sucre afin de confectionner des lames minces, qui vont être analysées par la suite par le microscope optique polarisant. Environ 12 échantillons ont été collectés pour assurer une représentativité de la zone d'Ouenza.

Lors de la collecte des échantillons, l'accent a été mis sur l'identification de zones représentatives des caractéristiques de la région. Des outils de terrain appropriés, tels que des marteaux géologiques et des outils manuels, ont été utilisés pour collecter les échantillons à des points stratégiques de la zone d'Ouenza.

Les sites de collecte ont été choisis en fonction de la géologie locale, de la composition minérale et d'autres critères d'étude. Chaque échantillon a été soigneusement documenté, y compris les coordonnées géographiques, les caractéristiques topographiques et les détails géologiques disponibles.

Après la collecte des échantillons, ils ont été préparés pour produire des lames minces utilisées dans l'étude. Les parties non nécessaires des échantillons plus volumineux ont été retirées à l'aide d'outils de concassage appropriés. Les échantillons ont été soigneusement séchés pour éliminer toute humidité résiduelle avant la préparation des lames minces.

Ensuite, les échantillons secs ont été divisés en parties plus petites de taille appropriée à l'aide d'outils. La taille des particules retenues dans les lames minces utilisées pour l'analyse optique au microscope a été contrôlée.

Enfin, les échantillons préparés ont été correctement stockés dans des récipients appropriés et étiquetés avec des informations détaillées pour assurer la traçabilité et la préservation de l'intégrité des échantillons

-Après la collecte des échantillons de la région, un tableau a été créé pour représenter le nombre des échantillons prélevés ainsi que leurs emplacements respectifs (Tab 1):

Tableau. 1 : localisation des corps minéralisés des échantillons

D	Y	X	N° ECH
	3917690	419137	ECH 1
	3979600	420775	ECH 2
D(N 0 ;20°-20°)	3979621	420759	ECH 3
D(N 55° ;50°NW)	3979776	420620	ECH 4
D'N 0 , 60° ;60°NW)	3929689	420693	ECH 5
D(N 0 , 60° ;40NW)	3979808	42617	ECH 6
	3978503	419060	ECH 7
	397833	419213	ECH 8
	862100	35264180	ECH 9
D(N15° ;20NO)	3979620	420777	ECH 10
D(NO,60° ;60NW)	3978321	419196	ECH 11
N(30° ;40°NW)	3977198	419285	ECH 12

Les échantillons de minerai de fer prélevés font l'objet d'une étude minéralogique macroscopique, puis ces échantillons sont réduits en poudre, pour faire des analyses de la diffraction aux Rayons X (DRX)

3-Méthodes de confection de lames mince

Une lame mince est une préparation microscopique spécifique consistant en la confection d'une section amincie d'un fragment de roche, pour permettre à la lumière de traverser la plupart de ses minéraux qui ne sont pas translucides. Elle peut également être réalisée avec des échantillons de sols³ dans le cadre d'études de micromorphologie.

A- Echantillonnage :

L's'agit de prélever des échantillons de roches sur le site à étudier et de les transférer dans un laboratoire géologique.

B- Décrépéage des troncher :

La confection d'un talon de roche (d'un gabarit génialement de 3cm ou 4cm pour quelques à l'aide d'une scie à lame diamantée.

C- Réalisation d'un Talan (parallélépipède sous forme de sucre) :

Cette opération est réalisée à l'aide d'une scie circulaire diamantée et dentée sous courant d'eau continue. La dureté de la scie permet de découper un échantillon de roche dure ou meuble afin d'en extraire ce que l'on nomme un sucre (parallépipède rectangle).

D- Dressage d'une facette du sucre :

Planage des deux faces sur plateau de fente.

E- Métayage a l'ultra son et séchage :

Les sucres rectifiés sont mis à l'étuve ventilée à 80 degrés pendant 45mn avant d'être déposés dans un dessiccateur contenant un mélange acétone + Rhodope

F- Rendre une face du parté objet (verre) rugueuse :

Nous rendons une surface du verre rugueuse en utilisant de la limaille de fer afin de la coller à un morceau de sucre.

G- Collage du sucre sur le parté objet avec un colle spéciale (Aral dite, époxy.)

La quantité de résine nécessaire au collage est préparée. Après avoir déposé une goutte de résine sur la lame de verre, celle-ci est déposée sur le sucre en prenant soin d'essorer toutes les bulles d'air à l'interface afin qu'elles ne gênent pas l'observation.

H- Arasement du Talan et rectification :

Rodage (abrasion) des échantillons de façon à obtenir une épaisseur de 30µm la lame mince de roche est alors translucide.

I- Observation sur le microscope optique polarisant :

Des observations de lames minces de roches utilise pour déterminer leur nature et leur mode de formation, en complément d'une à d'autres échelles. L' permet l'identification des minéraux et la détermination de la texture de roches.

4-Observation Microscopiques :

Plusieurs lames minces ont été confectionnées à partir des échantillons des carbonates prélevés dans différents points du massif de Ouenza au sein de laboratoire de pétrographie (Université Badji Mokhtar- Annaba.)

La microscopie optique, en utilisant le microscope optique polarisant a eu comme objectif la description des textures et des microstructures des échantillons des formations carbonatées qui forment l'encaissant des minéralisations étudiées l'identification des différents microfaciès existants.

5-La minéralogie :

L'identification des minéraux ferrifères prédominants et les minéraux accessoires contenus dans les échantillons est faite par diffraction des rayons

L'analyse a été réalisée à l'aide d'un diffractomètre automatique Siemens D5000, travaillant sur la radiation monochromatique $K\alpha_1$ du cuivre (1,54056 Å) et comprenant un monochromateur arrière permettant d'éliminer la fluorescence du fer. Les fenêtres avant et arrière ont été fixées à 2mm, plus une fente supplémentaire à l'arrière de 0,2 mm. Les paramètres choisis sont une faible vitesse de rotation (0,01 °. S-1) avec un domaine observé de l'angle 2θ compris entre 5 et 65 °.

Chapitre IV :

Discussion et interprétation

des Résultats

CHAPITRE IV : DISCUSSION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

1. INTRODUCTION :

Comme la plupart des massifs du domaine atlasique de la frontière Algéro Tunisienne, le massif de l'Ouenza est situé au croisement des deux plus importants éléments structuraux de la région le diapir de l'Ouenza et le fossé d'effondrement Morsott. Ce massif recèle des concentrations minérales de Fe, Pb, Zn, Cu, Ba, F.

La mise en place de ces minéralisations est probablement contrôlée par une intense activité diapirique et par une fracturation tardive. Il existe deux types de minéralisation :

- Le type le plus important est représenté par la minéralisation ferrifère sous forme de carbonates de fer (sidérite et ankérite), qui serait issue de la substitution métasomatique des calcaires récifaux aptiens. Celle-ci est oxydée en hématite et goethite au-dessus du niveau hydrostatique. Elle constitue le minerai actuellement exploité au niveau de la mine.
 - Le deuxième type de minéralisation est de moindre importance, il s'agit d'une minéralisation polymétallique qui se localise dans des fractures orientées NE-SO. Elle recoupe la minéralisation ferrifère et les formations crétacées. Elle est généralement rapportée à un évènement miocène (Bouzenoune 1993).
- La coupe géologique des formations carbonatée, ainsi que e minerai réalisée lors de notre mission de terrain dans le massif Ouenza, a permet de noter la présence des calcaires, marnes et le minerai de fer qui se met en contact avec sn encaissant carbonaté (Fig 8 et 9)

