

N° d'ordre :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université d'Oran

Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire
Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade de
Magister en Sciences de la Terre

Option : Paléontologie

La microflore diatomique et paléoenvironnement des dépôts lacustres holocènes de Hassi El Medjna (Grand Erg Occidental, Algérie)

Par

BEZZEGHOUD Bouchra

Soutenu le : / /2009 devant la commission d'examen :

M. BESSEDIK, Professeur, Université de Chlef
B. MANSOUR, Maître de Conférences, Université d'Oran
M. MAHBOUBI, Professeur, Université d'Oran
L. BELKEBIR, Professeur, Université d'Oran
M. BENSALAH, Professeur, Université de Tlemcen

Président
Rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur

Oran, 2009

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS

Résumé -----	6
Abstract -----	7

CHAPITRE I : GENERALITES

I. INTRODUCTION -----	9
-----------------------	---

II. CADRE GEOGRAPHIQUE -----	9
------------------------------	---

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE REGIONALE -----	9
2. SITUATION GEOGRAPHIQUE LOCALE -----	10

III. APERÇU HISTORIQUE DU QUATERNAIRE DU SAHARA -----	11
---	----

1. LA SUBDIVISION DU QUATERNAIRE -----	15
--	----

1.1. Le Quaternaire Ancien (Villafranchien) -----	15
---	----

1.1.1. L'Aïdien -----	15
-----------------------	----

1.1.2. Le Mazzerien -----	15
---------------------------	----

1.2. Le Quaternaire Moyen -----	16
---------------------------------	----

1.2.1. Le Taourirtien -----	16
-----------------------------	----

1.2.2. L' Ougartien -----	16
---------------------------	----

1.3. Le Quaternaire Récent -----	16
----------------------------------	----

1.3.1. Le Saourien -----	16
--------------------------	----

1.3.2. Le Guirien -----	17
-------------------------	----

IV. LES TRAVAUX SUR LES DEPOTS DU NORD DU GRAND

ERG OCCIDENTAL -----	18
----------------------	----

V. TECHNIQUES ET METHODOLOGIES -----	19
--------------------------------------	----

1. TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE -----	19
--------------------------------------	----

1.1. Les étapes du traitement physico-chimique des échantillons -----	19
---	----

1.2. Montage des lames -----	20
------------------------------	----

1.3. Observation des lames au microscope photonique -----	22
---	----

2. LAVAGE (TAMISAGE) DES ECHANTILLONS -----	22
---	----

CHAPITRE II : LITHOSTRATIGRAPHIE

I. INTRODUCTION	25
II. DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	25
1. COUPE DE LA BUTTE TEMOIN	25
2. COUPE DE LA BERGE	29
3. COUPE « C »	31
4. CORRELATION	31
III. AGE DE LA SERIE DE HASSI EL MEDJNA	32

CHAPITRE III : SYSTEMATIQUE

I. INTRODUCTION	35
II. LES DIATOMEES LACUSTRES	35
1. CARACTERES GENERAUX.....	36
1.1. La Cellule	36
1.2. Le Frustule	36
1.3. Reproduction	37
1.4. Ecologie des diatomées	37
1.5. Intérêt des diatomées	39
III. INVENTAIRE MICROFLORISTIQUE (DIATOMEES)	39
1. METHODE DE TRAVAIL	39
1.1. Méthodologie	39
1.2. Quantification	39
1.3. Détermination	40
1.4. Autoécologie	40
1.5. Représentation graphique et interprétation	40
2. LES DIATOMEES CENTRIQUES (CENTROPHYCIDEES)	42
3. LES DIATOMEES PENNEES (PENNATOPHYCIDEES)	44
IV. CONCLUSION	86

CHAPITRE IV : PALEOENVIRONNEMENT

I. INTRODUCTION	92
II. LES DIFFERENTS ECOSYSTEMES AQUATIQUES	
FOSSILES QUATERNAIRES EN ALGERIE	93
III. LES CARACTERISTIQUES BIOTIQUES ET ABIOTIQUES	
DES DIATOMEES	94

