

N° d'ordre

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université d'Oran-2- MOHAMED BEN AHMED

Faculté des Sciences de la Terre et de l'univers

Département de Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade

Master II

Option : **Paléoenvironnement et Géodynamique des Bassins Sédimentaires**

Thème

**CARACTERISTQUES LITHOLOGIQUES ET MICROFACIES DU
FBV (EMSIEN TERMINAL-EIFELIEN) DU SECTEUR
CHAROUINE (TIMIMOUN, ALGERIE).**

Par :

Mr : HACHEMI Abdelmalek

Soutenu le : 29 / 09 / 2016 devant la commission d'examen :

Mr: BENDELLA M.	Maître de conférences A	Université d'Oran	Président.
Mr: OUALI MEHADJI A.	Professeur	Université d'Oran	Rapporteur.
Mr: BOUALEM N.	Maître-assistant A	Université d'Oran	Examineur.

N° d'ordre

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université d'Oran-2- MOHAMED BEN AHMED

Faculté des Sciences de la Terre et de l'univers

Département de Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade

Master II

Option : **Paléoenvironnement et Géodynamique des Bassins Sédimentaires**

Thème

**CARACTERISTQUES LITHOLOGIQUES ET MICROFACIES DU
FBV (EMSIEN TERMINAL-EIFELIEN) DU SECTEUR
CHAROUINE (TIMIMOUN, ALGERIE).**

Par :

Mr : HACHEMI Abdelmalek

Soutenu le : 29 / 09 / 2016 devant la commission d'examen :

Mr: BENDELLA M.	Maître de conférences A	Université d'Oran	Président.
Mr: OUALI MEHADJI A.	Professeur	Université d'Oran	Rapporteur.
Mr: BOUALEM N.	Maître-assistant A	Université d'Oran	Examineur.

Dédicace :

C'est avec un grand plaisir et une grande émotion que je dédie ce modeste travail :

*A mes très chers parents qui ont sacrifié leurs vies pour faire de moi l'homme que je suis. Que dieu le tout puissant le protège.

*A mes frère et sœurs.

*A tous mes amis du département de sciences de la terre, et de la cité universitaire.

A tous ceux qui m'ont connu de près ou de loin.

Abdelmalek

Résumé

Cette étude concerne une analyse lithologique et pétrographique du niveau FBV Ouali Mehadji 2004 l'équivalent de niveau coralligène (Le Maître, 1952) Djebel Hêche" Haci Feguaguira dans la région de Charouine, qui présente le passage de Dévonienne inférieure – moyen (Emsien -Eifélien).

Sur le plan lithologique, il s'agit d'un 8 m de niveau qui reformule la base de l'équivalent de la formation du Chafar-EL-Ahmar. Ce niveau est caractérisé par alternance marno – calcaire, les calcaires d'épaisseur centimétrique alternent avec des marnes / argiles schisteuses, grises à verdâtres d'épaisseur métrique à centimétrique.

La faune est présentée par un assemblage de faunes benthiques variées telle que les brachiopodes *Atrypa (Planatrypa) squamifera*, *Arduspirifer extensus-maturus*, *Schizophoria striatula*), bivalves, polypiers solitaires, orthocères, trilobites, bryozoaires, goniatites, gastéropodes et les crinoïdes. Cette faune est de l'Emsien supérieur à Eifélien inférieur.

Sur le plan microfaciès on marque une texture prise entre le mudstone et le wackestone, les éléments figurés sont représentés par les pellets et les bioclastes (de brachiopodes, goniatites, bryozoaires et des échinodermes), le ciment est présenté par un passage entre des plages micritiques, microsparitiques à sparitiques, beaucoup plus important que les éléments figurés qui indiquent le phénomène de "cementstones".

L'abondance de la faune, les marques pétrographiques (dismicrite, la présence d'Ankérite, fréquence de la pyrite, cemenstones, d'imprégnation de fer); c'est des indices favorables pour le phénomène de suintements froids.

Mots clés : Dévonien, Djebel Hêche, Charouine, lithologie, microfaciologique, pétrographique, FBV, coralligène, cementstones, dismicrite, suintements froids.

TABLE DE MATIERE

DEDICACE

AVANT PROPOS

RESUME

CHAPITRE I: GENERALITES

I- INTRODUCTION.....	1
II- CADRE GEOGRAPHIQUE.....	1
II-1- Cadre géographique général.....	1
II-2- Localisation et limites du secteur d'étude.....	1
III- CADRE GEOLOGIQUE.....	2
III-1- Cadre géologique général.....	2
III-2- Cadre géologique du secteur d'étude.....	5
IV- CADRE STRUCTURALE.....	7
V-APERCU HISTORIQUE SUR INPORTANTS TRAVAUX ET DES RECHERCHES :	7
VI- BUT ET METHODOLOGIE.....	9
VI-a- But de d'étude	9
VI-b- Méthode du travail.....	9

CHAPITRE II : LITHOSTRATIGRAPHIE

I- INTRODUCTION.....	11
----------------------	----

II- LOCALISATION DE LA COUPE.....	11
III- DESCRIPTION DE LA COUPE.....	12
IV- ATTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE.....	16
V- PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES.....	18

CHAPITRE III : SEDIMENTOLOGIE

I-INTRODUCTION.....	21
II-METHODE.....	21
III-LA CLASSIFICATION DES ROCHES CARBONATEES.....	21
III-1- LA CLASSIFICATION DE FOLK.....	22
III-2- LA CLASSIFICATION DE DUNHAM.....	22
VI-DESCRIPTION DES MICROFACIES.....	24
- PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES.....	26
VII-PHENOMENES DIAGENETIQUES.....	32
VIII- INTERPRETATIONS.....	36

CHAPITRE IV : CONCLUSION GENERALE

I-CONCLUSION GENERALE.....	40
II-REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....

I-INTRODUCTION :

Le Sahara Algérien est l'un des plus grands déserts du monde, cette étendue attire l'attention de plusieurs chercheurs géologiques qui reformule plusieurs travaux de différents âges, il existe beaucoup de découvertes qui sont datent plusieurs millions d'années, la faune et la flore y'étaient riche et variées, les falaises de tassili et les parois rocheux de la Saoura en témoignent.

Dans le Sahara algérien on distingue de l'Est ver l'Ouest trois provinces géologique : Sahara oriental, central et occidental, cette dernière occupé par l'ensemble des bassins de Tindouf, d'Abadla, la partie Ouest du bassin de Timimoune, la chaîne de l'Ougarta, la cuvette de Sbaa et le bassin de Reggane.

II-CADRE GEOGRAPHIQUE :

II-1- Cadre géographique général:

La chaîne de l'Ougarta est située au Nord du Sahara occidental algérien à environ 1000 km au Sud-Sud Est d'Oran, avec orientation Sud-Est /Nord-Ouest. Elle est s'étend sur 450km de long et sur 200 km de largeur, limitée par la Hamada du Guir et le bassin de Bechar au Nord, le bassin de Timimoune à l'Est, le bassin de Reggane au Sud, le bassin de Tindouf et la Hamada du Draa à l'Ouest (fig.1).

Cette chaîne est formée par deux faisceaux séparés par Erg Er-Raoui: le faisceau de la Saoura au Nord, caractérisé par la vallée de la Saoura, et le faisceau de la Daoura au Sud-ouest qui comporte le Khal Tabelbala, Djebel Ben Tadjine et les monts de la Daoura. Notre étude est située dans le faisceau de la Saoura, dans la région de Charouine (wilaya d'Adrar) et à proximité du Djebel Hêche.

II-2-Localisation et limites du secteur: « Djebel Hêche »

Le secteur d'étude s'intègre dans la partie occidentale du Djebel Hêche qui se situe à 18km au Nord du branchement de Charouine, 23 km Sud-ouest de la ville d'Adrar, par la route nationale n° 6 qui reliant Adrar à Bechar.

Ce secteur est limité au Nord par Erg Abd el Adhim et Djebel Hêche, à l'Est par Garret el Adeb et Garret M'feined, au Sud par Erg el-Atchan et la Hamada de Chammar, à l'Ouest par Sebkhha Fegaguira.

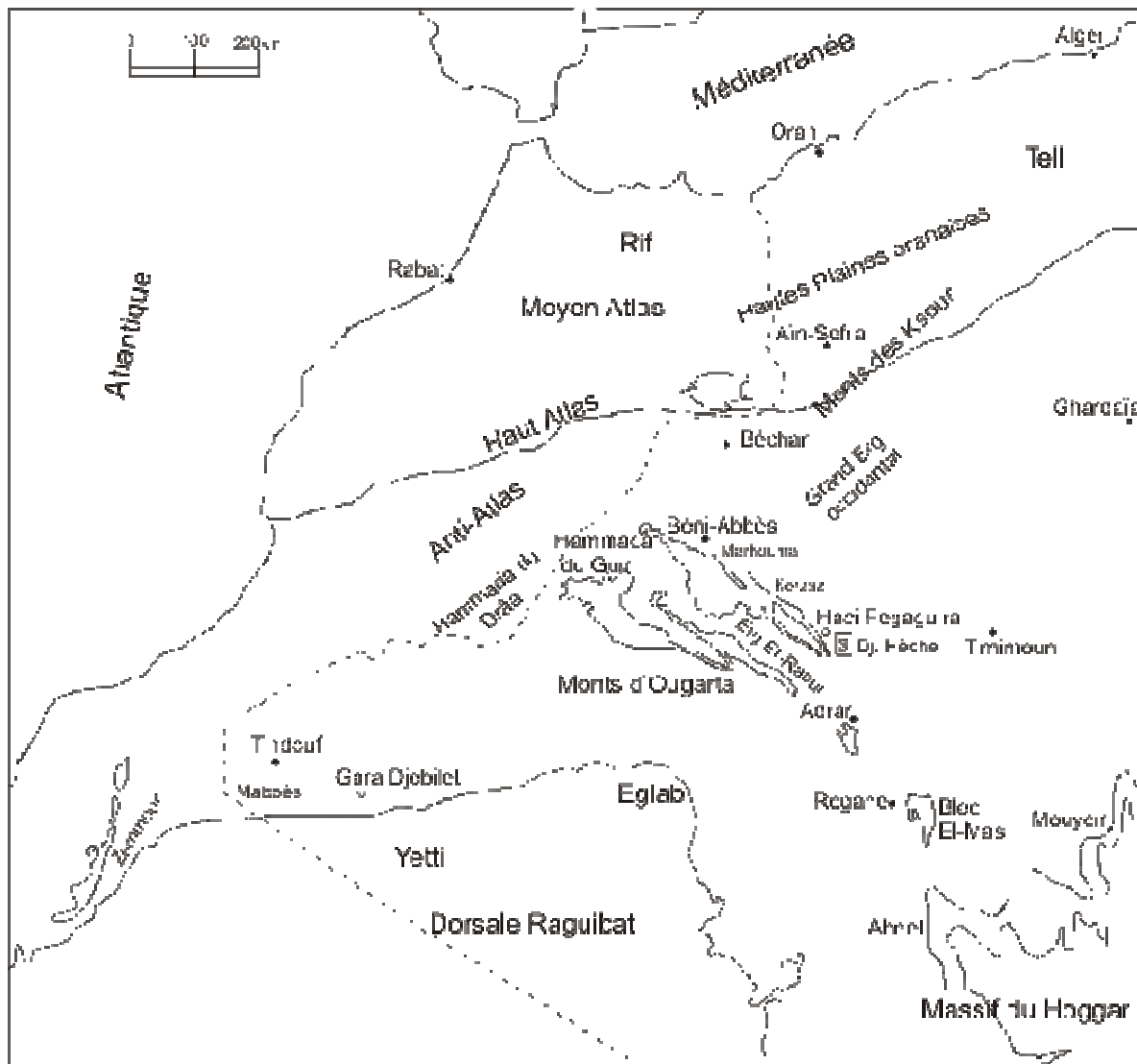


Fig. 1 . Localisation géographique de la partie occidentale et centrale de l'Algérie (Ouali Mehadji, 2004)

III-CADRE GEOLOGIQUE:

III-1- cadre géologique général :

Le Sahara est une région de la plateforme continentale typique, constitué par un soubassement antécambrien métamorphique, des terrains paléozoïques plus ou moins plissés et une couverture subhorizontale constituée de dépôts mésozoïques et cénozoïques auxquels s'ajoutent de vastes zones quaternaires et des massifs volcaniques récents. La mer paléozoïque fait son apparition dès l'infrcambrien dans le NW de la plateforme; et s'étend ensuite sur sa moitié occidentale, puis se retire au cours du Carbonifère moyen. Au secondaire, la grande transgression du mésocrétacé envahit largement le nord du Sahara central et oriental, puis, pendant le Tertiaire, la mer recule progressivement en direction du NE (Metchnikoff, 1930; 1994 ; Fabre, 1974 ; 2005).

