

N° d'ordre :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
Faculté de Sciences de la Terre et de l'Univers Département de la Géologie
Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et de Paléo environnement



Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master académique en Sciences de la Terre.

Option : Géologie des Bassins Sédimentaires.

Thème :

Les dépôts holocènes de Sebkhet El Mehouch (Grand Erg Occidental) : bioestres et paléoenvironnement

Présenté et soutenu par :

Mlle. MAHBOUBI RIMA ZANA

Devant la commission pédagogique composée de :

Mr. K.F.T ATIF	Maître de conférences Université d'Oran 2	Président.
Mr. MANSOUR.B	Professeur Université d'Oran 2	Rapporteur.
Mr. M. MAHBOUBI	Professeur Université d'Oran 2	Examineur.

ORAN 2021

Remerciement

Je remercie **Dieu** le tout généreux de m'avoir accordé la santé, la volonté et la patience pour mener à bien ma formation de Master et pour réaliser ce modeste travail de recherche.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude :

J'adresse mes profonds remerciements au directeur de ce travail **Mr. B. MANSOUR** qui m'a fourni le sujet de ce mémoire et m'a guidé de ses judicieux conseils et suggestions, et la confiance qui ont contribué à alimenter ma réflexion tout au long de cette réalisation.

Je tiens à gratifier aussi les membres de jury **Mr. M. MAHBOUBI** et **Mr. K. ATIF** pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant d'examiner mon travail.

J'exprime toute ma reconnaissance à **Mr. M. MAHBOUBI** et **Mr. C. MAAMERI** pour m'avoir accompagné lors de mon stage de terrain, grâce auquel j'ai appris les principes clés d'observations géologiques du terrain. Cette expérience m'a ouvert les portes sur la recherche scientifique en sciences géologiques et m'a motivé pour continuer, dans l'avenir, à travailler dans ce domaine fascinant.

Je remercie aussi **Mr. M. BENHAMOU** pour ses remarques et ses conseils, et ses aides.

Je remercie aussi **Mr. S. MENNAD** pour ses aides précieuses, sa disponibilité et sa Compréhension.

Un grand merci à tout e corps professoral du Département des Sciences de la Terre qui mon fait bénéficié dans mes années d'étude.

Enfin je remercie l'ensemble de mes proches et mes collègues d'étude et plus particulièrement **BOULENOUAR. M, TEDJINI. L, DEHENI. I, BOUZIANI. D, MAHLM** et toute la promo de GBS 2021.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leurs exprimer mon amour sincère :

À l'homme, mon précieux offre du dieu, mon support dans ma vie qui m'a appris, m'a supporté et ma dirigé, mon cher papa DAHMEN.

À celle qui m'a arrosée de tendresse et d'espoirs, à la source d'amour à la femme des sentiments fragiles MAMAN.

À ma grand-mère qui m'a bénie par ces prières HAJA RIMA.

À l'esprit de mon oncle précieux MAAROUF.

À mes chers oncles BELKHEIR et ABDALLAH et mes chères tantes.

Je Dédier également ce travail à mes sœurs qui m'ont encouragées et soutenus tout au long de mes études HASNA, ROUFAIDA, LINA, FEDOUA, MERIEM, HALOUMA, et spécialement la nouvelle ange RYMA, que dieu les protèges et leurs offre la chance et le bonheur.

À toute mes cousins et mes cousines.

À mes meilleures amies KAOUTER, MAROUA, IMEN, MALIKA, IKRAM et AFNEN.

À tous qui a participé de près ou loin à l'accomplissement de ce mémoire.

À tous ceux que j'aime.

Résumé

Quatre coupes sous forme de buttes témoins d'âge Holocène de la dépression interdunaire Sebkhet El Mehouch située au nord du Grand Erg Occidental, ont été levées.

L'étude lithologique et paléontologique a été effectuée essentiellement sur la quatrième butte étant plus épaisse et plus riche en faune et en faciès pour un essai de reconstituer paléoenvironnemental.

Sur le plan lithologique, la coupe a été subdivisée, de bas en haut, en trois ensembles sédimentaires qui sont : un ensemble détritique argilo-sableuse (ensemble I), un ensemble biochimique à calcaire (ensemble II) et ensemble chimique gypseux (ensemble III).

D'un point de vue paléontologique, une riche bioestés a été mise en évidence constituée de macrofaune, de microfaune et de microflore : trois genres (03) de gastéropodes et un genre (01) de bivalve ; cinq genres (05) d'ostracodes ; deux genres (02) de foraminifères et un genre (01) de charophytes.

L'analyse paléoenvironnemental basée sur les bioestés et les différents faciès nous a permis de distinguer trois (03) phases d'évolution du paléosystème lacustre de Sebkhet El Mehouch : une phase palustre de faible profondeur, caractérisée par un dépôt détritique (argiles et sables) ; une 2^{ème} phase biochimique carbonatée peu profonde (milieu lacustre) et la 3^{ème} phase biochimique à faible profondeur correspondant à un dépôt soumis à forte évaporation (formation de passées gypseuses).

Mots clés : Sebkhet el Mehouch, Grand Erg Occidentale, Holocène, bioestés, paléoenvironnement

Abstract

Four sections in the form of Holocene-age witness mounds of the Sebket El Mehouch interdune depression located north of the Grand Erg Occidental, were lifting.

The lithological and paleontological study was carried out mainly on the fourth hillock being thicker and richer in fauna and facies for an attempt to reconstitute paleoenvironmental.

Lithologically, the section was subdivided, from bottom to top, into three sedimentary sets which are: a clay-sandy detrital set (set I), a biochemical limestone set (set II) and gypsum chemical set (set III).

From a paleontological point of view, a rich bioest has been highlighted consisting of macrofauna, microfauna and microflora: three genera (03) of gastropods and one genus (01) of bivalve; five genera (05) of ostracods; two genera (02) of foraminifera and one genus (01) of charophytes

The paleoenvironmental analysis based on bioest and different facies allowed us to distinguish three (03) phases of evolution of the Sebket El Mehouch lacustrine paleosystem: a shallow palustrine phase, characterized by a detrital deposit (clays and sands); a 2nd shallow carbonate biochemical phase (lake environment) and the 3rd shallow biochemical phase corresponding to a deposit subjected to high evaporation (formation of gypsum pastes).

Key words: Sebket el Mehouch, Grand Erg Occidentale, Holocene, bioests, paleoenvironment

Table des matières

Remerciement

DEDICACE

RESUME

Chapitre 01 : Généralité

I. INTRODUCTION.....	02
II. CADRE GEORAPHIQUE.....	03
1. Cadre géographique régional.....	03
2. Cadre géographique local.....	03
III. HISTOIRE ET SUBDIVISION STRATIGRAPHIQUE DU QUATERNAIRE DE SAHARA NORD-OCCIDENTAL.....	04
1. Historique.....	04
2. La subdivision de quaternaire du Sahara Nord Occidental.....	05
2.1. Quaternaire ancien (2.000.000-250.000 ans B.P).....	05
2.2. Quaternaire moyen (250.000-65. 00ansB.P).....	06
2.3. Quaternaire récent (65.000-0 ans B.P).....	06
VI. L'Holocène du grand erg occidental.....	07
V. Méthode et but de travail.....	08
1. Lavage.....	08
2. Détermination et comptage des biorestes.....	09
3. Confection et étude de lames minces.....	09

Chapitre 02 : Etude lithologique et morphoscopique

I. Introduction.....	11
II. Etude lithologique.....	11
1. Description lithologique de la berge.....	11
1.1. La butte SM I.....	11
1.2. La butte SM II.....	12
1.3. La butte SM III.....	13
2. Description lithologique de la coupe principale SM IV.....	14
Conclusion.....	20

Chapitre 03 : Biorestes et essai paléoenvironnementale

I. Introduction.....	22
II. Analyse de la fraction organique et détritique.....	22
III. Biodiversité.....	24
III.1. Inventaire des biorestes.....	25
III.1.1. La malacofaune.....	25
a. Les Gastéropodes.....	25
b. Les Bivalves.....	25
b.1. Etude biométrique.....	27

III.1.2. Les microfossiles	29
a. Les ostracodes	29
Ecologie des genres d'ostracodes	30
b. Les Foraminifères	31
c. Les Charophytes	31
IV. Analyses quantitatives et qualitatives	32
V. Essai de reconstitution paléoenvironnementale	33

CONCLUSION

Références Bibliographiques

TABLE DES ILLUSTRATIONS

PLANCHES PHOTOS

ANNEX TABLEAUX

CHAPITRE

I

I. Introduction

Le Nord du Grand Erg Occidental a été occupé au Quaternaire récent par des lacs ou daïas interdunaires. Ces lacs ont connu des bons indicateurs paléoenvironnementaux et paléoclimatiques, grâce à leurs sédimentations quelle est composée généralement par des dépôts détritiques, biochimique, et chimique.

Ces dépôts lacustres ou palustres ont été signalés et décrit pour la première fois par Callot (1984) dans la Grand Erg Occidental et il est à noter que des récents travaux basés sur la microflore diatomique et les organismes associés ont été entrepris par des chercheurs en Master, en Magister et en Doctorat appartenant au Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement (L. P. S.P), ceux-ci à partir de l'année 2002 en enrichissant ceux déjà effectués.

Mahboubi (2008), Bezzeghoud (2009); Bezzeghoud et *al.*, (2011a); Bezzeghoud et *al.* (2011b) Yahiaoui (2012); Benallou (2013); Mansour et *al.*, (2014), Atik (2015), Hamadai (2015), Kesseir (2015), Yahiaoui et *al.*, (2015), Bachiri (2016).

Ce travail basé sur une étude lithologique, et sédimentologique des sédiments lacustres quaternaires de la région Sebket el Mehouch (Nord du Grand Erg Occidental) qui ont consistés par différents des faciès argilo-détritiques, calcaires et gypseux, et une étude paléontologique qui concerne les mollusques Gastéropodes et Bivalves (*Cératosderma*), accessoirement par des autres organismes associés (Charophytes, Foraminifères, Ostracodes) toute en analysant leur évolution verticale Pour nous permettent d'établir un essai de reconstitution de ces dépôts du système lacustre de cette localité.

II. Cadre géographique

1. Cadre géographique régional

Le Grand Erg occidental, situé au nord-ouest du Sahara algérien, est une des régions les plus importantes du Sahara septentrional pour son ampleur géographique et pour aussi l'étude des phases lacustres attribuées au maximum humide de l'Holocène (**Callot, 1984 ; 1987 ; 1988 ; 1991 ; 1992 ; 2008**) reconnu par la suite dans le Grand Erg oriental (**Petit-Maire et al., 1991**).

Le Grand Erg Occidental se situe dans le Nord-Ouest du Sahara, à **600km** à vol d'oiseau au Sud de la Méditerranée, il fait partie des grands ensemble dunaires Saharien : Long de **500 km** de l'WSW à l'ENE, large de **150 à 200 Km**, il couvre une superficie près de **100000 km²** (**Callot, 1991**)

Ses limites méridiennes sont nettes (**Fig. 1A et B**) : A l'Est les plateaux de Ghardaïa, forment une barrière topographique parfois franchies par les dunes au SE ; alors qu'à l'ouest l'oued Zousfana et l'oued Souara sont une barrière rigoureuse et inexploquée (**Callot, 1987**).

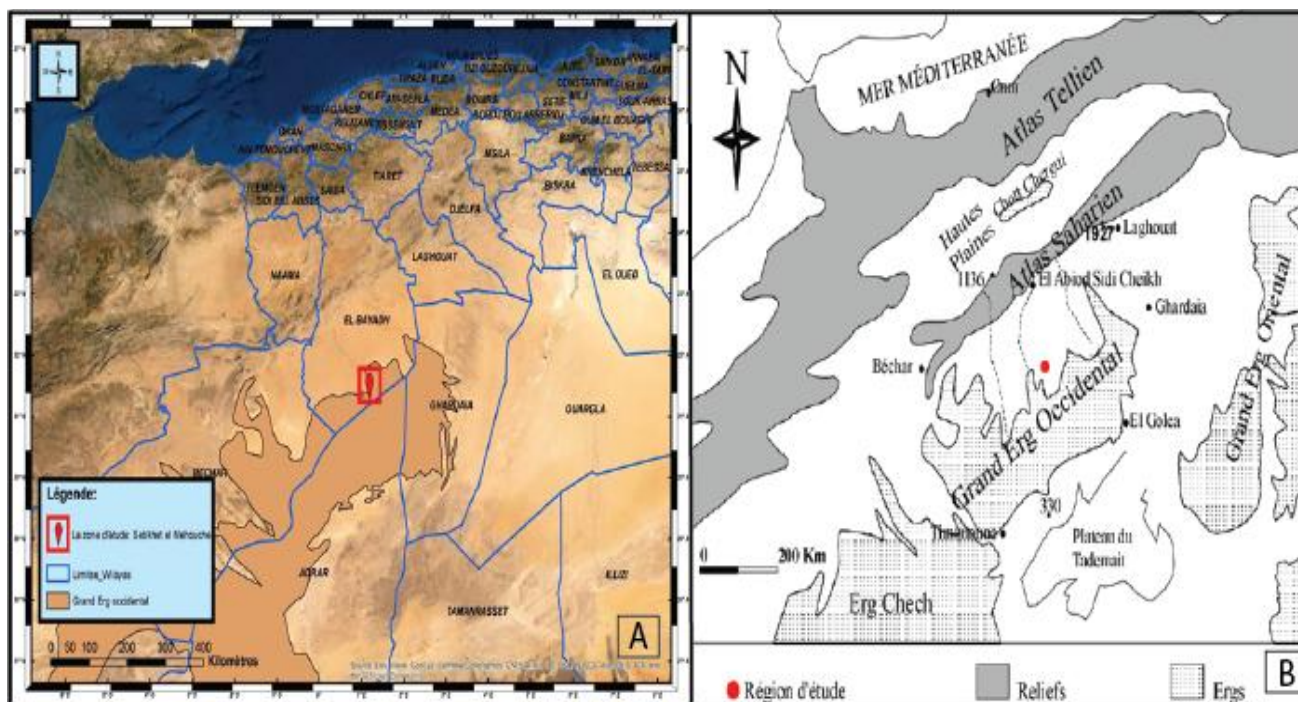


Fig. 01 : A : Photo satellitaire de la région d'étude ; B: Cadre géographique régional de grand Erg Occidental.

2. Cadre géographique local

Notre secteur d'étude concerne la "**Sebket el Mehouch**" qui s'inscrit dans la partie Nord du Grand Erg Occidental (**Fig. 1A ; Fig. 2**). Elle est présentée par des formations et buttes lacustres d'âge holocène. Elle se trouve à **27km** au NNW du puits de Hassi Cheikh, Il est limité au Nord par l'Oued Gharbi et au Sud par Daeit el Mehouch et Daeit Menakel (**Fig. 2**).

