



N° d'ordre :



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف

Université de Hassiba Benbouali de Chlef

كلية الهندسة المدنية و المعمارية

Faculté de Génie civil et d'Architecture

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master en Géologie

Option : Géologie des Bassins Sédimentaires

Thème :

Les ostracodes des dépôts lacustres Holocène du puits de Hassi Fguiguira (Tabelbala, Sahara nord occidentale)

Réalisé par :

KHELOUF HICHAM

Soutenu publiquement le :.... / 06 / 2024 devant les membres des jurys :

ATTOUCHEIK L.	M.A.A	Université de Chlef	Président
HAMADAI A.	M.A.A	Université de Chlef	Encadreur
HADJ CHRIF M.	M.A.A	Université de Chlef	CO- Encadreur
MANSOUR B.	Professeur	Université d'Oran	CO- Encadreur
ZEGHARI. A	M.A.A	Université de Chlef	Examineur

Chlef, 2024

DEDICACE

Tout d'abord, je remercie Dieu qui m'a donné le courage pour terminer ce modeste travail.

A mes chers parents

Vraiment aucune dédicace ne serait exprimée mon attachement, mon amour et mon affection, je vous offre ce Modest travail en témoignage de tous les sacrifices et l'immense tendresse dont vous m'avez toujours me combler.

A mes cher ami Nadjib, Mourad & Fatima

A tous les membres de ma famille petits et grands.

A tous mes amis qui sont chers, à tous ceux qui j'aime et qui m'aiment et à mes chers collègues.

*A tous mes enseignants durant mes cycles d'études surtout Mr **HADJ CHERIF***

Puisse Allah vous garder et vous procurer la santé et le bonheur.

Merci d'être toujours là pour moi.

KHELOUF HICHAM

AVANT-PROPOS

Au début, je remercie Dieu qui m'a donné le courage pour terminer ce modeste travail.

Je remercie **Mr. HAMADAI ALI** Maître assistant (A) à l'université de Chlef, de m'avoir proposé ce sujet, me guider et me diriger, ainsi que pour le temps qu'il m'a consacré tout au long de la préparation de ce mémoire.

Je remercie également les membres de jury :

Mme. ATOUCHEIK L. Maître de conférences (B) à l'Université de Chlef, d'avoir accepté de présider le jury

Mr. HADJ CHERIF M. Maître assistant A à l'Université de Chlef, de m'avoir guidé et m'orienté durant ma présence au laboratoire.

Mr. ZEGHARI A. Maître assistant (A) à l'Université de Chlef, de bien vouloir accepter de juger ce mémoire et apporter son avis.

J'adresse mes plus sincères remerciements et ma gratitude à tous les intervenants et tous les enseignants, et toutes les personnes qui m'ont soutenu par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques, et qui ont accepté de me rencontrer et de répondre aux questions durant mes recherches.

Je remercie mes parents et mes sœurs qui ont été les premiers à m'aider à atteindre ce succès, Enfin, je remercie tous mes amis et collègues qui ont été toujours là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

A tous merci

KHELLOUF .H

RESUME

Deux coupes lithologiques (PHFA et PHFB) sous forme des buttes témoins, ont été levées dans la dépression inter-dunaire du puits de Hassi Fguiguira, situé en bordure occidentale de l'Erg Er Raoui, à 30 km au NW de la ville de Tabelbala. L'étude de ces coupes a révélé plusieurs résultats, sur le plan lithologique, sédimentologique, paléontologique et paléoenvironnementale.

Sur le plan lithologique, cette étude nous a permis de distinguer des dépôts détritiques à la base constitué par des sables de couleurs grisâtres, surmonté par des dépôts chimiques et biochimique constituées par des calcaires, des diatomites et des carbonate blanc biogénique d'Adolphe et *al.*, 1987), contient des coquilles de gastéropodes. Cette sédimentation parfois est interrompus par des lisérés millimétriques de couleurs grisâtres à noirâtres.

Sur le plan sédimentologique, l'abondance de grains non usés pourrait indiquer que les sables de la base proviennent de sources locales, ce qui semble typique d'un milieu lacustre ou fluvio-lacustres. Cependant, la présence significative de grains émoussés luisants pourrait suggérer des processus d'érosion et de transport plus intenses, potentiellement liés au transport par des eaux fluviales. De plus, la rareté des grains ronds mats pourrait indiquer une participation éolienne limitée à cette sédimentation.

Sur le plan paléontologique, l'analyse des fossiles recueillis dans les deux coupes du puits de Hassi Fguiguira a permis d'identifier cinq genres d'ostracodes, répartis en trois familles, ainsi que cinq espèces de gastéropodes. Ces assemblages faunistiques semblent indiquer un milieu lacustre à tranche d'eau douce à saumâtres.

D'un point de vue paléoenvironnementale, l'analyse basée sur les ostracodes a révélé que le milieu de dépôt a évolué en deux phases distinctes ; la première phase, caractérisée par une faible profondeur, semble correspondre à une tranche d'eau douce à saumâtre et la deuxième phase, indique l'installation d'un milieu stable à tranche d'eau douce de type lacustre.

Mots clés : Hassi Fguiguira, Erg Er Raoui, Lithologie, Sédimentologie, Paléontologie, Paléoenvironnement, Ostracodes.

ABSTRACT

Two lithological sections (PHFA and PHFB) in the form of reference mounds were raised in the inter-dune depression of the Hassi Fguiguira well, located on the western edge of the Erg Er Raoui, 30 km NW of the city of Tabelbala. The study of these sections revealed several results, on the lithological, sedimentological, paleontological and palaeoenvironmental .

lithologically , this study allowed us to distinguish detrital deposits at the base constituted by greyish colored sands, surmounted by chemical and biochemical deposits constituted by limestones, diatomites and biogenic white carbonate of Adolphe et al.,1987), contains gastropod shells. This sedimentation is sometimes interrupted by millimeters of greyish to blackish colors.

In sedimentological context, the abundance of undressed grains could indicate that the base sands come from local sources, which seems typical of a lake or river-lake environment. However, the significant presence of shiny blunt grains could suggest more intense erosion and transport processes, potentially related to river water transport. In addition, the scarcity of matte round grains may indicate limited wind participation in this sedimentation.

On the paleontological terms, the analysis of the fossils collected in the two sections of the Hassi Fguiguira well allowed to identify five genera of ostracods, divided into three families, as well as five species of gastropods. These faunistic assemblages seem to indicate a freshwater to brackish lake environment. From a palaeoenvironmental point of view, the analysis based on ostracods revealed that the depositional medium evolved in two distinct phases; the first phase, characterized by a shallow depth, seems to correspond to a slice of fresh water to brackish and the second phase indicates the installation of a stable medium to slice of fresh water of lake type.

Keywords : Hassi Fguiguira, Erg Er Raoui, Lithology, Sedimentology, Paleontology, palaeoenvironmental, Ostracodes, Limestones, diatomites.

SOMMAIRE

Dédicace
Avant-propos
Résumé
Abstract

CHAPITRE I: GENERALITES

I. INTRODUCTION	1
II. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA RÉGION	1
1. Situation géographique régionale	1
2. Situation géographique local	2
III. ETUDES GEOLOGIQUES REALISEES.....	3
IV. SUBDIVISIONS STRATIGRAPHIQUES DU SAHARA NORD OCCIDENTAL AU QUATERNAIRE	5
1. Le Quaternaire Ancien	5
2. Le Quaternaire Moyen	5
3. Le Quaternaire Récent	5
V. METHODE DE TRAVAIL	7

CHAPITRE II: ETUDE LITHOLOGIQUE ET MORPHOSCOPIE

ETUDE LITHOLOGIQUE	10
I. INTRODUCTION	10
II. LOCALISATION ET DESCRIPTION DES PUIITS	10
1. Localisation des sites d'étude de Hassi Fguiguira.....	10
2. Description lithologique	12
II. ÉTUDE MORPHOSCOPIQUE.....	14
1. Analyse morphoscopique des coupes étudiées	15
2. Interprétation des résultats	15
IV. CORRELATION LITHOLOGIQUE ENTRE LES DEUX COUPES ETUDIÉES, PHFA ET PHFB	16
V. ESSAI D'INTERPRÉTATION DE L'ÉVOLUTION DU PALEOLACUSTRE HOLOCÈNE DU HASSI FGUIGUIRA (ERG ER RAOU)	17
1. La première phase lacustre (dépôts des sédiments détritiques)	17

2. La deuxième phase lacustre.....	18
3. La troisième phase lacustre (assèchement)	18
VII. CONCLUSION.....	19

CHAPITRE III : SYSTIMATIQUE

I. INTRODUCTION.....	20
II. INVENTAIRE DES OSTRACODES	20
1. Généralités	20
2. Morphologie	20
3. Ecologie	24.
4. Inventaire et systématique des Ostracodes	21
5. Analyse comparative entre les deux coupes étudiées	26
III. LES GASTEROPODES.....	28
IV. CONCLUSION	29

CHAPITRE IV : INTERPRETATION PALEOENVIRONNEMENTAL

I. INTRODUCTION	30
Les milieux lacustres	30
II. ANALYSE PALEOENVIRONNEMENTALE A PARTIR DES OSTRACODES	30
1. La coupe de Hassi Fguiguira PHFA	30
2. La coupe de Hassi Fguiguira PHFB	32
III. LES ASSEMBLAGES DES OSTRACODES.....	33
1. La coupe PHFA	34
2. La coupe PHFB.....	34
IV. ESSAI DE RECONSTITUTION DU PALEOENVIRONNEMENTALE	35
V. CONCLUSION.....	36
CONCLUSIONS GENERALES.....	37
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	38

- Liste des figures
- Liste de tableaux
- Planche photographique

CHAPITRE I : Généralités

I. INTRODUCTION :

Les dépôts quaternaires du Sahara nord-occidentale l'Algérie sont principalement constitués de formations meubles et discontinues, telles que des terrasses fluviales, Fulvio-lacustres, palustres ou lacustres. Les variations climatiques sont très présentes dans ces dépôts, principalement dans le piémont de l'Atlas saharien, ce qui a un effet sur leur salinité et leur composition floristique et faunistique. Ces écosystèmes, composés de petits lacs et de dépressions inter-dunaires reliées datant du pléistocène supérieur et de l'holocène, ont attiré l'attention des chercheurs depuis le début du XXe siècle. Les études les plus significatives sont Gautier (1908), Chavaillon (1964), Alimen et al. (1970), Baudrimont (1972, 1973), Beucher (1971), Callot (1984), Gasse et al. (1987), Fonte et al. (1990) et Gasse (2002). Adjedir (2002), Mahboubi (2008), Bezzeghoud (2009) et Hamadai (2009, 2015) ont également contribué de manière significative à la compréhension de ces formations.

Les ostracodes ces dépôts lacustres holocènes de Hassi Fguiguira, dans la région d'Erg Er Raoui (au nord de Tabelbala), sont notre objet de recherche. Deux coupes lithologiques ont été réalisées dans cette région. Il s'agit d'une reconstruction des environnements lacustres anciens à travers l'étude de la taxonomie des ostracodes.

II.SITUATON GEOGRAPHIQUE DE LA RÉGION D'ÉTUDE**1. Situation géographique régionale :**

La région d'étude fait partie de l'Erg Er Raoui, situé dans le nord-ouest du Sahara Algérien, couvrant une vaste étendue désertique. Cet Erg s'étend sur environ 80 000 km² et est principalement constitué de dunes de sable, avec des hauteurs variant de 40 à 100 mètres.

La région étudiée fait partie de ce vaste ensemble et se situe à la limite ouest de l'Erg Er Raoui, qui s'étend dans un axe nord-ouest/sud-est. L'Erg Er Raoui, l'un des grands ensembles dunaires sahariens, est bordé au sud-ouest et au nord-ouest par plusieurs formations géographiques importantes : la Hamada de Guir, les monts d'Ougarta, l'Oued Saoura, l'Oued Mesaoud, le Khale de Tabelbala et la Hamada de la Daoura.

Cette région présente également des dépôts lacustres interdunaires, situés entre les dunes de sable (lacs interdunaires), qui offrent un aperçu unique de l'histoire environnementale de la région. Les lacs interdunaires ont joué un rôle essentiel dans la préservation de la biodiversité et dans la compréhension des variations climatiques passées.

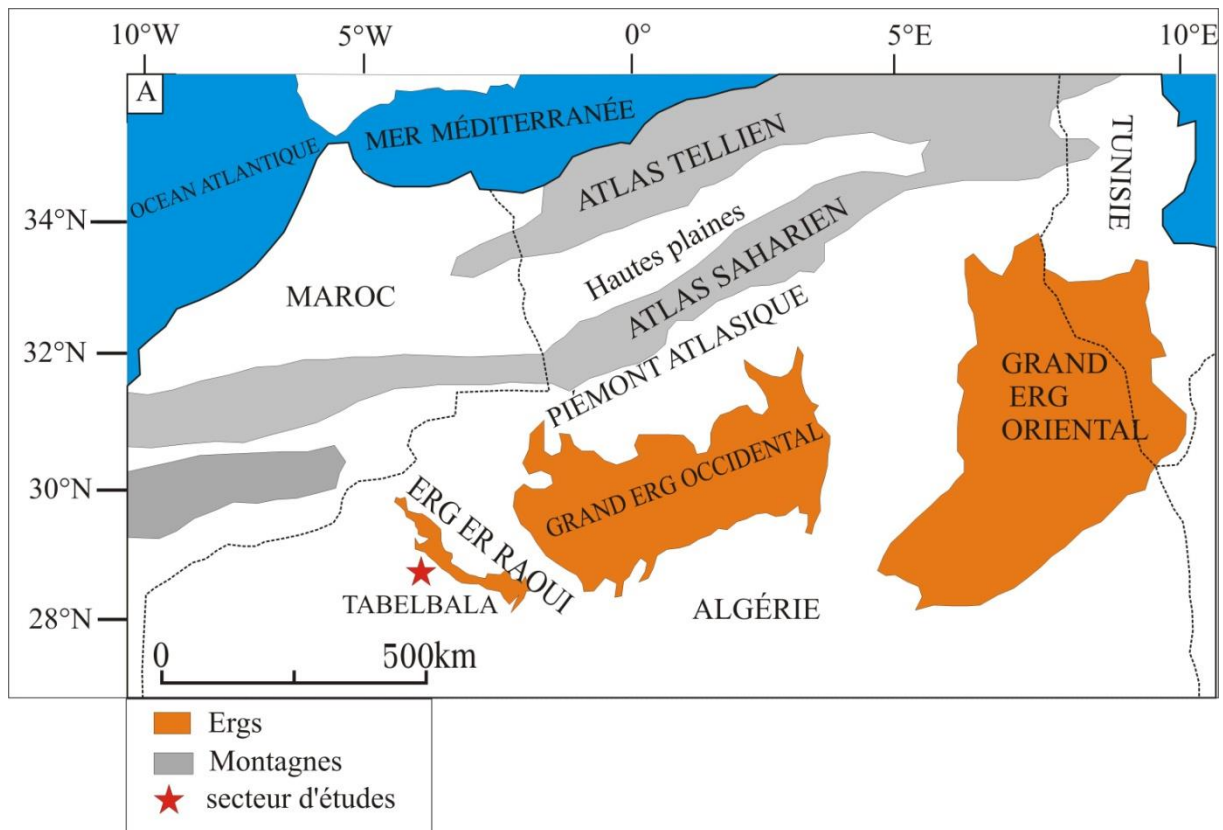


Fig. 1 : Situation géographique régionale de la région d'étude.

2. Situation géographique local

Le secteur d'étude appelé puits de Hassi Fguiguira est représenté par une dépression bordant l'Erg Er Raoui dans sa partie occidentale. Il se situe au NNE de la ville de Tabelbala (20 km à vol d'oiseau). Les reliefs autour du système paléolacustre de Hassi Fguiguira sont très peu marqués. On distingue de vastes étendues sableuses façonnées en dunes érodées par le vent mais bien développées au nord et à l'est (Erg Er Raoui). Ces différents paysages sont pour l'essentiel individualisés pendant le quaternaire et ils étaient pratiquement en place au pléistocène supérieur (Conard, 1969).

Les sédiments à ostracodes, qui font l'objet de cette étude, ont été récoltés dans des échantillons prélevés dans une dépression représentée par de nombreuses buttes témoins isolées l'une de l'autre.

