

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université kasdi Merbah Ouargla
Faculté des hydrocarbures des Sciences de la Terre et l'univers
Département des sciences de la Terre et l'univers



Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de Master

Thème

**Inventaire des structures sédimentaires et interprétation
hydrodynamique des dépôts Arénig supérieur
Llanvirnien (Monts d'Ougarta, Sahara algérien)**

Présenté par :

Elkhir Bouchra

Kadi Salima

Soutenu : 19/06/2021

Présidente : Mme. CHEMAM ASMA

MCB

Examineur : Mr. CHERIF AMINE

MCA

Promoteur : Mr. MAZOUZI ABDELMOUNIM

MAA

Ouargla

2020/2021

Sommaire

Remercie

Dédicace

Résumé

Abstract

Chapitre premier : Présentation générale des Monts d'Ougarta

I-introduction	1
II- Présentation générale des Monts d'Ougarta.....	1
III-Historique des travaux effectués sur la Formation de Foug Ez Zeidiya.....	9
IV-But et méthodologie de travail.....	11

Chapitre deuxième : Synthèse lithostratigraphique

-Introduction	12
-Description litho stratigraphique.....	13
-Conclusion	15

Chapitre troisième : Types de structures sédimentaires et interprétation

I-Introduction	16
II-Faciès	16
III-Structures liées à un courant unidirectionnel.....	20
IV Structures liées à un courant bidirectionnel.....	21
V- Structures liées à un courant multidirectionnel	23
VI- Structures liées à un courant gravitaires	25
Conclusion général	28
Liste de référence	29

شكر و عرفان



قال الله تعالى :

«واشكروا نعمة الله عليكم ان كنتم اياه تعبدون» سورة

النحل الاية 114

الحمد و الشكر لله عز وجل الذي انعم علينا ووقفنا لانجاز

هذا العمل المتواضع و عملا بقول الرسول صل الله عليه

وسلم: «من لم يشكر الناس لم يشكر الله»

لا يسعنا في هذا المقام الا ان نشيد بالجهد الكبير

والتضحية الصادقة لاستاذنا المشرف معروزي عبد

المنعم من خلال مجهوداته الجبارة و توجيهاته السديدة

و النصائح القيمة التي افادنا بها حتى تتجز هذه المذكرة

على هذا الشكل

لا انسى ان اشكر كل الاساتذة و الاستاذات الافاضل الذين

سهروا على تدريسنا فرفع لهم قبعة الشكر و الامتنان

والتقدير و الاحترام .

نشكر كل من ساعدنا من قريب و بعيد

اهداء

احمد الله واشكره على جزيل نعمه على ما وصلت اليه اليوم بفضلله
اهدي نجاحي هذا الي:
الي من كلكه الله بالهبة والوقار, الي من علمني العطاء دون انتظار, الي من لا
مثيل له في الحياة واحمل اسمه بكل افتخار
والدي الغالي *بوجمعة* اطال الله في عمره
الي بسمة الحياه وسر الوجود. الي معنى الحب معنى التفاني و الحنان, الي من
كان دعائها مصباح انار طريقي
والدتي الغالية *خديجة* اطال الله في عمرها
الي جدتاي العزيزتين *فاطمة* و *عائشة* اطال الله في عمرهما
الي عمتي *ربيعة* حفظها الله
الي كل من كانوا وسيظلون نور ومصدر سعادة اخواتي حفظهم الله
حفصة -ريان-رقية-امينة-ايمان-وفاء-هاجر-فاطمة-وجدان-سارة-حفصة
واخواني حفظهم الله
معتر-جمال-صفوان-حسين-رضوان-خليل
«محمد جود»
الي عماتي واعمامي, خالاتي كل باسمه
الي كل صديقاتي من حملته مخيلتي ولم تحمله ورقتي
الي كل من كان له مكان في قلبي
الي كل من ساهم في انجاز هذا العمل المتواضع
الي اساتذتي الفاضلين وزملائي الكرام

إهداء

حمد لله التي تتم بنعمته الصالحات والذي وفقنا إلى إتمام هاته المذكرة تخرج لنيل درجة الماسر وباهته
المناسبة اهدي هذا العمل إلى

إلى من وضعت الجنة تحت إقدامها أمي الغالية*سعاد* حفظها الله ورعاها التي حرصت كل الحرص
على تعليمنا وأخلاقنا أنا وإخوتي ح

إلى روح أبي الطاهرة*عبد الرحمن* التي فارقنا ليس ببعيد أو الذي تمنيت ان يعيش معي لحظة تخرجي
وباركها لي ولكن المنية سبقتني إليه رحمه الله-

إلى أخواتي الغاليات التي دعمتني طوال مساري الدراسي*نور الهدى*سمية*رجاء* آية الرحمن*

إلى إخواني الاتنين*محمد الامين* وبالأخص أخي الصغير المدلل* طه انس*

إلى خطيبي الذي ساندني ودعمني في أوقاتي الصعبة.

إلى عائلتي الكبيرة أعمامي وعماتي وأخوالي وخالتي ولا ننسى كل من الجد والجدة حفظهم الله ورعاهم

إلى صديقتي وشريكتي التي جمعتني بها الدراسة والتي تقاسمنا عمل هاته المذكرة*الخير بشري*

إلى كل أستاذ ومعلم اتعرف على تطيري في مساري الدراسي

إلى كل زملاء الجيولوجيين بتخصص ترافقات أحواض الرسوبية الذي تجمعتنا بهم ذكريات الدراسة
الحلوة

إلى كل من ساهم قريب أو من بعيد في دعمي ومساعدتي في دراستي.

Résumé

Notre étude s'est réalisée sur l'une des formations géologiques ordoviciennes dans la chaîne d'Ougarta située au Nord-occidental du Sahara algérien. Il s'agit de la Formation de Fom Ez Zeidiya.

L'inventaire des structures sédimentaires liées aux différents courants hydrodynamiques nous ont permis de placer cette formation dans son cadre hydrodynamique où on a pu ressentir l'influence des tempêtes dans la mise en place des dépôts gréseux et la mettre dans un milieu marin peu profond représenté par un *Offshore* supérieur et un *Shorface*.

Mots clés : Ougarta, Formation de Fom Ez Zeidiya, Inventaire, hydrodynamique, marin peu profond

Abstract

Our work focused on one of the Ordovician formations in the Ougarta chain, which is located in the northwestern part of Algeria's Sahara. It is the Formation of Fom Ez Zeidiya.

The discovery of sedimentary structures linked to various hydrodynamic currents allowed us to place this formation in its hydrodynamic framework, where we could feel the influence of storms in the placement of sand deposits, and to place it in a shallow marine environment represented by an offshore and a shoreline.

Key words: Ougarta, Formation de Fom Ez Zeidiya, inventor, hydrodynamic, shallow sea.

ملخص

أجريت دراستنا على أحد التكوينات الجيولوجية الأوردوفيشية في سلسلة أوجارتا الواقعة في الجزء الشمالي الغربي من الصحراء الجزائرية. هذه هي تشكيل فوم عز الزيدية.

سمح لنا جرد الهياكل الرسوبية المرتبطة بالتيارات الهيدروديناميكية المختلفة بوضع هذا التكوين في إطاره الهيدروديناميكي حيث يمكننا أن نشعر بتأثير العواصف في إنشاء رواسب الحجر الرملي ووضعتها في بيئة بحرية ضحلة يمثلها متفوق بحري وشورفاس.

الكلمات المفتاحية: أوجارتا، تشكيل فوم عز الزيدية، التكوين، الجرد، الديناميكا المائية، البحرية الضحلة.



Chapitre I

I-Introduction

La chaîne de l'Ougarta, édifice hercynien s'étend sur plus de 400 Km depuis la région de la Saoura et la Daoura jusqu'au bassin de l'Ahnet. Elle représente un des éléments structuraux les plus importants de la plate-forme saharienne et se positionne approximativement sur la ligne de suture panafricaine qui délimite le craton ouest africain, vieux de 2 milliards d'années, du néo craton panafricain, relativement plus jeune (750-550 millions d'années)

Quelle sont les structures trouve dans la séré étudiée et leur interprétation hydrodynamique ?

II-Présentation générale des Monts d'Ougarta

Les affleurements dans la plate-forme saharienne de l'Algérie sont bien répartis; permettant l'observation des structures de dépôts et la détermination de leurs origines. La distribution spatiale des matériaux détritiques paléozoïques favorise une étude de la géométrie des corps sédimentaires. La sédimentation et la configuration de ce vaste domaine offrent un carrefour de modèles pluridisciplinaires.

La chaîne d'Ougarta forme une large bande d'une orientation allant du Nord-Ouest au Sud-Est. Elle est située à environ 1000 km au Sud de la ville d'Oran et à 250 km de la ville de Béchar. Cette chaine est connue par ses deux parties ou faisceaux séparés par l'étroit Erg Er Raoui; ce sont respectivement, le faisceau de la Saoura situé au Nord-Est et le faisceau de la Daoura au Sud-Est (Mazouzi, 2008) (Fig.1).

Les Monts d'Ougarta sont limités au Nord-Est par le Grand Erg Occidental et au Sud-Ouest par l'Erg Iguidi et du Chech. Au Nord-Ouest et au Nord, ils s'enfoncent sous la Hamada du Guir.