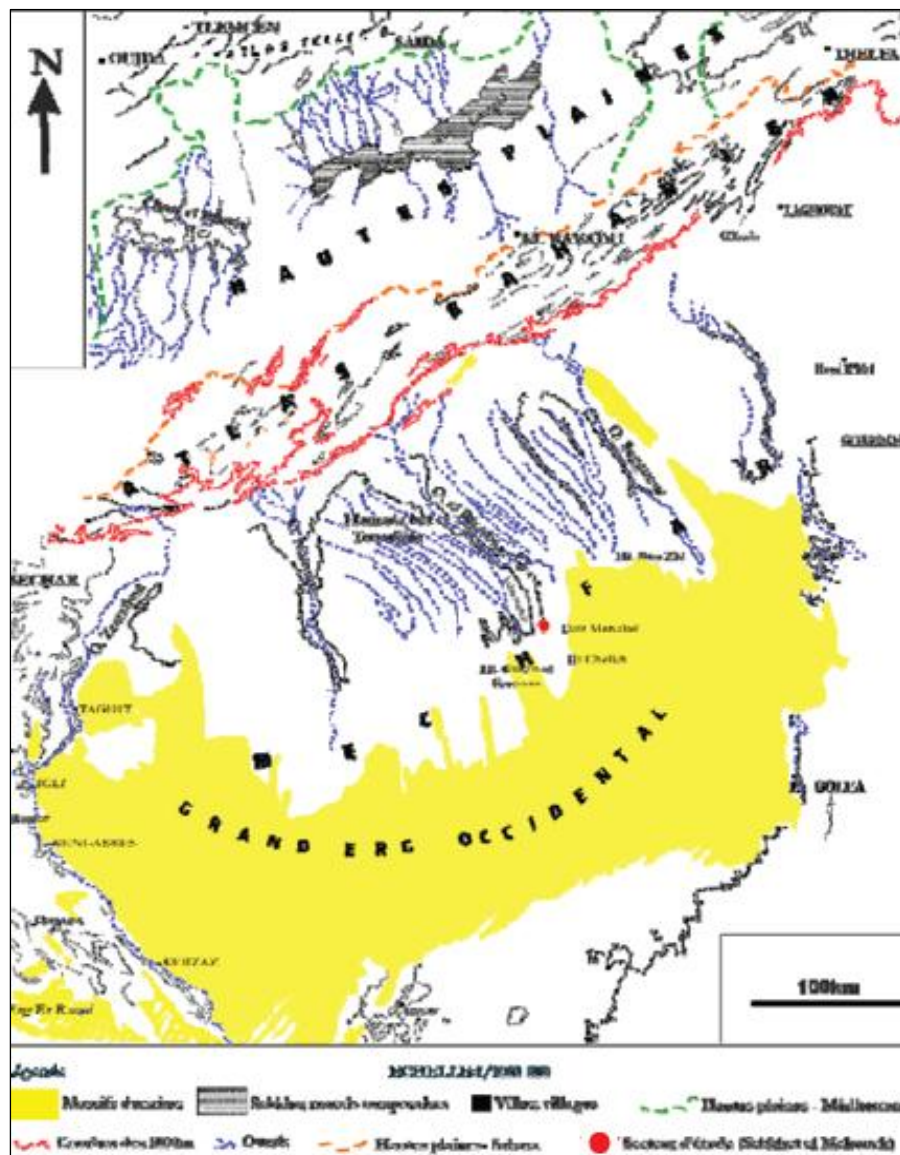


Fig. 2 : Localisation du secteur d'étude.

III. Histoire et subdivision stratigraphique du quaternaire de Sahara Nord-occidental

1. Historique

Le Sahara nord occidental se caractérise par des terrains quaternaires, qui ont intéressé nombreux chercheurs, dès les années 1900. Nous citons : Gautier, 1908 ; Flamand, 1911 ; Alimen, 1952 ; 1957 ; 1960 ; 1963 et 1970 ; Alimen et Chavallion, 1956 ; Chavallion et *al*, 1956 ; 1957 ; Chavallion, 1964 ; Beucher, 1971 ; Callot, 1984 ; 1987, Gasse et *al.*, 1987 ; Bezzeghoud ,2009 Les travaux de ces chercheurs comportent plusieurs phases :

Les travaux de ces chercheurs comportent plusieurs phases :

- Gautier (1908), et Flamand (1911) se sont intéressés à la géologie du quaternaire et la géographie du Sahara Nord Occidental (**Saoura**) ;

- Flamand (1911) s'est intéressé à l'hydrogéologie et l'hydrographie.

-Alimen (1952), ses études se sont concentrées sur la granulométrie et la morphoscopie des sables de Sahara Nord Occidental, lui permettant ainsi de diviser le quaternaire en 3 époques (**inférieur, moyen, supérieur**).

- Alimen *et al.* (1964), font des études minéralogiques.

- Chavaillon (1964) a subdivisé les dépôts du Sahara Nord Occidental en 5 périodes (**Saourien I à V**) à la base des études sédimentologiques.

- Conrad (1969), dans un cadre paléoclimatologique, a établi une chronologie pour des terrains plio-quaternaires de l'Ouest du Sahara algérien.

- Beucher (1971), a établi une étude palynologique sur les formations néogènes et quaternaire en mettant en évidence deux épisodes sédimentaires Fulvio-lacustre et fluvatile dans les dépôts quaternaires récent,

2. La subdivision de quaternaire du Sahara Nord Occidental

Le Quaternaire est la troisième période géologique du Cénozoïque et la plus récente sur l'échelle des temps géologiques. Cette période se caractérise par le retour des glaciations, l'apparition du genre Homo et l'Extinction de l'Holocène. Il existe depuis le mois de juin 1987, au sein de la Commission de Paléontologie, un groupe d'études du Quaternaire (Beucher, 1987), il fait suite aux trois grandes ères de l'histoire de la terre après la dernière période de tertiaire.

Il se divisent en trois périodes :

2.1. Quaternaire ancien (2.000.000-250.000 ans B.P)

Il correspond à un grand cycle climatique, débutant par une phase pluviale, il est représenté par des dépôts en nappes et des dépôts de vallées (Alimen, 1952). Ces dépôts sont emboîtés les uns dans les autres en terrasses situées au-dessous du niveau supérieur des formations néogènes (Chavaillon, 1960).

Le Quaternaire ancien est caractérisé par deux longues périodes, l'Aïdien et le Mazzerien.

a. Aïdien

Le cycle sédimentaire Aïdien est précédé par une période d'érosion et de creusement profond des formations néogènes en créant, à grandes échelles, des paliers d'érosion (Beucher, 1971).

Il est subdivisé en deux : Aïdien I et Aïdien II.

L'Aïdien I est caractérisé par des sables et des calcaires provenant en grande partie des sédiments Pliocènes érodés et témoignent plus en faveur d'un lessivage de pente que d'une stagnation lacustre. L'Aïdien II est subdivisé en Aïdien II a et Aïdien II b.

b. Le Mazzérien

Le Mazzerien est subdivisé en : Mazzerien I, Mazzerien II, Mazzerien III et Mazzerien IV. Ce cycle est caractérisé par une forte érosion mais limitée géographiquement. Les phénomènes de creusements atteignant les dépôts Aîdiens ont engendré des talwegs et de futurs bassins sédimentaires ayant occupé le bassin d'Abadla, au nord d'Ougarta et le bassin de Mazzer (Beni Abbés) à titre d'exemple. Les bassins creusés sont comblés par des sédiments variés.

2.2. Quaternaire moyen (250.000-65.000 ans B.P)

Il débute par un important creusement de talweg de l'Oued Guir et celui de l'oued Saoura à cause des phénomènes d'érosion de 2ème phase pluviale. Deux cycles sédimentaires sont définis : Taourirtien et l'Ougartien. (Alimen et al, 1959) et Chavaillon (1960, 1964).

a. Taourirtien

Les formations Taouritiennes, essentiellement conglomératiques ou grésos-marneuses, et parfois dominées par les témoins de la terrasse Mazzérienne. Il se distingue quatre périodes, séparées ou non par des ravinements (I- II- III- IV).

b. Ougartien

Ce cycle est caractérisé par un creusement des formations Taourirtiennes. La sédimentation Ougartienne est constituée par des formations, ces niveaux inférieurs sont généralement formés de sédiments fluviatiles (**les formations fluviatiles de Kerzaz**) fut limités aux talwegs mais les niveaux supérieurs sont des formations de climat semi-aride ou aride : sédiments lacustres, sables éoliens, sables ruisselés, éboulis... débordent les vallées et couvrent les terrasses anciennes.

2.3. Quaternaire récent (65.000-0 ans B.P) (Tab. 1)

Il rassemble deux cycles : Le Saourien et le Guirien. Chacun de ces deux cycles comporte une phase d'érosion marquée lors du Saourien par un épisode sédimentaire d'une grande importance et lors du Guirien par une phase d'alluvionnement puissant (Alimen, 1952 et 1957 ; Chavaillon, 1964 et Conrad, 1969).

Le cycle Saourien est caractérisé par un système dunaire. Ce cycle marque une évolution de l'erg vers une forme proche de celle du Grand Erg Occidental, qui s'est inscrite vers la fin du cycle Guirien,

Le Saourien représente le Pléistocène supérieure (Conrad, 1969) et correspond les glaciations Würms I, II, III, VI en Europe occidentale. (Tabl. 01).

La fin du cycle Guirien est marquée, dans la morphologie des vallées par une nouvelle phase d'érosion ouvrant ainsi le cycle des temps actuels et mettant en évidence une terrasse Guirienne bien individualisée par rapport aux talwegs actuels des oueds et correspond à l'Holocène (Conrad, 1969) et post glaciations en Europe occidentale.

IV. L'Holocène du grand erg occidental

Pendant l'Holocène les Ergs étaient remplacés sans leur formes massive même au cours l'humidité néolithique ce qui amène à penser que le climat général du Sahara, à cette époque gardait un caractère aride avec des nuances subaride sur les marges du désert et dans les parties montagneuses. La nappe du Grand Erg Occidentale mieux alimenté pendant l'humide néolithique, a provoqué la formation de petits fonds lacustres, entre **6000** et **3000** ans B.P (Conrad).

1. La subdivision de l'Holocène

C'est la période de transition qui débuta il y'a **10000** ans (Gasse, **2008**). avec la fin de la dernière glaciation (würm-Wisconsin)

Il est subdivisé en trois époques :

-L'Holocène supérieur : caractérisé par une sédimentation fine, il est bien marqué à Hassi Cheikh ;

-L'Holocène moyen : dépôt de sédiments carbonates à salinité variable et une phase lacustre importante à l'Erg.

-L'Holocène inférieur : une phase d'assèchement.

Age PB	Périodes géologiques			Manifestations climatiques	Europe occidentale	Tendance climatique moyenne	Industries humaines	Evenement sédimentaire ou évolution morphologique	Formations lacustres étudiées
	Chavallon et Allmen (1964)	Conrad (1969)	Allmen (1957)						
0	Actuel				Actuel				
8.000	Quaternaire récent	Holocène	Guirien	1000 BP	Poste glaciaire	Hyperaride	Néolithique	Erg	Sebkhet el Mehouch
				Humide néolithique				Aride à subaride	
	Pléistocène supérieur	Saourien		4500 BP		Hyperaride	Formation du grand Erg occidental		
				12000 BP	Wurm IV		Terrasse sableuse de la souara petit cycle lacustre à carduim et à ostracodes (Ahnet ,Erg Chech)		
65.000			pluvial du pléistocène supérieur ou dernier pluvial	40000 BP	Wurm III Wurm II Wurm I	Subaride	Atérien		

Tabl. 1 : Synthèse des données radiochronologiques relatives aux industries préhistoriques et événements climato-sédimentaires de l'ouest du Sahara algérien au cours du Plio-Quaternaire (D'après Conrad, 1969 et Baudrimont, 1973) « modifié »

V. Méthode de travail

Après le travail sur le terrain, qui consiste à un levé de plusieurs coupes avec une description lithologique et échantillonnage, le travail de laboratoire comporte trois étapes.

1. Lavage

C'est la méthode la plus adoptée pour extraire les microfossiles. Elle consiste à tremper le sédiment dans l'eau pendant **24 heures (Fig. 3A)** puis le lavage de chaque échantillon est effectué sur un tamis de maille **63µm (Fig. 3B)** sous un jet d'eau continue jusqu'à l'obtention d'un filet d'eau clair (**Fig. 3B**). Après chaque utilisation le tamis est lavé soigneusement et trempé dans la solution de bleu méthylène pour éviter toute contamination probable.

Après chaque lavage les résidus obtenus sont recueillis dans une coupelle en porcelaine afin d'être sécher à l'étuve à une température de **60 °C (Fig.3C)**. L'opération est terminée par la conservation des résidus séchés dans des pululliers en plastique et étiquetés.

2. Détermination et comptage des biorestes

Les résidus secs sont observés et examinés sous une loupe binoculaire après étalage des résidus dans une plaque à fond noir cadré pour effectuer le tri de ces résidus à l'aide d'un fin pinceau (**Fig.3D**).

Nous avons effectué deux sortes de comptage :

- Un comptage portant sur **200** éléments (**détritiques** et **organiques**) et appliqué sur tous les échantillons, nous permettant ainsi d'évaluer le rapport fraction détritique et fraction organique ;
- Un deuxième comptage (sur **200** éléments) pour les éléments organiques essentiellement des micro-organismes (**Ostracodes, Charophytes, Foraminifères**).

3. Confection et étude de lames minces

Un échantillon (Grés fluviatile) constituant le substrat des dépôts de la butte étudiée a fait l'objet d'une étude microfaciologique.

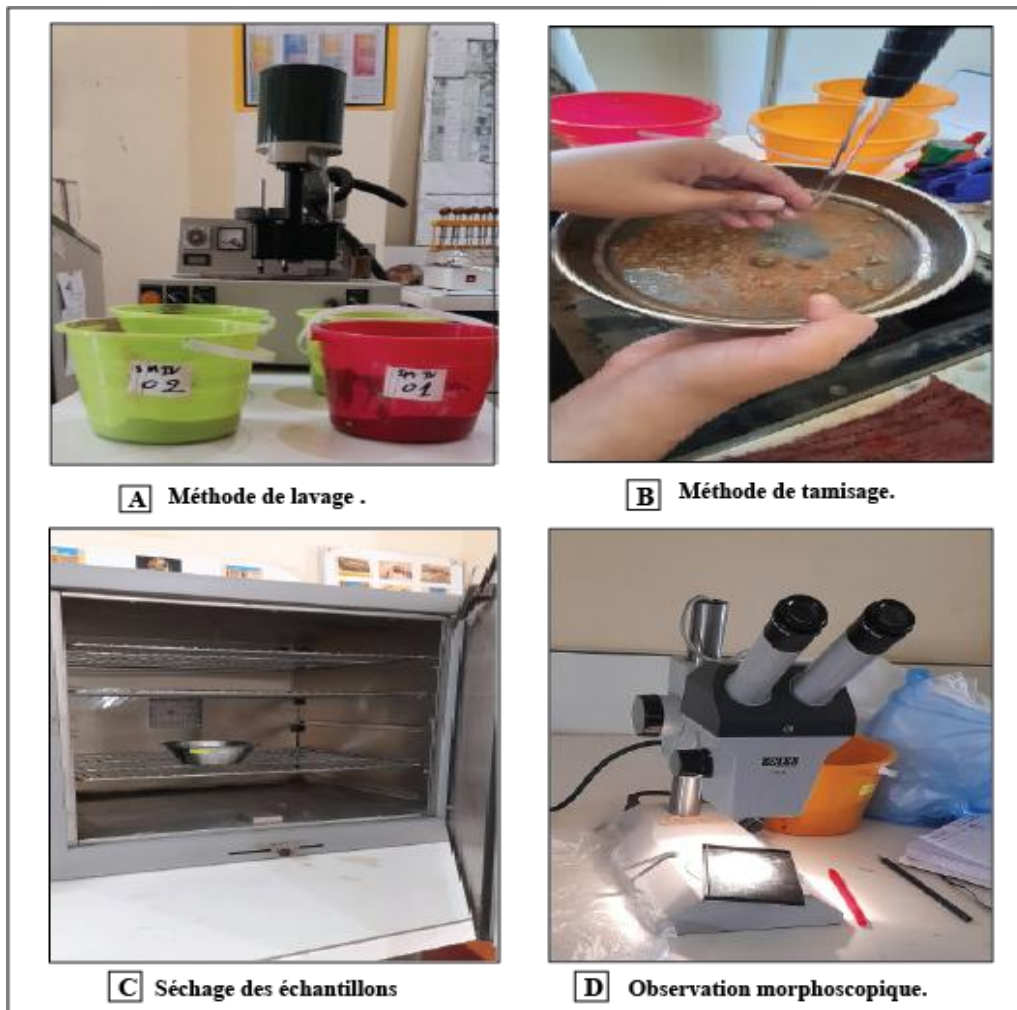


Fig.3 : Différentes méthodes de travail.