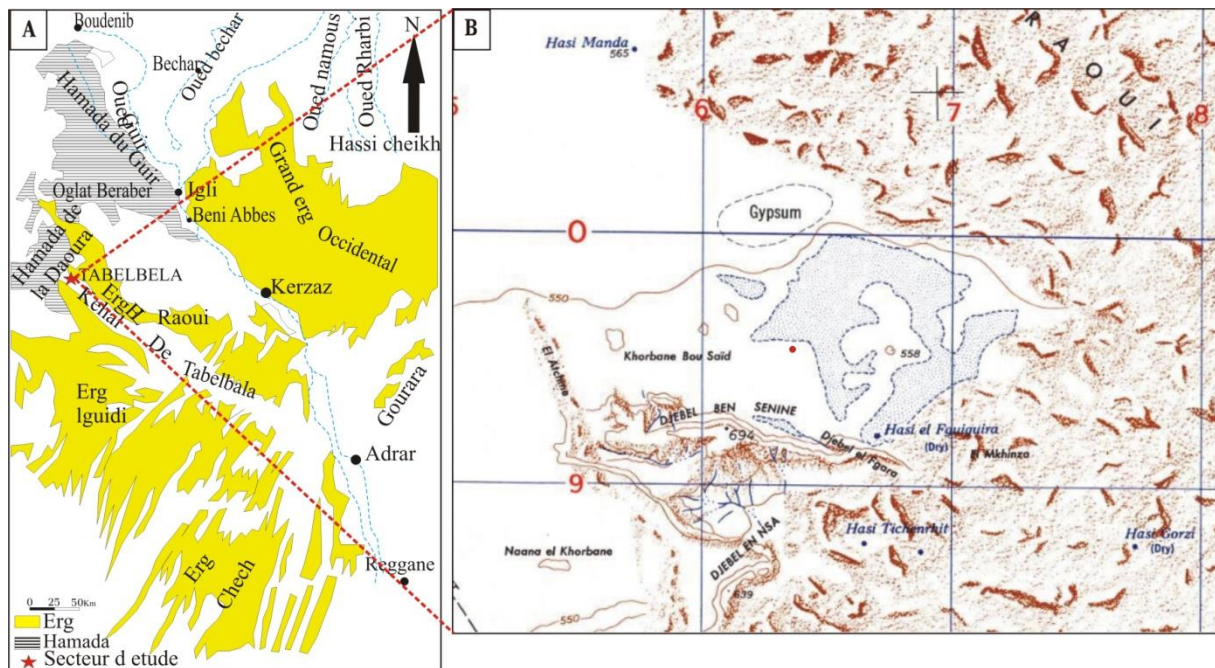


Fig. 2 : Situation géographique de secteur d'étude, A : Position de puits de Hassi Fguiguira dans le Sahara occidental, B : Localisation du site d'étude (extrait de la carte topographique de Tabelbala 1/25000)

III. HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les terrains quaternaires du nord-ouest du Sahara algérien ont fait l'objet de nombreuses recherches géologiques.

Les premiers chercheurs qui se sont intéressés aux terrasses quaternaires et à la géographie du Sahara nord occidental c'est Gautier (1908) et Flamand (1911).

Roche (1933) et Menchikoff (1946) ont établi les grandes lignes stratigraphiques des formations quaternaires du Sahara nord occidental.

En 1952, Alimen a réalisé une étude granulométrique et morphoscopique sur les sables dunaires du nord-ouest du Sahara.

Grâce à la géochronologie absolue, Conrad (1965-1969) a établi une chronologie des formations et apporté des précisions stratigraphiques sur les dépôts holocènes du Sahara occidental. Par la suite, il a interprété l'évolution continentale post-hercynienne du Sahara algérien.

Alimen et al. (1970) ont signalé pour la première fois les sédiments quaternaires à diatomées (dépôts lacustres et palustres holocènes) dans le nord-ouest du Sahara algérien. À partir d'une étude palynologique sur les formations néogènes et quaternaires du nord-ouest du Sahara,

Beucher (1971) a défini deux épisodes sédimentaires dans les dépôts quaternaires récents : un dépôt fluvio-lacustre (calcaire sableux) et un dépôt purement fluvatile (sableux et gréseux).

En 1990, Gasse a reconstitué le paléoenvironnement et le paléoclimat du nord et du sud du Sahara algérien à partir des études menées sur les dépôts diatomitiques.

Callot (1991) a retracé l'histoire du massif dunaire du « grand Erg Occidental » en relation avec le climat quaternaire, puis a reconstitué la géomorphologie et les paléoenvironnements du grand Erg Occidental.

Le travail de Mahboubi en 2008, sur les terrasses holocènes dans la région de Zouzfana (Taghit), a montré que ces dernières ont évolué d'un milieu de dépôts mixte (éolien et fluvatile) vers un milieu de sédimentation fluvio-lacustre.

En 2009, Hamadai a présenté un travail sur les diatomées d'un système paléolacustre de l'Erg Er Raoui (Hassi Manda et Dait El Mehouch). Toujours dans le but d'interpréter la sédimentation lacustre de la région de Hassi Manda (Tabelbala, Erg Er Raoui),

Yahiaoui (2012) a poursuivi les recherches sur les diatomées quaternaires.

Benalou (2013) a présenté un inventaire de la faune lacustre du quaternaire de Hassi Manda (Erg Er Raoui, nord-ouest du Sahara algérien). La même année, El goutni a fait une étude sur les ostracodes des dépôts lacustres holocènes de Hassi Medjna (Grand Erg Occidental).

En 2015, Hamadai a mené une étude approfondie sur la microflore diatomitique des dépôts lacustres quaternaires de Hassi Manda (Erg Er Raoui, Algérie) avec pour objectif de répertorier la microflore et de tenter de reconstituer les environnements de dépôt.

IV. SUBDIVISIONS STRATIGRAPHIQUES DU SAHARA NORD OCCIDENTAL AU QUATERNAIRE

Plusieurs chercheurs ont divisé stratigraphiquement les terrains quaternaires du Sahara Nord occidental en trois grandes périodes, chacune étant marquée par des cycles sédimentaires et des vestiges archéologiques importants.

1. Le Quaternaire Ancien (2 000 000 - 250 000 ans BP)

Se divise en deux cycles sédimentaires principaux : le Villafranchien, qui englobe les périodes Aidien et Mazzérien. Les dépôts sédimentaires de l'Aidien ont joué un rôle dans la formation d'une partie des paysages actuels (Alimen, 1957). L'autre cycle sédimentaire de cette période est le Mazzérien, qui a également contribué à la formation des dépôts sédimentaires anciens (Alimen *et al.*, 1959).

2. Le Quaternaire Moyen (entre 250 000 et 65 000 ans BP)

Est caractérisé par deux périodes sédimentaires distinctes : le Taourirtien et l'Ougartien.

Le cycle sédimentaire prédominant est le Taourirtien, qui présente des vestiges lithiques significatifs, ce qui suggère une présence humaine importante (Chavaillon, 1960-1964). Le cycle sédimentaire de l'Ougartien est, de son côté, marqué par des dépôts représentant des périodes de changement climatique, ainsi que par de nombreux vestiges lithiques témoignant d'activités humaines (Chavaillon, 1960-1964). Les activités industrielles de cette époque mettent en évidence une adaptation des populations humaines aux variations climatiques et environnementales (Chavaillon, 1960-1964).

3. Le Quaternaire Récent (65 000 - 0 ans BP) est divisé en deux périodes principales : le Saourien et le Guirien.

La période saourienne (65 000 – 8 000 ans BP) se divise elle-même en cinq sous-périodes : Saourien I, II, III, IV et V. Chacun de ces sous-périodes est marqué par des changements climatiques et des types de sédiments particuliers, tels que des dunes, des terrasses sableuses et des dépôts lacustres (Conrad, 1969).

Les formations sédimentaires lacustres, palustres et fluviatiles sont présentes pendant la période Guirienne (8 000 - 0 ans BP). Selon Conrad (1969) ces formations sédimentaires se distinguent par la présence de sables solides, de calcaires sableux, de calcaires diatomitiques et de caillotis. Cette période est marquée par des périodes humides du Néolithique, suivies d'une tendance à l'hyperaridité actuelle (Conrad, 1969).

Les divisions stratigraphiques et les changements climatiques qui y sont associés illustrent comment les évolutions environnementales ont influencé le Sahara Nord occidental et ont impacté les habitudes de vie des populations humaines dans cette région.

Tabl. 01 : Subdivisions Stratigraphiques du Sahara Nord Occidental au Quaternaire

Période	Âge (Années BP)	Cycles Sédimentaires	Caractéristiques et Vestiges
Quaternaire Récent	65 000 0	- Saourien - Guirien	- Saourien subdivisé en cinq sous-périodes (I, II, III, IV, V) avec variations climatiques et dépôts sédimentaires spécifiques (Conrad, 1969) - Formations sédimentaires lacustres, palustres et fluviales caractérisées par des sables consolidés, des calcaires sableux, des calcaires diatomitiques et des caillotis (Conrad, 1969)
Quaternaire Moyen	250 000 65 000	- Taourirtien - Ougartien	- Présence humaine significative avec des vestiges lithiques (Chavaillon, 1960-1964) - Variabilité climatique avec vestiges lithiques témoignant d'activités humaines (Chavaillon, 1960-1964)
Quaternaire Ancien	2 000 000 250 000	- Aïdien - Mazzérien	- Formation des paysages actuels avec des dépôts sédimentaires (Alimen, 1957) - Formation des dépôts sédimentaires anciens (Alimen et al, 1959)

V. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Mon rapporteur Mr. Hamadai a effectué des prélèvements d'échantillons de sédiments lacustres sur le terrain. Le lavage a pour objectif d'extraire et de préparer les microfossiles pour l'analyse en éliminant les impuretés et en isolant les Ostracodes, dont la détermination a été faite par Hadj Cherif en utilisant des documents spécialisés (**KARAVOVIC et al. 2001, GREKOFF N. 1960**)

CHAPITRE II:
ETUDE LITHOLOGIQUE
ET MORPHOPHOSCOPIE

I. INTRODUCTION

Cette partie est dédiée à une étude lithologique réalisée sur deux coupes (PHFA et PHFB) levées par HAMADAI lors d'une mission à Tabelbela, dans le cadre de la préparation de sa thèse de doctorat.

Ces deux coupes ont été prélevées dans une dépression inter-dunaire bordant l'Erg Er Raoui, située à 20 km à vol d'oiseau au sud-est de la dépression de Hassi Manda, et à 30 km au sud-est de la ville de Tabelbela (fig. 3).

Notre objectif est d'identifier les microfaunes d'ostracodes, de mener une étude systématique et paléoécologique de cette microfaune, ainsi qu'une analyse sédimentologique basée sur la morphoscopie des grains de quartz de la partie basale des deux coupes. Enfin, nous tenterons une reconstitution paléoenvironnementale.

II. LOCALISATION ET DESCRIPTION DES PUIITS**1. Localisation des sites d'étude de Hassi Fguiguira**

Les affleurements lacustres faisant l'objet de notre étude (figure. 4) se trouvent dans une dépression à peine marquée, mais étendue, de la topographie pré-lacustre, souvent au contact entre le substratum néogène (calcaire) et les sables de l'Erg (les dunes) (Fig. 3. C et D). Ces affleurements lacustres peu étendus sont isolés et très morcelés par l'érosion éolienne.

Dans le cadre de notre étude, nous avons choisi deux de ces buttes pour effectuer des coupes nommés PHFA et PHFB.

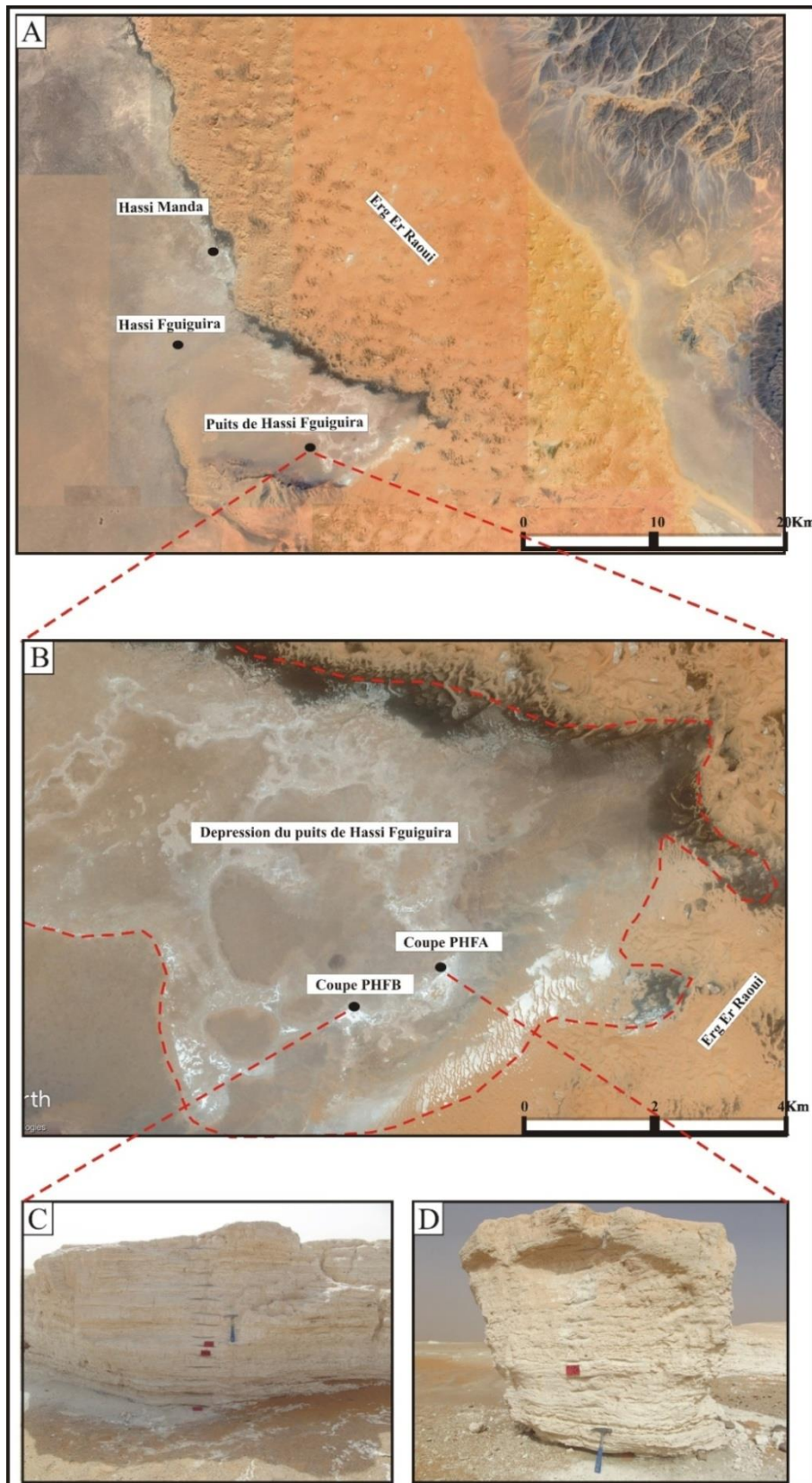


Fig. 3 : Localisation de deux coupes par rapport au puits de Hassi Fguiguira (A : une partie de la sédimentation lacustre, B : vue satellitaire de la dépression de Hassi Fguiguira).

(Extrait de la carte de Google Earth, 2024)

2. Description lithologique

2.1. La coupe PHFA (Fig. 3. D)

Parmi plusieurs buttes proches et de différentes épaisseurs, situées au centre de cette dépression, nous avons choisi la butte la plus épaisse, la plus diversifiée en faciès et la plus distincte, pour lever notre coupe.

Cette butte témoin, de forme conique en raison de l'érosion, est de couleur blanche et correspond à un vestige d'un ancien plateau soumis à l'érosion éolienne. La roche qui compose cette butte est plus résistante que celles environnantes, ce qui explique sa morphologie distincte. De bas en haut, cette butte est constituée des faciès suivants (Fig. 4) :

- Une couche de sables grisâtres de 10 cm d'épaisseur (PHFA1).
- Des calcaires et calcaires-diatomitiques friables et blancs, mesurant 1,4 m et contenant des coquilles de gastéropodes (PHFA2 à PHFA13). Cette partie présente des liserés grisâtres à noirâtres contenant également des coquilles de gastéropodes.
- Des calcaires indurés, de couleur blanche à jaune (30 cm), renfermant des coquilles de gastéropodes (PHFA14 et PHFA15). Les dix centimètres supérieurs de cette section sont composés de calcaires encore plus indurés.

