

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche SCIENTIFIQUE

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université Mohammed Seddik Benyahia - Jijel

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



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم: علوم الأرض و الكون

Mémoire de fin d'études

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

Option : Ressources Minérales et Géomatériaux

Thème

**Etude des minéralisations polymétalliques et de leur encaissant carbonaté du
massif de Hameimat Sud (Tébessa-Algérie nord orientale)**

Membres du jury

Président : BOUZENOUNE Azzedine

Examineur : BELMADREK Sonia

Encadrant : OUAAR Belkacem

Présenté par :

BOUDJADJA Abdelaziz

KADJOU DJ Alaeddine

Année Universitaire 2017-2018

Numéro d'ordre (bibliothèque) :

Remerciements :

*Nous tenons avant tout à remercier, **ALLAH**, le tout puissant, le tout miséricordieux, qui, grâce à sa protection et sa bienveillance, nous a permis d'acquérir le savoir et d'arriver à ce niveau.*

*Toute mon infinie gratitude va à mon promoteur Monsieur **OUAAR BELKACEM**, pour son encadrement et ses conseils précieux*

*Un grand merci aux **Monsieur le Professeur Bouzenoune Azzedine, M^{me} Belmedrek Sonia** et **M. Lekoui Abdelmalek**, pour le savoir qu'ils nous ont transmis avec modestie et sans hésitation*

*Nous aimerons remercier le chef de département des Sciences de la Terre et de l'Univers de l'université de Jijel Monsieur **Tekkouk Mustapha** pour nous avoir livré toutes les autorisations nécessaires à nos déplacements dans le cadre de notre projet.*

Nous tenons à exprimer notre sincère salutation à nos amis que nous avons toujours eus à nos côtés et à tous les collègues pour leur soutien moral.

Enfin nous remercions nos parents et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude et respects.



Dédicace

*Je dédie ce travail à mes chers parents
Rabah et Fatima, pour tous leurs
sacrifices, leur amour, leur soutien et
leurs prières tout au long de mes études.*

*A mes chers frères Zouhír, Abdelgani,
Salih, Jalal, l'amí de la famille Zouzou et
mes chères sœurs pour leur
encouragement permanent et leur soutien
moral.*

*A toutes ma famille : mon grand-père, ma
grand-mère et toute la famille Boudjadja
et Saídani.*

*A toutes les personnes qui m'ont enseigné
et qui m'ont orienté durant mon parcours
en particulier Mr. OUAARE qui m'a
encadré durant la réalisation de ce
travail.*

A mon partenaire dans ce travail.

A mes chers amis :

*A tous les enseignants et les étudiants du
groupe RMG*



Dédicace

*Je dédie ce travail à mes chers parents,
pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur
soutien et leurs prières tout au long de
mes études.*

*A mon cher frère ZAKARIA et mes
chères sœurs pour leur encouragement
permanent et leur soutien moral.*

*A toute ma famille : mon grand-père, ma
grand-mère et toute la famille
KADJOUDJ.*

*A toutes les personnes qui m'ont enseigné
et qui m'ont orienté durant mon parcours
en particulier Mr. OUAARE qui m'a
encadré durant la réalisation de ce
travail.*

A mon partenaire dans ce travail.

A mes chers amis :

*A toutes les enseignants et les étudiants
du groupe RMG*

Table des matières

Résumé
Abstract
ملخص
Introduction générale

Chapitre I : Cadre géographique et géologique régional

I. 1 - Situation géographique et climat	5
I.2 -Cadre géologique régional	5
I.2.1 - Lithostratigraphie des formations de l'Atlas Sahara oriental	6
I.3 - Etude structurale de l'Atlas saharien oriental	11
I.3.1 - La subsidence.	11
I.3.2 - Les plissements	12
I.3.3 - Les bassins d'effondrements	12
I.3.4 - Le diapirisme	13
I.3.5 - La tectonique cassante.....	14
I.4 - Paléogéographie régionale	15
I.4-1 - Episodes de déformation.....	16
I.5 - Conclusion	17

Chapitre II: Cadre géologique local

II.1 -Introduction	18
II.2 - Stratigraphie des formations de Djebel Hameimat sud	18
II.2.1- Le Trias	18
II.2.2-Crétacé inférieur	18
- Le Cénomanién	19

- Le Vraconien	19
II.2.3 -Le quaternaire	19
II.3 - Paléogéographie	22
II.4 - Tectonique	22
II.5 -Conclusion	24
CHAPITRE III : Etude sédimentologique de l'encaissant	
III.1 -Introduction	25
III.2 -Méthodologie d'étude	25
III.3 - Descriptions macroscopiques de l'encaissant	27
III.3.1 - Trias	27
III.3.2 - Les calcaires bioclastiques à niveau gréseux de l'Aptien	27
III.3.2.1 - Les calcaires	27
III. 3.2.2 - Calcaire gréseux	28
III.3.2.3 - Les grès	28
III.3.3 - Alternance marno-calcaire et marnes consolidé (Albien-Vraconien)	29
III.4 - Descriptions microscopiques de l'encaissant	29
III.4.1 - Microfaciès calcaires	29
III.4.1.1 - Packstone à bioclastes, intraclastes et plletoides	30
III.1.1.2 - Packstone à wackestone (wackestone à Packstone) à pelletoides, et des bryozoaires	32
III.4.1.3 - Wackestone (Packstone)à orbitolines, pelletoides	34
III.4.1.4 - Grainstone à peletodes et bioclastes	36
III.4.2.5 - Calcaire gréseux (grauwacke quartzeuse)	36
III.4.2.6 -Arénite quartzeuse	38
III.4.2.7 - Conglomérat polygénique	39
III.5 - Interprétation	40
III.6 - Conclusion	42

CHAPITRE IV : Etude métallogénique

IV.1 - Introduction	43
IV.2 - Historique des anciens travaux de recherche géologique et minière dans la région de Hameimat : (ORGM, 2000)	43
IV.3 - Les minéralisations du massif de Hameimat Sud	45
IV.3 -1- Introduction	45
IV.3.2 - Description et morphologie des corps minéralisés	49
1- minéralisation liée aux cassures	49
❖ Filon couche de la zone minéralisée principal	49
2-minéralisation du contact Trias-Aptien (stratiform)	50
IV.4 - Etude minéralogique	49
IV.4.1 - Description macroscopique de la minéralisation	50
-La galène	50
-La barytine	51
-L'hématite.....	51
- La Limonite	51
-La malachite	51
-La calcite	51
IV.4.2 - Description microscopique de la minéralisation	53
A- Les minéraux primaires	53
-La galène	53
-Le cuivre Gris	53
B- Les minéraux d'altération.....	53
-La pyrite	53
-La cérusite	53
-La Chalcopyrite	53

-La Magnétite	54
- L'hématite	54
C- Les minéraux des gangues.....	54
-La barytine	54
IV.5 - Conclusion	57
❖ Conclusion générale	58

LISTES DES FIGURES

Chapitre I : cadre géologique régional

Fig. I.1 - Situation géographique du massif de Djebel Hameimat Sud5

Fig.I.2-Carte montrant le cadre géologique régionale du Hameimat Sud (dessinée à partir des cartes géologiques au 500000 de l'Algérie et Tunisie in Bouzenoune 1993)6

Fig.II.3 - Colonne litho-stratigraphique synthétique des principales formations des monts de Méllégué (D'après les descriptions de : Dubourdiou, 1956, 1959 ; David, 1956, Fleury, 1969 ; Madre, 1969, Thibieroz et Madre, 1976 ; Chikhi, 1980 et Vila et al, 2000).les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6 indiquant les périodes d'activité diapirique.(figure réalise par Bouskia et Boumedjene (1996)).
..... 10

Fig I.4 - Délimitations des trois domaines triasiques dans les confins algéro-tunisiens (Vila et al, 1993-2000) 13

Fig.I.5 -Schéma structural de l'autochtone des confins algéro-tunisiens (Vila, 1980) 14

Chapitre II : Cadre géologique local

Fi.II.1 -Vu panoramique du Djebel Hamiemat sud 16

Fig. II. 2 - Ecorché géologique de la région de Morsott (Extrait de la carte géologique de Morsott au 1/50.000) 18

FigII.3 - Coupe géologique de Hamiemat Sud (O.R.G.M) 18

Fig.II.4 -Carte géologique de Hamiemat Sud modifiée 18

Fig.II.5 -Coupe géologique de Hamiemat Sud..... 19

Fig. III .6 - Localisation de la faille principale qui sépare le compartiment occidental Du compartiment oriental 21

Chapitre III : Etude sédimentologique de l'encaissant

Fig. III.3 -Carte géologique schématique de Hameimat Sud (D'après O.R.G.M) 26

Fig. III.4 -Coupe géologique de Hamiemat Sud 26

Fig. III.6 - Log stratigraphique des formations géologiques de Hameimat Sud 27

Fig.III.4 - Réseaux de fracturation, F2 postérieur à F1..... 28

Fig. III.5 - Fentes de tension (fe.t) témoins d'une tectonique	28
Fig. III.6 -Calcaire à orbitoline grisâtre à la patine	28
Fig. III.7 - Traces de dissolution dans un banc de calcaire	28
Fig. III.8 -Calcaire gréseux à filon d'hématite	29
Fig. III.9 -Grés Aptien à ciment oxydé	29
Fig. III.10 - Grés moyennement grenu à niveaux oxydés	29
Fig. III.11 -Marne noirâtre consolidé d'aspect friteuse	30
Fig. III.12 - Intercalation marno-calcaire	30
Fig. III.46 -Caractérisation du milieu de sédimentation au Djebel Hameimat sud.....	41
Fig. III.47 -Localisation du milieu de dépôt du sédiment de Djebel Hameimat sud	42

Chapitre V : Etude Métallogénique

Fig.IV.1 -Répartition des gîtes et indices minéralisés dans les confins Algéro-tunisiens (Haddouche O ; Sami L. ; 2003).	44
Fig. IV. 2 -Plan schématique des travaux de la mine de Hameimat Sud (El Gueblia) (d'après H. Vincienne, 1950 in Otmanine, 1987)	45
Fig. IV. 2 -Carte géologique de Hameimat Sud(O.R.G.M).	47
Fig. IV.3 -Coupe géologique de Hameimat Sud qui présente le sondage S4 (O.R.G.M)	48
Fig. IV.4 -Coupe géologique de Hameimat Sud qui présente le sondage S4	49

Résumé

Le massif de Hameimat Sud est situé à 16 Km au NW de la ville de Tébessa, et à environ 17 Km au SE de Morsott. Il est l'un des gîtes de la région des confins Algéro-tunisiens, à l'extrémité Nord orientale de l'Atlas Saharien dans sa partie algérienne.

Le massif se présente sous forme d'une masse rocheuse allongée WNW-ESE sur 1.5 km et presque 900 m de largeur apparaît encaissé dans des formations triasiques, des calcaires à niveau gréseux d'âge Aptien et une alternance de calcaire marneux et marne d'âge Albo-vraconien.

L'étude pétrographique de la série aptienne qui comprend la minéralisation plombo-barytique nous a permis d'identifier plusieurs microfaciès dominés par des packstones à wackestones (wackestones à packstones) et des grainstones moins abondants.

De ce fait nous pouvons conclure que les calcaires albo-aptiens du massif de Hameimat Sud se sont déposés dans un milieu restreint de la plate-forme interne peu profonde sans atteindre la barrière.

Les minéralisations présentent des textures variables ; disséminées, en amas, et filons représentées essentiellement par la barytine, la galène et l'hématite. Il s'agit d'une minéralisation de type Mississippi valley en liaison avec le Trias diapirique des confins Algéro-tunisiens.

Mots clés : Hameimat Sud, Atlas Saharien, carbonates albo-aptiens, pétrographie, milieu de dépôt, minéralisation plombo-barytique.

Introduction générale

Le massif de Hameimat Sud qui constitue notre massif d'étude est situé à 16 km au NNE de Tébessa et à 17 km au SSE de Morsott, se rattache aux monts du Mellègue qui appartiennent géographiquement à l'extrémité orientale de l'Atlas Saharien des confins Algéro-tunisiens.

De part et d'autre de la frontière Algéro-Tunisienne, de nombreux gisements de Fe Pb, Zn, Ba et F apparaissent dans un contexte diapirique actif à différent niveau de la série crétacée. Ces minéralisations ont fait l'objet d'un regain d'intérêt scientifique et industriel justifié par l'identification de processus péri-diapirique (Rouvier, Perthuisole, Vila et Mansouri, 1985 in O.R.G.M 2000).

Le travail que nous avons entrepris et que nous présentons ci-après, consiste essentiellement à décrypter les caractéristiques pétrographiques, minéralogiques et structurales des minéralisations polymétalliques de Hameimat Sud, afin de mieux appréhender leurs significations métallogéniques. Pour ce faire, nous avons structuré cette étude de la façon suivante :

Chapitre I : nous renseigne sur le cadre géographique de Hameimat Sud, et nous donne une idée sur la géologie régionale de l'Atlas Saharien à partir de la stratigraphie, de l'évolution paléogéographique et du cadre structural et tectonique.

Chapitre II : décrit la géologie locale de Hameimat Sud.

Chapitre III : a pour but de réaliser une étude pétrographique de l'encaissant carbonaté, afin de pouvoir déterminer le milieu de dépôt de ces minéralisations.

Chapitre IV : il traite une étude métallogénique du massif de Hameimat Sud par une présentation des corps minéralisés et des textures de minerais en passant par une détermination macroscopique et microscopique, afin de dévoiler, les caractéristiques de ce (gisement).

L'ensemble de ce travail s'achève par une conclusion générale et certaines propositions sur d'éventuels travaux à réaliser afin de mettre en évidence les corps minéralisés dans la région.

A decorative scroll graphic with a light purple gradient and rounded corners. The scroll is partially unrolled at the top and bottom, with the unrolled sections extending outwards. The text is centered on the scroll.

CHPITRE I

Cadre géographique et géologie régionale

L'étude géologique régionale qui va suivre a été faite sur la base des travaux de (Dubourdieu (1952, 1956) ; Bles et Fleury (1969) ; Beghoul, 1974 ; Vila (1980) ; Wildi (1983) ; Chavernine *et al*, 1987 et 1988 ; Bouzenoune, 1993) in O.R.G.M 2000).

I.2.1- Lithostratigraphie des formations de l'Atlas Sahara oriental (Fig.I- 3)

I.2.1.1- Formations du Mésozoïque

Elles sont constituées de sédiments du Trias, Jurassique et Crétacé.

I.2.1.1.1- Formations du Trias

Le Trias est constitué des marnes bariolées à gypse, de dolomie, de calcaire dolomitique, de grès et de fragment de roche vertes qui constituent les formations typiques du Trias en Algérie (Dubourdieu, 1956). Il est aussi caractérisé par la présence de grains de pyrite et de petits cristaux de quartz bipyramidal.

I.2.1.1.2- Formations du Jurassique

Les dépôts du Jurassique sont absents dans la région en question (Dubourdieu, 1956 ; Chavernine *et al* in O.R.G.M 2000), mais ils ont été recoupés par des sondages pétroliers en dehors des zones diapiriques (Beghoul, 1974).

I.2.1.1.3- Formations du Crétacé

Les formations du Crétacé sont composées d'une série carbonatée et marno-gréseuse.

- Le Barrémien

Les formations du Barrémien sont représentées essentiellement par des marnes grises ou jaunes assez argileuses, à Ammonite interlacées vers le sommet avec de minces passées de calcaires noduleux gris clair à patine ocre (Dubourdieu, 1956). A Mesloul le Barrémien est gréseux à passées de marnes, de calcaire et de conglomérats (Dubourdieu, 1956 ; Masse et Thieuloy, 1979 ; Masse et Chikhi Aouimer, 1982).

Ces formations ne dépassent pas les 250m d'épaisseur. Elles se sont déposées sur un haut fond assez proche de la surface (Dubourdieu, 1956) et témoignent des conditions de sédimentation en mer peu profonde. Ces conditions se sont poursuivies jusqu'au début de l'Aptien

- L'Aptien :

Il apparaît dans la plupart des anticlinaux de la région. Les formations aptiennes sont constituées essentiellement de calcaire récifaux (Dubourdieu, 1956) dans certaines régions, il comprend des intercalations de calcaires argileux, son épaisseur peut atteindre jusqu'à 600 m. Cet Aptien peut être en contact avec le Trias comme c'est le cas au Djebel Ouenza (Bouzenoune, 1993).

- Le Clansayésien :

Il est représenté à la base par des grès, au centre par des calcaires noirs et au sommet par des calcaires gréseux à Ammonites d'une puissance moyenne de 150m. Les successions du Clansayésien dans divers anticlinaux atteignent des épaisseurs variables : 195m au Djebel Ouenza, 110m au Djebel Boukhadra, 140 m au Djebel Hameimat et 145 m au Djebel Def (Dubourdiou, 1956).

- L'Albien :

Du point de vue lithologique, les dépôts de l'Albien sont à dominante marneuse ; L'Albien inférieur est constitué dans tous les affleurements de la région par une série de 100 m à 150 de marnes jaunes très argileuses :(Dubourdiou ,1952). L'Albien moyen est représenté par des calcaires noirs à petits lits à Bélemnites, son épaisseur est de 190m au Djebel Ouenza et 175 au Djebel Boukhadra. L'Albien supérieur est représenté par des marnes noirs à petits lits de calcaires très argileux, son épaisseur est d'environ 400m

- Le Vraconien :

Il est essentiellement marno-argileux avec de minces intercalations de calcaire marneux, son épaisseur est de 500 m à 600 m. Les affleurements au SE du Djebel Boujaber sont rapportés au Vraconien-Cénomaniens inférieur par Dubourdiou (1956) et ont été récemment datés par Vila *et al*, (1993) de l'Albien supérieur –Vraconien.

- Le Cénomaniens :

Au Cénomaniens inférieur, la tendance argileuse s'accroît, avec une épaisse série de marnes verdâtres et se poursuit par des séries où l'on retrouve de petits bancs calcaires qui s'intercalent dans ces marnes. Au sommet, la sédimentation devient carbonatée, cette série a une épaisseur considérable de 750 m à 1100 m aux Monts du Mellègue (Dubourdiou, 1956).

- Le Turonien :

Il est constitué par des bancs puissants de calcaires séparés parfois par des marnes grises, son épaisseur est d'environ 200 m.

- Le Sénonien :

*** Le Coniacien**

Il est constitué par des calcaires argileux blancs (Dubourdiou, 1956), son épaisseur est variable d'un endroit à un autre 270 m à 280 m à Djebel l'Ouenza et 490 m au Djebel Boujaber (Dubourdiou , 1956). Le Santonien est essentiellement composé de marnes très argileuses de couleur gris-bleu avec de rares intercalations de calcaires à inocérâmes.

*** Le Campanien :**

Il est composé d'une série de 300 m de marnes, sur laquelle repose 75 m de calcaire crayeux et se termine par une alternance de marnes jaunâtres et des calcaire, blanchâtre, de 175 m.

I.2.1.2 -Les formation du Cénozoïque :

I.2.1.2.1 - L'Eocène :

Ce sont des calcaire marneux à silex ou l'on retrouve des intercalations de phosphates leur puissance totale d'environ 200 m.

I.2.1.2.2 -L'Oligocène :

Il s'agit de dépôt numidien très puissant essentiellement constitué par des grés et des argiles.

I.2.1.2.3 -Le Miocène :

Il est constitué de conglomérats à élément variés avec un ciment carbonaté, la puissance de cet étage varie de 10 à 20 m. Il n'est représenté que localement et il est transgressif sur le Vraconien , le Turonien et le palioène.

I.2.1.2.4 -Le Quaternaire

Ce sont des formations continentales où l'on retrouve d'importantes croutes calcaires, des cailloutis des poudingues, des éboulis, des brèches de pentes, des terrasses alluviales et des limons, l'ensemble ayant une épaisseur de 20 à 25 m et pouvant atteindre jusqu'à 200 m dans les fossés d'effondrements.