CHAPITRE

II

I- Introduction

Ce chapitre concerne l'étude lithologique de quatre coupes dans la Sebkhet el Mehouch : trois coupes se situent en bordure de la dépression (**la berge**) et la quatrième la plus épaisse, se situe au centre de la dépression

Il est à noter que seule la quatrième coupe fera l'objet de notre étude paléontologique du fait qu'elle est plus riche en biorests et plus épaisses.

II- Etude lithologique

1- Description lithologique des coupes de la berge :

Au niveau de la berge du paléo-lac ou paléo-sebkha, trois coupes s'élevées se présentent sous forme des buttes témoins (**SM I, SM II et SM III**) ont été levées (**Fig. 4**).

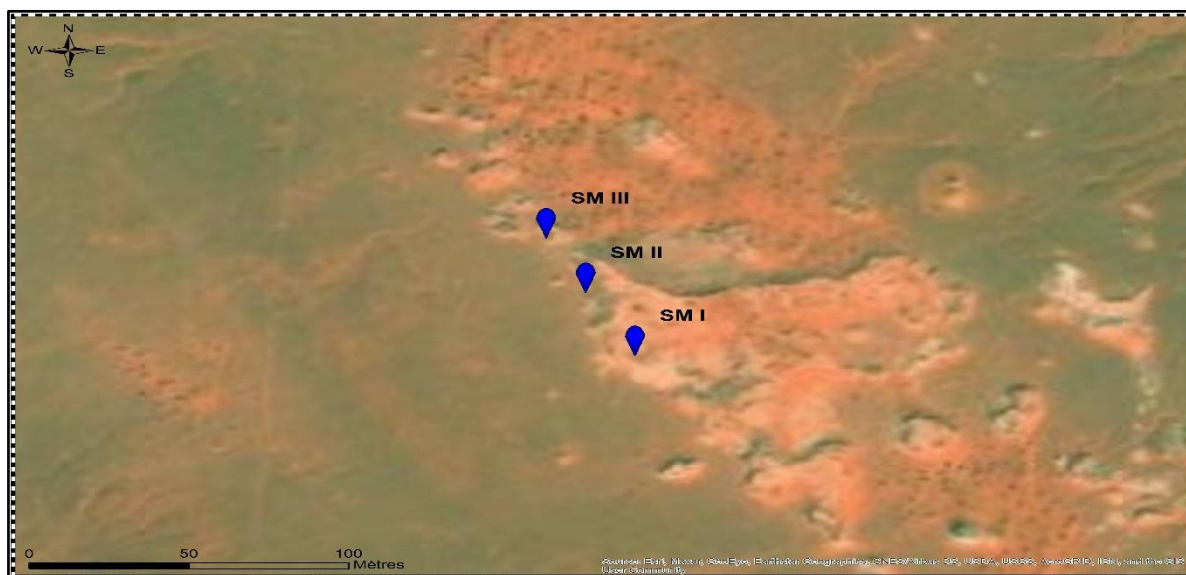


Fig. 4 : Photo satellitaire des coupes de la berge.

1.1. La butte SM I (Fig.5).

Cette coupe d'épaisseur **2.10 m** se distingue essentiellement par une succession des ensembles de différents faciès : Argiles, calcaires à argiles et Gypses.

Elle est constituée de bas en haut par :

a- Un ensemble argilo-sableux, de couleur grisâtre de **0.3 m** d'épaisseur (**SMI 1**), évoluant en une argile grisâtre peu sombre **0.6 m** (**SMI 2**). Cet ensemble se poursuit par un niveau argileux noirâtre à gypse sous forme rose des sables de **0.25 m** d'épaisseur (**SMI 3**).

b- un ensemble de calcaires argileux friables à Gastéropodes (**SMI 4**), de **0.3 m** d'épaisseur. La sédimentation se poursuit de **0.2 m** d'argiles grisâtres à bivalve (*Cératosderma* "cardium") Gastéropodes.

c- un faciès gypseux **0.15 m** de couleur beige, renfermant une riche faune de *Cératosderma*.

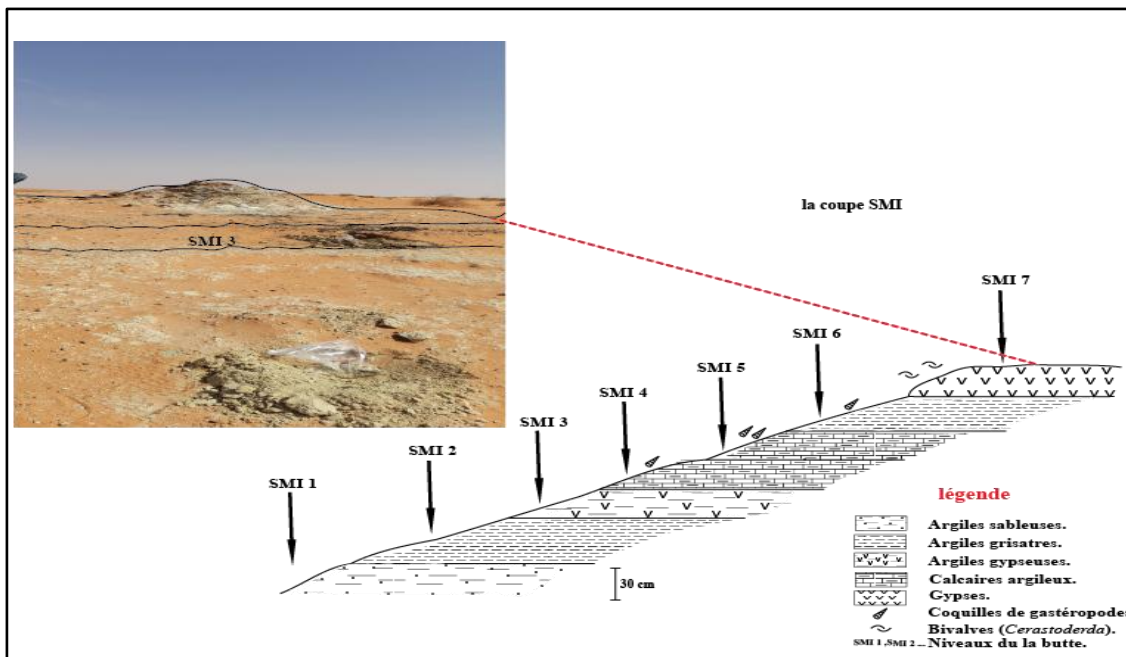


Fig. 5 : la coupe de la butte de Sebket el Mehouch SMI I.

1.2. La butte SM II

Distante de **25 m** de la butte **SM I**, elle débute par un niveau (**0.6 m**) d'argiles grisâtres et se termine par un niveau gypseux à *Cératosderma* (**Fig. 6**). Cette coupe ou butte est caractérisée par des niveaux gypseux noirâtres sous forme de rose de sable la rareté de faune par rapport la coupe **SMI**.



Fig. 6 : Gypses à Bivalves (*Cératosdermas*).

Ces roses des sables (**Fig. 7**) sont faits de cristaux de gypses bien cristallisés, qui renferme une fraction importante de quartz détritiques, identiques à ceux des alluvions sableuses. Ces cristaux prennent naissance au sein des sables et ils se développent à l'origine autour des racines et des radicelles de végétaux halo-gypsophiles (**Conrad, 1969**).

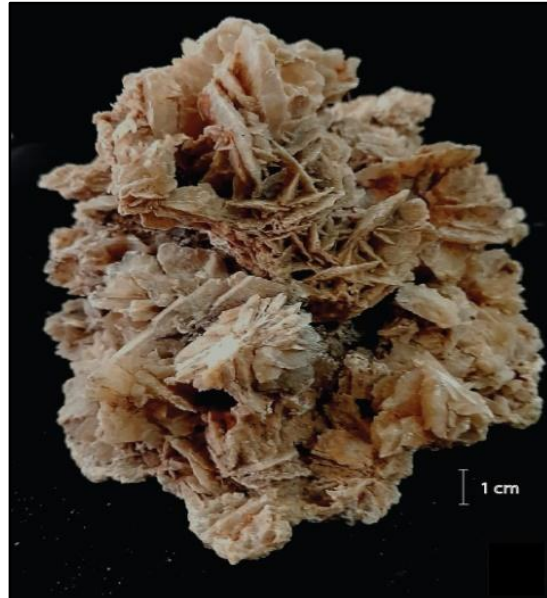


Fig. 7 : rose des sables.

1.3. La butte SM III (Fig. 8)

Distante de **35 m** de la butte **SM II**, elle se caractérise par des faciès lithologiques généralement argileux et gypseux. Elle est composée de bas en haut par :

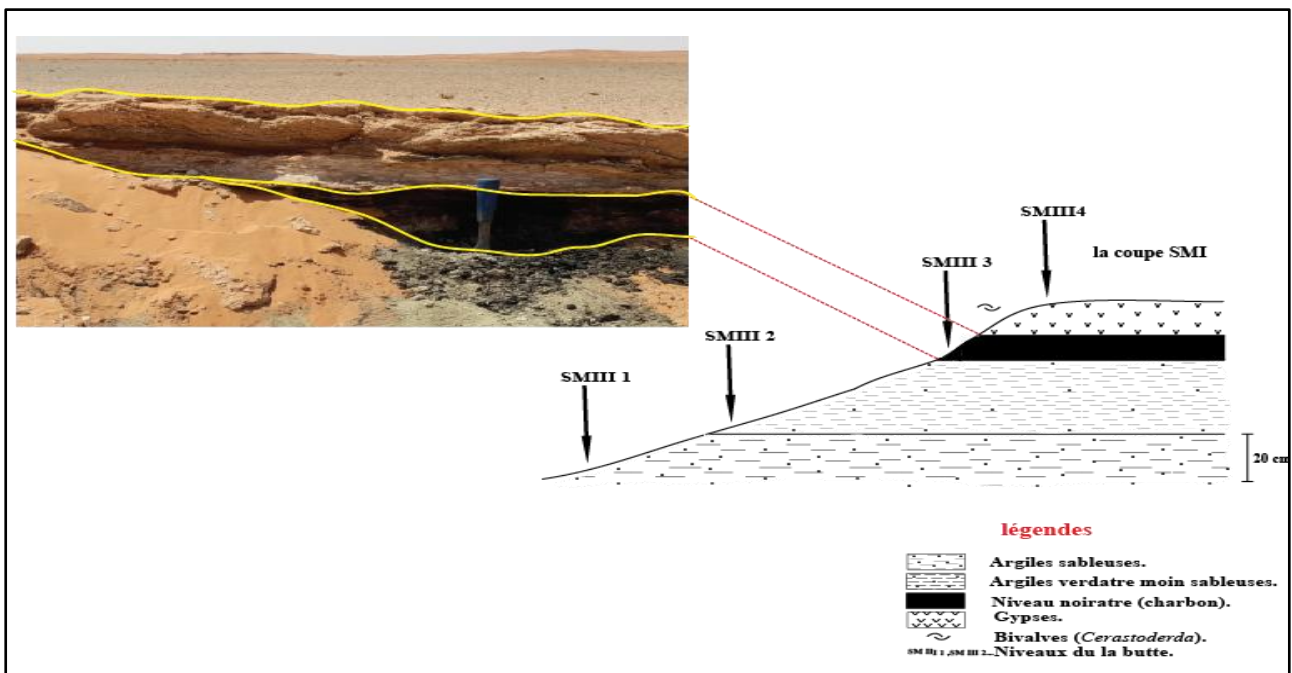


Fig. 8 : la coupe de la butte SM II.

- Un ensemble argilo-sableux beiges de **0.2 m**, et **0.3 m** d'argiles verdâtre sableuses.
- Niveau noirâtre à charbon "Lignites" (Fig. 9) riche en gypses sous forme de rose des sables ; le tout est surmonté de **0.3 m** de calcaires argileux à gastéropodes.

- Alternance des lamines centimétriques (0,5-2 cm) de gypses noirâtres et verdâtres et 5 cm de gypses blanchâtres marquée par une rareté de *Cératosderma* par rapport aux autres coupes SM I et SM II.



Fig. 9 : Niveau gypseux noirâtre à charbon (Lignite).

2- Description lithologique de la coupe principale SM IV (Fig. 10 ,11)



Fig. 10 : Photo satellitaire de la coupe SM IV.

C'est formation une qui se situe au centre de la dépression. C'est une butte plus épaisse, elle se distingue de faciès. Sa composition lithologique est essentiellement argileuse et gypseuse.

L'étude paléontologique a été effectuée que sur la coupe principale, de faite que ce dernier est très riche en faune.

La butte est épaisse de 2, 7 m et est représenté de bas en haut par de nombreux faciès avec l'abondance de faune de gastéropodes et de bivalves (*Cérastoderma*) de différentes tailles, (Fig 12).