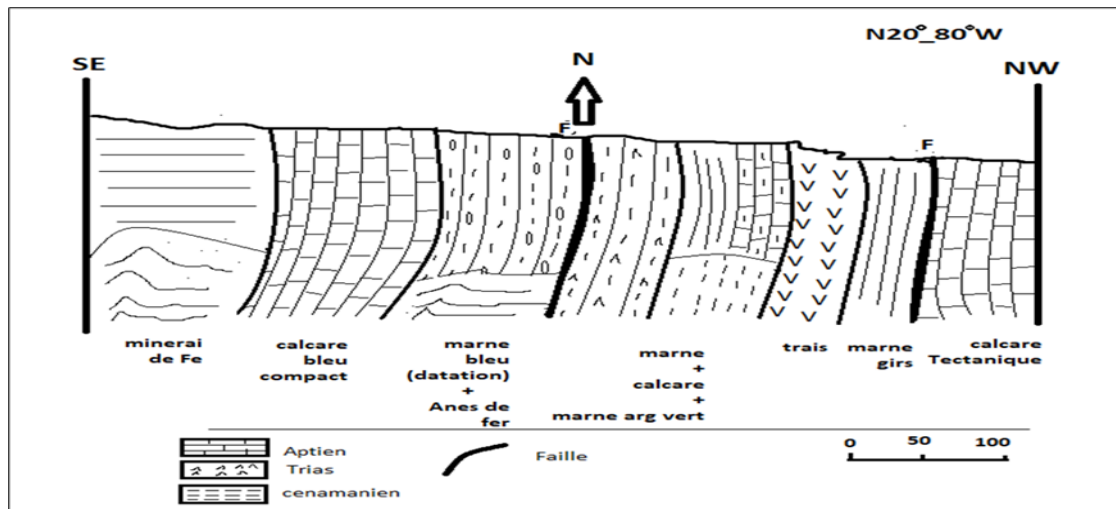


Figure 8: Schéma simplifiée du trias diasporique en contact anormal



Figure.9. Contact Trais- calcaires aptiens minéralisés au niveau de Ouenza. Aticlinal.

2.Relation minerai - encaissant:

La morphologie du gisement de Ouenza et celle d'un corps qui n'est que la partie oxydée de la minéralisation, la sidérite en formerait sa partie profonde, cette dernière se localiserait sous le niveau hydrostatique local, Cette configuration finale, oxydes, hydroxydes, limonite en haut et sidérite en bas par rapport au niveau hydrostatique correspond à la zonalité type d'un minerai de fer et son contact encaissant (Fig.10)



Figure. 10. Faciès à l'affleurement de la partie centrale

3. Etude de l'Encaissant :

L'encaissant fait référence à la roche dans laquelle se trouve le minerai de fer. Dans le cas du massif d'Ouenza, l'encaissant est principalement constitué de roches sédimentaires, notamment des formations calcaires et des grès. Ces roches se sont formées au cours de l'histoire géologique de la région. Tout le minerai de fer du gîte (corps) du Ouenza est en effet encaissé dans des calcaires d'âge Albo-aptien. Sa mise en place s'est effectuée par le processus de remplacement et préférentiellement à l'apex du diapir. (Fig. 11)



Figure 11 : Contact entre le minerai et l'encaissant carbonater.

- La lithostratigraphie :

4- Description des faciès :

En se basant sur l'observation macroscopique des formations carbonatées ainsi que les travaux antérieurs au sein de la zone de la mine, on a pu détecter la présence des faciès suivants:

a- Calcaires bioclastiques graveleux

Ce niveau se présente en bancs décimétriques, de couleur bleutée à la cassure et brune à la patine. Ils sont constitués par des débris enroulés d'orbitolines, d'huîtres et d'échinodermes baignant dans un ciment sparitique.

b- Biosparite à Huîtres

C'est une barre calcaire formée essentiellement d'huîtres, d'échinides et de brachiopodes (La partie inférieure de ce niveau remanie des éléments dolomitiques du Trias, conférant à la roche un aspect bréchiq .

c- Calcaires construits à madréporaires

Ce niveau correspond à une masse calcaire non stratifiée. Ces calcaires sont difficiles à examiner du fait de la recristallisation des calcaires. Il s'agit de calcaire boundstone de couleur grisâtre, où il est difficile de trouver la structure originelle. Toutefois il est possible d'observer les colonies lamellaires (bindstone) appartenant à des Microsélinités.

d- Calcaires à rudistes

Surmontant les calcaires à polypiers, ce niveau montre le développement des radiolitidés au détriment des coraux. Les rudistes se présentent en gerbes où les individus ne dépassent pas le nombre de sept. Ces rudistes baignent dans une vase micritique et auxquels peuvent s'adjoindre des polypiers arborescents et des foraminifères benthiques et Miliolles.

e- Calcaires micritiques

Au-dessus des calcaires construits, viennent des bancs micritiques, bien stratifiés, de couleur grise à la patine et bleutée à la cassure. Ce faciès est riche en microfaune:Foraminifères (*Ovalveolina reicheli* de CASTRO,), Ostracodes. A ces organismes s'ajoutent le plus souvent des rudistes de petite taille.

f- Calcaire bioclastique

Il se présente en masses non stratifiées, de couleur bleutée à la patine et grisâtre à la cassure. Les éléments figurés sont constitués par des débris ou d'organismes entiers : orbitolines, Gastéropodes. Ces niveaux de calcaire sont bioturbés et affectés par des figures d'émersion. (Fig. 12)



Figure 12 : calcaires bioclastiques

h- Calcaires graveleux à orbitolines

Ce niveau se présente en bancs massifs d'épaisseur décimétrique. Il est constitué par des tests d'orbitolines et des débris roulés appartenant à des rudistes, polypiers et bryozoaires.

i-Contact Trais- calcaires aptiens minéralisés :

Les dépôts du faciès carbonaté affleurent dans la partie centrale, la plus élevée de la partie anticlinale de Ouenza ou ils atteignent la plus grande puissance avec environ de 200 m. Ces dépôts ont une continuité limitée, se présentant sous forme de barrières redressées d'une épaisseur de 20-30 m, lambeaux isolés dont les épaisseurs avoisinent les 70 m, ou bien sous forme d'interdits dans les sédiments du faciès terraqué avec une puissance ne dépassant pas les 10 m.

Ces dépôts sont représentés avant tout par des calcaires massifs, organo-détritiques, à structure micritique (bio micrites) accompagnés de calcaire grenu avec une faune abondante. Notons que le gisement de minerai de fer est lié avant tout aux formations des calcaires micritiques (Fig.13)

stratigraphie		Epaisseur (m)	lithologie	Dexreption litlologie
CRETACE	Aptien	175-185		<i>silex mineire de fer</i>
		160-175		<i>marne calcaire varte detation</i>
		140-160		<i>marne Bleu dirition pondage verticale</i>
		115-140		<i>marne Bleu</i>
		95-115		<i>marne mineral fe affluirmnt trais</i>
		85-95		<i>marne.gypses.argiles</i>
		70-85		<i>calcair marne a breche</i>
		50-70		<i>marne gris verdter dens le partie superere (miniar de fer)</i>
		40-50		<i>calcaire micritique biochiste(calcare fossilifer)grie de qurtz</i>
		quaternaire	25_40	
15_25			<i>marne amase de fer (kaulitine)</i>	
5_15			<i>calcaire decrochont Borytin</i>	

Figure 13 : Colonne lithostratigraphique de massif de Ouenza

5-Description des microfaciès

Les calcaires étudiés sont constitués essentiellement de calcite traversée par des veines sparitiques de diverses directions. Ceci peut s'expliquer par la présence de porosité secondaire ou des fractures ouvertes liées aux différentes phases diagénétiques ou tectoniques.