La série paléozoïque affleure surtout sur le côté occidental de la région de Gourara qui comporte Djebel Hêche, représentée par d'épaisses séries caractérisées par une variation importantes d'épaisseurs et de faciès. (fig.2)

- Le Dévonien au Sahara est une période qui correspond à un cycle sédimentaire complet (Fabre, 1976), affleure dans l'Ougarta au Sud-ouest de la ville de Beni-Abbès et Sud-ouest de la ville de Charouine dans la région de Haci Fegaguira. Il est caractérisé par quater formations : formations détritiques parfois continentales du dévonien inférieur, formations avec une sédimentation marine argileuse et carbonatée (Dévonien moyen) et se termine par une sédimentation sableuse du dévonien supérieur.

- Dévonien inférieur : formé par quatre formations, la formation de Zeimlet, la formation de Saheb el Djir, la formation du Dkhissa et la formation de Teferguenite (Legrand, 1966 ; 1977).

-la formation de Zeimlet (120m) : est constituée par des barres de grès micacés, séparées par des combes argileuses et de lentilles de calcaires

bioclastiques, à coquilles de trilobites, de bivalves, de brachiopodes et d'articles de crinoïdes. L'âge Lochkovien est retenu pour cette formation (Fabre, 1974 ; Legrand, 1977 ; Boumendjel et al, 1997).

- la formation de Saheb el Djir (220m): est caractérisée par une sédimentation argileuse, interrompue par quelques bancs de calcaires bioclastiques. Legrand (1965 ; 1967 ; 1977) a proposé Lochkovien inférieur-supérieur.

- la formation du Dkhissa (420m) : définie par Bastien (1967), elle est matérialisée par une alternance argilo-gréseuse avec la présence de niveaux calcaires à entroques, à coquilles de bivalves, brachiopodes, trilobites et orthocères. Boumendjel et al (1997) ont proposé l'âge Lochkovien supérieur – Praguien à partir de chitinozoaires.

- formation de Teferguenite (400m) : Cette dernière formation débute par une barre calcaire "A"(= Muraille de chine) et se termine sous le niveau coralligène de Le Maître (1952), équivalent du niveau à faune benthique variée "FBV" de Ouali Mehadji (2004).

Cette formation est subdivisée en deux membres. Le membre inférieur est marqué par la succession de trois barres calcaires entroquitiques A, B et C à Orthocères, séparées par des combes argileuses à passées gréseuses. Au dessus de la barre C, affleure le membre supérieur, constitué par une alternance irrégulière d'argile (à passées silteuses, gréseuses et calcaires) et de calcaire. Ces calcaires renferment des tiges et articles de crinoïdes ainsi que des coquilles de bivalves, d'orthocères, de trilobites et de brachiopodes. Le Maître (1952) et Fabre (1976) ont proposé un 'âge Emsien. Le membre inférieur serait Praguien terminal à Emsien inférieur alors que le membre supérieur serait de l'emsien supérieur (Boumendjel et al, 1997 ; Ouali Mehadji et al, 2010).

- Dévonien moyen (220m): caractérisé par une seule formation, la formation du Chafar-El-Ahmar qui est formée par une sédimentation argilo-

calcaire avec quelques apports de grès, et débutant par une alternance calcaro-argileuse riche en faune (polypiers, trilobites, brachiopodes).

- Dévonien supérieur : c'est une série épaisse, formée par des argiles, des calcaires et des grès, commencé par des calcaires griottes, qui sont des calcaires bioturbés et noduleux riche en goniatites. La partie sus-jacente est matérialisée par une prédominance des argiles avec des bancs de grès. Cette alternance irrégulière d'argiles, de calcaires griottes et de grès, constitue la formation de Marhouma.

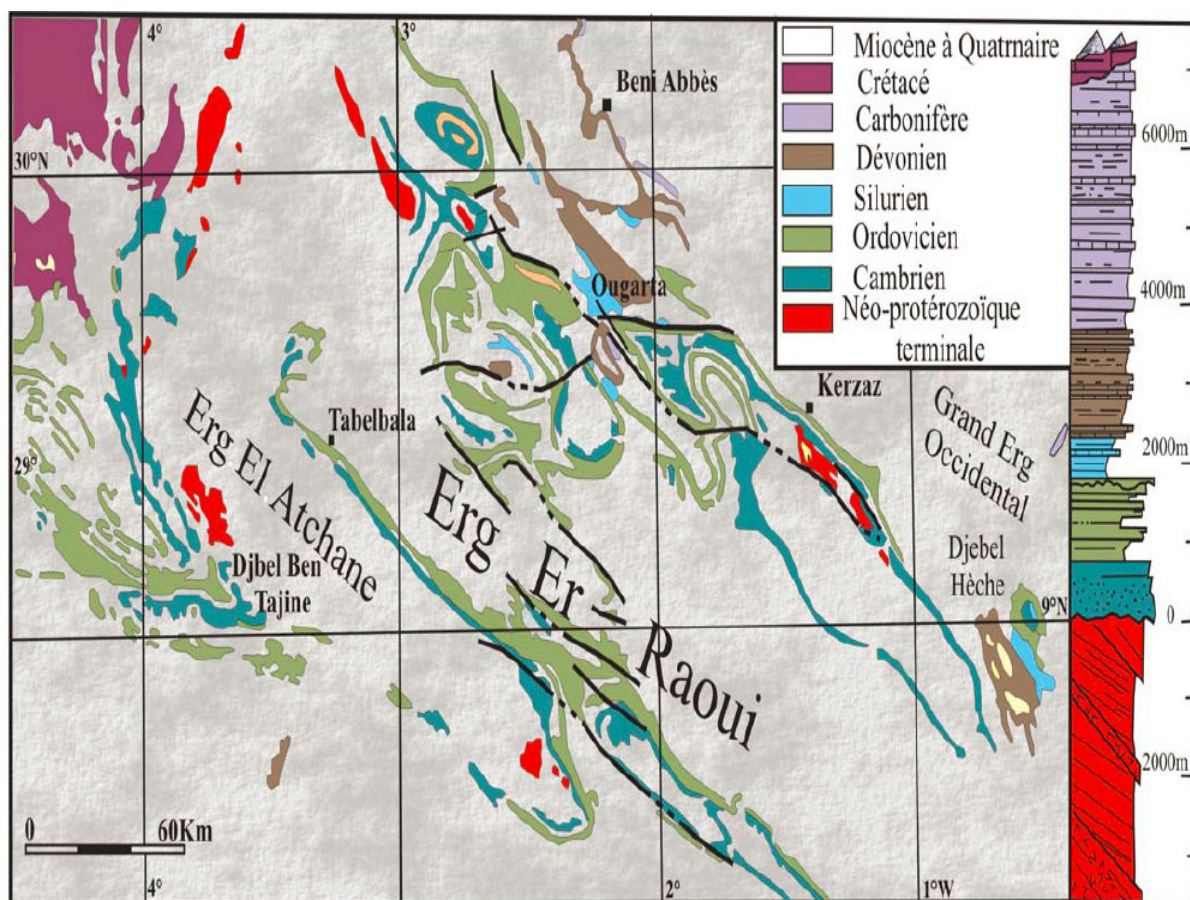


Fig. 2 : Cadre géologique des Monts d'Ougarta (Ghienne et al, 2007).

III-2-Cadre géologique du secteur d'étude :

Le secteur d'étude s'inscrit dans la partie SSW du Djebel Hèche. Ce dernier est un relief à l'extrémité méridionale de la chaîne d'Ougarta, dans ce secteur affleure le passage Dévonien inférieur et moyen présenté par le niveau du "FBV". Le Dévonien inférieur montre une épaisseur de 1160 m. La partie

terminale est occupé par un faciès argilo-gréseux et terminé par la barre " D "; c'est une barre gréseuse plus épaisse. Le Dévonien moyen a faible distance présenté par un faciès argilo-calcaire.

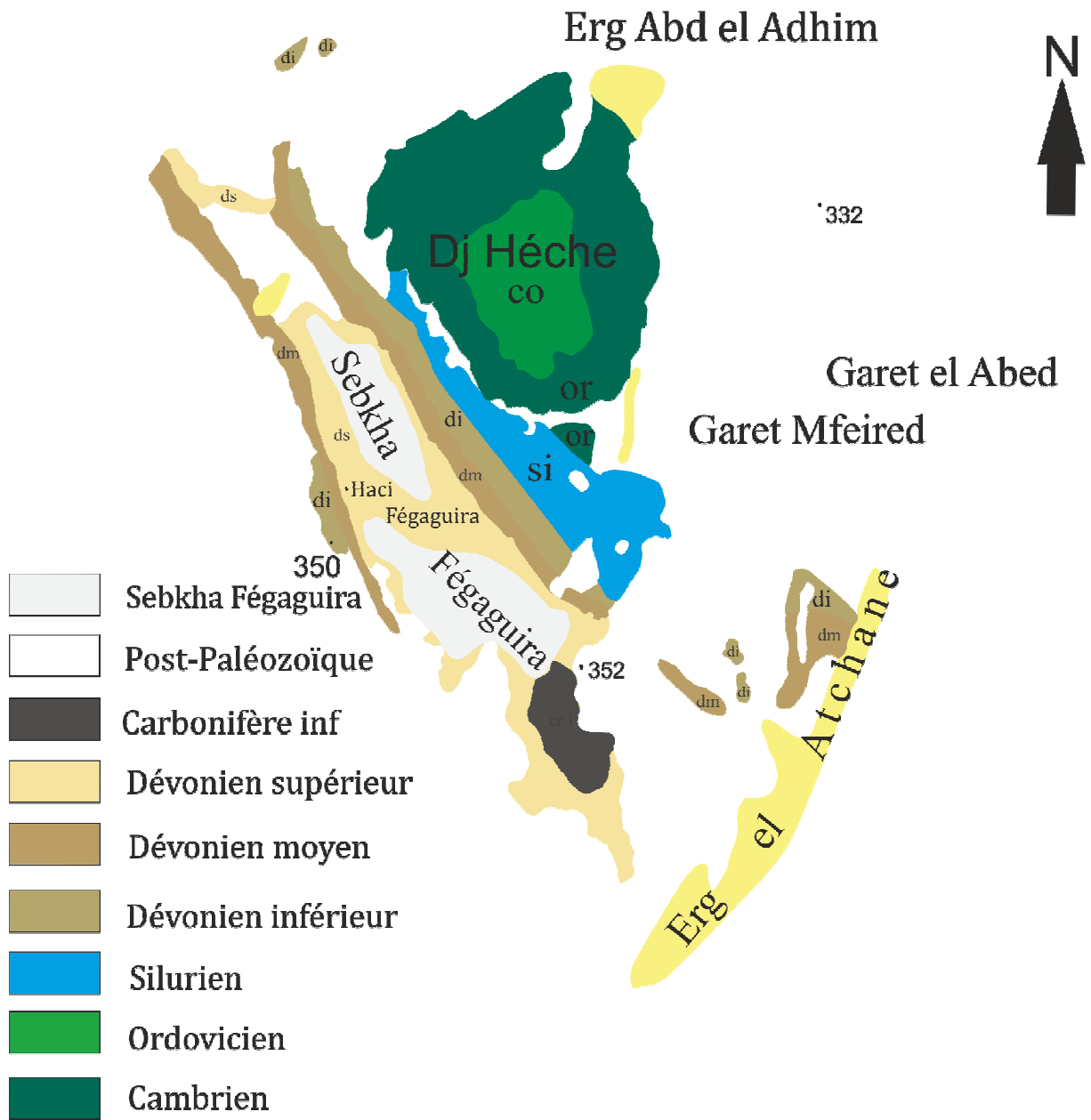


Fig.3: Affleurements géologiques du Djebel Hèche (extrait de la carte 1/ 500 000 de Kerzaz, 1952)

IV- Cadre structural :

Donzeau en 1971-1974 a étudié la structurale des monts d'Ougarta qui présente un ensemble paléozoïque avec un substratum anté-cambrien. Sous l'influence du plissement en anticlinaux et synclinaux de direction Nord-Ouest / Sud-Est il a y deux grandes structures :

1-Les Failles : Donzeau (1971 ; 1974 ; 1983) a distingué trois grandes familles de failles de directions différentes :

A- les failles de direction Nord-est / Sud-ouest : Elles constituent la jonction entre l'Anti-Atlas marocain et l'aulacogène ougartien.