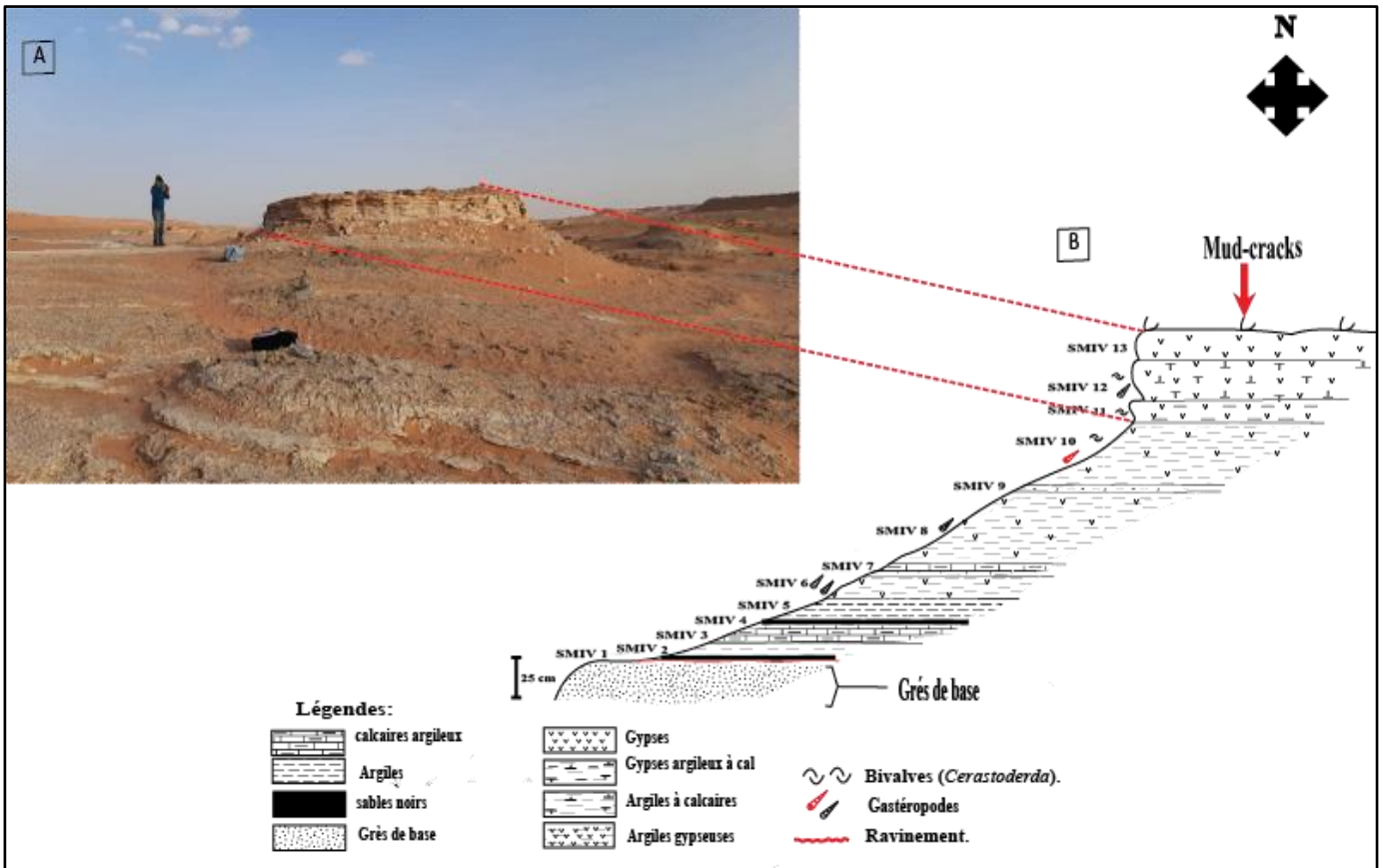


Fig. 11 : A : vue panoramique de la dépression d'étude, B : La coupe (SM IV).



Fig. 12 : Niveau calcaire à *Cérastosderama* de déférentes tailles.

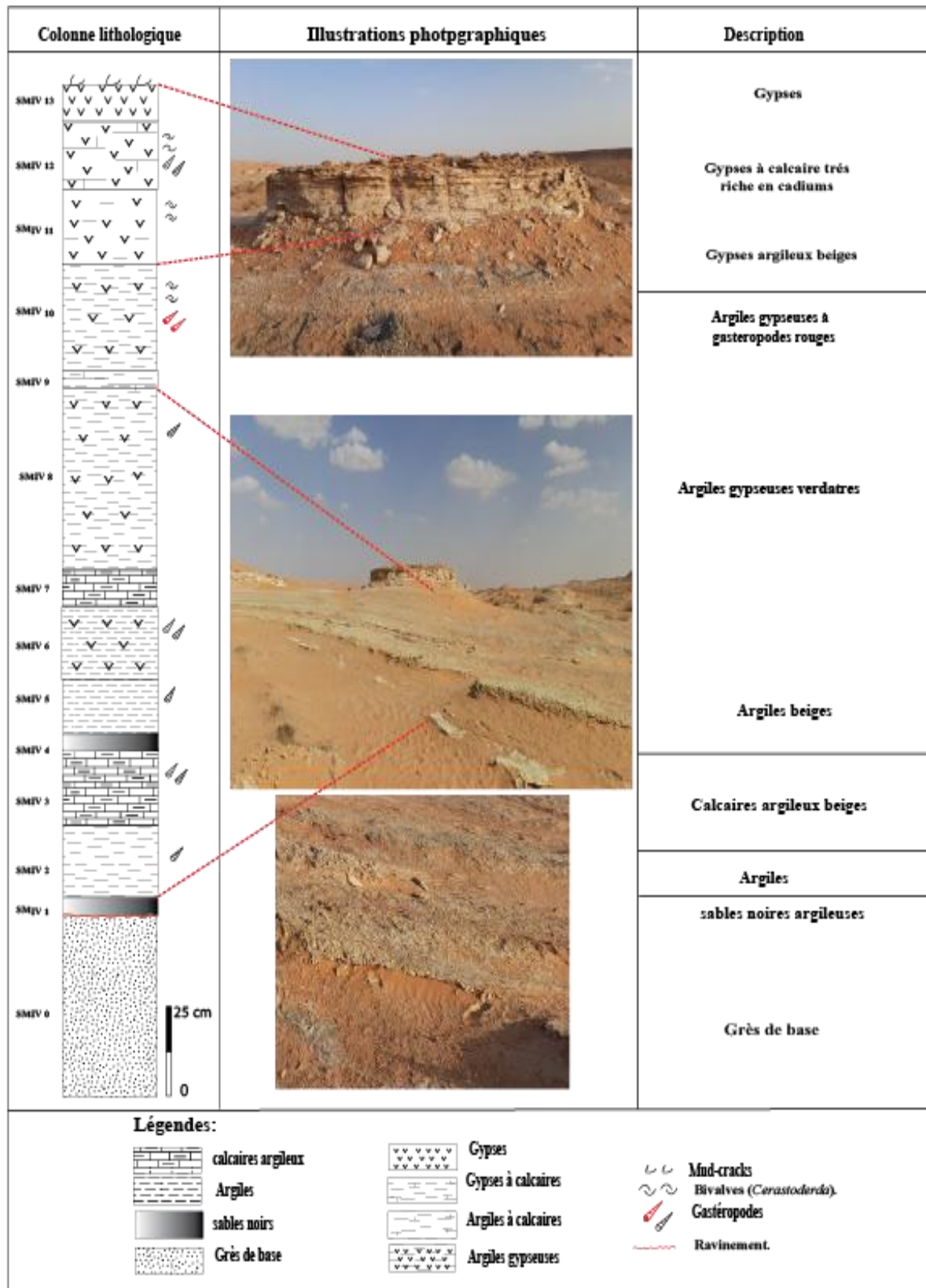


Fig. 13 : la colonne lithologique de la butte SM IV.

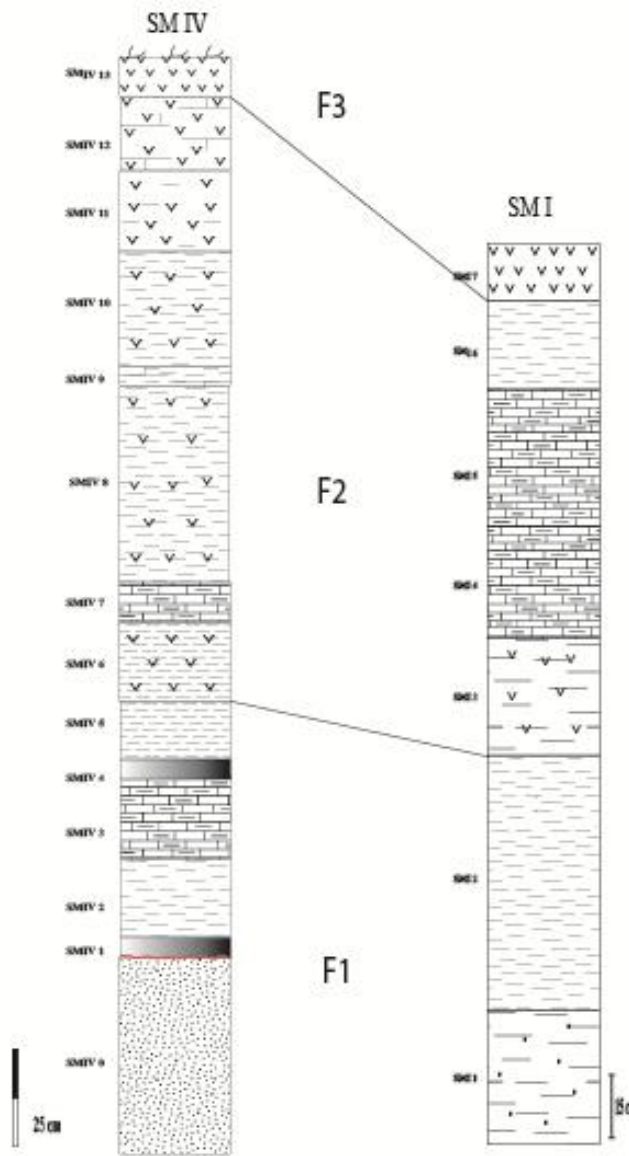


Fig. 14 : Corrélation entre la butte SM IV et SM I.

Les faciès de cette butte surmonté par surface de ravinement un grès de couleur jaunâtre, d'une épaisseur en affleurement variable variée entre (0.5 à 0.6 m).

Ce grès constitue le substrat de ces dépôts de sebkha. L'examen et l'observation au microscope montre qu'il s'agit d'un grès d'aspect fluvatile. Les grains de quartz les plus grossiers sont arrondies à sub-arrondies par contre les grains de petites tailles sont anguleux à sub-anguleux. Quelques grains de quartz sont bordés par un film argileux, (Fig.15). D'autres grains présentent des golfs de corrosion arrondies a sub-arondies ; les grains les plus grandes sont fracturées de rare plagioclase à macle polysynthétique.

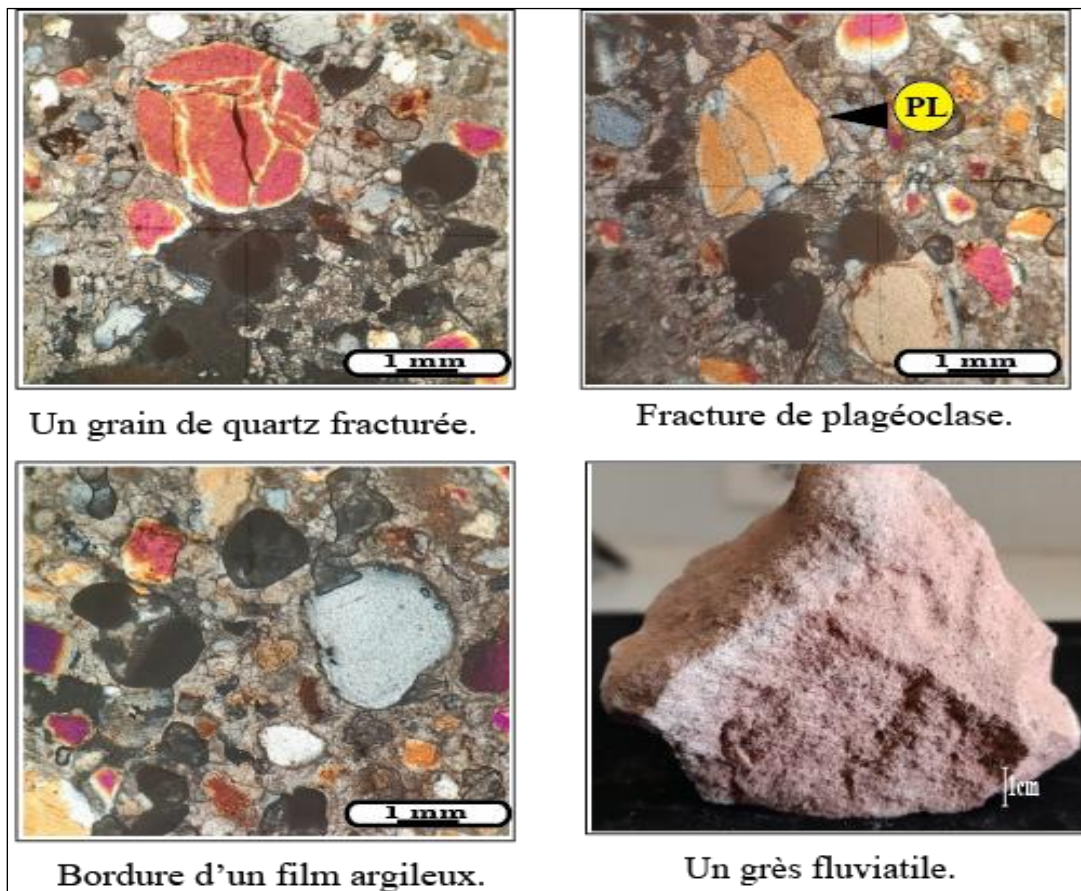


Fig. 15 : les différentes observations sous microscope.

La série est constituée de plusieurs faciès :

- Sables noirs argileux de **5 cm** ne contient aucune faune (SM IV 1), surmonté de **0.2 m** d'argiles beiges plus ou moins calcaires à Gastéropodes de taille millimétrique (SM IV 2) ;
- Niveau de calcaires argileux beiges (**0.2 m**) riche en gastéropodes (SM IV 3), surmonté de **5 cm** de sables noirs argileux très riche en gastéropodes (SM IV 4) ;
- **0.15 m** d'argiles beiges moins riches en faune (SM IV 5) évoluant en argiles verdâtres gypseuses (**20 cm**) riche en faune (SM IV 6).

- Un ensemble constitué de calcaires argileux beiges de **0.1 m** d'épaisseur, marqués par une rareté de faune (SM IV 7), d'un niveau de **0.5 m** d'argiles gypseuses très pauvre en faune (SM IV 8) et **0.5 cm** d'argiles à calcaires gypseux verts avec une faune moins abondante (SM IV 9).

Cet ensemble se poursuit de **30 cm** d'argiles verdâtres avec une abondance de de coquilles de Bivalves (*Cératosderma*) et de Gastéropodes de couleur rouge (SMIV 10).

- Un faciès gypso-argileux à calcaires beige de **0.2 m** avec une abondance du faune (SM IV 11).
- Enfin un dernier niveau très calcaire en relief plus induré de **0.5 m** d'épaisseur

Ce dernier banc se subdivise en deux parties :

La 1^{ère} partie SMVI12 : c'est des gypses à calcaires beige de **0.2 m** à Bivalves, dans le **1^{er}** stade il existe des niveaux lenticulaires qui contiennent des *Cératosderma* de différentes tailles, mais ses valves sont en position pèle-mèl dirigée vers le haut pour certaines. Et dans le **2^{ème}** niveau sont bien stratifiés horizontalement et les cardiums sont très fréquents gardent ses deux valves bien posées en position d'équilibre. (Fig 16.)

