



Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université d'Oran2 Mohamed Ben Ahmed
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département des Sciences de la Terre
Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et de Paléoenvironnement

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master
En Sciences de la Terre
Option : Géologie des Bassins Sédimentaires

**LITHOSTRATIGRAPHIE, GEOCHIMIE ET MICROFACIES DES
CALCAIRES DE LA PLATE-FORME MESSINIENNE DU DJEBEL
Aoud SMA (Ouled Ali, Bordure Sud du Bas-Chelif).**

Présenté et soutenu publiquement par :
M^r. CHEKKALI Mohamed Chakib

Devant le jury composé de :

Mr. ATIF K.	M.C.A	Université d'Oran 2	Président
Mr. MANSOUR B.	Professeur	Université d'Oran 2	Rapporteur
Mr. MANSOURI M.	M.A.A	Université d'Oran 2	Examineur
Mr. BOUTIARA R.	Chef de Carrière	Ets LAFARGE (LCO)	Invité

Juillet, 2019

AVANT-PROPOS

J'aimerais tout d'abord adresser mes sincères remerciements à ma mère qui a été seul a m'élevé a faire de moi ce que je suis aujourd'hui, même si cela n'a pas toujours été facile donc pour tous ce que tu as fait pour moi je te dis "Merci Maman".

Ensuite je remercie chaleureusement Mr Mansour B. professeur a l'université d'Oran au département de Sciences de la Terre et l'Univers pour m'avoir fait confiance, et m'avoir proposé ce sujet qui me tenait réellement a cœur. Et c'est pour cette raison et aussi pour ce tout ce qu'il m'a apporté durant tout mon cursus universitaire que je lui exprime ma plus grande gratitude.

Mes vifs remerciements s'adressent à Mr. Atif Maître de conférence A au Département de Sciences de la Terre et l'Univers d'Oran pour avoir accepté de présider mon jury malgré ses nombreuses préoccupations.

Mes sincères remerciements s'adressent à Mr. Mansouri. Maître Assistant pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je souhaite aussi remercier Mr BENHAMOU pour m'avoir accorder de son temps pour la description des lames minces et aussi a Mlle SATOUR pour la détermination de plusieurs bivalves rencontré sur le terrain.

Je souhaiterai aussi rendre hommage a tous les enseignants qui m'ont formé durant mon cycle universitaire et plus particulièrement a trois enseignant qui m'ont marqué, qui ont toujours été de bon conseil avec qui j'ai passé d'agréables moments. Mr BOUTERFA B. Mr OUALI MEHADJI A.E.K, et Mr BENDELLA M. Merci pour tous.

J'adresse Mon énorme gratitude a Mr BOUZA Hocine Lithopréparateur , et a Mme MEROUANE Fatima Zohra ingénieur de laboratoire, pour m'avoir aider a la confection des lames minces et des sections polies. Et je souhaite a Mme MEROUANE du courage et de la réussite pour la préparation de sa thèse de doctorat en génie civile. Sans oublier Mme BOUZID et a tous les membres administratifs.

Je souhaite rémercié aussi le groupe Lafarge Holcim sans qui ce travail n'aurait pas été possible. Je les remercie de nous avois accepté en tant que stagiaire et de nous avoir fourni tout les outils nécessaire a notre étude. En particulier au chef de Carrière BOUTIARA R. qui a toujours été là quand j'en avais besoin et aussi à ALI.M technicien au laboratoire de géochimie avec qui j'ai énormément appris.

Je remercie aussi mes amis les doctorants qui m'ont énormément aiguiller et qui ont partager avec moi leur expérience et c'est pour cela que je remercie sincèrement AIMOUCH M.

DOUKANI. A ZACHE W. BELKHIR A. SAIDI S. LIMAM H. et ainsi que tous les autres.

Ce mémoire je le dédie aussi a mes meilleurs amis avec qui j'ai passé de merveilleuse années.

BENDAHO D. a qui je souhaite plein de bonheur pour lui et pour sa petite famille . HAMOUS M. AIT

SALEM S. et NAIMI N. avec qui j'ai passé de super moments en sa compagnie et que je remercie particulièrement pour m'avoir apporté son soutien et son aide.

Je souhaite aussi remercier mes ami(e)s du Master 1 qui m'ont aider pour le polissage des lames mince et je leur souhaite beaucoup de courage et de réussite pour l'année prochaine. BENGUEDACH I. SEGHIER S. NACEL O. CHATRI R. et je remercie plus particulièrement HAMIDOU N.

Et pour finir je dédie ce mémoire a toute ma famille, mon père, mes 2 grands parents que dieu les préserve, mes oncles, ainsi qu'a mes cousins (Yacine et Ryad) et a leur mère.

Merci a tous

CHEKKALI CHAKIB

Résumé

Deux coupes se situant dans le Djebel de Aoud Sma (Ouled Ali ,Bassin du Bas-Chelif) ont été levées dans les calcaires récifaux de la plate-forme carbonatée messinienne de la bordure sud du bassin du Bas-Chélif.

Cette étude lithologique a pu mettre en évidence quatre ensembles représentant deux unités de la plate-forme carbonatée messinienne (Pré-récifal et récifal)

Un premier ensemble formé par des calcaires à algues, et un second qui constitue la formation diatomitique, représentent à eux deux l'unité pré-récifal.

Le troisième ensemble formé par des calcaires récifaux devenant dolomotisés puis biodétritiques au sommet . Et le quatrième matérialisé uniquement par des calcaires récifaux biodétritiques.

Ces deux derniers ensembles composent l'unité récifale de la plate-forme carbonatée du Djebel Aoud Sma.

L'étude microfaciologique des faciès carbonatés, suggère que ces calcaires se sont déposés dans un milieu calme et peu profond.

Les analyses géochimiques permettent de démontrer que les calcaires du 1er ensemble sont les plus susceptibles d'être exploités par le groupe Lafarge Holcim pour la fabrication du ciment blanc, du fait de leur faible taux en MgO.

Mots clés :

Plate-forme messinienne , ciment blanc , Djebel Aoud Sma, Calcaire à algues , , Géochimie , Lithologie, Unité pré-récifal, unité post-récifal , Bassin du Bas-Chelif

Abstract :

Two cuts located in the Djebel of Aoud Sma (Lower Chelif Bassed) were raised in the reef limestones of the Messinian carbonate form of the Bas-Chéelif Basin.

This lithological study on the stealth of the stealth of the Messinian carbonate platinum (Pre-reef and reef)

A first set formed by limestones in seaweed and which was represented by the pre-reef unit.

The third set formed by limestones dolomitized then biotetic at the top. And the fourth materialized by biotetics limestones reefs.

These last two assemblies took place of the carbonate-shaped plate of Djebel Aoud Sma.

The microfacological study of carbonate facies, the calcareous things are deposited in a calm and shallow environment.

The geochemical analyzes reveal that the limestone of the first set is likely to be exploited by the Lafarge Holcim group for the manufacture of white cement, because of their low MgO content.

Keywords :

Messinian platform, white cement, Jebel Aoud Sma, Limestone with algae, Limestones biotetic, Geochemistry, Lithology, Pre-reef unit, post-reef unit, Bas-Chelif Basin

Table des matières:

CHAPITRE I

I.Introduction :	1
II.Cadre géographique :	1
II.1. Cadre géographique général :	1
II.2.Cadre géographique locale :	2
III.Cadre Géologique :	4
III.1.Cadre géologique générale de la bordure sud du bas Chélif :	4
III.2.Cadre géologique local :	6
IV.Méthodologie :	6
IV.1. Sur le terrain :	6
IV.2. Au Laboratoire :	6
IV.2.1. Analyses géochimiques par Fluorescence X (XRF) :	7
IV.2.2.Confection de lame mince de roche :	9
V.But et problématique de l'étude :	11

CHAPITRE II

I.Introduction :	12
II.Description des coupes :	12
II.1.Coupe des calcaires de l'Oggaz.....	12
II.1.1.Localisation :	12
II.1.2.Description lithologique :	14
II.2.Coupe du Djebel Haoud el Kebir :	20
II.2.1.Localisation de la coupe :	20
II.2.2.Description lithologique :	22
IV.CONCLUSION ET SYNTHESE LITHOLOGIQUE :	28

CHAPITRE III

I.Introduction :	29
II.Microfaciès :	29
II.1.Coupe des calcaires de l'Oggaz :	30

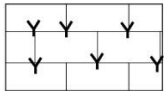
II.1.2.Description des lames minces	30
II.2.Coupe du Djebel Haoud el Kebir:	33
II.2.1.Description des lames minces :	33
II.3.Conclusion :	37
III. Géochimie :	38
III.1.Discussion et analyse des résultats :	40
III.1.1.Tableau N°1 :	40
III.1.1.1.Teneur en silice (SiO ₂).....	40
III.1.1.2.Teneur en aluminium (Al ₂ O ₃).....	40
III.1.1.3.Teneur en Oxyde de Fer (Fe ₂ O ₃):	40
III.1.1.4.Teneur en calcium (CaO):	40
III.1.1.5.Teneur en magnésium (MgO) :.....	40
III.1.2.Tableau N°2 :.....	41
III.1.2.1.Teneur en silice (SiO ₂) :	41
III.1.2.2.Teneur en aluminium (Al ₂ O ₃) et en Oxyde de Fer (Fe ₂ O ₃) :	41
III.1.2.3.Teneur en calcium (CaO):	42
III.1.2.4.Teneur en magnésium (MgO) :.....	42
III.3.Conclusion et intérêt économique :	45
Conclusion générale	46
BIBLIOGRAPHIE :	48

Listes Des figures

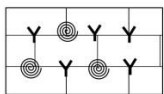
Fig 1: Situation géographique du bassin de bas Chélif (d'après Perrodon, 1957, modifiée).....	1
Fig 2 : Image satellite du Djebel Aoud Sma prise sur Google earth	2
Fig 3 : Situation Géographique Du Djebel Aoud Sma à partir de la carte topographique de Sig (SIG 42 1/25000, modifiée).....	3
Fig 4: Carte géologique simplifiée de la marge méridionale du bassin du Bas Chélif (d'après SAINT MARTIN et al, 1992) modifiée.....	5
Fig.5 : Sécheur pour déshydrater les échantillons	5
Fig.6 : Concasseur pour broyer les échantillons.....	6
Fig.7: Presse Hydraulique pour la fabrication de pastille	8
Fig.8 : Balance pour peser les échantillons	8
Fig.9: Anneau en acier qui sert de support a la pastille	8
Fig. 10 : Sortie de la pastille de la machine	8
Fig.11: Analyseur XRF BRUKER.....	8
Fig.12: Réceptacle à pastille	9
Fig.13 : Scie diamant pour couper la roche sous forme de " sucre"	9
Fig.14 : Abrasif pour polir les échantillons.....	9
Fig.15 : Rodeuse qui sert à la mise à l'épaisseur de la lame mince.....	10
Fig.16 : Le résultat obtenu après le passage à la rodeuse et le polissage final	10
Fig.17 : Image satellite de la coupe des calcaires d'Oggaz prise sur Google Earth.....	12
Fig.18: Photo panoramique de la coupe des calcaires d'Oggaz.....	13
Fig. 19 : Coupe Lithostratigraphique de la coupe des calcaires d'Oggaz	17
Fig.20 : Photos des calcaires de l'Oggaz a la loupe binoculaire (x50)	18
Fig.21 : Planche montrant les différents facies et bivalve de la coupe des calcaire de l'Oggaz.....	19
Fig.22: Image satellite de la coupe de Haoud el Kebir prise sur Google Earth	20
Fig.23 : les formations qui compose la coupe de Haoud El Kebir	21
Fig.24: Panorama de la coupe de Haoud el Kebir	21

Fig.25 : Coupe Lithostratigraphique de Haoud el Kebir	24
Fig.26 : Photos des calcaires biodétritique de la coupe de Haoud el Kebi a la loupe binoculaire (x50).....	25
Fig.27 : Photos des différents bivalve trouver sur la formation diatomitique de la coupe de Haoud el Kebri.....	26
Fig.28 : Les différents facies qui compose les 2 formations de la coupe de Haoud el Kebir.....	27
Fig.29 : Planche de photos prise sur la lame C.OGZ 1 a l'aide d'un M.E (x5)	31
Fig.30 : Planche de photos prise sur la lame C.OGZ 2 a l'aide d'un M.E (x5)	32
Fig.31: Planche de photos prise sur la lame HEK 1 a l'aide d'un M.E (x5).....	34
Fig.32: Planche de photos prise sur la lame HEK 1 a l'aide d'un M.E (x5)35	
Fig.33: Planche de photos prise sur la lame HEK 3, a l'aide d'un M.O (x5)	36
Fig.34 : Composition chimique moyenne des calcaires d'Oggaz obtenus sur 581 échantillons.....	38
Fig.35: Composition chimique d'échantillon de diatomite prélevé dans le monde	41
Fig. 36 : Répartition des éléments chimique analysé au laboratoire , sur les calcaires de l'Oggaz.....	43
Fig. 37 : Répartition des éléments chimique analysé au laboratoire , sur la formation diatomitique et la formation calcaires du Djebel Haoud el Kebir.....	44
Tabl.1:Tableau montrant les cordonnées GPS de la base et du sommet de la coupe des calcaires d'Oggaz	12
Tabl2: Tableau montrant les cordonnées GPS de la base et du sommet de la coupe de Djebel Haoud el Kebir.....	20
Tabl.03:Présentation des lames minces étudiés	29
Tab.04: Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors de l'étude microfaciologique	37
Tabl.05 : Résultat des analyses géochimique de la coupe des calcaires d'Oggaz.....	39
Tabl.06 : Résultat des analyses géochimique de la coupe.....	39

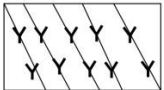
Liste des figurés :



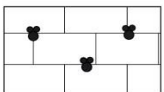
Calcaire récifal



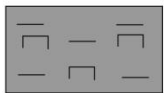
Calcaire récifal biodétritique



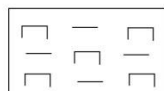
Calcaire récifal dolomitisé



Calcaire à algue



Marne diatomitique



Diatomite marneuse



Bivalve



Gasteropode



Vermets



Séripulidé

GÉNÉRALITÉS

I. Introduction :

Les calcaires d'âge messinien de la région de sig qui servent de matière première à la fabrication du ciment blanc ou gris, et qui sont exploités par la cimenterie d'Oggaz (Groupe Lafarge Holcim) s'intègrent dans le cadre de la plate forme carbonatée de la bordure Sud de bassin du Bas Chélif.

Cette étude sédimentologique et géochimique servira donc à interpréter la mise en place de ces calcaires messiniens mais aussi à déterminer si ils sont exploitables plus au sud dans le cadre d'un futur projet d'extension

II. Cadre géographique :

II.1. Cadre géographique général :

Le bassin du bas Chélif fait partie de l'Atlas Tellien de l'Algérie occidentale, et il s'intègre aux bassins néogène sublittoraux de l'Algérie. Il se présente sous la forme d'une longue cuvette qui est orientée ENE-SSW, qui s'étend de Beni Menacer Jusqu'a Ain Témouchent (fig.1) avec une longueur de plus 300km et une largeur de 100km (THOMAS, 1985).

Il est limité au nord par les massifs littoraux oranais (Djebel Murdjadjo, massif d'Arzew). Au sud Il est bordé de O-E par les Monts de Tessala, des Béni Chougrane et le massif de l'Ouarsenis (PERRODON, 1957), ces derniers constituent l'ossature de la bordure sud du bas Chélif.