B- les failles de direction Nord-Ouest / Sud-Est : Elles sont à l' origine de l'orientation des monts d'Ougarta.

C- les failles de direction Est / Ouest.

2-Les plis : dans le centre du faisceau de la Saoura, les plis sont disposés en dôme et bassin (anticlinaux et synclinaux). Le faisceau de la Daoura est caractérisé par un vaste synclinal d'axe Est-Ouest qui se courbe plus tard vers le Nord-Ouest.

V-APERCU HISTORIQUE SUR INPORTANTS TRAVAUX ET DES RECHERCHES :

Flamand (1896 ; 1899) a établi la première découverte géologique sur le Saoura ; plusieurs notes furent éditées entre 1900 et 1905 jusqu'à 1911 où il a présenté sa thèse.

Gautier (1903-1906) a réalisé un travail sur la géographie du Sahara Nord, occidentale et la géologie de la Saoura, du Gourara, et du Touat.

Menchikoff (1930 ; 1932 ; 1933) a montré que cette chaîne de montagne a été régulièrement plissée et affectée par des mouvements hercyniens.

Menchikoff (1930-1957) a défini les grandes lignes de l'histoire géologique du

Sahara algérien occidentale.

Gevin en 1952 a présenté la carte géologique au 1/2000 000 du Sahara occidental au XIXème congrès géologique international tenu à Alger.

Le Maître (1952) étudia en détail les faunes (Brachiopodes et Polypiers) du Dévonien Inférieur et moyen.

Petter (1959) a étudié les Goniatites du Dévonien du Sahara.

Legrand (1962 ; 1966 ; 1967 ; 1968 ; 1981 ; 1983 et 1985) a présenté une étude sur la transgression silurienne, en affirmant -partiellement- la liaison de la transgression avec la fonte des glaces.

Aliev et al (1972) ont réalisé une synthèse stratigraphique sur les terrains paléozoïques du Sahara algérien.

Fabre (1976) présenta une synthèse sur les événements survenus dans le Sahara algérien au cours des temps géologiques.

Guessal (2002) a effectué une étude stratigraphique et sédimentologique de la formation de Teferguenite (Emsien) au niveau de la coupe d'Erg El Djemel, et la coupe de Haci Feguaguira.

Ouali Mehadji (2004) thèse du doctorat, a présenté une étude lithostratigraphique et sédimentologique du FBV de la Saoura, passage Emsien / Eifelien (coupe km30, Erg El Djemel et Haci Feguaguira), accompagnée par une étude paléontologique et paléoécologique concernant les brachiopodes récoltés au sein de ce niveau, et l'établissement d'une comparaison du FBV de la Saoura par rapport à d'autres bassins du Sahara occidental (bassin de Tindouf, Ahnet, Zemmour et l'Anti-Atlas), afin de confirmer la présence du caractère transgressif dans ce niveau.

Ghienne et al (2007) ont présenté un travail sur le Cambrien et l'Ordovicien de l'Ougarta en mettant en exergue la transgression du Paléozoïque inférieur qui a touché la partie nordique du Gondwana.

VI-BUT ET METHODOLOGIE :**a-But d'étude :**

Ce travail est consacré à l'étude lithologique et pétrographique (lame mince) des intervalles calcaires du « **FBV** » dans le secteur de Haci Fegaguira, Djebel Hêche (Monts d'Ougarta), région de Charouine.

b-Méthode de travail :**- Sur le terrain :**

D'abord, la localisation de la coupe dans la région d'étude puis la recherche du meilleur affleurement pour un levé de coupe géologique, détaillée banc par banc. Cette coupe est appuyée par plusieurs échantillons systématiques des faunes dégagées, surtout « les brachiopodes » récoltés sur terrain et des prises de photos.

- Au laboratoire :

L'observation microscopique des échantillons nécessite la réalisation des lames minces. Sa préparation passe par trois étapes principales : le sciage de la roche, le collage d'un échantillon sur une lame de verre, la réalisation de la lame mince proprement dite par usure de l'échantillon.

1-Le sciage de la roche :

Il est réalisé à l'aide d'une scie circulaire diamantée. Deux coupes parallèles espacées d'environ 1 cm permettent de détacher une plaque de roche dans laquelle on découpe enfin un fragment ayant une taille d'un morceau de sucre.

2- Le collage sur lame de verre :

L'une des faces du "morceau de sucre" est aplanie à l'aide d'un tour à plateau horizontal par usure avec un abrasif. Cette face rectifiée est alors collée sur une plaque de verre.

3- La réalisation d'une lame mince :

Le fragment de roche collé sur la lame est à nouveau découpé à la scie diamantée pour réduire son épaisseur à 2 mm environ. Il faut ensuite amincir encore cette section manuellement à l'aide d'abrasifs. En fin d'opération, le contrôle avec un microscope polarisant le parallélisme des faces et l'épaisseur de la préparation qui doit être de 30 μm . A cette épaisseur, la plupart des minéraux sont transparents à la lumière et ils peuvent être étudiés sous un microscope.

Ce travail correspond à une analyse descriptive de 06 lames minces examinées au microscope polarisant. Cela permet de définir la phase allochimiques (éléments figurés), la phase orthochemique (ciments) et enfin la texture (Folk, 1959, Dunham, 1962 et Flugel, 2010). Cette analyse est suivie par la prise des photos illustratives pour établir des planches montrant les différents facies.

Lithologie:		La faune:	
	grès		Trilobites
	calcaire		Brachiopodes
	argile		Tiges de Crinoïdes
			Polypier solitaire
			Gastéropodes
			Orthocères
 Abréviations des termes utilisés:			
Ech:	Échantillon	For:	Formation
lame:	Lame mince	Mem:	Membre
Nive:	Niveau		

Fig. 04 -Liste des figurés et symboles utilisés.

I-INTRODUCTION :

Notre travail a pour but, l'étude lithologique du niveau à faune benthique variée " FBV " de Ouali Mehadji (2004) équivalent du niveau coralligène (Le Maître, 1952) de l'Emsien supérieur-Eifelien inférieur (Boumendjel et al., 1997 ; Ouali Mehadji, 2004). Ce travail est basé sur une coupe levée dans la région de Charouine "Djebel Hêche " Haci Feguaguira qui fait partie de la chaîne de l'Ougarta, pour une description détaillée et une recherche d'un faciès particulier. Il s'agit donc de décrire les caractéristiques lithologiques et une étude des microfaciès complétés par le contenu faunistique.

II-LOCALISATION DE LA COUPE :

La coupe a été levée au niveau de la région de Charouine "Djebel Hêche" Haci Feguaguira, à environ 23 km au Sud-ouest du village, 18 km au Nord du branchement de Charouine, traversé par la route nationale n° 6 qui relie Adrar à Bechar, orientée SSW-NNE. (Fig. 04)

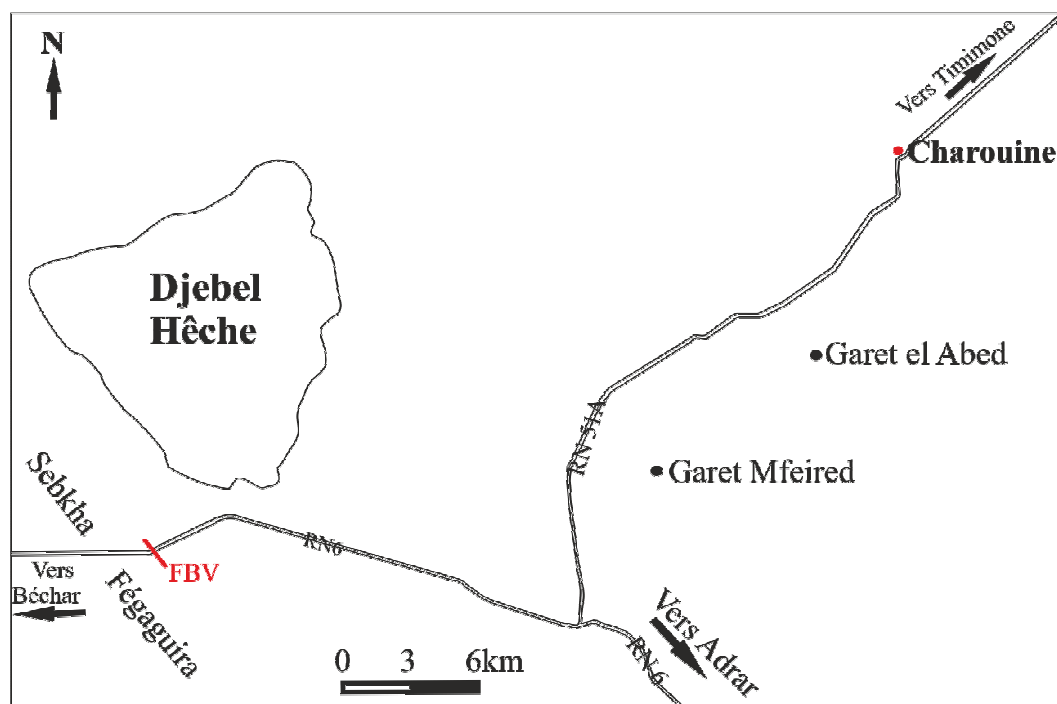


Fig. 04 -Localisation de la coupe du secteur d'étude.

III- DESCRIPTION DE LA COUPE :

La coupe de Haci Fegaguira, se distinguent par deux formations : la formation de Garet Mfeïned et la formation de Garet El Adeb (objet de cette étude). La première est d'âge lochkovien – Emsien inférieur. La formation adjacente marque l'intervalle Emsien inférieur – Eifelien. Elle est composée de deux membres : un membre inférieur argilo-gréseux et un membre supérieur argilo-calcaire (Messaoudi, 2008).

La coupe levée débute au dessus de la barre de grès ; c'est une barre gréseuse plus épaisse d'âge Dévonien inférieur (Emsien supérieur) à partir de *Paraspirifer cultrijugatus* (Messaoudi, 2008). Elle est représentée par une alternance argilo-calcaires, composée par huit bancs : elle débute par un banc de grès puis sept bancs de calcaire ; le plongement des couches se fait vers le SSW et le pendage peut atteindre 75° dans les calcaires, de même pour les passées de grès.

Cette coupe se présente sous forme d'une combe argileuse, de 8 m d'épaisseur, de couleur verdâtre à grisâtre et d'aspect feuilleté ; à l'intérieur de cette combe, on remarque des intercalations de passées gréseuses qui sont parfois friables, plus au moins indurées, de couleur rougeâtre à blanchâtre à la patine, marron à la cassure, et parfois des passées ferrugineuses ne dépasse pas 1cm avec couleur marron foncé formé par des grains très fin constitués de micas. Ce dernier constitue l'échantillon Ech1 (Fig. 05).

Dans les deux derniers mètres de cette combe, on a un banc de grès calcaire à brachiopodes de différentes tailles, de 0,10 m d'épaisseur, de couleur marron à la patine et grisâtre à la cassure ; ce banc d'aspect massif, composé par des grains moyen. Ce banc a livré l'échantillon Ech2.