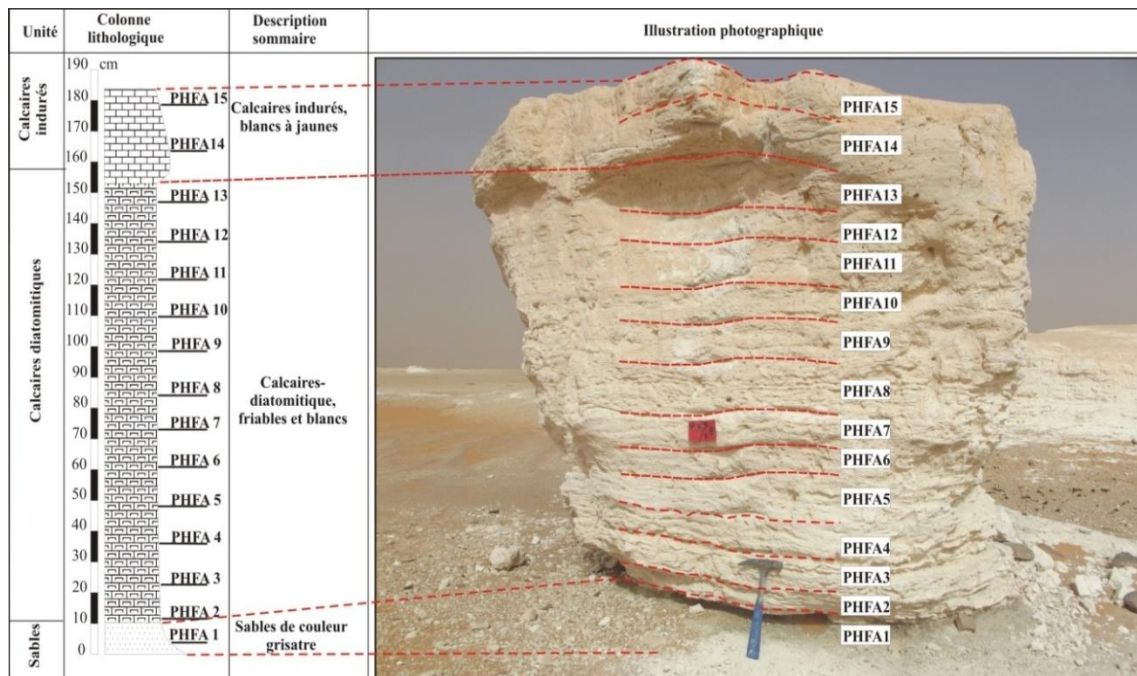


Fig. 4 : Colonne lithologique de la première coupe de la dépression de Hassi Fguiguira (PHFA).

Pour analyser la microfaune d'ostracode de cette butte, nous avons prélevé quinze échantillons de bas en haut (PHFA1 à PHFA15). La majorité des échantillons (10) provient de la partie inférieure de la butte (partie friable), tandis que les cinq autres viennent de la partie supérieure (plus ou moins indurée)

2.2. La coupe PHFB (Fig. 3. C)

Nous avons choisi d'effectuer des prélèvements sur une autre butte dans cette vaste dépression, parmi une dizaine de buttes isolées situées à proximité de la première coupe (PHFA). Cette butte, épaisse de deux mètres et s'étendant sur une grande surface, a été sélectionnée pour son importance d'épaisseur.

La microfaune d'ostracodes a été étudiée et identifiée à partir de quinze échantillons prélevés de bas en haut (PHFB1 à PHFB15). Comme pour la butte précédente, cette butte peut être divisée en trois parties (Fig. 6) :

– Des sables grisâtres d'une épaisseur de 20 cm sont présents à la base (PHFB1). On ne connaît pas la base de cette butte témoin.

– Par la suite, des calcaires et des calcaires-diatomitique d'une épaisseur de 1,5 mètre, blanchâtres, friables, à texture fine et poudreuse, renfermant des coquilles de gastéropodes (PHFB2 à PHFB13). On y trouve des stries et des taches de couleur grisâtre à noirâtre, et on y trouve de nombreuses coquilles de gastéropodes.

– Finalement, on trouve des calcaires plus indurés, d'une épaisseur de 30 cm, de couleur blanchâtre à jaunâtre, qui renferment également des coquilles de gastéropodes (PHFB14 et PHFB15).

Notons que la transition entre ces deux derniers faciès se fait par des couches millimétriques de couleur grisâtre à noirâtre. De petites coquilles de Gastéropodes (PHFB5, PHFB6, PHFB7, PHFB11 et PHFB13) sont présentes dans ces couches.

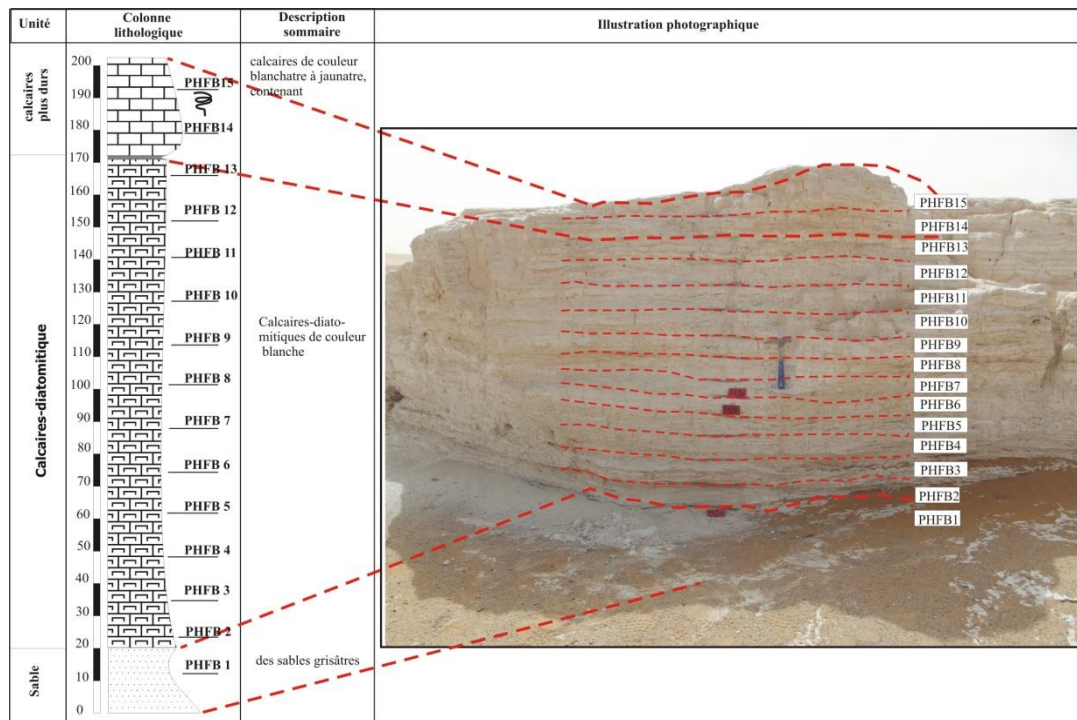


Fig. 5 : Colonne lithologique de la deuxième coupe de la dépression de Hassi Fguiguira (PHFB)

II. ÉTUDE MORPHOSCOPIQUE

L'objectif de l'étude morphoscopique des sables dans les coupes PHFA et PHFB est d'analyser la forme des grains de quartz afin de comprendre leur degré d'usure et d'identifier les processus d'érosion qu'ils ont subis. Cette analyse permet de reconstituer l'histoire du transport et de la sédimentation des sables dans les différents environnements lacustres représentés par ces deux buttes témoins.

Les faciès sableux, présents à la base des coupes PHFA et PHFB (échantillons PHFA1 et PHFB1), fournissent des indices précieux pour l'étude morphoscopique, car leur analyse permet de comprendre les conditions initiales de dépôt et les premiers stades d'érosion des grains de quartz.

De plus, l'existence des sédiments détritiques à la base des deux coupes étudiées nous a permis de comprendre la première phase d'installation et la mise en place de ce milieu continental (lac ou étang).

1. Analyse morphoscopique des coupes étudiées :

L'examen morphoscopique des grains de quartz provenant des sédiments lacustres holocènes de la région aride de l'Erg Er Raoui a été effectué sur deux échantillons de sable de la base des deux coupes étudiées (PHFA1 et PHFB1).

L'examen morphoscopique des grains de quartz de l'échantillon PHFA1 montre l'omniprésence des grains émoussés luisants (EL) avec un pourcentage de 14 %. Et des grains ronds mats (RM) avec un pourcentage de 2 %. Et des grains non usés 84 %.

L'analyse morphoscopique des grains de quartz provenant de la deuxième coupe depuis Hassi Fguiguira (échantillon PHFB1) révèle l'existence de grains émoussés luisants (EL) avec un pourcentage de 45 %. Et des grains ronds mats (RM) représentant 2 %. Et des grains à 53 % non usés.

2. Interpretation des résultats

2.1. Présence de grains non usés (NU)

Un pourcentage élevé de grains non usés dans les deux échantillons (84% pour PHFA1 et 53% pour PHFB1) indique que la majorité des grains n'ont pas subi de transport significatif. Cela suggère une origine locale des sédiments, avec un transport minimal, typique des environnements lacustres où l'énergie est relativement faible (Folk, 1974).

2.2. Grains émoussés luisants (EL)

La présence de grains émoussés luisants (14 % dans PHFA1 et 45 % dans PHFB1) indique une certaine usure par érosion. Le pourcentage plus élevé dans PHFB1 suggère que les grains de cette coupe ont été soumis à des processus d'érosion et de transport plus intenses comparés à ceux de PHFA1.

Ce fort pourcentage suggère un milieu de sédimentation influencé par un transport aquatique continental, tel que des rivières ou des fleuves (Folk, 1974).

2.3. Grains ronds mats (RM)

La faible proportion de grains ronds mats (2% dans les deux échantillons) indique une usure par abrasion mais dans une mesure limitée. Ces grains pourraient provenir d'une source

différente ou avoir subi un transport plus long avant de se déposer, mais leur faible proportion ne joue pas un rôle significatif dans la caractérisation globale des sédiments.

La fréquence non négligeable de ces grains n'exclut pas l'association de cette sédimentation lacustre à un transport et dépôt éolien (Folk, 1974).

2.4. Comparaison entre les deux coupes (PHFA et PHFB)

La différence notable entre les deux échantillons réside dans la proportion de grains émoussés luisants et non usés. Pour l'échantillon (PHFB1) présente une proportion beaucoup plus élevée de grains émoussés luisants, ce qui pourrait indiquer des conditions de dépôt plus dynamiques ou une exposition à des processus érosifs plus marqués par rapport à PHFA1. Cette variation pourrait refléter des différences locales dans les conditions hydrologiques ou climatiques au moment du dépôt.

L'existence de sédiments détritiques à la base des deux coupes (PHFA1 et PHFB1) pourrait indiquer les premières phases de l'installation et la mise en place de ce milieu continental, comme un lac ou un étang.

En résumé, l'analyse morphoscopique des grains de quartz des échantillons PHFA1 et PHFB1 révèle des informations sur les conditions de transport, de dépôt et d'érosion des sédiments dans les environnements lacustres holocènes de l'Erg Er Raoui. La variation dans les proportions de grains non usés et émoussés luisants entre les deux coupes permet de mieux comprendre les dynamiques locales de ces milieux et les processus qui ont façonné ces dépôts sédimentaires.

Le fort pourcentage de grains émoussés luisants suggère un milieu de sédimentation influencé par un transport aquatique continental (rivières ou fleuve), tandis que la fréquence des grains ronds mats non négligeable indique également une possible contribution éolienne à la sédimentation.

IV. CORRELATION LITHOLOGIQUE ENTRE LES DEUX COUPES ETUDIEES, PHFA ET PHFB

En analysant la lithologie des deux coupes prélevées (PHFA et PHFB), nous avons tenté d'établir une corrélation lithologique détaillée en utilisant les descriptions des deux coupes et les informations contextuelles fournies.

Il est possible d'établir une corrélation entre les sables grisâtres de la base des deux coupes (PHFA1 et PHFB1), même si leur épaisseur varie. Il est possible que cette fluctuation soit causée par des disparités locales dans les apports sédimentaires ou l'énergie du milieu de dépôts.

On peut établir une corrélation directe entre les calcaires et les calcaires-diatomitique des deux coupes (PHFA2 à PHFA13 et PHFB2 à PHFB13). Des périodes de dépôt lacustre similaires sont suggérées par les liserées grisâtres à noirâtres et la présence de coquilles de gastéropodes.

On peut également établir une corrélation entre les calcaires indurés (PHFA14 et PHFA15, PHFB14 et PHFB15), même si les transitions diffèrent. Les deux coupes révèlent une induration des calcaires, sans doute due à des conditions climatiques.

V. ESSAI D'INTERPRETATION DE L'EVOLUTION DU PALEO-LACUSTRE HOLOCENE DE HASSI FGUGUIRA (ERG ER RAOUI)

L'étude des deux coupes lithologiques, combinée à l'étude morphoscopique des grains de sables et la connaissance géologique et paléoenvironnementale de la région du Sahara nord occidental, permet de faire un essai de reconstituer l'évolution du paléolacustre holocène de Hassi Fguiguira (Erg Er Raoui).

1. La première phase lacustre (dépôts des sédiments détritiques) : cette première phase s'étendant de 0 à environ 10 cm, est caractérisée par des sables grisâtres (PHFA1 et PHFB1), il est à noter que cette première phase pourrait dépasser les dix centimètres d'épaisseur, parce qu'on ne connaît pas la base exacte de cette dépression.

L'étude morphoscopique des échantillons PHFA1 et PHFB1 a révélé une abondance de grains non usés, ce qui suggère une origine locale des sédiments. Cela pourrait être typique d'un environnement lacustre ou pré-lacustre où les sédiments ne sont pas transportés sur de longues distances.

Les grains ronds mats sont peu nombreux, ce qui pourrait indiquer une contribution limitée de la sédimentation éolienne par le vent. Les particules émoussées luisants témoignent d'un transport dans un milieu aquatique continental fort.

Il est possible de conclure que cette unité détritique basale (sables grisâtres) correspond à une phase initiale de l'installation du système paléolacustre de Hassi Fguiguira ou pré-lacustre

(les sables pourraient être à l'origine d'un environnement de dépôt fluviatile ou éolien avant l'établissement du lac, et la couleur grisâtre pourrait aussi être à l'origine de conditions d'oxydation).

2. La deuxième phase lacustre : cette deuxième phase qui s'étendant de **10 à 160 cm**, est caractérisée par des calcaires diatomitiques friables et de couleur blanchâtre. Ces calcaires diatomitiques pourraient suggérer un milieu lacustre stable avec une forte productivité biologique, notamment diatomées.

La présence de diatomites indique des conditions lacustres favorables à la prolifération de diatomées.

3. La troisième phase lacustre (assèchement) : la troisième phase s'étendant de 160 à 190 cm, est caractérisée par des calcaires indurés de couleur blanchâtres à jaunâtres. L'induration des calcaires pourrait suggérer une phase d'assèchement lacustre, accompagnée par l'évaporation et la concentration des minéraux.

Les conditions climatiques de cette phase pourraient refléter un retour à des conditions de la première phase (première phase lacustre ou pré-lacustre), entraînant une baisse significative de la tranche d'eau et une évaporation intense, ce qui a conduit à l'induration des sédiments calcaires.

Tab. 2 : Essai de synthèse de l'évolution paléolacustre de Hassi Fguiguira

Phase	Caractéristiques des Dépôts
Phase Pré-lacustre	<ul style="list-style-type: none"> - Dépôt de sables grisâtres avec un pourcentage élevé de grains non usés, suggérant une origine locale des sédiments et une contribution éolienne limitée. - Présence de grains émoussés luisants indiquant un transport aquatique continental important, correspondant à une grande alimentation par les eaux (fluviatile et/ou nappe phréatique ?).
Phase Lacustre	- Augmentation de la tranche d'eau avec dépôts des calcaires diatomitiques friables, marqués par une forte activité biologique
Phase Lacustre finale (ou post-lacustre)	- Assèchement progressif du lac, dépôts de calcaires plus indurés en raison de l'évaporation et de la concentration des minéraux, marquant le retour à des conditions initiales.

VII. CONCLUSION

Deux coupes lithologiques ont été levées (PHFA et PHFB), situées dans la dépression de Hassi Fguiguira, en bordure occidentale de l'Erg Er Raoui, à 20 kilomètres au nord de la ville de Tabelbala.