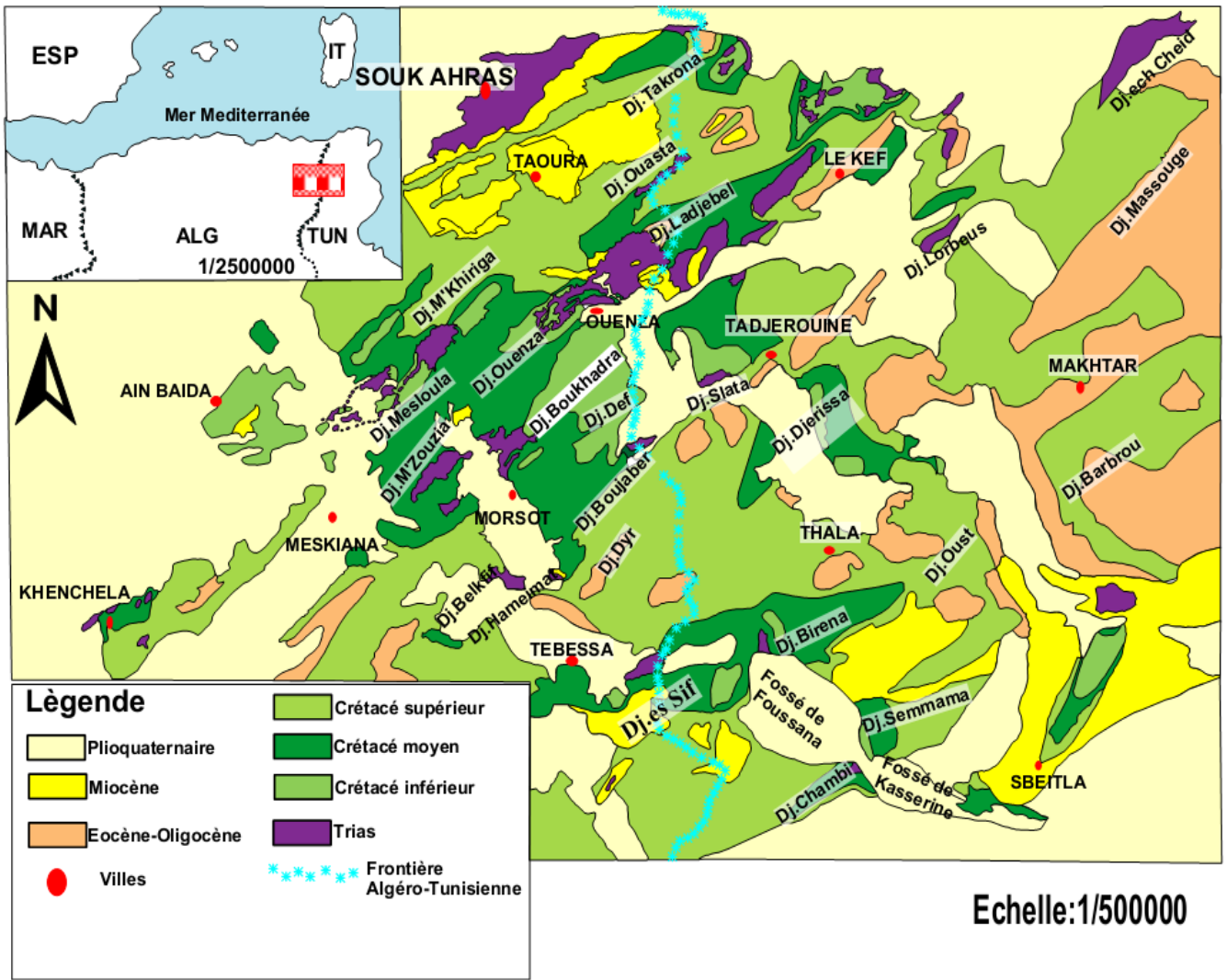


Fig.I-2: Carte géologique régionale de l'Atlas Saharien Nord oriental (dessinée à partir des cartes géologiques au 500000 de l'Algérie et de la Tunisie in Bouzenoune, 1993)

Stratigraphie		Lithologie	Epaisseur	Description		
CENOZOIQUE	QUATERNAIRE		10-30	Dépôt clastique d'origine continental		
	NEOGENE	Miocène	10-150	Conglomérats à ciment calcaire, grés, marnes, galets et élément du Trias.		
		PALEOGENE Eocène		200	Calcaire à silex contenant des Nummilites.	
	MESOZOIQUE	CRETACE	SUPERIEUR	Maastrichtien	250-300	Calcaire bien lité crayeux gris claire, en intercalation avec des marnes et argiles.
				Compa nien	500-600	Marnes argileuses gris foncées et des calcaires dans la partie moyenne et supérieure.
			Moyen	Cont-San	500-600	Marne argileux grise et grise bleuâtre. Des bancs de calcaires argileux dans la partie moyenne intercalant les marnes
Turonien				180-250	Calcaire en bancs de teinte grise foncée à noir	
Cénomien				900-1000	Marnes gris-verdâtres et grises en intercalation calcaire argileux. Au sommet des bancs de calcaire.	
Vraconien				500-600	Marnes et marnes argileuses en intercalation avec des calcaires marneux.	
INFERIEUR			Albien	480-600	Marnes grises et noirs dans la partie supérieure avec des minces intercalations de calcaire argileux.	
			Aptien	Clauses	100-200	Marnes grise, gris-jaunes en alternance avec des calcaires et calcaires gréseux
				Bedou-Cargas	300-600	- Faciès terrigène ; marnes argileuse avec intercalation des marnes sableux et grès calcaire. - Faciès carbonaté ; calcaire organo-détritiques, bioclastes, ooclastique et interclastes.
			Barrémien	<250	Calcaires et dolomies, argilites et argiles dans la partie supérieure.	
JURASSIQUE	TRIAS		<700	Marnes gypsifères bariolées avec parfois des grés en intercalations. De la dolomie et marnes-dolomitiques.		

Fig.I-3 : Colonne litho-stratigraphique synthétique des principales formations des monts de Méllégue (D'après les descriptions de : Dubourdiou, 1956, 1959 ; David, 1956, Fleury, 1969 ; Madre, 1969, Thibieroz et Madre, 1976 ; Chikhi, 1980 et Vila et al, 2000.).les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6 indiquant les périodes d'activité diapirique. (Figure réalise par Bouskia et Boumedjene (1996)).

I.3 -Etude structurale de l'Atlas saharien oriental :

L'Atlas Saharien s'est formé à l'emplacement d'un long sillon intercalé entre les hauts plateaux et la plate-forme Saharienne, ou sous l'effet de la subsidence, se sont accumulés durant le secondaire et une partie du tertiaire de puissants dépôts néritiques et continentaux.

Au Trias de puissantes masses de dépôts salifères et argilo-gypsifère, se sont mis en place.

Il n'ya pas d'information concernant le Jurassique qui se caractérise par l'absence de tout affleurement dans la région.

Au Barrémien la mer recouvrait la plus grande partie de l'Algérie orientale, elle s'étend encore plus durant l'Aptien. Les formations récifales indiquent un milieu de dépôt dans des eaux chaudes et peu profondes. A la fin de l'Albien, la sédimentation est transgressée et à partir du Crétacé supérieur plus exactement au Turonien, la mer devient plus profonde et favorise l'accumulation d'une puissante assise marneuse. Ce système de sédimentation se poursuit jusqu'au Campanien moyen et reprend ses premières caractéristiques, c'est-à-dire une mer chaude et peu profonde au Maestrichtien.

A l'Eocène la mer s'est retirée de la région et ne réapparaît qu'à la fin du Paléogène et atteint la région de l'Ouenza durant le Miocène. Celui-ci est transgressif discordant sur les terrains du Crétacé plissés.

L'Atlas Saharien a subi au cours des périodes géologiques une tectonique assez intense qui a pour résultat les grands traits structuraux que connaît la région.

A la fin de l'Eocène moyen et le début de l'Eocène supérieur, les dépôts sont plissés et donnent naissance à des plis simples et forte amplitude d'orientation NE-SW qui sont des synclinaux et des anticlinaux, ces derniers présentent le type coffré flancs fortement redressés à sommet plat sans que ce soit un caractère absolu.

Les manifestations tectoniques qui ont touché cette région se résument de la façon suivante :

1/ La subsidence.

Depuis le Barrémien et jusqu'à la fin des temps Crétacés l'accumulation sédimentaire a atteint une puissance totale de 4000 à 5000 m environ alors que les estimations bathymétriques ne dépassent jamais les quelques centaines de mètres (Dubourdieu, 1956).

Sur le plan régional, une subsidence a eu lieu avec un taux varié dans le temps et dans l'espace. La sédimentation a été perturbée au moins dès l'Aptien et à diverses reprises par la création de hauts fonds de direction NE-SW sur lesquels s'est déposée une sédimentation carbonatée subrécifale. Ces hauts fonds ont semble-t-il été induits par l'activité diapirique des formations Triasiques qui a pu être initiée, pour certains auteurs, par le jeu des accidents du socle (Masse et Chikhi-Aouimeur, 1982 in O.R.G.M 2000). Cette condition ne semble cependant pas être nécessaire pour le déclenchement du processus (Talbot *et al*, 1987 in O.R.G.M 2000).

2/ Les plissements :

Dans la région des confins Algéro-Tunisiens le phénomène marquant est un système de plis de direction NE-SW généralement d'allure simple, qui est venu former une succession de synclinaux (Oued Kseub, Ain Ghenia, Haoud S'ghir) et d'anticlinaux résultant des compressions néogènes. Ces anticlinaux avec leur allure actuelle, résultent des compressions néogènes. Toutefois, la phase majeure a été considérée comme étant comprise entre l'Eocène et le Miocène, en raison de l'existence d'une discordance entre le Miocène marin et les terrains du Crétacé et de l'Eocène (Dubourdieu, 1956 ; Vila, 1980...).

Les jeux de failles bordières des fossés d'effondrements sont manifestés dès le Crétacé. Ce phénomène s'est poursuivi en distension pendant le Miocène inférieur et moyen et rejoué ensuite, lors des serrages du Miocène supérieur et du Quaternaire ancien. (Chihi *et al*, 1991 in O.R.G.M 2000), optant ainsi, pour une phase compressive à l'origine de la formation des anticlinaux de la région entre l'Eocène et le Miocène.

3 / Les bassins d'effondrements :

D'après la littérature géologique, dans la région de l'Atlas saharien, le phénomène le plus distingué est celui des fossés d'effondrement, d'orientation NW-SE et E-W, qui sont bordés par des accidents majeurs, et qui sont formés par des dépôts plio-quatérnaires.

Pour certains (Durozoy, 1950 ; Castany, 1951; Dubourdieu, 1956 ; Kazitani, 1986 ; Othmanine, 1987 in O.R.G.M 2000) ces fossés d'effondrement résultent d'une activité tectonique distensive post-Miocène (fossé de Ouled Boughanem, Tébessa et Morsott). Quant au graben de Tébessa, selon Othmanine, 1987 ; il s'est ouvert par des petites failles N 140° à N160° à la suite d'une phase tectonique distensive NE-SW Post-Miocène. Pour les autres (Chikhi, 1984 in O.R.G.M 2000) une distension Crétacée a contribué aux premiers

effondrements des grabens dont l'effondrement majeur s'est produit au Miocène (Aquitaniens-Tortonien).

4/ Le Diapirisme

La géologie de l'Atlas saharien oriental est marquée par de nombreux pointements de masses d'évaporites Triasiques (Fig I.4), affleurant sur une bande de 80 Km environ et ayant une direction NE-SW. Ce diapirisme est contrôlé par deux facteurs importants (Perthuisot, 1988) :

❖ Le fluage

La haute plasticité des masses Triasiques assurée par 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 que si la densité du matériel plastique est inférieure à la densité globale de la couverture.

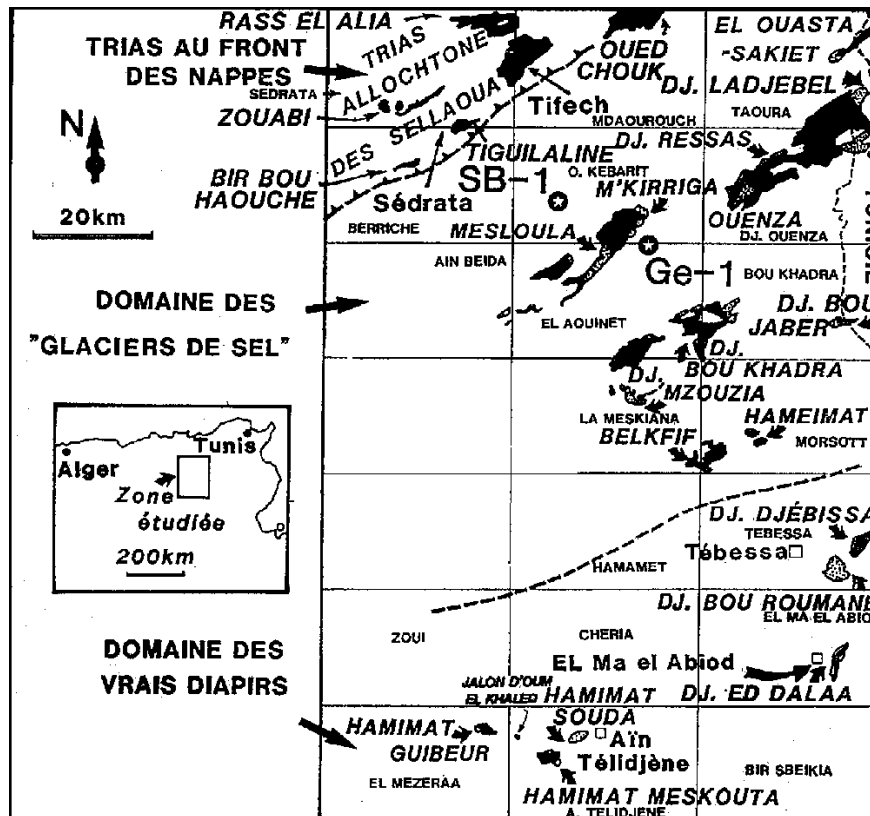


Fig I.4 : Délimitations des trois domaines triasiques dans les confins algéro-tunisiens (Vila et al, 1993)

5 / La tectonique cassante

Les grandes structures des confins Algéro-Tunisiens sont recoupées par deux systèmes de failles :

- L'un est constitué de failles principales dites « failles majeures », qui sont orientées subparallèlement aux axes des anticlinaux sous l'effet du plissement. Les couches tendres se plissent tandis que les couches dures se cassent au niveau des pentes des roches qui sont subverticales à inverses. Ce système s'oriente suivant deux directions tectoniques majeures : Nord-Est (30°-60°) et Nord-Ouest (280°-320°).

- L'autre, il est constitué de failles de deuxième ordre. Il est caractérisé par des rejets importants et des pentes de l'ordre de 60° et de direction 60° E-W. Ces failles sont presque perpendiculaires aux failles principales, et parfois, elles les recoupent, favorisant ainsi les concentrations métallifères.

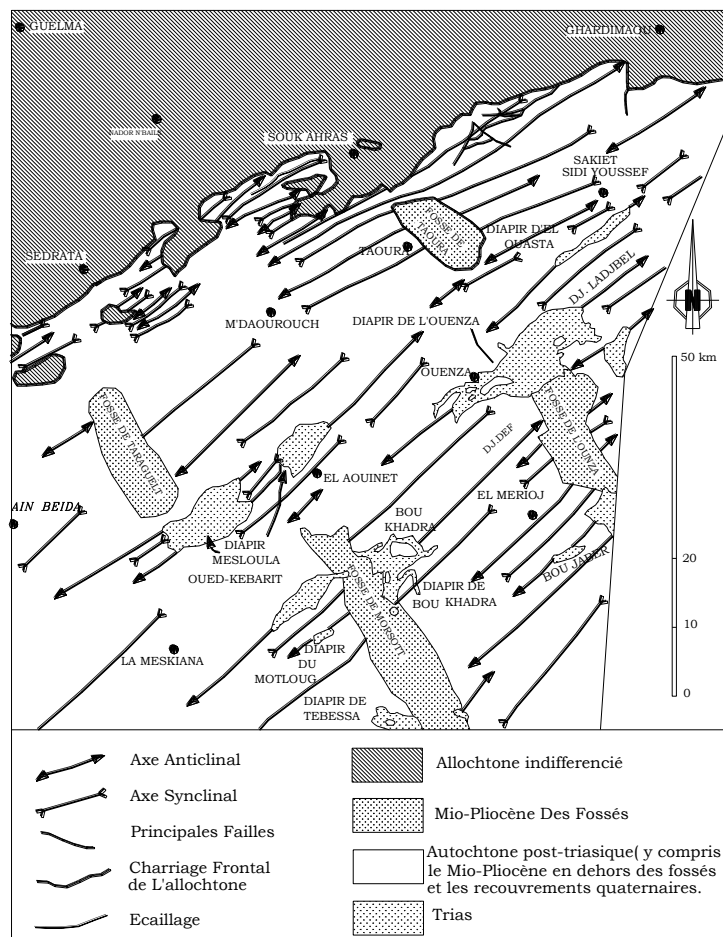


Fig.I.5 : Schéma structural de l'autochtone des confins algéro-tunisiens (Vila, 1980)

I.4.- Paléogéographie régionale

La paléogéographie de la région des confins Algéro-Tunisiens a été établie depuis le Trias, quand les dépôts salifères, essentiellement composés de sel, ayant une masse puissante se sont formés dans les bassins lagunaires (Chavenine *et al*, 1986 in O.R.G.M 2000), la sédimentation lagunaire s'est poursuivie jusqu'à la phase terminale du Trias où les bassins lagunaires ont été dessalés pour permettre aux roches carbonatées de s'intensifier dans les régions avoisinantes. Une légère transgression est enregistrée au Trias moyen, dont les traces sont conservées en intercalation de calcaires noirs stratifiés (Dubourdiou, 1956).

Le Jurassique est absent à l'affleurement (Dubourdiou, 1956). Mais des dépôts Jurassiques ont été recoupés par des sondages pétroliers en dehors des zones diapiriques (Beghoul, 1974).

Les grès du Barrémien représentent les plus anciennes roches d'âge Crétacé affleurant dans la région. Ils sont observés au Sud-Ouest de Djebel Mesloula, témoignant ainsi des conditions de sédimentation en mer peu profonde.

Dès l'Aptien, des failles affectant le substratum antétriasique, facilitent les transgressions marines. La mer était donc plus étendue qu'au Barrémien. Cette période est marquée par le développement des faciès néritiques sur des hauts fonds correspondant aux extrusions diapiriques autour desquels s'est développée une puissante série marneuse de mer ouverte.

A l'Albien, la sédimentation est transgressive (Ammouri, 1986 et, 1989).

Le Cénomaniens est caractérisé par le développement d'une sédimentation marno-argileuse à intercalation de calcaires peu développés dans des conditions abyssales, mais aussi, par des décrochements traduisant un raccourcissement NE-SW (Othmanine, 1987).

Au Turonien, un changement des conditions profondes vers un milieu néritique chaud, a eu lieu, où d'importantes masses carbonatées se sont installées.

A partir du Turonien supérieur, une assise marneuse a été accumulée dans une mer relativement profonde, parfois rompue par des intercalations calcaires. Ce même régime continue jusqu'au Campanien inférieur (Chevrenine, 1987 in O.R.G.M 2000).

Au Campanien supérieur et Maëstrichtien, les dépôts se sont formés dans des conditions de mer peu profonde et chaude avec la prédominance des calcaires crayeux rarement récifaux et hétérochtones vers le bas. La sédimentation Crétacée marine s'arrête à la fin du Maëstrichtien inférieur.

Pendant l'Eocène, des anticlinaux et des synclinaux d'orientation NE-SW ont pris naissance à la suite des grands plissements généralisés qui se sont produits dans le Nord-Africain, induits par la phase atlasique.

Le retrait de la mer s'est effectué à l'Eocène supérieur, l'érosion s'installe pour causer d'importantes lacunes. Le remaniement de silex réputé d'âge Yprésien à la base du Miocène où se dépose une sédimentation marine durant l'Eocène et le Miocène inférieur et moyen.

Au Miocène, le dépôt est présent aux environs de l'Ouenza (Morsott) avec une puissance considérable, il est transgressif et discordant sur les terrains crétacés plissés (G. Dubourdiou et al, 1956). Cette phase du Miocène a été responsable de nombreuses déformations tel que l'effondrement des fossés de Tébessa, Morsott et Ouled Boughanem, ainsi que des charriages. Cette phase a été amortie par des plissements Eocènes dans les confins Algéro-Tunisiens. Ces déformations sont dues au diapirisme d'une part et de certains effondrements du socle au moment de la sédimentation d'une autre part (G.Dubourdiou, 1956).

La mer s'est retirée à la fin du Miocène et toutes les formations Post-Miocènes sont continentales qui continuent jusqu'au Quaternaire.

Les dépôts quaternaires sont constitués par des formations continentales, ces dernières sont formées essentiellement d'éboulis qui ont la particularité d'avoir leurs éléments assez bien arrondis, et sont fréquemment liés par un ciment calcaire. Ils sont aussi constitués par des calcaires organo-détritiques, des grés et des marnes.

I.4.1 -Episodes de déformation

D'après Bouzenoune(1993) :La géologie de l'Atlas saharien résulte d'une longue histoire qui a été ponctuée par des épisodes tectoniques dont on retrouve l'empreinte dans de nombreux massifs.