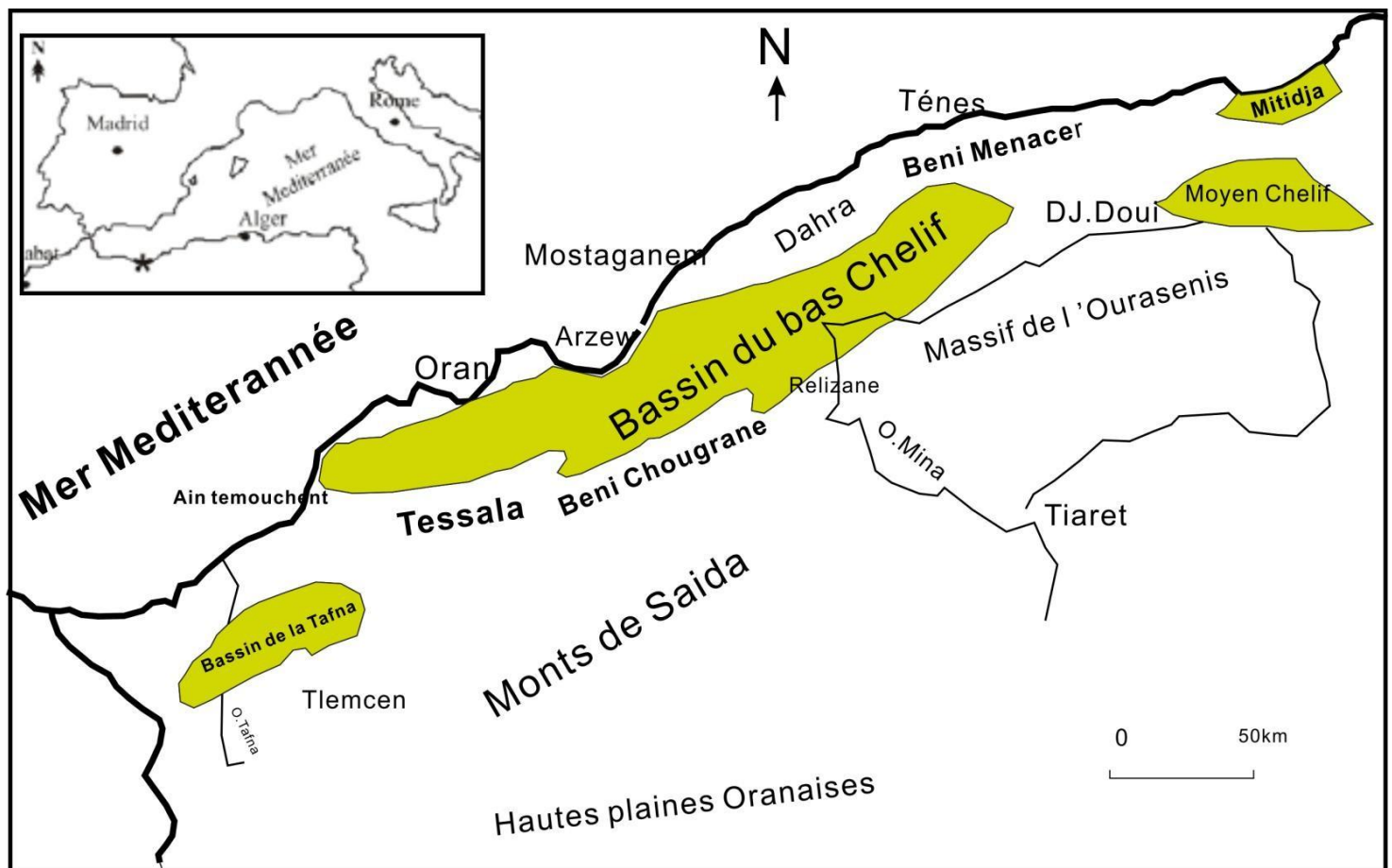


Fig 1: Situation géographique du bassin de bas Chélif (d'après Perrodon, 1957, modifiée).

II.2. Cadre géographique locale :

Notre secteur d'étude (où ont été choisis les 2 coupes à étudier) s'insèrent dans le Djebel Aoud Sma, culminant à 495m de hauteur (THINTOIN, 1937). Et qui constitue l'extrémité orientale des monts de Ouled ali et qui se trouve à 3 km au **S-O** de la commune d'Oggaz, et à 2 km du douar de Ahl el Ounane et environ 5 km à l'Ouest de la ville de Sig dans la wilaya de Mascara.

Le Djebel Aoud Sma est limité au **NE** par Ahl el Ounnene et au **NO** par douar el Blasse, et à l'**O** par la plaine de l'OGGAZ.

Le Djebel Aoud Sma est constitué par quatre Djebels dont deux qui occupent sa partie S et qui sont le Djebel de Houdhe Elkbire et le Djebel de Houdh Elmatmar, alors que sa partie nord est formée par le Djebel Haloufa au **N-E**, et le Djebel Haoudh el Ouata au **N-W**.



Fig 2 : Image satellite du Djebel Aoud Sma prise sur Google earth

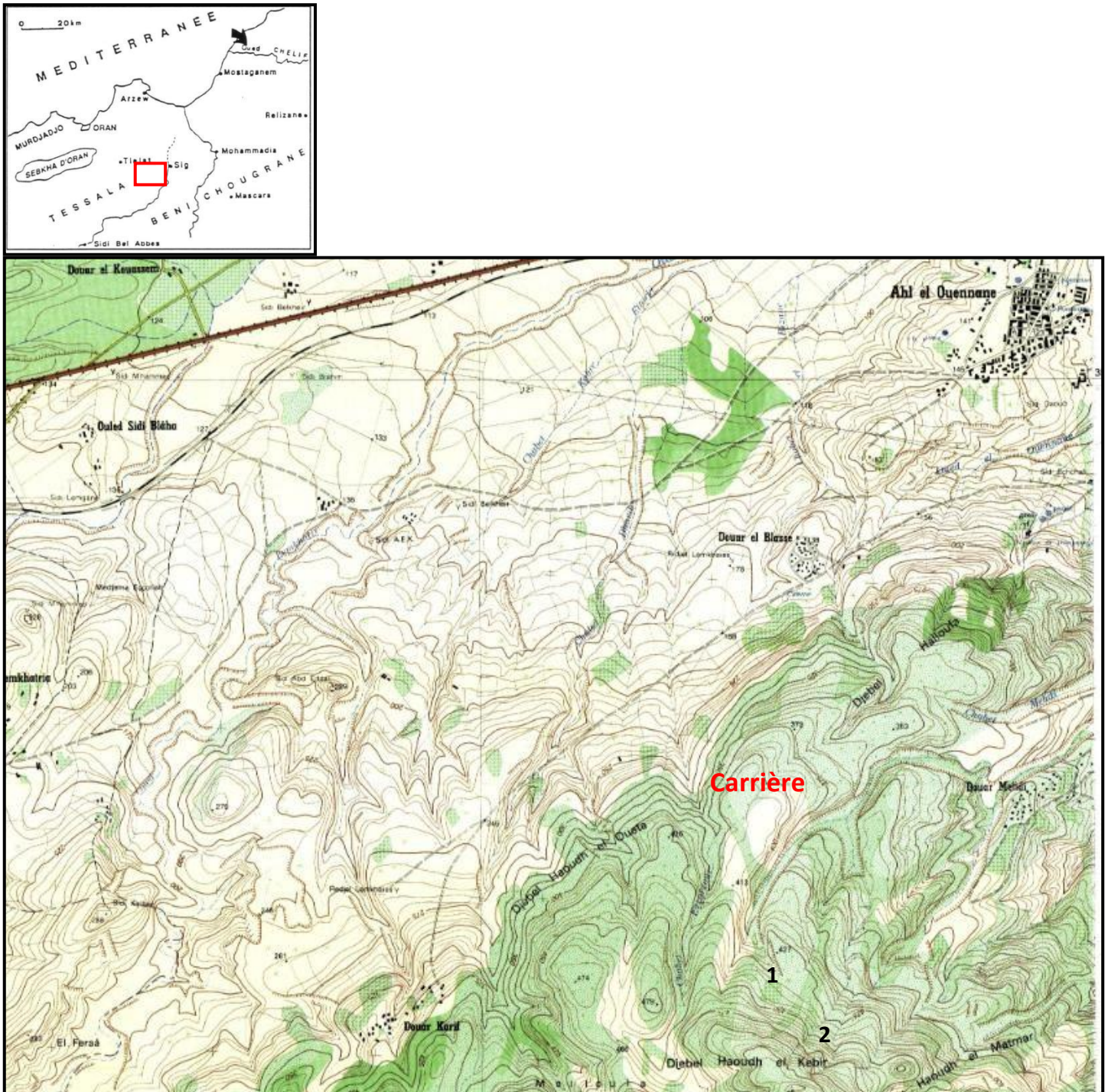


Fig 3 : Situation Géographique Du Djebel Aoud Sma à partir de la carte topographique de Sig (SIG 42 1/25000, modifiée).

- 1: Coupe des calcaires de Oggaz
- 2: Coupe de Haoudh el Kebir

III. Cadre Géologique :

III.1. Cadre géologique générale de la bordure sud du bas Chélif :

Le bassin du bas Chélif est un bassin de type intra-montagneux (PERRODON, 1957). Il est caractérisé au cours du Miocène supérieur par une importante sédimentation silico-clastique et carbonatée dans sa marge méridionale (MOUSSA et.al, 1994).

Le cycle sédimentaire de la marge méridionale du bassin du Bas Chélif débute par un niveau de conglomérats et grès du Tortonien basal (MANSOURI, 2008 ; BESSEDIK & BELKBIR, 1985 ; BELKBIR, 1996) ,riches en faunes littorales et discordants sur les marnes et grès du Serravallien supérieur. Sur ces dépôts détritiques reposent des marnes bleues (S.N. Repal 1952 ;Dalloni 1952 ; Perrodon 1957 ; Belkebir et al.1996), qui correspondent au *Meroui* (ANDERSON, 1936), ou bien a la *formation médiane*, ou alors plus récemment aux « marnes bleues supérieures » (NEURDIN-TRESCARTES,1992) dont la partie supérieur passe a des calcaires argileux ou marnes sableuses fossilifères appartenant au Tortonien supérieur.

L'extrême sommet de cette formation marneuse est caractérisée par l'apparition et le développement de la plate-forme carbonaté qui s'est effectué durant le Messinien (fig.4) (SAINT MARTIN *et al.*, 1992)(BABINOT, 1998)

Cette plate-forme carbonaté a été subdivisé en trois unités sédimentaire par SAINT-MARTIN *et al.*,1992 :

- **Unité pré-récifale (calcaires à algues et diatomites) :**

Cette unité fait environs 50m d'épaisseur. Elle commence par une alternance de marnes laminées à microfaune pélagique, de diatomites à restes de poissons et de calcaires argileux.

La partie moyenne est constituée de calcaires argileux (wackestones) à microfaune pélagique admettant des niveaux riches en serpulidés, débris de mélobésiées, bryozoaires.

L'unité se termine par des calcaires à mélobésiées, avec des niveaux construits à rhodolites et des niveaux bioclastiques (grainstones-rudstones).

L'épaisseur de l'unité des calcaires à algues et diatomites est relativement constante en bordure du bassin du Chélif (entre 40 et 60 m).

• **Unité récifale :**

Il s'agit de constructions coralliennes pouvant atteindre une vingtaine de mètres d'épaisseur, interstratifiées avec des sédiments bioclastiques riches en *Halimeda*.

On peut noter la présence de films micritiques d'origine cyanobactérienne qui se développe sur les colonies ou dans la matrice.

Cette unité récifale apparaît comme un vaste banc corallien subhorizontal, parfois lenticulaire. Vers l'E, les constructions, assez réduites, se développent au sein de dépôts silico-clastiques.

• **Unité post-récifale :**

L'unité précédente est surmontée par un ensemble composite: calcaires oolitiques et bioclastiques et/ou grès et marnes sableuses à lentilles de gypse et tapis stromatolitiques.

Les calcaires oolitiques (packstones-grainstones oosparitiques) sont bien développés à l'W de Sig où ils peuvent atteindre une vingtaine de mètres d'épaisseur. Ils reposent normalement, sans figure d'érosion visible, sur le sommet du dernier banc récifal.

Aux environs de Sig, la sédimentation silico-clastique qui succédait au dépôt des diatomites se poursuit et les carbonates sont remplacés par des grès à stratifications obliques qui contiennent des lentilles de gypse et des horizons stromatolitiques.

Plus à l'E, l'unité post-récifale est exclusivement constituée de dépôts silico-clastiques.

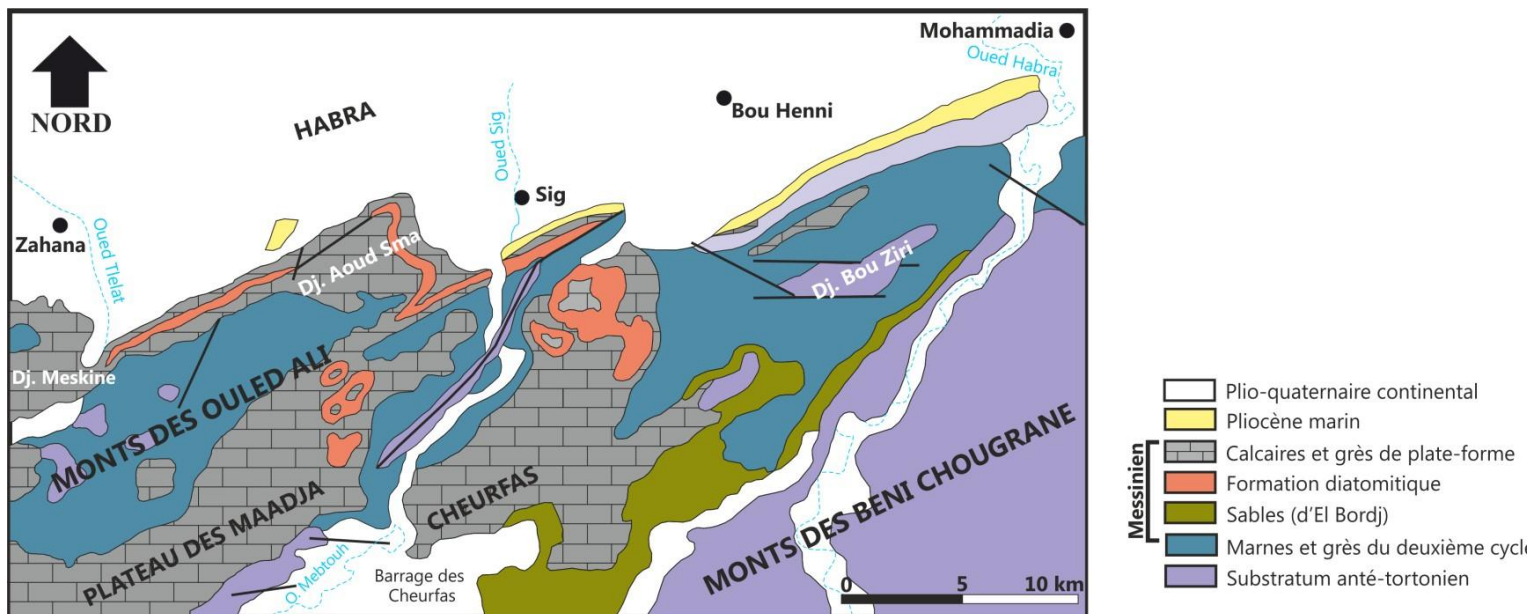


Fig 4: Carte géologique simplifiée de la marge méridionale du bassin du Bas Chélif (d'après SAINT MARTIN et al., 1992) modifiée

III.2. Cadre géologique local :

La série sédimentaire du Miocène supérieure du Djebel Aoud Sma est caractérisée à sa base par des marnes bleues et des diatomites (Saint Martin, 1990 ; ALLAOUA , 2017).

Elles sont surmonté par un important dispositif de plate-forme carbonatée et qui commence par l'unité pré-récifale qui est composé par des diatomites et des calcaires a corallinacées (MOISSETTE. 1988).

Sur ces derniers repose l'unité récifale qui est formé par des constructions coralliennes dominée par le genre *Porites* associé à d'autre faunes tels que *Tarbellastraea*, *Paleoplesiastrea*, *Siderastraea* (SAINT MARTIN, 1990).

Le dispositif vient alors se conclure par l'unité post-récifale qui est représenté par calcaire gréseux (SAINT MARTIN *et al*, 1992).

Au niveau structural PERODDON ,1957 le décrit comme étant un anticlinal dissymétrique. Il est marqué par un pli en genou qui affecte l'ensemble des terrains depuis le Miocène jusqu'a la base du Quaternaire (THOMAS, 1974).

La complexité de ce secteur résulte d'une phase compressive d'âge pléistocène moyen (Gunz-Mindel); qui a eu pour effet de provoquer une série de plis Nord 30° Est à Nord 50° Est (THOMAS, 1974).

IV. Méthodologie :

IV.1. Sur le terrain :

Le travail sur le terrain a consisté a levé plusieurs coupe sur 2 secteurs différents et aussi au prélèvements d'échantillons au niveaux des calcaires afin de pouvoir les étudiés au laboratoire. Dans le but d'avoir un maximum d'informations géochimique et micropaléontologique

IV.2. Au Laboratoire :

Dans le but de compléter et de parfaire notre étude de la plate-forme carbonatée de Djebel Aoud Sma, des analyses géochimiques ont été réaliser dans les laboratoires du Groupe Lafarge Holcim et cela dans le but de connaître le taux d'MgO présent dans les calcaires et ainsi donner notre expertise sur la possibilité d'exploiter ces calcaire pour la fabrication du ciment blanc.

Une autre étude a aussi été réaliser et celle-ci est en effet d'ordre microfaciologique. Elle consiste a la fabrication de lames-minces et de sections polies, mais cette fois-ci dans l'enceinte du département des sciences de la terre et de l'univers (Univ.Oran 2) . Cette méthode a pour but d'étudié et de déterminer le type de ciment qui compose ces calcaires et aussi de voir la présence d'un quelconque dolomitisation.

IV.2.1. Analyses géochimiques par Fluorescence X (XRF) :

Pour réaliser ce genre d'analyse on passe par plusieurs étapes :

1. Séchage des échantillons afin d'enlever toute trace d'H₂O dans les sédiments. Le séchage s'effectue dans un sécheur approprié à 105°C (Fig 5).

2. Broyage des échantillons qui se fait à l'aide d'un broyeur mécanique (Fig 6).

Dans notre cas nous avons utilisé celui qui est propre aux roches calcaires.