L'étude lithologique de ces deux coupes nous a permis de distinguer trois ensembles lithologiques ; un ensemble détritique à la base composé par des sables grisâtres, un ensemble chimique et biochimique (calcaire diatomitique) et un ensemble purement chimique (carbonate blanc biogénique d'après Adolphe et *al.* 1987).

Il est à noter que dans les systèmes paléo-lacustres de l'Erg Er Raoui, les faciès présentant une couleur blanchâtre, une texture friable et/ou indurée pourraient correspondre macroscopiquement à des roches diatomites ou des calcaires diatomitique lacustres. Cependant, ils sont parfois dépourvus de frustules de diatomées, ce qui peut poser une confusion terminologique entre les trois faciès ; calcaires, diatomite ou calcaire-diatomitique. Donc, pour clarifier cette distinction, nous adoptons le terme proposé par Adolphe et *al.* (1987) ainsi que par Callot et Fontagne (2008) : « les carbonates blancs biogéniques ». Callot (2008) a signalé ce faciès dans les paléolacs intérieurs du Grand Erg Occidental.

Plusieurs points importants sont mis en évidence par l'analyse morphoscopique des grains de sable dans les échantillons PHFA1 et PHFB1. En premier lieu, un taux élevé de grains non usés suggère qu'ils proviennent d'une source locale, caractéristique des milieux lacustres.

Par la suite, l'importance des grains émoussés luisants suggère des processus d'érosion et de transport plus intenses, probablement liés à un transport aquatique continental.

En outre, la présence moins fréquente de grains ronds mats suggère une participation éolienne à la sédimentation.

Finalement, l'analyse des deux coupes met en évidence des disparités dans la proportion de grains émoussés luisants et non usés, ce qui suggère des variations locales dans les conditions hydrologiques et/ou climatiques. Ces conclusions offrent des informations essentielles sur les mécanismes de transport, de dynamiques et d'érosion dans les milieux lacustres holocènes de l'Erg Er Raoui.

CHAPITRE III : Systématique

I. INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous examinerons de manière systématique les ostracodes des deux coupes lithologiques PHFA et PHFB, situées dans la dépression de Hassi Fguiguira, bordure méridionale de l'Erg Er Raoui, à environ 20 kilomètres au nord de la ville de Tabelbela. En raison de leur sensibilité aux variations paléoécologiques, les ostracodes, microfaunes des sédiments lacustres, offrent une opportunité précieuse de reconstituer les paléoenvironnements.

Les ostracodes des sédiments de ces deux coupes lithologiques nous a permis de mieux comprendre l'évolution des paléoenvironnements de cette région au cours de l'holocène. De manière systématique et paléoécologique, nous examinerons cette microfaune en identifiant les genres, en analysant leur répartition verticale et en interprétant les conditions environnementales qu'elle révèle.

Grâce à cette approche, nous essayons de retracer les conditions paléoenvironnementale dominantes dans la dépression de Hassi Fguiguira, ce qui nous permettra d'approfondir notre compréhension les dynamiques sédimentaires et paléoécologiques de la région de l'Erg Er Raoui au cours de l'holocène.

II. INVENTAIRE DES OSTRACODES

1. Aperçu historique

Les ostracodes ont été initialement décrits par Müller en 1776. Latreille (1802-1805) les a ensuite définis comme une unité taxonomique basée sur la ressemblance de leur test avec celui des huîtres, d'où leur nom "ostracode".

La classification des ostracodes a commencé en 1866 par Sars. Les ostracodes constituent la sous-classe la plus diversifiée des Crustacés, qui font partie de l'embranchement des Arthropodes. On estime qu'il existe environ 40 000 genres et 300 000 espèces d'ostracodes (Meschin, 2000). Ces organismes sont présents depuis le Cambrien-Ordovicien jusqu'à aujourd'hui.

2. Morphologie

La carapace des ostracodes est sans segmentation apparente, la tête et le thorax n'étant pas séparés. Les valves latérales calcifiées sont utilisées pour leur test et sont articulées par une charnière (Müller, 1776). Cette charnière présente une grande variété et joue un rôle essentiel dans la typologie des ostracodes. Un muscle adducteur permet l'ouverture des deux valves. Les ostracodes peuvent mesurer de 0,4 à 1,5 mm, mais certaines espèces peuvent atteindre 25 mm.

Les ostracodes ont des carapaces très diverses (allongées, réniformes, trapézoïdales, subovales, triangulaires). Il est important de maintenir cette diversité afin de différencier les différents taxons sur le plan génétique. Les carapaces peuvent avoir une texture lisse ou être ponctuées, épineuses, striées et poreuses.

On observe souvent un dimorphisme sexuel chez les ostracodes. Les carapaces des femelles sont généralement plus grandes que celles des mâles, et la partie postérieure est souvent renflée en raison de l'œuf. Ils se reproduisent principalement de manière sexuée.

Les carapaces (ou valves) des ostracodes présentent différents critères pour leur détermination et leur classification. La forme générale des valves (gauche et droite) ;

- La configuration de la charnière ;
- L'organisation et le nombre des traces musculaires ;
- La sculpture et l'ornementation des valves ;
- La présence ou l'absence de structures secondaires ;
- Les dimensions de la carapace (largeur, longueur).

3. Ecologie

Les ostracodes sont principalement benthiques, nageant, rampant ou fouillant sur le fond de la mer ou des lacs. Il y a des pélagiques. Ces crustacés de petite taille habitent les mers, les eaux douces et saumâtres, ainsi que les eaux souterraines.

4. Inventaire et systématique des Ostracodes

La hiérarchie taxonomique de ce groupe d'organisme se résume comme suite :

Embranchement : Arthropodes

Classe Crustacés

Sous classe Ostracodes Latreille, 1806

Ordre Podocopida Muller, 1894

Sous ordre Podocopina, Sars 1866

Super famille Cypridoidea, Baird 1845

L'analyse des sédiments a fourni cinq (05) genres d'ostracodes, regroupés en trois (03) familles :

Famille des Candoninae Kaufmann, 1900

Sous famille des Candoninae Kaufmann, 1900

Elle est caractérisée par un contour variable (allongé, réniforme, trapézoïdal, sub-ové, triangulaire) et parfois asymétrique. La surface est couverte de fossettes polygonales, lisse ou couverte d'une faible ponctuation

Genre : *Candona* Baird, 1845 (fig. 4) pl. III

Description : Il se distingue par une carapace de forme réniforme. La valve gauche est plus étendue et recouvre l'ensemble de la valve droite. La face antérieure est arrondie, tout comme la face postérieure, mais elle présente un angle postérieur. Le bord dorsal est court, droit à un peu convexe. La marge dorsale est à peu près droite à concave. La hauteur la plus élevée se situe au centre ou du bord postérieur jusqu'au centre. Les valves ont une surface lisse ou finement ponctuée.

Ecologie : Le genre *Candona* peuple les milieux lacustres, les étangs, et les bassins temporaires (Pipik, 2005). C'est un organisme rampant et fouissant dans la vase et sur les plantes.

Genre : *Pseudocandona* Kaufmann, 1900 (fig. 5) pl. III

Description : L'orifice gauche est plus élevé que l'orifice droit. On trouve des sculptures réticulées ou ponctuées sur la surface des valves (parfois très développées). Les deux valves ont une forme allongée et oblongue. Elle présente un bord antérieur étroit et obtus, et un bord postérieur arrondi. Elle présente une marge dorsale arrondie et une marge ventrale rectiligne. La carapace est marquée à la surface.

Ecologie : C'est une faune qui peuple les eaux douces, sables et sable vaseux (Grekoff, 1956).

Famille de Cyprididae Baird, 1845.

Sous famille Cyprinotinae Bronshtein, 1947

Les Cypridinae possèdent des carapaces de formes variées, généralement minces et lisses mais pouvant porter des tubercules ou des épines. Dans cette famille, deux genres ont été identifiées.

Genre : *Heterocypris* Claus, 1892 (fig. 1) pl. III

Description : En vue latérale subréctangulaire et renflée, la carapace du genre *Heterocypris* est allongée et comprimée. Celui-ci a une valve gauche plus grande qui recouvre la valve droite. Les femelles ont des valves plus grandes que les mâles. La décoration est uniforme.

Ecologie : Il s'agit des formes peuplent les petits bassins d'eau saumâtre (Rosenfeld et al. 2003).

Genre : *Cypridopsis* Brady, 1868 (fig. 3) pl. III

Description : La carapace est sub-ovoïde à sub-triangulaire et renflée. Le bord dorsal est largement arqué. Les marges antéro-dorsale et postéro-dorsale forment un obtusangle dans la partie centrale de la marge dorsale. Le bord ventral est légèrement sinueux chez certaines espèces et rectiligne chez d'autres. Les marges postérieure et antérieure sont largement arrondies. La hauteur de la valve est beaucoup plus que la moitié de la longueur, la surface des valves est lisse ou couverte de petites fossettes (piquée) (Carbonel et *al.* 1985).

Ecologie : Le genre *Cypridopsis* prolifère surtout dans les eaux saumâtres (Meisch, 1984) et par conséquent elle indique des eaux à salinité faible et variable (Petit-Maire et *al.* 1987).

Famille des Cytheridae Baird, 1850

Sous famille : Limnocytherinae Klie, 1938

La carapace de cette famille ou de cette sous-famille est généralement assez fragile. Elle présente moins de calcification et est peu sculptée.

L'étude a mis en évidence un unique genre de la famille des Cytheridae. Les formes d'eau douce de cette famille sont tous les genres.

Genre : *Paralimnosythere* Carbonnel 1969 (fig. 2) pl. III

Description : Ce type se distingue par la présence de deux valves égales, de forme rectangulaire. On observe une surface valvaire lisse ou légèrement réticulée. Les valves sont comprimées aux deux extrémités. La dorsale est à peu près droite et la ventrale est largement concave.

Ecologie : Cet individu peuple les milieux marécageux herbeux, lacustres et d'eau douce (Rosenfeld et *al.*, 2003).

Tab . 3 : Abondance relative (%) des différents taxons d'Ostracodes le long de la première coupe Hassi Fguiguira PHFA.

Ech \ Espèce	<i>Candona</i>	<i>Pseudocandona</i>	<i>Paralimnocyther</i>	<i>Heterocypris</i>	<i>Cypridopsis</i>
PHFA1	0	0	0	0	0
PHFA2	46	1	11	40	2
PHFA3	73	1	5	21	0
PHFA4	18	1	21	60	0
PHFA5	39	0	50	4	0
PHFA6	26	0	60	15	0
PHFA7	50	0	44	3	0
PHFA8	36	0	62	0	0
PHFA9	32	1	67	1	0
PHFA10	35	0	63	1	0
PHFA11	22	0	76	0	0
PHFA12	62	0	36	0	1
PHFA13	43	2	54	1	0
PHFA14	33	1	7	0	0
PHFA15	10	0	1	1	0

L'analyse de la répartition des genres d'ostracodes *Candona*, *Pseudocandona*, *Paralimnocyther*, *Heterocypris*, et *Cypridopsis* dans les échantillons de de la première coupe de Hassi Fguiguira (PHFA1 à PHFA15) révèle des variations notables en termes d'abondance relative.

Tout d'abord, le genre *Candona* est totalement absent dans le premier échantillon (PHFA1) mais apparaît dans tous les autres échantillons avec des pourcentages allant de 10% à 73%. Il est particulièrement dominant dans les échantillons PHFA3 (73%), PHFA12 (62%), et PHFA7 avec **50 %** (tab. 3).

Ensuite, le genre *Pseudocandona* est extrêmement rare, souvent absent et ne dépassant pas les 2%, avec des présences notables de 1% dans plusieurs échantillons comme PHFA2, PHFA3, PHFA4, PHFA9, et PHFA14.

Ainsi, le genre *Paralimnocyther* montre une répartition variée, allant de 1% à 76%, et est absent de PHFA1 mais particulièrement abondant dans PHFA6 (60%), PHFA8 (62%), PHFA9 (67%), PHFA10 (63%), PHFA11 (76%), et PHFA13 (54%) tab. 3.

Le genre *Heterocypris* est dominant dans certains échantillons comme PHFA4 (60%) et PHFA2 (40%), mais il est totalement absent dans d'autres comme PHFA1, PHFA8, PHFA11,

PHFA12, et PHFA14. Le genre *Cypridopsis* est le moins abondant des genres, souvent absent et apparaissant seulement en faible pourcentage de 1% à 2% dans PHFA2 et PHFA12 tab. 3.

Cette répartition hétérogène suggère que les conditions environnementales varient significativement entre les différents sites échantillonnés dans la première coupe de Hassi Fguiguira, influençant la présence et l'abondance relative des différents genres d'ostracodes. En particulier, l'absence de certains genres dans des échantillons spécifiques et la dominance de genres comme *Candona* et *Paralimnocyther* dans certaines localités peuvent refléter des variations dans les paramètres paléocéologiques tels que la salinité, la température, ou la disponibilité de nourriture.

Tab . 4 : Abondance relative (%) des différents taxons d'Ostracodes le long de la deuxième coupe Hassi Fguiguira PHFB.

Ech \ Espèce	<i>Candona</i>	<i>Pseudocandona</i>	<i>Paralimnocyther</i>	<i>Heterocypris</i>	<i>Cypridopsis</i>
PHFB1	0	0	0	0	0
PHFB2	42	3	5	50	0
PHFB3	50	0	5	43	2
PHFB4	16	1	25	58	0
PHFB5	0	0	0	0	0
PHFB6	13	0	85	1	1
PHFB7	60	0	40	0	0
PHFB8	23	0	77	0	0
PHFB9	20	0	80	0	0
PHFB10	32	0	68	0	0
PHFB11	22	0	78	0	0
PHFB12	60	0	40	0	0
PHFB13	32	0	65	3	0
PHFB14	22	0	15	1	0
PHFB15	1	0	1	0	0

L'analyse des variations verticales des genres d'ostracodes le long des échantillons de la deuxième coupe de Hassi Fguiguira PHFB (PHFB1 à PHFB15) révèle des fluctuations significatives dans les proportions des différents genres.

Premièrement pour le genre *Candona*, les pourcentages varient fortement avec une présence notable à PHFB3 (50%), PHFB7 (60%) et PHFB12 (60%), tandis qu'il est absent à PHFB1 et PHFB5.

Deuxièmes pour le genre *Pseudocandona* montre une présence très limitée, uniquement à PHFB2 (3%) et PHFB4 (1%), et est absent dans tous les autres échantillons.

Pour le genre *Paralimnocyther* se distingue par sa dominance avec des pourcentages élevés, notamment à PHFB6 (85%), PHFB8 (77%), PHFB9 (80%), PHFB10 (68%) et PHFB11 (78%), et une faible présence à PHFB1 et PHFB5.

Le genre *Heterocypris* présente des pics significatifs à PHFB2 (50%) et PHFB4 (58%), mais est absent dans la majorité des autres échantillons.

Enfin, pour le genre *Cypridopsis* est presque absent avec seulement de très faibles présences à PHFB3 (2%) et PHFB6 (1%). Ces variations peuvent indiquer des changements environnementaux ou écologiques le long de la coupe étudiée.

5. Analyse comparative entre les deux coupes étudiées

L'analyse comparative des variations verticales des genres d'ostracodes le long des échantillons des coupes PHFA (PHFA1 à PHFA15) et PHFB (PHFB1 à PHFB15) révèle des différences et des similitudes significatives dans les proportions des genres.

Pour le genre *Candona*, les deux coupes montrent des variations notables. Dans la première coupe (PHFA), le genre *Candona* atteint des pourcentages élevés à l'échantillon PHFA3 (73%), PHFA7 (50%), et PHFA12 (62%), avec une présence notable dans presque tous les autres échantillons de la coupe. Par contre, dans la deuxième coupe (PHFB), le genre *Candona* atteint les 50% à l'échantillon PHFB3 (50%), l'échantillon PHFB7 (60%) et l'échantillon PHFB12 (60%), mais est absent à l'échantillon PHFB1 et l'échantillon PHFB5. En générale, le genre *Candona* semble avoir une abondance plus constante et souvent plus élevée en pourcentage dans la première coupe PHFA par rapport à la deuxième coupe PHFB.