❖ **La distension du Crétacé** : C'est au cours de cette période que se sont apparues les premières ébauches de discontinuité sur lesquelles se sont moulées les futures structures qui caractérisent la région.

- Dès l'Aptien (et peut être avant) on assiste à l'apparition de failles normales synsédimentaires affectant le substratum antétriasique et sa couverture. Ces accidents majeurs ont contribué à déclencher l'ascension du Trias, la formation des fossés d'effondrement et la géométrie des plis atlasiques.

- A l'Albien supérieur la couverture Albo-Aptienne est percée par un Trias donnant des structures complexes allant de la plie évasée à la plie en champignon. Cet épisode a été mis en évidence à Slata (Smati, 1986) et a été retrouvé dans plusieurs massifs, Ouenza, M'Zouzia, Boukhadra.

- Le Cénomaniens s'est manifesté dans la région de Tébessa par des décrochements traduisant un raccourcissement NE-SW (Otmanine, 1987).

❖ **La tectonique polyphasée du Tertiaire** : Le cycle tectonique tertiaire a joué alternativement en extension et en compression.

Il est responsable de la configuration actuelle de l'Atlas Saharien ; les séries sédimentaires ont été plissées en une multitude d'anticlinaux et de synclinaux orientés NE-SW à ENE-WSW, les fossés se sont effondrés sous l'effet d'une phase d'intensive différemment datée, et le phénomène diapirique a été réactivé.

❖ **La tectonique récente** : C'est une phase tectonique qui affecte aussi bien les séries marines Crétacées et Tertiaires que le miocène continentale molassique. Au NE de (Belkif, J.L. Blés et J.J. Fleury (1969) in O.R.G.M 2000) ont mis en évidence une phase d'intensive, qui a provoqué le redressement des couches plio-villafranchiennes à la suite de la réactivation des accidents majeurs qui délimitent le fossé Tébessa-Morsott.

I.5.- Conclusion

La région des monts de Morsott qui comprend notre région d'étude appartient à l'extrémité orientale de l'Atlas saharien. Caractérisé par un dépôt carbonaté du Trias au Cénomaniens.

Ces séries sédimentaires ont été plissées suivant une direction NE-SW suite à la phase compressive Atlasique. Ces plis sont tronqués ultérieurement par des fossés d'effondrements

d'orientation NW-SE résultant d'une activité tectonique. Cette tectonique est accompagnée par une ascension de masses triasiques.

A decorative graphic of a scroll with a light purple gradient and rounded corners. The scroll is partially unrolled at the top and bottom edges, with the unrolled parts extending outwards. The text is centered on the scroll.

CHAPITRE II
CADRE GEOLOGIQUE
LOCAL

II.1 : Introduction

Le secteur du Djebel Hameimat Sud fait partie de la région de Morsott qui se trouve dans l'extrémité orientale de l'Atlas Saharien.

Les formations qui constituent sont d'âge Triasique et Crétacé inférieur. Ce monticule recèle une minéralisation à Pb Ba encaissée dans les calcaires aptiens.



Fig.II.1 : Vue panoramique du Djebel Hameimat Sud

II.2- Litho stratigraphie des formations du Djebel Hameimat Sud :

Le périmètre du secteur est constitué par des formations carbonatées et terrigènes du Trias et Crétacé inférieur. On observe la succession stratigraphique suivante : (O.R.G.M 2000)

- **II.2-1-Trias :**

Il affluer sur le flanc Nord et s'observe dans la partie orientale sous les calcaires albo-aptiens sous forme de dolomies bréchiqes, ocres riches en barytine sacchroide. L'épaisseur de ces dolomies triasique, est de 15-20m. Sous ces dolomies affleurent les marnes bariolées à gypse dont le contact avec le cénomanien marneux est difficile à définir vrai semblablement, il est tectonique.

A l'extrémité NE. Les dolomies bréchiqes, sont par endroits cargneulisées, avec une épaisseur de 1-20m et disparaissent complètement à l'extrémité NW.

Dans la partie occidentale le Trias est représenté par son faciès argilo-gypseux .ce sont des paquets de gypse à aspect lité enrobés dans une marne argileuse versicolore. Le contact des formations triasiques avec les calcaires abo-aptiens est tectonique, et de même avec les marnes grises du Cénomaniens.

- **II.2-2- Crétacé inférieur :**

Représenté par des sédiments aptiens et albiens non différences.

Le massif de Hameimat sud orienté E- W est divisé en trois parties séparées par des accidents tectoniques.

Les sédiments de l'Albo-Aptien sont formés de calcaires, marnes et grés variant d'une partie à l'autre. Cette épaisseur est maximale au niveau de la partie centrale (90m), légèrement réduite au niveau de la partie occidentale (60m), tandis qu'au niveau de la partie orientale, cette série devient très réduite et ne dépasse pas 100 m.

II.2.3.Vraconien :

Le vraconien est représenté par des marnes noires à débit en (frites) alternant avec des bancs décimétriques de calcaires marneux très fins, gris bleuté à cassure gris noir.

- Sur le secteur en question le vraconien affleure seulement sur le flanc sud son contact avec l'Aptien est masqué par les éboulis de pente. La limite passe juste au niveau où s'arrête l'affleurement des calcaires.
- A l'extrémité SE du secteur, le contact vraconien-Aptien est marqué par une bréchification et des veines de calcite. La formation vraconienne est épaisse de 50m environ.

II.2.3.Cénomaniens :

Le cénomaniens est représenté par une épaisse série de marnes gris verdâtre à veinules de calcite fibreuse et quelques bancs de calcaires à huitres. Il forme une large boutonnière entourant les deux massifs de Hamimat. L'épaisseur totale du cénomaniens est de l'ordre de 600m.

II.2.4.Quaternaire :

- Les dépôts d'âge quaternaire sont formés d'anciens éboulis de pente et dépôts actuels. Les anciens dépôts sont constitués anguleux, de taille variable, consolidés par un ciment grésocalcaire, l'épaisseur de ces dépôts peut atteindre 5m.
- Les sédiments actuels se développent tout autour du gisement et sont représentés par des sables, limons et cailloutis.

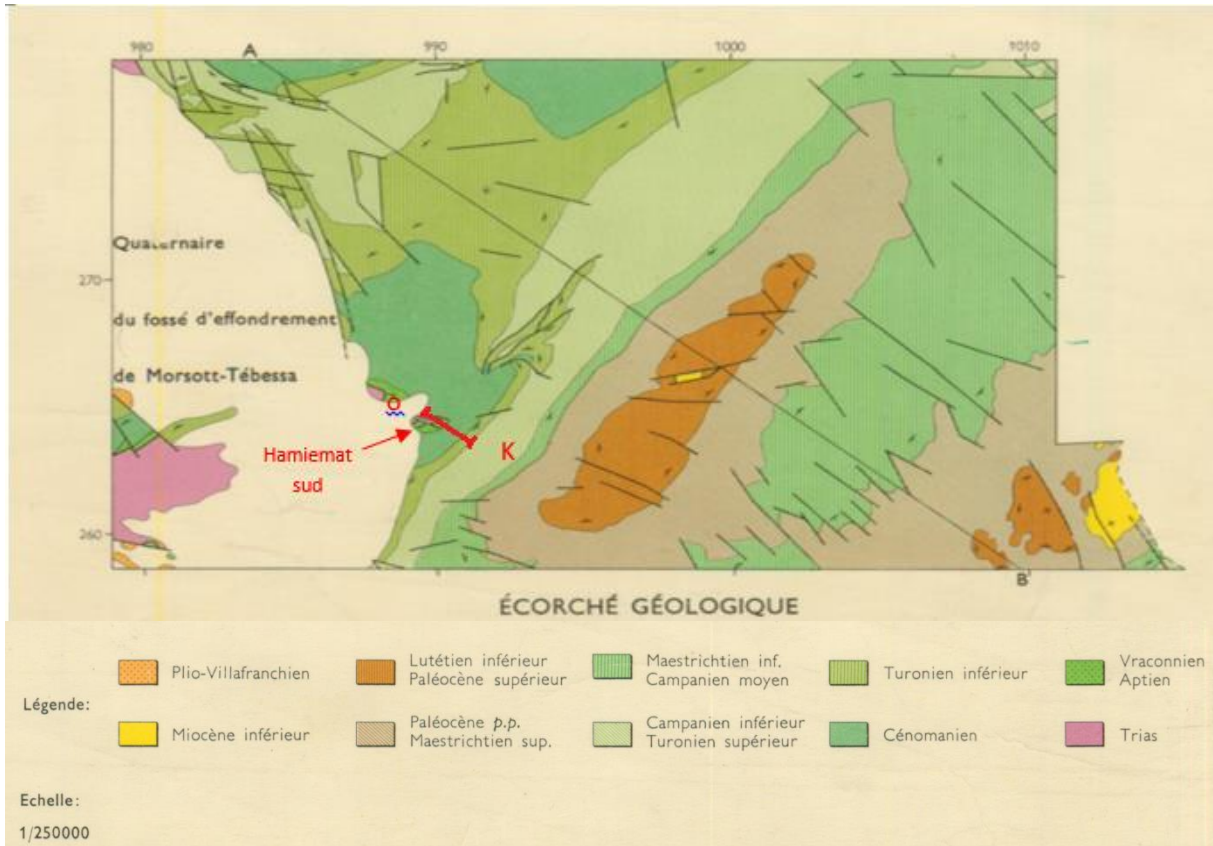


Fig. II, 2 : Ecroché géologique de la région de Morsott (Extrait de la carte géologique de Morsott au 1/50.000 d'après Bles, J, et L.Fleury, J.J. 1970)

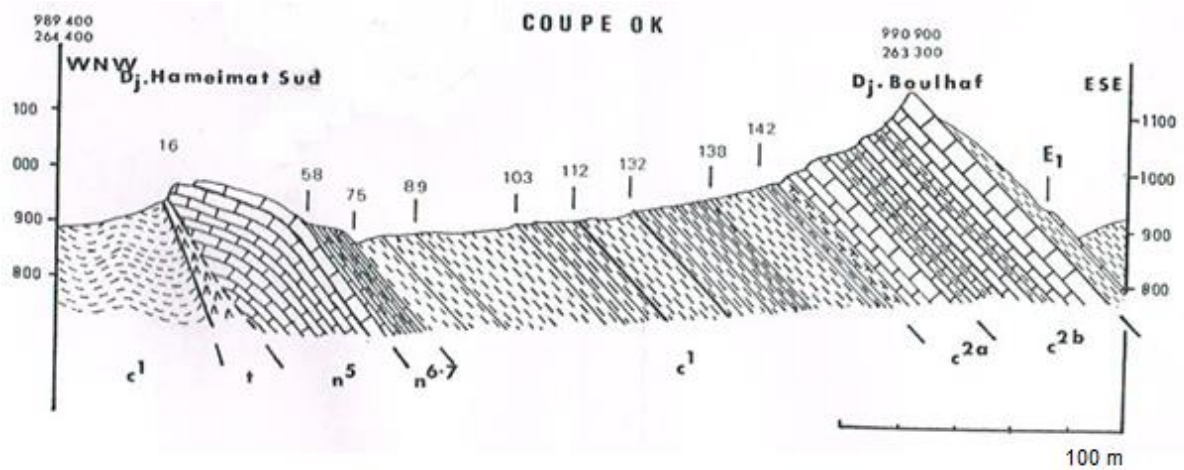


Fig. II.3 : Coupe géologique de Hamiemat Sud (Bles, J, L.Fleury, J, J. 1970)

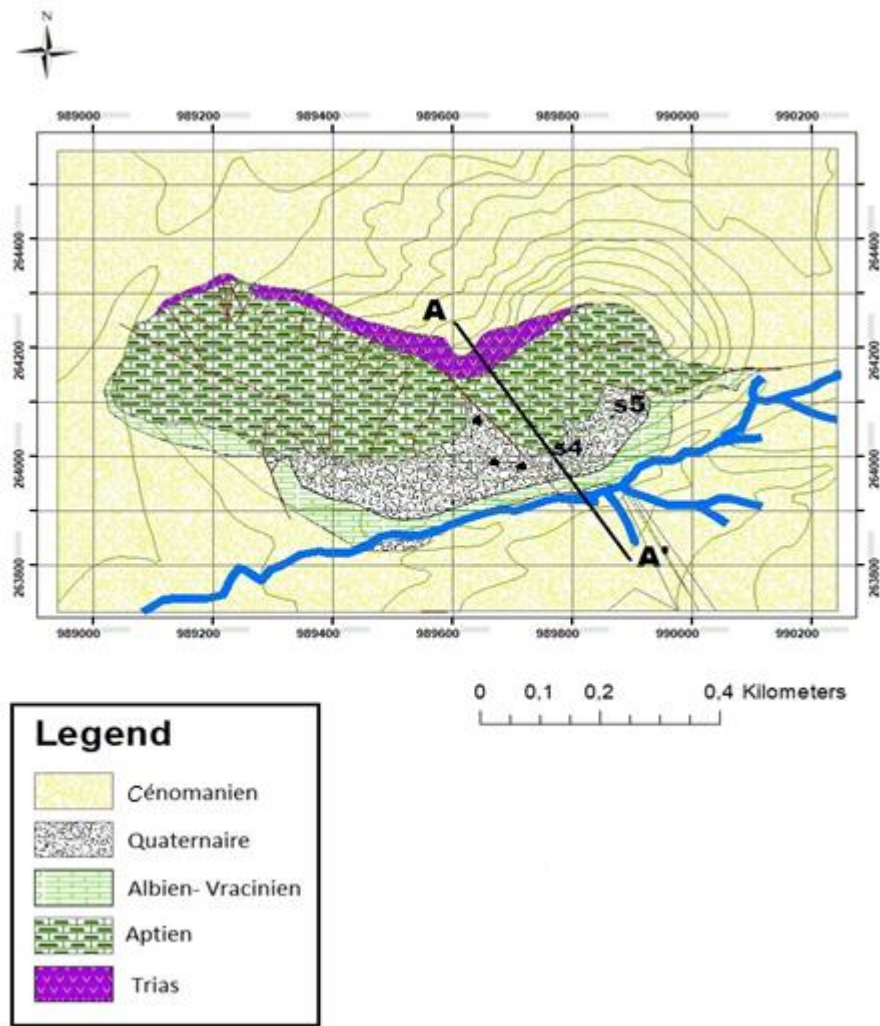


Fig.II.4 : Carte géologique Hamiemat Sud (O.R.G.M.2000)

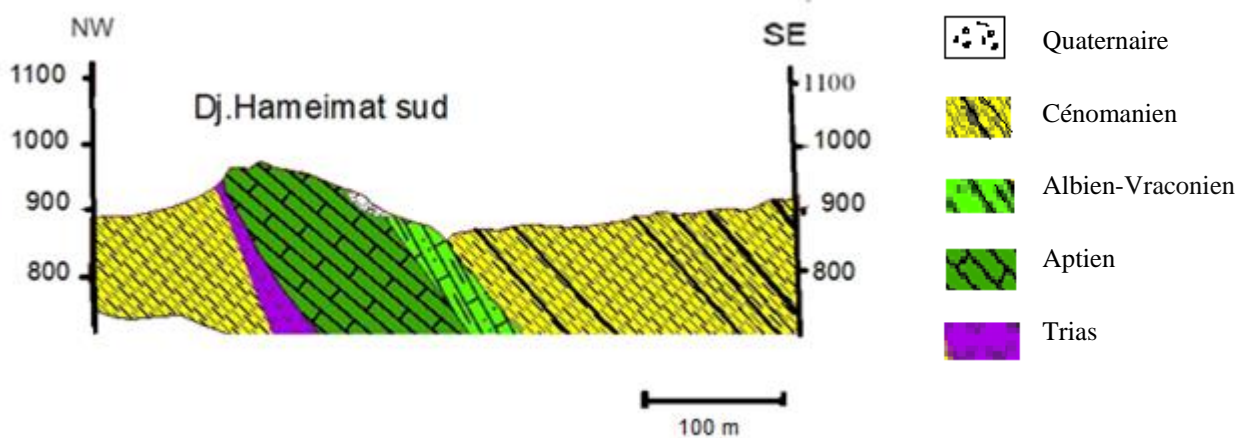


Fig.II.5 : Coupe géologique (A-A') du Hamiemat Sud

II.3-Paléogéographie

L'évolution géologique du secteur de Morsott est inconnue avant le Trias, notons aussi l'absence des témoins de l'histoire post-triasique, anté-aptienne.

L'Aptien calcaire indique un milieu de dépôt dans une mer chaude et peu profonde où il existe des récifs importants.

La série aptienne de Djebel Hameimat Sud est essentiellement calcaire avec quelques niveaux gréseux à la base et vers le sommet, son épaisseur est réduite, elle présente un contact normal avec le Trias et elle est marquée par une silicification et une minéralisation en barytine, fluorine et galène localisée au milieu du massif (Otmanine, 1987).

La série albo- aptienne de Djebel Hameimat Sud est localisée au Nord du massif marquée par un contact anormal avec des dolomies triasiques. Cette série réduite à une épaisseur de 50 m, elle est composée d'une alternance de bancs de calcaires à débris de fossiles et grosses huitres et des niveaux marneux (Otmanine, 1987)

L'Albien et le Vraconien ne sont représentés qu'aux alentours du Djebel Hameimat avec une épaisseur très réduite, ceci indique l'existence d'un haut –fond en cet endroit, au milieu d'une mer largement ouvert, sur le fond subsident dans lequel se déposeront de puissantes formation marneuses riches en lumachelles à huitres et ammonites, ainsi qu'une microfaune planctonique jusqu'à la fin du cénomanien.

Au Turonien, les dépôts calcaires correspondent à un ralentissement de la subsidence et l'établissement de la tendance récifale.

II.4- Tectonique :

Le massif de Hameimat Sud est divisé en trois panneaux principaux décalés latéralement l'un par rapport à l'autre.

- **Partie occidentale :**

Décrochée vers le Nord, séparé de la partie centrale par une faille de direction NW- SE (Fig. II.6), elle est caractérisée par une structure en voute assez régulière à terminaison périclinale.

Les calcaires d'âge Albo-aptien sont en contact avec le Trias au niveau de ce contact sur le flanc Nord, une multitude de failles décrochantes affectent les calcaires et les grés.

Les calcaires ont un pendage faible de 30° vers l'Ouest sur le versant Nord, tandis que sur le versant Sud le pendage est vers le SW à Sud ($35^\circ - 50^\circ$).

Au Vraconien, les bancs de calcaires marneux sont légèrement discordants par rapport aux bancs albo-aptiens (présence de surfaces durcies), montre aussi un changement de direction de l'Ouest vers l'Est.

- **Partie centrale :**

Séparée de la partie occidentale par un ensemble de failles de direction NNW et NW, elle est caractérisée par la structure d'un seul flanc. Sa limite Sud est nettement décalée vers le Nord par rapport au panneau oriental. Le pendage des couches est en moyenne de 45° .

- **Partie orientale :**

Cette partie présente vers l'Est une esquisse à retombée périclinale, tronquée par des failles. Les bancs de calcaires albo-aptiens reposantes par un contact normal sur les dolomies triasiques, avec un pendage de $50^\circ - 55^\circ$ vers le SSE. Ils sont couverts par le Vraconien dont les lentilles de calcaires marneux ont un pendage plus incliné ($60^\circ - 70^\circ$) vers l'Est. Le contact entre l'Albo-Aptien et le Vraconien a subi un jeu tectonique intense.

A l'extrémité orientale, le massif est limité par des failles de directions N- 140° à 160° remontant les dolomies triasiques riches en Célestine et barytine.

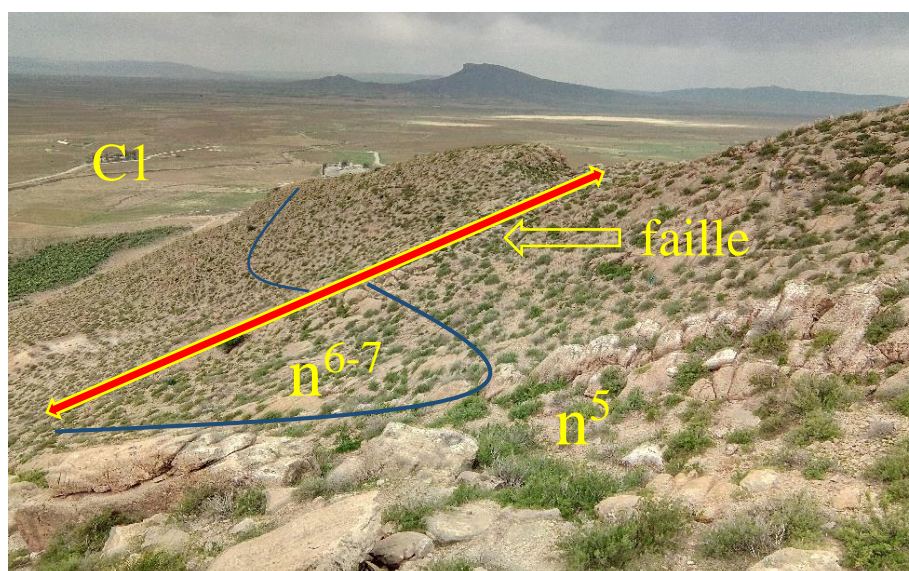


Fig., III .6 : Localisation de la faille principale qui sépare le compartiment occidental du compartiment oriental


n⁵ : Aptien // n⁶⁻⁷ ; Albien-Vraconien // C₁ : Cénomanién

II.5 : Conclusion

Djebel Hameimat Sud est caractérisé par les formations carbonatées suivantes :

- Les marnes bariolées à gypse du Trias
- Des calcaires du Crétacé inférieur avec des minéralisations à Pb-Ba
- Alternance de calcaire argileux de l'Albien-Vraconien

Ces lithofaciès ont subi des efforts tectoniques correspondant à de plissement atlasique de direction NE-SW et une tectonique marquée par des fractures conjuguées (verticale et horizontale) qui sont dues à l'influence d'une phase de compression.