Afin d'éviter toute contamination il faut impérativement nettoyer la machine après chaque broyage et il faut aussi que l'échantillon soit de taille assez conséquente (environ 10 grammes).

3. Confection des pastilles qui se fait à l'aide d'une presse hydraulique appelé APM (Fig.5). Mais avant cela il y'a une autre préparation qui se fait en amont et qui consiste peser 10 grammes d'échantillons de calcaire (Fig.8) ou 7 grammes pour des échantillons un plus friable comme les diatomites. On place ensuite les anneaux en acier (Fig.9) dans la machine (fig.7) , après cela on verse notre échantillon et on appuie sur le bouton vert. Quelques minutes plus tard l'échantillon ressortira automatiquement sous forme de pastille (Fig.10) .

4. Analyse des pastille par fluorescence X (XRF) (fig.11). Une fois les pastille prête, on les mets dans des sortes de réceptacles (Fig.12). On vient ensuite placer le dit réceptacle dans la machine, on ferme et on active le processus d'analyse à partir de l'ordinateur qui est connecté à la machine. les résultats seront affichés à l'écran après 5 minutes d'analyses.



Fig.5 : Sécheur pour déshydrater les échantillons



Fig.6 : Concasseur pour broyer les échantillons



Fig.7: Presse Hydraulique pour la fabrication de pastille



Fig.8 : Balance pour peser les échantillons



Fig.9 : Anneau en acier qui sert de support a la pastille



Fig. 10 : Sortie de la pastille de la machine



Fig.11: Analyseur XRF BRUKER



Fig.12: Réceptacle à pastille

IV.2.2. Confection de lame mince de roche :

Pour la préparation des lames minces, on passe aussi par plusieurs étapes qui sont énumérées ci-dessous :

1. fabrication d'un talon de roche appelé "Sucre" avec une scie diamantée (**Fig.13**).
2. polissage du Talon à la main à l'aide d'un abrasif (**Fig.14**)
3. Rodage de la surface à collé (la lame en verre) et cela toujours en s'aidant d'un abrasif de différente taille allant du plus grossier (600 μm) au plus fin (1000 μm).
4. Collage de l'échantillon sur la lame en verre avec une résine.
5. Mettre échantillons dans une rodeuse (**Fig.15**) afin de les amener à la bonne épaisseur.
6. Dernier polissage afin d'obtenir un poli miroir pour l'observer au microscope (fig.16).



Fig.13 : Scie diamanté pour couper la roche en forme de sucre



Fig.14 : Abrasif pour polir les échantillons



Fig.15: Rodeuse qui sert à la mise à l'épaisseur de la lame mince



Fig.16 : Le résultat obtenu après le passage à la rodeuse et le polissage final

V. But et problématique de l'étude :

Ce travail consiste tout d'abord à établir une étude lithostratigraphique et géochimique ainsi que sédimentologique des calcaires de la plate-forme carbonatée Messinienne.

Ce travail est donc pluridisciplinaire, qui commence tout d'abord par une étude purement descriptive des calcaires de la plate-forme messinienne mais aussi d'apporter de nouvelles données sur la formation diatomitique sous-jacente qui est très peu étudié dans cette partie du Bas Chélif.

Cette étude aura donc pour premier but de donner une interprétation de la mise en place de la plate-forme carbonatée grâce à la réalisation d' une coupe lithostratigraphique, et aussi a l'aide de l'identification et la détermination de certaine faune marine. Et pour finir une étude microfaciologique.

Le second But de cette étude et quant a lui purement économique car il s'inscrit dans le cadre de la future extension de la cimenterie du groupe Lafarge Holcim.

En effet l'étude géochimique réaliser au sein des laboratoires de Lafarge vise a répertorier les formations calcaires possédant un faible taux de MgO n'excédant pas les 1%, et ainsi donner notre expertise pour un possible agrandissement de la cimenterie , et déterminer si un tel projet est il rentable pour la société.

LITOSTRATIGRAPHIE

I. Introduction :

Deux coupes ont été levées sur l'extrémité sud de la carrière. La région d'étude est occupée par des formations carbonatées représentés par des calcaires à récifaux d'âge messinien, reposant sur des calcaires à algue au niveau de la coupe des calcaires de l'oggaz, puis sur une formation diatomitique pour la coupe de Du Djebel Haoud el Kebir .

II.Description des coupes :

II.1.Coupe des calcaires de l'Oggaz

II.1.1.Localisation :

Cette coupe (**fig18,19**) a été levée sur le flanc sud d'une colline se situant au sud de la carrière d'Oggze (Lafarge Holcim).Elle est bordé au **N** par le Djebel Haoudh el Ouata et au **S** par le Djebel Haoud el Kebir et à l'E par Chaabet Ezerzzour (**Fig.3**)

La coupe se trouve a ces cordonnées GPS (**Tabl.01**) suivante qui ont été prise a la base et au sommet de celle-ci:

	X	Y	Z
Base	35° 30' 54.6" N	0° 16' 20.4" W	325
Sommet	35° 30' 55.9" N	0° 16' 23.5" W	345

Tabl.1 : Tableau montrant les cordonnées GPS de la base et du sommet de la coupe des calcaires d'Oggaz



Fig.17 : Image satellite de la coupe des calcaires d'Oggaz prise sur Google Earth

 : Trait de coupe



Fig.18: Photo panoramique de la coupe des calcaires d'Oggaz

II.1.2 Description lithologique :

Cette première coupe (**fig.19**) est subdivisée en 2 unités carbonatées distincts

Unité 1 (Pré-récifal) :

Cette première unité est formé par un banc épais d'environ 5m qui est constitué de calcaires micritiques de couleur grise à la patine, et blanchâtre à la cassure.

Ils sont friable et possèdent une dureté assez faible. Ils se caractérisent par une forte présence de foraminifère benthique, et de colonies algaires, particulièrement d'algues rouges (**fig.20E**). Ces algues font partie de la grande famille des Corallinacées ou Floridées calcaires, et leur structure peut être sous forme de croûte ou en branche (LEMOINE, 2014).

Unité 2 (Récifal) : 15 m

Cette unité repose directement sur la précédente. Ce sont des calcaires récifaux, parfois dolomités, qui se caractérisent par une couleur beige à la patine et blanchâtre à la cassure. Elle est formée par la succession de plusieurs bancs dont l'épaisseur peut varier du décimétrique jusqu'au métrique au sommet de l'ensemble. Cette unité est constituée de trois (03) membres :

1. Membre (1) (calcaire récifal micritique à bioclaste) :

Ce premier membre est constitué de quatre bancs massifs ayant des épaisseurs qui varient de 30 à 40 centimètres ayant le même faciès, qui se caractérisent par des calcaires de couleur beige à la patine et blanchâtre à la cassure, et ayant en leur sein des coquilles de bivalves faisant partie de l'espèce *Neopycnodonte navicularis* (BROCCHI, 1814) (**fig.21E**), est considérée comme une forme typique des fonds de milieux euhalins infralittoraux à circalittoraux, de profondeur généralement comprise entre 50 et 100 m (FRENEIX et al. 1988 ; VIDET 2004) (SAINT MARTIN., 2008)

2.Membre (2) (Calcaire récifal bioclastique partiellement dolomitisé) :

Ce deuxième membre qui sépare le premier par une surface de ravinement, est constitué par des calcaires récifaux plus pauvres en algues que le membre précédent.

Ces calcaires sont plus indurés que les précédents, car beaucoup plus denses et moins poreux.

Ce membre commence par un banc épais de 70 cm qui se caractérise par une couleur grisâtre à la patine et blanchâtre à la cassure, mais ce qui distingue vraiment ce membre du précédent c'est la présence d'une dolomitisation partielle sur l'ensemble des bancs calcaires.

Cette dolomitisation n'étant que partielle et ne se trouvant qu'à la surface des bancs calcaires, indique un phénomène de dolomitisation secondaires issues du remplacement d'une partie de la calcite par de la dolomite lors du processus de diagenèse.

Cette diagenèse étant précoce, elle est aussi syngénétique. En général, la dolomitisation est peu poussée. Elle se marque par l'apparition de quelques minéraux de dolomite disséminés dans une composante calcitique majoritaire, ou bien elle affecte certaines zones de la roche. La diagenèse dolomitique est directement sous le contrôle des conditions physico-chimiques qui règnent au moment du dépôt.

La dolomitisation précoce se caractérise par :

- une cristallinité peu poussée parfois non visible (exemple micrite transformée en dolomicrite) avec éventuellement des cristaux automorphes rhomboédriques dispersés ;
- les structures sédimentaires sont conservées ;
- les éléments figurés (bioclastes par exemple) conservent leur forme et leur structure interne.

Cette dolomitisation précoce se fait lors de la diagenèse du sédiment et s'effectue le plus souvent dans des mers chaudes à salinité élevée, qui sont les caractéristiques typiques de la mer messinienne.

Cette sédimentation va donc se poursuivre et cela en formant un énorme banc de 2m30 de calcaire récifal dolomitisé possédant les mêmes caractéristiques que le banc précédent, sur lequel il repose par une surface de ravinement. La seule différence notable est que ce banc est moins dolomitisé.

3.Membre (3): Calcaire récifal biodétritique :

Ce membre commence par un banc de calcaire récifal bioclastique à algues.

Il se caractérise par une couleur beige à la patine et blanchâtre à la cassure et possédant une épaisseur assez conséquente évaluée à 2m (**fig.21c**).

Ce banc passe latéralement à des calcaire plus détritique à aspect gréseux de couleur jaunâtre. Ce facies détritique va ce répéter sur plusieurs bancs ayant une épaisseur forte allant de 40 cm à 2m20 plus le plus grands. A notés que plusieurs bancs dépassent largement un mètre d'épaisseur.

D'un point de vue lithologique ces calcaires sont beaucoup plus friables que les autres et présente une couleur jaunâtre, ce qui leur donne un aspect gréseux. Ce changement de faciès peut s'expliquer par un épisode d'apports détritiques assez importants venant du continent. On peut donc supposer que nous sommes dans un milieu littoral, peu profond et cela se confirme par la présence de certaines espèces de bivalves vivant dans ce type de milieu .

Ces calcaires biodétritiques ont une concentration moins importante des colonies algaires, qui voient leur abondance diminuer fortement.

Cette disparition des algues laisse place à l'apparition de vermetes et de gastéropode (**fig.20B,C,D**), ainsi qu'une espèce de bivalve connu sous le nom de *Hyotissa hyotis* (**fig.21D**) (Linnaeus, 1758) qui est caractéristique d'un milieu chaud, et a faible profondeur .

Une autre espèce est aussi signalé, appeléz *Chlamys scabrella* (**fig.21F**). On peut aussi noté la présence de foraminifères benthiques .

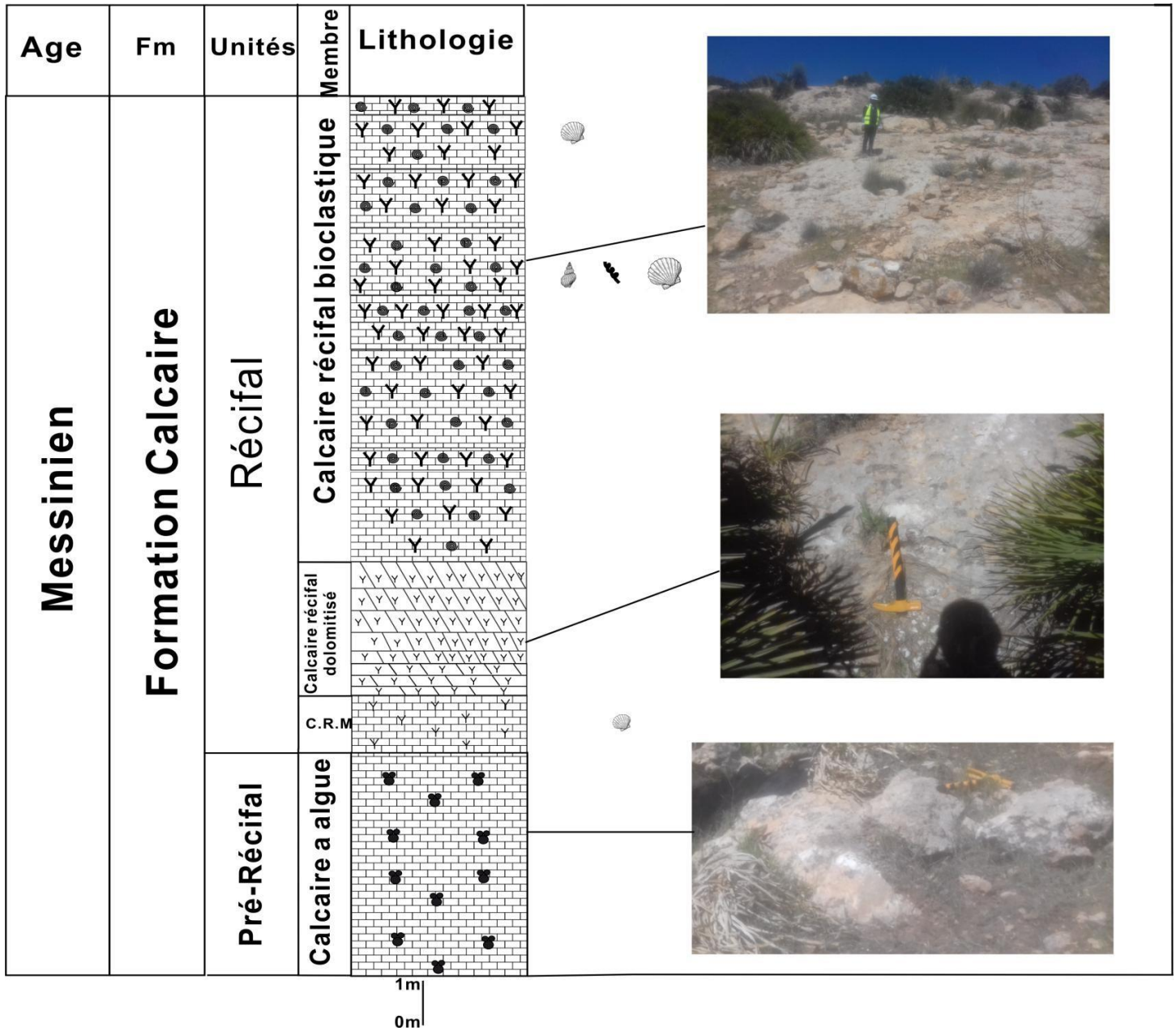


Fig.19 coupe lithologique des calcaires de l'Oggaz

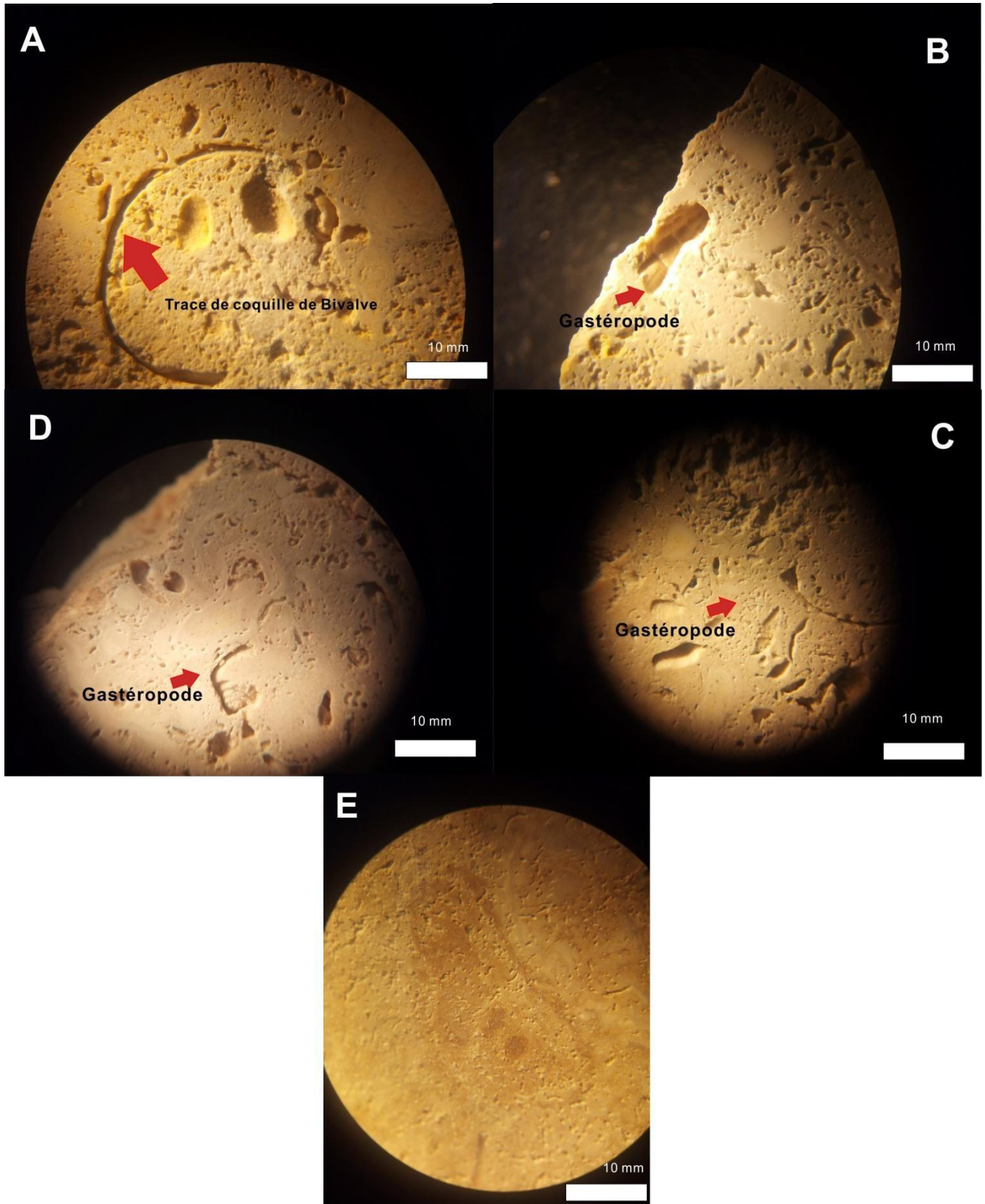


Fig.20 : Photos des calcaires de l'Oggaz a la loupe binoculaire (x50)

A: Trace de coquille de bivalve

B,C,D : Coquille de gastéropode

E : Lithothamnium



Fig.21 : Planche montrant les différents facies et bivalve de la coupe des calcaire de l'Oggaz

A : Calcaire bioclastique à algues

D : *Hyotissa hyotis*

B: Calcaire récifal dolomitisé

E : *Neopycnodonte navicularis*

C: Calcaire récifal biodétritique

F : *Chlamys scabrella*

II.2. Coupe du Djebel Haoud el Kebir :

II.2.1. Localisation de la coupe :

La coupe a été levée au SE du Djebel Aoud Sma (**fig.3**), plus précisément à Djbel Haoud el Kebir.