Du point de vue géologique, La chaîne d'Ougarta fait partie d'un vaste ensemble de formations paléozoïques plissées et affectées par des mouvements hercyniens (MENCHIKOFF, 1933) à noyaux volcaniques et volcano-sédimentaires d'âge Précambrien. Cette série continue du Paléozoïque est assez épaisse, allant du Cambrien jusqu'au Carbonifère (MAZOUZI, 2008).

Cependant, le Précambrien est marqué par des coulées de Rhyolites et des ignimbrites dont certaines sont en concordance avec les grès de l'Ougarta, tandis que d'autres paraissent séparées par une discordance.

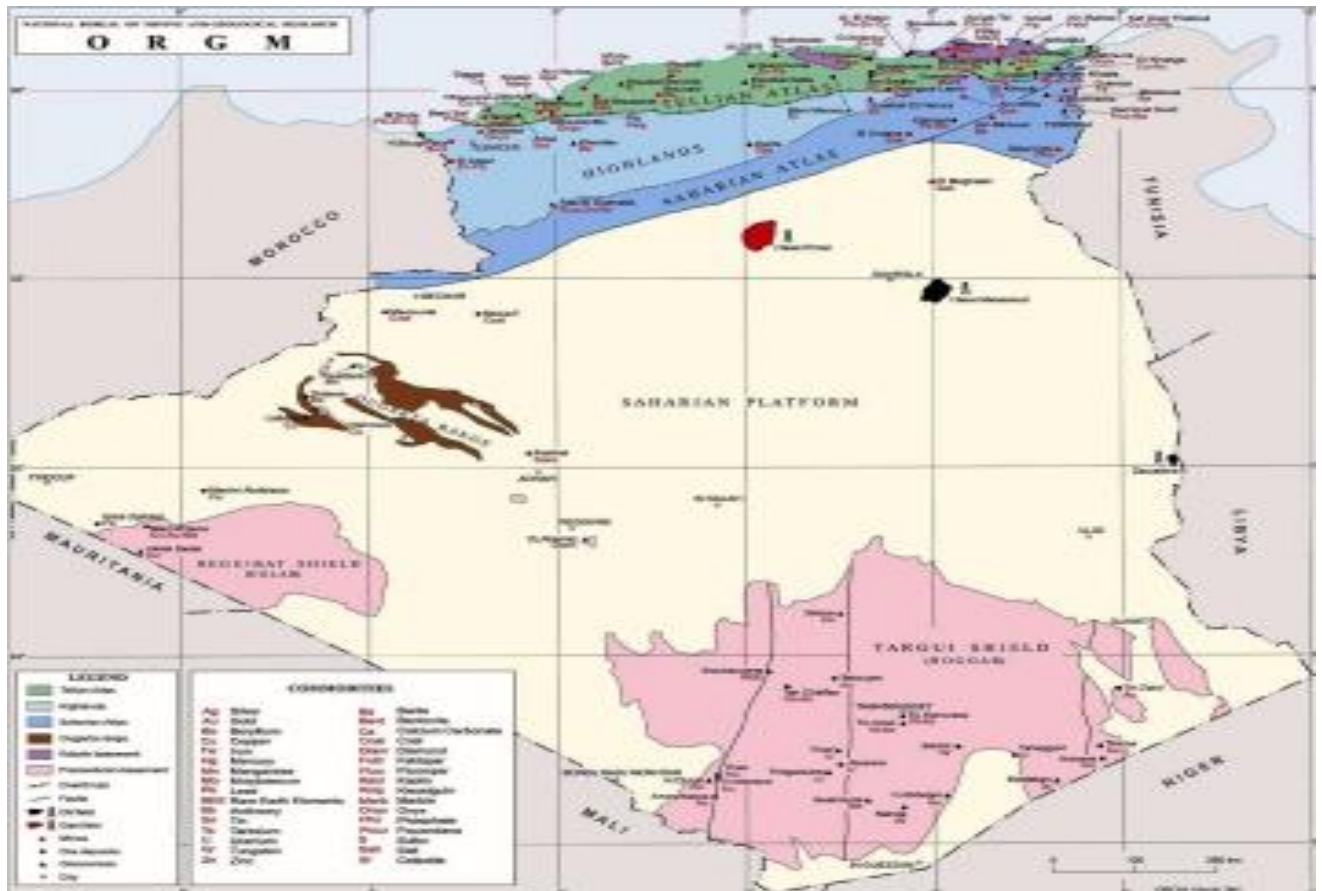


Fig. 1-Situation de la chaîne d'Ougarta (HARIDI, 2017).

La couverture sédimentaire déposée au-dessus du Précambrien et d'âge paléozoïque est largement développée et représentée par une épaisse série de roches détritiques et carbonatées.

1-Le Cambrien

- 1- Formation conglomératique du Djebel Ben Tadjine (CHIKHAOUI et DONZEAU, 1972; *in* Mazouzi, 2008);
- 2- Formation des Arkoses de Sebkat-El- Mellah;
- 3- Formation des Quartzites d'Aïn Nechea, couronnée par un niveau à Languide (Dalle à Linguales).

(2) L'Ordovicien :

- "Formation de Foum Tineslem" argilo-gréseuse (Trémadocien)
- "Formation de Kheneg- El- Aatene" grésio-micacée à la base, quartzitique à son sommet et coiffée par un niveau ferrugineux (Arénigien inférieur)
- "Formation de Foum Ez-Zeidiya" argileuse à la base, argilo-gréseuse au sommet qui se termine par un niveau ferrugineux (Arénigien supérieur-Llanvirnien). Cette formation a été étudiée en détail par Mazouzi en 2008.
- "Formation de Bou-M'haoud", grésio-ferrugineuse à la base et argilo-gréseuse au sommet (Llandeilien) (Caradoc)
- "Formation de Djebel Serraf", formée de trois membres, un membre inférieur conglomératique de Djebel Serraf, un membre médian argileux (Argiles d'El Kseib) et un membre supérieur correspond au Grès d'Ougarta (Ashgillien).

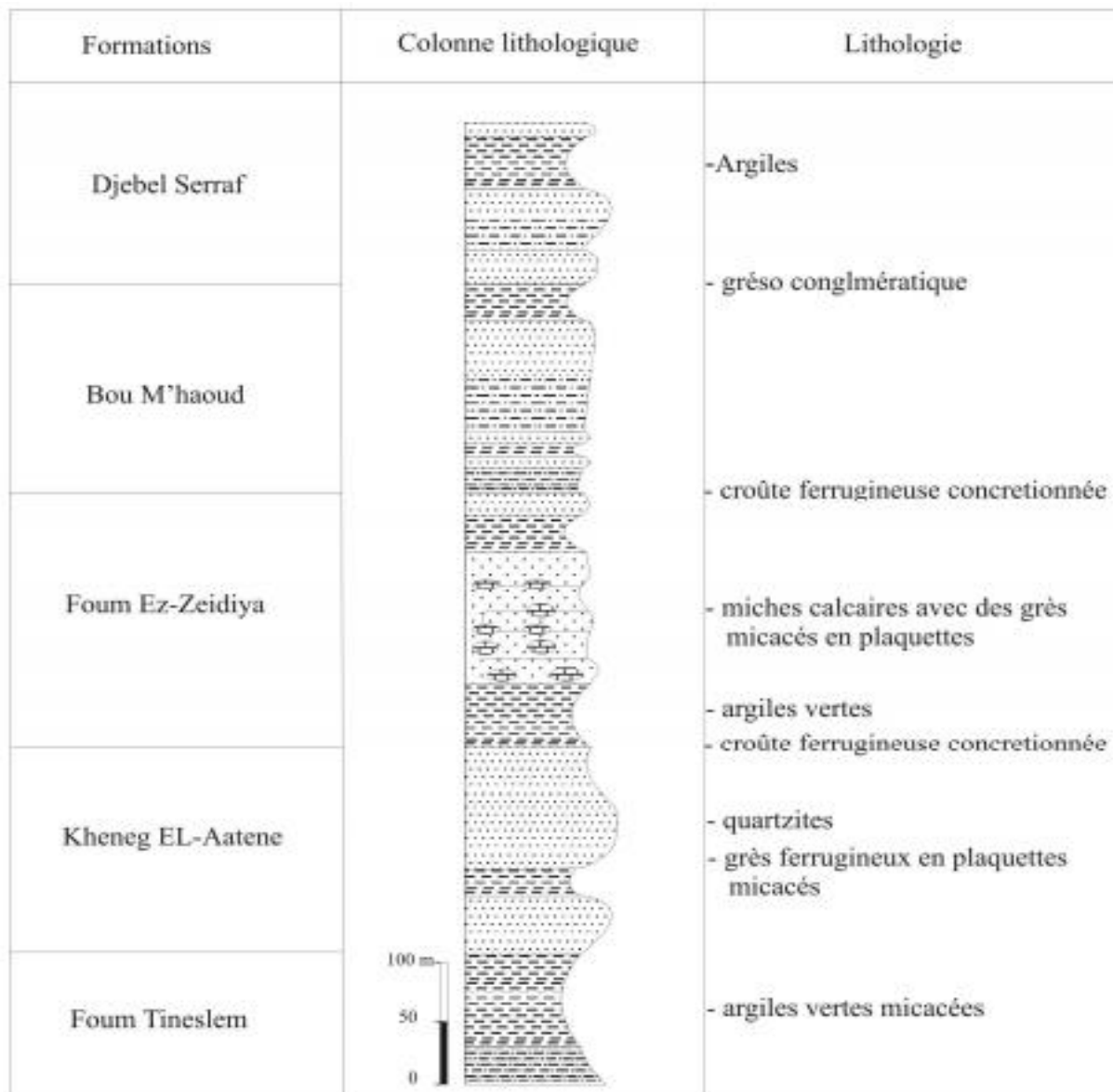


Fig.2- Subdivisions lithostratigraphiques de l’Ordovicien (Mazouzi, 2008).