Au dessus de cette combe d'argile, nous signalons des niveaux de calcaire de 0,10 à 0,50 m d'épaisseur, renfermant une faune diversifiée. Les bancs sont généralement bien stratifiés. Il y a sept niveaux, respectivement :

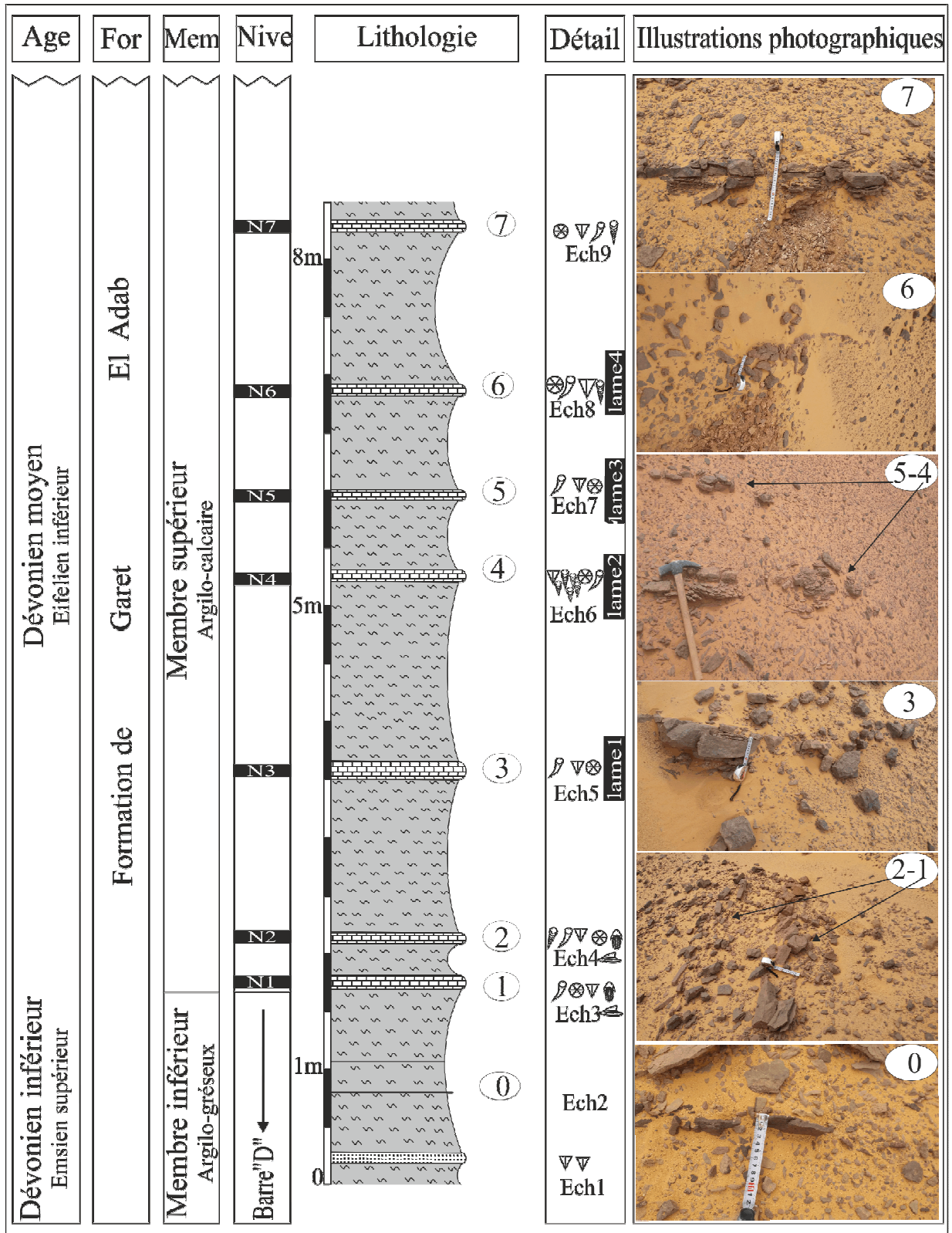


Fig. 05 -La coupe lithologique de "FBV" de Charouine "Djebel Hêche".

Niveau 1 : caractérisé par un banc de calcaire rougeâtre à la patine et grisâtre à la cassure, de 0,12 m d'épaisseur, bien stratifié, avec une base irrégulière. Il se présente en forme de plaquettes au début, puis d'aspect massif. Il comporte une diversité de faune telles que les tiges de crinoïdes, polypiers solitaires, des gastéropodes, quelques trilobites et des brachiopodes, avec des moules internes bien conservés (PL.I, ph 1 et 2). Ce niveau a livré l'échantillon Ech 3.

Niveau 2 : ce niveau est représenté par un banc de calcaire de couleur grise à gris clair, de 0,10 m d'épaisseur, d'aspect massif et surmonté par une petite couche mince irrégulière. Il renferme des empreintes de brachiopodes de tailles différentes, des polypiers solitaires, des gastéropodes, des tiges de crinoïdes, de rares trilobites et de petits cône Orthocères (PL.I, ph 3). Ce niveau a livré l'échantillon Ech 4.

Niveau 3 : constitué par un banc de calcaire de couleur grisâtre, de 0,17 m d'épaisseur, bien stratifié, dur et massif, surmonté par une petite plaquette, moins riches en faunes par rapport aux niveaux précédents. On rencontre des brachiopodes, des tiges de crinoïdes et des polypiers solitaires, tous de petites tailles (PL.I, ph 4). Ce niveau a livré l'échantillon Ech 5.

Niveau 4 : c'est un banc de calcaire bioclastique stratifié et parfois pseudo-noduleux latéralement, de couleur grise à gris foncé, de 0,10 m d'épaisseur. Il est caractérisé par l'abondance des Orthocères de petites tailles (PL.I, ph 5), tiges de crinoïdes, des polypiers, des brachiopodes de différentes tailles. Ce niveau a livré l'échantillon Ech 6.

Niveau 5 : calcaire parfois pseudo-noduleux de 0,08 m d'épaisseur, de couleur grise clair, caractérisé par la présence de plaquettes à la base et au sommet, avec une faible diversité de faunes , l'abondance d'empreintes de

brachiopodes, des polypiers solitaires et des tiges de crinoïdes (PL.I, ph 6). Ce niveau a livré l'échantillon Ech7.

Niveau 6 : formé par des calcaires, de 0, 10 m d'épaisseur, de couleur grisâtre et dans certains endroits devient marron à rougeâtre, d'aspect massif et caractérisé par une diversité de faune à brachiopodes bien développés avec des moules internes bien conservés (PL.I, ph 7), il y a aussi des polypiers et quelques des Orthocères. Ce niveau a livré l'échantillon Ech 8.

Niveau 7 : il correspond à un banc de calcaire, de 0,11 m d'épaisseur, variant latéralement, de couleur grise à gris foncé par endroits, en forme de plaquettes parfois ferrugineuses. On a récolté dans ce banc plusieurs brachiopodes, des polypiers solitaires, des Orthocères, des tiges de crinoïdes, tous bien développés et avec des moules en bonne état de conservation (PL.II, ph 8). Ce niveau a livré l'échantillon Ech 9.

IV-ATTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE :

A partir de l'observation des échantillons de notre coupe, nous avons signalé la présence d'une association de fossiles principalement les brachiopodes (coquilles et moulages) parfois indéterminables.

D'après la détermination qui a été faite par Mr Ouali Mehadji, nous avons mentionné l'existence de 3 espèces qui sont :

- *Arduspirifer extensus-maturus* : 5 exemplaires + une valve. (PL.II, ph 9)
- *Atrypa (Planatrypa) squamifera* : 3 exemplaires. (PL.II, ph 10)
- *Schizophoria striatula* : 12 exemplaires. (PL.II, ph 11)

Ces espèces ont déjà été signalées par Ouali Mehadji (2004) avec les caractéristiques suivantes :

1- *Arduspirifer extensus-maturus* :

-2004. *Arduspirifer extensus-maturus* ; Ouali Mehadji, p. 112, Pl. 2, Fig. 5a-d.

Répartition stratigraphique : Emsien supérieur -Eifelien inférieur.

2- *Schizophoria striatula* :

-2004. *Schizophoria striatula*, Ouali Mehadji, p. 163, Pl. 3, Fig. 14a-c ; 15a-c.

Répartition stratigraphique : Emsien à Eifelien inférieur.

3-*Atrypa (Planatrypa) squamifera* :

2004. *Atrypa (Planatrypa) squamifera* (Schnur, 1853) ; Ouali Mehadji, p. 73, Pl.

1, Fig. 1a-b.

Répartition stratigraphique : Emsien supérieur – Givétien.

Donc à partir de cette détermination, les niveaux d FBV de la région de Charouine "Djebel Hêche" serait du passage Emsien supérieur - Eifelien inférieur.

Planche I

1 et 2- Des moules internes bien conservés a grand tailles.

3- Des moules internes de tailles différentes.

4- Empreintes des faunes a petites tailles.

5- L'abondance des Orthocères de petites tailles.

6- Calcaire à faible diversité faunistique avec abondance d'empreintes.

Planche I

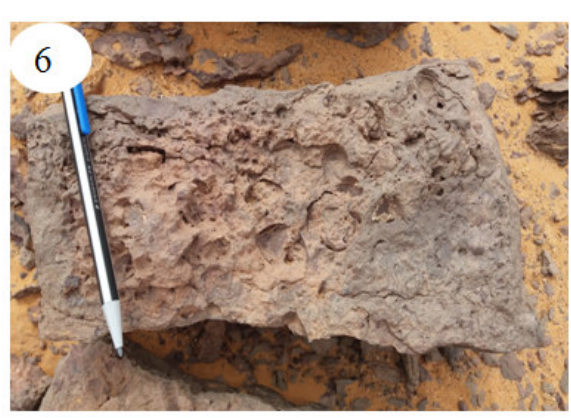
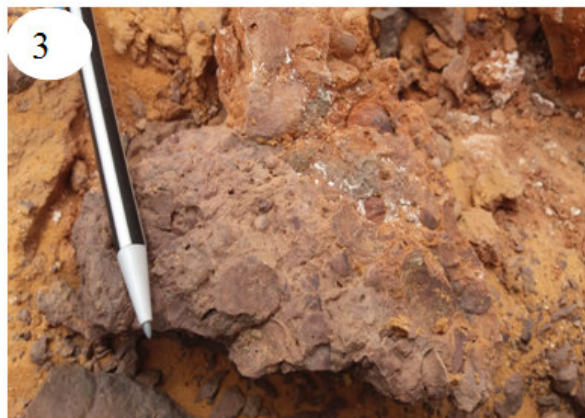
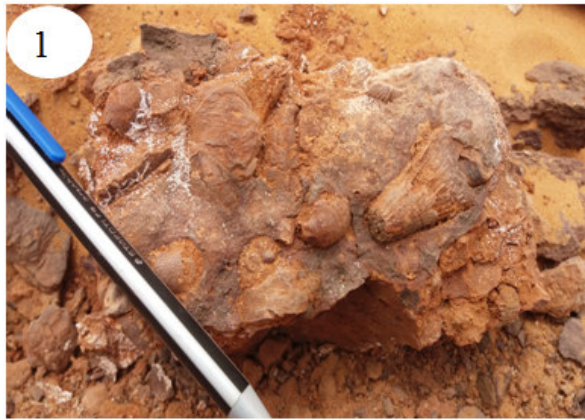


Planche II

7 et 8- Les faunes bien développées avec des moules internes bien conservés.

Les brachiopodes :

-Photo n°9 : *Arduspirifer extensus-maturus*

a : vue dorsale, b : Vue ventrale, c : vue postérieure, d : vue antérieure, e : vue profil.