L'étude microscopique de l'encaissant carbonater (calcaires) au microscope polarisant a permis de distinguer les microfaciès suivants :

-Microfaciès MF1 : Wackestones à rudistes et lamellibranches (ech4)

Ce microfaciès présente une texture de wackestone. La matrice est micritique. Le classement est modéré, les éléments figurés représentent plus de 50% du volume total, et se présentent en différentes tailles (infra- millimétriques à millimétriques). (Fig.14)

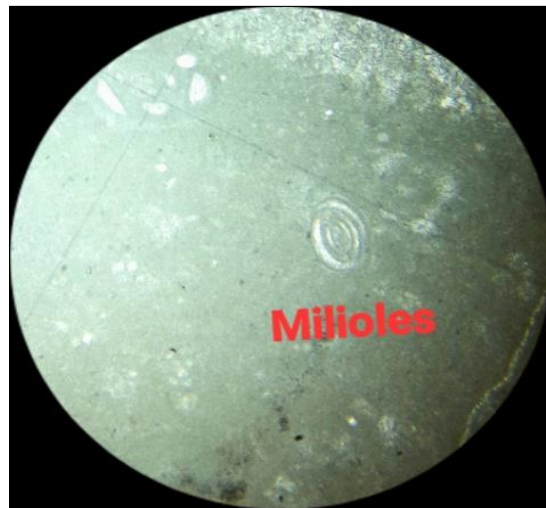


Figure.14. Microphotographie de calcaires à Miliolites
En lame mince (LN) LPA.GX10

• Interprétation :

La texture wackestone souligne le caractère faiblement agité et la matrice micritique. Indique un milieu calme. Ce faciès est attribué à un environnement de Lagon. Il est très riche en Foraminifères benthiques (Miliolites, Pseudocyclonina, Ovalvulina et de rare Orbitolines). Ce faciès est très fin, de couleur beige.

-Microfaciès MF2 : Packstones à grainstones à orbitolines et rudistes

La texture est un packstone à grainstone, un classement modéré, les bioclastes sont brisés à bien conservés avec une taille varie entre 0.4 à 1mm. Les foraminifères sont représentés par des mésoorbitolines et orbitolines concaves, les bioclastes secondaires sont représentés par des carapaces d'ostracodes, des débris de rudistes, de lamellibranches et des crinoïdes. La texture est microsparitique, avec un ciment calcitique granulaire. (Fig. 15)

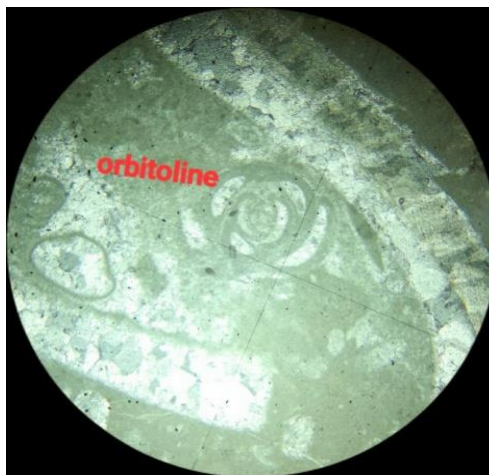


Figure. 15 Microphotographie de calcaires à Orbitolines
(Or) en lame mince (LN) LPA.GX10

• Interprétation :

On observe dans la microscopie calcaire d'une couleur grise-foncé très riche en orbitoline parfois assez friables bien visibles à l'œil nu, le dépôt ne comprend qu'une partie réduite de l'édifice des formations aptiennes, ils sont généralement limonitisés et comportent de grandes quantités de quartz bipyramidés, on ne les trouve qu'à leur partie tout à fait supérieure ou ils se retrouvent souvent avec des intercalations des marnes.

- Microfaciès MF3 : Packstones à grainstones à huitres

La texture est packstone à grainstone avec une taille diverse (0.5 à 1mm), des éléments figurés et un bon classement des corpuscules qui varie de 50% à 80% du volume total et qui

se représentent généralement par des *huitres* présentent une bordure régulière ou diffuse avec un diamètre de 0.04 à 0.2mm. (Fig 16)



Figure.16 Microphotographie de calcaires à textularidés LPA.GX10

. Interprétation :

Ces calcaires sont très riches en huitres souvent brisée, dont le ciment gris-foncé en général paraissant peu roulé (souvent traces de lamellibranches). La présence locale de sédiments assez fins (packstones) serait due à une agitation parfois plus faible et les péloïdes qui sont bien triés indiquent une agitation élevée, La diversité des bioclastes indique un milieu peu profond (Lacas et al, 1976).

6- Etude de Minéralisations :

Quartier de Ouenza contient plusieurs filons – diaclase- remplissage de la cassure contiennent le minerai de fer On peut distinguer selon l'emplacement de l'existence :

Deux types de minéralisations sont mentionnées : ferrifère et polymétallique

7-Minéralisation ferrifère :

La minéralisation ferrifère au niveau du secteur de Ouenza est représentée par la sidérite, l'hématite, la goethite et la limonite.

8- morphologie des corps minéralisés :

Il y a deux types morphologiques de minéralisation ferrifère stratiforme et filonienne. La minéralisation stratiforme est en liaison avec des joints stylolitiques qui soulignent, pour la plupart, la stratification (Fig. 17)

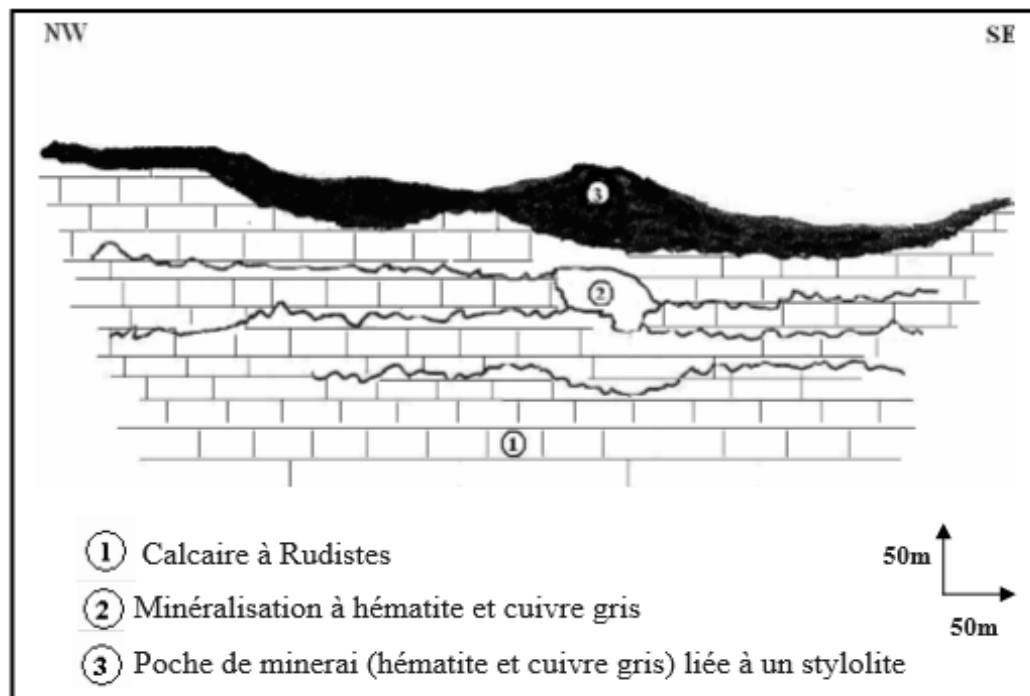


Figure. 17 Minéralisation stratiforme guidée par un stylolite.

a. La minéralisation stratiforme :

Elle est en liaison avec des joints stylolitiques qui soulignent, pour la plupart, la stratification. Cette minéralisation est parfois liée à la tectonique et de ce fait, de nombreuses diaclases sont minéralisées. Parfois la combinaison des contrôles stratigraphique et tectonique donne une minéralisation en forme d'escalier.

b. La minéralisation filonienne :

Elle est observable au niveau des différents quartiers miniers. La minéralisation ferrifère est représentée par deux types de minerai ; primaire carbonaté et un minerai secondaire oxydé hématitique (Bouzenoune, 1993). Le minerai carbonaté contient rarement de la calcite avec l'existence du quartz automorphe, il est présenté par de fines aiguilles, incluses dans la minéralisation. En plus, certaines coquilles de *Rudistes* sont recristallisées en calcite.