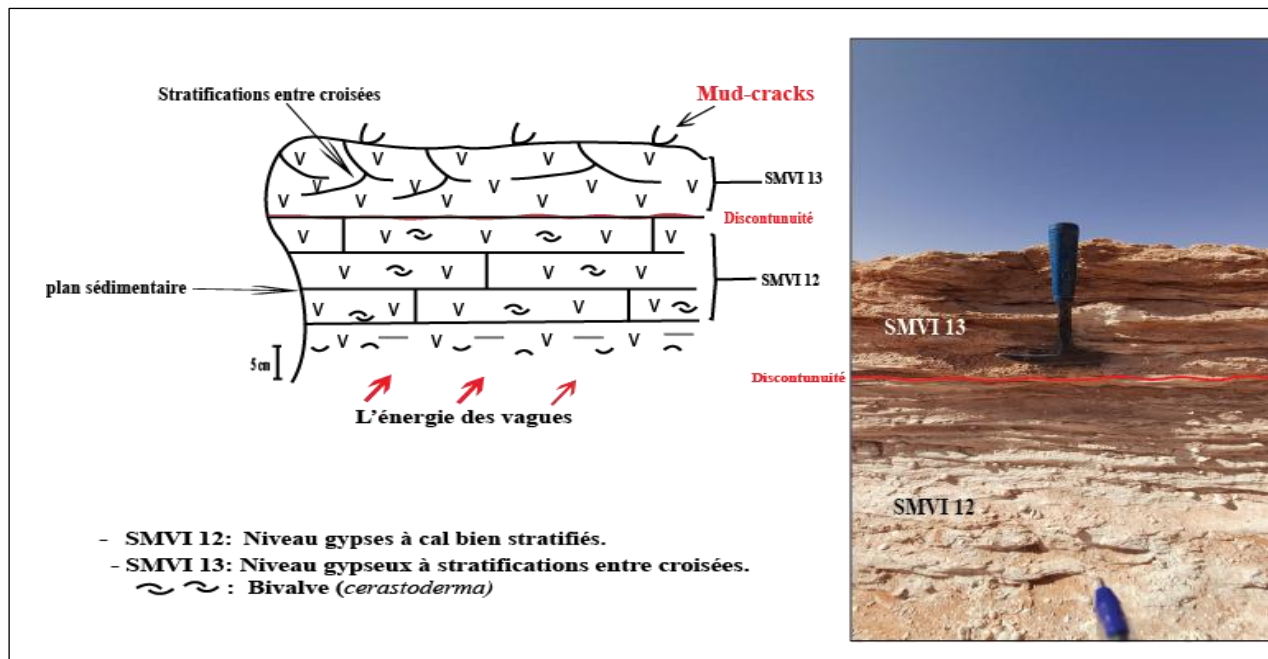


Fig. 16 : Un schéma explicatif du niveau à *Cerastoderma* (SMIV 12 et SMIV 13).

La 2^{ème} partie (SMIV13) :

Un faciès gypseux avec quelque pourcentage de calcaires de **15cm** d'épaisseur, les lentilles de calcaires sont discontinuées et repassées. La taille des cardiums se diminue aussi moins abondants et loin ; et ont disparus vers le haut. Il est à signaler que la partie sommitale se caractérise par une dalle de Mud-Cracks.

L'existence et l'abondance de cardiums joue un grand rôle dans l'évolution d'un lac, c'est-à-dire quand ces derniers sont pèle-mèl ont indiqués que le milieu était ajuté. Par contre leurs positions de vie et d'équilibre indique que le milieu était calme.



Fig.17 : Une dalle de Mud-crack.

Conclusion

L'étude lithologique de cette coupe montre bien l'évolution du développement de ce milieu ou écosystème aquatique. Cette lithologie suggère trois stades :

- Un stade argileux : un faciès argilo-sableuse (SM IV 1 jusqu'au SM IV 4), qui

Indique une phase détritique.

- un dépôt de calcaire très riche en organismes (Fig. 12), (SM IV 4 jusqu'au SM I 8), indique à un stade biochimique.

- Un stade chimique se caractérise par un faciès gypseux (Fig. 18), (SM IV 8 jusqu'au SM IV 13) cette partie traduit une phase à tendance évaporation correspondant à un assèchement.



Fig. 18 : Un faciès gypseux.

CHAPITRE

III

1. Introduction

Ce chapitre traite une étude qui a pour but d'établir un inventaire faunistique et microfaunistique, pour un essai de reconstitution paléoenvironnementale. Ce travail concerne qu'une seule coupe **SMIV** (la coupe du centre de la dépression ou de la Sebkha). Le choix de la coupe s'est basé sur plusieurs critères : par sa richesse en faune ; par son épaisseur et par ses variétés faciologiques.

Dans ce travail plusieurs axes ont été traité : estimation des éléments organiques dans les échantillons prélevés ; l'inventaire faunistique dans tous les prélèvements et des mesures sur des coquilles ou valves de Bivalves *Cératosderma* qui constituaient tout un faciès.

L'estimation des éléments organiques dans chaque échantillon prélevé a été réalisée sur un comptage de **200** éléments (**éléments détritiques et organiques**). Ces données de comptage sont exploitées statistiquement sous formes des diagrammes (**fréquences**) pour faciliter la lecture et l'interprétation des différents résultats

Ces échantillons ont révélé une riche biodiversité faunistique et microfaunistique. Elle est représentée par des microorganismes (**Charophytes, Foraminifères et Ostracodes**) et d'une faune, de Gastéropodes (**plusieurs genres**) et de Bivalves monogénérique de type *Cératosderma*.

Il est à signaler qu'une analyse biométrique (mesures des paramètres linéaires de **50 individus**) a été effectuée sur les coquilles de *Cératosderma*.

II. Analyse de la fraction organique et détritique

Le comptage des différents grains détritiques et les organiques sont illustrés par le diagramme ci-dessous et leur analyse au long de la coupe révèle les points suivant (**Fig.19**).

- Le niveau **SM IV 1** a une composition totalement détritique.
- Les niveaux **SM IV 2** jusqu'à **SM IV 4** sont marqués par une abondance d'organismes.
- Dans les niveaux **SM IV 5** jusqu'à **SM IV 13** on remarque que les grains détritiques ont une fréquence plus élevée que les grains organiques.

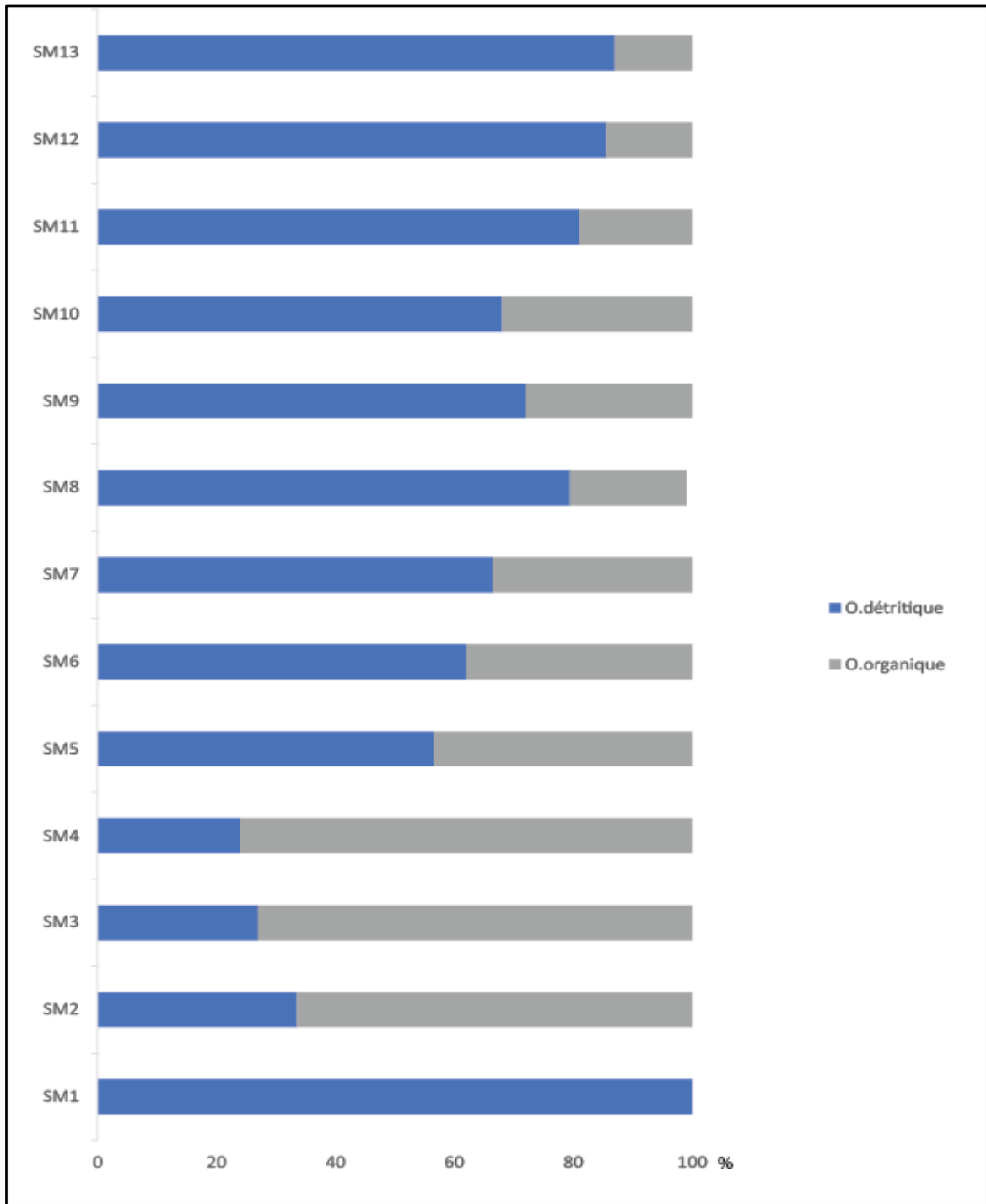
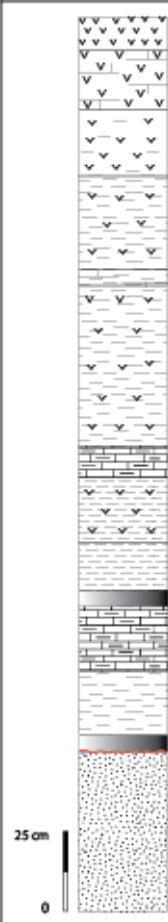


Fig.19 : Variation de la fréquence relative des différents éléments (détritiques et organismes) dans la coupe SM IV.

III. Biodiversité

L'analyse qualitative des organismes (Tab.3), montre une répartition homogène des différents organismes cités à l'exception des Bivalves (*Cérastoderma*) qui ne sont présents que dans les quatre derniers niveaux (SM IV8 à SM IV12) avec des fréquences variables. Il est à noter que l'analyse diatomique n'a pas été effectuée.

Collone lithologique	Micro organismes			Macro organismes			
	Charphytes	Foraminifères	Ostracodes	Cératosdermas	Gastéropodes		
					Planorbis	Hydrobea	potamides
 SMIV 13		+	+++				
SMIV 12		+		+++			
SMIV 11	+	+	++	+++		+	
SMIV 10	+	+	++	+++		++	+++
SMIV 9	+	++	++			++	
SMIV 8	+	++	+++			+	
SMIV 7	+	+	+++			+	
SMIV 6	+	+	+++		+	+++	
SMIV 5	+	+	+++			++	
SMIV 4	+	++	+++			+++	
SMIV 3	+	++	+++			++	
SMIV 2	+	+	+++		+	+	
SMIV 1							
SMIV 0							

+ moins abondante

++ abondante

+++ très abondante

Tab. 2 : Fréquences et répartition des différents organismes de la butte témoin de Sebkhel el Mehouch SM IV

III.1. Inventaire des biorestes

Ce chapitre concerne l'inventaire des différents organismes rencontrés dans les échantillons récoltés.

III.1.1. La malacofaune

La malacofaune est un bon indicateur paléo-environnemental. Elle est couramment utilisée dans l'analyse des conditions environnementales actuelles ou dans la reconstitution des paléo-environnements durant l'Holocène. Les analyse des échantillons du long de la coupe **SM IV** a été entamée sur 13 échantillons. Les résultats ont révélé la présence d'une quatre genres de Mollusques (**Tab. 4**) : trois (**03**) genres de Gastéropodes (**Pl. 1, Fig. 1 ; Fig. 2 ; Fig 3**) et un (**01**) seul genre de Bivalve (**PL. 1, Fig.5 a, b**) sur la base de classification de GERMAIN (**1969a et b**).

a. Les Gastéropodes

Les gastéropodes (**gaster =ventre + podos=pied**) sont des mollusques qui vivent dans les milieux marins et continentaux. Les formes continentales occupent les milieux aquatiques (**lacs et rivières**) et les milieux terrestres (**régions humides, froides et arides**).

Les analyse des échantillons de le long de la coupe **SM IV**, révèlent trois genres des gastéropodes planorbes, *Hydrobia* et *Potamides*.

L'écologie est très variée dans les derniers trois genres qui sont :

- *Planorbes* : préfèrent les eaux calmes généralement d'eau douce à oligosaline surtout les milieux humides, eaux claires ;
- *Hydrobia* : vivent dans les eaux oligosaline à mésosaline tolèrent a **0.5-08‰** surtout les milieux côtiers ;
- *Potamides* : peuplent généralement les eaux saumâtres entre **5-100‰** parfois jusqu'à **150‰** (Gasse et *al.*, **1987** ; Plaziat, **1993**). Habitant les eaux lacustres et la méditerranée également les vrais lacs intercontinentaux sans lien avec les eaux marines.

b. Les Bivalves

Les **Bivalves**, ou lamellibranches, sont des **mollusques** aquatiques (**marins et Lacustres**) dont le corps est protégé par une coquille composée de deux valves généralement symétriques, articulées par une charnière. Les genres *Cardium* mènent une vie semi fouisseur (Gitton, **1978**). Ils sont typiquement suspensivores, se nourrissant de foraminifères et diatomées ainsi que d'autres particules en suspension dans l'eau. Les représentants de ce genre se limitent aux eaux littorales et sublittorales pour des profondeurs de **10 à 30** mètres, tolérant les variations de salinité et préférant les eaux aérées, riches en oxygènes et supportent mal les eaux stagnantes

(Gitton, 1978). Des variations de leur taux de croissance, leur abondance et leur distribution pourraient engendrer des effets en cascade aussi bien sur les écosystèmes benthiques que pélagiques (Newell, 2004). Les préférences des bivalves pour certaines conditions environnementales créent le besoin de les étudier pour prévoir les conséquences de perturbations environnementales telles que le réchauffement global (Hughes, 2000) ou l'eutrophisation (Cloern, 2001).

Cérastoderma peuple habituellement les lagunes et les estuaires de la méditerranée. Elle caractérise les milieux marins côtiers et se prolifère dans une eau mésosaline à hypersaline (0,5 ‰ et 90 ‰). Il s'agit de *Cérastoderma* un taxon très répandu au sommet des séries lacustres du Grand Erg Occidental (Brugière, 1789, Gasse et al., 1987, Callot, 1984).

La coquille est de forme arrondie, globuleuse d'une taille pouvant atteindre 40 mm ; Sa coquille présente 17 à 28 côtes radiantes convexes bien visibles, les deux valves de la coquille sont identiques mais inéquilatérales ; extérieurement elles sont de coloration blanchâtre à gris-jaune sale, plus ou moins teinté de brun violacé à olivâtre, surtout vers l'arrière ; intérieurement elles sont blanches, souvent taché de gris brun.

La coupe SM IV révèle la présence du genre *Cérastoderma*, connue le plus souvent sous le nom de « *Cardium* ». *Cérastoderma* est un genre de bivalves vivant dans les milieux marins dans la zone de balancement des marées, Il s'agit d'organismes fouisseurs et filtreurs qui vivent à peine enfoncé dans le sable ou la vase. Deux siphons très courts permettent à la coque d'entretenir avec l'eau de mer environnante un courant d'eau assurant la respiration et l'alimentation.

Cérastoderma des échantillons de la coupe SM IV est caractérisée par une coquille mince et renflée à ligament externe. L'ornementation est faite de côtes. La ligne palléale bien distinguée et des empreintes musculaires adducteurs subégaux (Fig. 20).

Elle s'est fossilisée en position de vie et sa présence dans ces faciès très riche en calcaire et des grains de gypse rappelle un milieu littoral à forte salinité. La plupart des spécimens ont des valves en connexion à très bonne état de conservation. La thanatocénose associe des valves adultes et juvéniles de toutes tailles, entre 8 mm à 38 mm.