1. MODE DE VIE DES DIATOMÉES -----	94
2. LA SALINITÉ (CONDUCTIVITÉ) -----	95
3. LE PH -----	97
4. LA TEMPÉRATURE -----	97
 IV. MÉTHODE D'ÉTUDE -----	 98
 V. ANALYSE PALEOENVIRONNEMENTALE -----	 98
1. COUPE DE LA BUTTE TEMOIN -----	98
1.1. Fluctuation du niveau moyen du plan d'eau -----	98
1.2. La Salinité -----	104
1.3. Le PH -----	105
1.4. La paléotempérature des eaux -----	107
1.5. Conclusion -----	109
2. COUPE DE LA BERGE -----	112
2.1. Fluctuation du niveau moyen du plan d'eau -----	112
2.2. La Salinité -----	114
2.3. Le PH -----	114
2.4. La paléotempérature des eaux -----	116
2.5. Conclusion -----	116
3. AUTRES ORGANISMES -----	118
3.1. Les Phytolithaires -----	118
3.2. Les Chrysophytes -----	119
3.3. Les Charophytes -----	120
3.4. Les Ostracodes -----	121
3.5. Les Gastéropodes -----	121
3.6. Les Bivalves -----	122
 VI. CONCLUSION PALEOENVIRONNEMENTALE -----	 124
 CHAPITRE V : CONCLUSION GÉNÉRALE -----	 129
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES -----	133
TABLES DES ILLUSTRATIONS -----	143
PLANCHES -----	146

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableaux

Tabl. 01- Synthèse de données radiochronologiques relatives aux industries préhistoriques et événements climato- sédimentaires de l'Ouest du Sahara algérien au cours du Quaternaire récent (Conrad, 1969., modifiée) -----	14
Tabl. 02- Répartition relative et abondance des organismes le long de la coupe de la butte témoin de Hassi El Medjna -----	28
Tabl. 03- Répartition relative et abondance des organismes le long de la coupe de la berge de Hassi El Medjna -----	30
Tabl. 04- Abondance relative (%) des différents taxons de diatomées le long des deux coupes de Hassi El Medjna -----	87
Tabl. 05- Ecologie des différents taxons de diatomées le long des deux coupes de Hassi El Medjna -----	89
Tabl. 06- Classification des taxons diatomiques selon leur mode de vie, la salinité et l'alcalinité de l'eau -----	90
Tabl. 07- Terminologie utilisé pour le mode de vie des diatomées (d'après Gasse <i>in</i> Fan, 1994) -----	94
Tabl. 08- Classification des eaux et des organismes en milieux aquatiques continentaux d'après Gasse <i>et al.</i> , 1987 -----	96
Tabl. 09- Classification des diatomées vis-à-vis du PH (d'après Van Dame <i>in</i> Adjedir, 2002)-----	97
Tabl. 10- Classification des diatomées vis-à-vis de la température (d'après Lowe <i>in</i> Clet et Hault, 1987) -----	97

Figures

Fig. 01- Situation géographique du Grand Erg Occidental (Callot, 1988) modifiée -----	10
Fig. 02- Localisation du secteur d'étude -----	11
Fig. 03- Traitement physico-chimique des échantillons d'après (Gardette ; Gersonde <i>in</i> Adjedir, 2002) -----	21
Fig. 04- Montage des lames pour observation au microscope photonique -----	21
Fig. 05- Colonne lithologique de la coupe de la butte témoin de Hassi El Medjna -----	26
Fig. 06- Colonne lithologique de la coupe de la berge de Hassi El Medjna -----	29