A decorative scroll graphic with a light purple gradient and rounded corners. The scroll is partially unrolled at the top and bottom, with the unrolled ends showing a darker purple color. The text is centered on the scroll.

CHAPITRE III

ETUDE

SEDIMENTOLOGIQUE

DE L'ENCAISSANT

III-1.Introduction :

Le massif de Hameimat Sud présente une structure anticlinale asymétrique allongée approximativement NW-SE, de dimension modeste (900 m de longueur, 300 m de largeur) dont un seul flanc est présent, celui du flanc Sud. Celui du Nord paraît rester à l'état embryonnaire sous les formations plus récentes (Fig. III-1). Les terrains sédimentaires qui affleurent dans le massif sont d'âge Crétacé et Triasique. Le pendage des couches est de 50° à 85° vers le Sud.

L'étude de l'encaissant des minéralisations Pb-Ba (Zn) s'est faite sur la base d'une coupe A-B orientée perpendiculairement à la structure du massif (Fig. III-2).

III-2.Méthodologie d'étude

L'étude pétrographique de l'encaissant est basée sur la description macroscopique et microscopique des échantillons prélevés sur le terrain. L'étude microscopique des lames minces s'est faite au laboratoire pédagogique du Département de Sciences de Terre et de l'Univers avec un microscope optique de type « Zeiss ». Nous tenons à ce propos à remercier notre encadreur qui a mis à notre disposition une cinquantaine de lames minces pour que nous puissions réaliser cette étude.

Dans un premier temps, nous avons synthétisé l'ensemble des différentes observations en colonne lithostratigraphique (voir Fig. III-3). Ce travail est suivi par une étude microscopique des lames minces avec des illustrations afin d'aboutir à définir les différents microfaciès et identifier leur milieu de sédimentation.

Pour la description des microfaciès calcaires, nous avons utilisé la classification de R.J. Dunham (1962), alors que pour les grès nous sommes basés sur la classification de Dott (1964) du diagramme QFR ; le quartz (Q), les feldspaths (F) et les fragments lithiques (R) occupent les sommets du diagramme triangulaire.

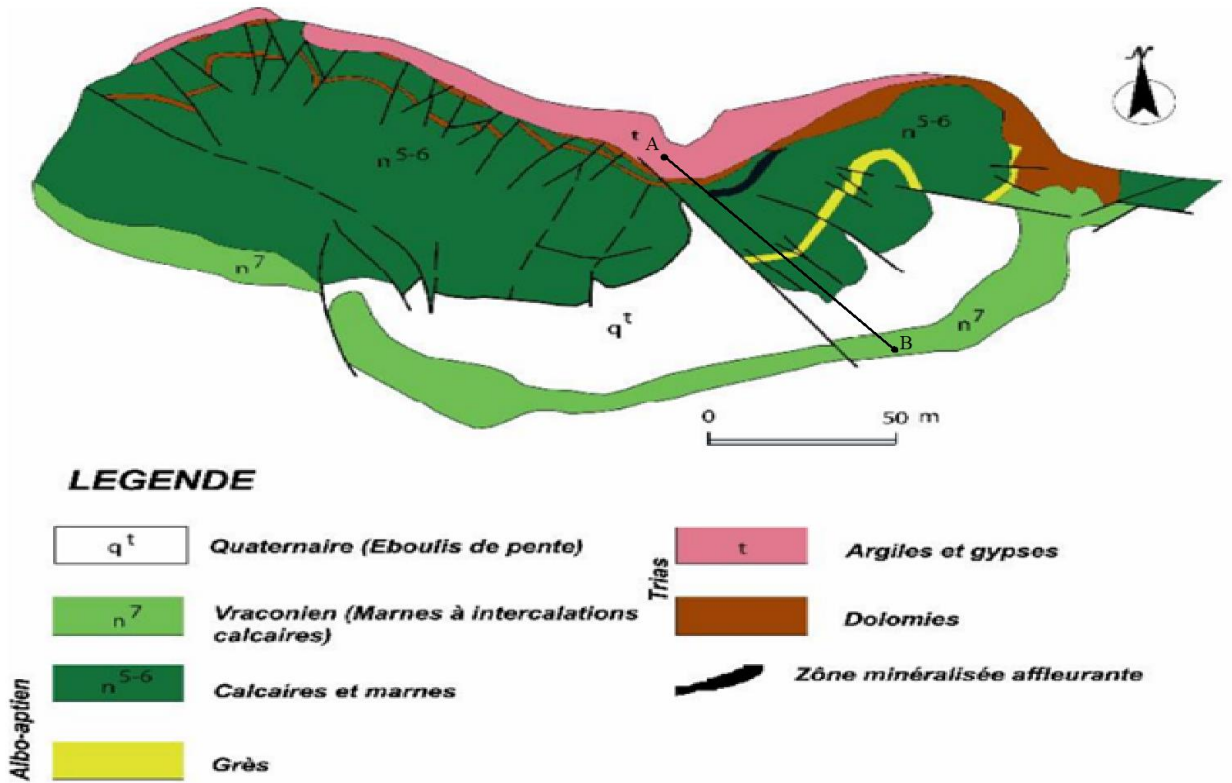


Fig.III.1 : Carte géologique schématique de Hameimat Sud (D'après l'O.R.G.M 2000, amélioré)



Fig.III.2 : Coupe lithostratigraphique du compartiment oriental du massif de Hameimat Sud (d'après Kadjoudj A. et Boudjadja A.)

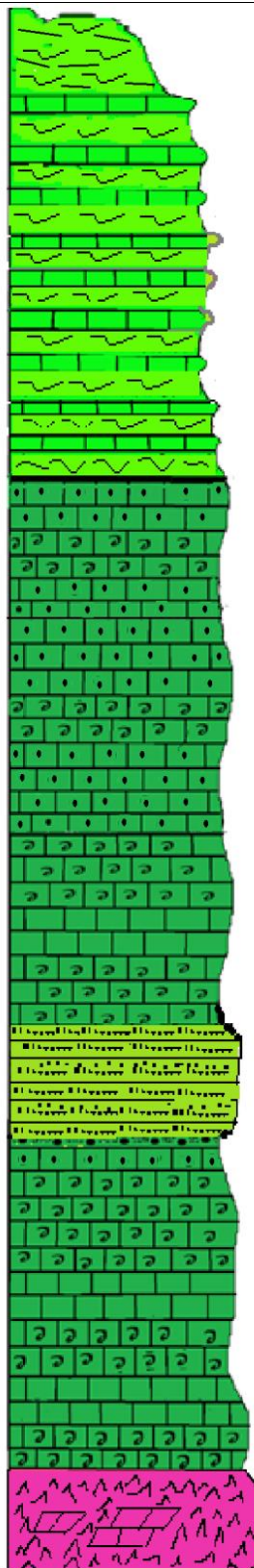
L'âge	Ep (m)	Profil lithostratigraphique	Description	
Vraconien	140		Des marnes grisâtres consolidées	
	120		Alternance des marnes jaunâtres à blanchâtres avec des calcaires packstones à wackstones parfois légèrement bréchiques.	
Albo-aptien	100			
	80		Calcaire gréseux grisâtre à orbitolines et fragment d'échinodermes Intercalé avec des bancs de calcaire wackstone à orbitolines et bryozoaires	
	60		Calcaire packstone à pelletoides et intraclastes	
	40		Bancs de grés à oxydes de fer	
	20		Calcaire gris-noirâtre à brunâtre. packstone-wackstone à pelletoides et bioclastes parfois à grainstone fortement oxydée	
	Trias			Formation gypsifère bariolée à quartz bipyramidal avec argiles et dolomies bréchiques

Fig III-3 : Colonne lithostratigraphique du compartiment oriental de Hameimat Sud (d'après Kadjoudj A. et Boudjadja A.)

III-3. Descriptions macroscopiques de l'encaissant

Les principaux faciès encaissant les minéralisations sont les suivants : (voir Fig.III.2 et Fig.III.3)

III-3-1. Le Trias :

Son épaisseur est de 15 à 20 m, il affleure sur le versant Nord du massif. Cette formation se localise au dessous des calcaires Albo-Aptien sous forme de dolomies bréchiques, de marnes bariolées et de gypse.

III-3-2. Les calcaires bioclastiques à niveau gréseux de l'Aptien :

III-3-2-1. Les calcaires

Il s'agit de bancs de calcaires d'une épaisseur de l'ordre de 0.5 m à 3 m, incliner de 80° vers le Sud, de couleur gris-noirâtre à brunâtre. Ce faciès est très fracturé et marqué par des filons de calcites d'orientation N-S ainsi que des fentes de tension (Fig. III-4 et 5). Certains niveaux sont plus riches que d'autres en débris d'organismes. On y reconnaît aisément, les débris de lamellibranches, d'huitres, d'échinodermes et d'orbitolines (Fig III-6).

Des bancs de calcaire présentent en surface des traces de dissolution due à l'eau de pluie (Fig. III-7)



Fig. III-4 : Réseaux de fracturation, F2 postérieur à F1

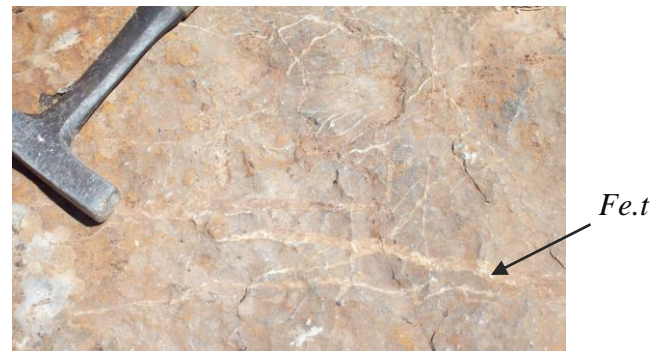


Fig. III-5 : Fentes de tension (fe.t) témoins d'une compression.

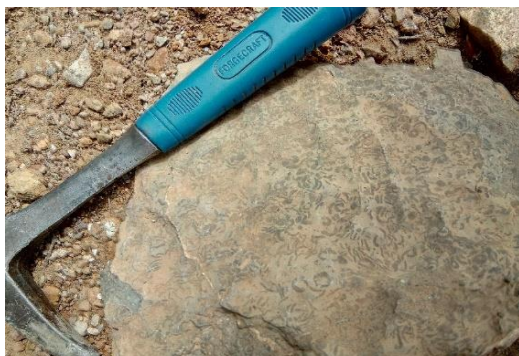


Fig. III-6 : Calcaire à orbitoline grisâtre à la patine



Fig. III-7 : Traces de dissolution dans un banc de calcaire

III.3.2.4. Calcaire gréseux

Il s'agit des bancs de calcaires gréseux d'une épaisseur de l'ordre de 40 cm à 80 cm, incliné à 75° vers le Sud. Ces bancs sont de couleur grisâtre à la patine, brunâtre à la cassure avec des grains de quartz fins à moyen. Ce faciès est parfois oxydé traversé par des filons d'hématite (Fig. III-8).

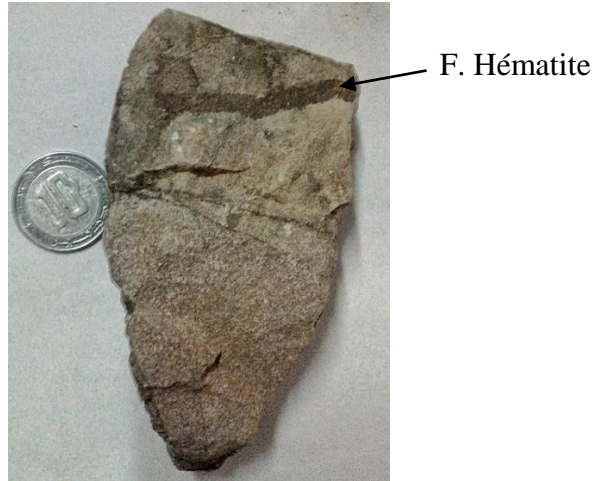


Fig. III-8 : Calcaire gréseux à filon et d'hématite

III.3.2.3. Les grès

On les rencontre en intercalation dans les calcaires, l'épaisseur des bancs est entre 0,5 et 1 m, leurs couleur est blanc-grisâtre à brunâtre. Ils ont une granulométrie fine à moyenne et sont très ferrugineux par endroit (Fig.III. 9 et 10).



Fig. III-9 : Grés aptien à ciment oxydé



Fig. III-10 : Grés moyennement grenu à niveaux oxydés

III-3-3. Alternance marno-calcaire et marnes consolidées (Albien-Vraconien) :

Il s'agit de marnes consolidées noirâtres se présentant parfois en frites d'épaisseur 8 à 10 m. Au-dessus on observe une alternance de couches de 0.3 à 0.8 m d'épaisseur de marnes schisteuses jaunâtres et de calcaires grisâtres à noirâtres..

A l'extrémité SE du secteur, le contact Vraconien-Aptien est marqué par une bréchification avec des veines de calcite. La formation vraconienne est épaisse de 50 m environ. (O.R.G.M, 2000)



Fig. III-11 : Marne noirâtre consolidée d'aspect friteuse

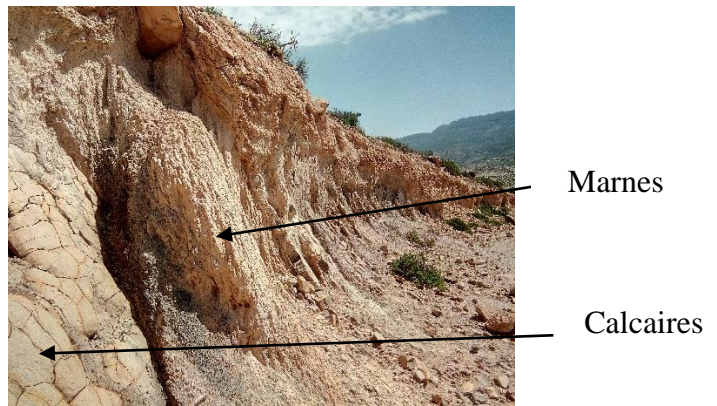


Fig. III-12 : Intercalation marno-calcaire

III-4. Descriptions microscopiques de l'encaissant

L'analyse pétrographique des lames minces nous a permis d'identifier plusieurs microfaciès :

III-4-1. Microfaciès calcaires : Nous les avons subdivisé en sept microfaciès

III-4-1-1. Packstone à bioclastes, intraclastes et péliteoïdes :

Ce microfaciès comprend des bioclastes (15% à 30%), intraclastes (25%), péliteoïdes totalement ou partiellement micritisés parfois oxydés (25%) et dont la taille varie de 300 à 800 μm (*Fig III-13*). Nous remarquons aussi la présence des rudistes, lamélibranches, brachiopodes, hexacoralières, spécules d'oursins, fragments d'échinodermes, algues rouges et rares foraminifères dans un ciment micritique (voir Fig. III,16.17.18.19.20)

Notons la présence des oxydes de fer sous forme de cristaux cubiques d'hématite disséminés ainsi que de rares grains de quartz détritique 5 à 7% , parfois bipyramidal (taille entre 100 à 200 μm).

Des stylolites (*Fig III-13*) et des filonnets de calcite de 40 μm d'épaisseur affectent ce faciès.

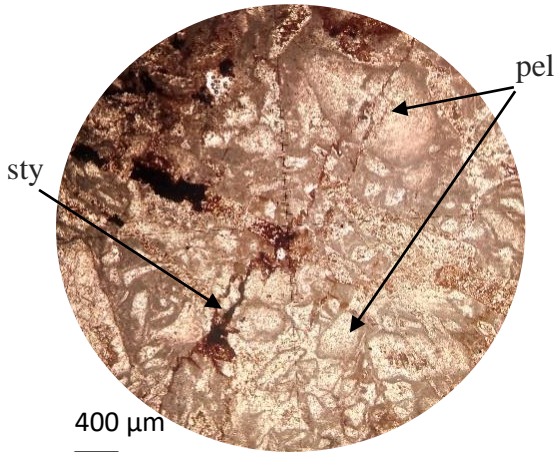


Fig III-13- Pelletoides calcifiées avec des stylolites et des cristaux d'hématite.

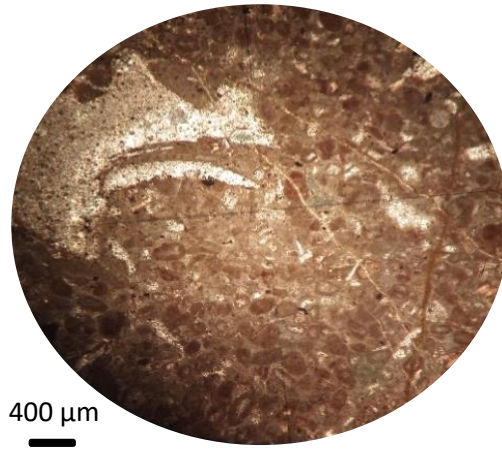


Fig III-14- Packstone à pelletoides, intraclastes et bioclastes

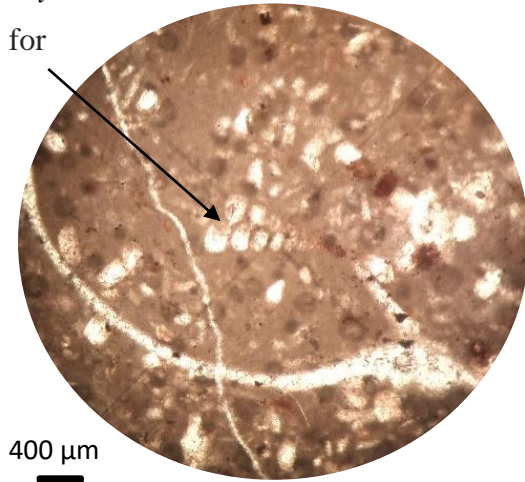


Fig III-15-Packstone à foraminifères, pelletoides calcifiés et filonnet de calcite

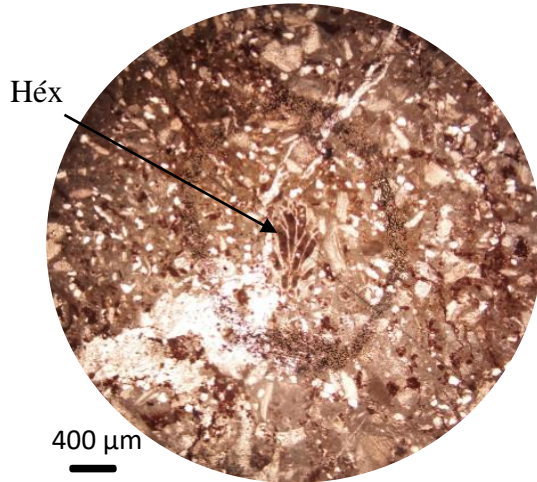


Fig III-16-Packstone à hexacoralliaires pelletoides et bioclastes calcifiés

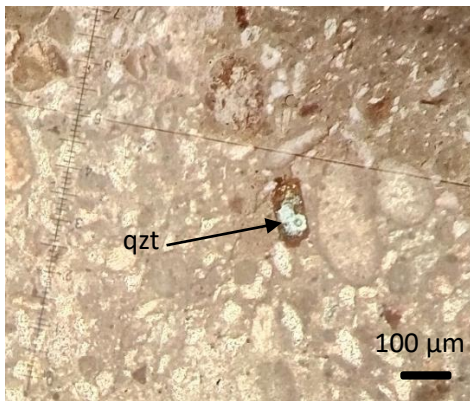


Fig. III-17-Packstone à quartz bipyramidal et pellesoïdes calcifiés

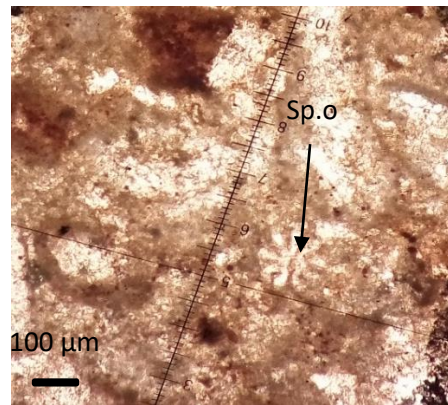


Fig. III-18-Packstone à spéculé d'oursins

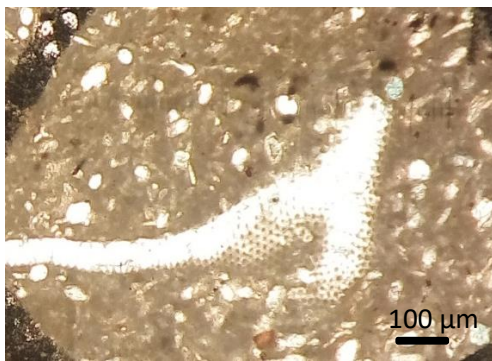


Fig. III-19-Packstone à brachiopode et grains de quartz détritique

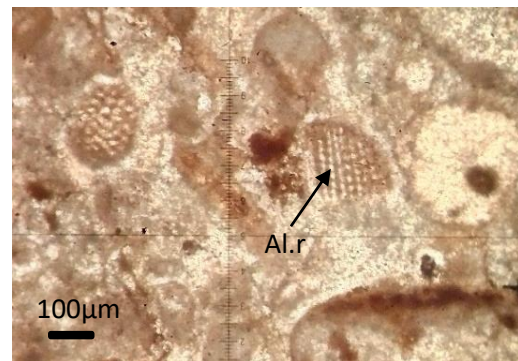


Fig. III-20-Packstone à Algue rouge

Aspects microscopiques d'un Packstone à bioclastes, intraclastes et pellesoïdes (L.P.N.A)

al.r : algues rouges // sp.o : spéculés d'oursins // for : foraminifère //L.P.A : lumière polarisée analysé //L.P.N.A : lumière polarisée non analysée

III-1-1-2 Packstone à wackestone (wackestone à Packstone) à pellesoïdes, et bryozoaires :

Ce microfaciès comprend des bioclastes (10% à 15%), des bryozoaires (bryozoaires : organismes coloniaux, milieu calme, sous la zone d'action des vagues), algues rouges (corallinacées), coraux (hexacoralliaires) et des pellesoïdes qui dépassent 10%. La plus part de ces pellesoïdes sont calcifiés ou oxydés. Des fragments d'échinodermes, d'intraclastes et des lamellibranches, baignent dans une matrice micritique (voir Fig. III.21.22.23.24).