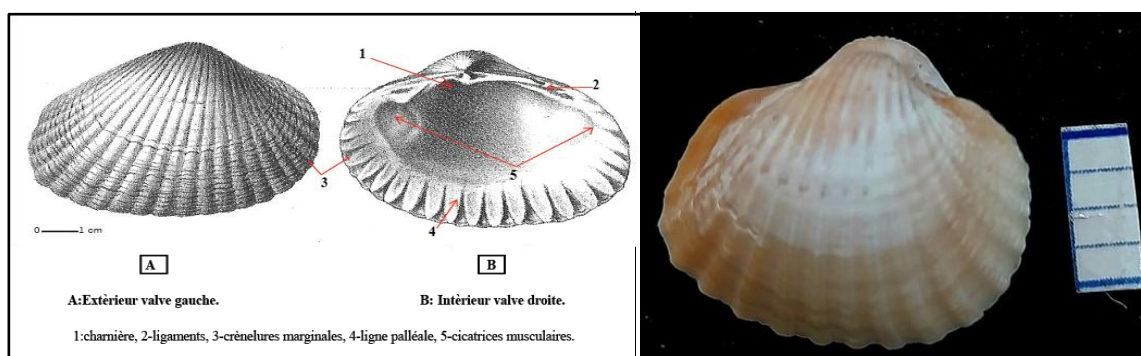


Fig.20 : Morphologie de coquille de *Cérastoderma*

Embranchement des Mollusques	
	Classe de Gastéropoda (Cuvier, 1797).
	Ordre de Basommatophra (Kefersien, 1864).
	Famille de Planorbidae Rafinesque, 1815
	Sous famille de Planorbinae
	Genre de <i>Planorbis</i> Müller, 1774
	Famille de Hydrobiidae
	Sous famille de Hydrobiinae
	Genre de <i>Hydrobia</i> W. Hartmann, 1821
	Famille de Potamididae
	Sous famille de Potamidinae
	Genre de <i>Potamides</i> Blainville, 182
	Classe de Bivalvia
	Sous-classe Heterodonta
	Ordre de Veneroida
	Super famille de Cardioidea
	Famille de Cardiidae
	Genre de <i>Cerastoderma</i> Poli, 1795

Tab. 3 : La systématique des différents genres des mollusques de la coupe SM IV du Sebket el Mehouch.

b.1. Etude biométrique

Les différents paramètres linéaires retenus sont (**Fig. 21**) :

- La longueur (**L**) : correspond à la plus grande distance séparant le bord antérieur du bord postérieur de la coquille.
- La largeur (**La**) : représente la distance allant de la charnière dorsale au bord ventral.
- L'épaisseur (**Ep**) : comprend la largeur linéaire maximale de la convexité des deux valves réunies.

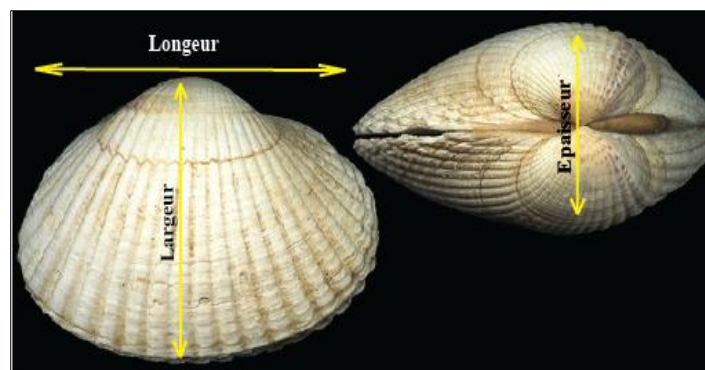


Fig.21 : Paramètres linéaires mesurés d'une coquille de *Cerastoderma* (La : Largeur, Ep : épaisseur et L : longueur)

L'analyse de **50** individus de *Cérastoderma* d'échantillon **SM IV10** ont fait l'objet d'une première mesure de paramètres linéaires (**longueur, largeur, l'épaisseur**) au pied à coulisse numérique ($\pm 0,01$ mm) (**Fig.22**). L'analyse des histogrammes de fréquences de tailles fait apparaître plusieurs classes d'évolution. Les tailles relevées varient de **8 à 38mm**.

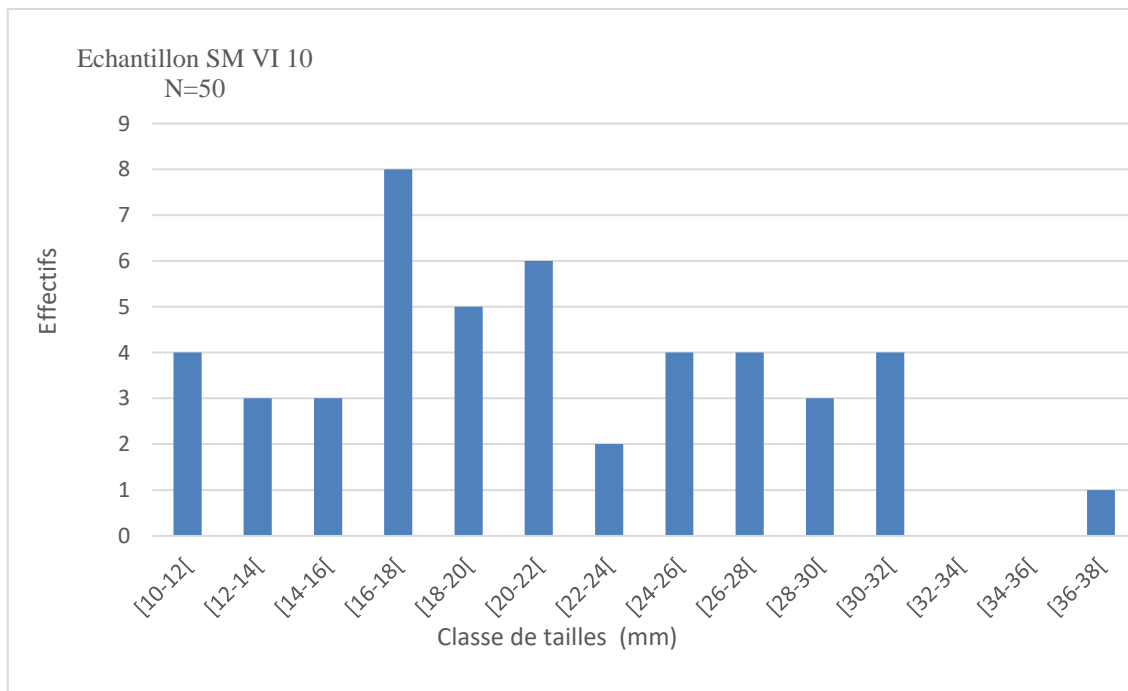


Fig. 22. Fréquences de tailles (mm) chez la coquille de *Cérastoderma*.

Les effectifs les plus faibles (**moins de 11 individus**) sont enregistrés dans les classes de tailles inférieures à **16 mm** et supérieures à **32 mm**, Les individus dont la taille est comprise entre **16 et 30 mm** représentent la majorité des effectifs (**39 individus**) de plusieurs générations de *Cérastoderma*. (**Fig .23**).



Fig. 23. Différentes tailles de *Ceratosderma*

III.1.2. Les microfossiles

L'étude de la microfaune benthique (**Foraminifères benthiques** et **Ostracodes**) est un outil important pour la reconstitution des paléo environnements.

a. Les ostracodes

Les ostracodes sont des crustacés de petite taille (entre 0.5 et 2 mm), appartenant à l'embranchement des Arthropodes. Les corps sont protégés par une carapace bivalve, dont l'apparition remonte au Cambrien/Ordovicien. Les niches écologiques de ces organismes sont variables mais nécessitent toujours une humidité suffisante. Ces derniers vivent donc principalement en eau douce ou en milieu marin, mais aussi en milieu semi-terrestre, notamment au sein de la litière.

En raison de leur grande sensibilité aux modifications environnementales, l'étude de ces organismes fournit des informations précieuses dans le cadre de reconstitutions paléoenvironnementales (De Deckker, 2002 ; De Deckker et Forester, 1988 ; Carbonel et al., 1988 ; Meisch, 2000...).

En milieu lacustre, les principales superfamilles d'Ostracodes observées sont Cypridoidea, Cytheroidea et Darwinuloidea.

❖ **Cypridoidea** se compose d'espèces essentiellement d'eau douce, benthiques à nectobenthiques, dont le mode d'alimentation varie (**herbivore**, **détritivore** ou **carnivore**).

❖ **Cytheroidea** comprend des espèces benthiques, qui se déplacent peu au cours de leur vie. Ces ostracodes sont également parfois présents au niveau des eaux interstitielles. Leur mode d'alimentation est proche de celui de Cypridoidea.

❖ **Darwinuloidea** regroupe des espèces principalement marines à l'exception de *Darwinula stevensoni*. Ces organismes filtreurs peuvent également se nourrir d'algues et de débris organiques (Smith et Horne, 2002).

Dans notre coupe Sebkhet el Mehouch (SM IV), Six genres principaux, caractéristiques de niches écologiques différentes, ont été identifiées par MENNAD Saci (PL.2,10). Ils sont particulièrement sensibles à la salinité, la profondeur, la température et le substrat de fond, ainsi que l'hydrochimie, la teneur en éléments nutritifs, Les informations concernant l'écologie de ces différentes espèces sont essentiellement issues de la synthèse de Meisch (2000) et Frenzel et al., 2010.

Embranchement des Arthropodes

Classe des Ostracodes Latreille, 1802

Subclasse des Podocopa G.W. Müller, 1866

Order des Podocopida G.O. Sars, 1866

Suborder des Cypridocopina Baird, 1845

Superfamille Cypridoidea Baird, 1845

Famille Cyprididae Baird, 1845

Subfamille Cyprinotinae Bronshtein, 1947

Genre *Heterocypris* Claus, 1892

Famille Candonidae Kaufmann, 1900

Subfamille Candoninae Kaufmann, 1900

Tribe Candonini Kaufmann, 1900

Genre *Candona* Baird, 1845

Genre *Pseudocandona* Kaufmann, 1900

Superfamille Darwinuloidea Brady & Robertson, 1885

Famille Darwinulidae Brady & Robertson, 1885

Genre *Darwinula* Brady & Robertson, 1885

Superfamille Cytheroidea Baird, 1850

Famille Cytherideidae Sars, 1925

Subfamille Cytherideinae Sars, 1925

Tribe Cytherideidini Kollmann, 1960

Genre *Cyprideis* Jones, 1857

Famille Loxoconchidae Sars, 1925

Genre *Loxoconcha* Sars, 1866

Tab. 4 : La systématique des différents genres d'ostracodes de la coupe SM IV du Sebkhet el Mahouch. (Meisch et al. 2019).

Ecologie des genres d'ostracodes : Les informations sur l'écologie des espèces rencontrées dans la présente étude ont été recueillies à partir de plusieurs contributions antérieures spécialement de Frenzel et al., 2010 (Tab.5) :

Ecologie Genrus	Salinité	Profondeur	Habitat
<i>Candona</i>	Eau douce à β -mésosaline	Très peu profond à peu profond	Lacs, Étangs et estuaires ; boue et sable
<i>Cyprideis</i>	Holeurysaline	Très peu profond à peu profond	Les estuaires, les lacs, les étangs et les lagunes préfèrent les sédiments des marais salants.
<i>Darwinula</i>	Eau douce à α -oligosaline Eau douce- α -mésosaline	Très peu profond Peu profond	Lacs, Étangs, lagunes et estuaires sédiment et phytal
<i>Heterocypris</i>	Eau douce à β -mésosaline	Très peu profond	Lacs permanent et temporaire, étangs, lagunes
<i>Loxoconcha</i>	Métasaline à hypersaline	Très peu profond	Lagunes, saline et estuaires, lacs salé,
<i>Pseudocandona</i>	Eau douce à β -mésosaline	Très peu profond à peu profond	Lac, eau permanent et temporaire Etangs,

Tab.5 : Ecologie des genres d'ostracodes inventoriés de la coupe SM IV du Sebket el Mehouch.

b. Les Foraminifères

Ce sont des protozoaires marin dont la cellule est entourée d'une capsule calcaire, dite test ou coquille, perforée de minuscules orifices. L'embranchement Foraminifera, sont principalement marins, bien qu'il existe également des espèces d'eau douce.

Les foraminifères sont caractérisés par un squelette ou une coquille composé d'une ou plusieurs chambres interconnectées qui se fossilisent avec une relative facilité.

Les tests des foraminifères retrouvés dans les archives sédimentaires constituent ainsi un outil micropaléontologique majeur dans les reconstitutions paléoenvironnementales ainsi que dans l'établissement des échelles biostratigraphiques.

Les foraminifères benthiques sont largement utilisés en tant qu'outils de reconstitution des paléoenvironnements (Miller et *al.*, 2009).

La coupe SM IV est représentée globalement par deux genres (**Pl. 2, Fig. 8 ; Fig. 9**) :

- *Ammonia* Brünnich, 1772
- *Trichohyalus* Loeblich and Tappan, 1953

c. Les Charophytes

Les charophytes sont des algues dont les parois cellulaires sont incrustées de calcaire, ce qui les rend aptes à la fossilisation, se développent sous l'eau et forment souvent de denses tapis au fond des mares et des eaux douce ou saumâtres vivent dans la zone photique, ne dépassant pas les **10 m** de profondeur ; ces organismes exigent un milieu peu profond pour leurs survies. Les échantillons ont été analysés révélant deux genres de charophytes :

- *Chara* : aiment les eaux calmes, douces et saumâtre, claires. (Gasse et al., 1987)
- *Lamprothamnium* : peuplant dans les eaux saumâtres et salées, peuvent supporter de larges et soudaines fluctuations du taux de salinité (eau hypersaline à eau douce et vice versa). (M. Guerlesquin 1992).

IV. Analyses quantitatives et qualitatives

L'analyse quantitative (comptage des composants orogènes) qui a effectués sur le site d'étude a fin d'étude la répartition relative des différents organismes et leurs variations verticales qui ont permis de distinguer une abondance de microfaune d'ostracodes 59,7% dans la majorité des niveaux au long de la coupe **SM IV**, par contre une fréquence faible de foraminifères **7,16%** et une rareté de microflore de charophytes **1,2%**.

L'analyse qualitative suggère d'inventorie une faune variée de mollusques réunions en quatre genres des planorbes, *Hydrobia* et *Potamides* et *cérastoderma*, associée par des microfaunes des ostracodes et foraminifères.

Les trois genres de gastéropodes identifiés *Planorbis* et *Hydrobia*, caractérisent l'eau douce à mésosaline. Le taxon *Planorbis* se présente à l'échantillon **SM IV 2** et **SM IV 6** de très faible fréquence **2%**, tandis que le genre *Hydrobia* est très abondant dans le niveau **SM IV 4** et **SM IV 6**, moyenne dans les niveaux **SM IV 3**, **SM IV 5**, **SM IV 9**, **SM IV 10**, et présent dans les niveaux **SM IV 2**, **SM IV 7**, **SM IV 8** et **SM IV 11**, **SM IV 10** c'est le seul niveau qui présente le *Potamides*.

La présence des genres *planorbis* et *Hydrobia* témoigne d'une tranche peu profonde d'eau douce mésosaline (Alimen et al, 1952, Alimen, 1970, Beucheur, 1971, callot ,1991). Cette analyse concerne en principe un seul genre de bivalve qui a été répertoriée dans les niveaux supérieurs de notre coupe **SM IV** de genre *Cératosderma* connu sous le nom *cardium* ainsi que leurs exigences écologiques, leurs modes de vie, et la salinité.