9-Etude minéralogique et pétrographique des minéralisations :

Une étude minéralogique a été réalisée pour l'ensemble des formations. De même une étude pétrographique a été faite sur les minéralisations ainsi que le minerai carbonater dans

le but de connaître les caractéristiques pétrographiques et aussi d'avoir une idée sur l'origine de leurs éléments

10. Les minéralisations ferrifères :

Les minéralisations ferrifères englobent les minerais primaires carbonatés et les minerais secondaires hématitiques. Donc on peut dire qu'il y'a deux types de minerais qui caractérisent la minéralisation Ferrifère.

Il est à noter que l'abondance de la sidérite ($FeCO_3$) qui est le résultat de la transformation de la calcite (Bouzenoune, 2006).

Le minerai oxydé est représenté par l'hématite, la goethite et la limonite, dont l'hématite (Fe_2O_3) représente un minerai riche. Elle provient dans un stade tardif de l'oxydation de la sidérite. La minéralisation est généralement pulvérulente comme elle peut être sous forme des masses ternes ou sous forme d'un minerai homogène avec l'apparition d'une trame rhomboédrique héritée du minerai carbonaté.

La goethite $FeO(OH)$, qui est un produit d'oxydation de minerai de fer, se trouve associé à l'hématite et à la limonite ($2Fe_2O_3, 3H_2O$). Elle forme généralement des encroûtements à la surface mamelonnée et souvent pulvérulente.

Quant à la minéralisation karstique, elle se trouve surtout dans les failles et les fissures ouvertes. Cette minéralisation tardive présente une relation étroite avec la tectonique. La calcite karstique se trouve en bordure des failles limonitésées. Cette minéralisation se trouve aussi dans les cavités d'effondrement. En effet on trouve des fragments de minerai de fer cimentés par de la calcite karstique qui constitue aussi un ciment d'une brèche minéralisée.

10.1. Le minerai carbonaté :

• La sidérite

Elle est de couleur grise ou blonde. Elles constituent des masses granulaires affectées par des fissures d'ouverture variant de 0.5 à 3 cm lui conférant un aspect bréchiq. Les fissures sont remplies par un agrégat de cristaux de taille allant jusqu'à 5mm, de couleur plus ou moins beige représentés par la sidérite blonde.

• L'ankérite

Dans certains cas, la masse granulaire présente des grains carbonatés grisâtres qui pourraient être de l'ankérite. Elle est automorphe sous forme rhomboédrique associée toujours à la sidérite. L'ankérite blanche occupe les fissures qui affectent la sidérite, la taille de ses grains peut atteindre 5mm (Bouzenoune, .1993).

10.2. Le minerai oxydé :

Le minerai exploité est constitué principalement d'hématite, le constituant majeur du minerai, goethite et autres ocres limonitiques.

- **Les Oxydes de fer : (ech11)**

Comme produits d'altération, ils se présentent rouillés, disséminés sur des carbonates (Fig. 18)

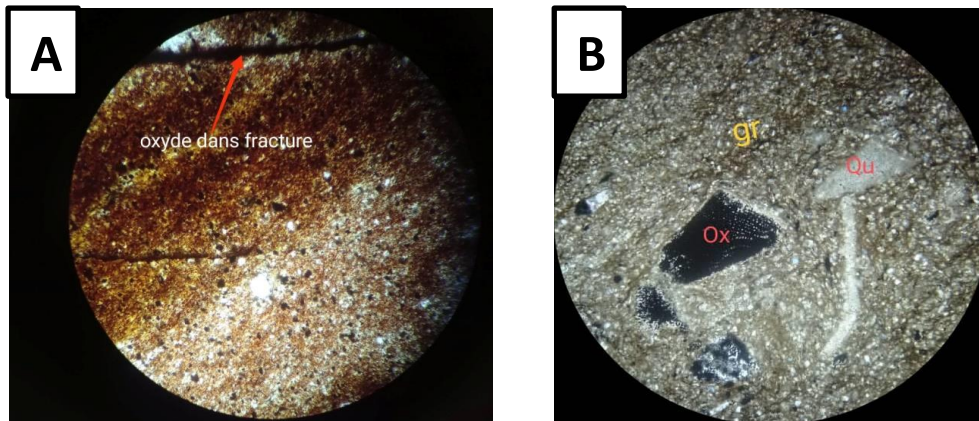


Figure 18 : Oxydes de fer disséminés dans les carbonates Lame mince, LPA.GX10

Oxyde de fer se représente par :

a. l'hématite Fe_2O_3 (ech7)

Elle se présente sous plusieurs formes. Elle est pulvérulente de couleur bleu noire rougeâtre, il s'agit d'un minerai riche ; en masses ternes sans cristaux apparents correspondant à un minerai pauvre ; et en minerai dur et homogène (Fig. 19)

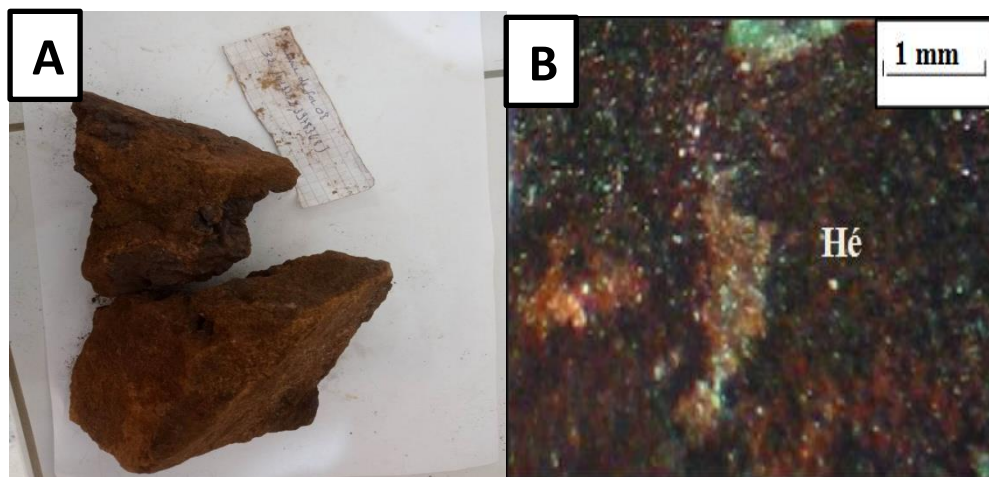


Figure. 19 Hématite de la mine de Ouenza

b. la goethite $FeO(OH)$

Elle forme des encroûtements à surface mamelonée, brillante. Elle accompagne souvent l'hématite et elle est très fréquente dans les géodes. Elle est de couleur sombre ou noir, à éclat submétallique (Fig. 20),