Fig. 07- Colonne lithologique de la coupe (C) de Hassi El Medjna -----	31
Fig. 08- Corrélation lithologique des coupes étudiées de l'Holocène de la région de Hassi El Medjna et datation d'après Gasse <i>et al.</i> (1987) -----	33
Fig. 09- Coupe synthétique de Hassi El Medjna et datation radiométrique d'après Gasse <i>et al.</i> (1987) -----	33
Fig. 10- Cellule des diatomées -----	36
Fig. 11- Morphologie du frustule des diatomées Centriques et Pennées -----	37
Fig. 12- La reproduction des diatomées (<i>in</i> Hoover, 1979) -----	38
Fig. 13- Unité de comptage d'après Schrader et Gersonde, 1978 ; Corne <i>in</i> Adjedir, 2002 --	41
Fig. 14- Fréquence des principaux taxons de diatomées (coupe de la butte témoin) -----	99
Fig. 15- Fréquence des principaux taxons de diatomées (coupe de la berge) -----	100
Fig. 16- Evolution verticale des fréquences relatives des diatomées selon leur mode de vie (coupe de la butte témoin) -----	102
Fig. 17- Evolution verticale des fréquences relatives des diatomées regroupées selon la salinité (coupe de la butte témoin) -----	106
Fig. 18- Evolution verticale des fréquences relatives des diatomées regroupées selon le pH (coupe de la butte témoin) -----	108
Fig. 19- Evolution verticale des fréquences relatives des diatomées regroupées selon la paléotempérature (coupe de la butte témoin) -----	110
Fig. 20- Evolution verticale des fréquences relatives des diatomées selon leur mode de vie (coupe de la berge) -----	113
Fig. 21- Evolution verticale des fréquences relatives des diatomées regroupées selon la salinité (coupe de la berge) -----	115
Fig. 22- Evolution verticale des fréquences relatives des diatomées regroupées selon le pH (coupe de la berge) -----	117
Fig. 23- Evolution pléoenvironnementale de la formation diatomitique de Hassi El Medjna -----	127
Fig. 24- Evolution paléoenvironnementale de la région de Hassi El Medjna -----	131

Abstract : *The diatomic microflora and paléoenvironnement of the lacustrine holocenes of Hassi El Medjna (Great Western Erg, Algeria).*

The lacustrine sediments of Hassi El Medjna (North of Great Western Erg) were the subject of a detailed study essentially on the diatomic microflora.

The lithological study of three sections distinguished three sedimentary units: an argillo-sandy unit (I); a unit of chemo-organic (II) to limestone diatomites overlain in part by limestones in Cardium and limestones to reeds and a third gypsiferous (III).

The microfloristic study made it possible to recognize 76 species and varieties of diatoms linked in 16 genera with 12 species in open nomenclatures.

Several ecological groups of diatoms have been defined (the periphytic diatoms *s.l.* and the planktonic ones; the diatoms of freshwater, oligohaline water species, mesohaline to polyhaline water species and mésohaline to hypersaline water species; the diatoms related to an alkaline pH and the diatoms related to an acid pH).

One of the major features of this diatomic microflora is the predominance of the periphytic diatoms *s.l.* to the profit of the littoral planktonic forms, suggesting a lacustrine sedimentation in a shallow environment.

The paléoenvironmental and lithological analysis permitted to distinguish two stages of evolution during the sedimentation of the deposits overlying the paludal detrital levels. A first biochemical lacustrine stage (II), generating three phases of sedimentation: one phase (I phase) little deep to strong turbulence of waters and two phases (II phase and III phase) very little deep, quiet to alkaline, oligotrophic and oligohaline water. A second corresponding stage to a phase of evaporation materialized by a facies évaporitique (gypsum), showing the phase of ageing of the paléolac of Hassi El Medjna.

Key words : Hassi El Medjna, diatoms, paléoenvironnement, holocene and Great Western Erg.

Magister en Science de la terre

Bouchra BEZZEGHOUD

Résumé : *La microflore diatomique et paléoenvironnement des dépôts lacustres holocènes de Hassi El Medjna (Grand Erg Occidental, Algérie).*

Les sédiments lacustres holocènes de Hassi El Medjna (Nord du Grand Erg Occidental) ont fait l'objet d'une étude détaillée basée essentiellement sur la microflore diatomique.