Toutefois, cette faune s'est fossilisée en position de vie et sa présence dans ce faciès qui contient de calcaires démontre que le lac subissait une évaporation active provoquant une salinité très importante et comparable à l'eau de mer, favorisant leur proliférations (Bezzeghoud, 2009).

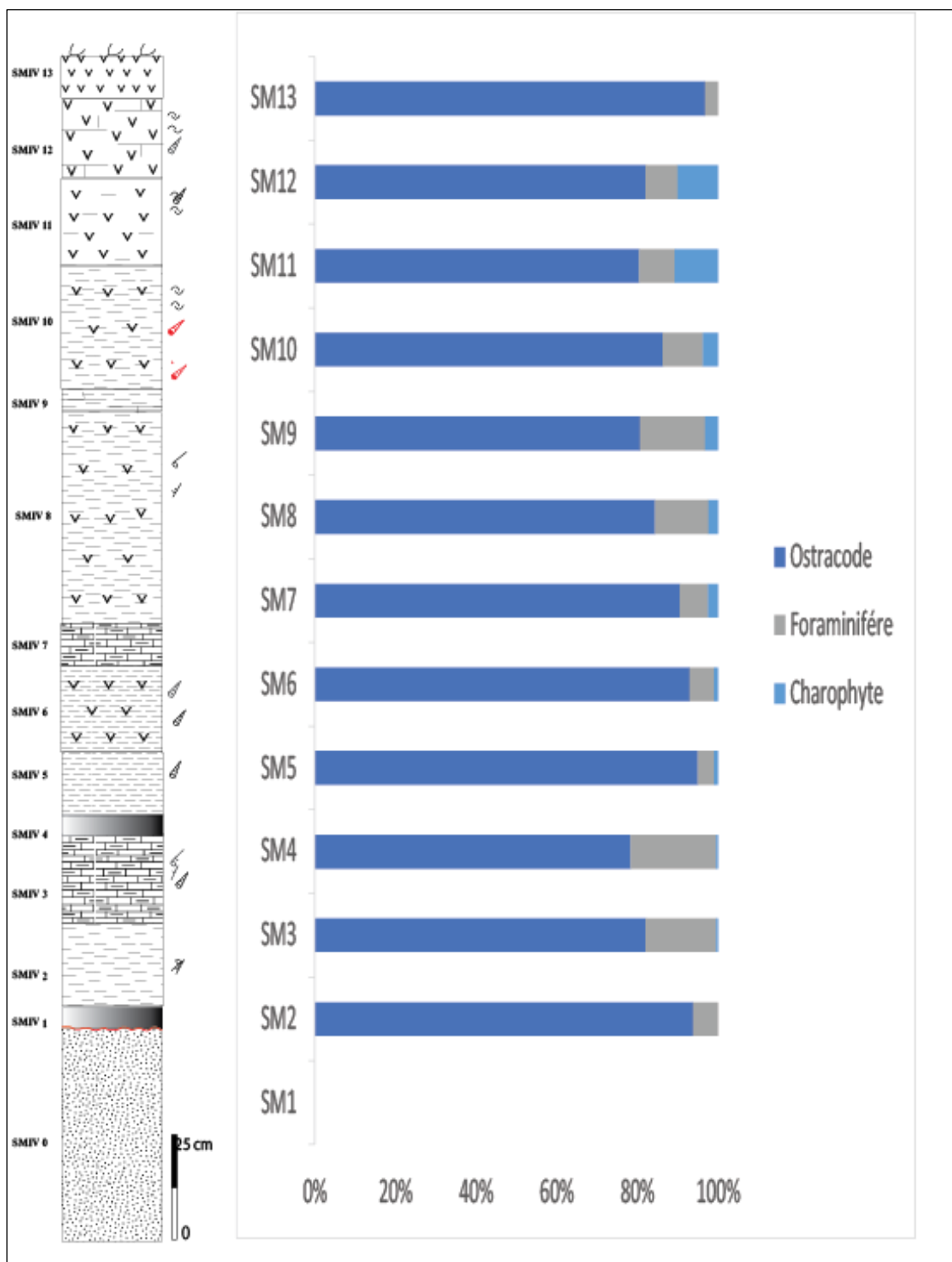


Fig.24 : Evolution verticale des fréquences relatives des différents micro-organismes de la coupe SM IV.

V. Essai de reconstitution paleoenvironnementale

L'étude sédimentologique et paléontologique du le long de la coupe **SM IV** d'âge holocène de la région de Sebket el Mehouch, et les analyse des biorestes nous permis de définir des constituants paléoenvironnementale et l'évolution de le paléosystème lacustre.

Cette étude a permis de définir trois phases :

Phase I : Elle commence par le niveau (SM IV 1 jusqu'au SM IV 2). Elle se caractérise par un dépôt détritique (**argiles** et **sables**) ; à transport aquatique accessoirement éolien, à une très faible profondeur. Ce milieu est probablement palustre.

Phase II : elle comprend le niveau (SM IV 3 jusqu'au SM IV 8), C'est un dépôt carbonaté (**calcaire**), correspondant à une phase biochimique marqué par la présence des organismes d'ostracodes, mollusques et quelques charophytes d'eau douce à mésosaline qui indiquent à une installation d'un système lacustre, peu profond et calme de type marécage ou étang.

Phase III : (SM IV 9 à SM IV 13) , Correspond à un dépôt soumis à forte évaporation matérialisé par la formation de passées gypseuses. C'est une phase biochimique à faible profondeur se caractérise par la prédominance des *Cératosderma* et l'abondances des genres d'ostracodes et foraminifères hypersalines. Il s'agit d'une période d'assèchement correspondant au développement du climat aride. La salinité élevée et surtout le manque d'alimentation en eaux, qui provoque la formation des gypses.

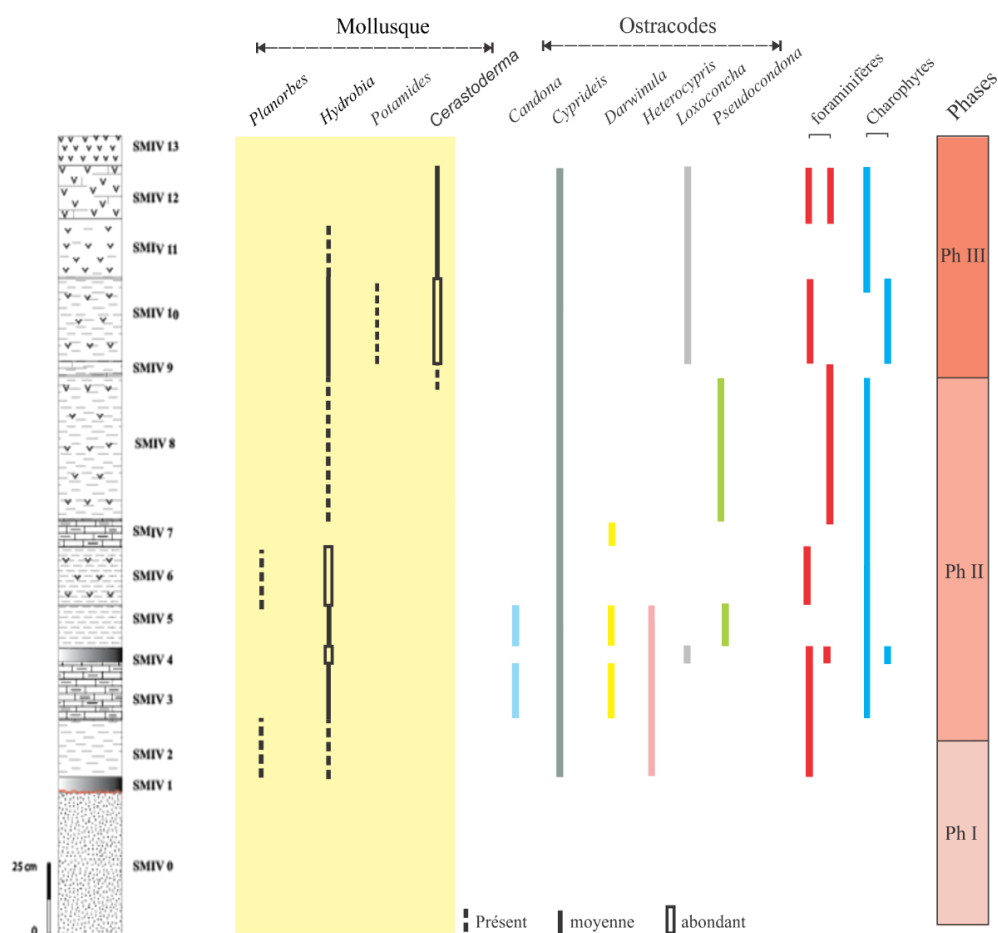


Fig. 25. Evolution des fréquences relatives des genres de mollusques, ostracodes et foraminifères récoltés dans la coupe de Sebkhet el Mehouch.

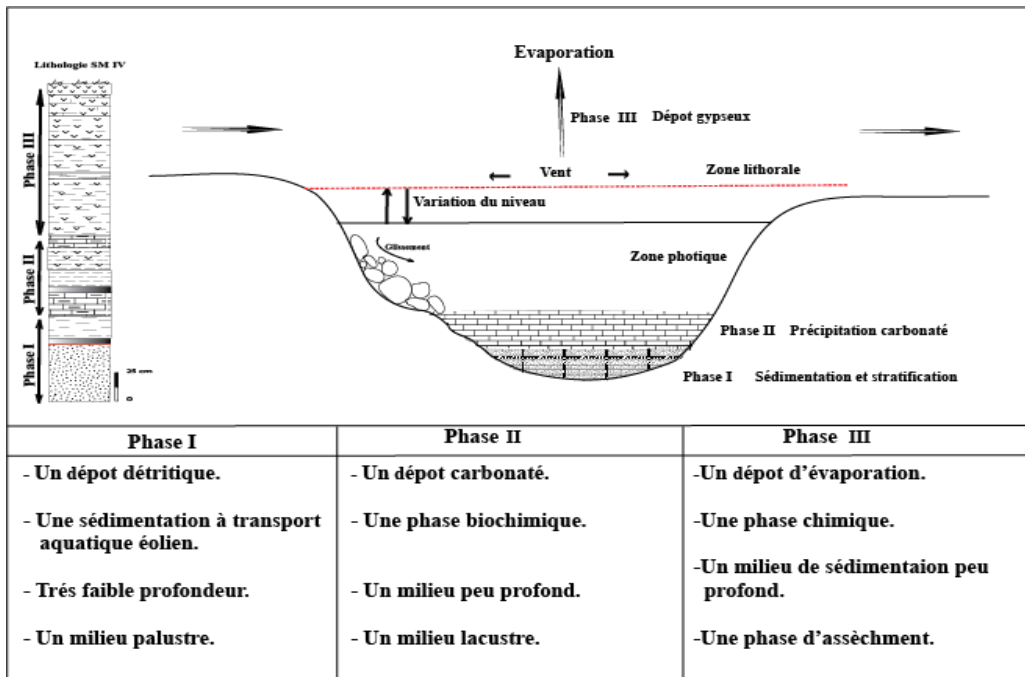


Fig.26. Schéma montrant l'évolution paléoenvironnementale de la coupe.

Conclusion

Notre secteur d'étude concerne la "Sebkhet el Mehouch" qui s'inscrit dans la partie Nord du Grand Erg Occidental Elle est présentée par des formations et buttes lacustres d'âge holocène. L'étude lithologique basée sur quatre coupes, trois coupes se situent en bordure de la dépression (la berge) et la quatrième la plus épaisse, se situe au centre de la dépression,

L'étude sédimentologiques, et paléontologique est basée seulement sur la quatrième coupe du fait qu'elle est plus riche en biorestes, elle se distingue de différents faciès :

Un faciès détritique présenté par une sédimentation argilo-sableuse, un faciès biochimique présenté par un dépôt de calcaire très riche en organismes et un faciès chimique se caractérise par un dépôt gypseux.

L'étude paléontologique basée sur une analyse qualitative et quantitative des divers organismes récoltés dans la coupe qui montre l'évolution du développement de ce milieu ou écosystème aquatique.

L'analyse de la malacofaune qui est un bon indicateur paléo-environnemental durant l'holocène a permis d'inventorier trois (03) genres de Gastéropodes (*Planorbis*, *Hydrobia*, *Potamides*) et un seul (01) genre de bivalve (*Cératosderma*).

L'analyse de microfossile a permis de distinguer un (01) genre de charophyte (*Lamprothamnium*), deux genres (02) de foraminifères (*Ammonia*, *Trichohyalus*) et cinq genres (05) d'ostracodes (*Heterocypris*, *Candona*, *Darwinula*, *Cyprideis*, *Loxoconcha*) La majorité de ces taxons sont des formes d'eau douce.

L'étude paléoenvironnementale s'effectuée à partir des résultats obtenus des analyses des biorestes qui a permis de distinguer trois phases de l'évolution de milieu de dépôt :

Phase I : Un dépôt détritique très faible profond (Un milieu palustre).

Phase II : un dépôt carbonaté peu profond et calme de type marécage ou étang. (Un milieu lacustre).

Phase III : un dépôt gypseux peu profond (phase d'assèchement).

Références Bibliographiques

Alimen H., (1952) - Terrains néogènes et quaternaires. XIX ème Congr. Géol. Inter. Alger 1952, Monogr., région., 1 èresér., n°15, p. 85-112., 9 fig., 2 pl.

Alimen H., (1957) - Tertiaire et Villafranchien au Sahara nord occidental. C.R somm. Soc. Géol. Fr., p.238- 240.

Alimen H., (1960) - Alternances « Pluvial-Aride » et « Erosion-Sédimentation » au Sahara nord occidental. Rev. Géogr. Phys .et Géol. Dyn., 2, pp. 301-312.

Alimen H., (1963) - Evolution du climat et des civilisations depuis 40000 ans au sud du Sahara occidental. (Premières conceptions confrontées aux données récentes). Bull. Assoc. Quaternaire. fr., pp. 215-227

Alimen H., Chavaillon J. Et Conrad G. (1959) - Formations arides et paléosols quaternaires au Sahara nord occidentale. C.R. somm. Soc. Géol. Fr., p. 104- 105.

Atik A., (2015) – Analyse préliminaire des bioestres d’une sédimentation lacustre holocène en bordure nord du Grand Erg Occidental : exemple de la butte témoin de Guern el Loulaïlat. Mém MASTER, Univ, Oran, Algérie : 39p.

Bachiri N., (2016) _ Les dépôts lacustres holocènes de Sebket el Mehouch (Grand Erg Occidentale) : étude lithologique, morphoscopique et analyse des bioestres. Mém MASTER, Univ, Oran, Algérie : 48p.

Benallou S. (2013) – Inventaire fossilifère d’un dépôt lacustre quaternaire du Hassi Manda (Erg Raoui) sud-ouest du Sahara algérienne. Mém ING, Univ, Oran, Algérie : 50p.

Beucher Fr., (1971) - Etude palynologique de formations néogènes et quaternaires du Sahara nord-occidental. Thèse Fac. Sci. Paris. A. O.5408, série : Géologie n°20, 283 p., 56 fig., tabl., 23 pl. h.t.

Bezzeghoud B., (2009) – La microflore diatomique et paléoenvironnement des dépôts lacustres Holocène de Hassi El Medjna (Grand Erg Occidental, Algérie). Thèse Magister, Univ. Oran (Algérie), 144 p, 10 tabl, 24 fig, VII pl. ht.