Ce microfaciès présentant des stylolites ainsi que des filonnets calcitiques d'épaisseur variables (100 µm -1000 µm). Notons aussi la présence de rares grains de quartz détritiques de taille varies entre 50µm et 150µm, et quelques cristaux de quartz bipyramidal (200 µm à 600 µm).

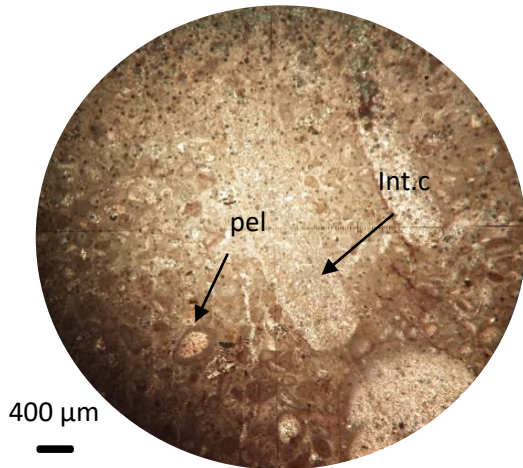


Fig. III-21 :Wackstone - packstone à intraclastes, pellesoïdes et des oxydes de fer

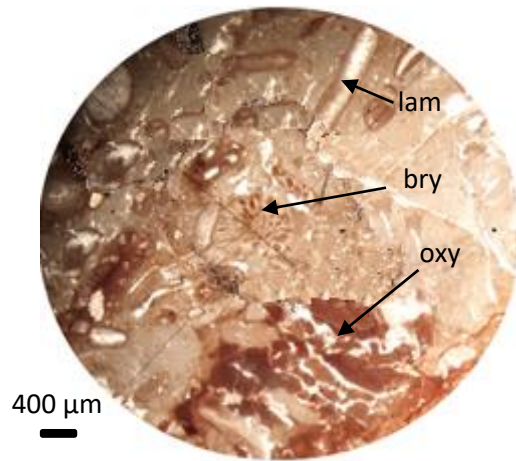


Fig. III-22 :Wackstone - packstone à laméllibranches ,bryozoaires et oxydes de fer

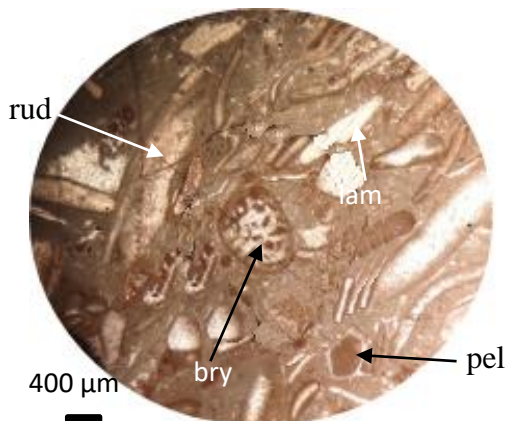


Fig. III-23 :Wackstone à packstone à bryozoaires, laméllibranches, pellesoïdes calcifée

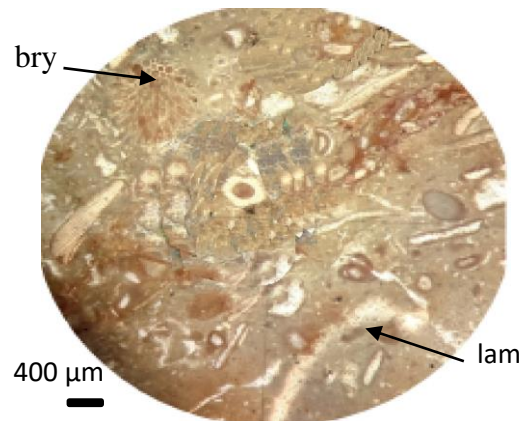


Fig. III-24 :Wackstone à packstone à bryozoaires(br), bioclastes et laméllibranches

Aspects microscopiques d'un Packstone - wackestone (wackestone - Packstone) à pellesoïdes et bryozoaires (L.P.N.A)

Pel : Pellesoïdes //lam : laméllibranches // bry : bryozoaires // rud : rudistes // oxy : oxydes de fer

III-4-1-3. Wackestone (Packstone) à orbitolines, pellesoïdes :

Ce microfaciès est riche en orbitolines « géantes » en coupes transversales et longitudinales (taille jusqu'à 3mm) présentent 60%. On note la présence des pellesoïdes de tailles moyennes 1 mm, des bryozoaires oxydés ou calcifiés (Fig. III :15), des gastéropodes et lithoclastes de type intraclastes, algues rouges dans un ciment micritique. Ce microfaciès renferme des cavités de terriers partiellement remplies sur le plancher par un sédiment interne géotrope (s), le reste de la cavité est remplie par la calcite spatique.(Fig. III : 20)

On note la présence des orbitolines et des pellesoïdes remplis complètement ou partiellement de quartz détritique, agglutinés en grand nombre perturbent la régularité des loges des orbitolines (Fig. III. 20) , quelques grains de quartz (3 à 4 % de quartz automorphe) 100 à 350 µm,

Des oxydes de fer se présentent sous forme de stylolite ou des cristaux cubique d'hématite disséminée , ou par remplissage des éléments figurés (Fig. III .16 et18)

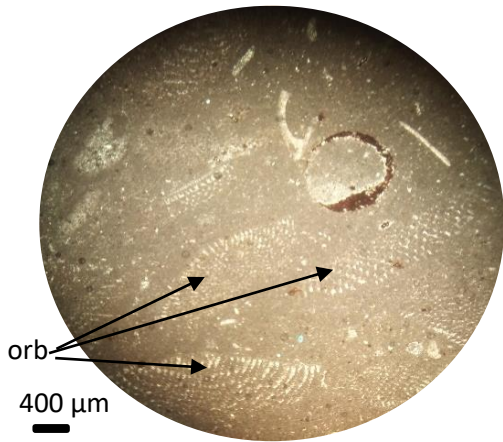


Fig. III-25 :Packstone à orbitolines, pellesoïdes et fragment d'échinodermes

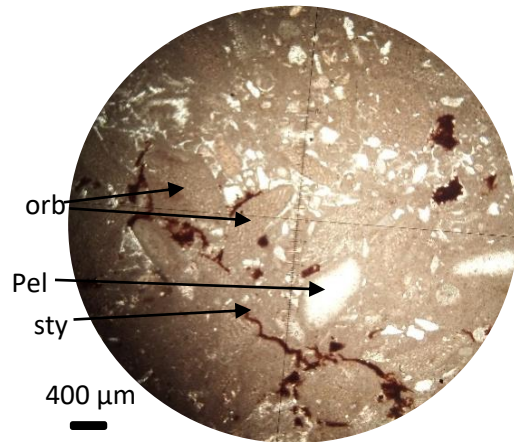


Fig. III-26 : Packstone à orbitoline, pellesoïdes calcifiée traversé par des stylolites

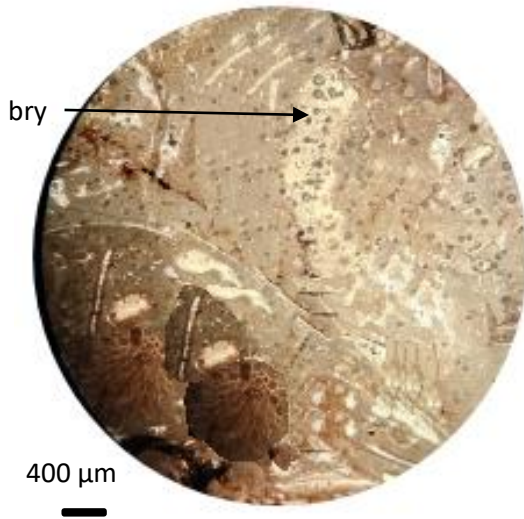


Fig. III-27 :Packstone à wackstone à bryozoaires

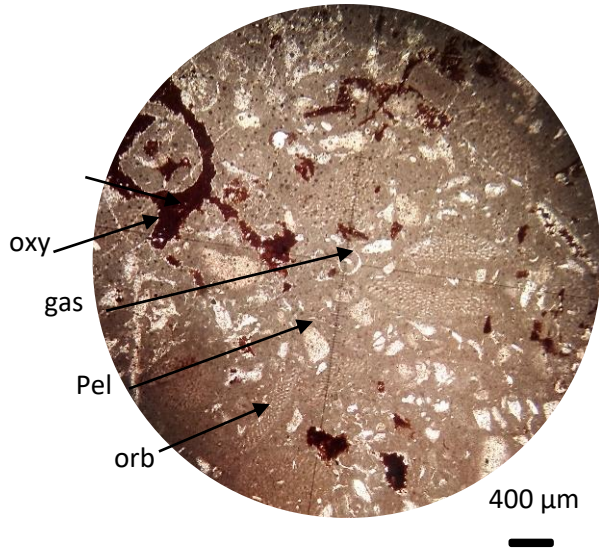


Fig. III-28 :Packstone à orbitolines, pellesoïdes calcifiées et petits gasteropodes

Aspects microscopiques d'un Packstone à orbitolines et pellesoïdes (L.P.N.A)

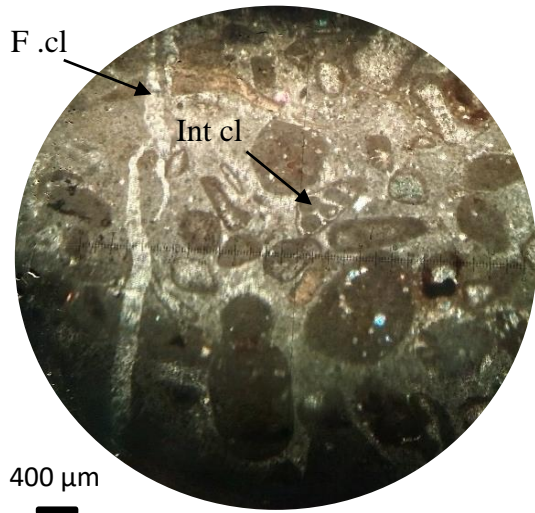


Fig. III-29 : Wackstone à intraclastes et pelletoides calcifiée traversé par des filons de calcite.

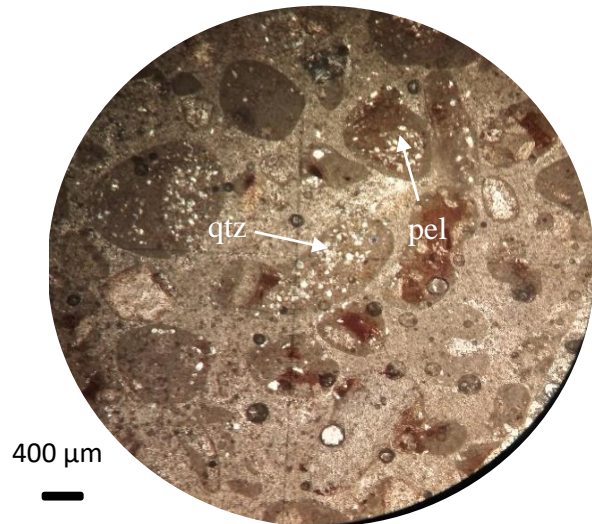


Fig. III-30 : Orbitolines et pelletoides remplis de quartz détritique

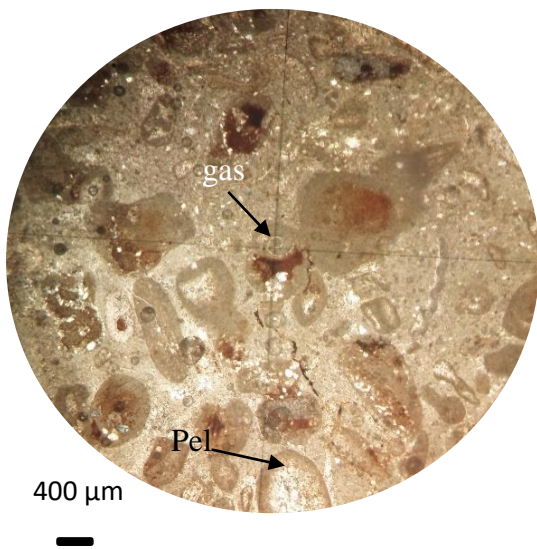


Fig. III-31 : Wackstone à gastéropodes et pelletoides oxydés, parfois calcifiés

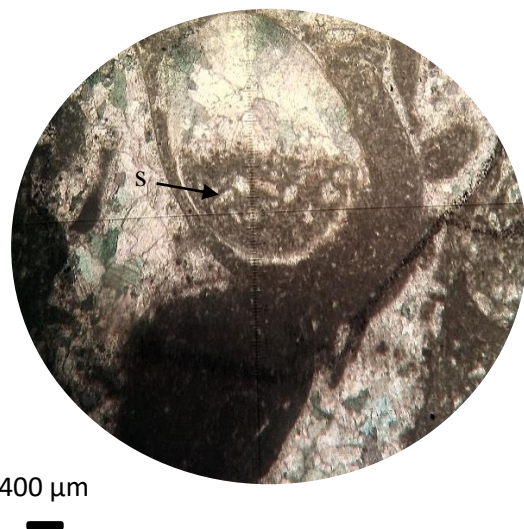


Fig. III-32 : Wackstone à cavités de terriers partiellement remplies sur le plancher par un sédiment interne géotrope (s), le reste de la cavité est

Aspects microscopiques d'un Wackestone à orbitolines et pelletoides (L.P.N.A)

Gas : gastéropodes // Pel : pelletoides // Qtz : quartz // int.cl : intraclastes // bry : bryozoaires

III.4-1-4. Grainstone à peletoides et bioclastes :

Ce microfaciès est représenté par une colonie d'hexacoralliaire montrant des formes en sépta (Fig. III-33), des bioclastes et d'endoclastes dans un ciment sparitique (Fig. III-34).

On observe également de nombreuses cavités de formes variées, parfois remplies par de la calcite (Fig. III-36). Ce microfaciès présente une oxydation importante formée par des cristaux cubiques d'hématites disséminés (Fig. III-35).

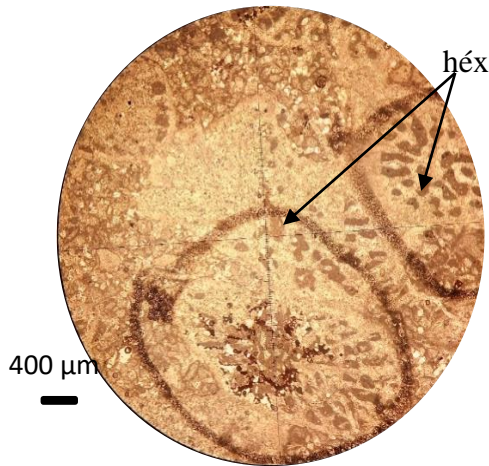


Fig III-33 : Grainstone à colonie d'hexacoralliaires légèrement oxydées montrent des formes en sépta

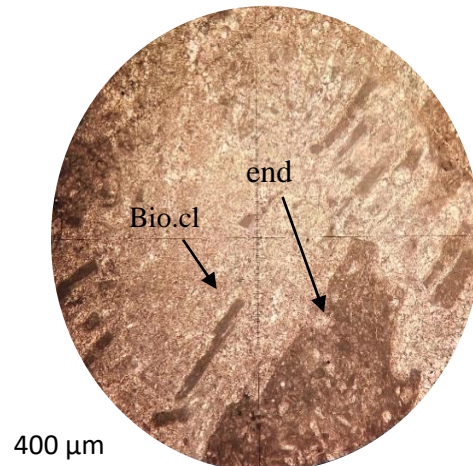


Fig III-34 : Grainstone à bioclastes et endoclastes (end)

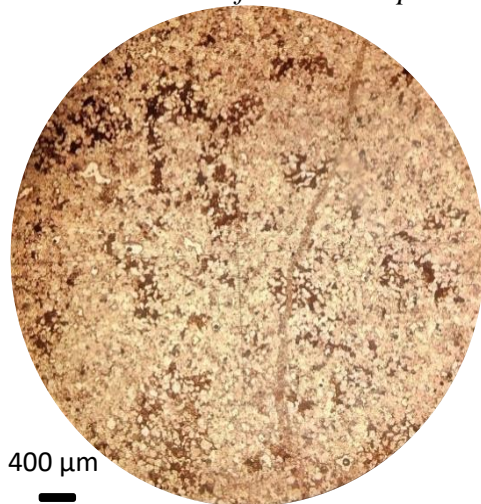


Fig III-35 : Grainstone oxydé (hématites cubiques et en filonnet)

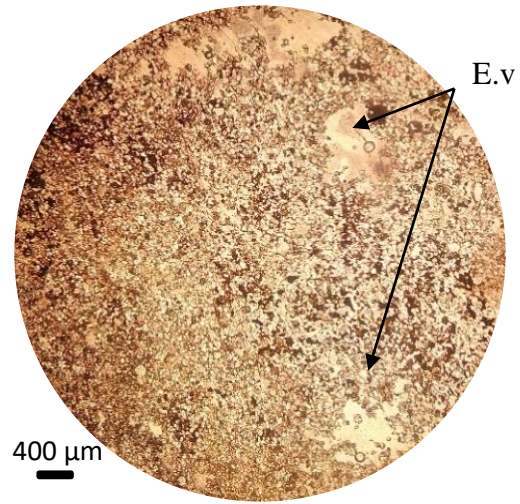


Fig III-36 : Grainstone présente une porosité importante dans l'espaces vacuolaires (E.v)

Aspects microscopiques d'un grainstone à pelletoides et bioclastes (L.P.N.A)

III-4-2-5. Calcaire gréseux

Wackestone à Packstone à grains de quartz

Dans ce microfaciès les grains de quartz dépassent 40 %. La taille moyenne des grains est de 100 μm et présente dans un très bon classement (Fig. III-37).

Le ciment micritique assure la liaison entre les grains de quartz. Ce faciès renferme des rudistes, des lallibranches et des orbitolines. Des mud coated grains de 2 mm de diamètre sont aussi présent, ils résultent d'une micritisation de fragments de coquille, ce dernier servant de nucleus et recristallisé ou remplacé par du ciment (Fig. III-38).