Cette coupe (**fig.22**) se situe tout au sud de la carrière, à environs 5km, et se caractérise par un faciès marneux-diatomitique à sa base, qui est surplombé par des calcaires récifaux, biodétritiques (**fig.23,24.**)

La coupe se trouve à ces coordonnées GPS (**Tabl.2**) suivante qui ont été prise à la base et au sommet de celle-ci:

	X	Y	Z
Base	35° 30' 9.1" N	0° 15' 20.4" W	397
Sommet	35° 30' 9.7" N	0° 15' 52.9" W	408

Tabl2: Tableau montrant les coordonnées GPS de la base et du sommet de la coupe de Djebel Haoud el Kebir



Fig.22 : Image satellite de la coupe du Djebel Haoud el Kebir

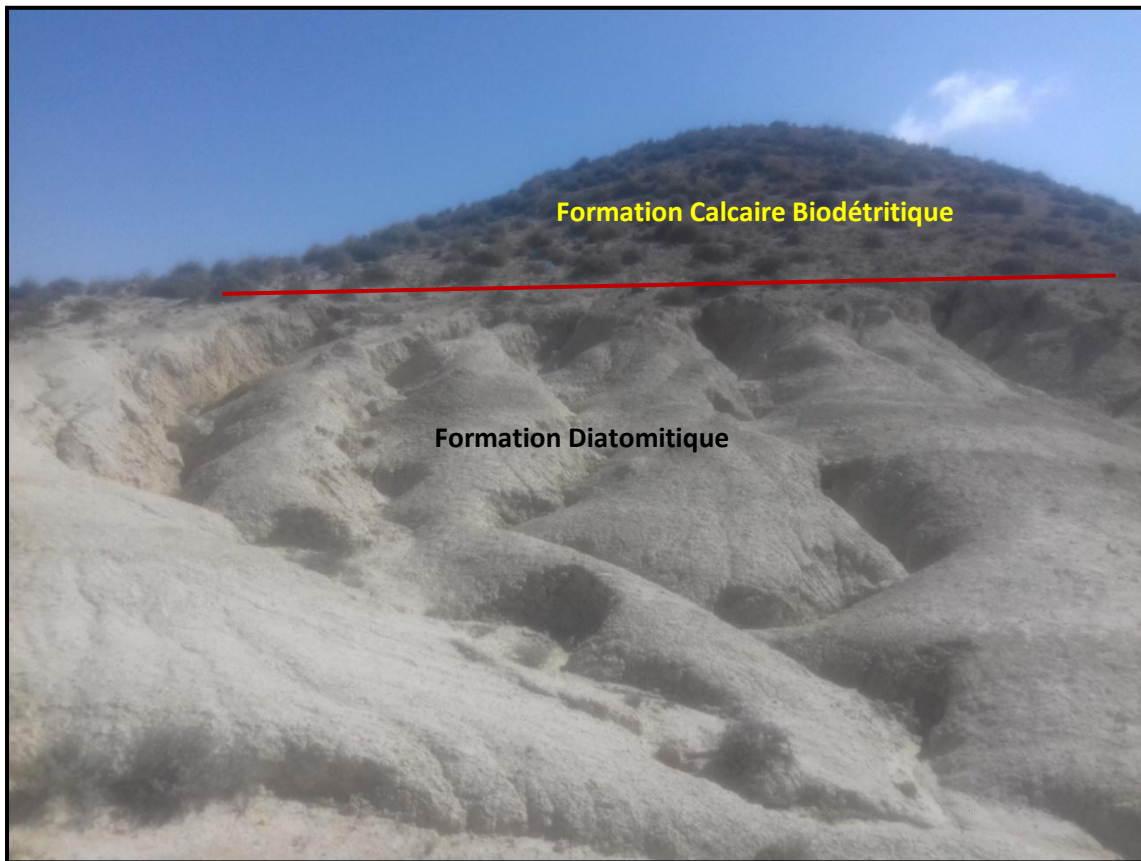


Fig.23 : les formations qui compose la coupe de Haoud El Kebir



Fig.24: Panorama de la coupe de Haoud el Kebir

II.2.2. Description lithologique :

La coupe de Haoud el Kebir (**fig.25**) est subdivisée en deux formations (**fig.23**) possédant des facies totalement différents.

La formation basale est formé par une alternance de marnes et des diatomites marneuse.

Cette formation est couronnée par une autre formation, possédant un facies carbonaté, qui est caractérisé par une alternance de marne et de calcaires récifaux biodétritiques semblables à ceux de la coupe des calcaires de l'Oggaz.

Formation diatomitique : (5m)

La formation diatomitique messinienne, également connue sous le nom de « Tripoli », représente l'un des événements sédimentaires les plus marquants, par son extension géographique à l'échelle de la Méditerranée en général et dans le bassin du Chélif, en Algérie, en particulier. (MANSOUR et al., 2008).

Cette formation débute par une par un banc de 50 cm composé de marne friable.

Ces bancs de marnes-diatomitiques sont en alternance avec des bancs indurés de diatomites massives (**Fig.28B**) de couleur blanchâtre dont l'épaisseur est assez réduite et qui varie entre 20 et 50 cm.

Les marnes diatomitiques quant a eux sont très riche en faune de bivalves et on peut citer plusieurs espèces caractéristique du Messinien comme :

Pecten benedictus (Lamarck, 1819), *Amussiopecten baranensis* (**fig.27b**) (ALMERA & BOFILL, 1897), *Flabellipecten solarium* (Lamarck, 1819) *Neopcynodonte navicularis* (**fig.27c**) (BROCCHI, 1814), Arcidae (Lamarck, 1809).

la forte de présence d'espèces de bivalves caractérisant le messinien .Ainsi que la ressemblance des facies avec celui du Bassin de Mellila-Nador (SAINT-MATIN&ROUCHY, 1986) et du membre III de la formation diatomitique du barrage Sig (MANSOUR et al.,1995). S'inscrivent comme étant le premier épisode de dépôts diatomitique qui sont antérieur à la mise en place de la plate-forme carbonatée, et les placent comme étant des diatomite de plate-forme distale ouverte qui se forment dans un milieu marin néritique (MANSOUR et al., 1999).

Formation Calcaires biodétritique : (4 m)

Cette seconde formation est composé de deux (02) membres :

1)Membre (1) Calcaires biodétritiques :

Ce premier membre est constitué uniquement de calcaires biodétritiques de couleur jaunâtre à marron à la patine et jaunâtre à la cassure.

Ces bancs calcaires récifaux à *Porites* qui sont associés a des bryozoaires et des sérpulidés, possèdent tous un aspect gréseux et sont friable et riche en fossiles benthiques (gastéropodes (vermets) , coquilles de bivalve, bryzoaire,...)

Il débute par un premier par un premier banc de calcaire biodétritique de 20 cm d'épaisseur et comportant des sérpulidés et des fragments de coquilles de bivalves (*Pecten*) ainsi que des gastéropodes.

Après cela nous avons de nouveau un banc de calcaires biodétritiques de 80cm d'épaisseur qui constitue un niveau entier à sérpulidé (**fig.26E**) contenant aussi des fragments de vermets possédant une coquille en forme de tube a enroulement irrégulier. Ils sont cimentés sur des substrats solides et peuvent étendre l'ouverture de la coquille au-dessus du substrat.

Ce facies va se répéter sur presque un mètre d'épaisseur jusqu'a attendre un niveau composé de 2 bancs calcaires constitué de d'un facies riche en sérpulidé bivalve et bryzoaire (*Bivalve-bryozoan-serpulid bed*).

2).Membre (2): *Bivalve-bryozoan-serpulid bed* :

Ce Membre d'environ 50 cm d'épaisseur constitue un niveau appelé *Bivalve-bryozoan-serpulid bed*. Il contient des colonies de bryzoaire en association avec des sérpulidés et des coquilles de bivalves (Huitres, et *Pecten*) se trouvant dans une matrice micritique Packstone. Avec la présence de quelques gastéropodes (vermets) et des algues rouges.

L'abondance de sérpulidé dans ce faciès peut indiquer un substrat dur. Ensuite l'association des sérpulidé avec les bryzoaire ainsi que la présence de mollusque (*Bivalve* , gastéropode) ainsi que la présence de foraminifères benthiques peuvent nous indiquer que ce facies a pu se développer dans un contexte de talus récifal (fore-reef) voir de pente proximal . (MARTIN *et al.*, 1997).

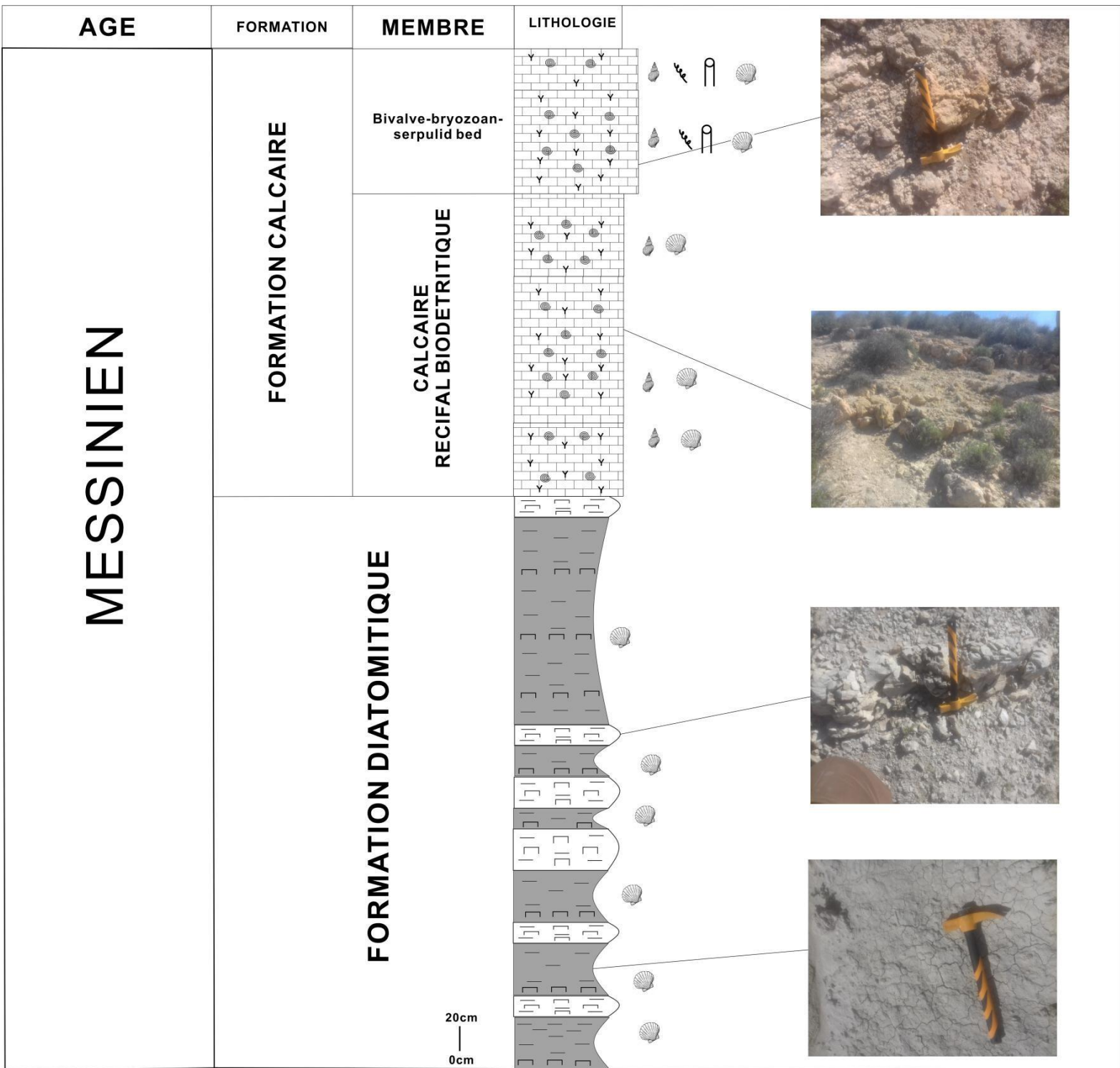


Fig.25 : Coupe Lithostratigraphique de Haoud el Kebir

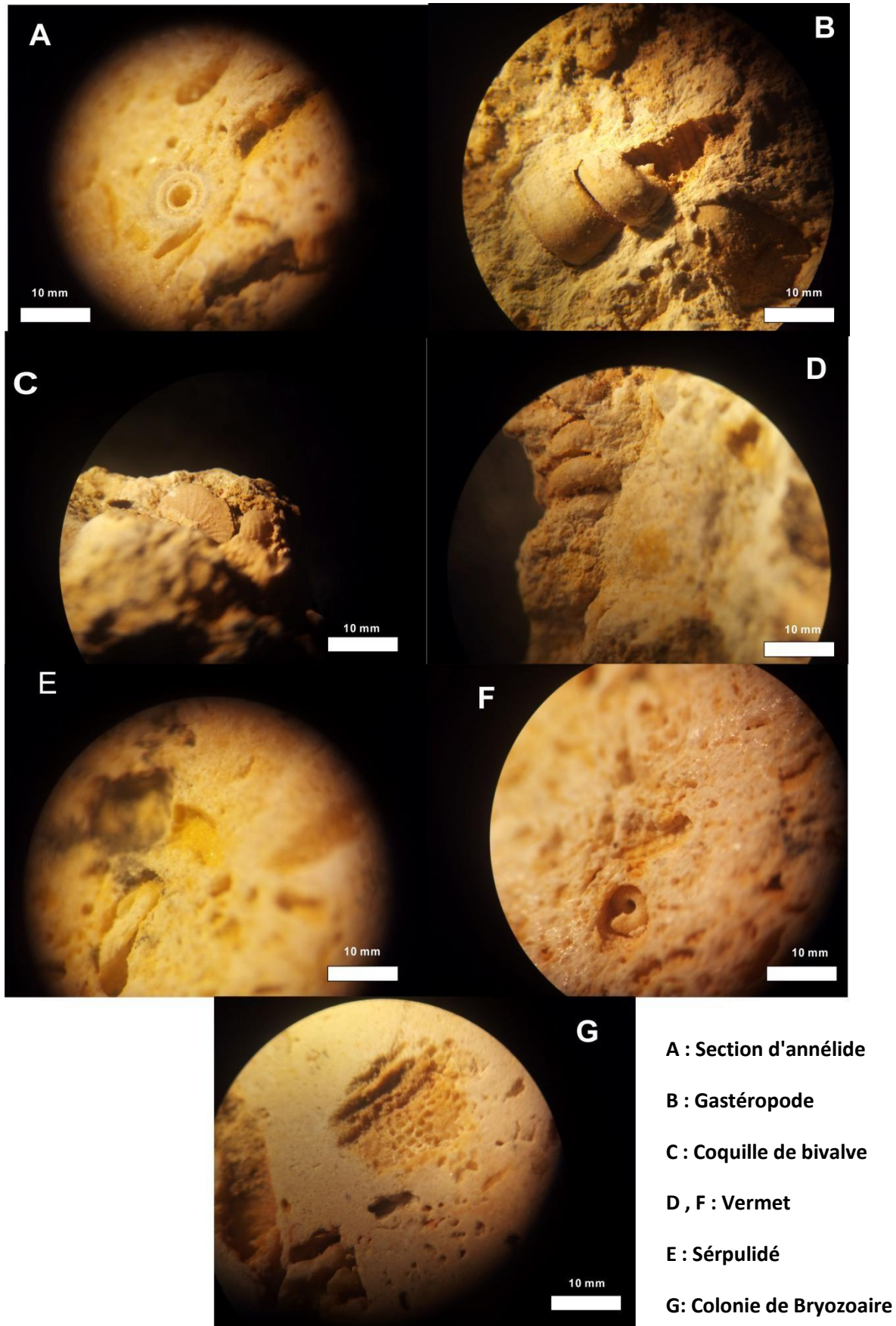


Fig.26 : Photos des calcaires biodétritique de la coupe de Haoud el Kebi a la loupe binoculaire (x50)