(3) Le Silurien :

Le Silurien est épais de plusieurs centaines de mètres, admettant quelques passées calcaires, contenant des graptolites. Il correspond à "la Formation de Oued Ali" définie par BURROLET (1956), reprise ultérieurement par LEGRAND (1977).

(4) Le Dévonien :

La chaîne d'Ougarta est connu par des séries sédimentaires du Dévonien inférieur à supérieur.

4-1-Le Dévonien inférieur :

LEGRAND (1962; 1977) a subdivisé le Dévonien inférieur en quatre unités lithologiques:

- "La Formation de Zeimlet" d'âge Lochkovien inférieur
- "La Formation de Saheb El Djir" d'âge Lochkovien inférieur à supérieur.

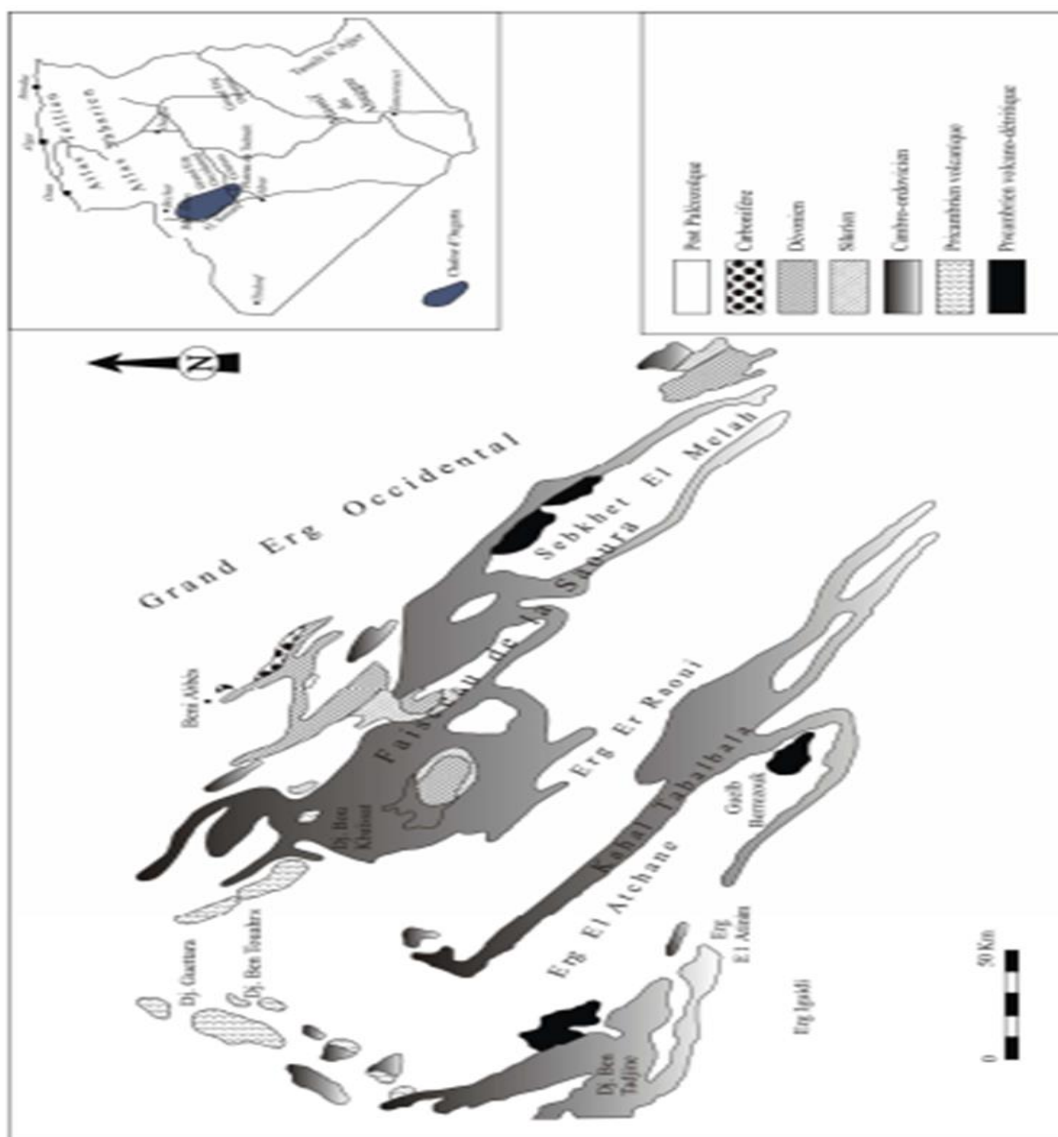


Fig.3- Cadre Géologique de Monts de Ougarta (Chikhaoui et Donzeau 1972)

- "La Formation de Dkhissa" d'âge Lochkovien supérieur-Praguien;
- "la Formation de Teferguinite" d'âge Praguien supérieur à Emsien supérieur.

4-2- Le Dévonien moyen :

Le Dévonien moyen débute juste au-dessus des calcaires marneux du F.B.V (OUALI MEHADJI, 2004). Il est représenté par la majeure partie de "la Formation de Cheffar El Ahmar". Il est caractérisé par un ensemble argilo-calcaire à quelques minces passées gréseuses (Mazouzi, 2008).

4-3- Le Dévonien supérieur :

La limite Givitien/Frasnien se situe dans "La Formation de Cheffar El Ahmar" sous la barre des calcaires griottes. La plus grande partie du Dévonien supérieur est représentée par "la Formation de Marhouma". Il est marqué à sa base par un ensemble marno-calcaire à goniatites pyrite uses, surmonté par une épaisse série argileuse (environ 850 m) à intercalation de bancs centimétriques de calcaires noduleux.

Au-dessus de cette formation des argiles de Marhouma reposent une série gréseuse dite "La Formation gréseuse de Marhouma" (Grès d'Ouarourout) attribuée au Strunien.

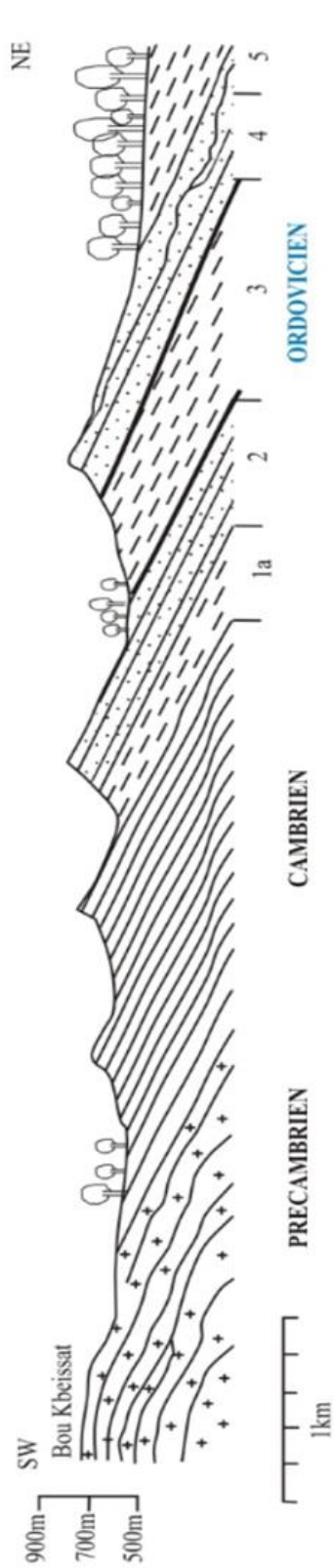
5- Le Carbonifère :

Les terrains carbonifères qui apparaissent dans la vallée de la Saoura appartiennent seulement au Tournaisien (Carbonifère inférieur) à goniatites et brachiopodes et au Viséen à brachiopodes et polypiers (ALIMEN et al, 1952).

Le Carbonifère supérieur (Namurien et Westphalien) où les couches continentales commencent à apparaître n'est connue que plus au Nord dans la région de Béchar (MENCHIKOFF,et al 1952).

Tableau1 : Subdivision lithographique du paléozoïque de chaine d'Ougarta (Mazouzi,2008)

Formation Récentes	Quaternaire			Terrasse, Regs, Ergs...
	Néogène			Hamada
				Lacune et discordance
	Carbonifère	Inferieur	Tournaisien	Formation de Ouled Bou Hadid
		Dévonien	Supérieur	Sttrunien
	Famennien			Formation de Marhouma
	Fransien		Formation de Cheffar El Ahmar	
	Moyen	Givétien	la Formation de Teferguinite	
	Eifilien			
	Inferieur	Emsien	Formation de Dkhissa Formation de Zeimlet Formation de Saheb El Djir	
		Parguien Lochkovien		
	Silurien	Ludlowien Wenlockien Llandoveryien		Formation de Oued Ali
	Ordovicien	supérieur		Formation de Djebel Serraf Formation de Bou-M'haoud Formation de Foum Ez-Zeidiya
		Inferieur		Formation de Foum Tineslem Formation de Kheneg- El- Aatene
	Cambrien			Formation des Arkoses de Sebkhath-El-Mellah; Formation des Quartzites d'Aïn Nechea, Formation conglomératique du Djebel Ben Tadjine
Infracambrien			Rhyolites	



Légende:

- 1a: Dalle à Lingules (Trémadocien) surmontée par les argiles de Foum Tineslem.
- 2: Grès de Kheneg El-Aatene (Arénig), l'horizon ferrugineux du sommet n'est pas toujours visible.
- 3: Argilo-gréseux de Foum Ez-Zeidiya; membre inférieur argileux fossilifère (Arénigien supérieur); membre médian (Llanvirnien) puis gréseux terminé par un horizon ferrugineux.
- 4: Argilo-gréseux à croûtes ferrugineuses de Bou M'haoud (Llandeilo-Caradocien).
- 5: Formation de Djebel Serraf.