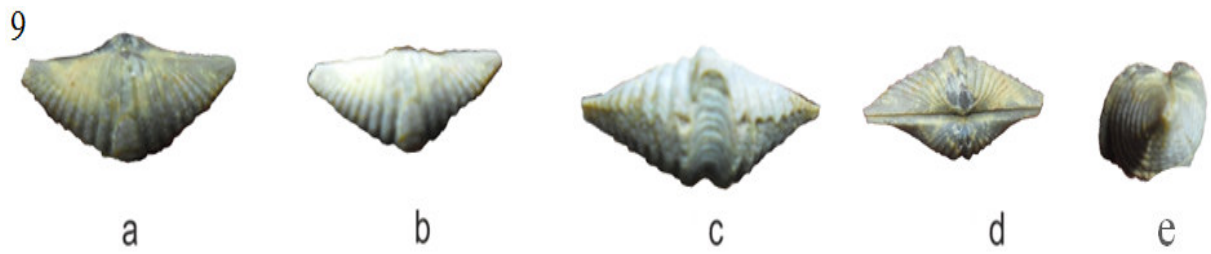
-Photo n°10 : *Atrypa (Planatrypa) squamifera*

a : vue dorsale, b : Vue ventrale, c : vue postérieure, d : vue profil.

-Photo n°11 : *Schizophoria striatula*

a : vue dorsale, b : Vue ventrale, c : vue postérieure, d : vue profil.

Planche II



LES ABREVIATIONS :

Bio : bioclastes

Bra : brachiopode

Bry : bryzoaire

Cim : ciment

Di : dismicrite

Gon : goniatite

Gr : graine

Imp : imprégnation

Mi : micrite

Mi spa : microsparite

Pel : pellète

Spa : sparite

I-INTRODUCTION :

Les carbonates marins sont principalement biogéniques. La production carbonatée dépend par conséquent au moins en partie du cadre de vie des organismes producteurs, essentiellement contrôlé par les conditions physico-chimiques de l'océan comme la température, la salinité, la profondeur, le substrat, la turbidité, l'agitation de l'eau et l'apport de nutriments. Les faciès sédimentaires résultent des variations indépendantes ou interdépendantes de l'ensemble de ces facteurs.

La découverte de faciès de type *cemenstone* (sensu Flügel, 2010) dans le niveau FBV du « km 30 » (Ouali Mehadji, inédit), nous a poussé à étudier le microfaciès des strates équivalentes (et contemporaines) au FBV de la Saoura dans la région de Charouine, pour rechercher ce type de faciès et le localiser (extension stratigraphique et géographique), afin de passer à un autre niveau d'investigation et de rechercher les causes diagénétiques des recristallisations (précoces vs tardives).

II-METHODE :

L'analyse faciologique est destinée à la reconstitution des paléoenvironnements sédimentaires et des conditions diagénétiques. L'étude microscopique des 4 échantillons sera basée sur : la nature des éléments figurés, leur distribution et leur classement, le ciment et la matrice, les structures sédimentaires, la texture, l'orientation des éléments, les phénomènes diagénétiques.....etc.

III-LA CLASSIFICATION DES ROCHES CARBONATEES :

Les microfaciès décrits seront ensuite classés et nommés en utilisant les deux classifications connues celle de Folk (1959) (Fig.6) et de Dunham (1962) (Fig. 7), et complétée par Flügel (2010) "Microfaciès of Carbonate Rocks".

III-1- LA CLASSIFICATION DE FOLK :

Elle tient compte des éléments de caractérisation tels que les principaux constituants des roches sédimentaires qui sont les Allochèmes ou les éléments figurés (bioclaste, intraclastes, oolites, pelletoides, minéraux non carbonatés) et la phase de liaison entre eux ou Orthochèmes (ciment, matrice). Le nom de la roche est alors composé d'un préfixe en rapport avec le type d'allochèmes dominant (bio, pel, oo, intra) et d'un suffixe relatif à la phase de liaison (sparite, micrite).



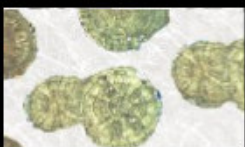
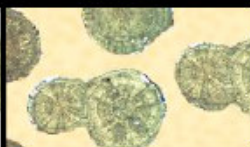
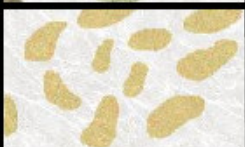





Principaux allochems	Ciment carbonaté sparitique		Matrice carbonatée Microcristalline (micrite)	
Grains Sq (bioclastes)	Biosparite			Biomicrite
Ooïdes	Oosparite			Oomicrite
Péloïdes	Pelsparite			Pelmicrite
intraclastes	Intrasparite			Intramicrite
Calcaire formé sur place	Biolithite			Dismicrite

Fig.6: classification des roches carbonatées selon Folk (1959)

III-2- LA CLASSIFICATION DE DUNHAM (1962) :

Elle prend en considération l'agencement des composants de la roche qui reflète généralement la texture originelle. Elle permet d'apprécier de façon relative l'hydrodynamisme du milieu de dépôt. La classification proposée par Dunham (1962) tient compte de la présence ou de l'absence de boue carbonatée

et de la disposition jointive ou non jointive des grains. Cette classification est basée sur trois critères essentiels qui sont :

- La présence ou l'absence de la boue carbonatée (boue = particules inférieures à 20 µm).
- La proportion de grains présents dans la roche, les grains étant les éléments de taille supérieure à 20 µm.
- La disposition (jointifs = *grain supported*) ou (non jointifs = *mud supported*) de ces grains.







	Mudstone	Grains <10%	Mud-supported (grains non-jointifs)	Présence de boue carbonatée (particules < 30 µm) (micrite > 5%)	Composés originaux non liés organiquement durant le dépôt
	Wackstone	Grains >10%			
	Packstone	Grains jointifs			
	Grainstone	Grains jointifs		Boue Absente (m. < 5%)	
	Boundstone (construite)	Composés originaux liés organiquement durant le dépôt			
	Calcaire recristallisé				

Fig.7:classification des roches carbonates selon Dunham (1962).

Dans la définition du terme “Cemenstone” (Flügel, 2010, p. 342) *Cementstone – (a) Reef limestones composed of >50% spar of early and late diagenetic as well as neomorphic origin (*Fagerstrom 1987). The cement volume may exceed that of organic framework or internal sediment.* [= Cementstone - (a) calcaires récifaux composés de > 50% de calcite diagénétique

précoce et tardive, ou encore d'origine néomorphique (* Fagerstrom 1987). Le volume de ciment peut excéder celui de la charpente organique ou des sédiments internes].

*(b) Limestones composed almost totally of fibrous cement (commonly replaced and/or recrystallized), in which grains or in-situ biogenic material does not constitute a framework (*Wright 1992). Describes as diagenetic fabric! [= Calcaires composés presque entièrement de ciment fibreux (communément remplacés et / ou recrystallisés), dans lesquels les grains ou matériau biogène *in situ* ne constitue pas une charpente (* Wright, 1992). Décrit comme charpente diagénétique].*

Parmi les critères d'identification des structures liées aux suintements froids (cold seeps), le faciès de type cemenstone y figure. Le ciment peut être volumétrique ou constituer des roches formées exclusivement de carbonate authigénique (Flügel, 2010, p. 857).

VI-DESCRIPTION DES MICROFACIES :

Cette étude est axée sur l'analyse des lames au microscope polarisant à partir des échantillons prélevés aux niveaux des calcaires.

-LAME 1 :

Pellets et plages micritiques (pellemicrite) avec par endroits des plages microsparitique et sparitique. La couleur grise à noire (LN) sombre en LP suggère soit une forte imprégnation en pyrite soit une teneur élevée en matière organique.

Le phénomène de recristallisation ou la sparitisation présente la transformation de la micrite vers le sparite en passant par la microsparite. Certaines inclusions micritiques pourraient correspondre à des reliques de micrite (PL.III, B). Nous avons noté aussi une imprégnation de sidérite (Fe CO_3) avec couleur rouge foncé à marron (PL.III, A).

-LAME 2 :

L'analyse microscopique de lame2 a révélé une texture biopelsparite contenant 40 % des bioclastes de taille variée, et mal classés (PL.III, C, D), représentés par goniatites à remplissage microsparitique à sparitique (PL.III, E, F), des terriers et des brachiopodes avec remplissage la sparite ou encore parfois

par la micrite (PL.IV, A, B). On observe la présence de petits orthocères et de bryozoaires.

La phase de liaison montre des plages de micrite et de sparite (dismicrite). On note aussi la présence de rhomboèdres de dolomites ferrugineuses (ankérite) à faces nettes (euhedrales) à l'intérieur d'un remplissage d'une coquille de goniatices et de bryozoaires avec l'imprégnation de sidérite (Fe CO_3) (PL.IV, C, D), quelques plaques d'échinodermes enrobés à leurs bordures de micrite (*grains coated*) (PL.IV, E) et quelques rares oolithes diagénétiques (oolithisatin) (PL.IV, F).

Il y a aussi des laminations sparitiques séparés par des films micritiques (stromatolithes ?) (PL.V, A, B).

On signale aussi l'existence de la dissolution de coquille d'un orthocères et des brachiopodes. (PL. V, C, D). La texture correspond à un *wackestone* à bioclastes grossiers.