L'étude lithologique de trois coupes étudiées a permis de distinguer trois ensembles sédimentaires : un ensemble argilo sableux (ensemble I) ; un ensemble chimico-organique (ensemble II) à calcaires diatomitiques surmontés de calcaires à *Cardium* et de calcaires à roseaux par endroit et un troisième ensemble gypseux (ensemble III).

L'étude microfloristique a permis d'inventorier 76 espèces et variétés de diatomées réunies en 16 genres dont 12 espèces en nomenclatures ouvertes.

Plusieurs groupes écologiques de diatomées ont été définis (les diatomées périphytiques *s.l* et les planctoniques ; les diatomées d'eau douce, les diatomées d'eau oligosaline, les diatomées d'eau mésosaline à polysaline et les diatomées d'eau métasaline à hypersaline ; les diatomées liées à un pH alcalin et les diatomées liées à un pH acide).

L'un des traits majeurs de cette microflore diatomique est la prédominance des diatomées périphytiques *s.l* au profit des formes planctoniques littorales, suggérant un milieu de sédimentation lacustre peu profond.

L'analyse paléoenvironnementale et lithologique ont permis de distinguer deux stades d'évolution durant la sédimentation des dépôts surmontant les niveaux palustres détritiques. Un premier stade lacustre biochimique (ensemble II), évoluant en trois phases de sédimentation : une phase (phase I) peu profonde à forte turbulence des eaux et deux phases (phase II et phase III) très peu profondes, calmes à tranche d'eau alcaline, oligotrophique et oligosaline. Un deuxième stade correspondant à une phase d'évaporation matérialisée par un faciès évaporitique (gypse), montrant la phase de vieillissement du paléolac de Hassi El Medjna.

Mots clés : Hassi El Medjna, diatomées, paléoenvironnement, holocène et Grand Erg Occidental.

Résumé : *La microflore diatomique et paléoenvironnement des dépôts lacustres holocènes de Hassi El Medjna (Grand Erg Occidental, Algérie).*

Les sédiments lacustres holocènes de Hassi El Medjna (Nord du Grand Erg Occidental) ont fait l'objet d'une étude détaillée basée essentiellement sur la microflore diatomique.

L'étude lithologique de trois coupes étudiées a permis de distinguer trois ensembles sédimentaires : un ensemble argilo sableux (ensemble I) ; un ensemble chimico-organique (ensemble II) à calcaires diatomitiques surmontés de calcaires à *Cardium* et de calcaires à roseaux par endroit et un troisième ensemble gypseux (ensemble III).

L'étude microfloristique a permis d'inventorier 76 espèces et variétés de diatomées réunies en 16 genres dont 12 espèces en nomenclatures ouvertes.

Plusieurs groupes écologiques de diatomées ont été définis (les diatomées périphtiques *s.l* et les planctoniques ; les diatomées d'eau douce, les diatomées d'eau oligosaline, les diatomées d'eau mésosaline à polysaline et les diatomées d'eau métasaline à hypersaline ; les diatomées liées à un pH alcalin et les diatomées liées à un pH acide).

L'un des traits majeurs de cette microflore diatomique est la prédominance des diatomées périphtiques *s.l* au profit des formes planctoniques littorales, suggérant un milieu de sédimentation lacustre peu profond.

L'analyse paléoenvironnementale et lithologique ont permis de distinguer deux stades d'évolution durant la sédimentation des dépôts surmontant les niveaux palustres détritiques. Un premier stade lacustre biochimique (ensemble II), évoluant en trois phases de sédimentation : une phase (phase I) peu profonde à forte turbulence des eaux et deux phases (phase II et phase III) très peu profondes, calmes à tranche d'eau alcaline, oligotrophique et oligosaline. Un deuxième stade correspondant à une phase d'évaporation matérialisée par un faciès évaporitique (gypse), montrant la phase de vieillissement du paléolac de Hassi El Medjna.