Fig.4-Coupe Schématique de l'Ordovicien de Kheneg Et Tlaia (d'après Fabre 1976)

III-Historique des travaux effectués sur les Monts d'Ougarta

Des travaux récents géologiques et surtout sur le plan structural ont été récemment menés sur les Monts d'Ougarta.

Période: 1960 à 1970

En 1962, Arbey travaille sur le Cambro-Ordovicien de la Saoura en présentant quatre formations. Dans la même année, Pruvost a étudié cette même série sédimentaire.

Legrand (1962) a réétudié le passage siluro-dévonien, en précisant deux périodes est la partie supérieure (membre supérieur) formée par l'argile d'Oued Ali.

En 1963, Gomez Silva et d'autres ont travaillé sur le Cambro-Ordovicien dans la chaîne de l'Ougarta, en distinguant cinq strates entre la «Dalle à lingu les» et les argiles siluriennes.

Beuf et Coll. (1971) ont étudié la glaciation de l'Ordovicien et ont dessiné la carte des flux de glace à partir des traces laissées par la glaciation.

Arbey (1971) a signalé la présence de macrophytes dans les sédiments glaciaires des Monts d'Ougarta. En 1973, trois gisements de roches primaires ont été découverts à la fin de l'Ordovicien dans la région de Zeimlet Barka.

En 1975, Koeniguer a mené une étude sur les protistes des âges ordovicien et dévonien Le désert du Sahara en Algérie.

En 1990, Ait Kaci a mené une étude sur l'évolution de la litho stratigraphie cambro-ordovicienne et de la sédimentologie du mont Ougarta.

En 2002, Ait Ouali a mené une étude structurale sur le faciès de compression fini de l'Ordovicien dans la chaîne d'Ougarta.

En 2004, Nedjari et al. Proposer une étude sur la rhéologie de l'Ordovicien-Si, ils

Il existe sur toute la surface de la chaîne des Ougarta et est incompatible avec la formation d'Ain Necha. -Dans la région orientale, sa largeur varie de 1100m à 1250m, tandis que dans la région nord-ouest, sa largeur varie de 150m à 340m. A la fin de l'Ordovicien, ARBEY (1968, 1971 et 2006) définit la

glaciation. Ces séquences litho stratigraphiques effondrées ont révélé cinq strates de bas en haut:

- "Formation de Foug Tinstem", elle est composée de grès vert en plaquettes, siltite et lentilles intercalées, et une caisse de calcaire composée de brachiopodes et de trilobites. Et la pierre de graphite est recouverte de basses eaux jurassiques ferrugineuses, et sa largeur varie de 40m à 200m

"La Formation de Kheneg El Aetène". Sa définition provient de la ville natale de Kheng ElArtène. L'orchestre est composé de réticules de grès et d'argile provenant d'une carrière. Leur largeur varie entre 40m et 300m. Il correspond à l'alternance d'argile en flocons sous la taille des flocons, de grès rose tétragone, de fer appauvri et de calcaire fossile.

-"La Formation de Bou M'haoud". Il est composé de grès quartzeux, de schiste et de calcaire en flocons en plaquettes.

-L'orchestre de Djebel Serraf est composé de clastiques siliceux détritiques.

Mazouzi (2008), présente un mémoire de magister à l'Université d'Oran, il présente une description lithologique de la Formation de Foug Ez Zeidiya datée D'Arénigien supérieur-Ilanvirnien dans sa localité type à Kerzaz et à Kheneg Et Tlaia située à Zeghamra où il l'a subdivisée en trois ensembles. Cette étude a été accompagnée avec une étude sédimentologique afin de déterminer l'environnement des formations anté-glaciaires ainsi qu'une approche séquentielle en appliquant le principe des cortèges sédimentaires.

Dans le cadre de son mémoire de Magister BERRABEH.A (2012) a présenté une étude sédimentologique sur la Formation de Djebel Serraf (fin Ordovicien) dans la localité Ksar d'Ougarta et ses environs.

IV-But et méthodologie de travail

Dans le cadre de la réalisation de mémoire de Master en Géologie des Bassins sédimentaires, nous sommes basés sur le travail de Mazouzi en 2008 afin de faire un inventaire des structures sédimentaires et visualiser la dynamique sédimentaire au cours de l'Ordovicien moyen sur une série géologique d'âge Arénigien supérieur-Llanvirnien dans la chaine d'Ougarta.



Chapitre II

I- Introduction

Ce chapitre consiste à l'étude descriptive des différents lithos-faciès de la Formation de Foum Ez-Zeidiya dans la chaine d'Ougarta. La série décrite a été étudiée par Mazouzi en 2008 dans la localité de Zeghamra située dans les environs de la région de Benni Abbes dans la wilaya de Bechar. Cependant, cette série géologique à été subdivisée en trois ensembles lithologiques : ensemble 1, 2 et 3. Ensemble 1 ou ensemble inférieur argileux, ensemble 2 argilo-gréseux à miches calcaires et ensemble 3 argilo-gréso-quartzitique dont la figure ? Montre cette succession.

La description est basée surtout sur des critères lithologiques (lithofaciès), la géométrie des corps sédimentaires et les figures sédimentaires.

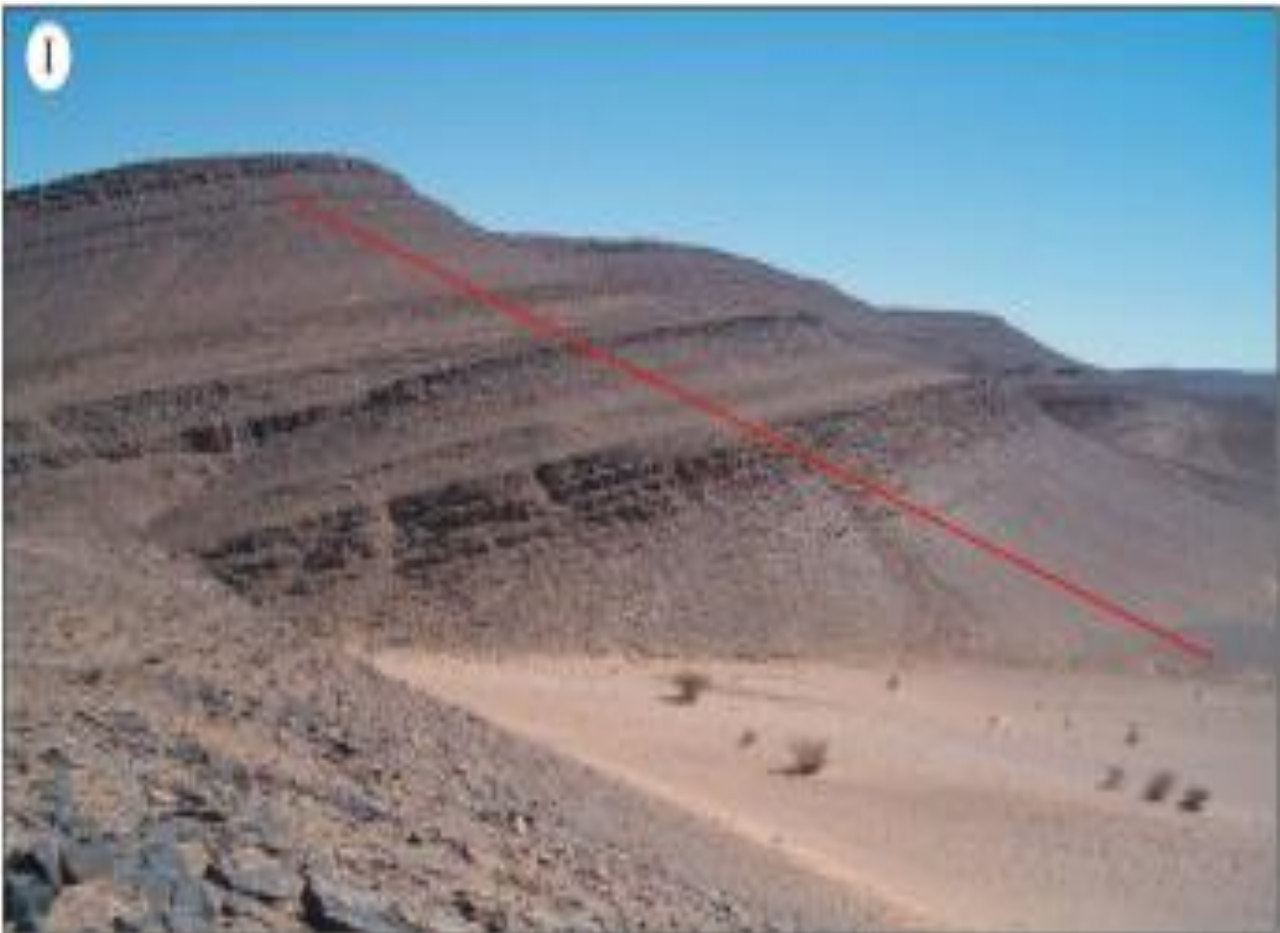


Fig. 5- Succession de la série étudiée (MAZOUZI, 2008).