Bezzeghoud B., Mansour B., Mahboubi M., Belkebir L. & Bessedik M. (2011a) – Les assemblages diatomiques des dépôts lacustres holocènes de Hassi El Medjna (Grand Erg occidental, Algérie). RQM6, Tanger, Maroc (17-19 novembre), résumé.

Bezzeghoud B., Mansour B., Mahboubi M., Belkebir L. & Bessedik M. (2011b) - La microflore diatomique des dépôts lacustres holocènes de Hassi El Medjna (Grand Erg occidental, Algérie). 30ème Colloque de l’ADLaF, Boulogne, France (6-8 septembre), résumé.

Callot Y., (1984) - Dépôts lacustres et palustres quaternaires de la bordure nord du Grand Erg Occidental (Algérie). C. R. Acad. Sc. Paris, t. 299, Série II, n°19., pp. 1347-1350.

Callot Y., (1987) - Géomorphologie et paléoenvironnements de l'Atlas Saharien au Grand Erg Occidental : dynamique éolienne et paléo-lacs holocènes. - Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences, Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), Mém des Sciences de la Terre, n°87-21, 412 p.

Callot Y. (1988) - Évolution polyphasée d'un massif dunaire subtropical : le Grand Erg Occidental (Algérie). - Communication à la Séance spécialisée de la Société Géologique de France : Sahara, Paris, 19 octobre 1987. - Bulletin de la Société Géologique de France, Paris, 8^{ème} s, t IV, n°6, pp. 1073-1079.

Callot Y., (1991) - Le Grand Erg Occidental (Algérie). Histoire d'un massif de dunes. - Science et changements planétaires - Sécheresse, vol.2, n°1, pp.26-39.

Callot Y., (1992) - Paléo-lacs holocènes du Nord du Grand Erg Occidental (NW du Sahara algérien). - Bulletin de la Société Géologique de France, mém. N.S., n°160, pp.19-26.

Carbonel G., (1988) - Les ostracodes paléogènes du Togo, Taxonomie, biostratigraphie, apport dans l'organisation et l'évolution du bassin – centre de sciences de la terre, Univ Lyon. Vol 22, pp 409-443.

Chavaillon J., (1964) - Les formations quaternaires du Sahara nord- occidental. Publ. Centre Rech. Zones arides, C.N.R.S, Paris, série : Géologie n° 5, 393 p., 111 fig., 32 pl., 16 cartes, 1 carte h.t.

Chavaillon J. Et Chavaillon N., (1957) - Chronologie du quaternaire saharien depuis les derniers dépôts du Paléolithique ancien jusqu'au Néolithique. C. R. Acad. Sci., Paris, t.244, pp. 1663- 1666.

Cloern J. E., (2001) - Our evolving conceptual model of coastal eutrophication problem, Mar. Ecol.- Prog. Ser., 210, 223–253.

Conrad G., (1969) - L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara algérien (Saoura, Erg Chech, Tanezrouft, Ahnet-Mouydir). Publ. Centre Rech. Zones arides, C.N.R.S., série : Géologie n° 10.,527 p., 284 fig., tabl., 11pl h.t.

Cuvier, J. L. N. F., (1798). Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux. Baudouin, Paris. 740 pp.

Flamand G.B.M., (1911) - Recherches géologiques et géographiques sur le « Haut pays de l'Oranais et sur le Sahara » (Algérie et territoire du Sud). Thèse. Lyon. Rey. Édité., 1 vol. in -4°.

Gasse Et Al., (1987) - Biological remains, geochemistry and stable isotopes for the reconstruction of environmental and hydrological changes in the Holocene lakes from north Sahara. Paleogeography, paleoclimatology, paleoecology, 60: Elsevier. Sci.pub, B.V. Amsterdam: 46p.

Gautier E.F., (1908) - Mission au Sahara, t. 1 (Sahara algérien). Paris, A. Colin édit.

Hamadi A., (2009) –La microflore diatomique des dépôts quaternaires de Hassi Manda (Tabelbala, bordure occidentale de l'Erg Er Raoui, Algérie), Thèse Magister, Univ. Oran, Algérie, 142p., Tab 9.,27 fig.,3pl.

Hughes L., (2000), - Biological consequences of global warming: is the signal already apparent, Trends Ecol. Evol., 15 (2), 56–61.

Kessier A., (2015) – Analyse préliminaire des biorestes d’une sédimentation lacustre holocène de Banktiri et Hassi Manda (Erg Er Raoui, nord-ouest du Sahara algérien), Mém MASTER, Univ, Oran, Algérie : 37p.

Mahboubi S., (2008) - les dépôts fluvio-lacustres holocènes de la moyenne Zouzfana (Région de Thaghit, Sahara nord-occidental, Algérie). Mém ING, Univ, Oran, Algérie, 53p.

Mansour B., Sidi Yakoub-Bezzeghoud B., Hamadai A., Mahboubi M., Belkebir L. & Mammeri C., (2014) - Les dépôts lacustres holocènes de la bordure nord de l’Erg occidental (Sahara occidental, Algérie) : diatomées et reconstitution paléoenvironnementale. 33ème Colloque de l’ADLaF, (07- 10 octobre, Clermont Ferrand), France, p.45, résumé.

Meisch C. (2000) - Revision of the recent Western Europe species of genus *Potamocypris* (Crustacea, Ostracoda). Part. I: Species with short swimming setae Page 47 on the second antennae. Travaux Scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle de Luxembourg, III: 55 p.

Newell R. I. E., (2004) - Ecosystem influences of natural and cultivated populations of suspension-feeding bivalve mollusques: a review, *J. Shellfish Res.*, 23 (1), 51–61.

Petit-Maire *Et Al.*, (1991) -Paléoclimats holocènes du Sahara septentrional. Dépôts lacustres et terrasses alluviales en bordure du Grand Erg Oriental à l'extrême-Sud de la Tunisie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Elsevier - Masson 1991, t. 312 (série II), pp.1661-1666.*

PLAZIAT. J., (1993) - le pseudo-microkarst pédologique : un aspect particulier des paléopédogenèses développée dans les dépôts lacustres. *Compte -rendu de l’Académie des sciences, t.286, pp 1661 -1664.*

Smith. D, Horne, D., (2002) - ECOLOGY of marine, marginal marine and nonmarine Ostracodes, *geophysical Monographe series, p p 37-64.*

Table des illustrations

Figures

Fig. 01 : A : Photo satellitaire de la région d'étude ; B : Cadre géographique régional de grand Erg Occidental.....	03
Fig. 2 : Localisation du secteur d'étude.....	04
Fig.3 : Différentes méthodes travail.....	09
Fig. 4 : Photo satellitaire des coupes de la berge.....	11
Fig. 5 : la coupe de la butte de Sebkhet el Mehouch SM I.	12
Fig. 6 : Gypses à Bivalves (<i>Cératosdermas</i>).	12
Fig. 7 : rose des sables.	13
Fig. 8 : la coupe de la butte SM II.	13
Fig. 9 : Niveau gypseux noirâtre à charbon (Lignite).	14
Fig. 10 : Photo satellitaire de la coupe SM IV.	14
Fig. 11 : A : vue panoramique de la dépression d'étude, B : La coupe (SM IV).	15
Fig. 12 : Niveau calcaire à <i>Cératosderama</i> de différentes tailles.	15
Fig. 13 : la colonne lithologique de la butte SM IV.....	16
Fig. 14 : Corrélation entre la butte SM IV et SM I.....	17
Fig. 15 : les différentes observations sous microscope.	18
Fig. 16 : Un schéma explicatif du niveau à <i>Cerastoderma</i> (SMIV 12 et SMIV 13).	19
Fig.17 : Une dalle de Mud-crack.	20
Fig. 18 : Un faciès gypseux.	20
Fig.19 : Variation de la fréquence relative des différents éléments (détritiques et organismes) dans la coupe SM IV.	23
Fig.20 : Morphologie de coquille de <i>Cératosderma</i>	26
Fig.21 : Paramètres linéaires mesurés d'une coquille de <i>Cératosderma</i>	27
Fig. 22. Fréquences de tailles (mm) chez la coquille de <i>Cératosderma</i>	28
Fig. 23. Différente taille de <i>Cératosderma</i>	29
Fig.24 : Evolution verticale des fréquences relatives des différents micro-organismes de la coupe SM IV.	33
Fig. 25 : Evolution des fréquences relatives des genres de mollusques, ostracodes et foraminifères récoltés dans la coupe de Sebkhet el Mehouch.	34
Fig.26 : Schéma montrant l'évolution paléoenvironnementale de la coupe.	35

Tableaux

Tab. 1 : Synthèse des données radiochronologiques relatives aux industries préhistoriques et événements climato-sédimentaires de l'ouest du Sahara algérien au cours du Plio-Quaternaire (D'après Conrad, 1969 et Baudrimont, 1973) « modifié »08

Tab. 2 : Fréquences et répartition des différents organismes de la butte témoin de Sebkhet el Mehouch SM IV.....24

Tab. 3 : La systématique des différents genres des mollusques de la coupe SM IV du Sebkhet el Mehouch.27

Tab. 4 : La systématique des différents genres d'ostracodes de la coupe SM IV du Sebkhet el Mahouch. (Meisch et al. 2019)30

Tab.5 : Ecologie des genres d'ostracodes inventoriés de la coupe SM IV du Sebkhet el Mahouch.31

PLANCHES PHOTOS I

Fig. 1 : *Planorbis* Müller, 1774.

Fig. 2 : *Potamides* Blainville, 1826

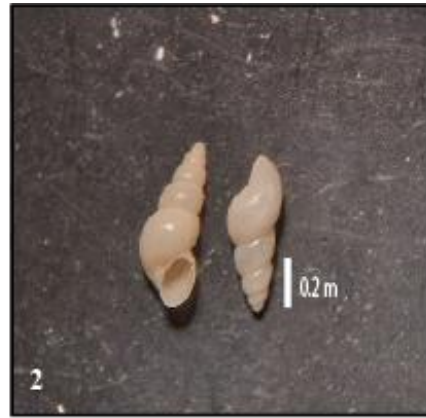
Fig. 3 : *Hydrobia* W. Hartmann, 1821

Fig. 4 : *Potamides* Blainville, 1826 (Couleur rouge)

Fig. 5 : *Cérastoderma Poli*, 1795

a -Vue valvaire externe

b -Vue valvaire interne



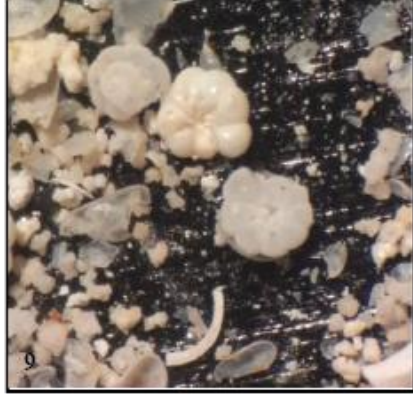
PLANCHES PHOTOS II

Fig. 6 ,7 : *Lamprothamnium* Guerlesquin, 1992 (x400)

Fig. 8, 11: *Trichohyalus* Loeblich and Tappan, 1953 (x400)

Fig. 9: *Ammonia* Brünnich, 1772 (x400)

Fig. 10: *Heterocypris* Claus, 1892 (x400)



ANNEX I

Tableau total du comptage des différents grains récoltés de la coupe de SM IV

Echantillon	Les grains détritiques	Les grains organiques	Total
SMIV 1	200	0	200
SMIV 2	67	133	200
SMIV 3	54	146	200
SMIV 4	48	152	200
SMIV 5	113	87	200
SMIV 6	124	76	200
SMIV 7	133	67	200
SMIV 8	159	39	200
SMIV 9	144	56	200
SMIV 10	136	64	200
SMIV 11	162	38	200
SMIV 12	171	29	200
SMIV 13	174	26	200

Tableau de pourcentage des différents grains récoltés dans La coupe SM IV

Echantillon	Les grains détritiques	Les grains organiques	Total
SMIV 2	33,5%	66,5%	100%
SMIV 3	27%	73%	100%
SMIV 4	24%	76%	100%
SMIV 5	56,5%	43,5%	100%
SMIV 6	62%	38%	100%
SMIV 7	66,5%	33,5%	100%
SMIV 8	79,5%	19,5%	100%
SMIV 9	72%	28%	100%
SMIV 10	68%	32%	100%
SMIV 11	81%	19%	100%
SMIV 12	85,5%	14,5%	100%
SMIV 13	87%	13%	100%

ANNEX II

Tableau de comptage des différents organismes de la coupe SM IV

Echantillon	Ostracode	Foraminifère	Charophyte	TOTAL
SMIV 1	0	0	0	00
SMIV 2	183	12	0	200
SMIV 3	165	34	1	200
SMIV 4	155	42	1	200
SMIV 5	190	8	2	200
SMIV 6	184	12	2	200
SMIV 7	181	14	5	200
SMIV 8	140	22	4	200
SMIV 9	50	10	2	200
SMIV 10	69	8	3	200
SMIV11	45	5	6	200
SMIV 12	41	4	5	200
SMIV 13	30	1	0	200

Tableau de pourcentage des différents organismes de la coupe SM IV

Echantillon	Ostracodes	Foraminifères	Charophytes	TOTAL
SM1	0%	0%	0%	100%
SM2	91,5%	6%	0%	100%
SM3	82,5%	17%	0,5%	100%
SM4	77,5%	21%	0,5%	100%
SM5	95%	4%	1%	100%
SM6	92%	6%	1%	100%
SM7	90,5%	7%	2,5%	100%
SM8	70%	11%	2%	100%
SM9	25%	5%	1%	100%
SM10	34,5%	4%	1,5%	100%
SM11	22,5%	2,5%	3%	100%
SM12	20,5%	2%	2,5%	100%
SM13	15%	0,5%	0	100%

ANNEX III

Mesure de 50 individus de coquilles de *Cératosderma*

Coquilles	Longueurs	Largeurs	Epaisseurs	Coquilles	Longueurs	Largeurs	Epaisseurs
1	3	2.3	1.8	26	1.8	1.4	1.1
2	3.8	3.3	2.5	27	2.8	2.3	1.4
3	3	2.2	2.1	28	1.8	1.5	1.1
4	2.8	2.1	1.7	29	2.8	2.2	1.6
5	2.6	2	1.4	30	1.6	1.4	1
6	2.1	1.7	1.3	31	2	1.7	1.1
7	2.2	1.8	1.4	32	3	2.3	1.4
8	2	1.8	1.4	33	1.4	1	0.8
9	2.4	1.9	1.5	34	1.9	1.2	0.9
10	1.6	1.4	1.1	35	2.4	2.2	1.4
11	2.1	1.7	1.3	36	2.1	1.6	1.2
12	1.8	1.6	1.1	37	2.5	2.1	1.4
13	2.1	1.7	1.2	38	2.1	1.7	1.2
14	2.6	2.1	1.4	39	2.2	1.8	1.2
15	3.1	2.6	1.8	40	2.1	1.7	1
16	2.8	2.6	2	41	1.8	1.4	1
17	1.9	1.5	1.2	42	1.7	1.3	0.9
18	1.7	1.3	1	43	1	0.5	0.2
19	1.1	0.8	0.5	44	1.8	1.5	1
20	3.2	2.5	1.8	45	1.7	1.2	0.9
21	3	2.3	1.6	46	2	1.6	1
22	3.1	2.4	1.7	47	1	0.8	0.4
23	1.6	1.4	1.2	48	1.1	0.8	0.5
24	2.6	2.3	1.6	49	1.4	1.1	0.8
25	3.1	2.7	1.8	50	1.3	1.2	0.9