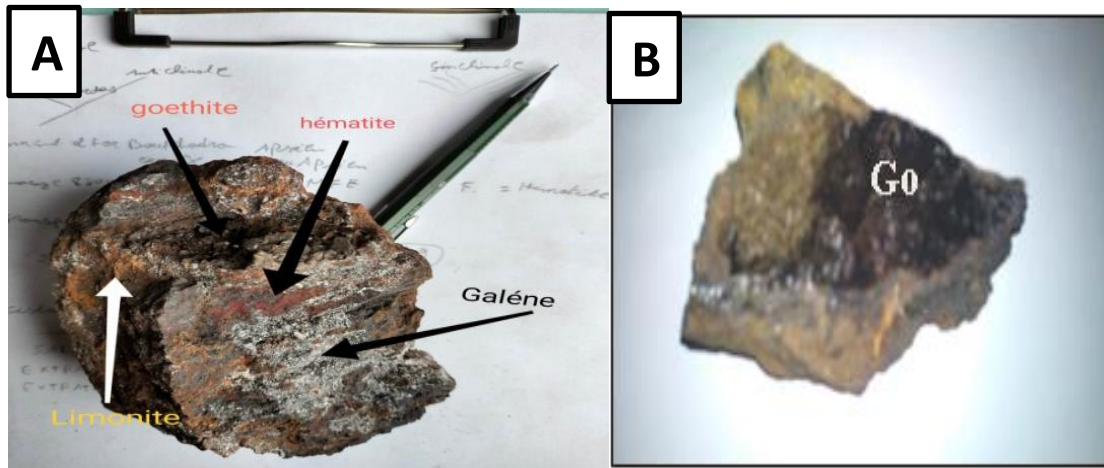


Figure 20 Association la goethite minerai hématitique.et limonite

c. la limonite $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$

Les ocres limonitiques correspondent à des argiles imprégnées de limonites à couleur jaune, presque toujours associés à la goethite en encroûtement. En plus de ces produits oxydés (Fig. 21)

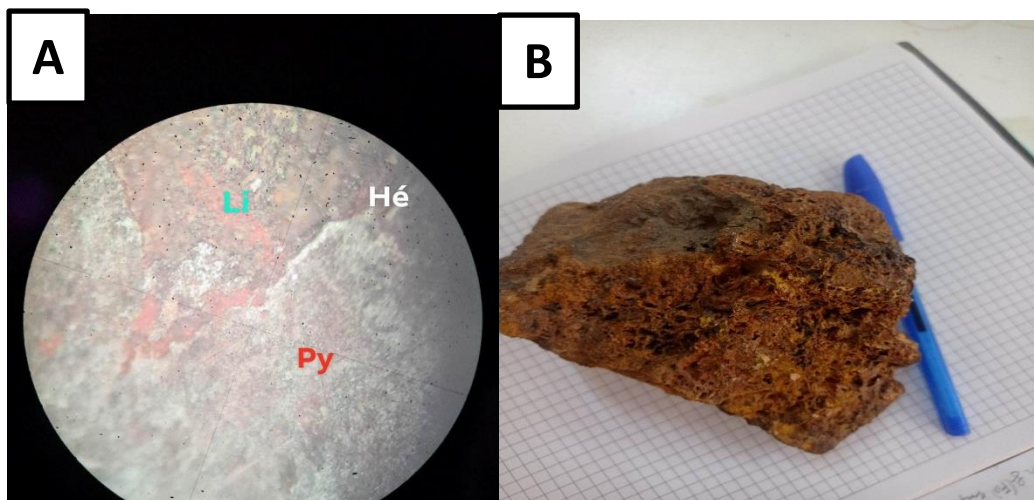


Figure21 Microphotographie de limonite (Li)
Associée à l'hématite (Hé)en section polie (LP). LPA.GX10

11. la minéralisation polymétallique :

Ce type de minéralisation est important et très développée dans cette région elle comprend le cuivre gris, la galène, la malachite, l'azurite, et la barytine, il suit les directions structurales dominantes à Djebel Ouenza (SO-NE) et limité par deux failles principales.

11.1. Les carbonates de cuivre :

- **L'azurite $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ (ech6)**

C'est un minéral hydraté du système monoclinique, effervescent, en cristaux aplatis bleu de Prusse à bleu d'azur. de classe carbonatée et clivage parfait (Fig. 22)

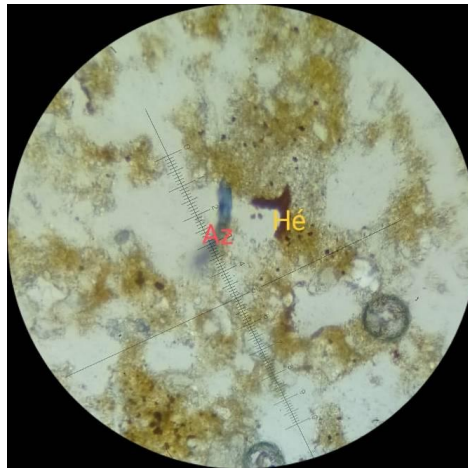


Figure. 22 Microphotographie d'azurite et l'hématite en LP
Lame mince, LPA.GX10

- **La malachite $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ (ech12)**

Carbonate hydraté du système monoclinique à éclat soyeux, elle fait effervescence avec l'HCl dilué, de couleur vert émeraude à vert d'herbe. Et résultent de l'altération de la tétraédrite. (Fig. 23)

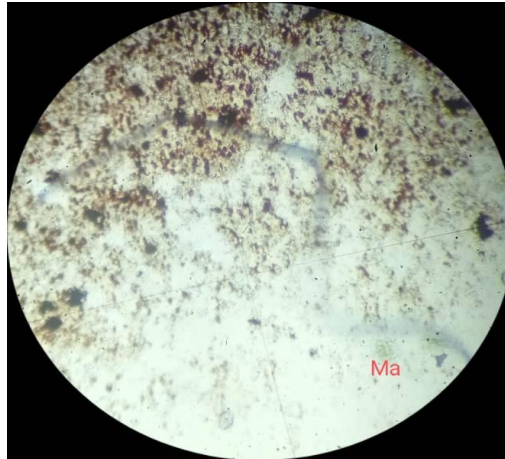


Figure. 23 Microphotographie malachite lame mince, LPA.GX10

- **La galène PbS (ech8)**

Cela arrive rarement Il se produit soit dispersé dans le calcaire d'Aptian vers des débris bioclastiques avec du minerai de fer, soit sous forme de cristaux minces diffusés à l'intérieur du remplissage des fractures. Dans ce dernier cas, il est généralement associé à la calcite blanche ou à la barytine. (Fig. 24)

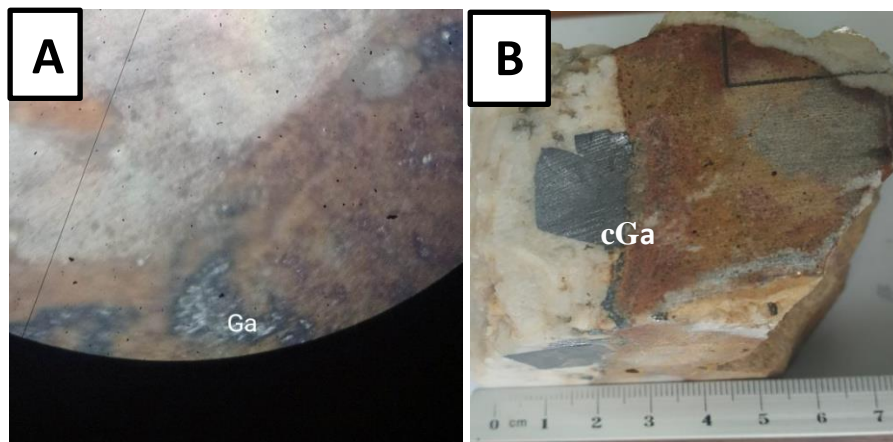


Figure. 24 Galène (Ga) xénomorphe remplissant les vides laissés l'asphalérite(Sph) et les carbonates (carb).Section polie, LPN.GX10

- **Sphalérite (ZnS) (ech5)**

Est un minéral très commun et largement répandu dans le monde, étant le principal minéral de zinc. Avec un éclat résineux et couleur marron. Macroscopiquement sous Elle se présente forme granulaire de taille millimétrique de couleur mielleuse qui remplace les carbonates.