Mots clés : Hassi El Medjna, diatomées, paléoenvironnement, holocène et Grand Erg Occidental.

I. INTRODUCTION

Le Nord du Grand Erg Occidental a été occupé au Quaternaire récent par des lacs ou daïas interdunaires. Ces lacs ont connus une période de prolifération extraordinaire de diatomées engendrant des dépôts diatomitiques.

Il est à noter que le mérite revient à Callot (1984), qui a pour la première fois signalé et décrit ces dépôts (lacustres et palustres) au Nord du Grand Erg Occidental. Ses travaux ont été complétés par ceux de Gasse *et al.* (1987) et de Gasse (2002).

A l'échelle du Sahara nord-occidental de l'Algérie, les premières études entreprises sur les diatomées continentales du quaternaire sont effectuées par Alimen *et al.* (1970), Baudrimont (1972 ; 1973) et plus récemment par Adjedir (2002).

Ce travail sur les sédiments lacustres quaternaires de la région de Hassi El Medjna (Nord du Grand Erg Occidental) consiste à étudier la taxinomie des diatomées, toute en analysant leur évolution verticale pour une reconstitution paléoenvironnementale du système lacustre de cette localité. Toutefois, cette étude est appuyée accessoirement par d'autres organismes associés (Bivalves, Charophytes, Gastéropode, Ostracodes, Chrysophytes et Phytolithaires). Ainsi la reconstitution paléoenvironnementale de la région étudiée sera complétée par les significations écosystémiques de ces organismes.

II. CADRE GEOGRAPHIQUE

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE REGIONALE

La région d'étude s'inscrit dans le Sahara nord occidental. Elle se situe à la bordure Nord-Est du Grand Erg Occidental. Ce dernier est caractérisé par une superficie de 80 000 Km² et une forme en croissant ouvert vers le N N W. Le grand Oued Seggueur découle du piémont de l'Atlas saharien en passant par la Hamada, son extrémité sud est en contact avec les premières dunes de l'Erg (fig. 01).