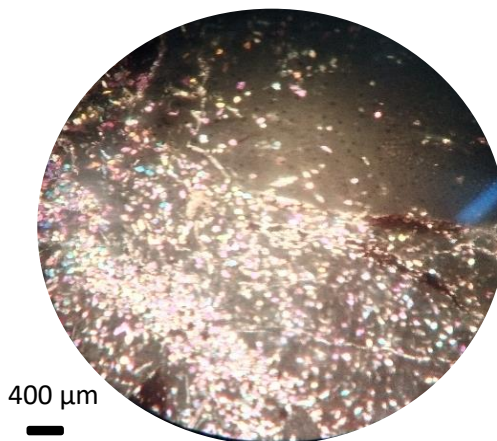


Fig III-37: Bioturbation dans le calcaire gréseux

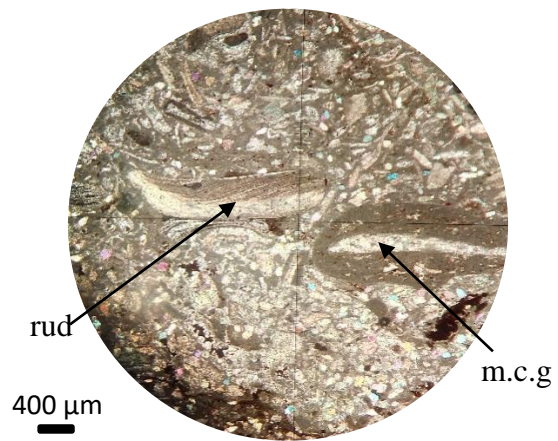


Fig III-38 : Calcaire gréseux à rudistes et mud coated grains

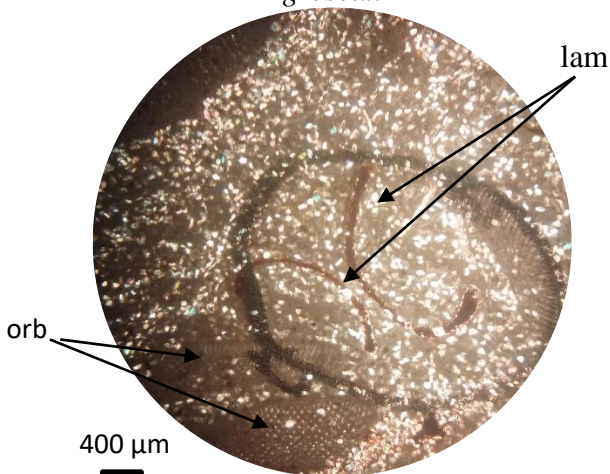


Fig III-39 : Calcaire gréseux à orbitolines et laméllibranches oxydés

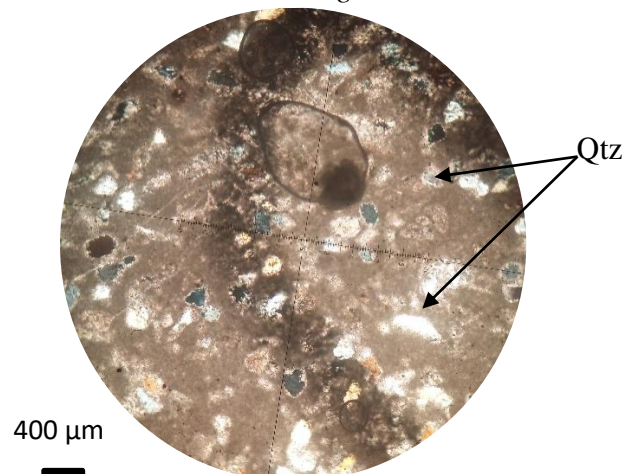


Fig III-40: Calcaire gréseux à quartz détritiques parfois bipyramidales

Aspects microscopiques d'une Grauwacke quartzeuse (L.P.A)

III-4-2-6. Arénite quartzeuse :

Il s'agit d'un grès caractérisé par des grains de quartz dominant qui dépassent 95%. La forme des grains est angulaire et la taille varie de 100 μm à 150 μm et présente un bon classement. Des traces de fuissements marquent ce faciès, les bioturbations témoignent d'une oxygénation du milieu de sédimentation (Fig. III- 41)

Ce microfaciès présente une oxydation importante. Les oxydes de fer sont présents dans les contacts intergranulaires et à l'intérieur des fractures de différentes épaisseurs (40 μm à 600 μm) (Fig. III-42). Ce lithotype présente une porosité vacuolaire et de fissuration importante (Fig. III-43 et 44).

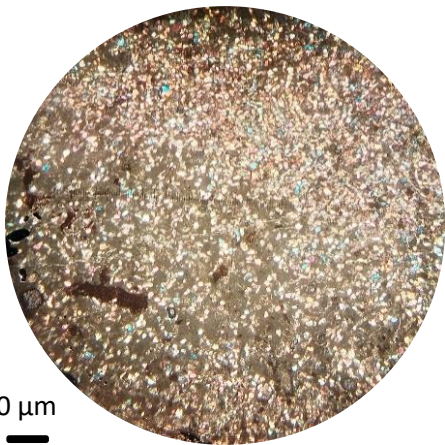


Fig III-41 : Bioturbation dans une arénite quartzeuse

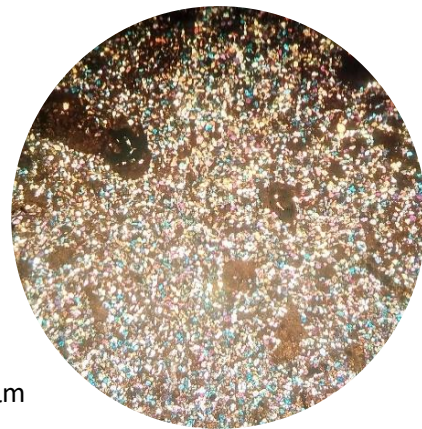


Fig III-42 : Arénite quartzeuse à oxydations intergranulaires et en remplissage des vides

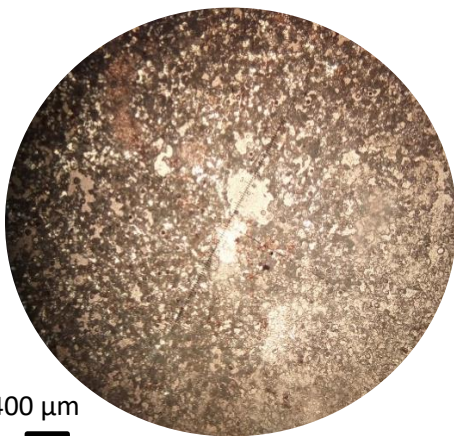


Fig III-43 : Arénite quartzeuse présente une porosité vacuolaire

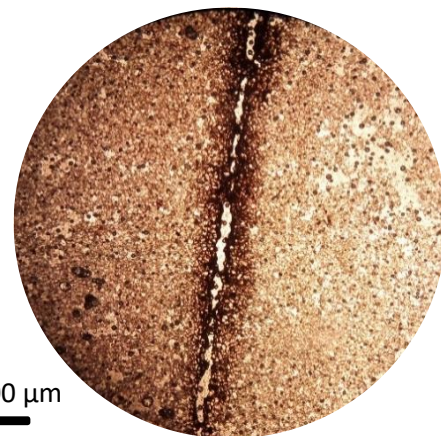


Fig III-44: Fracture à oxydes de fer au alentour, traverse une arénite quartzeuse

Aspects microscopiques d'une Grauwacke quartzeuse (L.P.N.A)

III-4-2-7. Conglomérat polygénique :

Ce microfaciès est présenté par une microbrèche polygénique à éléments anguleux. Elle est formée de fragments de calcaires et de quartz détritiques de dimension allant de 50 μ à 2 mm. Ces éléments sont cimentés par un ciment micritique et calcitique, l'ensemble est traversé par des filons de calcites et envahis par des oxydes de fer.

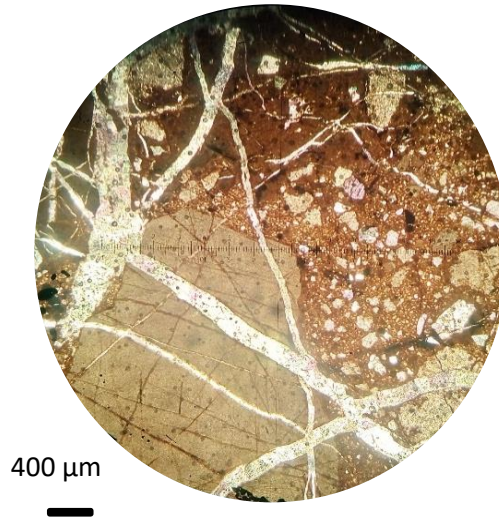


Fig III-45 :Microbrèche polygénique à fragment lithiques et quartz détritiques, traversée par des filons de calcites

III-5 : Interprétation des microfaciès :

La séquence verticale des différents microfaciès nous aide à identifier le milieu de dépôt de la série sédimentaire.

La série albo-aptienne composée de calcaires, grés et de calcaires gréseux montre une légère variation dans le milieu de sédimentation.

L'ensemble de la faune et la flore rencontrés dans les microfaciès calcaires tels que : les lamellibranches, échinodermes, gastéropodes, orbitolines et algues rouges indiquent que les calcaires se sont déposés dans un milieu de plate forme interne isolée à énergie moyenne, qui se rapproche de la barrière (fig III-46 et 47). Ce milieu calme est parfois interrompu par des vagues. La forme arrondie des éléments figurés indique qu'ils ont subi un long transport à très haute énergie.

Pour le quartz, formés par un nourrissage diagénétique en silice jusqu'à l'acquisition de formes bipyramidales, les autres grains de quartz (détritiques) ont subi probablement une éolisation, mobilisation et transport (La présence de l'apport détritique indique l'influence du continent saharien).

Les formations marno-calcaires sont généralement déposées en milieu marin relativement peu profond favorable au développement des faunes et flores marines

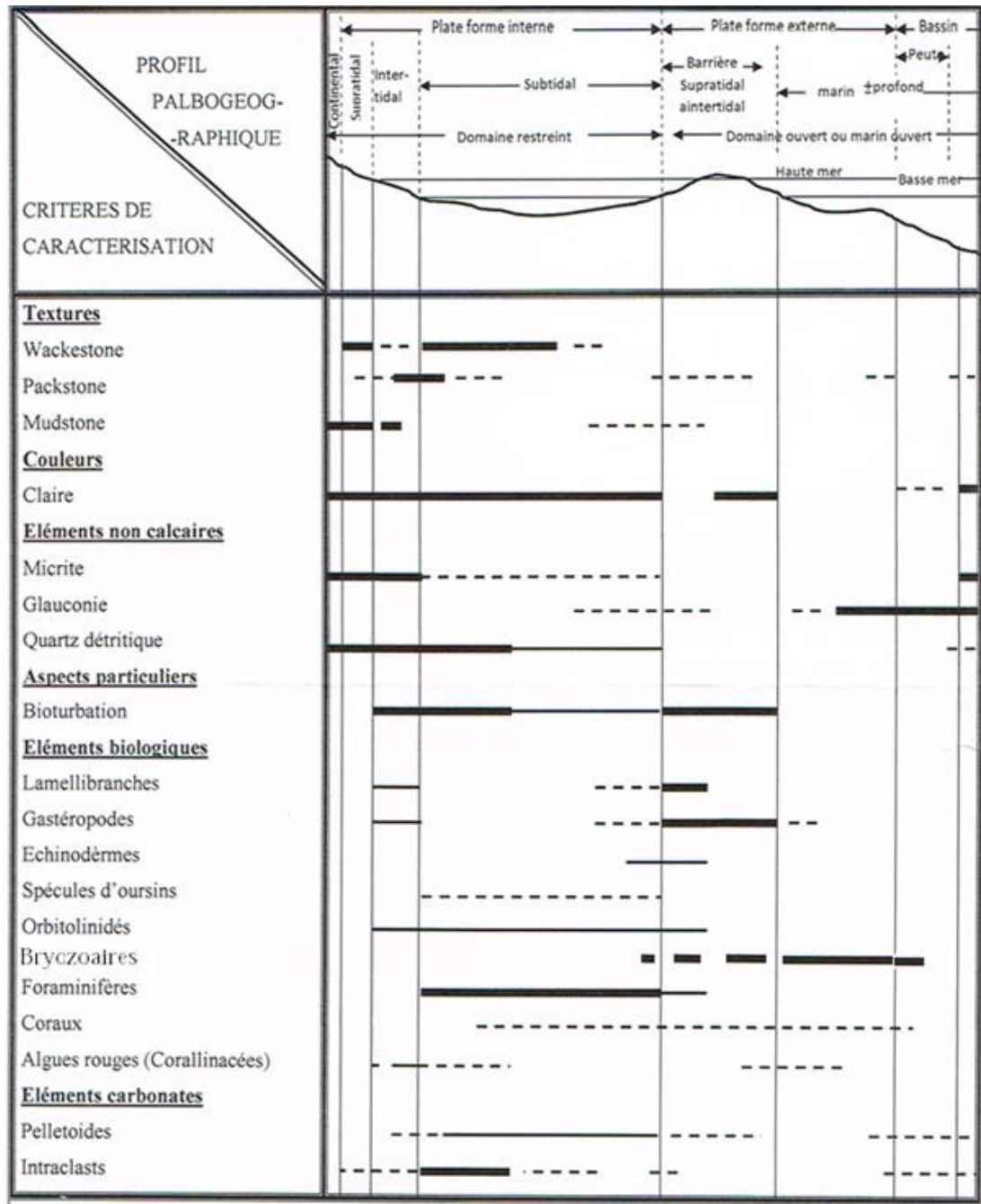


Fig III-46 : Critères de caractérisation des milieux de sédimentations du massif de Hameimat Sud

III-5. Conclusion:

A partir de tout ce qui est dit sur les critères de caractérisation en relation avec les allochèmes parfois micritiques, (pelletoides, intraclastes...), les organismes fossilisés et leurs traces (bioturbation), l'aspect lithologique (micrites, quartz détritique,...), nous pouvons conclure que la série sédimentaire albo-aptienne du Djebel Hameimat Sud s'est mise en place dans un milieu de plateforme interne ayant oscillé entre l'infratidale et inter-supratidal.

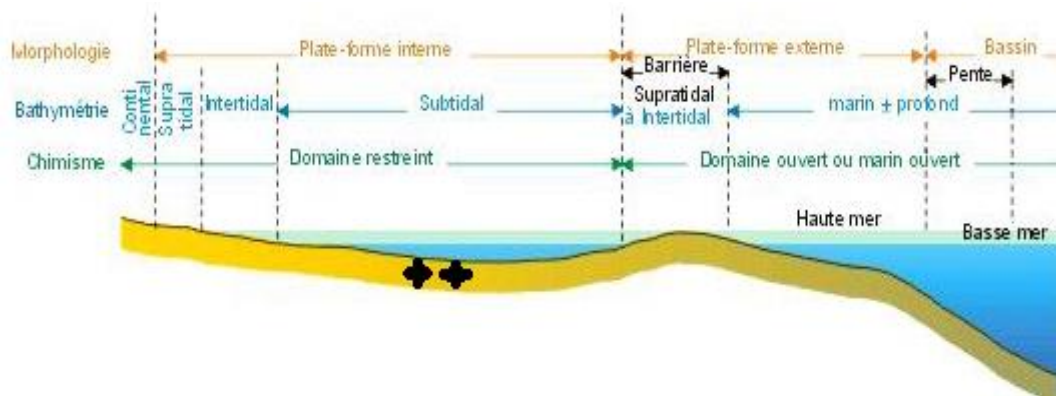


Fig III-47 : Localisation du milieu de dépôt des faciès albo-aptien de Djebel Hameimat Sud

A decorative scroll graphic with a light purple gradient background and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curling upwards. The text is centered on the scroll.

CHAPITRE IV
METALLOGENIE

IV.1- Introduction :

Les gîtes de Hameimat Nord et Sud, constitués d'une minéralisation plombo-zincifère à barytine et fluorine ont connu leurs premières exploitations minières depuis l'antiquité et l'époque précoloniale. Cette région a connu une activité minière importante durant l'époque coloniale et un grand nombre de gîtes a été exploité durant cette période tels que les gisements de : Ouenza, Kouif, Boukhadra , Boujaber , Mesloula , Ouasta , Koudiat Hallilf, Bekkaria , et Hameimat Nord et Sud. Leur répartition spatiale est indiquée dans la Fig V-1.

Actuellement seuls les gisements de fer de l'Ouenza, Boukhadra et Khanguet, sont encore en activité.

IV.2- Historique des anciens travaux de recherche géologique et minière dans la région de Hameimat : (ORGM, 2000)

A la fin du 19^{ème} siècle de petits gisements et indices minéralisés situés dans cette région ont été découverts, entre 1896 et 1916. Certains d'entre eux, ont fait l'objet de recherche et d'exploitation minière de façon épisodique, c'est le cas de Dj. Hameimat Nord et Sud en 1919, 1927 et 1930, le volume du minerai extrait était insignifiant.

La région de Hameimat et ses environs a connu plusieurs études partielles à caractère minier, stratigraphique et structural qui ont fait l'objet de publication. Les premières synthèses régionales sont ceux de Blayac (1907) in (Otmanine, 1987), Dubourdiou (1956) et d'autres études plus récentes ont intégré les données des forages pétroliers qui ont été réalisés par Beghoul (1974) et Kazitani (1986)(in Otmanine,1987), celles-ci se résument dans l'apparition de certains étages dans les forages.

Du point de vue métallogénique, les gîtes de Hameimat sont décrits dans trois rapports, celui de Vincienne (1950), et ceux de la SO.NA.REM (actuellement O.R.G.M) en 1974 et en 1976-1978. Le premier s'attache aux minéralisations à fluorine de la région, le second concerne les travaux de recherches systématiques exécutés en 1974 dans la région de Meskiana-Morsott et le troisième s'est intéressé aux travaux de recherches et d'estimations de la fluorine (1976-1978) dans la région de Tébessa-Souk-Ahras.

Des travaux plus récents de prospections des polymétaux sont réalisés par l'ORGM, 2000 dans les structures de Dj. Hameimat Nord et Sud.

- Historique du massif de Hameimat Sud :

D'après le rapport de Vincienne, 1950, le gîte de Hameimat Sud (dit : El Gueblia), objet de notre étude a été découvert en 1896 faisant l'objet d'une étude parallèle à l'exploitation durant les années 1897 à 1913. Ce gisement a été exploité de 1925 à 1928. Des travaux miniers ont été menés suivant trois niveaux : 920, 887 et 865. Un petit volume des travaux d'exploitation a été réalisé à ciel ouvert.