Pseudocandona montre une abondance très limitée dans les deux coupes étudiées. Dans la première coupe PHFA, les pourcentages les plus élevés sont à l'échantillon PHFA2 (1%), l'échantillon PHFA3 (1%), l'échantillon PHFA4 (1%), et l'échantillon PHFA13 (2%), tandis que dans la deuxième coupe PHFB, il est présent seulement à l'échantillon PHFB2 (3%) et l'échantillon PHFB4 (1%). Les deux coupes étudiées montrent une absence presque totale du genre *Pseudocandona*, indiquant une rareté de ce genre dans les deux contextes.

Le genre *Paralimnocyther* est dominé dans les deux coupes étudiées mais montre des pourcentages particulièrement élevés dans la deuxième coupe PHFB. Dans la première coupe

PHFA, les pourcentages les plus élevés sont à l'échantillon PHFA5 (50%), l'échantillon PHFA6 (60%), l'échantillon PHFA9 (67%), l'échantillon PHFA10 (63%), et l'échantillon PHFA11 (76%), tandis que dans la deuxième coupe PHFB, les pourcentages atteignent des sommets à l'échantillon PHFB6 (85%), l'échantillon PHFB9 (80%), et l'échantillon PHFB11 (78%).

Le genre *Paralimnocythere* est généralement plus dominant dans la deuxième coupe (PHFB), en particulier avec les pourcentages très élevés à plusieurs niveaux.

Pour le genre *Heterocypris*, on observe dans la première coupe PHFA des pourcentages élevés à l'échantillon PHFA2 (40%), l'échantillon PHFA4 (60%), et l'échantillon PHFA6 (15%). En comparaison, dans la deuxième coupe PHFB, les pourcentages les plus élevés sont à l'échantillon PHFB2 (50%), l'échantillon PHFB3 (43%), et l'échantillon PHFB4 (58%).

Le genre *Heterocypris* semble avoir des pics plus élevés et plus fréquents dans la première coupe PHFA, bien que des occurrences notables existent également dans la deuxième coupe PHFB.

Enfin, le genre *Cypridopsis* est presque absent dans les deux coupes étudiées. Dans la première coupe PHFA, il atteint un maximum de 2% à l'échantillon PHFA2, tandis que dans la deuxième coupe PHFB, il atteint 2% à l'échantillon PHFB3 et 1% à l'échantillon PHFB6. Les deux coupes étudiées montrent une présence très limitée du genre *Cypridopsis*, indiquant qu'il n'est pas un genre dominant dans ces échantillons.

En conclusion, bien que certains genres comme *Paralimnocyther* et *Heterocypris* montrent des dominances et des variations marquées entre les deux coupes étudiées (PHFA et PHFB), d'autres comme *Pseudocandona* et *Cypridopsis* restent rares. Le genre *Candona* présente une abondance plus constante et souvent plus élevée dans la première coupe PHFA. Ces variations peuvent refléter des variations paléoenvironnementales ou paléoécologiques spécifiques aux contextes des deux coupes étudiées (PHFA et PHFB).

Tab. 5 : Classification des taxons d'ostracodes rencontrés dans la coupe de Hassi Fguiguira.

Embranchement	Arthropodes
Classe	Crustacés
Sous classe	Ostracodes Latreille, 1806
Ordre	Podocopida Muller, 1894
Sous ordre	Podocopina, Sars 1866
Super famille	Cypridoidea, Baird 1845
Genre	<i>Candona</i> Baird, 1845 <i>Pseudocandona</i> Kaufmann, 1900 <i>Heterocypris</i> Claus, 1892 <i>Cypridopsis</i> Brady, 1868 <i>Paralimnosythere</i> Cinekhanad 1969

III. LES GASTEROPODES

Les gastéropodes appartiennent à la (classe) des mollusques et se distinguent par une coquille hélicoïdale unique. Ceux-ci sont présents et répandus dans tous les environnements aquatiques (marins et continentaux). Les formes continentales se trouvent dans les environnements aquatiques (lacs et rivières) et terrestres (zones humides, froides et arides).

Les analyses des échantillons des deux coupes (PHFA et PHFB) révèlent espèces *Limnea cf. palustris*, *Planorbis planorbis*, *Bulinus truncatus*, *Sphincterochila candidissima*, *Pupilla muscorum*. Tab 4 et 6. Il est à noter que les espèces de gastéropodes ont été identifiées par Hamadai et Yacef (2021) et par Mansour (2015)

IV. CONCLUSION

L'analyse des ostracodes montre des variations quantitatives et qualitatives des différents genres d'ostracodes récoltés tout au long des deux coupes étudiées. Ainsi sur les six (05) genres identifiés. Ces micro-organismes sont présents dans différents milieux aquatiques : lacs, étangs, bassins temporaires, eaux douces et eaux saumâtres. Chaque genre possède des adaptations spécifiques à son habitat, démontrant une remarquable plasticité paléocéologique. Par exemple, les genres *Candona* et *Pseudocandona* prolifère dans les milieux lacustres et les milieux à sable vaseux, tandis que les genres *Heterocypris* et *Cypridopsis* sont principalement trouvés dans les petits lacs d'eau saumâtre, et le genre *Paralimnosythere* se prolifère dans les milieux marécageux. Cette diversité paléocéologique met en évidence l'importance de la microfaune d'ostracodes en tant qu'indicateurs paléocéologiques des écosystèmes d'eau douce.

CHAPITRE IV :
l'évolution
paléoenvironnemental

I. INTRODUCTION

L'interprétation paléoenvironnementale repose sur l'étude d'indicateurs biologiques et géologiques qui enregistrent les conditions passées de la Terre (Youcef, 2016). Parmi ces indicateurs, les ostracodes jouent un rôle important en tant que indicateurs paléoécologiques (Sönmez-gökçen, 2023). Ces microfaunes, présents dans divers milieux aquatiques, sont sensibles aux variations environnementales (Bodergat, 1983), ce qui en fait des témoins précieux des conditions paléoécologiques sur les variations verticales des genres d'ostracodes dans les échantillons de deux coupes étudiées du site de Hassi Fguiguira (PHFA et PHFB).

L'objectif est de reconstituer les variations paléoenvironnementale de la région de Hassi Fguiguira en analysant les proportions et les distributions des différents genres d'ostracodes le long des coupes étudiées (PHFA et PHFB).

II. ANALYSE PALEOENVIRONNEMENTALE A PARTIR DES OSTRACODES

1. La Coupe de Hassi Fguiguira (PHFA) : (Fig.7)

L'analyse des fréquences relatives des genres d'ostracodes le long de la première coupe PHFA nous a permis de comprendre les changements paléoenvironnementale et les conditions paléoécologiques au cours de l'holocène.

Pour cette étude, nous avons subdivisé cette première coupe en trois phases : Phase I (PHFA1 à PHFA5), Phase II (PHFA5 à PHFA11), et Phase III (PHFA11 à PHFA15). Les fréquences des différents genres d'ostracodes, notamment *Candona*, *Pseudocandona*, *Paralimnocyther*, *Heterocypris*, et *Cypridopsis*, sont analysées pour chaque phase. Cette phase montre une variation significative des fréquences des ostracodes le long de cette première phase.

1.1 La Première Phase : durant cette phase, les fréquences moyennes des genres d'ostracodes sont calculées à partir des échantillons PHFA1 à PHFA5. Les résultats montrent que le genre *Candona* a une fréquence moyenne de 35,2%, tandis que le genre *Pseudocandona* est présent à une fréquence moyenne de 0,6%. Le genre *Paralimnocyther* montre une fréquence moyenne de 17,4%, et le genre *Heterocypris* atteint une fréquence moyenne de 25%. Le genre *Cypridopsis* est quasiment absent avec une fréquence moyenne de 0,4%.

1.2 La Deuxième Phase : Elle montre une augmentation notable des fréquences des ostracodes, avec le genre *Paralimnocyther* atteignant des valeurs maximales. Le genre *Candona*, bien que présente, montre une légère diminution vers la fin de cette phase.

Les fréquences moyennes pour cette deuxième phase sont de 34,29% pour le genre *Candona*, 0,14% pour le genre *Pseudocandona*, 60,29% pour le genre *Paralimnocyther*, 3,43% pour le genre *Heterocypris*.

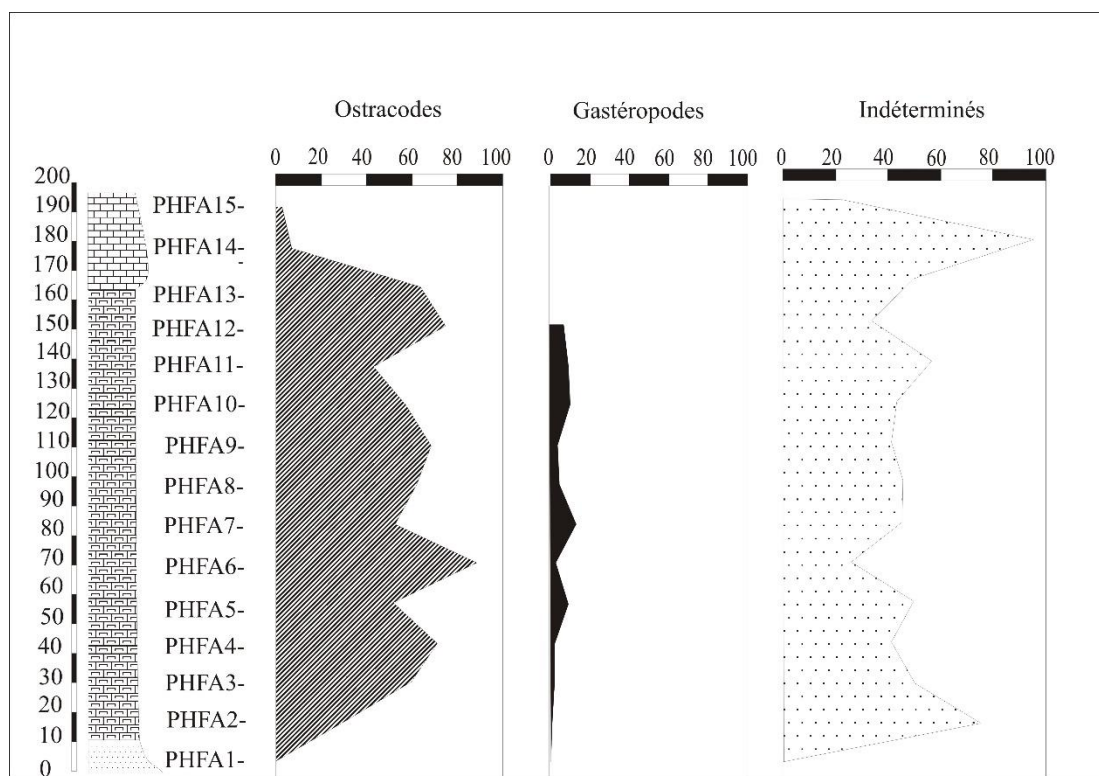


Fig. 6 : évolution des fréquences relative des ostracodes et gastéropodes le long de la deuxième coupe PHFA.

1.3 La troisième phase : Dans laquelle une tendance à la diminution des fréquences des ostracodes, particulièrement marquée pour le genre *Paralimnocyther* et le genre *Candona*. Les fréquences moyennes sont de 34% pour le genre *Candona*, 0,6% pour le genre *Pseudocandona*, 34,8% pour le genre *Paralimnocyther*, 0,4% pour le genre *Heterocypris*, et 0,2% pour le genre *Cypridopsis*.

2. La Coupe de Hassi Fguiguira (PHFB) : (Fig. 8)

La deuxième coupe a été divisée aussi en trois phases : Phase I (PHFB1 à PHFB5), Phase II (PHFB6 à PHFB11), et Phase III (PHFB12 à PHFB15). Les fréquences des différentes

espèces d'ostracodes, notamment *Candona*, *Pseudocandona*, *Paralimnocyther*, *Heterocypris*, et *Cypridopsis*, ont été calculées pour chaque phase.

2.1 La Première Phase : Pendant cette phase, les fréquences moyennes des genres d'ostracodes sont calculées à partir des échantillons PHFB1 à PHFB5. Les résultats montrent que le genre *Candona* a une fréquence moyenne de 21,6%, tandis que le genre *Pseudocandona* présente une fréquence moyenne de 0,8%. Le genre *Paralimnocyther* montre une fréquence moyenne de 7%, et le genre *Heterocypris* atteint une fréquence moyenne de 37,75%. Le genre *Cypridopsis* est presque absent avec une fréquence moyenne de 0,6%. Cette phase montre une variation significative des fréquences des ostracodes le long de la première partie de cette coupe.

2.2 La Deuxième Phase : Elle montre une augmentation notable des fréquences de certaines genres. Le genre *Candona* a une fréquence moyenne de 28,3%, tandis que le genre *Pseudocandona* est absent. Le genre *Paralimnocyther* présente une fréquence moyenne de 57,5%, et le genre *Heterocypris* a une fréquence moyenne de 0,167%. Le genre *Cypridopsis* est également absent dans cette phase.

2.3 La Troisième Phase : Cette dernière phase montre une tendance variée dans les fréquences des genres d'ostracodes. Le genre *Candona* a une fréquence moyenne de 28,75%, tandis que le genre *Pseudocandona* est absent. Le genre *Paralimnocyther* a une fréquence moyenne de 30,25%, et le genre *Heterocypris* présente une fréquence moyenne de 1,25%. Le genre *Cypridopsis* est également absent dans cette dernière phase.

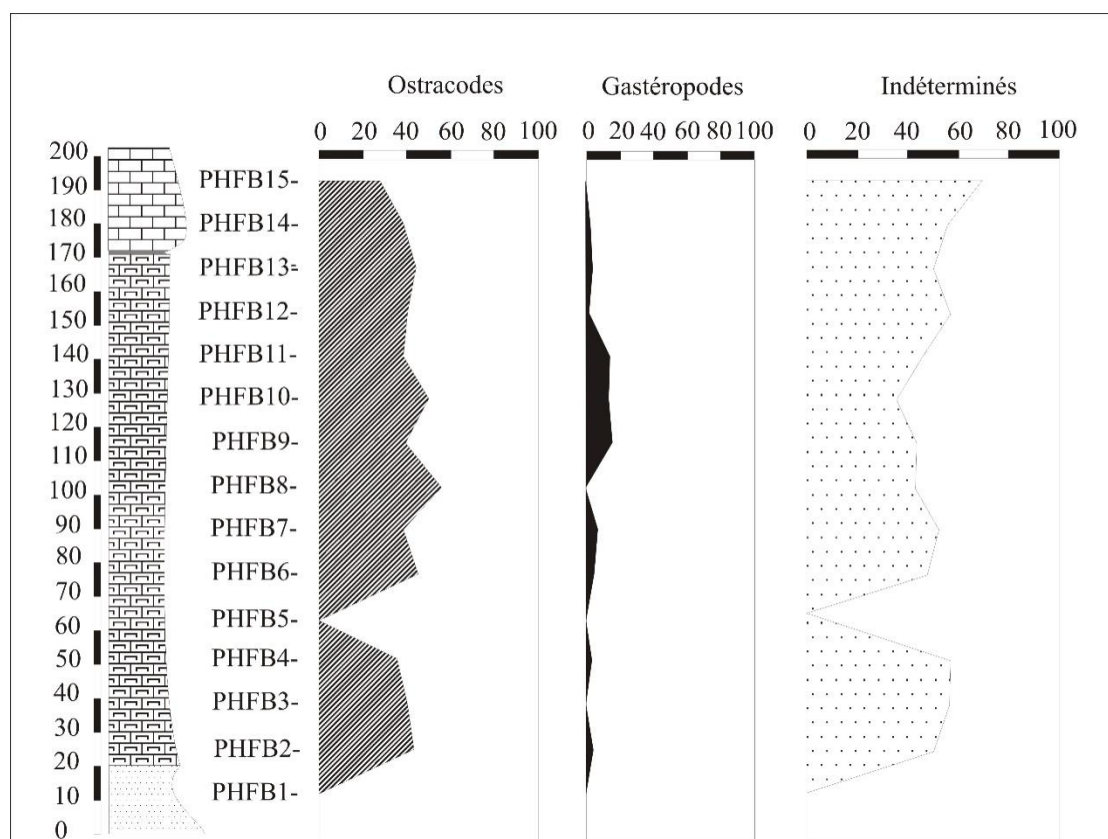


Fig. 7 : Evolution des fréquences relatives des ostracodes et gastéropode le long de la deuxième coupe PHFB.