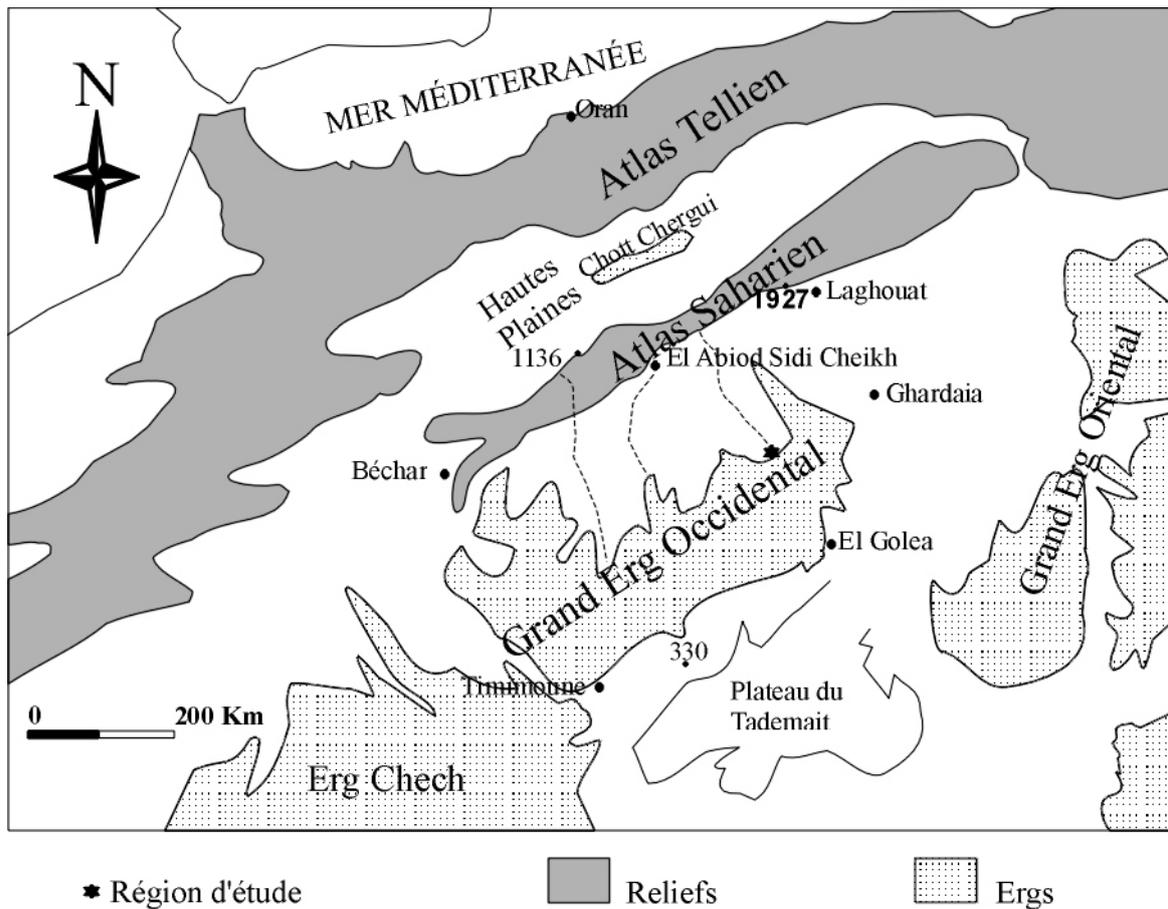


Fig. 01- Situation géographique du Grand Erg Occidental (Callot, 1988) modifiée

2. SITUATION GEOGRAPHIQUE LOCALE

La région de Hassi El Medjna se situe à environ 180 Km au Sud de l'oasis de Brezina. Elle se localise à l'extrémité sud de l'Oued Seggueur et à la bordure Nord du Grand Erg Occidental (fig. 02). Cette localité se présente sous forme d'une dépression entourée de dunes (pl. I, fig. 1) et caractérisée par un puits appelé Puits de Hassi El Medjna.