Planche III

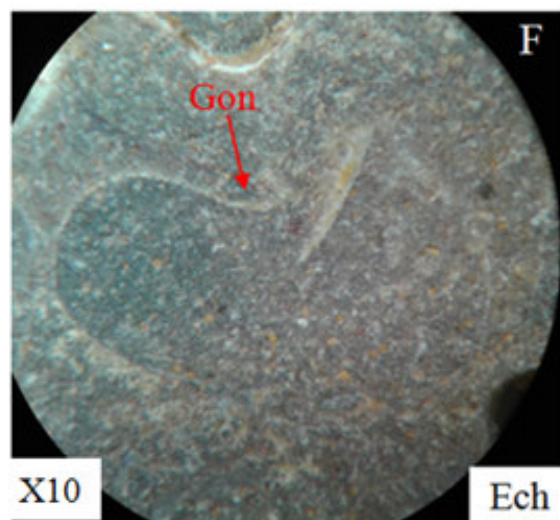
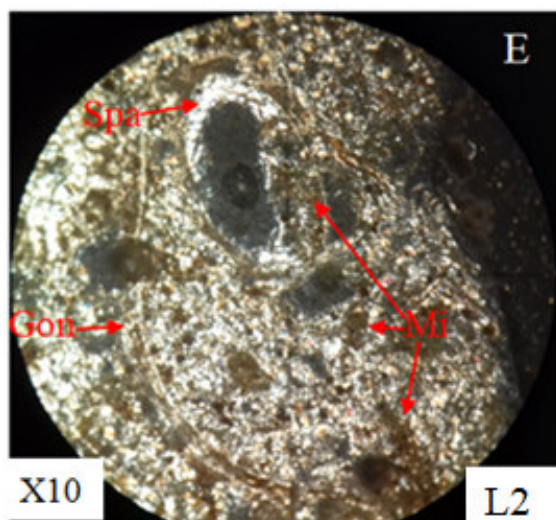
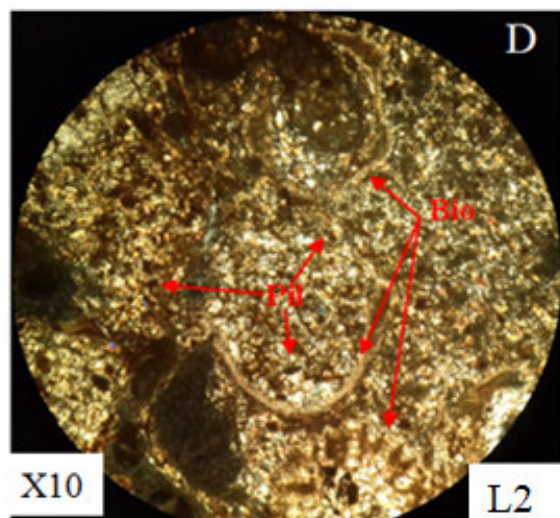
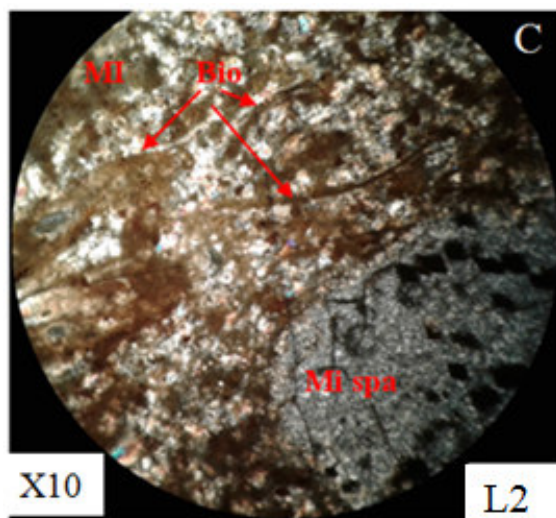
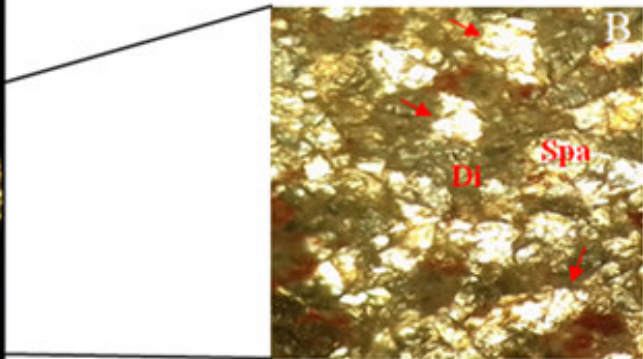
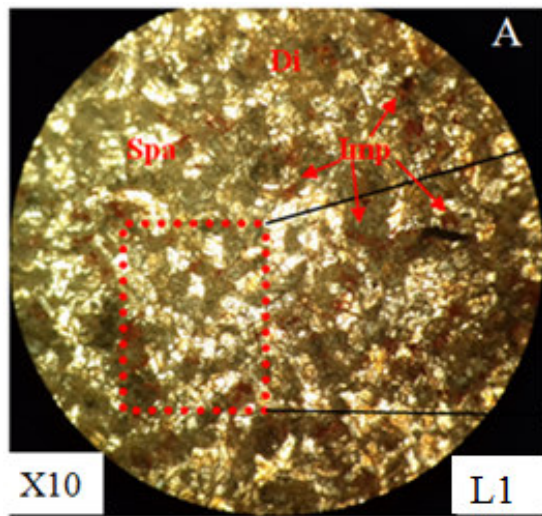
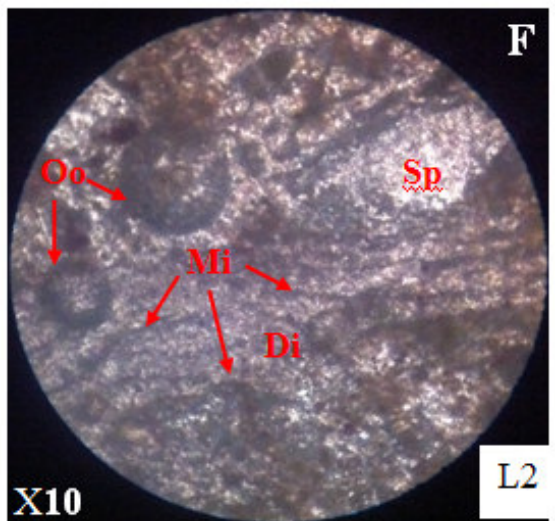
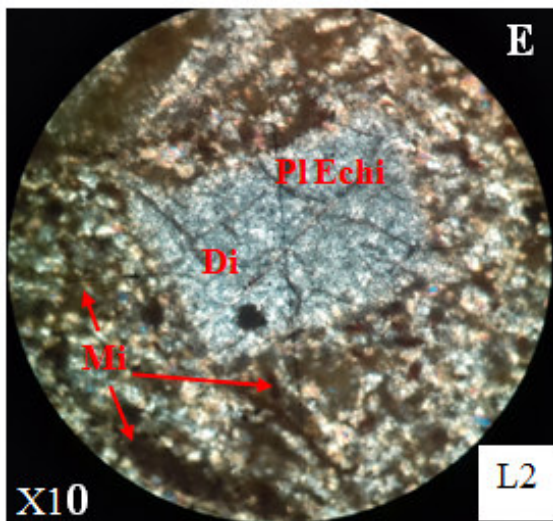
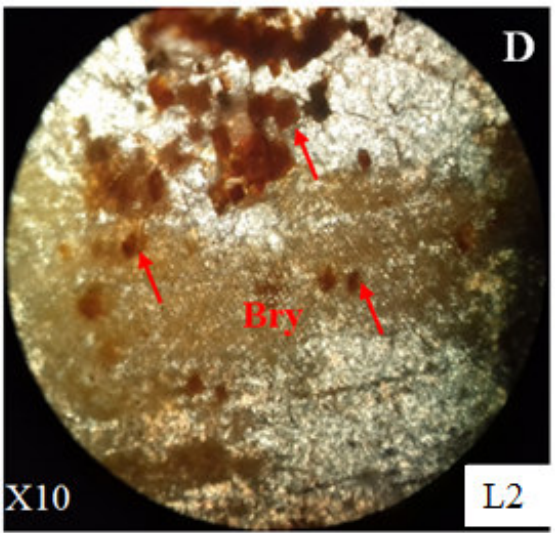
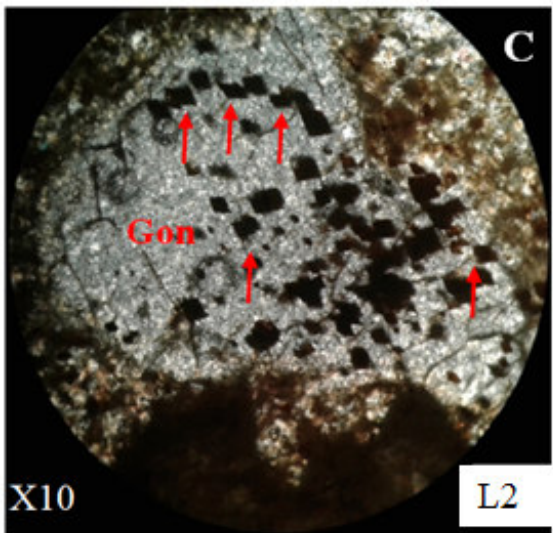
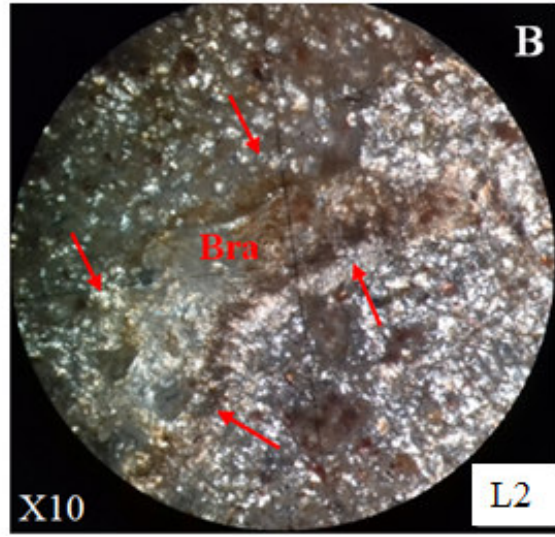
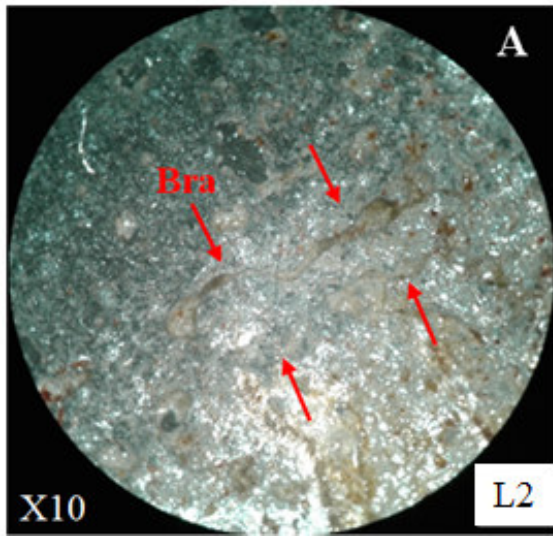


Planche IV



LAME 3 :

C'est un faciès formé généralement par la micrite à plages sparitiques (dismicrite), contient un peu de pellets de taille plus grande que la taille habituelle des pellets (PL.V, E), la présence de l'imprégnation de sidérite (Fe CO_3) (PL.V, F). On marque aussi l'existence de phénomène de la recristallisation de micrite ou la sparitisation (PL.V, F). Ce microfaciès correspond à une pelsparite de texture packstone.

-LAME4 :

Le microfaciès de lame4 caractérisé par la présence d'une plage de micrite avec une sparite de recristallisation sous forme aussi de plages discontinues, l'existence de l'imprégnation de sidérite (Fe CO_3), on marque aussi le phénomène de la recristallisation à partir de la micrite (Fig. 8). Ce microfaciès correspond à un cemenstone au sens de Flügel (2010).