Elle est recoupée par des veinules de calcites Elle est parfois de couleur mielleuse, plus claire et se présente incluse dans la calcite

I. Elle est aussi xénomorphe. (Fig. 25)

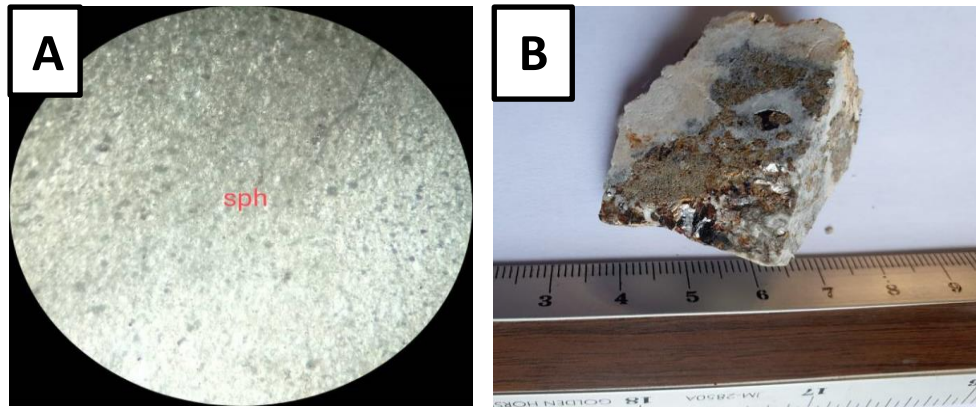


Figure. 25 Microphotographie de Sphalérite automorphe dans une matrice formée de calcaire(Ca) en lame mince (LN). Lame mince, LPA.GX10

- **La pyrite FeS_2 (ech3)**

Elle est de quantité négligeable par rapport aux autres sulfures. Elle est présente en reliques de remplacement en grains fins (moins de 0.5 mm) dans les cristaux de sphalérite. Il est soit répandu en calcaire ou en barytine, soit sous forme de pyritosphères de type fromboïdale ou de cristaux autopropulsés. (Fig. 26)

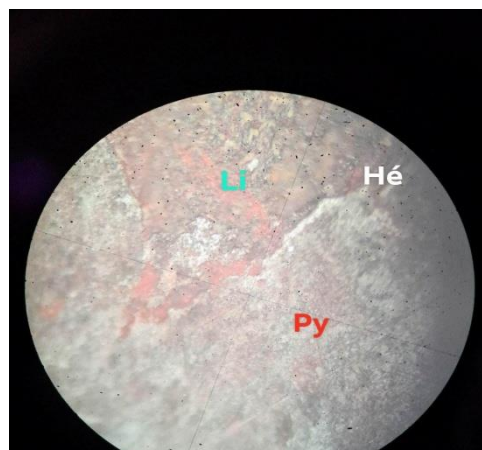


Figure26 Inclusion de pyrite dans la gangue carbonatée. LPA.GX10

- **La marchasite FeS_2**

Elle est rare. Elle est soit en cristaux zonés ou elle présente des textures d'altération.

- **La blende ZnS**

Il est très rare, peu de grains ont été observés à Ouenza en association avec la Galena.

- **La Dickite ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) : (ech2)**

Est observée dans les quartiers Ouenza Elle apparaît sous forme de petits cristaux tendres (Fig. 27)



Figure 27: Dickite en mosaïque remplaçant les carbonates.
Lame mince, LPA. GX5

12. Les minéraux de gangue :

- **Calcite cristallisée $CaCO_3$ (ech4)**

Elle se présente en filonnets millimétriques à centimétriques sécants aux plans de stratification. Elle assure aussi le remplissage des cavités de dissolution et parfois même des fissures d'ordre centimétrique qui affectent les roches carbonatées compacts ou micritiques d'âge varié. Elle est souvent associée à des oxydes et hydroxydes de fer ainsi qu'à des disséminations de cristaux de barytine. Elle est de couleur blanchâtre, présentant les formes rhomboédriques caractéristiques. Microscopiquement, la calcite forme l'essentiel des faciès. Elle est le plus souvent sous forme de micrite, formant ainsi la matrice des sédiments ou à l'intérieur des grains (micritisation parfois totale, donnant naissance à des pelétoïdes). C'est la calcite cryptocristalline.

Un autre type de calcite dit, calcite d'encroûtement apparaît dans les dépôts granulaires autour des grains dans le faciès des calcaires à texture grainstone à packstone.

Une calcite tardive localisée dans les fractures ou dans les cavités bioclastiques. C'est une calcite limpide dont la taille est inférieure à 1 mm. (Fig. 28).

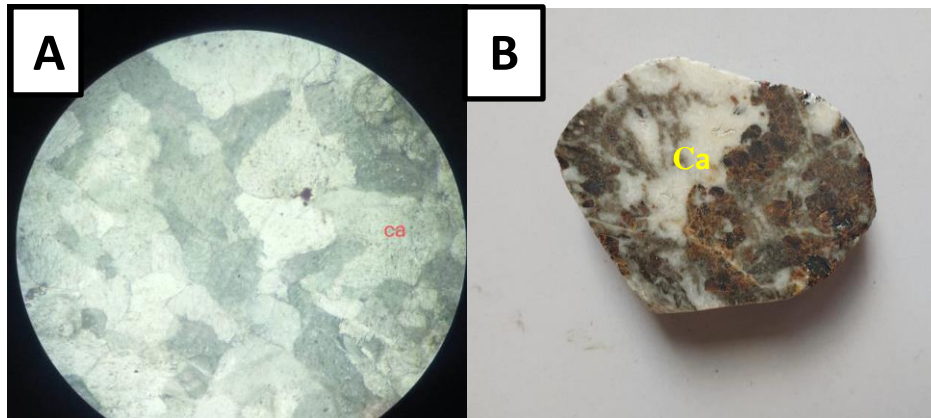


Figure. 28 Calcite sous forme de grandes plages xénomorphe associée à carbonate (LN)
Lame mince, LPA.GX10

- **Le quartz SiO_2 (ech1)**

L'observation microscopique montre que le quartz se forme automorphe :

Le plus souvent, il est détritique de taille moyenne à fine ne dépassant jamais les 0.25 micromètre, donnant naissance parfois à des niveaux gréseux. Un autre type de quartz est moins abondant que le premier, sous forme de cristaux automorphes, allongés avec des inclusions et des zonations et dont la taille est considérable qui peut atteindre 10 micromètres. (Fig. 29)