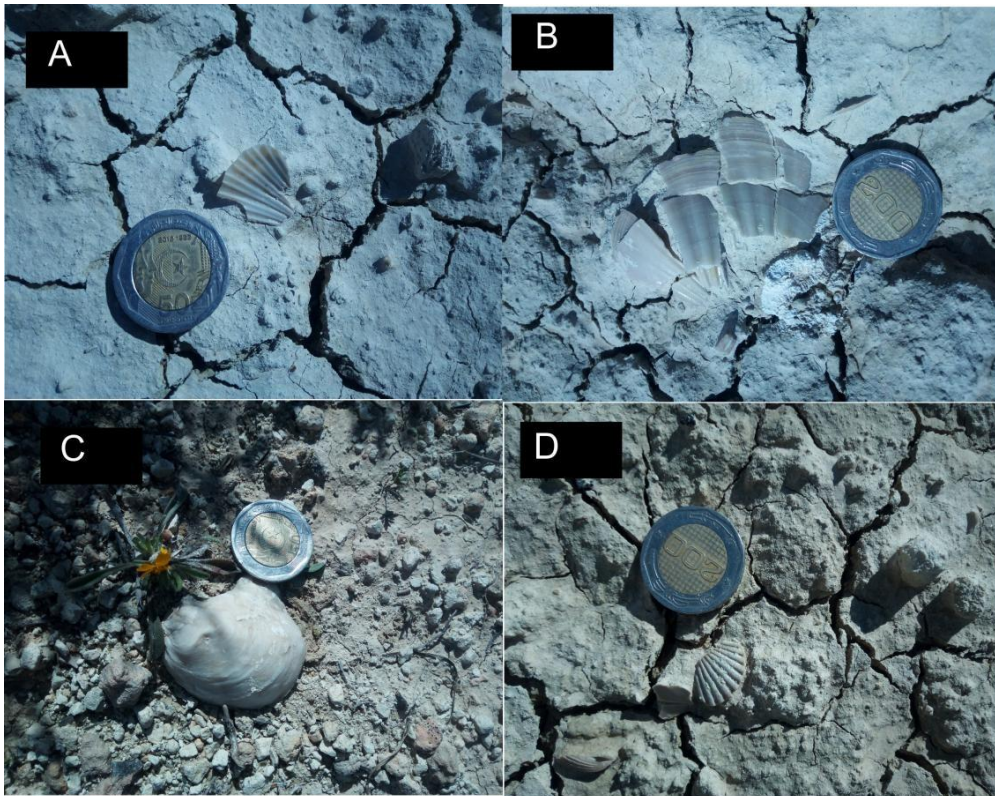


Fig.27 : Photos des différents bivalve trouver sur la formation diatomitique de la coupe de Haoud el Kebri

A : Pectinidae lisse, B : *Amussiopecten baranensis*, C: *neopcyodonte navicualris*

D : *Flabellipecten solarium*

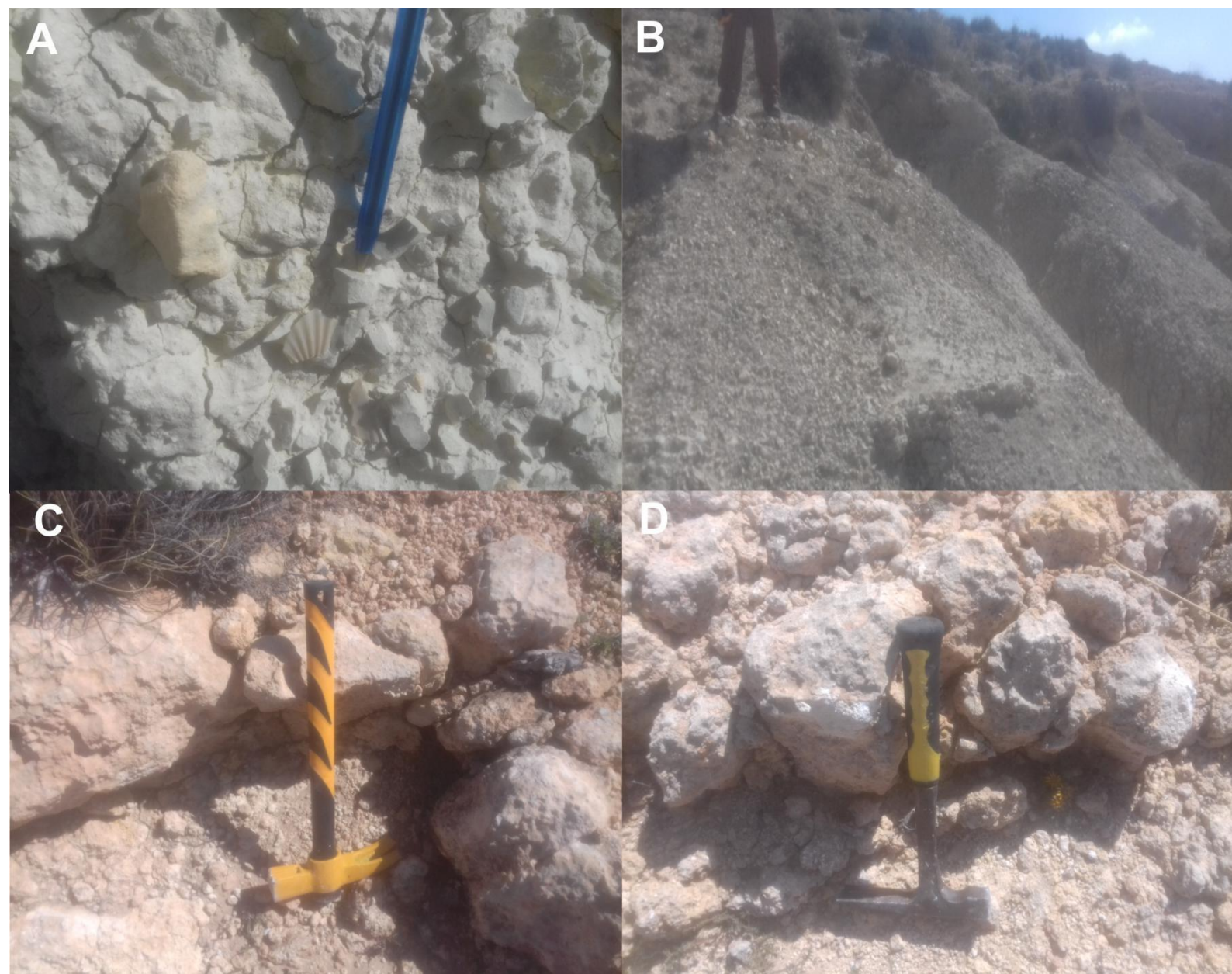


Fig.28 : Les différents facies qui compose les 2 formations de la coupe de Haoud el Kebir

Formation 1 :

- A: Marne diatomitique**
- B: premier banc de diatomite**

Formation 2 :

- C: Calcaire récifal biodétritique riche en Sérpulidé**
- D : Bivalve-bryozoan-serpulid bed**

IV. CONCLUSION ET SYNTHÈSE LITHOLOGIQUE :

Au cours du Miocène terminal et plus particulièrement pendant le Messinien, les bassins périphériques de Méditerranée sont marqués par le développement de "vastes plates-formes carbonatées, développement qui traduit une activation des phénomènes de bioconstruction (rhodophycées, sépulidés) et de bioaccumulation (foraminifères, mollusques) (SAINT-MARTIN, 1990).

les monts des Ouled Ali, les Beni Chougrane, qui forment la bordure sud du bassin du Bas-Chélif sont caractérisés par le développement d'une plate-forme carbonatée d'âge miocène supérieur. (SAINT-MARTIN *et al.*, 1992).

L'étude des 2 coupes lithologiques qui ont été levées dans cette région du bassin du Bas-Chélif, a permis d'établir 2 unités (pré-récifale et récifale) qui s'insèrent parfaitement dans la subdivision lithostratigraphique de la plate-forme carbonatée messinienne faite par, (SAINT MARTIN *et al.*, 1992).

L'unité pré-récifale correspond à la formation diatomitique riche en coquille de bivalve d'âge Messinien de la coupe de Haoudh el Kebir. Ces diatomites disparaissent en allant vers le Nord et sont remplacées par des calcaires micritiques à algues (fig.30), qui constituent aussi l'unité pré-récifale dans la coupe des calcaires de l'Oggaz

La seconde unité qui représente le complexe récifal étudiée dans les 2 coupes, est formée par des calcaires récifaux, riches en sépulidés, vermetes, coquille de bivalve et en bryozoaires.

Les calcaires récifaux de la coupe des calcaires de l'Oggaz sont plus épais et présentent une dolomitisation secondaire causée par une diagénèse précoce et deviennent plus biodétritique au sommet.

Les calcaires récifaux de la coupe de Haoud el Kebir sont biodétritiques et sont moins épais que ceux de la coupe des calcaires de l'Oggaz. Cette différence d'épaisseur peut s'expliquer par une subsidence ayant touché les calcaires récifaux de la coupe des calcaires de l'Oggaz.

. Le changement de faciès au niveau de l'unité pré-récifale s'explique par une différenciation du milieu de dépôt qui est plus profond dans la coupe de Haoud el Kebir et qui peut s'apparenter à un faciès de talus récifal contrairement aux calcaires de l'Oggaz qui eux se sont déposés dans un milieu moins profond et proche du littoral.

GEOCHIMIE
ET MICROFACIES

I. Introduction :

Cette analyse géochimique à pour objectif de connaître la teneur en éléments chimiques des différents échantillons prélevés des 2 coupes dans la zone d'étude. 13 échantillons ont été prélevé en tout pour l'étude géochimique dont 7 pour la coupe des calcaires de l'oggaz et 6 pour la coupe de djebel Haoud el Kebir.

Les analyses entreprises concernent tous les éléments principaux qui déterminent la qualité du sédiment sont : SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO,

Pour le microfaciès 5 lames minces ont été étudiés aux microscope optique .les deux premières lames mince ont été échantillonnée sur les calcaires de l'Oggaz.

les 3 dernières sont issues des échantillons prélevés sur la coupe du djebel Haoud el kebir.

Cela dans le but de connaître la nature et le milieu de dépôt des calcaires du Djebel Aoud Sma.

II. Microfaciès :

Cette étude du microfaciès des calcaires du Djebel Aoud Sma. est basées sur les classifications de (DUNHAM, 1962), et sur ceux de (Embry and Klovan, 1971) pour l'étude du facies récifal.

Ainsi que sur les études récentes sur la pétrographie des faciès carbonatés (SCHOLLE & ULMER-SCHOLLE,2003; FLUGEL, 2010; LOKIER& AL JUNAIBI, 2016).

Les échantillons étudiés ont été représenté ainsi (**tabl.03**) :

Coupes	Lames-Minces		
Coupe des calcaires de L'Oggaz	C.OGZ 1		C.OGZ 2
Coupe du Djebel Haoud el Kebir	HEK 1	HEK 2	HEK 3

Tabl.03: Présentation des lames minces étudiés

II.1 Coupe des calcaires de l'Oggaz :

II.1.2. Description des lames minces

a). Calcaires à algues (C.OGZ 1) :

Formée d'une boue carbonatée possédant une texture mudstone à wackstone dont les éléments sont supérieurs à 63 μm (LOKIER & AL JUNAIBI, 2016). Cette boue contient par endroit de la microsparite qui indique une recristallisation. De nombreux pores qui entourent la matrice ainsi que des cristaux de calcite recristallisés donnant une matrice géodépine.

Les éléments figurés sont constitués de bioclastes représentés par des foraminifères benthiques, des ostracodes, mais aussi des algues rouges sur lesquelles on peut remarquer la présence d'un hypothalle constitué par des files s'organisant en rangées concentriques et forment ainsi une structure en croûte (**fig.29A**) (LEMOINE, 2014).

b). Calcaires récifaux (C.OGZ 2) :

Ce faciès possède une matrice carbonatée ayant une texture rudstone où les grains sont supérieurs à 2mm (FLUGEL, 2010).

En terme d'éléments figurés des algues rouges bioturbées (**fig.30A**), moins présents et moins définies que ceux de la lame précédente. Ils sont associés à des foraminifères benthiques.

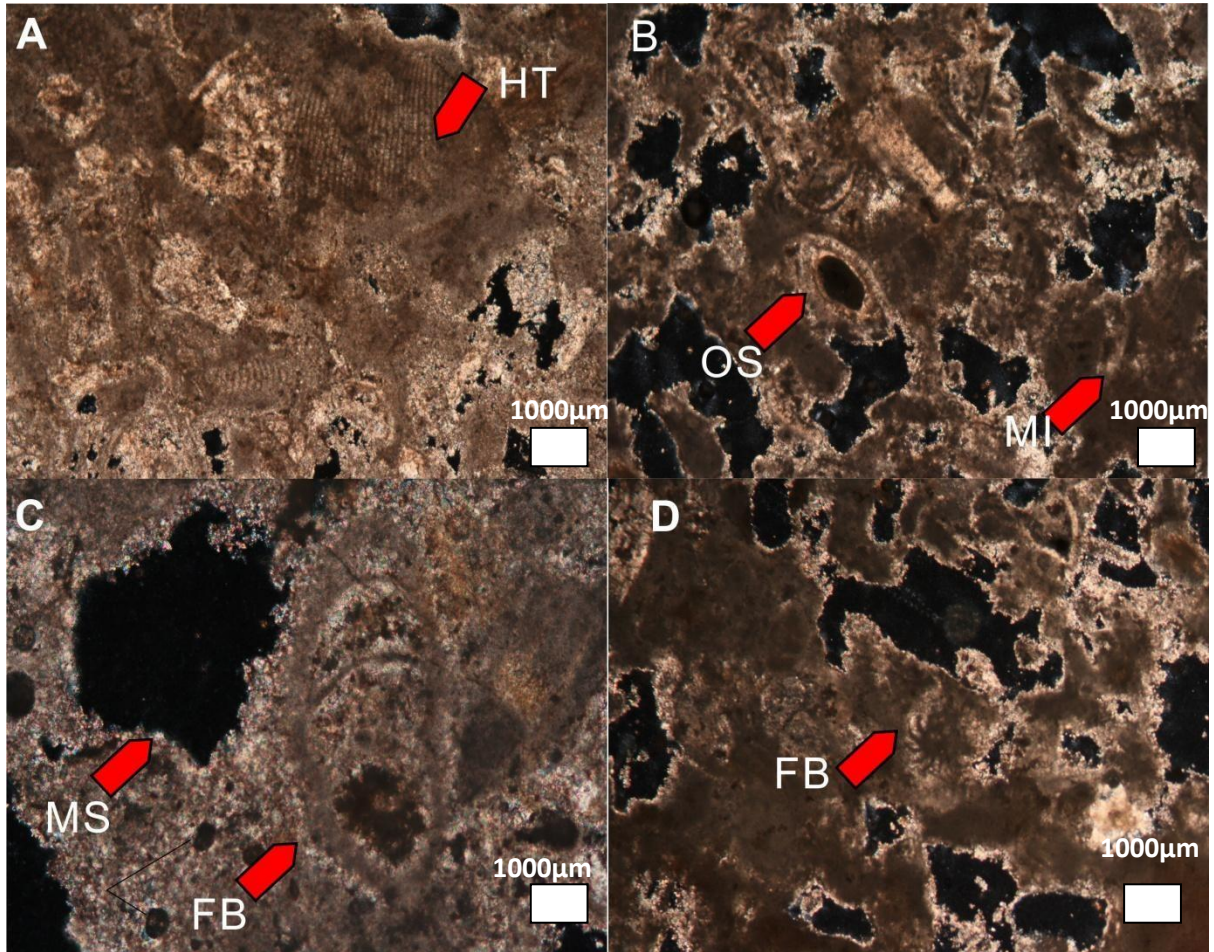


Fig.29 : Planche de photos prise sur la lame C.OGZ 1 a l'aide d'un M.E (x5)