Planche V

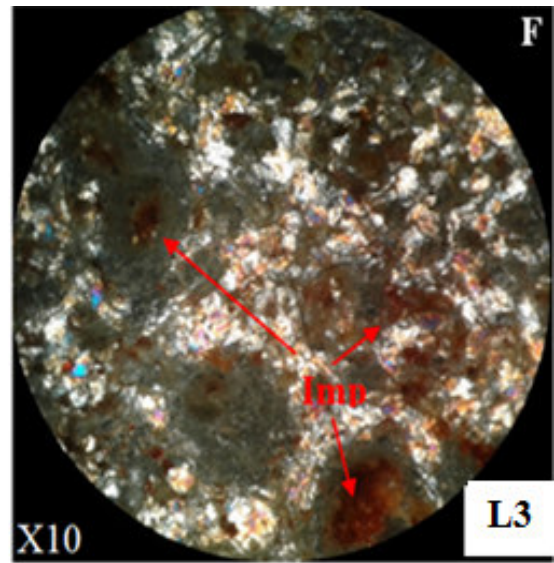
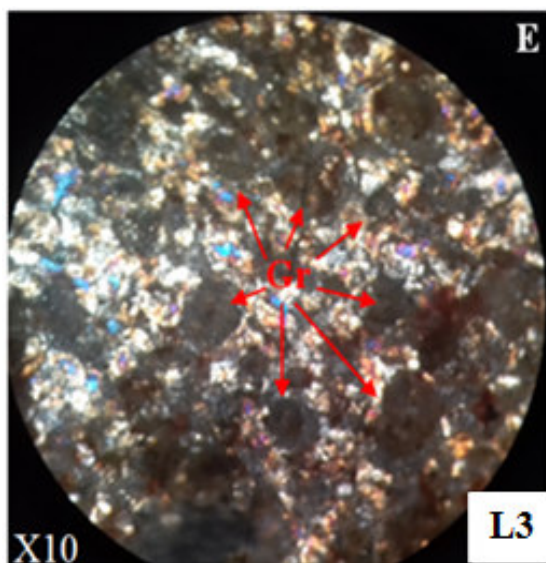
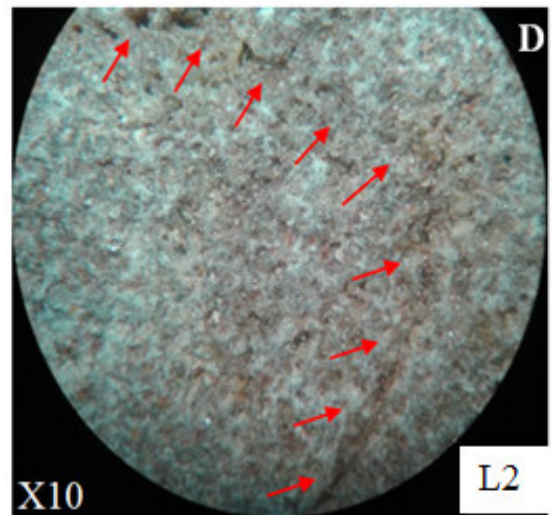
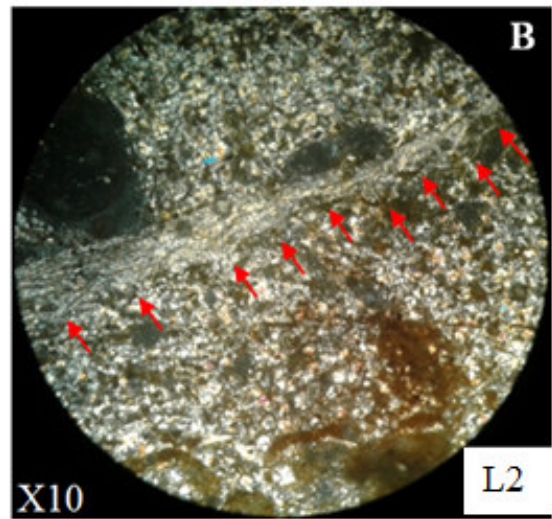
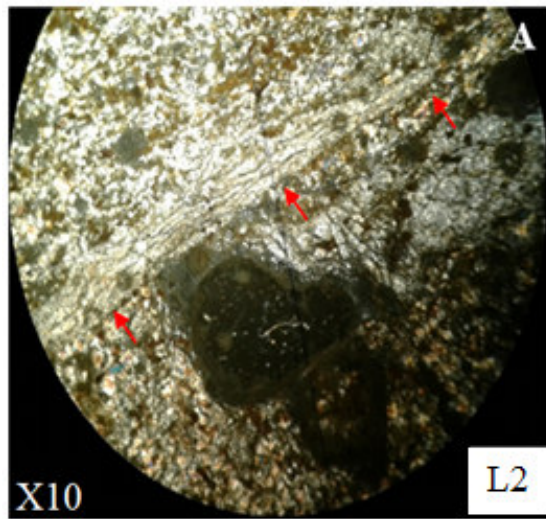
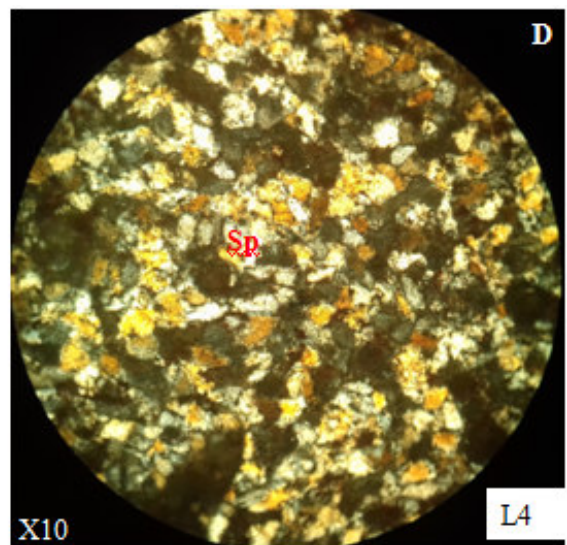
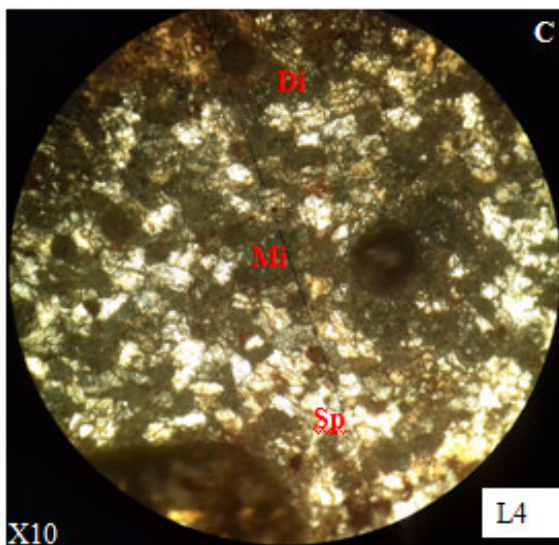
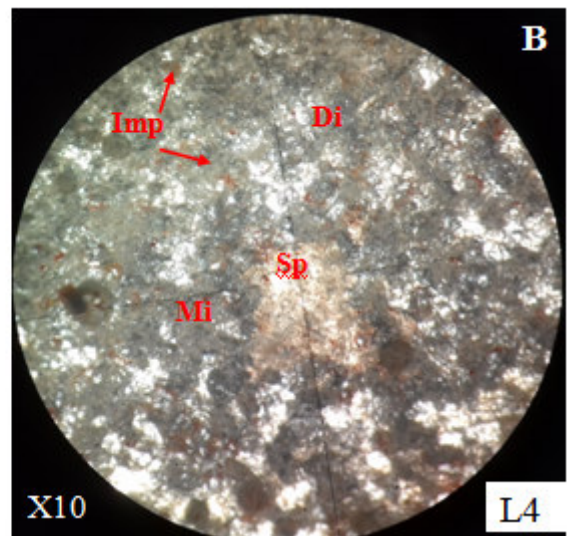
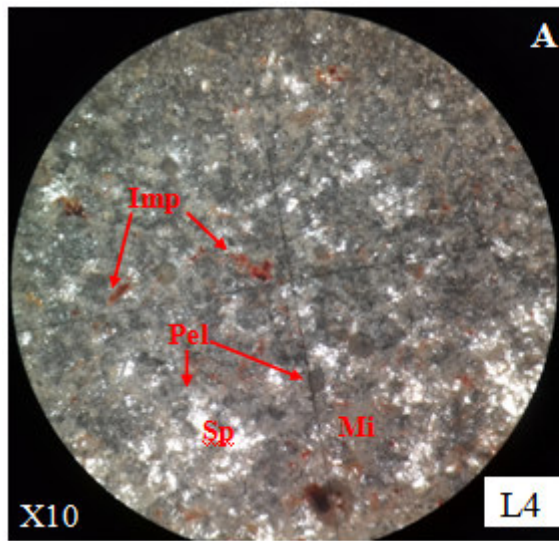


Planche VI



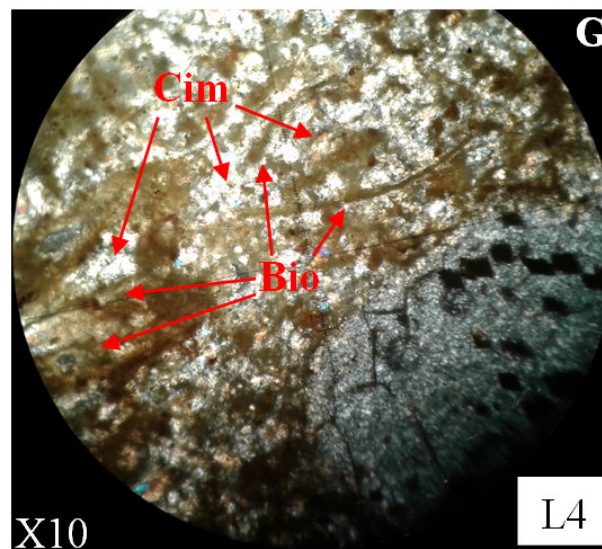
VII-PHENOMENES DIAGENETIQUES :

L'analyse microscopique montre quelques phénomènes diagénétiques.

On a relevé :

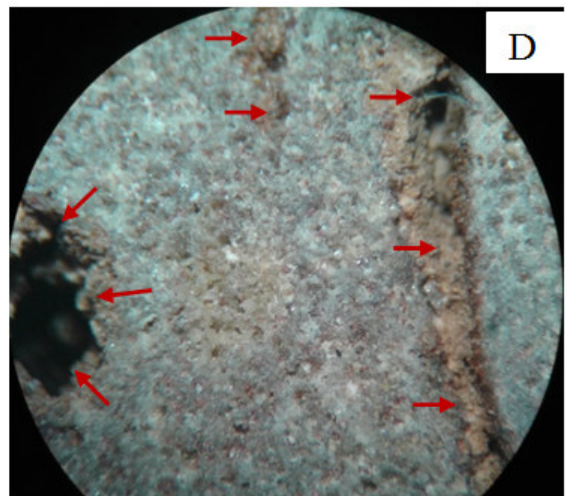
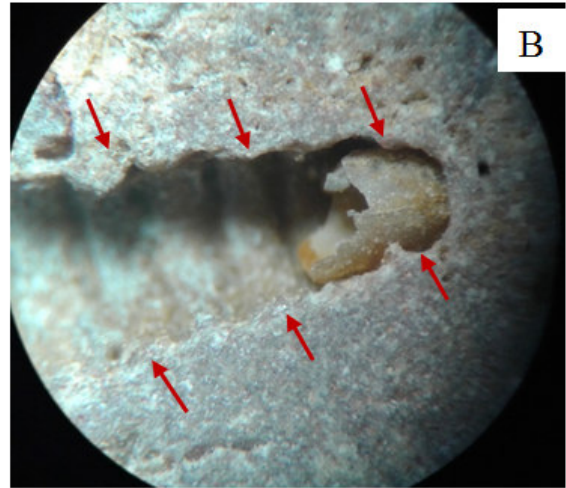
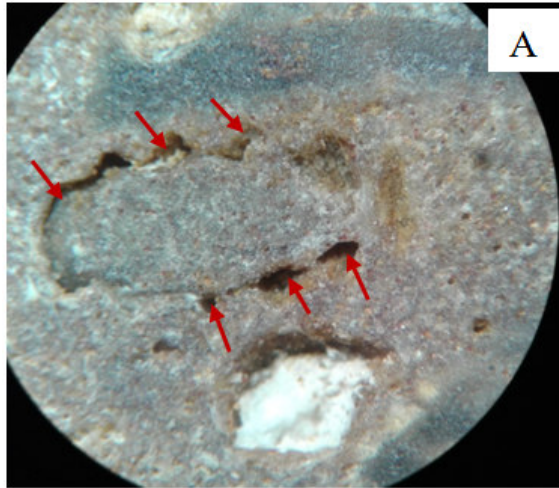
1- La cimentation :

Correspond à la précipitation de matière sur un substrat et à l'accroissement progressif des cristaux ainsi formés. La cimentation a pour conséquence la disparition progressive de la porosité (Ph, G).

**2-La dissolution :**

La dissolution d'un substrat ou d'une phase diagénétiques préexistante a évidemment comme conséquence une augmentation de la porosité. Un processus de dissolution implique toujours le passage par une étape où existe un vide: ce vide peut être ensuite rempli par des sédiments internes (ciment) (Ph, A, B, C, D). La dissolution de coquilles confère une porosité de moules (mold porosity).

Planche VI



3-La recristallisation :

La recristallisation implique un changement de cristallinité de la phase préexistante, sans modification chimique. Exemples: augmentation de la taille moyenne des cristaux par coalescence dans une masse déjà cristallisée; "inversion" de l'aragonite en calcite: l'aragonite ($d=2,94$) étant 8% plus dense que la calcite ($d=2,71$), du CaCO_3 est dès lors disponible pour des processus de cimentation). (Fig. 8)

Nos lames caractérisées par un ciment présenté par la transition de micrite vers la dismicrite, microsparite et enfin par la sparite (Fig. 9) ; lame n°3, 5 et 6, Ils se composent uniquement de ciment, Ce phénomène est appelé " la cementstones " (Flugel, 2010).

-cementstones :

Ciment peuvent être volumétriquement beaucoup plus important que les fossiles, c'est une roche constitués uniquement de carbonate authigène, à l'origine aragonitique ciment radial-fibreux.