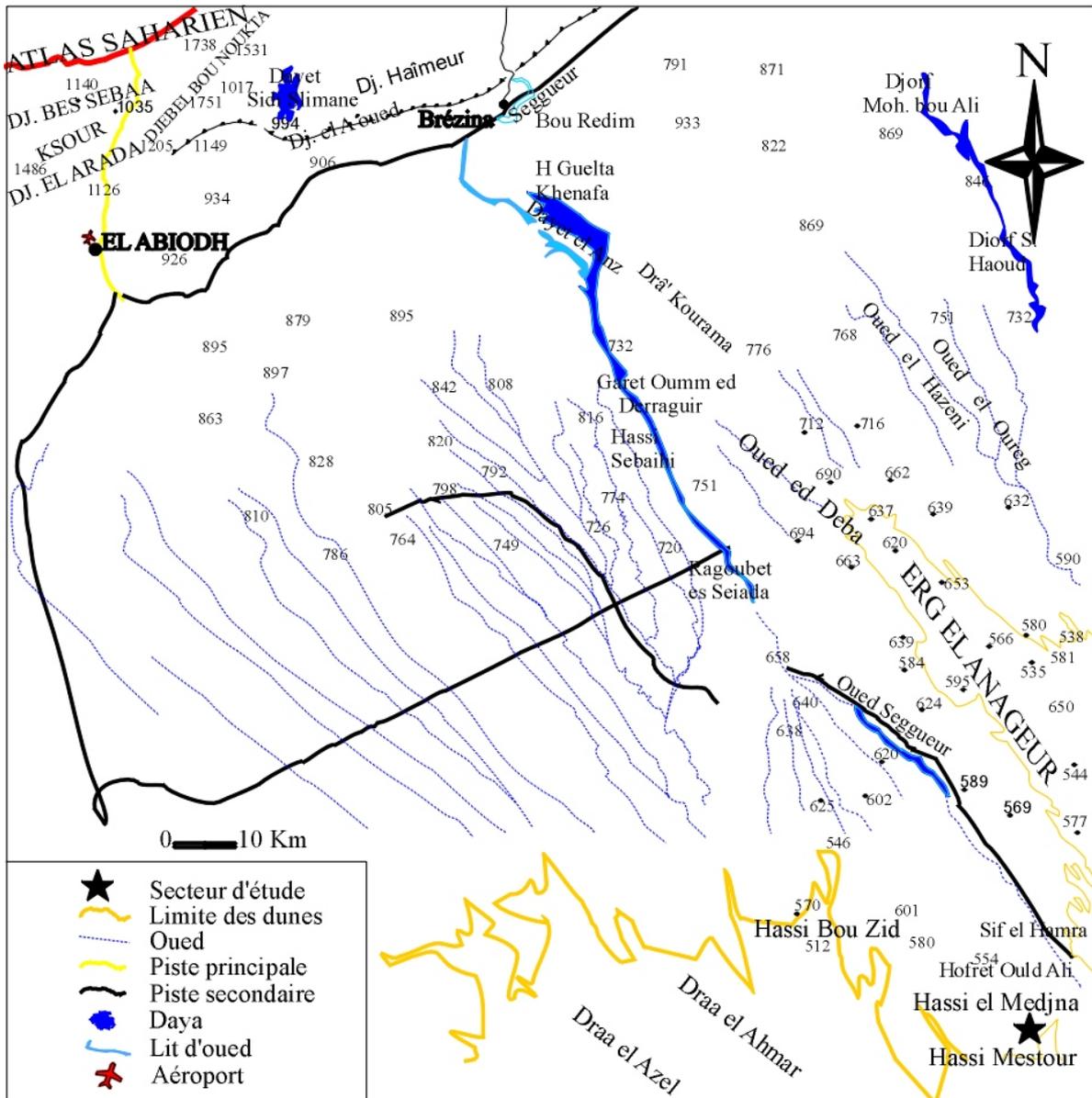


Fig. 02- Localisation du secteur d'étude

III. APERÇU HISTORIQUE DU QUATERNAIRE DU SAHARA

Le Sahara algérien a toujours passionné les scientifiques par son immense superficie et sa richesse en découvertes. Nombreux sont les géologues qui se sont aventurés sur les terrains continentaux du quaternaire au Sahara nord-occidental (Alimen, 1952, 1960, 1963, 1970 ; Alimen et Chavaillon, 1956 ; Chavaillon *et al.*, 1956, 1957 ;

Chavaillon, 1964 ; Beucher, 1971 ; Callot, 1984 ; Gasse *et al.*, 1987 ; Gasse, 2002 ; Adjedir, 2002).

Flamand (1911) et Gautier (1908) ont été les premiers chercheurs s'intéressant à la géologie des terrasses quaternaires et à la géographie du Sahara nord-occidental.

Roche (1933) et Menchikoff (1946) arrivent à établir les grandes lignes stratigraphiques des terrains quaternaires.

L'hydrogéologie des formations hamadiennes de Bénis Abbés et de Mazzer a été établie par Gautier (1908) puis Schoeller (1945). Il est à noter, que ce dernier distingue les formations hamadiennes mio-pliocène d'un ensemble superposé (sable et grés de Mazzer) et la présence d'une haute terrasse conglomératique à Mazzer datant du Quaternaire ancien

Schoeller (1945), Prenant (1951), Alimen (1952, 1956) et J. et N. Chavaillon (1957) signalent la terrasse sableuse du Pléistocène supérieur.