1- Membre inférieur

Il est généralement argileux. Il présente les particularités suivantes:

- Alternance d'Argiles verdâtres et de niveaux gréseux centimétriques à métriques.
- Présence de grès en plaquette.
- Granulométrie fine.
- Présence de grès micacés et des miches calcaires sous forme de nodules de grande taille bioclastiques.
- Présence de structures sédimentaires telles que des *SGL (Storm Graded Layers)*.

2- Membre médian

Il est essentiellement gréseux et moins épais que le précédent, commençant et se terminant par une alternance de niveaux argileux millimétriques à centimétriques, et présente les caractéristiques suivantes :

- Argiles verdâtres à miches calcaires massives.
- Les niveaux gréseux s'organisent en bancs en plaquettes emboîtés.
- Présence de grès micacés.
- Une multitude de structures sédimentaires notamment des litages horizontaux, des rides de courant et des *HCS*.

3-Membre supérieur

Le membre supérieur débute par une puissante série argileuse, admettant par endroits des niveaux de grès en plaquettes. On enregistre les caractères suivants :

- Présence des structures emboîtées,
- La granulométrie fine à moyenne,
- La présence de quelques litages de rides ainsi que des *SGL (Storm Graded Layers)*.

- la présence de barres gréseuses de nature quartzitique;
- La continuité la chenalisation des barres.

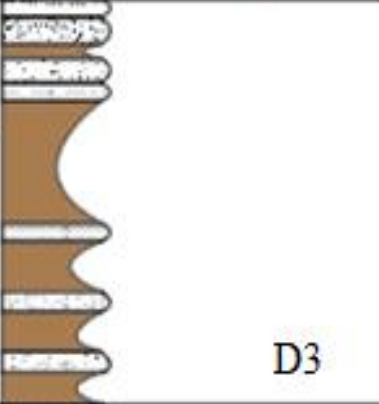

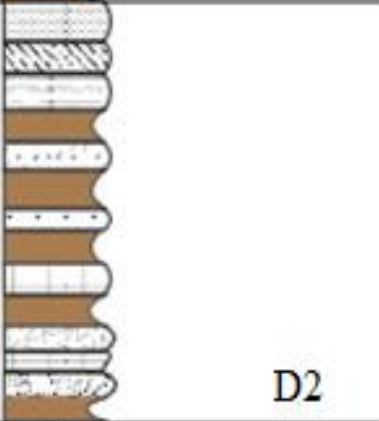

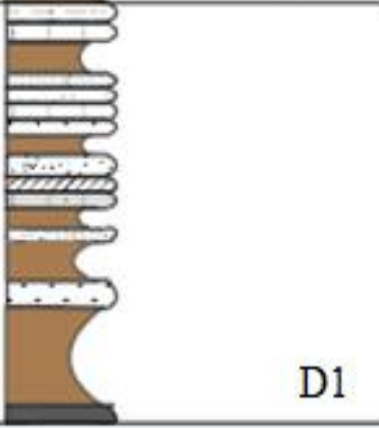
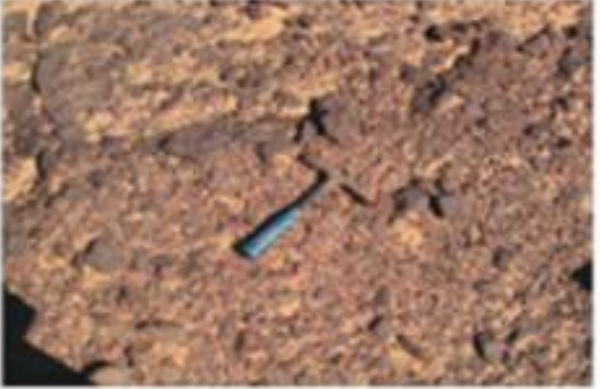
Age	for	Mb	Colonne lithologie	Illustration photographique
Ordovicien	Formation de Foum Ez-Zeidiya	Member supérieur		
		Member médian		
		Member inférieur		

Fig.6- colonne litho stratigraphique de La Formation de Foum Ez-Zeidiya (MAZOUZI ; 2008)

II-Conclusion :

La Formation de Foum Ez zeidiya d'âge Ordovicien moyen présente dans la région de l'Ougarta montre une succession de faciès détritiques varies. Elle débute par une série argileuse et se termine par des quartzites.



I- Introduction

Les structures sédimentaires sont un outil nécessaire pour le géologue afin qu'il puisse Mieux comprendre la hydrodynamique, ichnologie et milieu de dépôt.

La sédimentation de la Formation « Foum Ez-Zeidiya » caractérisé par plusieurs types des structures sédimentaires.

II-L 'hydrodynamisme

Un hydrodynamisme est un état d'agitation des masses d'eau, qui définit l'ensemble des événements impliqués dans le déplacement des masses d'eau (courants, houle, marées, turbulences),le dugre d'agitation de l'eau en un lieu est nommé un« mode hydrodynamique » qui dépend de l'hydrodynamisme local, résultant de la houle et des courants.

Si l'hydrodynamisme est moyen il résulte des corps sédimentaires irréguliers avec les rides et sédiments grossier.

III-Faciès : les différents faciès rencontrés.**A- Faciès des argiles****- Description**

Le faciès d'argiles est présent dans tous les membres de la coupe étudiée, il est de couleur verdâtre à jaunâtre et caractérise les inter-lits centimétriques et marque des puissantes séries de l'ordre pluri-décamétrique

B- Faciès des grès**Description**

Ces grès se présentent sous plusieurs aspects notamment les grès en plaquettes et les bancs centimétriques à métriques à aspect massif par endroit. Les bancs de grès sont chenalisés, et renferment quelques figures sédimentaires telles que des litages de rides, des litages horizontaux, des litages obliques en mamelons (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*), des rides de courant et des stratifications

entrecroisées d'une autre part. Ils deviennent quartzitiques au sommet de "la Formation.

Ce faciès peut-être subdivisé à son tour en plusieurs sous-faciès, d'après le type de figures sédimentaires que nous trouvons.

1- a)- Sous-faciès de grès à litages horizontaux

-Description

Ce sous-faciès apparaît dans tous les membres de la coupe étudiée. Il est, cependant, fréquent dans les membres I, III. Il se présente sous l'aspect de bancs d'épaisseur centimétrique à métrique, de granulométrie fine à moyenne. Il est généralement associé à d'autres figures sédimentaires telles que des *SGL (Storm Graded Layers)* et des rides de courant.

b)- Sous-faciès de grès à rides de courant

- Description

Le sous-faciès des grès à rides de courant apparaît pratiquement dans tous les membres. Cependant, il est le plus fréquent dans les trois membres. Il est observé dans des bancs centimétriques à métriques, à grains fins à moyens. D'autres figures peuvent s'associer à ce sous-faciès; il s'agit notamment de litages horizontaux, des stratifications entrecroisées et des *SGL (Storm Graded Layers)*.

c)- Les couches massives

- Description

Ce faciès a été observé dans la coupe étudiée, on le trouve généralement dans le troisième membre. Il est représenté sous-forme de bancs centimétriques à métriques, à granulométrie fine à moyenne.

2- a)- Sous-faciès de grès à stratifications entrecroisées**Description**

Ce sous-faciès apparaît au sein des bancs de granulométrie généralement fine, d'épaisseur centimétrique à métrique. Il s'associe souvent à des SGL (Storm Graded Layers)

b)- Sous-faces de grès à litages obliques en mamelon (*Hummocky Cross Stratification, HCS*)**- Description**

Ces structures ont été rencontrées dans tous les membres de la coupe. Elles sont observées dans des bancs généralement centimétriques, à granulométries fines et associées souvent à des *SGL (Storm Graded Layers)* et des rides de courant.

c) - Les rythmites gradées (*Storm Graded Layers, SGL*)**- Description**

Ces structures apparaissent dans des grès en plaquettes à granulométrie fine à moyenne et associées à des *HCS (Hummocky Cross Stratification)*, des litages de rides, des litages horizontaux et des stratifications entrecroisées.

3- Les sous-faces à structures liées à des déformations syn-sédimentaires**a)- Les figures de charge (*Load structures*)****- Description**

Ces structures sont observables à la base de certains bancs. Elles sont généralement rencontrées dans des bancs à granulométrie généralement moyenne.

C- Le faciès des Calcaires**- Description**

Le faciès des calcaires est très particulier dans notre série d'étude car il est représenté par des nodules ou masses noduleuses de grandes tailles appelées "miches calcaires". Ces dernières sont emballées soit dans des niveaux argileux métriques; soit au sein des grès en plaquettes emboîtés. Elles sont d'épaisseur centimétrique à métrique, renferment parfois des litages horizontaux, des litages obliques en mamelons (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*) et des rides de courant. Ces miches calcaires ont été décrites par GHIENNE et al. (2007), comme étant des concrétions calcaires ovoïdes renferment des fragments de silts et une faune désarticulées (brachiopodes linguliformes, bivalves, gastéropodes, trilobites et occasionnellement des graptolites).