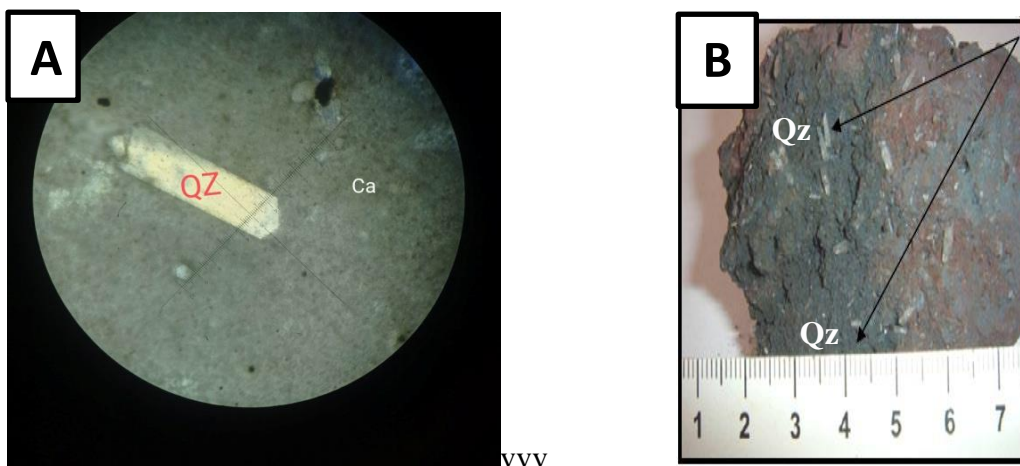


Figure.29 Microphotographie de Quartz automorphe (Qz) dans une matrice formée de calcaire (Ca) en lame mince (LN). Lame mince, LPA.GX10

- **La barytine BaSO_4 (ech2)**

A l'Ouenza, comme à Ouenza elle est abondante dans l'Aptien, surtout au niveau des zones de broyage de la faille majeure (N50-55). Le minéral se présente sous forme de gros cristaux automorphes en tablettes de taille centimétrique. La barytine est souvent associée au cuivre gris et/ou à ses dérivés carbonatés (azurite et malachite). (Fig. 30)



Figure30 barytines de la mine de Ouenza

- **La fluorite CaF₂**

Les grains sont de grande taille et englobent parfois des grains de barytine ou de carbonates en profondeur par contre, la taille des grains diminue. Microscopiquement, sa taille est de 1 cm de moyenne, d'une couleur brune à transparente et occupe souvent les vides géodiques.

Elle était signalée par l'ORGM, ayant une couleur bleu-violet à blanche translucide, elle montre des cristaux cubiques accompagnant la barytine. Elle occupe la position externe dans l'encaissant par rapport à la barytine.

La minéralisation polymétallique est très développée. Elle est composée de cuivre gris, galène, malachite, azurite et de la barytine.

13. Minéralogie par diffraction des rayons X (DRX) :

Les analyses de diffractométrie de rayons X de minerai de fer de la première et la deuxième campagne ont permis de déduire la présence d'une paragenèse simple représentée par les minéraux suivants (Figs.31 à 32): la goethite, l'hématite, ainsi que minéraux résiduels (calcite, quartz et barytine,)

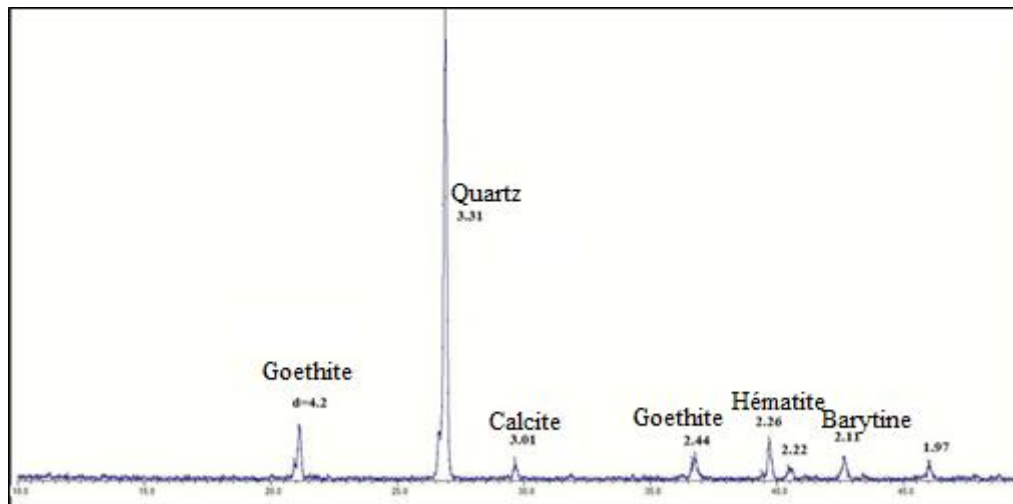


Figure31 Diffractogramme sur la roche totale de minerai de fer de Ouenza

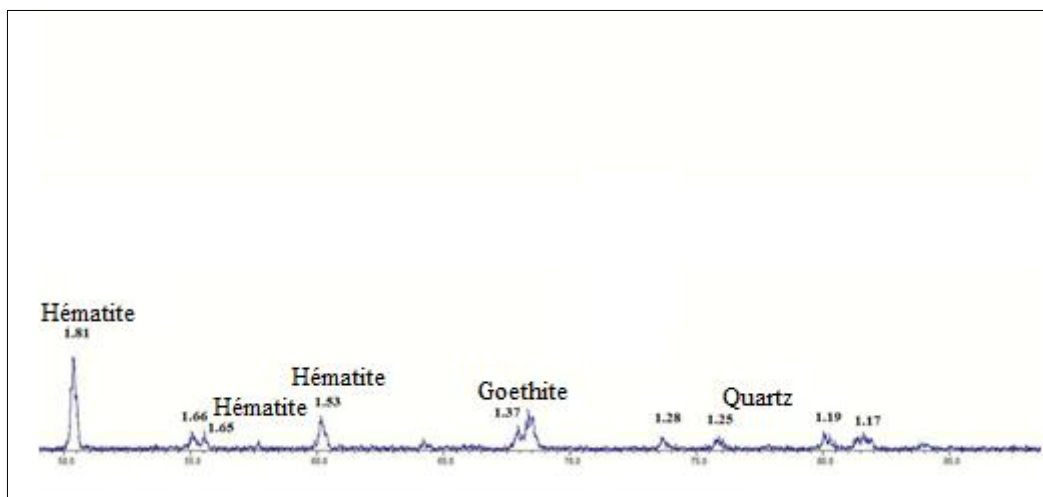


Figure32 Diffractogramme sur la roche totale de minerai de fer de Ouenza

14. paragenese :

La succession paragénétique des différentes minéralisations du Djebel ouenza nous a permis de distinguer deux phases majeures de minéralisation :

- Phase de minéralisation primaire carbonatée : sidérite à inclusion de quartz et de pyrite.
- Phase d'altération et d'oxydation qui donne naissance aux minéraux essentiels de la minéralisation Ferrifère qui sont la goethite et l'hématite.
- Phase de dépôts tardifs représentée par la calcite le quartz et la barytine.

Phase sulfurée représentée par la pyrite en cristaux cubique et en structure collomorphe

a- Genèse de minéralisation

Deux hypothèses ont été proposées et défendues par certains auteurs pour expliquer le mode de gisement des minéralisations ferrifères de la région des monts du Mellègue : l'hypothèse *sédimentaire* et l'hypothèse *hydrothermale* :

b- Hypothèse sédimentaire ou syngénétique

Madre, (1969) démontre l'étroite relation entre les calcaires fins à Milioles de l'Aptien et la minéralisation ferrifère. Il donne comme arguments :

- La concentration du fer dans les zones bien précises de calcaires à Milioles et Rudistes.
- La minéralisation est contrôlée par un golf de la mer aptienne qui apparaît dans une zone émergée à substratum triasique, en plus de l'existence des roches volcaniques et plutoniques dans la région.
- La disparition de la minéralisation en s'éloignant de domaine récifal.
- Les failles non minéralisantes passant dans les calcaires.

c- Hypothèse hydrothermale

Elle a été émise par Dubourdiou en 1956 : les concentrations ferrifères sont due à la circulation de solutions hydrothermales selon cet auteur sur la base des caractéristiques locales du minerai Cette théorie a encore évolué vers un hydrothermalisme métasomatique par exemple pour Popov (1976), la minéralisation ferrifère résulte d'une substitution des calcaires par la sidérite de plus, la formation des cavernes, Karsts et géodes au sein du minerai est due principalement à un phénomène métasomatique.