III. LES ASSEMBLAGES DES OSTRACODE

La composition de la microfaune est principalement dominée par les genres *Candona* Baird (1945) et *Paralimnocythere* Klie (1938) dans la majorité des échantillons. Il est important de noter que le genre *Candona* habite généralement les milieux lacustres et les bassins temporaires (Pipik, 2005), tandis que le genre *Paralimnocythere* se trouve dans des environnements marécageux herbeux, lacustres et d'eau douce (Rosenfeld et al, 2003).

On a observé plusieurs variations dans la composition de la microfaune d'ostracodes, tant au niveau des genres dominants que des genres accompagnateurs (sous-dominantes). L'analyse paléontologique nous a permis d'identifier les assemblages suivants :

1. La Coupe PHFA :

1.1 Assemblage *Candona/Heterocypris/Paralimnocyther/* Phase I (PHFA1 à PHFA5)

La première phase est marquée par la présence abondante du genre *Candona*, avec une moyenne de 35,2 %, suivie du genre *Heterocypris* avec une moyenne de 25% et du genre

Paralimnocyther avec une moyenne de 17,4 %. Le genre *Candona* se rencontre dans les milieux lacustres et temporaires, le genre *Heterocypris* dans les petits bassins d'eau saumâtre et le genre *Paralimnocyther* dans les milieux marécageux herbeux et lacustres d'eau douce. Ainsi, il est possible de conclure que cet assemblage pourrait correspondre à un milieu d'eau douce à saumâtre.

1.2 Assemblage *Paralimnocyther/Candona* Phase II / (PHFA5 à PHFA11)

Durant cette phase, le genre *Paralimnocyther* atteint une fréquence moyenne de 60.29%, suivi par le genre *Candona* avec 34.29%. Le genre *Paralimnocyther* indique des milieux marécageux herbeux et lacustres d'eau douce, tandis que le genre *Candona* peuple les milieux lacustres et temporaires. Cet assemblage pourrait suggérer un milieu d'eaux douces stables.

1.3 Assemblage *Paralimnocyther/Candona* Phase III (PHFA11 à PHFA15)

La troisième phase présente des fréquences moyennes de 34.8% pour le genre *Paralimnocyther* et 34% pour le genre *Candona*. Le genre *Paralimnocyther* et le genre *Candona* indiquent des milieux marécageux herbeux, lacustres et d'eau douce. Cet assemblage, est identique les mêmes caractéristiques à celui de la deuxième phase, ce qui pourrait suggérer un milieu d'eau douce.

En résumé les trois assemblages montrent une transition d'un milieu d'eau douce à saumâtre lors de première phase, à un milieu d'eau douce dans la deuxième et la troisième phase.

2. La Coupe PHFB

2.1 Assemblage *Heterocypris/Candona* Phase I (PHFB1 à PHFB5)

Les fréquences moyennes des genres d'ostracodes montrent que le genre *Heterocypris* est le plus abondant avec 37,75%, suivi par le genre *Candona* avec 21,6%, et le genre *Paralimnocyther* avec 7%. Le genre *Heterocypris* rencontre dans des petits bassins d'eau saumâtre, le genre *Candona* peuple les milieux lacustres et temporaires, et le genre *Paralimnocyther* est présent dans les milieux marécageux herbeux et lacustres d'eau douce. Cet assemblage pourrait indiquer un milieu d'eau douce à saumâtre.

2.2 Assemblage *Paralimnocyther/Candona* Phase II (PHFB6 à PHFB11)

Durant cette phase, le genre *Paralimnocyther* atteint une fréquence moyenne de 57,5%, suivi par le genre *Candona* avec 28,3%. Le genre *Paralimnocyther* indique des milieux

marécageux herbeux et lacustres d'eau douce, tandis que le genre *Candona* peuple les milieux lacustres et temporaires. Cet assemblage pourrait suggérer un milieu d'eaux douces stables.

2.3 Assemblage *Paralimnocyther/Candona*/ Phase III (PHFB12 à PHFB15)

La troisième phase le genre présente des fréquences moyennes de 30,25% pour le genre *Paralimnocyther* et 28,75% pour le genre *Candona*. Le genre *Paralimnocyther* et le genre *Candona* indiquent des milieux marécageux herbeux, lacustres et d'eau douce. Cet assemblage, identique à la Phase II, suggère un milieu d'eau douce stable.

En conclusion, les trois phases de la deuxième coupe de Hassi Fguiguira (PHFB) révèlent trois assemblages d'ostracodes qui permettent d'interpréter les variations du milieu de dépôts le long de cette coupe. Les assemblages montrent une transition d'un milieu d'eau douce à saumâtre dans la première phase, à un milieu d'eaux douces stables dans la deuxième et la troisième phase.

IV. ESSAI DE RECONSTITUTION DU PALEOENVIRONNEMENT

L'interprétation paléoenvironnementale repose sur deux aspects principaux : l'étude morphoscopique des grains de quartz et l'analyse des ostracodes. Les autres organismes, tels que les gastéropodes, ne sont pas étudiés en détail et ne sont mentionnés qu'à titre indicatif pour soutenir cette interprétation (Mansour, 2015).

Les données de l'étude lithologique, morphoscopique et paléontologique des deux coupes levées (PHFA et PHFB) ont permis de reconstituer l'évolution du milieu de sédimentation de la dépression de Hassi Fguiguira.

Les deux coupes, par leurs caractéristiques morphoscopique, montrent la présence d'un milieu de dépôts favorable à une vie aquatique. La prédominance des grains non usés par rapport aux grains émoussés luisants traduit un milieu de sédimentation à caractère aquatique, indiquant ainsi une évolution vers un cycle fluvio-lacustre.

Notre tentative d'interprétation paléoenvironnementale, basée principalement sur les résultats obtenus à partir des ostracodes, suggère probablement une transition d'un milieu initial d'eau douce à saumâtre vers un environnement d'eau douce stable avec une forte productivité biologique, suivi par une phase de dessèchement et d'évaporation intense. Cette variation pourrait indiquer des dynamiques climatiques et hydrologiques influençant les conditions lacustres, passant potentiellement d'une phase de formation et de stabilité du paléo-lac à une phase de régression et d'assèchement.

La présence d'autres organismes, tels que les gastéropodes, qui sont également caractéristiques des environnements d'eau douce, semble confirmer cette interprétation.

En résumé, la région de l'Erg Er Raoui a probablement connu une alternance entre des phases climatiques humides et arides, contribuant ainsi à l'évolution de ce paléo-lac, depuis sa formation jusqu'à son assèchement (Gasse, 2000).

V. CONCLUSION

L'étude paléoenvironnementale des ostracodes dans les deux coupes de Hassi Fguiguira (PHFA et PHFB) nous a permis de retracer les changements paléoenvironnementaux au cours de l'holocène. En essayant de diviser les coupes lithologiques étudiées en trois phases différentes, nous avons pu remarquer les variations importantes dans les fréquences et l'abondance des différents genres d'ostracodes le long des coupes, montrant des transitions d'un milieu d'eau douce à saumâtre à un milieu d'eau douce stable.

Les résultats obtenus montrent que la phase initiale (PHFA1 à PHFA5, PHFB1 à PHFB5) est marquée par beaucoup d'ostracodes typiques de milieux d'eau douce à saumâtre. Les phases intermédiaire et finale (PHFA6 à PHFA15, PHFB6 à PHFB15) montrent une grosse augmentation des genres d'ostracodes qui indiquent un milieu d'eau douce stable, ce qui suggère une période de grande productivité biologique suivie d'une phase de dessèchement intense.

L'étude micropaléontologique des d'ostracodes, avec les données lithologiques et morphoscopiques, indiquent que la dépression de Hassi Fguiguira a probablement connu des alternances entre des périodes climatiques humides et arides (Gasse, 2000). Ces fluctuations ont conduit à l'évolution du paléo-lac, depuis son installation jusqu'à son assèchement, montrant des dynamiques climatiques et hydrologiques complexe (Gasse, 2000).

Conclusions générales

CONCLUSIONS GENERALES

L'étude des sédiments paléo-lacustre holocène de la dépression de Hassi Fguiguira, en bordure occidentale de l'erg Er Raoui, a révélé plusieurs résultats sur le plan sédimentologique et paléontologique.

L'étude lithologique des deux coupes nous a permis de distinguer trois ensembles lithologiques ; un ensemble détritique à la base composé par des sables grisâtres, un ensemble chimique et biochimique (calcaire diatomitique) et un ensemble purement chimique (carbonate blanc biogénique d'Adolphe et *al*, 1987).

L'analyse morphoscopique des grains de quartz des deux coupes étudiées semble révéler plusieurs aspects significatifs. Tout d'abord, un taux élevé de grains non usés pourrait indiquer une origine locale, typique d'un milieu lacustre ou Fulvio-lacustre. Cependant, la présence importante de grains émoussés luisants pourrait suggérer des processus d'érosion et de transport plus intenses, probablement liés au transport aquatique continental. De plus, la présence moins fréquente de grains ronds mats pourrait indiquer une participation éolienne limitée à la sédimentation.

L'étude paléontologique de la microfaune récoltée des deux coupes, nous a permis d'inventorier cinq genres (*Candona*, *Pseudocandona*, *Heterocypris*, *Cypridopsis*, *Paralimnosythere*), réparti en trois familles (Candoninae, Cyprididae, Cytheridae) ; ainsi cinq espèces de gastéropodes (*Limnea cf. palustris*, *Planorbisplanorbis*, *Bulinustrancatus*, *Sphincterochilacandidissima*, *Pupillamuscorum*). Ces faunes semblent caractériser un milieu lacustre d'eau douce.

La répartition des différents genres d'ostracodes le long des deux coupes étudiées a permis de reconstituer l'histoire de la sédimentation paléo-lacustre, caractérisée par deux phases distinctes ; une première phase de faible profondeur, caractérisée une tranche d'eau douce à saumâtre, attesté par la prédominants de genres d'ostracode *Candona* et *Pseudocandona* ; et une deuxième phase correspondant à l'installation d'un milieu d'eau douce stable de type lacustre, où les genres *Cypridopsis* et *Paralimnosythere* sont dominants.

Références Bibliographiques

ADJEDIR. M., (2002) : La microflore diatomique et paléoenvironnement du Pléistocène Supérieure des dépôts d'El Ouata (Sahara nord- occidental, Algérie). *Thèse Magister*, Univ. Oran (Algérie) ,159 p., 8 tabl., 26 fig., 6 pl.

ALIMEN. H., BEUCHER Fr., CASTA. L et EHRlich. A., (1970) : Sédiments quaternaires à diatomées du Sahara nord occidental. *Bull. Soc. Géol. France*, 7, XII, n°1, pp. 103-107.

ALIMEN H., CHAVAILLON J. Et DUPLAIX S., (1964) – Minéraux lourds des sédiments quaternaires du Sahara nord-occidental, *pub. Centre. rech. Sous-sol saharien*, C.N.R.S, paris, sér : géol n°4, 71 p.

ALIMEN. H., (1956) : Sable quaternaire du Sahara nord-occidental (Saoura-Ougarta). *Pub. Serv. Carte géol. Algérie, Bull. n°15 : 207 p.*

ALIMEN.H., (1952) : Terrains néogènes et quaternaires. *XIXème Congr .géol. intern. Alger 1952, Monogr. Région*, sér 1, n° 15, 207 p.

ALLAIRE. N., (1997) : Relation entre les assemblages de diatomées et les variables environnementales de 70 lacs du Québec-Labrador et résultats préliminaires d'une étude paléolimnologique du lac Hope Simpson. *Thèse M.A., Université Laval, Québec, Québec.*

ARMITAGE. S J., BRISTOW. C S., & DRAKE. NA., (2015): West African monsoon dynamics inferred from abrupt fluctuations of Lake Mega-Chad. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(28), 8543-8548

ASSALE. P F Y., (2013) : Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations sédimentaires connexes à la faille des lagunes (est du bassin onshore de côte d'ivoire. Université Félix Houphouët-Boigny. Abidjan, côte d'ivoire.

BAUDRIMONT. R., (1973) : Recherche écologique sur les diatomées des eaux continentales du Maroc. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* Alger, t. 65, fasc.1 et 2 : 34 p.

BAUDRIMONT . R ., (1973) : recherche sur les diatomées des eaux continentales de l'Algerie : écologique et paléoécologique. *Thèse Lab. Bot., Fac. Sci., Alger et Lab. Bot., Univ. Bourdeaux*, Talence, A. O. 9385, sér n° 12 : 265 p., 22 pl.ht.

BAUDRIMONT .R., (1972) : Diatomées des sédiments néolithiques d'Anou oua Léliou(Erg d'Admer-Sahara algérien) : leur intérêt paléoécologique. *97 Cong Soc. Savantes*, Nantes.

BELLINGER. G & SIGEE. C., (2010) : Freshwater Algae : identification and use as bioindicators. *Environmental Science and Policy*, Central European University, Hungary, 271 p.

BENALOU .S., (2013) : Inventaire fossilifère d'un dépôt lacustre quaternaire au Sud-Est du puit de Hassi Manda (Erg Er Raoui, NW du Sahara Algérie). *Mém. Ing., Univ Oran, Algérie.* 71p. 50 p., 3 Pl. Ph., 11 fig.

BERARD-TERRIAULT. L., POULIN. M., et BOSSE. L., (1999) : Guide d'identification du phytoplancton marin de l'estuaire et du golfe du Saint- Laurent incluant également certains protozoaires. *CNRC-NRC. Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ontario) KIA 0R6, Canada.*130

BEUCHER. Fr., (1971) : Etude palynologique de formations néogènes et quaternaires du Sahara nord-occidental. *Thes. Fac. Sci. Paris, A. O. 5408, sér : géol n°20, 283 p., 56 fig., tabl., 23 pl ht.*

BEZZEGHOUD. B., (2009) : La microflore diatomique et paleoenvironnement 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.*

BODERGAT. A. M., (1983) : Les ostracodes, témoins de leur environnement : approche chimique et écologie en milieu lagunaire et océanique. *Travaux et Documents Des Laboratoires de Géologie de Lyon, 88(1), 3-246.*

BOUCHARD VALENTINE. M., (2004) : Floraisons de cyanobactéries au lac Saint-Augustin : dynamique à court terme et stratification.

BOURRELLEY. P., (1981) : Les Algues d'eau douce : algues jaunes et brunes. *N. Boubée & C. Paris., n° 28, II, 517. p.*

CALLOT Y., (1991) : Géodynamique et paleoenvironnement de l'Atlas Saharien au Grand Erg Occidental : dynamique éolienne et paléo-lacs Holocènes. *Thèse Doct. Univ. Paris: 192 p.*

CALLOT Y., (1991) : Histoire d'un massif de dunes, le Grand Erg Occidental (Algérie). *Pub. Sécheresse, Paris, n°2 : pp. 26 – 39.*

CALLOT Y. (1988) : Evolution polyphasée d'un massif dunaire subtropical : le Grand Erg Occidental (Algérie). *Bull. soc. Géol. France., n°6. pp. 1073-1079.*

CAMPEAU. S., (1998) : Diatomées des milieux côtiers actuels et tardi-holocènes de la mer de Beaufort. Distribution des assemblages modernes, développement d'un modèle numérique de reconstitution des variations du niveau marin relatif et biostratigraphie. *Thèse Philosophiae Doctor.*, Université Laval, Québec, (Canada). 237 p.

CARMOUZE. J. P., & PEDRO. G., (1977) :Influence du climat sur le Type de Régulation Saline du lac Tchad. Relations avec les Modes de Sédimentation Lacustre. *Sciences Géologiques, bulletins et mémoires*, 30(1), 33-49.

CLET. M., et HUAULT. M-Fr., (1987) : Les dépôts lagunaires du Reuverien dans les argiles de la Lond (Normandie, France). *Bulletin de l'association française pour l'étude du quaternaire*. 4 : pp. 195-202.

COCQUYT .C., (1991) : Diatomées frome easter Island. *Biol. Jb. Dodonaea*, 59, Belgium: pp. 109-124.

COMPERE. P., (2000) : Clé provisoire pour la détermination des genres de diatomées d'eau douce. Version 5-V.

COMPERE. P., (1991) : Contribution à l'étude des algues du Sénégal : Algues du lac de Guiers et du Bas Sénégal. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. / Bull. Nat. Pllantentuin Belg.* n°15 (3/4): pp. 171-267.

COMPERE . P., (1984) : Nitzschia fragiliformis a new species from NW Sudan forming ribbo-like colonies. 8 th Diatom-Symposium: 253-258.

CONRAD .G, et CONRAD. J., (1965) : Précisions stratigraphique sur les dépôtsHolocènes du Sahara occidental grâce à la géochronologie absolue. Extrait. *C. R. somm. Soc. Géol. France.*, fasc. 7 : p. 234.