ASSOCIATIONS DES FACIES

L'étude descriptive précédente des faciès et sous-faciès rencontrés dans la Formation de Foum Ez-Zeidiya nous a montré que les trois faciès et les sous-faciès peuvent s'associer soit complètement, soit partiellement, pour former une succession verticale de faciès ou de lithologie. Ainsi, plusieurs associations de faciès peuvent être citées.

- 1) Argiles/ calcaires/ grès fin à rides de courant.
- 2) Argiles/ calcaires/ grès fin à litages de ride / litages horizontaux / SGL / litages de ride / grès massif.
- 3) Argiles/ grès massif.
- 4) Argiles/ grès fin à figures de base de banc / calcaires/ grès à litages de ride.
- 5) Argiles/ grès à litages de ride / calcaires/ grès à litages de ride / calcaires.
- 6) Argiles/ grès à litages de ride / SGL.

IV- Les structures sédimentaires observées dans la série d'étude

IV-1-Structures liées à un courant unidirectionnel

-Les litages horizontaux

Elles sont surtout observées dans les niveaux fins à très fins. Elles traduisent un environnement de dépôt à régime d'écoulement laminaire de faible énergie.

Interprétation :

Les litages horizontaux résultent d'un courant unidirectionnel de fond ayant exercé une action de traction et de classement des grains. Il est lié à un changement dans le mécanisme du transport.

Les rides de courant

Elles sont observables dans les niveaux très fins à silteux rides sont observées dans des milieux aquatiques.

Interprétation :

Les rides de courant sont dues à un courant unidirectionnel indique le transport des éléments détritiques sableux, lorsque sont agités par un courant avent la déformation de la surface sédimentaire plane.



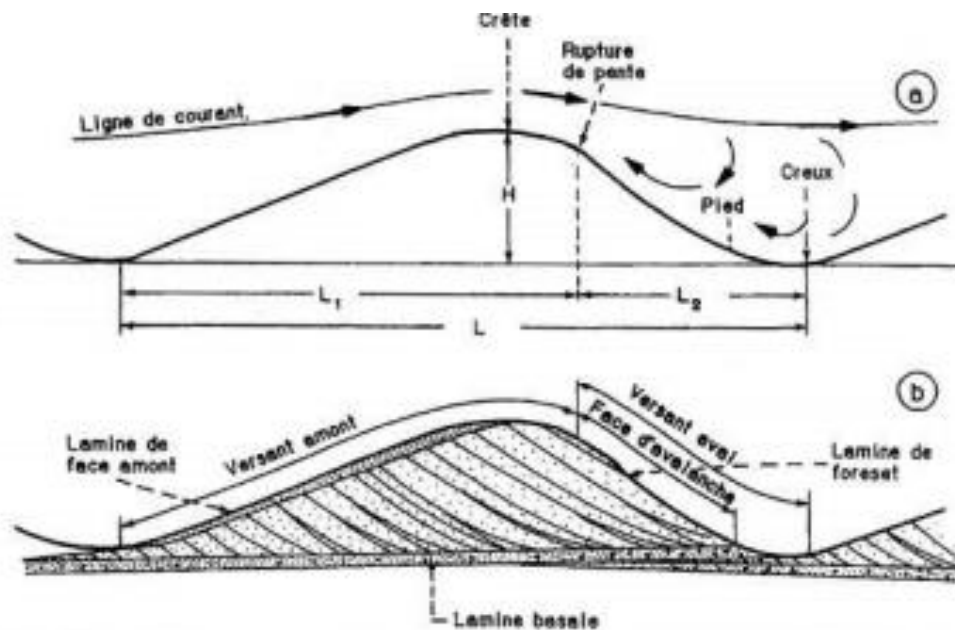


Fig7-ride de courant (Laurie, 2015).

IV-2- Structures liées à un courant bidirectionnel

Les stratifications entrecroisées

Ces stratifications sont formées par l'entrecroisement des faisceaux de litage oblique. Ces litages sont courbés, ce qui donne l'état arqué de ces litages entrecroisés. Cet entrecroisement est dû au déplacement latéral des rides discontinues ou bien aux chenaux en tresse.

Interprétation :

Les stratifications entrecroisées sont dues à un courant bidirectionnel. Souvent, ce courant érode la surface sédimentaire avant d'abandonner les particules sur le fond. Il en résulte des rides plus ou moins tronquées, qui subsistent fréquemment sous forme de lits sableux à fines laminassions obliques.

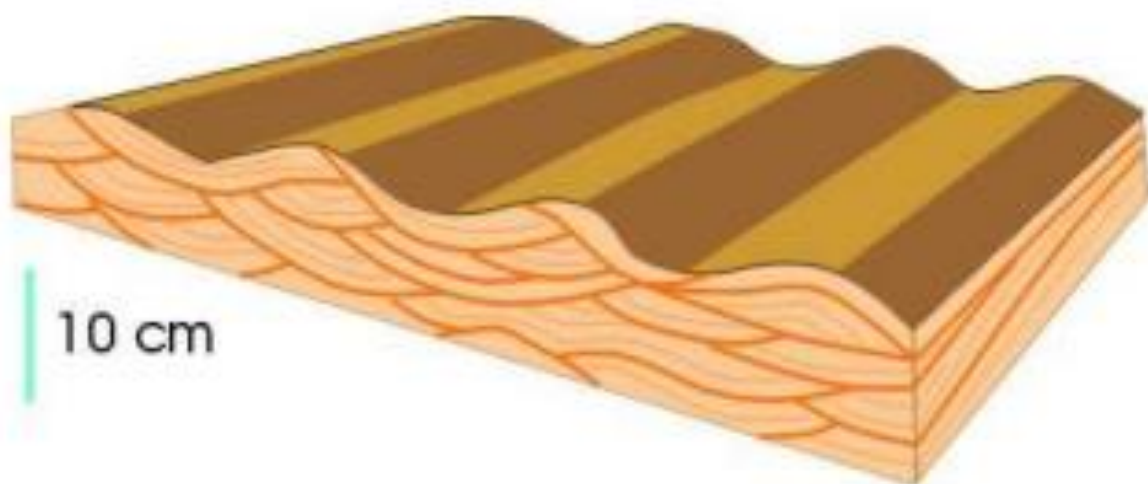
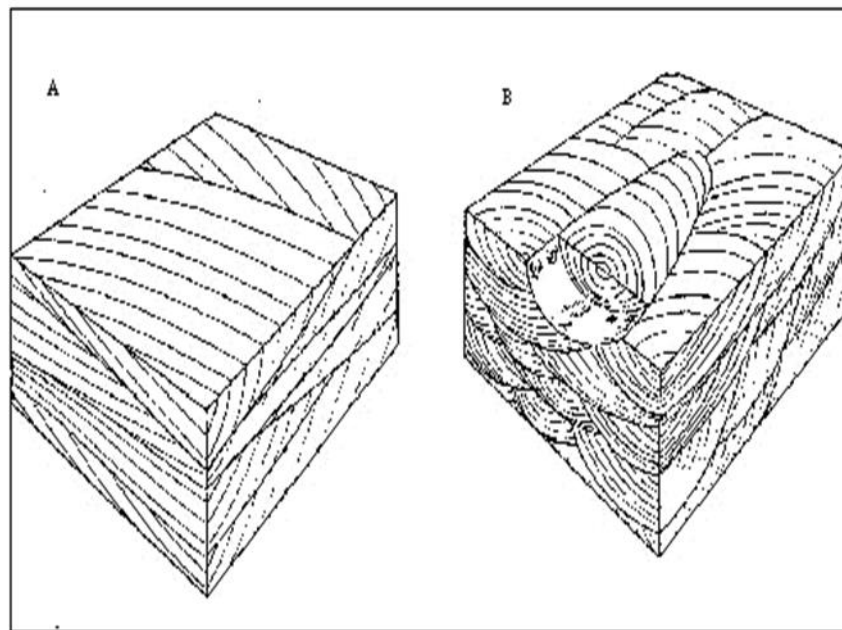


Fig.8- Stratifications entrecroisées (Laurie, 2015).

IV-3- Structures liées à un courant multidirectionnel

-Les litages obliques en mamelon (*Hummocky Cross Stratification, HCS*)

Le litage oblique en mamelon (*Hummocky Cross Stratification, HCS*) est une forme de litière croisée généralement formée par l'action de grandes tempêtes. Il ne se forme qu'à une profondeur d'eau sous la base des vagues de beau temps et au-dessus de la base des vagues de tempête.

Interprétation :

Ces structures résultent aux courants multidirectionnels. Elles sont liées aux dépôts de haute énergie. Elles sont dues à un courant multidirectionnel, qui sont déterminés par des événements exceptionnels (les dépôts des tempêtes ou les tempestites) (CHAMLEY, 2000).