D'après les travaux de Grimaldi (1950) (in Otmanine, 1987) situé sur le flanc Sud du massif et en aval du pendage par la galerie du niveau 920 et par un niveau intermédiaire. Sa longueur

Chapitre IV : métallogénie

reconnue est de 60 m au niveaux 920 et le corps minéralisé a une épaisseur moyenne de 0.30 m à 1m, mais malheureusement il n'y a pas de données sur les caractères des minéralisations aux niveaux 887 et 865 (Fig. V-2)

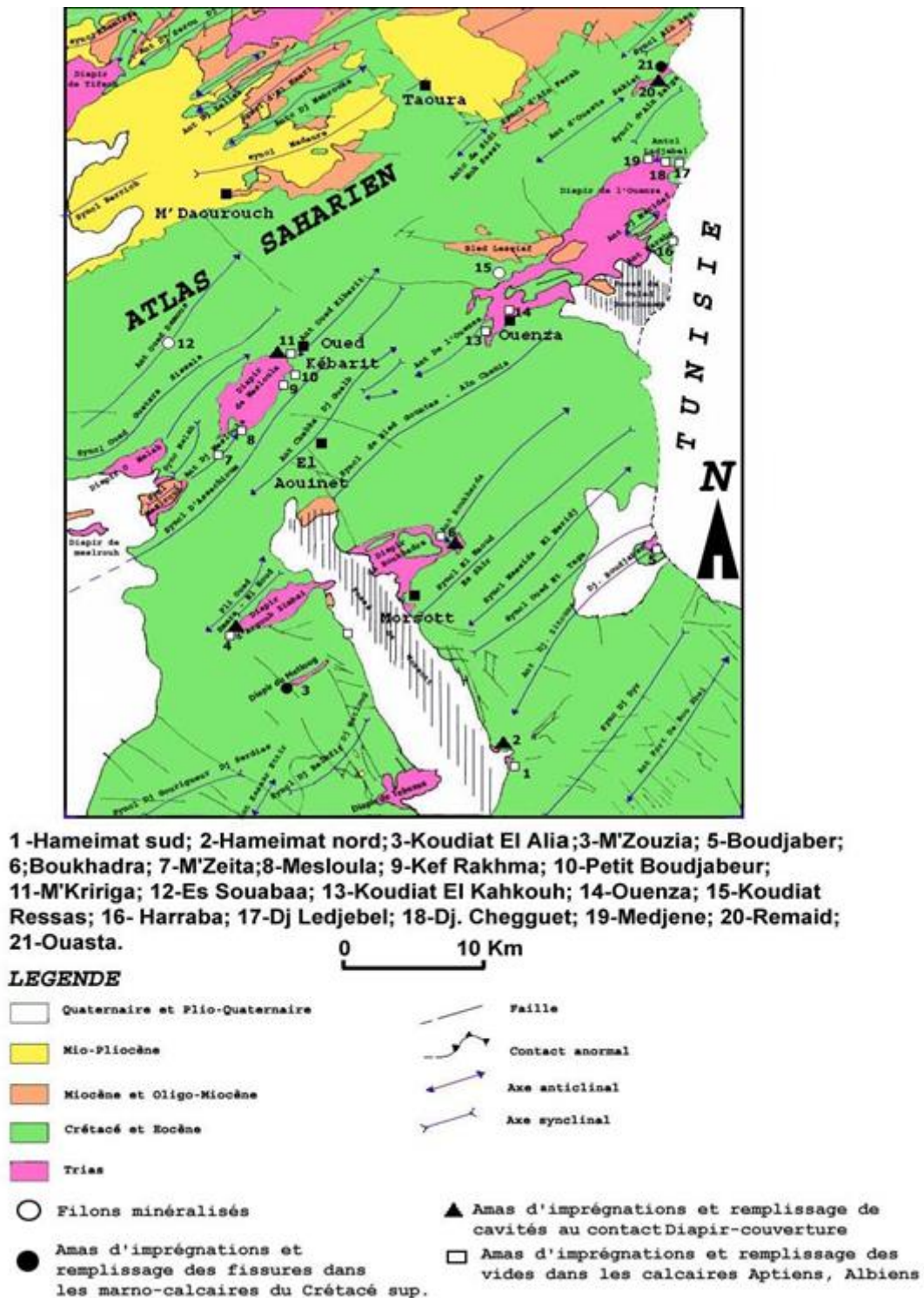


Fig.IV-1 : Carte de répartition des gîtes et indices minéralisés dans les confins Algéro-tunisiens (in Sami, 2003)

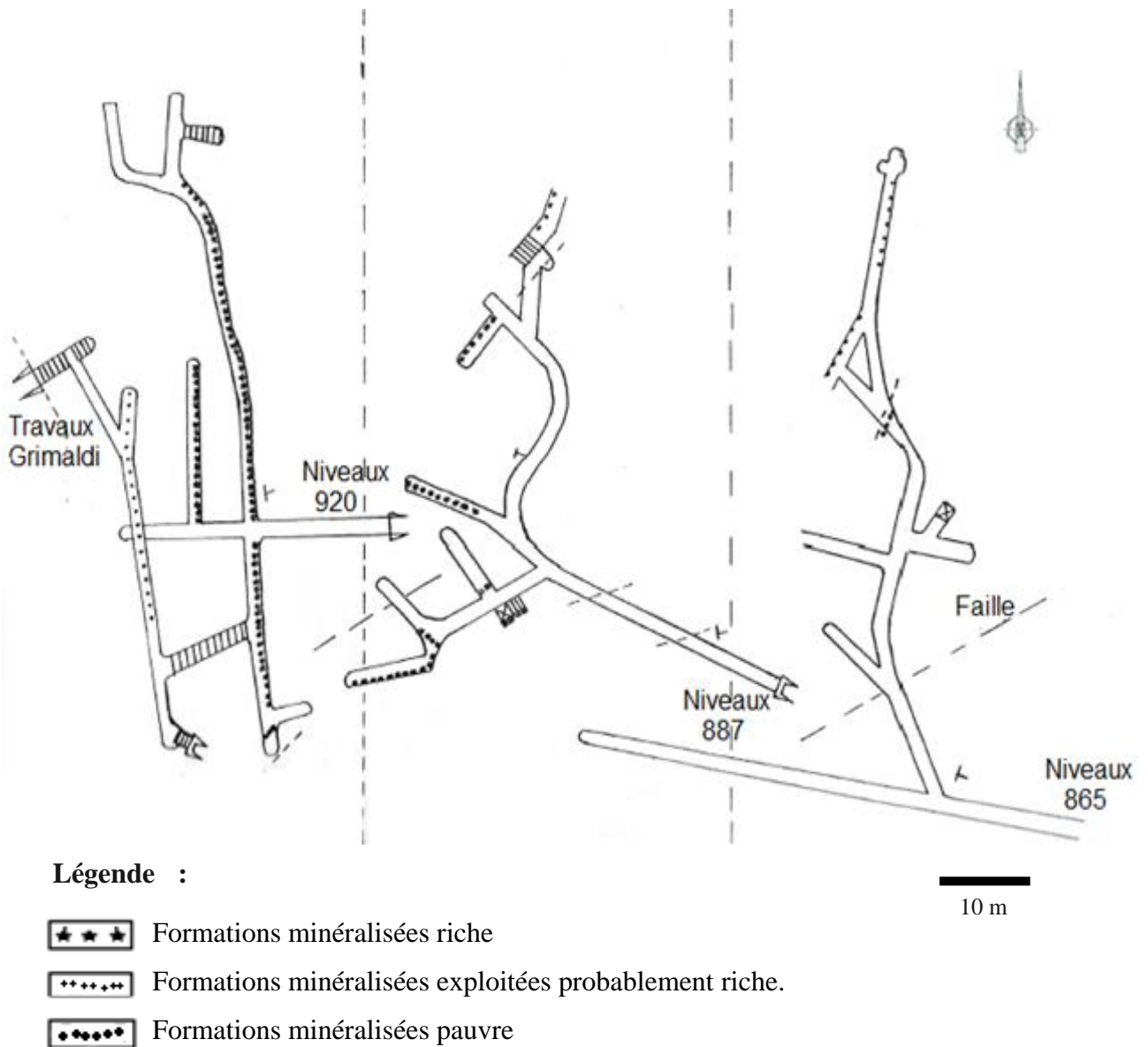


Fig. IV- 2 : Plan schématique des travaux, de la mine de Hameimat Sud (El Gueblia)
(d'après H. Vincienne, 1950 in Otmanin, 1987)

IV.3- Les minéralisations du massif de Hameimat Sud :

IV.3.1- Introduction :

Au niveau de la structure anticlinale du secteur Hameimat Sud, trois sondages ont été réalisés par l'O.R.G.M, 2000 (voir carte Fig.IV- 03 et Fig.IV- 04)

Sur les trois sondages réalisés dans le secteur Hameimat Sud, deux sondages (S-4 et S-5) situés dans la partie centrale du secteur ont recoupés la zone minéralisée mise en évidence par les travaux de surface. Cette zone minéralisée en filon couche est formée de sphalérite, galène, et pyrite (Fig. IV.4).

Le sondage S-4 a recoupé la zone au niveau (-155m) dans l'intervalle (101.30 -103.55m) sur une épaisseur de 2.25m. Les teneurs fournies sont : Pb : 4.7% ; Zn : 16.77% ; soufre pyriteux : 36.40% soufre total : 39.21% et Ag : 50g/t (O.R.G.M 2000)

Sur l'intervalle (105.80-106.80 m), les teneurs sont : Pb : 4.25%, Zn : 5.0% soufre pyriteux : 19% et Ag 50g/t. Cette zone est encaissée dans les calcaires à orbitolines d'âge Albo-Aptien. (O.R.G.M 2000)

Sur le sondage S-4 on observe une forte augmentation de la concentration en sphalérite par rapport à la surface. (O.R.G.M 2000)

Le sondage S-5 recoupe la zone au niveau (-70m) à l'intervalle (35.10 - 36.20 m) sur une épaisseur de 1.1 m, les teneurs en métaux sont : Pb : 5.75%, Zn : 0.3% et BaSO₄ :12.96%. (O.R.G.M 2000) Cette zone est encaissée dans les calcaires d'âge Albo-Aptien au contact des dolomies triasiques.

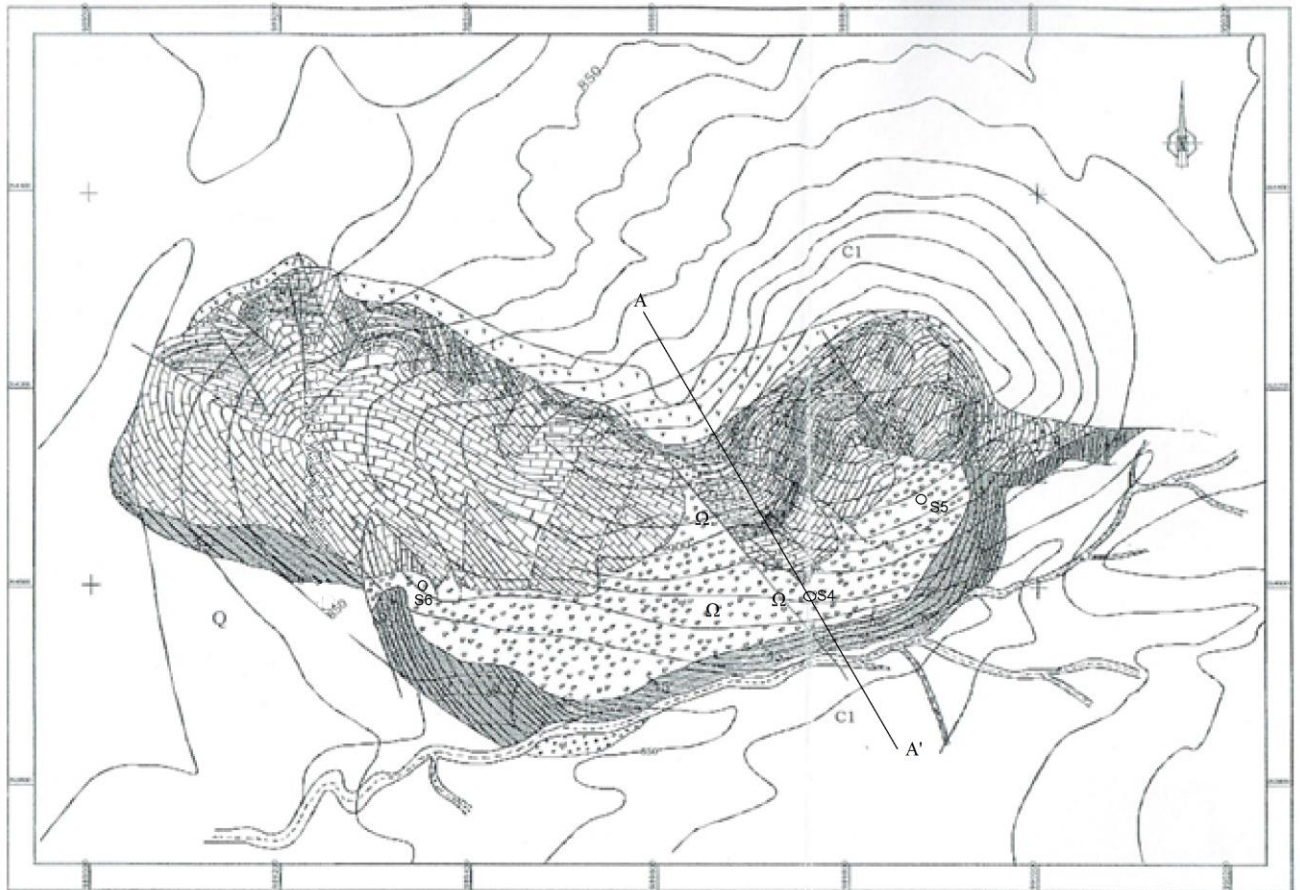
Les données obtenues au niveau des sondages S-4 et S-5 confirment le prolongement de la zone minéralisée dite **filon couche** vers le SE, et cela le long du bloc central sur environ 200 m (voir figure IV.4 et 5)

- Pour S-4 : sur une épaisseur moyenne de 5.25 m, on a des teneurs de Pb 3.11% et Zn 8,77%.(O.R.G.M 2000)

- Pour S-5 : sur une épaisseur moyenne de 1.67 m, on a des teneurs de Pb 5% et Zn 8.53%.(O.R.G.M 2000)

Les chiffres sont prélevée de le rapport de l'O.R.G.M Les donné obtenu par l O.R.G.M sont un peu exagérée puisque on trouve aucune trace de sphalérite dans les section polis au dans les échantillon sur terrain

Chapitre IV : métallogénie



Légende :

- }

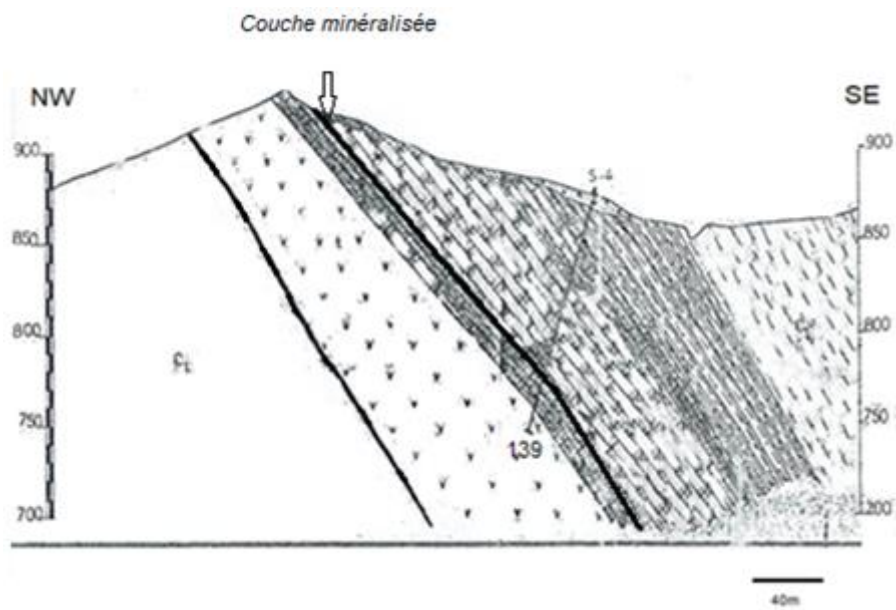
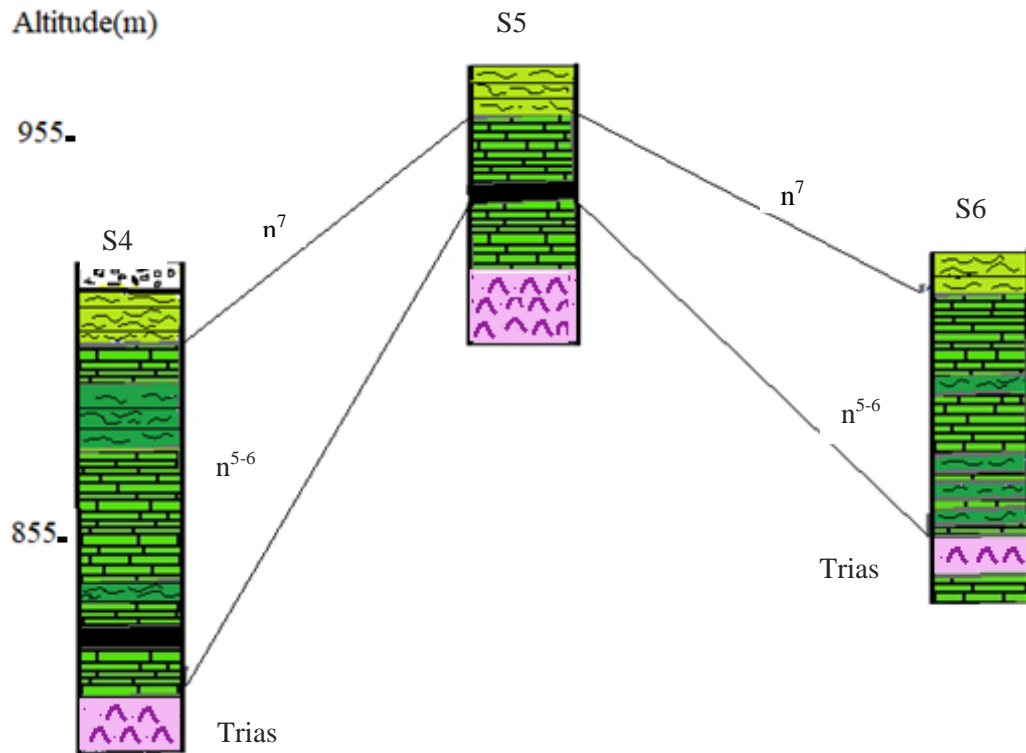


Fig.IV-4 : Coupe géologique de Hameimat Sud traversée par le sondage S4, montrant le corps minéralisé en filon couche (O.R.G.M, 2000)



Légende :

- Minéralisation
- Vraconien : calcaire, calcaire marneux noir
- Aptien**
 - Marne
 - Calcaire, grés
- Trias : Marne, argile bariolée, dolomie

Fig. IV.5: Log des sondages réalisés au niveau de la zone minéralisée de Hameimat Sud

IV.3.2- Description et morphologie des corps minéralisés :

L'observation détaillée sur terrain, montre qu'il existe deux types de corps minéralisés :

(H. Vincienne 1950 in O.R.G.M, 2000)

1- Minéralisation liée aux cassures :

Chapitre IV : métallogénie

La faille décrochante de direction N 130° délimitant le bloc occidental et le bloc central n'est pas minéralisée selon les données des anciens travaux d'exploitation, mais des cassures satellites sont faiblement minéralisées.

Un autre accident à l'Est du premier, de même direction et délimitant le bloc central du bloc oriental est par contre minéralisé en surface sur environ 70 m et une longueur de 2 -5 m. C'est une minéralisation essentiellement de fractures (fines veinules et veines) à remplissage calcitique, avec disséminations de galène, même au sein de l'encaissant, formé de calcaire à orbitolines et affecté par des veinules de baryte associée à la galène

❖ **Filon couche ou « zone minéralisée principale » :**

C'est une minéralisation en couche interstratifiée. Elle affleure au niveau du bloc central du secteur, et se trouvant entre des bancs calcaire au mur et des marnes grisâtres au toit.

Les calcaires du mur sont aussi minéralisés en galène. Le filon couche plonge suivant un angle de 35° - 40° vers le Sud (Fig.IV-4).

La minéralisation du filon couche est représentée par de la barytine et d'oxydes de fer contenant des disséminations et des filonnets nets de galène, avec un peu de calcite. Elle affleure en un seul endroit au niveau du bloc central.

Les dimensions de cet affleurement sont de l'ordre de (2 x 0.4 x 1 m) avec des teneurs de :

- Sur une épaisseur de 1 m ; Pb : 4,75%, Zn : 0,28%, Cu : 0.01% et Ag : 12,5 g/t (O.R.G.M 2000)

- Sur une épaisseur de 4 m ; Pb : 4,7 %, Zn : 0,2%, Cu : 0,01% et Ag : 12,5g/t (filon couche + calcaire minéralisés). (O.R.G.M 2000)

La minéralisation du filon couche a déjà fait l'objet d'une exploitation durant les années 1925-1928 (travaux de Grimaldi) sur le flanc Sud du massif, et en aval pendage par la galerie 920, ainsi que par un niveau intermédiaire suivant une extension de 70 m avec des teneurs de 10% en Pb(O.R.G.M 2000)

Les contacts de ce filon couche (ou zone minéralisation principale), formé de calcaires à baryte et de grés minéralisés en galène

En plus de cela, à l'entrée de la galerie du niveau 920 les deux saignées ponctuelles prélevées des calcaires minéralisés en galène, ont donné une teneur moyenne de 11,6% en plomb et 56 g/t d'argent. (O.R.G.M 2000)

2- Minéralisation du contact Trias-Aptien (stratiforme) :

C'est une minéralisation stratoïde liée au contact des dolomies bréchiques du Trias, avec les calcaires d'âge Aptien. Cette minéralisation se présente sous forme de petits filonnets de galène, parfois à gros cristaux au sein d'une gangue ferro-barytique, et de fines disséminations dans les diaclases au sein des calcaires.

IV.3.3- Etude minéralogique :

IV.3.3- A. Description macroscopique de la minéralisation :

L'échantillonnage a été effectué à partir des haldes à l'entrée de la galerie du niveau 920. Nos observations montrent que la minéralisation plombo-barytine est concentrée dans les calcaires aptiens qui sont silicifiés à ces niveaux. La minéralisation est disséminée dans l'encaissant calcaire silicifié, on la rencontre aussi dans des vides pluri-millimétrique à pluri-centimétrique.