CORNET. C., (1986) : Contribution à l'étude de l'évolution paléoécologique de la fin du quaternaire dans les Vosges et L'Eifel, d'après les diatomées d'eau douce. *Thèse*, Univ. Catholique Louvain : p. 1-176.

COSTE. M., (1994) : les variations biologiques : des indicateurs de l'état de santé de l'écosystème aquatiques. *Séminaire national* 2 et 3 November 1994. Paris. Texte des conférences : 17 p.

COSTE. M, et RICARD. M., (1990) : Diatomées continentales des îles de Tahiti et de Moorea (Polynésie Française). Continental diatom for Tahiti and Island (Franch, polynesie). Ouvrage dédié à H. Germain, Koeltz : pp. 33-62.

COSTE. M, et RICARD. M., (1982) : A systematic approach to the freshwater diatom of Seychelles and Mauritius Island. *Diatom-Symposium*, n°7: pp. 307-326, pl. 4, fig. 1.

DAMAS. H., (1938) : La stratification thermique et chimique des lacs Kivu Édouard et Ndalaga (Congo Belge). *Internationale Vereinigung für theoretisch eundangewandte Limnologie :Verhandlungen*, 8(3), 51-68.

DELORME. L. D., (1969) :Ostracodes as Quaternary paleoecological indicators. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 6(6), 1471-1476.

EDWARD. G. B, ET DAVID C. S., (2010) : Freshwater Algae : Identification and use as Bioindicators. *John Wiley & Sons, Ltd. Environmental Science and Policy, Central European University, Hungary and Manchester University, UK.* 265 p.

EHRlich. A, et DOR. L., (1985): Photosynthetic microorganisms of the Gavish Sabkha. Hypersaline ecosystems, *Ecologia Studies*, 53: pp. 296-321. 6 pl.

EL HMAIDI. A, EL MOUMNI. B, NACHITE. D, &GENSOUS. B., (2003) : Ostracodes et implications paléoenvironnementales au Quaternaire terminal de la marge de Sebta (Mer d'Alboran, Maroc). *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat. Série géologie et géographie physique*, 21, 205-214.

FALLU, M. A, & R. PIENITZ., (1999) : Diatomées lacustres de jamésie-hudsonie (Québec) et modèle de reconstitution des concentrations de carbone organique dissous. *Ecoscience*, 6: 603-620 pp. 132

FALLU. M.A., (1998) : Distribution des diatomées d'eau douce en Jamésie-Hudsonie, Québec, et développements d'un modèle de reconstitution paléoclimatique. *Thèse de Maître ès Arts.*, Université Laval, Québec, (Canada), 98 p.

FAN. H., (1994) : Paléoenvironnement, Paléoclimat du Tibet Occidental (Bassin de Bangong Co) au quaternaire supérieur. Approche par l'étude des diatomées. *Thes. Doct. Univ. Paris*: 38-137.

FERNAND. J., (2006) : Les eaux sauvages des régions arides. Notions de base sur l'hydrologie des deserts. *Pub.*, Géomorphologie: relief, processus, environnement, n° 4, p. 285-298.

FOGED. N, (1975): Some Littoral Diatoms from the Coast of Tanzania. *Bibl. Phycol.* **16**, 126 pp, 31 pls.

FOGED. N., (1964): Freshwater Diatoms from Spitsbergen. *Tromsø Museums Skrifter.* **11**, 205 pp, 22 pls.

FOLK. R. L., (1974): Petrology of Sedimentary Rocks. Austin, TX: Hemphill Publishing Company.

FONTES J. C, et GASSE. F., (1991) : PALHYDAF (Paleohydrologie in Africa) program : objectives, méthodes, major résultats. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology* 84 : *Elsevier sci pub B. V.*, Amsterdam : pp. 191-215.

FONTES. J.C, et GASSE. F., (1987) : Programme palhydaf. Etat d'avancement. Résumés des communications, *Géodynamique.* 2. (2). pp. 127-160.

FONTES. J. C, GASSE. F, CALLOT. Y, PLAZIAT. J. C, CARBONEL. P, DUPEUBLE. P. A, & KACZMARSKA. I., (1985): Freshwater to marine-like environments from Holocene lakes in northern Sahara. *Nature*, 317(6038), 608-610.

FROHRLICH. F et SERVANT-VILDARY. S., (1989): Evaluation of diatom content by counting and infrared analysis in quaternary fluvio-lacustr deposits from Bolivia. *Diatom Research Vol. 4* (2): pp. 241-248.

GARDETTE. D., (1979) : Apport de l'étude des diatomées et des silicoflagellés à la biostratigraphie. Reconstitution du Messénien de méditerranée : analyse de quelques tripolis du passage Moï-pliocène à Chypre, en Crète et au Maroc. *Thes. Doc. 3 cycle.* Univ. Paris-sud : 274 p.

GASSE. F., (2007): La recherche française sur le climat. Paléoclimatologie. *Lett. Program. Intern. geosphere-program. Mondial. Rech. climat* (PIGB-PMRC). C.N.R.S, 4 p.

GASSE. F., (2002): Diatom-inferred salinity and carbonate oxygen isotopes in Holocene waterbodies of the Western Sahara and Sahel (Africa). *Quaternary science reviews.* 21, France: pp. 737-767.

GASSE. F., (2001): PALEOCLIMATE: Hydrological changes in Africa. Centre. Européen. Rech. Enseign. *Géosci. Environnement.Sci.* Vol. 292.no. 5525, pp. 2259-2260.

GASSE. F., (2000): Hydrological changes in the African tropics since the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 19(1-5), 189-211

GASSE. F, et FAURTANIER. E., (1991): African diatom paleoecology and biostratigraphy. *Jour. African. Earth Sci.*, vol. 12, n° 1/2: pp. 325-334.

GASSE. F, TEHET. R, DURANT. A, et GILBERT. E., (1990): The arid-humid transition in the Sahara and Sahel during the last deglaciation., *Nature*. 346. pp. 141-146.

GASSE. F, FONTES. J-C, PLAZIAT. J-C, CARBONEL. P, KACZMARSKA. I, DECKKER. P, SOULIE-MARCHE. I, CALLOT. Y, et DUPEUBLE. P-A., (1987): Biological remains, geochemistry and stable isotopes for the reconstruction of environmental and hydrological changes in the Holocene lakes from North Sahara. *Paléogeography, Paléoclimatology, Paléoécology*, 60: Elsevier. Sci. pub. B.V. Amsterdam: 46 p. 133

GASSE. F, FONTES. J-C, et ROGNON. P., (1974) : Variations hydrologiques et extension des lacs holocène du désert Danakil., *Paléogeography, Paléoclimatology, Paléoécology*, 15 : Elsevier. Sci. Pub. Company, Amsterdam, Printed in the Netherlands : pp. 109-148.

GERMAIN. H., (1981) : Flore des diatomées—d'eau douce et saumâtre du massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale. 1 vol. *Boubée (édit)*. Paris: 444 p.

GIAJ-LIVRA. P, et ABAT. O., (1993) : Le diatomée d'acqua dolce in Italia. *Edit. dall'Enea, Rom*: 290 p., 30 pl.

GREKOFF. N., (1960) : Ostracodes du Bassin du Congo, *Ing. de Recherches à l'Inst.Français du Pétr. Rueil-Malmaison*. Annales Du Musée Royal Du Congo Belge, Série in-8°, Volum 35, 105 p.

GRIFFITHS. H. I., (2001): Ostracod evolution and extinction—its biostratigraphic value in the European Quaternary. *Quaternary Science Reviews*, 20(16-17), 1743-1751.

HAMADAI. A, (2015) : La microflore diatomique des dépôts quaternaires de Hassi Manda (Tabelbala, bordure occidentale de l'Erg Er Raoui, Algérie). *Mém. Magister, Univ Oran*, Algérie. 127 p, 27 fig., 9 tab.

HAMADAI. A., (2009) : Les diatomées lacustres Holocènes de Daiat El Mehouch et Hassi Manda (Grand Erg Occidental et Erg Er Raoui, Sahara Occidental, Algérie), *Mém. Ing., Univ Oran*, Algérie. 71p.

HAMANN. J., (2020) : Les lacs. Une brève introduction. *Le Naturaliste canadien*, 144(1), 40-40.

HOELZMANN. P., (2017) : Palaeoecology of Holocene lacustrine sediments in western Nubia, SE Sahara. In *Geoscientific Research in Northeast Africa* (pp. 569-574). CRC Press.

HOELZMANN. P, SCHWALB. A, ROBERTS. N, COOPER. P, et BURGESS. A., (2010): Hydrological response of an east-Saharan palaeolake (NW Sudan) to early-Holocene climate. *The Holocene*, 20(4), 537-549.

HORNE. D. J, HOLMES. J. A, RODRIGUEZ-LAZARO. J, et VIEHBERG. F. A., (2012): Ostracoda as proxies for Quaternary climate change: overview and future prospects. *Developments in Quaternary Sciences*, 17, 305-315.

HUAULT. M-F., (1989) : Les diatomées Holocène de l'estuaire de la Seine au Havre (Seine-Maritime). Essai de reconstitution de l'évolution de milieu durant le subboréal subboréal et le subatlantique. *Bull. Ass. Fr. quat.*, 1 : pp. 39-43.

HUAULT. M-F., (1988) : Le marais de la Harelle (Seine-Maritime) : Reconstitution des paleoenvironnements holocene d'après l'étude des diatomées et des pollens. *Extrait. Inf. Géol. Bassin*. Paris. Vol. 25, n°2, p. 15-20.

HUAULT. M-F., (1985) : Apport des diatomées à la reconstitution des paleoenvironnements : l'exemple du marais Vernier lors de la transgression flandrienne. *Bull. Ass. Fr. quat.*, 4 : pp. 209-217.

HUAULT. M-F, et LEVEBVER. D., (1983) : Un dépôt Holocène exceptionnelle dans la base-vallée de la Seine : La diatomite calcifiée de la Mailleray-Sur-Seine (France). *Bull. Ass. Fr. quat.*, 4 : pp. 171-181.

HURLIMANN. J, et SCHANZ. F., (1988): Periphyton diatom communities and trophic state of three shallow lakes in the Pfynward region of canton Valais, Switzerland. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algological Studies*, 48: pp. 351-371. 134

IGLIKOWSKA. A, & NAMIOTKO. T., (2010): Freshwater Ostracoda (Crustacea) of Inari Lapland in northern Finland. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 46, No. 3, pp. 199-206). EDP Sciences.

JENSEN. N.G., (1985): The Pennate Diatoms. A Translation of Hustedt's "Die Kieselalgen, 2. Teil" with supplement by N.G. Jensen. Königstein: Koeltz, 918 pp.

KRAMMER. K, et LANGE-BERTALOT. H., (2004) : Bacillariophyceae, Teil 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3 (second edition). Süßwasserflora von Mitteleuropa (begründet von A. Pascher). *Gustav Fischer*, Stuttgart, 599 p.

KRAMMER. K., (2003): *Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella*. In: Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters 135 and comparable habitats (H. Lange-Bertalot, dir.). A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, **4**: 1-530.

KRAMMER. K., (2002):*Cymbella*. Dans Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats (H. Lange-Bertalot, dir.). A.R.G. *Gantner Verlag K.G.*, Ruggell, **3**: 1-584.

KRAMMER. K., (2000): The genus *Pinnularia*. Dans Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats (H. Lange-Bertalot, dir.). A.R.G. *Gantner Verlag K.G.*, Ruggell, **1**: 1-703.

KRAMMER. K., (1997b): Die cymbelloiden Diatomeen, Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. *Encyonema* part., *Encyonopsis* and *Cymbellopsis*. *Bibliotheca Diatomologica*, **37**: 1-469.

KRAMMER. K., (1997a): Die cymbelloiden Diatomeen, Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. *Allgemeines und Encyonema* part. *Bibliotheca Diatomologica*, **36**: 1-382.

KRAMMER. K., (1992) : *Pinnularia*, eine Monographie der europäischen Taxa. *Bibliotheca Diatomologica*, **26**: 1-353.

KRAMMER. K, ET LANGE-BERTALOT H., (1991b) : Bacillariophyceae, Teil 4, Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. . Band 2/4: *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (begründet von A. Pascher). *Gustav Fischer*, Stuttgart, 536 p.

KRAMMER. K, et LANGE-BERTALOT. H., (1991a) : Bacillariophyceae, Teil 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3: *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (begründet von A. Pascher). Gustav Fischer, Stuttgart, 576 p.

KRAMMER. K, et LANGE-BERTALOT. H., (1988) : Bacillanophyceae. 2. Teil: Baciilariaceae, Epithemiaceae, Çurirellaceae. Dans Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). *Sübwasseflora von Mittleuropa*, Band 2/2. Gustav Fischer Verlag, StuttgartlNew York, 596 pp.

KRAMMER, K. et H. LANGE-BERTALOT., (1986): Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. Dans Ettl, H., G. Gartner, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). *Sübwasserflora von Mittleuropa*, Bandal. *Gustav Fischer Verlag*, Stuttgart/New York, 876 pp.

KÜLKÖYLÜOĞLU. O, et VINYARD. G. L., (2000):Distribution and ecology of freshwater Ostracoda (Crustacea) collected from springs of Nevada, Idaho, and Oregon: a preliminary study. *Western North American Naturalist*, 291-303.

LANGE-BERTALOT. H, (1996) : Kobayasia bicuneus gen. et spec. nov. *Iconographia Diatomologica*, vol 4, pp. 1-287.

LAVOIE. I, et al, (2008) : Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada. *Presses de l'Université du Québec* (Canada). 243 p., 9 tabl., 68 pl.

LEEDER. M., (2011): Sedimentology and Sedimentary Basins: From Turbulence to Tectonics (2nd ed.). Chichester, UK: Wiley-Blackwell.

LÉZINE. A. M, et CASANOVA. J, (1991): Correlated oceanic and continental records demonstrate past climate and hydrology of North Africa (0-140 ka). *Geology*, 19(3), 307-310.

LOIR. M., (2004) : Guide de diatomées. Les guides des naturaliste, *Delachaux et Niestlé*, Paris, 239 p.

LORD. A. R, BOOMER, I. BROUWERS. E, et WHITTAKER. J. E., (2012): Ostracod taxa as palaeoclimate indicators in the quaternary. In *Developments in quaternary sciences* (Vol. 17, pp. 37-45). Elsevier.

MANSOUR. B, et SAINT MARTIN J. P., (1998) : Condition de dépôt des diatomées messéniennes en contexte de plate-forme carbonatée d'après l'étude des assemblages de diatomées : exemple du Djebel Murdjadjo (Algérie). *BEOBIOS*, 32, 3 : pp. 395-408.

MANSOUR. B., (1991) : La série Diatomitique Messinienne de SIG : Etude systématique des Diatomées et implication paléocéologiques., *Thèse. Magister.* univ. Oran (Algerie), 145 p, 11.pl.

MARTINS. M. J. F, Namiotko. T, Cabral. M. C, Fatela. F, et Boavida. M. J., (2010) : Contribution to the knowledge of the freshwater Ostracoda fauna in continental Portugal, with an updated checklist of Recent and Quaternary species. *Journal of Limnology*, 69(1), 160.

MOURRE. V., (2003): Implications culturelles de la technologie des hachereaux. *Thèse Doctorat*, Univ. Paris X - Nanterre (France) ,895 p.

NACHITE. D, RODRIGUEZ-LAZARO. J, MARTIN-RUBIO. M, PASCUAL. A, et BEKKALI. R., (2010) : Distribution et écologie des associations d'ostracodes récents de l'estuaire de Tahadart (Maroc Nord-Occidental). *Revue de micropaléontologie*, 53(1), 3-15.

NAZIK. A, TÜRKMEN. İ, KOC. C, AKSOY. E, AVSAR. N, et YAYIK. H., (2008) : Fresh and Brackish Water Ostracods of Upper Miocene Deposits, Arguvan/Malatya (Eastern Anatolia). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17(3), 481-495.

OGIER. S., (1999) : Diagenèse précoce en domaine lacustre : étude des composés minéraux et organiques des sédiments récents du lac d'Aydat (Puy de Dôme, France). *Thèse. Doct.* univ. Orleans (France), 245 p., 59. Fig.

PETTIJOHN. F. J, POTTER. P. E, et SIEVER. R., (1987): Sand and Sandstone. New York, NY: Springer-Verlag.