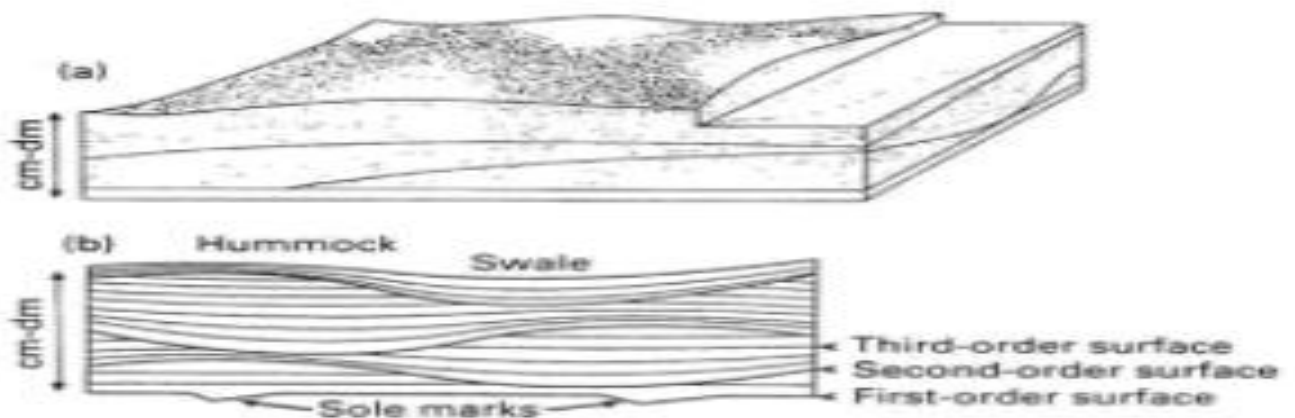
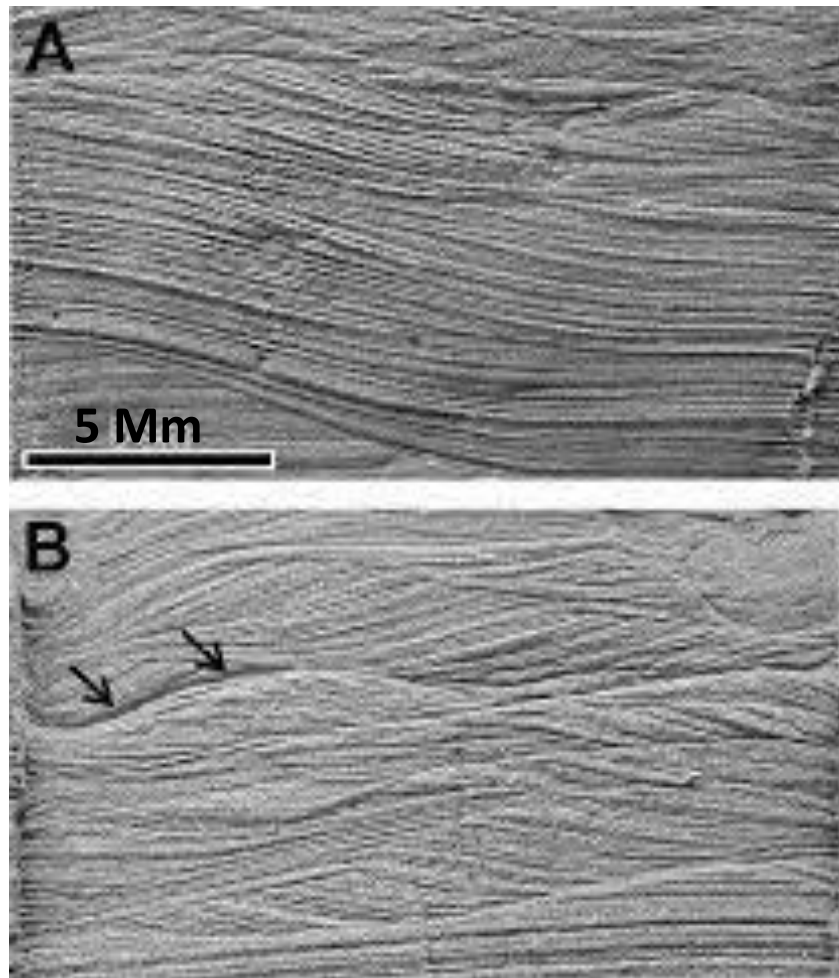


Fig.9- HCS I et II

I-litage oblique en mamelon (HARMS et al.1975)



II- *Hummocky Cross Stratification* (HARMS et al.1975)

-Les rythmites gradées (*Storm Graded Layers, SGL*)

Elles sont caractéristiques du premier et du deuxième ensemble de notre série d'étude. Elles sont observées dans des grès en plaquettes à granulométrie fine à moyenne.

Ce type de structures a été défini par AIGNER et REINECK (1982) et AIGNER (1985). Elles correspondent à des lamines sableuses déposées par un flot de faible densité et des argiles silteuses. . Ces structures témoignent de l'action de tempête et se développent au-dessus de la limite d'action des vagues (*Offshore* supérieur).

Les SGL indiquent et confirment l'action de la tempête notamment lorsqu'elles sont associées à des HCS.

Les rythmites gradées ont été interprétées comme un dépôt de tempête dans l'*Offshore*. Trois mécanismes dont deux sont invoqués pour expliquer leur mode de formation: soit à partir de décantation (REINECK et SINGH, 1980); soit elles expriment des turbidités distales (WALKER, 1985); ou alors par la combinaison des deux.

IV-4- Structures liées à un écoulement gravitaires

Les figures de charge (Load structures)

Ces structures correspondent à des empreintes de base de banc. Elles sont généralement rencontrées dans des bancs à granulométrie généralement moyenne.

Ces figures présentent la superposition de deux couches de plasticités différentes qui témoignent d'une forte charge sédimentaire. Elles indiquent la plasticité et le volume des apports sédimentaires.

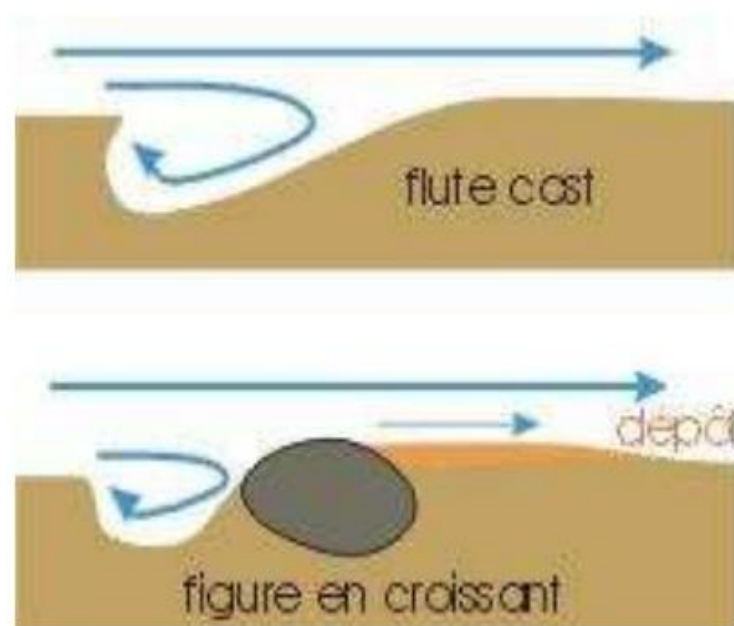


Fig.10- Les figures de charge (*Load structures*) (Laurie,2015)

V-Les structures sédimentaires

Tableau 2: principales structures sédimentaires de la série étudiée.

Structures liées à un courant unidirectionnel	Structures liées à un courant bidirectionnel	Structures liées à un courant multirectionnel	Structures liées à un écoulement gravitaire
-Litages horizontaux -rides de courant	-stratifications entrecroisées	- Les litages obliques en mamelon(HCS) - Les rythmites gradées (Storm Graded Layers, SGL)	- Les figures de charge (Load structures)

VI-Conclusion

L'inventaire des structures sédimentaires nous permis de comprendre que la mise en place de la Formation de Foum Ez Zeidiya a été le résultat d'un hydrodynamisme élevé traduit par les structures liées aux courants multidirectionnels ainsi que les courants liés aux courants bidirectionnels qui lui ont permis de se déposer dans milieu marin peu profond allant d'un *Offshore* supérieur à un *Shoface*.

Conclusion générale

Les terrains dans la chaîne d'Ougarta situés au Nord-occidental algérien, présente une couverture sédimentaire principalement Paléozoïque, l'objectif de notre étude est de faire un inventaire de structures sédimentaires sur les dépôts de l'Arénigien supérieur-Llanvirnien (Ordovicien) dans ces Monts, dans la localité de Zeghamra située au environ de Benni Abbès. Cette étude a été réalisée sur La Formation de Foug Ez-Zeidiya qui fait partie des formations ordoviciennes localisées dans la chaîne d'Ougarta.

Cette formation est caractérisée par l'installation des dépôts argileux et gréseux à granulométrie fine et la mise en place de miches calcaires par endroit.

C'est une formation qui s'étend sur la totalité des Monts d'Ougarta et enregistre une sédimentation fine succédant à une sédimentation sableuse à grain moyen. Elle est caractérisée par un hydrodynamisme important marqué par l'influence des tempestites marquée par les litages obliques en mamelons (HCS) et les rythmâtes gradées (SGL) ainsi qu'un faible hydrodynamisme témoigné par l'installation des argiles qui donne une variabilité des conditions de la sédimentation.

Ces conditions nous ont permis de parler d'un environnement de dépôt marin peu profond caractérisé par une alternance de dépôts de Shoreface et d'Offshore supérieur.