15. Conclusion :

L'encaissant minéraliser dans le massif de Ouenza est les calcaires de l'Aptien supérieur et l'albien. Les calcaires de l'Aptien supérieur ont un caractère bioclastique qui, rappelons-le, est riche en milioles et orbitolées rudimentaires. Ces calcaires, d'abord riches en fer (ORGM, 1997 ; Belala, 2008), constituent un piège lithologique très propice.

Ce procédé implique des conditions physicochimiques très spécifiques. Ainsi la nature carbonatée de l'encaissant à constituer un tampon basique pour les fluides minéralisateurs ascendants, qui à provoquer le dépôt de la minéralisation ferrifère par transformation des calcaires en carbonate de fer (Ankérite, Sidérite) tout d'abord.

Ces carbonates ferrifères auraient été soumis à une altération supergène, conduisant à la formation des oxydes et hydroxydes de Fer (le minerai exploitable étant l'Hématite et d'un degré moindre la Goethite)

Chapitre IV : discussion et interprétation des résultats

L'hypothèse hydrothermale métasomatique est la mieux appropriée pour expliquer la mise en place de ces minéralisations, en associant évidemment la circulation des fluides hydrothermaux au Trias évaporitique

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

La région des monts du Mellègue est représentée par du Trias évaporitique, avec une enveloppe qui va, à l’affleurement, du Crétacé inférieur au Miocène, recouverte notamment par du matériel quaternaire de nature classique d’origine continentale.

Analyse de pierre effectuée dans le secteur réfléchi permet :

La minéralisation ferrifère est portée par des formations de calcaires à grains fins à *milioles* et *rudistes*, ces calcaires sont attribués à l’Aptien supérieur.

Les principales formations portantes de minéralisation sont celles des calcaires micritiques d’âge aptien, fossilisées, lesquelles sont transformées en anticlinal.

L’étude pétrographique a permis de déterminer le type de calcaire qui est un calcaire généralement à *orbitolines* et à débris de *rudistes* et de *milioles* microsparitiques. Deux types de minéralisation caractérisent le secteur de Douamis : Ferrifère qui est représentée par la sidérite, l’hématite, la goethite et la limonite et la minéralisation polymétallique qui est représentée généralement par le cuivre gris et la galène.

Le contact minéral-encaissant est essentiellement progressif à l’affleurement il suggère que des phénomènes métasomatiques de même type ou différents de ceux ayant permis à la formation de la sidérite à partir des calcaires à *milioles* et *rudistes* ont eu lieu.

Références Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **-Amouri, M. (1986):** Le gisement de Bou Jaber (Atlas Tunisien Central). Un exemple de minéralisation Pb-Zn-F-Ba dans un Paleokarst. Rev. Sc. Terre. Tunisie. Vol 4. p p. 87-113.
2. **-Akrou, H; Aoudjehane, M.; Thibiéroz, J.; Otmanine, A. et Touahri, B. (1991):** Gîtes et indices de fluorine d'Algérie du Nord : Inventaire et réflexions. Bull. Off. Nat. Géol. Algérie, vol.2, n°1, pp.11-28.
3. **-Aoudjehane, M. (1990):** Structures et gîtologie des concentrations de Zn-Pb et Fe dans le Nord-Est algérien. Exemple des gîtes de l'Ouenza, Ouasta et Boujaber. Analyses et recommandations de recherches. Rapport de mission Nord-Est algérien, n°2, CRD/EREM, Boumerdes, Algérie, 54p.
4. **-Aoudjehane M. (1991):** Distribution des gîtes à Pb-Zn et fer sidéritique dans le N-E algérien. In M. Pagel et J. Loroy (eds): Source, Transport and deposition of metals. Belkema, Rotterdam, pp. 419- 422.
5. **-Aoudjehane, M; Bouzenoune, A; Rouvier, H. et Thibiéroz, J. (1992):** Halocinèse et dispositifs d'extrusion du Trias dans l'Atlas saharien oriental (NE algérien), Géol. Médit., Marseille, XIX, 273- 287.
6. **-Beghoul, M. (1974):** Etude géologique de la région des Hamimat (SE Constantinois). Application à la recherche pétrolière des confins algéro-tunisiens. Thèse Doct. Ing.,Univ. Pierre et Marie Curie, Paris
7. VI, France. 140p. (inédit).
8. **-Benlamri, L ; Brahimou, A:** Contribution à l'étude géologique et gîtologie de la partie Nord – Est de Djebel Ouenza (Secteur Hallatif- Douamis). Mémoire Ing..Univ Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.95p.
9. **-Bouzenoune, A. (1993):** Minéralisations périadiapiriques de l'Aptien calcaire : les carbonates de fer du
10. gisement hématitique de l'Ouenza (Algérie orientale). Thèse Doct, d'Univ. Paris IV. P 206.
11. **-Bourezg, S. (1984).** -Evolution géodynamique de la bordure fragile Sud mésétienne : Le
12. djebel Nador de Tiaret. Etude sédimentologique et structurale. Thèse 3ème cycle, Univ.
13. Pau., 215p.

14. **-Bracene, R. (2002).** - Géodynamique du Nord de l'Algérie: Implications sur la recherche pétrolière. 2002. Thèse de doctorat, Univ. Cergy Pontoise 2 Vol., 300 p.
15. **-Kazi Tani, N. (1986).** - Evolution géodynamique de la bordure Nord africaine : le domaine intraplaque Nord algérien. Approche mégaséquentielle. Thèse ès Sciences, Univ. Pau, 2 tomes, 871 p.
16. **-Bouzenoune, A.; Rouvier, H.; Thibieroz, J. (1995):** Trias de l'Ouenza : contexte diapirique, zonation minéralogique et conséquences métallogéniques. Bull. Serv. Géol. Algérie, vol 6, n°1, pp3-24.
17. **-Bouzenoune, A.; Rouvier H; Thibieroz, J. (2006):** Chronologie relative et conditions de mise en place des minéralisations de massif de l'Ouenza (Algérie NE). Bull. Serv. Géol. Algérie, vol 17, n°1, pp3-27.
18. **16-Castany, G. (1951):** Etude géologique de l'Atlas tunisien oriental. Annales Mines Géol., Tunis, n°8, 2
19. **-Perthuisot, V; Bouzenoune, A; Hatira, N; Henry, B; Laatar, E; Mansouri, A; Rouvier, H; Smati, A; Thibieroz, J :** Les diapirs du Maghreb oriental (1999), part des déformations alpines et des structures initiales crétacées et éocènes dans les formes actuelles. Bull. Soc.Géol. France, 170 (1999) 57-65.
20. **-Perthuisot, V; Rouvier, H; Bouzenoune, A; Hatira, N; Henry, B; Laatar, E; Le Goff, M; -Mansouri, A; Smati, A; Thibieroz, J (1999) :** Les corps triasiques des monts du Mellègue (confins algéro-tunisiens) sont-ils des diapirs ou des « glaciers de sel »? - Réponse [Are the Triassic bodies of the "Monts du Mellegue" region (Algero-Tunisian border) diapirs or saltglaciers?]. - Reply. Bull. Soc. Géol. France, 17700 (1999) 420. Paris, France. 898p.
21. **-Salmi-Laouar Sihem (2004):** Rapports isotopiques du soufre, de l'oxygène et du carbone dans le massif de Boujaber (NE algérien) : Origine des minéralisations à Pb
22. **-Beguiret-Lilia(2017) :** photo des lam mince, rapports (drx) Diffractogramme sur la roche totale de minerai de fer de Ouenza.