À l'échelle macroscopique, la minéralisation est représentée essentiellement par la galène, et s'enrichit en barytine et en oxydes de fer.

- **La galène PbS**

La galène est le sulfure principal des minéralisations de l'ensemble des indices du gîte de Hameimat Sud. Elle est aussi le minéral le plus abondant en surface. La galène se présente souvent dans les calcaires récifaux d'âge Albien ou dans les calcaires béchiques et silicifiés d'âge albo-Aptien. Elle se présente en cristaux de taille pluri-millimétriques à centimétriques à éclat métallique vif, de couleur gris plomb qui présente des clivages cubiques parfaits. Ces cristaux de galène sont disséminés dans un encaissant calcaire et se présentent parfois sous forme de remplissages de fractures infra millimétrique. La galène est dans la plus part des cas associée à la barytine et aux oxydes de fer (*Fig. IV- 7.8.9*).

- **La barytine : Ba SO₄**

Elle se développe surtout dans les vides et se présente en plusieurs textures ; en filons filonnets, en masses ou en petites lentilles. Sa couleur est blanchâtre, parfois teintée par des

Chapitre IV : métallogénie

oxydes de fer. Elle est intimement liée à la galène où elle comprend des inclusions de ces cristaux (*Fig.IV- 8.9.12*).

- **L'hématite : Fe_2O_3**

Elle clôture la minéralisation plombo-barytique. Cet oxyde de fer est réparti sur presque tous les échantillons. Le minerai est le plus souvent massif de coloration variée du brun-noirâtre en passant à des teintes marron. (*Fig. IV.11*).

- **La limonite : $\text{FeO-OH, nH}_2\text{O}$**

C'est un minéral d'altération, il montre souvent un aspect terreux brunâtre à éclat terne de masse pulvérulente qui se présente en grains très fins. Cette limonite parfois compacte se trouve en remplissage des vides et des fractures, voisinant le plus souvent l'hématite (*Fig.IV-9.10*).

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

C'est un carbonate hydraté, la malachite se forme dans la zone d'oxydation des sulfures de cuivre. L'échantillon prélevé à partir des haldes montre une structure massive à la périphérie du filon de barytine, et accompagne la galène (*Fig. IV.12*).



Fig. IV.7 : Cristaux de galène automorphe dans un encaissant carbonaté



Fig.IV.8 : Minéralisation plombifère et barytique. La galène se présente en cristaux cubiques disséminés



Fig.IV.9 : Galène en cristaux subautomorphe à automorphe disséminée dans une gangue barytique accoté d'une limonite pulvérulente



Fig.IV.10 : Echantillon de limonite on boxwork couvert par une enveloppe de calcite

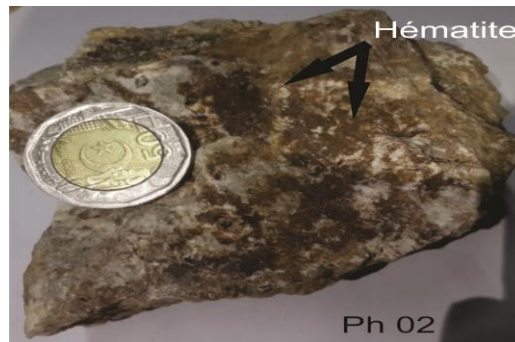


Fig.IV.11: oxyde de fer de couleur brun-noirâtre

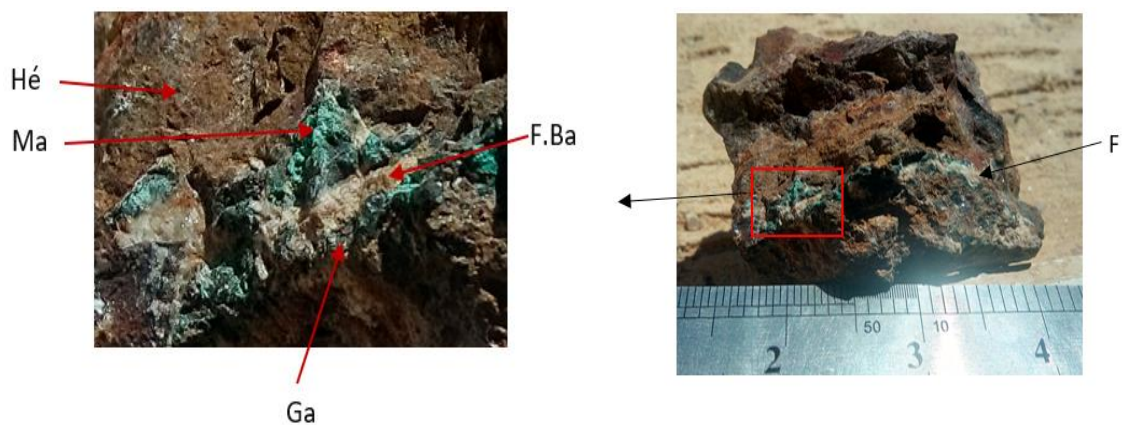


Fig. IV.12: Filon de barytine qui traverse des cristaux de Galène, d'hématite et de malachite.

IV.3-3- B. Description microscopique de la minéralisation

Cette étude est basée sur 04 sections polies mises à notre disposition par notre encadreur, l'observation de ces sections polies nous a permis d'identifier les minéraux suivants :

A- Les minéraux métalliques :

- **La galène (PbS)**

C'est le minéral métallique le plus abondant, elle se présente sous forme de cristaux xénomorphes, de couleur blanche à pouvoir réflecteur assez élevé. Il est difficile d'éviter de nombreux arrachements triangulaires qui sont d'ailleurs caractéristique du minéral. Cette galène est altérée en cérusite qui se rencontre sous forme d'auréole autour de la galène, ou le long de ces clivages, elle peut se présenter également sous forme de plages xénomorphes. (Fig.IV- 19)

Cette galène comprend des inclusions de rares pyritoédres, ou de petites plages de pyrite, ou encore des plages xénomorphes de chalcopyrite (Fig.IV- 13 et 14). La galène se trouve en association avec la barytine et l'hématite (Fig.IV-12-15-16 et 18).

- **La pyrite (Fe S₂)**

Elle se reconnaît par sa couleur jaune très claire à pouvoir réflecteur élevé (supérieur à la galène et à la chalcopyrite) en lumière polarisée non analysée.

La pyrite est très rare et se présente uniquement à l'intérieur des plages de galène en voisinage avec la chalcopyrite (Fig. IV- 14 et 15)

- **Chalcopyrite (Cu FeS₂)**

La chalcopyrite c'est un minéral peu abondant, elle est facilement reconnaissable grâce à sa couleur jaune franc, son bon poli, et son pouvoir réflecteur moyen à assez élevé (de l'ordre de la glène) (Fig.IV-15).

B- Les minéraux d'altération :

- **La cérusite (Pb CO₃)**

Elle est de couleur grise avec un pouvoir réflecteur plus faible que celui de la blende, et présente une anisotropie nette dans le gris foncé avec des réflexions internes. Ce minéral est le produit d'altération de la galène, il l'entoure sous forme d'auréole, ou se rencontre encore le long de ses clivages (Fig.IV-20).

- **L'hématite Fe_2O_3**

Elle est très abondante avec, un pouvoir réflecteur moyen et des réflexions internes rougeâtres. L'hématite se trouve en association avec la galène et la barytine (Fig.IV-16 et 18)

- **La magnétite Fe_3O_4**

Elle est moins abondante que l'hématite avec, une couleur grise et un pouvoir réflecteur faible (beaucoup plus faible que l'hématite). Le minéral est développé de façon automorphe et associé dans la plus part des cas à l'hématite (Fig.IV-17).

C- Les minéraux de gangue :

- **La barytine (Ba SO_4)**

La barytine est l'un des minéraux de gangue les mieux répandu et bien développé. Elle est dans la plus part des cas en contact avec la galène et associée aux oxydes de fer. Au microscope, sa couleur est grise assez bon poli, son pouvoir réflecteur est très faible (un peu supérieur à celui du quartz). Les réflexions internes blanches ou jaunâtres sont très abondantes (Fig.IV-13-16-17-19).

- **La calcite : Ca CO_3**

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 allochèmes (micritisation parfois totale donnant naissance à des pelétoïdes). Il s'agit d'une calcite cryptocristalline. Une autre calcite tardive, localisée dans les fractures ou dans les cavités bioclastiques (calcification totale ou partielle). C'est une calcite limpide dont la taille ne dépasse pas $500\mu\text{m}$ (voir chapitre III).

- **Le quartz : Si O_2**

Il est le plus souvent détritique, de taille moyenne ne dépassant jamais $150\mu\text{m}$, donnant naissance parfois à des niveaux gréseux. Un autre type de quartz apparaît moins abondant que le premier (5% à 7%), sous formes de cristaux automorphes bipyramidaux. C'est un quartz authigène de néoformation (voir chapitre III).

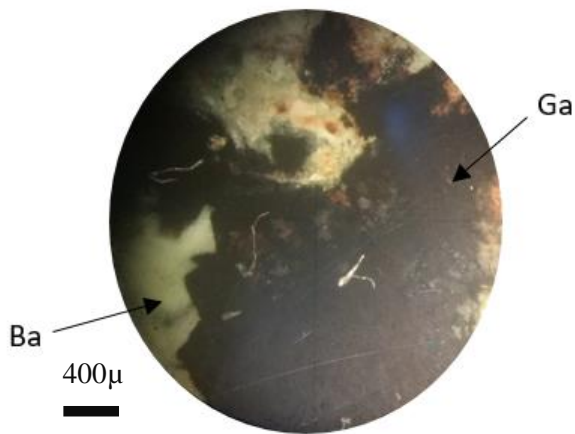


Fig. IV.13: Section polie montrant la galène et la barytine (L.P.A)

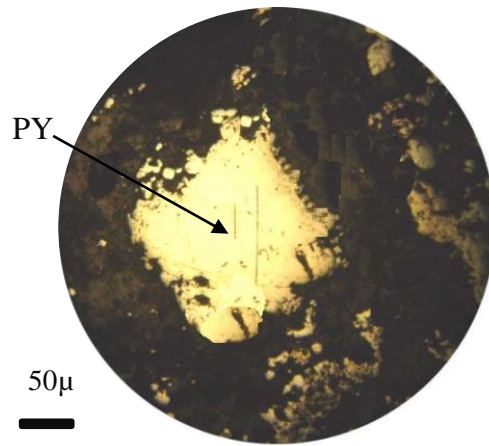


Fig. IV.13: Section polie montrant cristaux de pyrite automorphe(LPN)

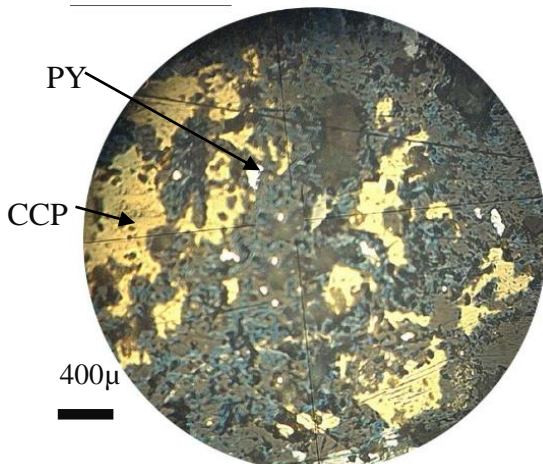


Fig. IV.15: inclusion de chalcopyrite et la pyrite dans une plage de

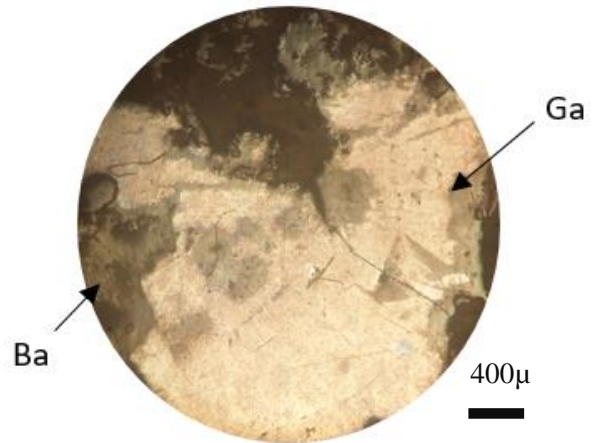


Fig. IV.16: Section polie montrant la galène et la barytine (L.P.N.A)

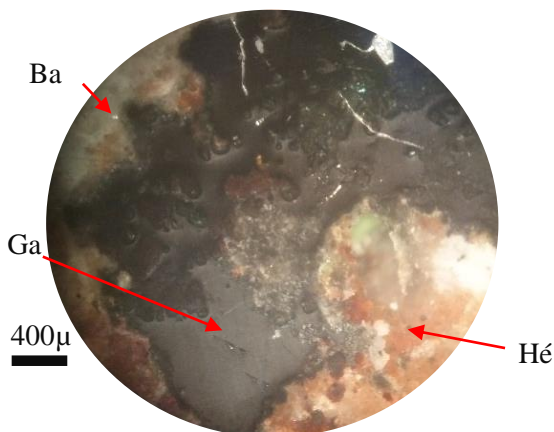


Fig. IV.17: Section polie montrant l'hématite, la galène et la barytine (L.P.A)

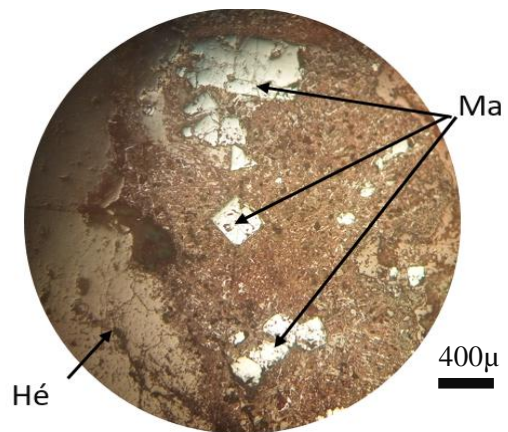


Fig. IV.18: Section polie montrant la magnétite et l'hématite (L.P.N.A)

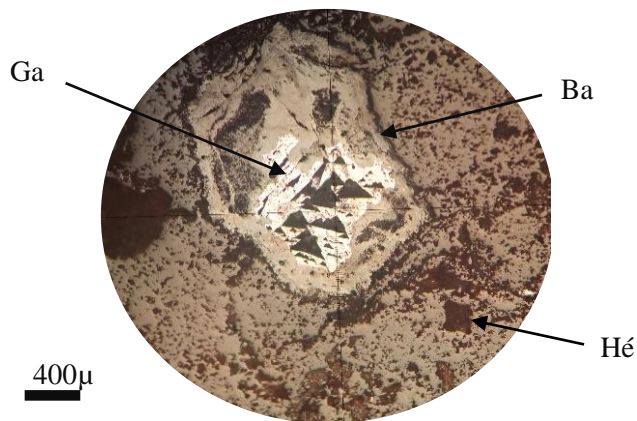


Fig. IV.19: Section polie montrant la galène entourée par la barytine et des cristaux d'hématite (L.P.NA)

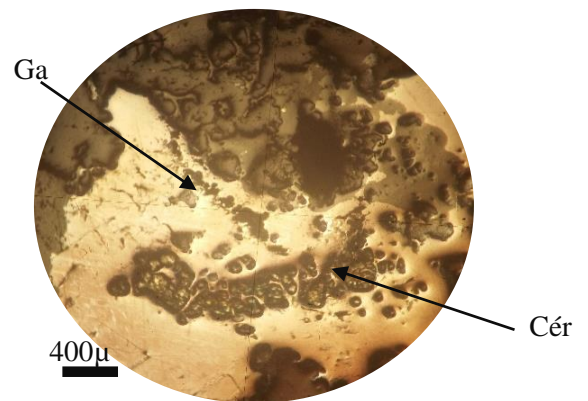


Fig. IV.20: Section polie montrant des altérations de la galène en curésite

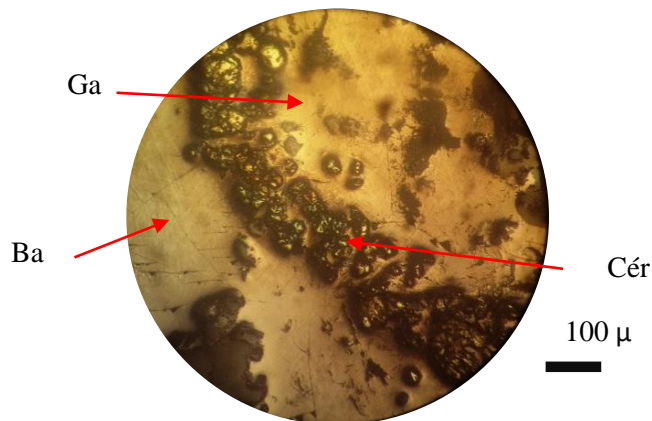


Fig. IV.21: Section polie montrant Grande plage de cérusite au milieu de galène auréolé de barytine (L.P.A)

IV.5-Conclusion

Les minéralisations plombo-barytique de Hameimat Sud (El Gueblia), sont encaissées dans des roches carbonatées aptiennes. Elles sont distinguées par deux types de minéralisation « minéralisation stratifiées » et « minéralisation liée aux cassures ».

Les teneurs de Zn, Pb et Ag données par l'ORGM, dans les sondages S4 et S5 sont exagérées et ne reflètent pas la réalité sur terrain.

Le gisement de Hameimat Sud s'attache par ces caractéristiques aux gisements périadiapériques, qui sont liés à un contexte diapirique. Toutes les caractéristiques géologiques,

Chapitre IV : métallogénie

sédimentologiques et métallogéniques montrent que ce milieu est favorable à la mise en place d'une minéralisation épigénétique de type Mississippi Valley.

Conclusion générale

Le secteur du Djebel Hameimat Sud fait partie de la région de Morsott qui se trouve à l'extrémité orientale de l'Atlas Saharien. Les formations carbonatées d'âge triasique et Crétacé, La minéralisation Pb, Zn, et Ba encaissés dans les calcaires aptiens.

Les minéralisations plombo-barytiques du massif de Hameimat Sud sont encaissées dans des formations carbonatées d'âge Albo-aptien. L'analyse microscopique de l'encaissant carbonaté a permis d'identifier plusieurs microfaciès dominés par des packstones à wackestones (wackestones à packstones) et des grainstones moins abondants.

La faune identifiée, consiste principalement en une faune benthique (débris d'échinodermes, laméllibranches, gastéropodes, foraminifères, orbitolines, bryozoaires, et spécules d'oussins) indiquant des conditions de confinement propice à la vie. Les pelleteïdes (ou peloïdes) sont très réponsus. Ils résultent d'une micritisation totale ou partielle des divers allochèmes.

Nous pouvons conclure que les formations albo-aptiennes du massif de Hameimat Sud se sont formées dans un milieu restreint de plate-forme interne peu profonde ayant oscillé entre l'infratidale et inter-supratidal.

En fait la formation du gisement de Hameimat Sud résulte de la superposition de plusieurs facteurs : paléogéographiques, lithologiques, et tectoniques. L'hypothèse d'une épigénèse par des solutions (fluide minéralisateur) de type hydrothermal où l'origine du soufre est en liaison avec le Trias diapirique et les métaux avec la couverture post-triasique.

La contribution que nous apportons par ce modeste travail n'a fait qu'enrichir nos connaissances sur ce type de gisement qui offre un champ d'action privilégié pour faire progresser certains problèmes métallogéniques fondamentaux encore en suspension. D'autres investigations sont donc nécessaires pour dégager les lois de la mise en place des minéralisations de Hameimat Sud et trouver une explication spatio-temporelle notamment sur le plan régional. Toutes les caractéristiques géologiques, sédimentologiques et métallogéniques montrent que ce milieu est favorable à la mise en place de minéralisation du type Mississippi Vallée.

A cet effet, au stade de cette étude, il serait nécessaire de prendre en considération quelques facteurs pour d'éventuelles prospections dans la région :

- Approfondir les facteurs paléogéographiques et paléostructuraux qui semblent contrôler ce type de minéralisation, afin de mieux appréhender ce type de concentrations dans le secteur de Hameimat Sud et dans les régions avoisinantes.
- Etablir une compagnie de prospection géophysique (prospection magnétique) qui devra être suivie en cas de découvertes d'anomalies par des prospections géochimiques et du forage.

Conclusion générale

- Une contribution à l'étude des inclusions fluides afin de mettre en valeur les gammes de température et de salinité des fluides qui ont minéralisé le massif de Hameimat Sud
- Une contribution à l'étude géochimique des isotopes stables (H, C, O, S,...) est très intéressante pour ce type de concentrations. Ceci, permettra d'élucider la nature et l'origine des fluides minéralisateurs et de contraindre les conditions de mise en place des minéralisations.