Les références bibliographiques

- AIGNER T. (1985)** – Storm depositional system. Dynamic, stratigraphy in modern and ancient shallow marine sequence. *Lecture notes in earth. Sci.* 3. Springer-Verlag: Berlin, 174 p.
- AIGNER T. & REINECK H.E. (1982)** – Proximal trends in modern storm sand and from the Helgoland Bight (Northsea) and their application for basin analysis. *Senckenbergiana maritima*, 14, p. 183-225.
- AIT KACI A. (1990)** – Evolution lithostratigraphique et sédimentologique du Cambrien des Monts d'Ougarta (sahara algérien nord-occidental), Thèse. Doct. 3ème cycle. U.S.T.H.B., Alger. Algérie, n°15.
- ALIMEN H., LE MAITRE D., MENCHIKOFF N., PETTER G. & POUYETOA. (1952)**
- ARBEY F. (1962)** – Données nouvelles sur la sédimentation du Cambro-Ordovicien dans les Monts d'Ougarta (Saoura). CR. Acad. Sci. Paris, 264, 1ère sér.
- ARBEY F. (1971)** – Les milieux de sédimentation de séries ordoviciennes terminales des Monts d'Ougarta (sahara algérien): alguerais et graptolites. Découvertes d'algues géantes. CR. Acad. Sci. Paris, Série D, 273, p. 1265-1267.
- ARBEY F. (2006)** – La glaciation ordovicienne dans la chaîne d'Ougarta : mise au point. Mém. Serv. Géol. Nation. n°13. pp 41-121, 48 fig.
- BENNACEF A. (1971)** – Les grès du Paléozoïque inférieur au Sahara. *Publ, IFP, Collectio Sc T*
- BERRABEH ALI (2012)** a présenté l'historique récent. Synthèse de magister 2012 univ. Oran p,18-21

BEUF S., BIJU-DUVAL B., DE CHARPAL O., ROGNON P., GARIEL O. & -BUROLLET P.F. (1956) – Corrélation granulométriques et morphoscopiques considérées comme des effets de l'activité tectonique durant la sédimentation des roches clastiques. Exemples Nord-Africain et Saharien. 20ème Congr. Géol. Intern, p. 335- 362.

CHAMLEY H. (2000) – Base de sédimentologie. Coll. Géosciences, Dunod (2ème éd.), Paris (France), 178 p., 98 fig., 17 tabl.ech , France. 18 fig., 30 pl., 3 tabl., 446 p.

CHIKHAOUI M. & DONZEAU M. (1972) – Le passage Précambrien- Cambrien dans les Monts d'Ougarta: le conglomérat du Djebel Ben Tadjine (Saoura, Sahara al)

FABRE J. (1976) – Introduction à la géologie du Sahara algérien et des régions avoisines. Soc.Nat. Ed. SNED. Alger, 421 p., 163 fig., 4 tabl., 4 pl.gérien Nord-occidental). Bull. Soc. Nat. Afr. Alger. 63. 1-2. 51-62. Fig4

GOMEZ-SILVA M., PACAUD M. & WIEL F. (1963) – Contribution à l'étude du Cambro-Ordovicien des Monts d'Ougarta. Bull. Soc.Géol.Fr., (7), 1. 134-141.

GHIENNE J. F., BOUMENDJEL K., PARIS F., VIDET B., RACHEBOEUF P. & AIT SALEM H. (2007)- The Cambrian-Ordovician succession in the Ougarta Range (Western Algeria) and interference of the late ordovician, glaciation on the development of the lower Paleozoic transgression on northern Gondwana. Bulltin of geosciences 82 (3), 183-214

HARIDI, 2017. Carte de l'Algérie- situation de la chaîne d'Ougarta synthèse 2017. P101

HARMS J.C. (1975) – Stratification and sequences in prograding shoreline deposit. In: depositional environments as interpreted from primary sedimentary and structures and stratification sequences. J.C. Harms., J.B. Southward., D.R.

Spearing., R.G. Walker. (Eds.). Soc. Ecom. Paleontologists, mineralogists, short courses, 2, p. 81-102. Fig9

HARMS J.C., SOUTHWARD J.B. & WALKER R.G. (1975) – Structures and sequences in clastic rocks. S. E. P. M. short courses 9 Calgary. 251 p.

KOENIGUER J.C. (1975) – Les Prototaxites (Nématophytes) ordoviciens et dévoniens du Sahara central. C.R. 99ème Congr. Nat. Soc. Sav. (Besançon, 1974), p. 383-388.

- **LEGRAND Ph. (1962)** – Nouvelles connaissances acquises sur la limite des systèmes silurien et dévonien au Sahara septentrional. Sys. Silur. Dévon. Greuze, Bonn 1960, p. 151-159.

-**LEGRAND Ph. (1977)** – Les chaînes d'Ougarta au Sahara algérien. In: Martisson A. éd. The Silurian- Devonian Boundary. IUGS Séries A. 5, schweizerbart'sche; Stuttgart, p. 195- 202.

–Les chaînes d'Ougarta et la Saoura. XIXème Congr. Géol. Intern., Alger, 1ère série.

LAURIE BOUGEOIS, 2015 – les rides de courant, les stratifications entrecroisées , les figures de charge p,6-p,10-p,13

MAZOUZI A. (2008)- Titre. Mém. Magister. univ. Oran. Page.126. Fig.47. tab5. Pl.8.

-**MENCHIKOFF N. (1933)** – La série Primaire de la Saoura et des chaînes d'Ougarta. Bull.

MENCHIKOFF N., POUYETO A. & COLLOBORATEURS. (1952) – Feuille Kerzaz au 1/500 000. Serv. Carte Géol. Algérie.

Algérie, 15, p. 1-114.

OUALI MEHADJI A.E.K (2004) – Les brachiopodes du niveau majeur Emsien supérieur- Eifélien inférieur de la Saoura (Sahara Nord-occidental, Algérie). Marqueur évènementiel de la transgression fini-emsienne. (Paléontologie, Biostratigraphie, Taphonomie et Environnements sédimentaires). Th. Doct. Etat, Univ. Oran. 226 p, 97 fig, 3 pl.

REINECK H.E. & SINGH I.B. (1980) – Depositional sedimentary environments with reference to terrigenous clastics. 2nd ed., *Springer-Verlag*, Berlin, 549 p.

WALKER R.G. (1985) – Geological evidence for storm transportation and deposition on ancient shelves. In shelf sand and sandstone reservoirs (eds, R.W. Tillman, D.J.P. Swift & R.G. Walker). Soc. Econ. Paleont. Miner. Short course notes 13, 243-302.

-Sites internet

-https://www.researchgate.net/publication/333421032_Geological_Field_Trip_Guide-Book_Ougarta_Mountains_and_Timimoun_South_West_Sahara_Algeria.

-<http://www.osi-exploearth.org/Sedimentologie-Reconnaissance-des-figures-sedimentaires.html>

Liste de tableaux

N	Titre	Page
01	Subdivision lithographique du paléozoïque de chaine d'Ougarta	7
02	Principal structures sédimentaires de la série étudiée	26

Liste de figure

N	Titre	Page
01	Situation de la chaine d'Ougarta	02
02	Subdivisions litho stratigraphiques d'Ordovicien	04
03	Cadre géologique de Monte d'Ougarta	05
04	Coupe schématique de l'Ordovicien de Kheneg Et Tlaia	08
05	Succession de la série étudiée.	12
06	colonne litho stratigraphique de formation Foum Ez-Zaydiyya	14
07	ride de courant	21
08	stratifications entrecroisées	22
09	litage oblique en mamelon	24
10	Les figures de charge	25

Table de matière

-SOMMAIRE.

-REMERCI.

-DEDICACE.

-RESUME.

-ABSTRACT

CHAPITRE PREMIER

Introduction	1
I- Présentation générale des Monts d'Ougarta.....	1
1-combrien	2
2-ordovicien	3
3-sulirien	4
4-divonien.....	5
4-1-divonien inférieur	5
4-2-divonien moyen	6
4-3-divonien supérieur.....	6
5-carbonifere	6
II-Historique des travaux effectués sur la Formation de Foug Ez Zeidiya.....	9
III-But et méthodologie de travail.....	11

CHAPITRE DEUSIEME

I-INTRODUCTION.....	12
1-Member inférieur.....	13
2-Member médian	13
3-Member supérieur	13
III-CONCLUSION	15

CHAPITER TROISEME

I.INTROUDUCTION.....	16
II.HYADRODYNAMISME.....	16
Faciès : les différents faciès rencontrés.....	16
B- Faciès des argiles	16
C- Faciès des grès	16
1-a)- Sous-faciès de grès à litages horizontaux.....	17
b)- Sous-faciès de grès à rides de courant	17
c)- Les couches massives	17
2- a)- Sous-faciès de grès à stratifications entrecroisées.....	18
b)- Sous-faces de grès à litages obliques en mamelon (Hummocky Cross Stratification, HCS)	18
c) - Les rythmâtes gradées (<i>Storm Graded Layers, SGL</i>).....	18
3-Les sous-faces à structures liées à des déformations syn-sédimentaires....	18
a)- Les figures de charge (<i>Load structures</i>)	18
C- Le faciès des Calcaires	19
ASSOCIATIONS DES FACIES	19
II- Les structures sédimentaires observées dans la série d'étude.....	20
II-1-Structures liées à un courant unidirectionnel	20
-Les litages horizontaux	20
Les rides de courant	20
II-2-Structure liée à courent bidirectionnel.....	21
1-Sratification entre croisé	21
3-Structure liée à courent multidirectionnel.....	23
1-liétage oblique ou mamelon (HCS)	23

2-Rythme gradée	24
4-Structure liée à un écoulement gravitaire.....	25
1- Figure de charge	25
5-Structure sédimentaire	26
Conclusion	26
Conclusion général.....	27
Les références bibliographiques.....	28