PIENITZ R. SMOL J.P, et MACDONALD., (1999) : Paleoclimatological reconstruction of Holocene climatic trends from two boreal treeline lakes, northwest territories, , *Arctic, Antarctic and Alpine research, Canada*, vol.31, n.1, pp. 82-93.

PIENITZ. R, WALKER. I.R, ZEEB B.A, SMOL. J.P, et LEAVITT. P.R., (1992):Biomonitoring past salinity changes in an athalassic subarctic lake. *Int. J. Salt Lake Res.* 1(2), pp.91-123, 7 pl.

PINEL-ALLOUL. B, MAZUMBER A, LACROIX. G, et LAZZARO. X., (1998) : Les réseaux trophiques lacustres : structure, fonctionnement, interactions et variations spatio-temporelles. *Revue des sciences de l'eau*, 11, 163-197.

PONADER, K., (2000) : Analyse paléolimnologique d'un lac subarctique à la limite des arbres, Québec nordique, basée sur les assemblages fossiles de diatomées. *Thèse de Maître ès Arts*. Univ. Laval, Québec (Canada), 85 p.

RICARD. M., (1987): Atlas du phytoplancton marin. *Mus. Natn. Hist. nat.*, Paris: 142.p.

ROBERTS. N, & BARKER. P., (1993): Timing of the Younger Dryas event in East Africa from lake-level changes. *Nature*, 366(6450), 146-148.

ROBERGE. K, PIENITZ. R, et ARSENAULT. S., (2002) :Eutrophisation rapide du lac Saint-Augustin, Québec : étude paléolimnologique pour une reconstitution de la qualité de l'eau. *Nat. Can.*, 126, 68-82.

ROHLING. E. J, HAYES. A, MAYEWSKI. P. A, et KUCERA. M., (2009): Holocene climate variability in the eastern Mediterranean, and the end of the Bronze Age. *QuaternaryResearch*, 71(3),399-409.

ROUND. F.E, R.M. CRAWF ORD ET D.G, MANN., (1990): The diatoms. Biology and morphology of the genera. *Cambridge University Press*, Cambridge, 747 p.

ROUX M. et SERVANT-VILDARY. S., (1984) : Comparaison stratigraphique de peuplement de diatomées fossiles et actuelles provenant des montagnes de Bolivie. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol.*, vol. XIV. n°1, Paris : pp. 3-13.

RUMEAU. A, et COSTE. M., (1988) : Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce pour l'utilisation pratique d'un indice diatomique générique. *Bull. Fr. Pêche. Pisciculture*, 69 p.

SARR. R, (2012) : Biozonation et paléoenvironnement des ostracodes du Paléogène du Sénégal occidental (Afrique de l'Ouest). *RevPaléobiol*, 31(1), 145-158.

SAULNIER-TALBOT. É, (2000) : Succession lacustre et variations limnologiques holocènes du lac Kachishayoot, Québec nordique, inférées par les assemblages fossiles de diatomées. *Thèse Maître ès Arts.*, Université Laval, Québec, (Canada). 105 p.

SCHERROD. B.L., (1999): Gradient analysis of diatom assemblage in a Puget Sound salt marsh: can such assemblages be used for quantitative paleoecological reconstitution. *Paleogeography, paleoclimatology, paleoecology*, 149, pp.213-226.

SEBAG. D, et al (2006) : Dynamique sédimentaire et diagénétique d'un lac interdunaire holocène en milieu subaride (N°Guigmi, Lac Tchad, Niger) *Pub. Fr. Africa Geoscience Review*, Vol. 13, n° 4, pp. 409-423

SECKBACH. J, et KOCIOLEK. J.P., (2011) : The Diatom World, Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology. *University of Colorado, Boulder, CO, USA., springer.,vol 19, 534p*

SERIEYSSOL. K, et GASSE. F., (1991) : Diatomées néogènes du massif central Français : quelques faits biostratigraphiques, *C. A. Acad. Sci. Paris*, t.312, sér. II, p.957-964.

SERVANT-VILDARY. S, (1986) : Les diatomées actuelles des Andes de Bolivie (Taxonomie, écologie). *Cah. De micropaléontologie*. Vol.1. n° 3 et 4, pl. 14, pp. 100-153.

SERVANT-VILDARY. S., (1984) : Les diatomées du lac sursalés boliviens : sous-classe pannatophycidées, I- famille des Nitzschiacées. *Cah.O.R..S.T.M., sér. Géol.*,vol. XIV, n° 1, pp.35-53.

SERVANT-VILDARY. S, et BLANCO. M., (1984) : Les diatomées fluvio-lacustre pliopleistocene de la formation Charana (1) (Cordillère occidentale des Andes, Bolivie). *Cah.O.R.S.T.O.M., sér. Géol.*, vol.XIV, n° 1, pp. 55-102.

SERVANT-VILDARY. S, et GASSE F., (1978) : Les lacs quaternaires des hauts plateauxdes Andes Bolivienne : première interprétation paléoclimatique, *Cah.O.R.S.T.O.M., sér. Géol*, vol. X, n° 1, pp. 2-23.

SERVANT-VILDARY. S., (1977): Etude des diatomées et pléolimnologie du bassin Tchadien au cénozoïque supérieur. *Travaux et document O.R.S.T.O.M.*, 84 (2vol) : 346 p.137

SERVANT-VILDARY. S., (1973): Le plio-quaternaire ancien du Tchad : Evolution des associations des diatomées, stratigraphie, paléoécologie, *Cah.O.R.S.T.O.M., sér. Géol.*, vol. v. n° 2, pp. 169-216.

SIMONSEN. R., (1987): Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Friedrich Hustedt. Berlin-Stuttgart: Cramer/Bornträger. Vol. 1, Catalogue, 525 pp; vol. 2, pl 1-395; vol. 3, pl 396-772.

SMITH. A. J, & Palmer. D. F., (2012): The versatility of Quaternary ostracods as palaeoclimate proxies: comparative testing of geochemical, ecological and biogeographical approaches. In *Developments in Quaternary Sciences* (Vol. 17, pp. 183-203). Elsevier.

SMITH. A. J., (1993): Lacustrine ostracodes as hydrochemical indicators in lakes of the north-central United States. *Journal of Paleolimnology*, 8, 121-134.

SMOL. J. P., (2009): Pollution of lakes and rivers: a paleoenvironmental perspective. John Wiley & Sons.

SÖNMEZ-GÖKÇEN. N., (2023):Introduction aux ostracodes. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 1964(62), 11.

STRAUB. F, et CORNET. C., (1995): Fragmentation et dissolution des frustules des diatomées : méthodes de comptages pour apprécier l'état de conservation des assemblages fossiles, *vie milieu*. 45. (3/4), pp. 327-335.

STRAUB. F., (1993): Diatom and their preservation in the sediments of Lake Neuchatel (Switzerland) as evidence of past hydrological change. *Hydrobiologia* 269/270: pp. 167-178.

TALBOT. M. R, & LIVINGSTONE. D. A., (1989): Hydrogen index and carbon isotopes of lacustrine organic matter as lake level indicators. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 70(1-3), 121-137.

TELFORD. R.J., (1998): Diatom stratigraphies of lakes Awassa and Tilot, Ethiopia: Holocene records of groundwater variability and climat change. *Thesis: Doctor of Philosophy degree*, university of wales.

TERS. M., (1960) : Méthodes et techniques modernes en géomorphologie. *L'Information Géographique*, 24(4), 156-165

TOMAS. C.R., (1997) : Identifying Marine Phytoplankton. *Academic Press Inc.*, San Diego. pp. 1-858.

TOMAS. C.R., (1996) : Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. *Academic Press Inc.*, San Diego. pp. 1-598.

TREMBLAY. R., (1999) : Étude paléolimnologique de l'histoire trophique du lac saintcharles, réservoir d'eau potable de la communauté urbaine de Québec. *Thèse Philosophiae Doctor.*, Université Laval, Québec, (Canada). 107 p.

TUNOĞLU. C, BESBELLI. B, et ERTEKIN. İ. K., (2012): Ostracoda (Crustacea) association and a new species (*Dolerocypris anatolianov. sp.*) from the Pliocene-Pleistocene Afşin-Elbistan (Kahraman Maraş) Coal Basin of Turkey. *Geologica Carpathica*, 63(2), 165-174.

VAN DER WERFF. A, et HULS. A, (1957-1974): Diatomeeënflora van Nederland. Reprint 1976. *O. KOELTZ Science Pub.* Koenigstein. 581 p. 138

VAN HEURCK. H., (1909) : Diatomées. Résultats du voyage du S. Y. Belgica en 1897- 1898- 1899. *Rapport scientifique.* Anvers (Belgique). 119 p. 13 pls.

VAN HEURCK. H., (1896): A treatise on the Diatomaceae. *William Westly et Son*, London, p. 1-558, 35 pls.

VILLENEUVE. V, et PIENITZ. R., (1998) : Composition diatomifère de quatre sources thermales au Canada, en Island et au Japon. *Diatom Researsch.* Vol. 13(1), pp. 149-175, 3. pl.

YASUHARA. M, OKAHASHI. H, et CRONIN. T. M., (2009) : Taxonomy of Quaternary deep-sea ostracods from the western North Atlantic Ocean. *Palaeontology*, 52(4), 879-931.

YOUCEF. F., (2016) : *Contribution à la reconstitution du paléoenvironnement au Sahara septentrional dans les sols de bassins endoréiques: Cas de la région de Ouargla* (Doctoral dissertation).

Liste des Figures et tableaux

LISTE DES FIGURES :

Fig. 1 : Cadre géographique régionale de la région d'étude	2
Fig. 2 : Situation géographique de secteur d'étude, A : Position de puits de Hassi Fguiguira dans le Sahara occidental, B : Localisation du site d'étude (extrait de la carte topographique de Tabelbala 1/25000)	3
Fig. 3 : Localisation de deux coupes par rapport au puits de Hassi Fguiguira	11
Fig. 4 : Colonne lithologique de la première coupe de la dépression de Hassi Fguiguira (PHFA)	12
Fig.5 : Colonne lithologique de la deuxième coupe de la dépression de Hassi Fguiguira (PHFB).....	14
Fig. 6 : évolution des fréquences relative des ostracodes et gastéropodes le long de la coupe PHFA	31
Fig. 7 : évolution des fréquences relative des ostracodes et gastéropodes le long de la coupe PHFB	33

LISTE DE TABLEAUX :

Tabl. 01 : Subdivisions Stratigraphiques du Sahara Nord Occidental au Quaternaire.....6

Tab. 2 : Essai de synthèse de l'évolution paléolacustre de Hassi Fguiguira.....18

Tab. 3 : Abondance relative (%) des différents taxons d'Ostracodes le long de la première coupe Hassi Fguiguira PHFA.....24

Tab. 4 : Abondance relative (%) des différents taxons d'Ostracodes le long de la deuxième coupe Hassi Fguiguira PHFB.....25

Tab. 5 : Classification des taxons d'ostracodes rencontrés le long de la coupe de Hassi Fguiguira.....28

***PLANCHES
PHOTOGRAPHIQUES***

PLANCHE 1 :

Fig.1 : la coupe PHFA

Fig.2 : Des sables de couleurs grisâtres (PHFA)

Fig 3 : calcaires-diatomitique, friables et blancs (PHFA)

Fig 4 : Des calcaires indurés, blancs à jaunes (PHFA)



PLANCHE II

Fig 1 : la coupe PHFB

Fig 2 : Des sables de couleurs grisâtres (PHFB)

Fig 3 : calcaires-diatomitique, friables et blancs (PHFB)

Fig 4 : Des calcaires indurés, blancs à jaunes (PHFB)



PLANCHE III

Fig.1- *Heterocypris*

Fig.2- *Paralimnosythere*

Fig.3- *Cypridopsis*

Fig.4- *Candona*

Fig.5- *Pseudocandona*

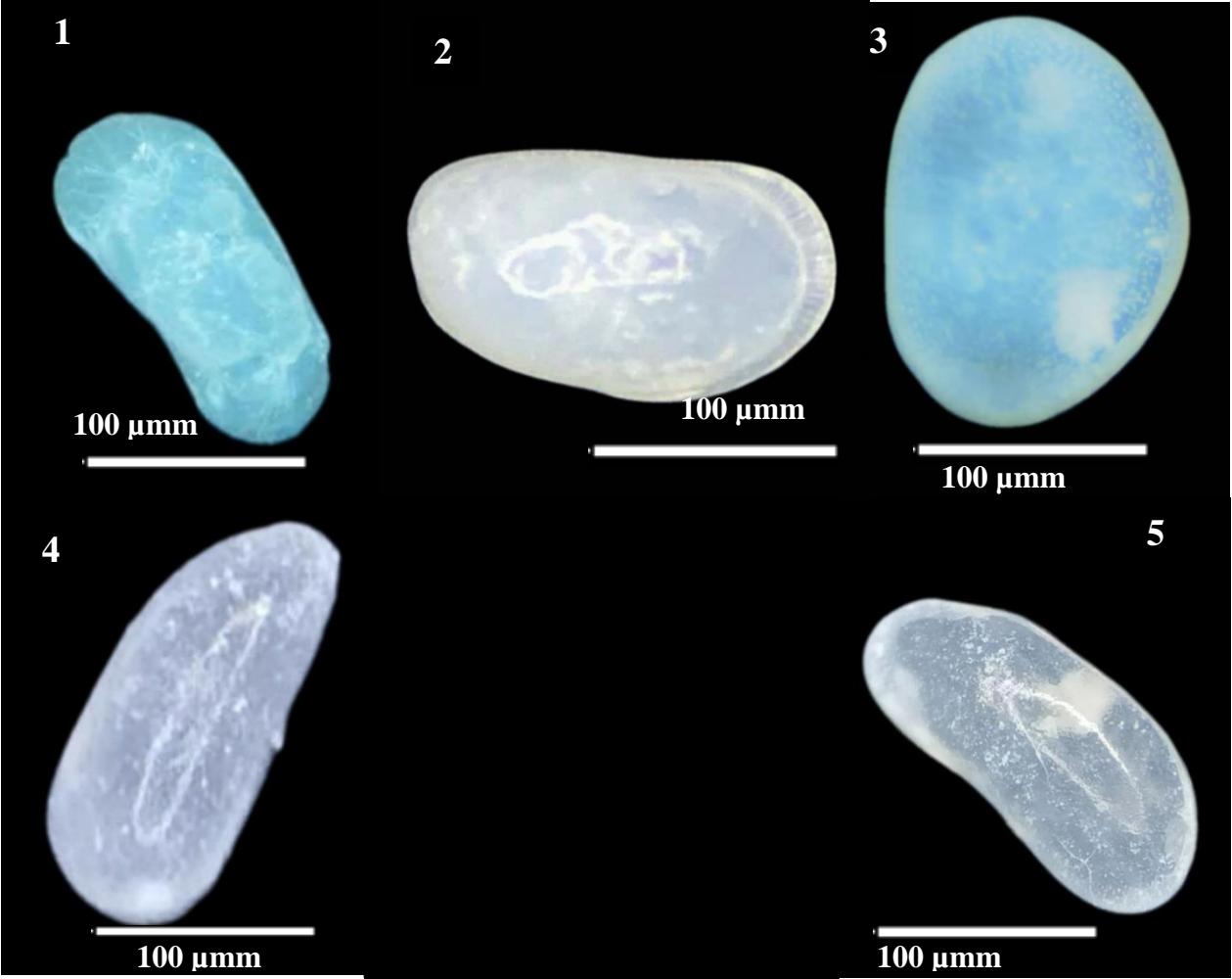


Planche IV

Fig.1- *Helix planorbis* LINNAEUS, 1758.

Fig.1a - Vue ventrale.

Fig.1b – Vue de face.

Fig .2- *Limnea palustris* MULLER, 1774.

Fig.2a – Vue ventrale.

Fig.2b – Vue dorsale.

Fig .3- *Bulinus lirinus* MORELET (1851).

Fig. 3a – Vue ventrale.

Fig. 3b – Vue dorsale.

Fig .4- *Pupilla muscorum* (LINNAEUS, 1758).

Fig. 4a – Vue ventrale.

Fig. 4b – Vue dorsale.

Fig .5- *Sphincterochila candidissima* (DRAPARNAUD, 1801)

Fig. 5a – Vue dorsale.

Fig. 5b – Vue ventrale.

Fig. 5c – Vue de face.

1

1 cm



1.a

1.b

2

1 cm



2.a

2.b

2.b

3

1 cm



3.a

3.b

4

5 mm



4.a

4.b

5

5 mm



5.a

5.b

5.c