A: Structure algale agencé sous forme lamellaire

HT: Hypothall

B : Ostracode et boue micritique (mudstone)

OS: Ostracode

Mi: Boue micritique :

C , D : Microsparite et foraminifères benthique

Ms : Microsparite

FB : Foraminifères benthique

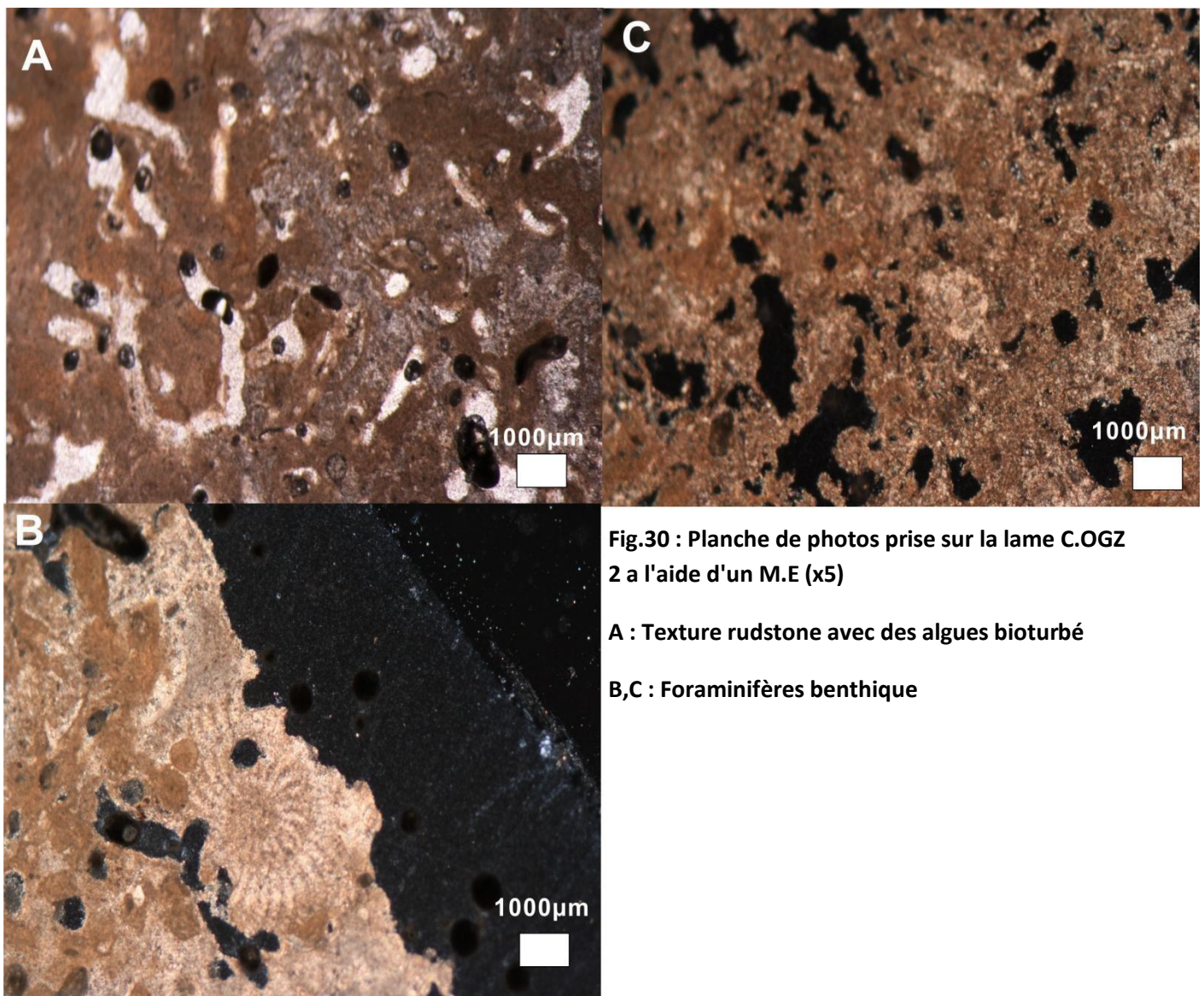


Fig.30 : Planche de photos prise sur la lame C.OGZ 2 a l'aide d'un M.E (x5)

A : Texture rudstone avec des algues bioturbé

B,C : Foraminifères benthique

II.2. Coupe du Djebel Haoud el Kebir:

II.2.1. Description des lames minces :

a) Calcaires récifaux biodétritiques (HEK 1) :

C'est un calcaire biodétritique possédant une texture de type bindstone (**Fig.31B**) qui est formés par des organismes encroûtants représentés ici par des algues rouges possédant une structure lamellaire qui recouvrent des grains qui progressivement se retrouvent liés entre eux.

Ce terme bindstone a été introduite la première fois par Embry et Klovan, (1971). Ces derniers la définissent comme étant une roche carbonatée contenant des fossiles sous forme tabulaire ou bien lamellaire incrusté dans le sédiment au cours du dépôts, et ces fossile peuvent constitué jusqu'a 15% de la roche en elle-même.

En terme de fossile on retrouve la présence de section d'annélide (sérpulidé) (**fig.31A**), des traces de coquille de bivalve ainsi que des forme de foraminifères benthique de l'espèce *Ammonia beccarii* (**fig.31D**) (Linné, 1758).

b) Calcaires récifaux biodétritiques (HEK 2) :

C'est un calcaire biodétritique prélevé au sein d'un banc appartenant contenant des bioclaste. Incluant des foraminifères benthique ainsi que la présence d'algue rouge formant une structure concentrique (**fig.32**) avec la présence de plusieurs formes de foraminifères benthiques mais aussi la présence de trace de coquille de bivalves, et d'un polypier solitaire, baignant dans une matrice micritique calcaire possédant une texture bindstone.

c) *Bivalve-bryozoan-serpulid bed* (HEK 3) :

Ce niveau est formé par un calcaire biodétritique possédant un ciment microsparitique à sparitique qui donne un aspect microcristallin (**fig.33**).

La texture est de type packstone à rudstone. avec des bioclastes de foraminifères benthique, ainsi que des section d'annélide (sérpulidé), des traces de coquilles de bivalves et des bryozoaires.

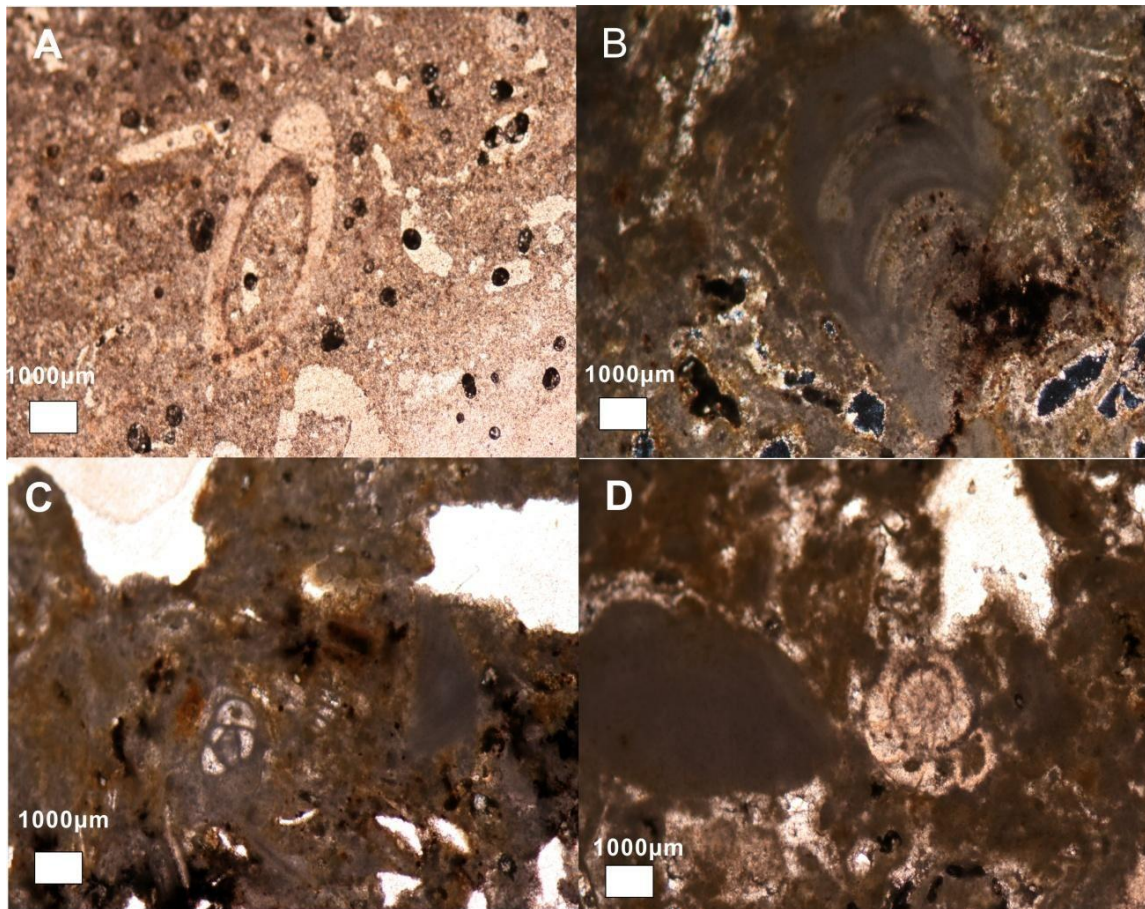


Fig.31: Planche de photos prise sur la lame HEK 1 a l'aide d'un M.E (x5)

A : Section d'annélide

B : Structure algale lamellaire (bindstone)

C : Foraminifère benthique avec structure d'algue lamellaire (bindstone)

D : Foraminifère de l'espèce *Ammonia beccarii*

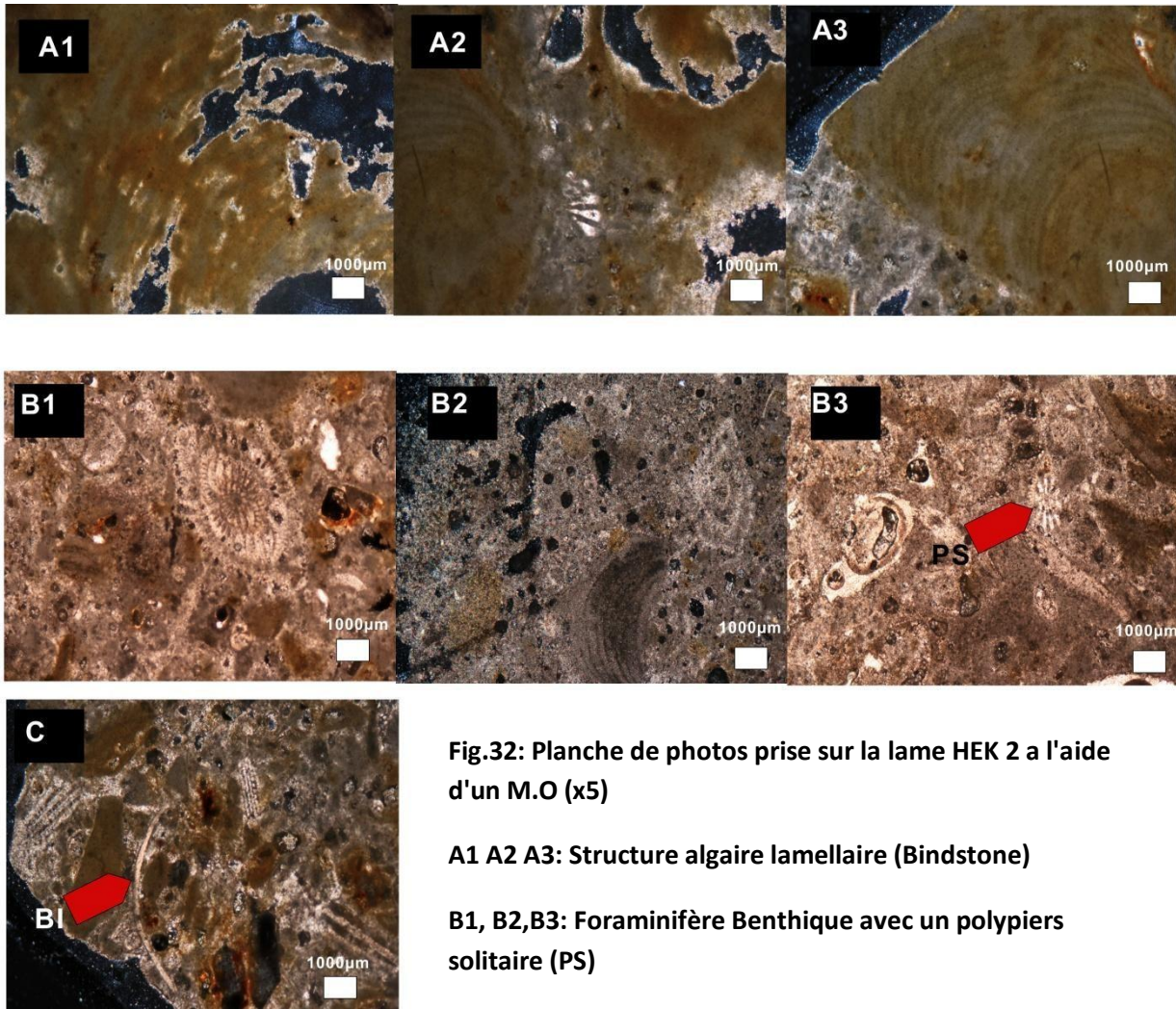


Fig.32: Planche de photos prise sur la lame HEK 2 a l'aide d'un M.O (x5)

A1 A2 A3: Structure algale lamellaire (Bindstone)

B1, B2, B3: Foraminifère Benthique avec un polypiers solitaire (PS)

C : Trace de coquille de bivalve (BI)

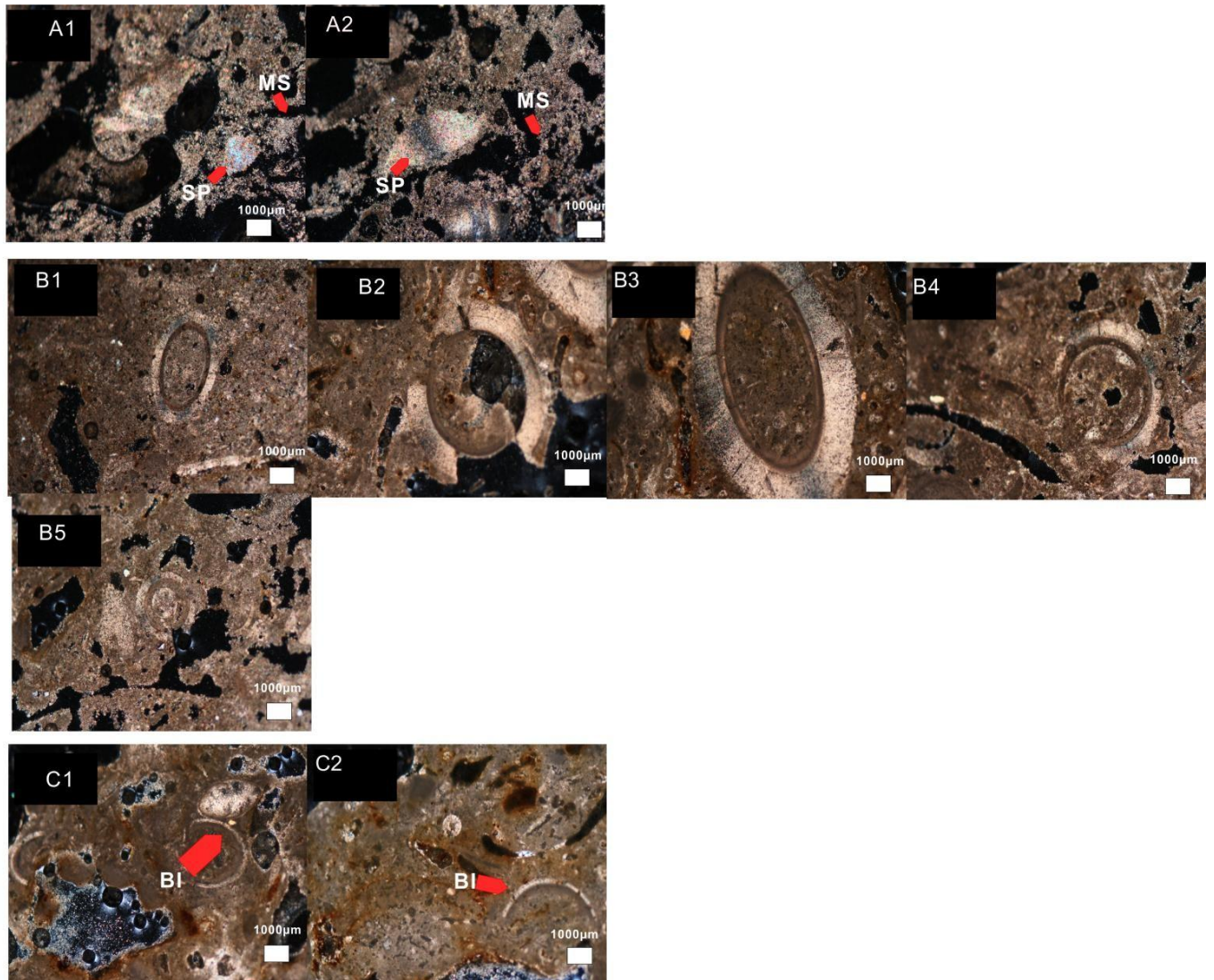


Fig.33: Planche de photos prise sur la lame HEK 3, a l'aide d'un M.O (x5)

A1, A2, : Sparite et microsparite

SP : sparite , MS : microsparite

B1, B2, B3, B5, B6: Section d'annélide (Sérpulidé)

C1, C2 : Traces de coquilles de bivalves (BI)

II.3.Conclusion :

Grace aux données qu'en nous avons récoltés à travers cette étude qui porte sur le microfaciès de 5 lames minces. On a pu avoir une idée de comment on pu se déposer ces calcaires de la plate-forme carbonatée messinienne , et dans quel milieu (tabl 03).