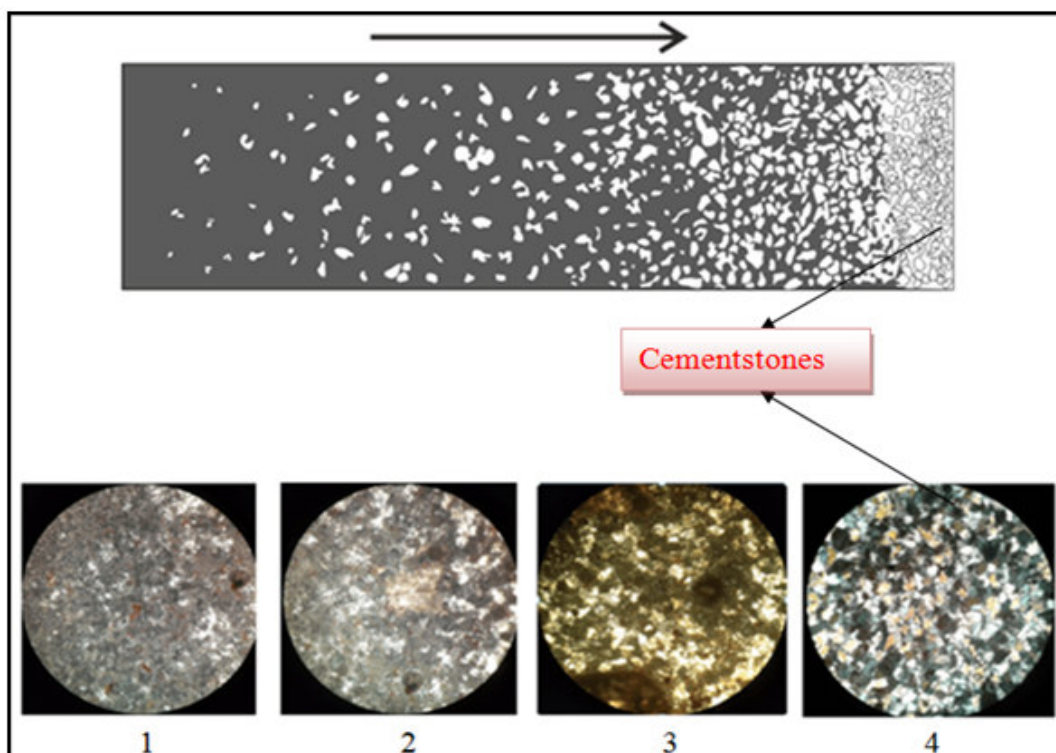


Fig. 8 : phénomène de la recristallisation et cementstones

(Extra de lame mince n°6)

-Photo n°1- Micrite = « calcite microcristalline », elle contient des cristaux (diamètre de 1-4 μ m) et se forme soit par précipitation soit par destruction de grains carbonates plus gros.

Par diagenèse, la micrite se transforme par recristallisation (néomorphisme) en:

-Photo n°2 et 3- Microsparite (taille moyenne des cristaux 5-20 (μ m))

-Photo n°4- Sparite (taille moyenne des cristaux >30-50 (μ m))

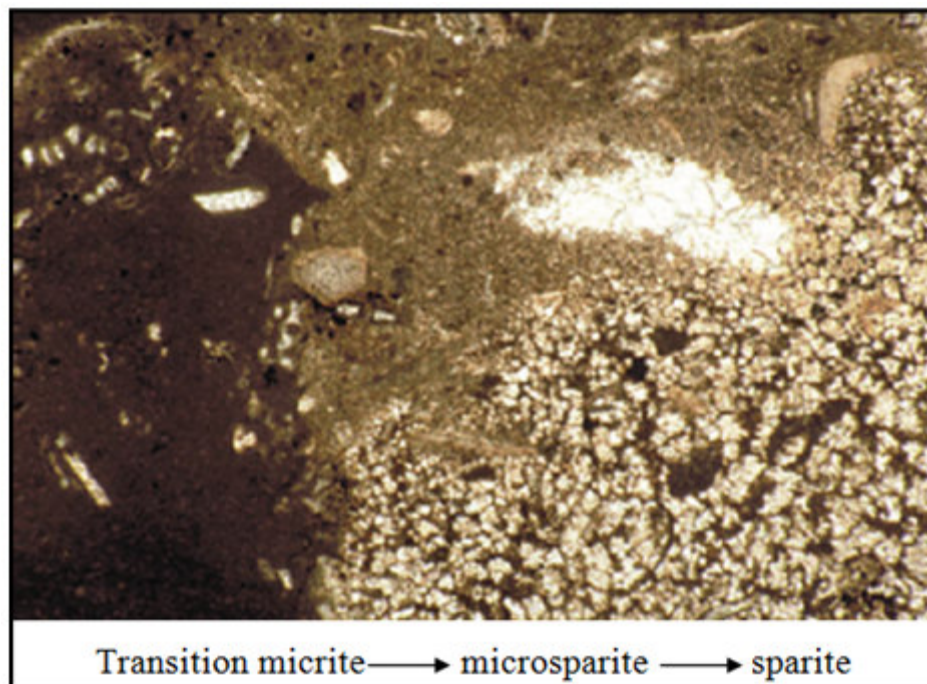
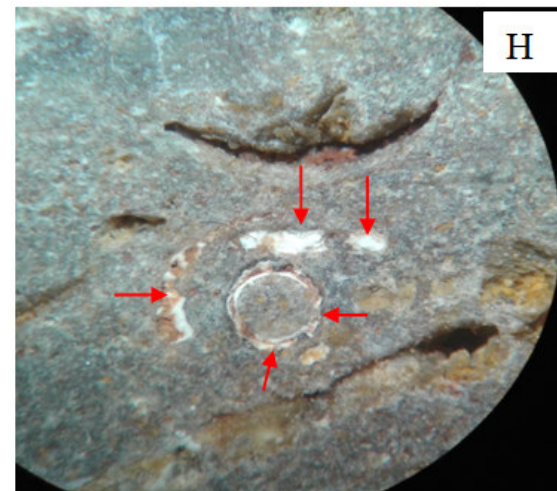
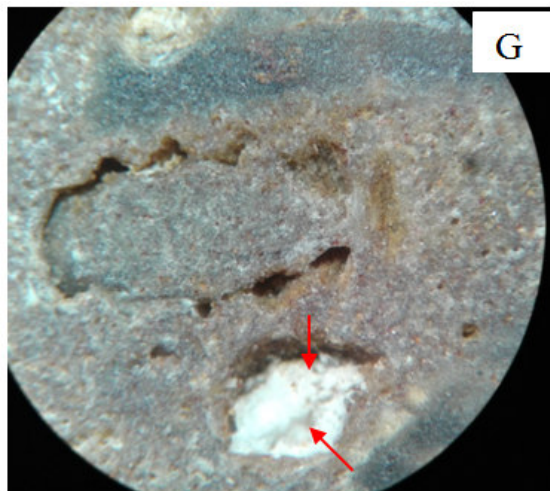
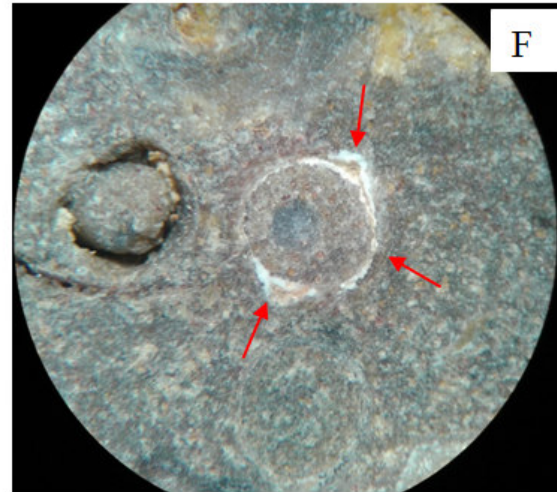
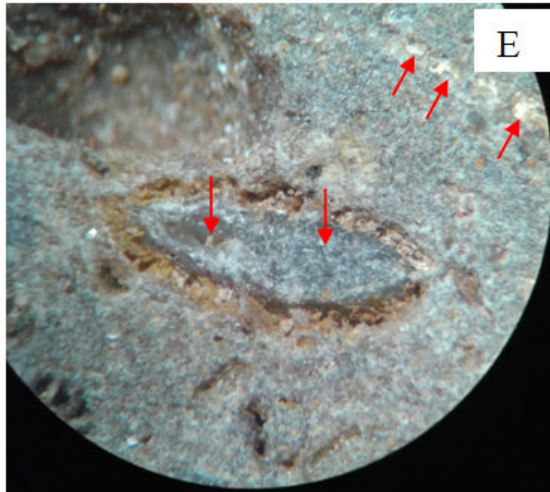


Fig. 9 : phénomène de sparitisation (wikipedia- modifié)

4-Le remplissage :

Elle est non seulement un changement de cristallinité, mais également un changement chimique d'un substrat préexistant. La dolomitisation dite secondaire en est un exemple fréquent, comme la solidification. Notons que les minéraux constituant les éléments figurés peuvent être remplacés sans que leur morphologie soit affectée (Ph, E, F, G, H).



VIII- INTERPRETATIONS :

L'interprétation est basée sur les associations des différentes constituantes macros et microfaciès, qui vont renseigner sur le milieu de sédimentation et les phénomènes diagénétiques précoces et tardifs. Cela permet d'établir un enchaînement logique des événements sédimentaires affectant la "Formation carbonatée (FBV) de "Djebel Hêche" Haci Feguaguira.

Le FBV de "Djebel Hêche" est formé par des Calcaires caractérisés par l'abondance des faunes benthiques ; parmi les brachiopodes (*Atrypa (Planatrypa) squamifera*, *Arduspirifer extensus-maturus*, *Schizophoria striatula*), bivalves, trilobites, gastéropodes, polypiers solitaires, orthocères, crinoïdes, goniatites et bryozoaires.

La faune indique en général un milieu à agitations de vagues qui se manifeste par la taille robuste de cette faune avec des eaux à salinité normale et sur la teneur des eaux en nutriments.

La présence de cementstones, dismicrite, microsparite, plage sparitique, rhomboédriques de dolomites ferrugineuse (ankérite), l'imprégnation de sidérite (Fe CO_3), tous sa traduiraient un phénomène diagénétiques précoce induit par la matière organique et sa décomposition.

Les travaux actuels sur les suintements froids (*cold seepage*) suggèrent quelques indices d'identification de ce phénomène, dont : fréquence du cemenstone, *floatstone* and *packstones* intraclastes, combinés à des caractères fauniques (abondance de la faune...) avec une densité élevée par rapport aux assises stratigraphiques qui l'encadrent.

-CONCLUSION GENIRALE :

Généralement le passage Dévonien inférieur- moyen (Emsien -Eifelien) voit le développement d'un niveau majeur à accumulation de faune benthique variée "FBV" Ouali Mehadji (2004), niveau coralligène (Le Maître, 1952), ce qui a attiré l'attention de plusieurs études.

Notre travail est basé sur les caractéristiques lithologique, faciologique et paléontologique de niveau de FBV de "Djebel Hêche" Haci Feguaguira, région de Charouine. Il est caractérisé par un faciès essentiellement argileux-calcaire d'épaisseur environ 8m.

Sur le plan lithologique, on se retrouve sept bancs de calcaires centimétriques, de couleur généralement grise parfois rougeâtre, sans aucune structure sédimentaire, avec la présence d'un assemblage de faunes benthique variée telle que les brachiopodes *Atrypa (Planatrypa) squamifera*, *Arduspirifer extensus-maturus*, *Schizophoria striatula*), bivalves, polypiers solitaires, orthocères, trilobites, bryozoaires, goniatites, gastéropodes et les crinoïdes. Ces bancs de calcaires sont en alternance avec des argiles schisteuses de couleur grise à verdâtre. Cette faune est de l'Emsien supérieur à Eifélien inférieur.

Sur le plan microfaciologique, contrôlé par la texture prise entre le mudstone et le wackestone, les éléments figurés sont représentés par les pellets et les bioclastes (de brachiopodes, goniatites, bryozoaires et des échinodermes). Le ciment montre des passages ou des transitions entre des plages micritiques, microsparitiques à sparitiques. Ce dernier parfois peut être volumétriquement beaucoup plus important que les fossiles qui indiquent le phénomène de "cementstones" (indicateur diagénétiques).

Les travaux antérieurs ont proposé un environnement de rampe carbonatée dans sa partie médiane pour le FBV soulignant un épisode transgressif (Ouali Mehadji et al., 2004 ; Khaldi; 2014 ; Bessegher, 2014) ou épisode régressif (Ait-Ouali et al., 2007).

La grande abondance de la faune par rapport aux assises sus et sous-jacentes, les caractères pétrographiques (cemenstones, dismicrite, fréquence de la pyrite, la présence d'Ankérite, d'imprégnation de fer) constituent des indices en faveur du phénomène de suintements froids.