Echantillon	Facies	Contenue Fossilifère	Texture	Milieu
C.OGZ	Calcaires à algue	Foraminifères benthique,algue lithothamniée,Bivalves,Ostracode,Gastéropodes	Mudstone à Packstone	Peu profond Calme et peu agité
C.OGZ 2 :	Calcaires récifaux	Foraminifères benthique ,algue bioturbée bivalves, gastéropodes, vermets	Rudstone	Récifal peu profond et relativement agité
HEK 1	Calcaires récifaux biodétritiques	Foraminifère benthique, bivalves, serpulidé, algue rouge	Bindstone	Rrécifal , calme et peu profond
HEK 2	Calcaires récifaux biodétritiques	Foraminifères benthique, bivalve, construction algaire, gastéropode, Vermets	Bindstone	Milieu : récifal , calme et peu profond
HEK 3	<i>Bivalve-bryozoan-serpulid bed</i>	Foraminifère benthiques Bivalve bryzoaire serpulidé , gastéropode, Vermets	Rudstone à packstone	Agité , talus récifale

Tab.04: Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors de l'étude microfaciologique

III. Géochimie :

Durant les deux levées de coupe, on a prélevé plusieurs échantillons qui sont aux nombres de (7) pour la première coupe et (6) pour la seconde. Et cela afin de pouvoir réaliser une étude géochimique et ainsi déterminer si c'est ces calcaire sont exploitable par la cimenterie et cela en comparant les résultats obtenus sous fluorescence X (FRX) avec un tableau des normes utilisés en terme d'éléments chimiques utilisés dans la fabrication du ciment blanc chez le groupe Lafarge Holcim. Mais au-delà du côté industriel, ces analyses géochimiques vont aussi nous aider à approfondir et compléter notre interprétation sédimentologique et lithologique des différents faciès rencontré sur le terrain.

Sond	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	Cl	PF
LO-1	0.53	0.14	0.07	53.20	2.13	0.09	0.08	0.02	0.06	0.01	0.01	43.70
LO-3	0.40	0.13	0.06	53.67	1.59	0.03	0.04	0.04	0.06	0.01	0.02	43.89
LO-4	0.23	0.07	0.03	53.10	2.28	0.06	0.04	0.03	0.05	0.01	0.01	44.00
LO-5	0.35	0.13	0.05	53.89	1.48	0.05	0.02	0.03	0.06	0.01	0.01	43.94
LO-6	0.41	0.12	0.06	53.21	2.10	0.06	0.02	0.02	0.06	0.01	0.01	43.93
LO-8	0.57	0.20	0.08	55.01	0.37	0.05	0.02	0.02	0.05	0.01	0.01	43.61
LO-9	0.36	0.17	0.06	55.45	0.32	0.04	0.02	0.06	0.05	0.02	0.01	43.36
LO-11	0.38	0.18	0.06	55.36	0.30	0.04	0.02	0.05	0.06	0.03	0.01	43.56
LO-12	0.32	0.13	0.06	55.25	0.29	0.04	0.02	0.07	0.05	0.01	0.01	43.74
LO-13	0.32	0.16	0.05	53.71	1.60	0.05	0.02	0.06	0.05	0.01	0.01	43.96
LO-14	0.45	0.18	0.06	52.87	2.27	0.06	0.02	0.03	0.06	0.01	0.01	43.99
LO-15	0.72	0.24	0.08	54.77	0.36	0.05	0.03	0.06	0.05	0.01	0.01	43.63
LO-16	0.44	0.22	0.07	55.35	0.36	0.04	0.02	0.05	0.05	0.01	0.01	43.39
LO-17	2.91	0.37	0.14	50.55	3.15	0.07	0.05	0.04	0.06	0.02	0.02	42.63
LO-18	3.48	0.50	0.20	49.85	3.15	0.06	0.08	0.06	0.06	0.04	0.03	42.52
LO-19	8.82	0.39	0.16	46.57	3.40	0.08	0.06	0.05	0.05	0.03	0.04	40.38
LO-20	0.65	0.23	0.08	51.52	3.46	0.08	0.03	0.08	0.06	0.01	0.01	43.90
LO-21	0.56	0.20	0.07	53.15	2.07	0.06	0.02	0.06	0.04	0.01	0.01	43.77
LO-22	1.91	0.32	0.13	51.62	2.54	0.07	0.04	0.08	0.06	0.02	0.02	43.21
LO-23	0.34	0.15	0.05	52.67	2.59	0.05	0.01	0.04	0.06	0.01	0.01	44.02
LO-24	0.35	0.16	0.05	50.90	4.08	0.06	0.02	0.04	0.06	0.01	0.02	44.21
LO-25	2.23	0.40	0.15	50.97	2.77	0.06	0.06	0.11	0.06	0.02	0.01	43.19
LO-26	1.45	0.26	0.10	51.14	3.31	0.06	0.03	0.04	0.07	0.02	0.01	43.53
LO-27	0.37	0.15	0.05	51.85	3.26	0.06	0.02	0.03	0.07	0.02	0.01	44.14
LO-28	1.56	0.46	0.19	52.12	2.14	0.06	0.03	0.08	0.06	0.02	0.01	43.23
LO-29	0.32	0.01	0.06	52.89	2.40	0.07	0.02	0.03	0.06	0.01	0.01	44.03
LO-30	0.51	0.19	0.07	55.08	0.38	0.04	0.03	0.02	0.04	0.01	0.01	43.63
LO-31	0.91	0.27	0.10	52.51	2.39	0.06	0.04	0.05	0.06	0.02	0.02	43.60
LO-32	0.44	0.18	0.06	51.62	3.41	0.06	0.02	0.04	0.06	0.01	0.01	44.10
LO-34	0.35	0.17	0.05	51.01	3.97	0.07	0.02	0.06	0.06	0.01	0.01	44.24
LO-35	0.45	0.18	0.06	52.36	2.85	0.06	0.03	0.11	0.07	0.01	0.01	43.83
LO-36	0.35	0.16	0.05	51.63	3.48	0.07	0.02	0.07	0.07	0.01	0.03	44.09
GIS.	1.04	0.21	0.08	52.65	2.19	0.06	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	43.59

Fig.34 : Composition chimique moyenne des calcaires d'Oggaz obtenus sur 581 échantillons (CETIM,2006)

Formation	Ensembles	Faciès	Echantillons	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO
Formation Calcaire	Ensemble 1	Calcaire à algue	ECH1	0,1	0,06	0,03	54,37	0,32
			ECH2	1,04	0,36	0,09	53,31	0,92
	Ensemble 2	Calcaire récifaux	ECH3	0,58	0,23	0,08	54,12	1,35
			ECH4	0,34	0,13	0,05	53,25	1,93
			ECH5	0,36	0,09	0,04	53,72	1,34
			ECH6	0,81	0,17	0,08	52,51	1,58
			ECH7	0,42	0,14	0,08	53,41	1,3

Tabl.05 : Résultat des analyses géochimique de la coupe des calcaires d'Oggaz

Formations	Faciès	Echantillons	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO
Formation diatomitique	Marne diatomitique	Ech 1	35,83	6,37	2,26	25,66	3,63
	Diatomite marneuse	Ech 2	68,22	5,05	1,43	18,44	1,91
Formation Calcaire	Calcaire biodétritique	Ech 3	6,75	1,18	0,7	49,44	0,91
		Ech 4	3,93	0,91	0,42	51,43	0,52
		Ech 5	3,28	0,79	0,49	51,66	0,68
		Ech 6	1,5	0,39	0,15	53,89	0,36

Tabl.06 : Résultat des analyses géochimique de la coupe

III.1. Discussion et analyse des résultats :

III.1.1. Tableau N°1 :

III.1.1.1- Teneur en silice (SiO₂)

Les calcaires d'Oggaz sont caractérisés par une teneur en SiO₂ (**fig.36**) (**Tabl.05**) relativement faible, et on peut remarquer cela sur les 2 ensemble ou la teneur varie de 0.01% à 1.04%, ce qui montre une très faible variation de la silice. Cette dernière est le fruit d'un apport détritique ou alors un enrichissement de SiO₂ à l'état colloïdale.

III.1.1.2 - Teneur en aluminium (Al₂O₃)

La teneur en aluminium est très faible dans tous les échantillons analysés et ne dépasse pas les 0.36%. Cette faible s'explique que par le type de roche présente dans la formation. En effet le taux d'aluminium est généralement élevé dans les roches résiduelle comme la bauxite ou les argiles. Sauf que dans notre cas nous avons une roche carbonatée qui se forme par précipitation chimique du CaCO₃. Donc ce taux faible en aluminium est donc tout à fait normal.

III.1.1.3- Teneur en Oxyde de Fer (Fe₂O₃):

Même constat pour les oxydes de fer. Nous avons des valeur assez faible qui vont du 0.03% pour la valeur la plus basse jusqu'a 0.09% pour la plus élevée.

III.1.1.4- Teneur en calcium (CaO):

On peut voir sur les 7 échantillons qui ont été prélevé sur les deux ensemble que le taux de CaO est relativement élevé et qu'il ne descend jamais en dessous des 50%. La teneur est comprise 52.51% et 54.37%. Et ce sont des valeurs qui restent assez standard pour des calcaires micritique surtout si on les compare avec les résultats obtenus par Lafarge durant les différents forages effectués sur le site d'exploitation(**fig.34**).

III.1.1.5- Teneur en magnésium (MgO) :

Le taux de MgO varie dans tous les échantillons analysés dans la coupe étudiée entre (0,32% et 0.92%) pour le premier ensemble. Ce sont des valeurs qui s'inscrivent dans les normes de la quantité moyenne de MgO utilisé par le groupe Lafarge Holcim qui est de 0.85% selon le tableau des normes d'éléments chimiques servant à la fabrication du ciment blanc .

Contrairement aux calcaires du second ensemble sont partiellement dolomitisé et dans le taux de MgO dépasse largement les 0,85% avec un taux variant entre 1.3% et 1.93%

III.1.2. Tableau N°2 :

III.1.2.1- Teneur en silice (SiO₂) :

a) Formation diatomitique :

Dans cette formation le taux de silice est très élevé (**fig.37**) (**Tabl.06**) surtout si on la compare aux résultats du tableau (**Tabl.05**). Ce taux élevé de silice s'explique par la présence de diatomite qui est une roche siliceuse.

La différence entre dans le taux de silice entre le premier et second faciès quant à lui s'explique par le fait que les marnes diatomitiques sont moins riches en diatomite que les diatomites marneuses, dont ces dernières se rapprochent le plus de la diatomite surtout si on compare nos résultats avec ceux des différentes diatomites prélevées dans le monde (**fig.35**). On remarque bien qu'ils s'intègrent parfaitement dans l'intervalle 91,20% -67,80%

Gisements	Chine ⁽¹⁾ (Jilin)	Danemark ⁽¹⁾ (moler)	Espagne ⁽²⁾ (Albacete)	Etats-Unis ⁽²⁾ (Californie/Lompoc)	France (Cantal)	Mexique ⁽²⁾ (Jalisco)
SiO ₂	90,07	67,80	88,60	89,70	91,60	91,20

Fig.35: Composition chimique d'échantillon de diatomite prélevé dans le monde (CETIM,2006)

b) Formation calcaire :

Dans cette formation le taux de silice est plus important que dans la formation calcaire précédente. On remarque qu'il varie de 1,5% à 6,75 %, alors que dans le (**Tabl.05**) il arrivait à peine à 1%.

Cette nette augmentation peut s'expliquer par le fait que ces calcaires sont bio-détritiques et qu'ils possèdent un aspect sableux contrairement aux premiers ou c'étaient des calcaires purement micritiques. L'apport détritique dans ces calcaires a été plus important que ceux de la coupe 1.

III.1.2.2 - Teneur en aluminium (Al₂O₃) et en Oxyde de Fer (Fe₂O₃) :

a)-Formation diatomitique :

La teneur en aluminium dans cette formation est assez élevée, elle est comprise entre 6,37%-5,05%, et pareil pour les oxydes de fer dont la teneur la plus forte est à 2,26%. Cette forte teneur en aluminium et dans une moindre mesure pour les oxydes de fer s'explique par la présence des marnes qui sont composées partiellement par des argiles

b)-Formation calcaire :

Taux relativement faible vu que la présence de roche carbonatée les teneurs sont comprises entre 0.39%-1.18% pour les aluminiums et 0.15%-0.7% pour les oxyde de fer.

III.1.2.3-Teneur en calcium (CaO):**a)-Formation diatomitique :**

La présence de CaO plutôt importante (25,66%-18,44%) dans cette formation s'explique tout naturellement par la partie marneuse du faciès qui est composé en partie par des argiles comme vu précédemment mais aussi par des carbonates.

b)-Formation calcaire :

le Taux de CaO ici malgré que élevé (49,44%-53,89%) ,reste moins important que les calcaires de la coupe 1. Cela peut s'expliquer par la présence d'un 'apport détritique assez important, d'ailleurs on remarque sur le tableau 2 dans la formation des calcaires bio-détritiques, que plus le taux de d'aluminium et d'oxyde de fer diminue plus le CaO augmente. Par conséquent on peut en déduire que plus l'apport détritique diminue plus la roche devient purement calcaire.

III.1.2.4- Teneur en magnésium (MgO) :**a)-Formation diatomitique :**

Le Taux de MgO est compris entre 3,63 % pour les marne diatomitique, et 1,91% pour les diatomites marneuses. La présence de MgO ici peut s'expliquer par les marnes qui sont composées par les argiles dont ces derniers ont du MgO dans leur composition chimique.

b)-Formation Calcaire :

Cette fois ci il n'y a pas vraiment de traces qui peuvent nous indiquer la présence éventuelle d'une quelconque dolomitisation vu les taux plutôt faible enregistrés dans cette formation, qui varient entre 0.91% et 0.36%.

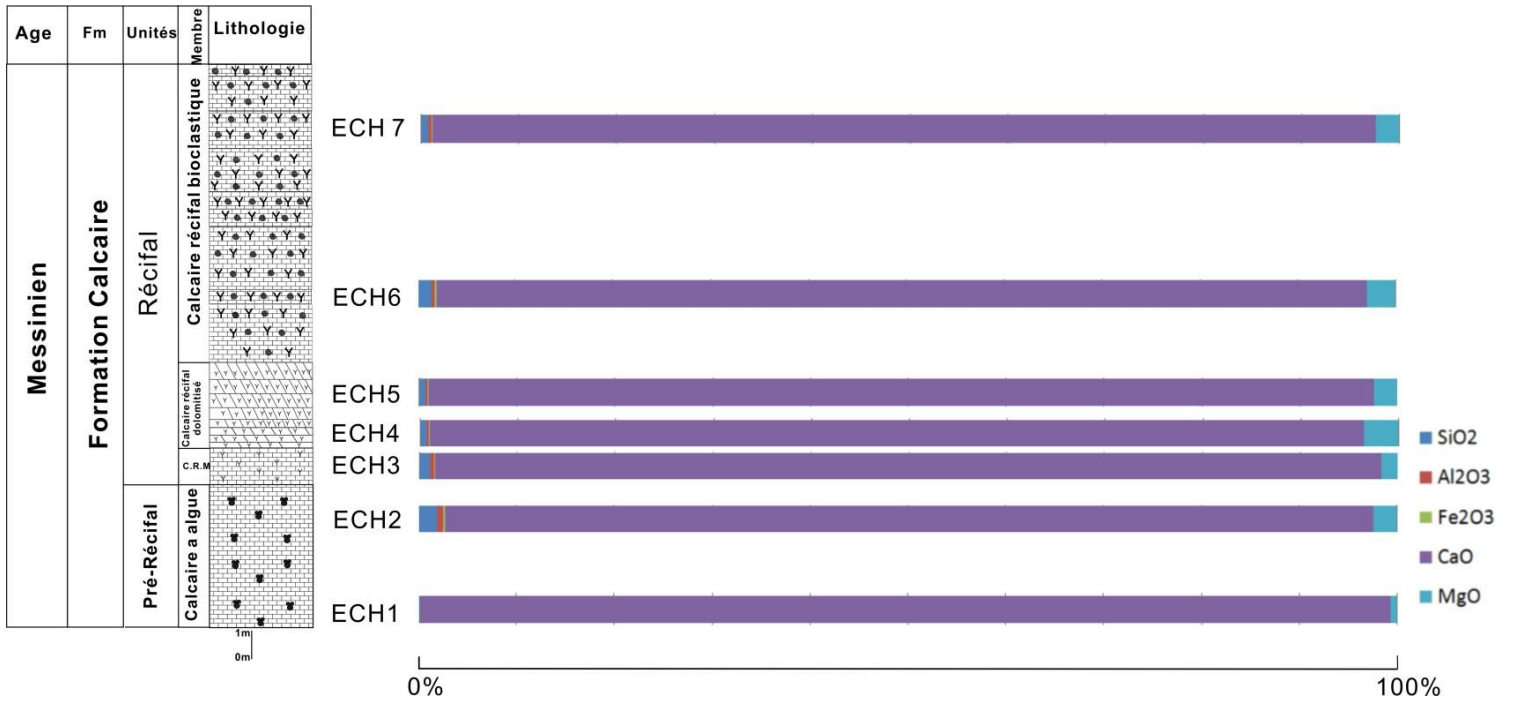


Fig. 36 : Répartition des éléments chimiques analysés au laboratoire, sur les calcaires de l'Oggaz

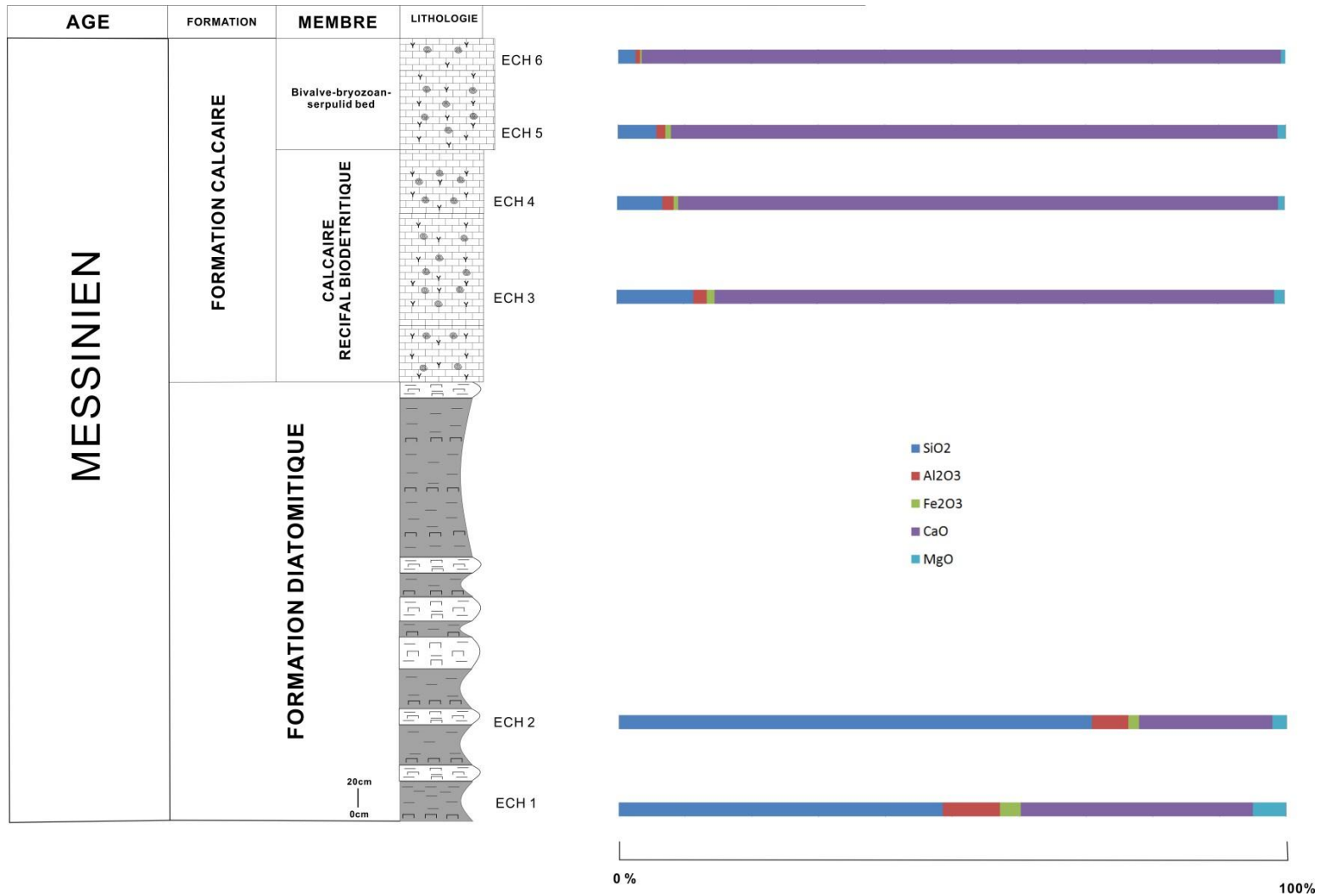


Fig. 37 : Répartition des éléments chimique analysé au laboratoire , sur la formation diatomitique et la formation calcaires du Djebel Haoud el Kebir

III.3. Conclusion et intérêt économique :

Au vu du développement de la construction urbaine de manière générale, découle naturellement une forte consommation de ciment blanc qui ne cesse de croître à l'heure actuel.

Cette forte demande en ciment pousse les sociétés productrices de ce matériel de construction à toujours activer et développer les recherches afin d'en produire de plus en plus et ainsi satisfaire les demandes des différentes sociétés de construction pour la fabrication du béton en outre.

Ici en Algérie c'est la société Lafarge Holcim qui monopolise la fabrication du ciment blanc possédant ainsi plusieurs carrières à travers tout le territoire, notamment dans la carrière de l'Oggaz où c'est d'ailleurs porté notre étude dans le cadre du projet d'extension de cette dite carrière .

L'analyse géochimique des échantillons des deux coupes, a mis en évidence que ces calcaires sont très riches en CaO avec un taux relativement élevé dépassant les 50% ce qui indique la présence d'un seul pôle carbonaté.

Concernant le taux de MgO, qui est le principal sujet de notre étude géochimique. On remarque qu'il est relativement bas dans le premier ensemble (0,32% et 0,92%). Ce sont qui s'inscrivent parfaitement dans les normes de la quantité moyenne de MgO utilisé par le groupe Lafarge Holcim qui est de 0,85%.

Contrairement au second ensemble représenté par des calcaires récifaux qui possèdent des variations de MgO beaucoup trop élevées allant de 1,3% jusqu'à 1,93%.

Pour ce qui est des calcaires de la coupe de Djebel Haoud el Kebir qui possèdent des taux de CaO et de MgO plus que correctes ne dépassant pas les 0,9% en terme de MgO et un taux de CaO compris entre 49% et 53%. mais ne sont pas exploitables pour le moment car en dehors de la zone d'extension prévue par le groupe Lafarge Holcim.

En conclusion pour l'exploitation des calcaires de l'Oggaz se trouvant au sud de la carrière et s'insérant dans la zone d'extension prévue par la société. Il vaudrait mieux se tourner vers les calcaires à algues dont les valeurs sont parfaites pour la fabrication du ciment blanc.

A contrario les calcaires récifaux se trouvant au dessus des calcaires à algues possédant des taux trop élevés en matière de MgO pour être exploités, mais pourront être utilisés pour la fabrication de ciment gris qui devra être combinés avec une argile locale.

Conclusion générale

Les plates-formes carbonatées messiniennes, très répandues en Méditerranée occidentale, constituent des marqueurs utiles pour les reconstitutions des variations environnementales qui ont conduit à la «crise messinienne».

Si l'architecture et l'histoire des plates-formes carbonatées progradantes d'Afrique du Nord ont fait souvent l'objet d'une attention particulière, peu d'étude spécifiques n'avaient été consacrées au vaste système de plates-formes carbonatées de même âge qui borde le Sud du bassin du Bas Chélif en Algérie.

L'étude pluridisciplinaire (Lithostratigraphie, microfacies et géochimie) a permis de déterminer deux unités de la plate-forme carbonatée messinienne, au sein des 2 coupes levées.

L'unité pré-récifal est représenté dans la coupe des calcaires de l'Oggaz par des calcaires à algue (Lithothamniées). Ce faciès va être corrélé avec la formation diatomitique du Djebel Haoud el Kebir.

L'unité récifale est représentées dans la coupe des calcaires de l'Oggaz par des calcaires récifaux micritique a la base qui vont subir une dolomitisation secondaire cause d'une diagénèse précoce, a la fin ils laisseront place à des calcaires récifaux biodétritique qui constituent aussi la formation calcaire de Haoud el kebir

Cette étude lithologique a aussi permis de déterminé trois espèces de bivalves encore jamais cité dans cette région. 02 dans la coupe de Haoud el Kébir *Amussiopecten baranensis*, *neopcyodont* *navicularis* et une dans la coupe des calcaires de l'Oggaz *Chlamys scabrella*

Ces calcaires récifaux biodétritique seront retrouvés dans la coupe du Djebel Haoud el Kebir constituant ainsi la formation calcaire de ce secteur.

L'étude du microfaciès a mis en évidence que ces calcaires se sont déposés dans un milieu marin peu profond et relativement calme.

L'analyse géochimique des échantillons des deux coupes, a mis en évidence que ces calcaires sont très riches en CaO avec un taux relativement élevés dépassant les 50% et un taux de MgO relativement peu élevés dans les calcaires à algue et plus élevés dans les calcaires récifaux.

De manière générale ça serait vers ces calcaires là qu'il vaudrait mieux se tourner pour ainsi commencer une exploitation viable et rentable pour la fabrication du ciment blanc.

Les calcaires récifaux qui possédant un taux élevé de MgO pourront quant a eux servir à la fabrication de ciment gris.

BIBLIOGRAPHIE :

- ALLAOUA A. (2017)** – Les calcaires de Djebel Aoud Sma (Monts de Béni Chougrane) : aspect lithostratigraphique et géochimique. *Mémoire de Master*, Université d’Oran 2, 43 p.
- ANDESRON R. V. (1936)** – Geology in the coastal Atlas of Western Algeria. *Geol. Soc. of Amer. Mem.*, 4, 450 p.
- BESSEDIK M. BELKBIR L. (1985)**- Présence du Miocène moyen et supérieur dans la série de la Pointe de Canastel (Oran, Algérie) : implications paléocéologiques et biostratigraphiques. pp 147-150
- BELKEBIR et al. (1996)** - Le Miocène des bassins nord-occidentaux d'Algérie_Biostratigraphie et eustatisme.
- C.E.T.I.M. (2006)** – Mémoire des résultats des travaux d’exploration : Gisement de calcaire « AoudSma ». Rapport interne, 31 p.
- DALLONI M. (1952)** - L'atlas tellien occidental.. Alger, 24, 95 p., 14 fig ...
- DELTEIL J. (1974)** - Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d’après l’étude du Tell oriental (Monts de la Mina, Béni Chougrane, Dahra). Thèse de Doctorat d’Etat, Université de Nice, 249p.
- DUNHAM R. J. (1962)** – Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In:Classification of Carbonate Rocks (eds. HAM W. E.), *Am. Assoc. Pet. Geol. Mem.*, 1: 108 – 121.
- EMBRY A. F. & KLOVAN J. E. (1971)** – A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island,NWT. *Bull. Can. Pet. Geol.*, 19 : 730 – 781.
- FLÜGEL E. (2010)** – Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application (2ndEd.). Springer, 984 p.
- FRENEIX S., SAINT MARTIN J. P. & MOISSETTE P. (1988)** – Huîtres du Messinien d’Oranie (Algérie occidentale) et paléobiologie de l’ensemble de la faune de bivalves. *Bull. Mus. Hist. nat.,Paris, 4e sér.*, 10, section C, 1 : 1-21.
- LEMOINE P. (2014)**- Essai de classification des Mélobésiées basée sur la structure anatomique *Bulletin de la Société Botanique de France*, 57:5, 323-331,
- MANSOUR B., MOISSETTE P., NOEL D. & ROUCHY J. M. (1994)** – L’enregistrement par les associations des diatomées des environnements messiniens : exemple de la coupe de Sig (Bassin du Chéelif-Algérie). *Geobios* 28 (3) : 261-279.

MANSOUR B. & SAINT MARTIN J. P. (1999) – Conditions de dépôt des diatomites messiniennes en contexte de plate-forme carbonatée d'après l'étude des assemblages de diatomées: exemple du Djebel Murdjadjo (Algérie). *Geobios* 32 (3) : 395-408.

MANSOUR B., BESSEDIK M., SAINT MARTIN J. P. & BELKEBIR L. (2008) – Signification paléoécologique des assemblages de diatomées du Messinien du Dahra sud-occidental (bassin du Chéelif, Algérie nord-occidentale). *Geodiversitas* 30 (1) : 117-139.

MANSOURI M.E.H. , BESSEDIK M. , AUBRY M.P. , BELKEBIR L. MANSOUR.B, BEAUFORT L. (2008) - Contributions biostratigraphiques et paléoenvironnementales de l'étude des nannofossiles calcaires des dépôts tortonomessiniens du bassin du Chéelif (Algérie). *Geodiversitas* 30 (1) : 59-76

MOISSETTE P. (1988) - Faunes de Bryozoaires du Messinien d'Algérie occidentale. Doc. Lab. Géol. Lyon, 102, 351 p.

MOUSSA K., BELKEBIR L., MANSOUR B. & BESSEDIK M. (1994) – Dynamique et évolution de la Marge Sud du Bassin du Chelif (Algérie) vers une plate-forme carbonatée (Miocène supérieur). Approche sédimentologique et stratigraphie séquentielle. *Géologie Méditerranéenne*, 21 (3-4) : 131-132.

NEURDIN-TRESCARTES J. (1992) - Le remplissage du bassin néogène du Chéelif. Modèle de référence de bassin intra-montagneux. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Pau et Pays de l'Adour, France, 605 p.

PERRODON A. (1957) – Etude géologique des bassins néogènes sub-littoraux de l'Algérie occidentale. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, n. s., Alger, Bull. 12, 382 p.

SAINT MARTIN J. P. (1990) - Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. *Mém. Mus. Hist. Nat., Paris, C*, 56, 366 p.

SAINT MARTIN J. P. & ROUCHY J. M. (1990) – Les plates-formes carbonatées messiniennes en Méditerranée occidentale : leur importance pour la reconstitution des variations du niveau marin au Miocène terminal. *Bull. Soc. géol. France* (8), 6 (1) : 83-94.

SAINT MARTIN J.-P., CORNEE J.-J., CONESA G., BESSEDIK M., BELKEBIR L., MANSOUR B., MOISSETTE P. & ANGLADA R. (1992) - Un dispositif particulier de la plate-forme carbonatée messinienne : la bordure méridionale du bassin du Bas-Chelif Algérie. *C. R. Acad.Sci., Paris*, 315, sér. 2 : 1365-1372.

SAINT MARTIN J.P. CONESA G. , CORNEE J.J. , SAINT MARTIN S. , ANDRE J.P.,LAURENTI A.R. BENMOUSSA A. (2007)- Un processus original de construction–accumulation a vermetes (Messinien, Maroc). *Comptes Rendus Palevol* Volume 6, n° 1-2 : 73-85

SAINT MARTIN J. P. (2008) – Biodiversité dans les calcaires micritiques blancs des plates-formes messiniennes d’Algérie. *Geodiversitas* 30 (1) : 165-179.

S.N. Repal (1952). — Le bassin néogène du Chéelif. Publication du xixe Congrès géologique international, Alger, Monographie Régionale, série 1, n°16: 1-56.

SCHOLLE P. A. & ULMER-SCHOLLE D. S. (2003) – A Color Guide to Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis. *AAPG Memoir 77*, American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, OK. 459 p.

THOMAS G. (1974) – La phase compressive pléistocène en Algérie nord-occidentale : âge, premiers éléments cinématiques, relation avec les mouvements en distension. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 279, sér. D : 311 – 314.

THOMAS G. (1985) - Géodynamique d’un bassin intramontagneux. Le bassin du Bas Chéelif occidental durant le Mio-Plio-Quaternaire. Thèse de Doctorat d’Etat, Université de Pau et Pays de l’Adour, 594 p.

TINTHOIN R. (1937) – Les monts des Ouled-Ali esquisse morphologique. *Annales de Géographie*, 46 (262) : 374-386.

Videt B. (2004) — Dynamique des paléoenvironnements à huîtres du Crétacé supérieur nord-aquitain (SO France) et du Mio-Pliocène andalou (SE Espagne): biodiversité, analyse séquentielle, biogéochimie. *Mémoire Géosciences*, Rennes 108: 1-261.