Une étude granulométrique et morphoscopique des sables dunaires du Sahara nord occidental a été établie par Alimen (1952). Cette étude individualise trois terrasses quaternaires dans les chaînes de l'Ougarta et la Saoura :

- un Quaternaire ancien (Q_1) : représenté par les dépôts en nappes et dépôts de vallée emboîtés les uns dans les autres en terrasses se situant au-dessous du niveau supérieur des formations tertiaires ;

- un Quaternaire moyen matérialisé par une terrasse (Q^{1a}) formée de sables blancs ou gris clair avec quelques passées noirâtres et couronnées par un niveau de grés rosé à restes végétaux et Mollusques. Cette terrasse est succédée de deux paliers d'érosion (Q^{1b} et Q^{1c}) ;

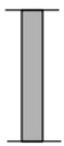
- un Quaternaire récent (Q^2) correspondant à des alluvions du fond de l'oued appelées «limon des palmeraies». Ces alluvions sont formées de sables jaunes bruns pourvus de Mollusques.

J. et N. Chavaillon (1962) signalent la positionne de l'Atérien entre la fin de la période d'érosion du Saourien I et du Saourien II.

Chavaillon (1964) corrèle l'érosion saourienne aux périodes I à III du Würm et la période de sédimentation saourienne (Saourien I à V) à l'inter Würm III-IV. Alimen *et al.* (1966) établies des mesures isotopiques sur ces mêmes dépôts et indiquent un âge de (32 700 +/- 1 700 BP). Ceci affirme l'interprétation de Chavaillon (1964) et permet de les attribuer au Quaternaire.

Alimen *et al.* (1964) ont réalisé une étude minéralogique au Sahara Nord Occidental (la Saoura, Monts d'Ougarta et le Grand Erg Occidental). Ils constatent que les minéraux lourds du Sahara nord occidentaux ont parcouru une longue histoire sédimentaire avant leurs incorporations au Quaternaire. Ces minéraux lourds semblent avoir deux origines : une première origine provenant d'un cortège granitique appartenant aux massifs anciens du Sud (Eglab et Hoggar) fournissant un matériel détritique depuis le Cambrien jusqu'au Continental intercalaire ; une deuxième origine issue du démantèlement des Hamadas mio-pliocènes, des Hamadas secondaires et tertiaires du piémonts atlasique et également des éléments des couches antérieures. Ces auteurs ont décelé des filons ainsi que des roches vertes affleurant dans le Sud-Atlasique et dans certains djebels sahariens qui ont été touchés directement par le ruissellement Quaternaire, auxquels ils ont fourni un cortège de minéraux différent de celui du granite.

Conrad (1969), établie une chronologie des terrains plio-quaternaire de l'Ouest du Sahara algérien ainsi que l'histoire climatique de la région. Il est à noter que seul l'ère Quaternaire récent a été représenté (tabl. 01).

Age BC	Période géologiques			Industries humaines	Manifestations climatiques	Evénements sédimentaires ou évolution morphologique	Tendance climatique moyenne						
	Chavaillon (1964)	Conrad (1969)	Alimen (1957)										
0 an	Actuel					Ergs	Hyperaride						
1000 B.C.	Quaternaire récent	Holocène	Guirien	Néolithique	Humide néolithique	Basse terrasse Formations lacustres des ergs, tufs		Aride à subaride					
4500 B.C.												Formation du Grand Erg Occidental	Hyperaride
800													
		Pléistocène supérieure	Saourien	Atérien	Pluvial du Pléistocène supérieur ou dernier pluvial 40000 B.C.	Terrasse sableuse de la Saoura Petit cycle lacustre à Cardium et à Ostracodes (Ahnet, Erg Chech)		Subaride					
65 000													Aride à hyperaride

 La sédimentation de la série de Hassi El Medjna.

Tabl. 01- Synthèse des données radiochronologiques relatives aux industries préhistoriques et événements climato-sédimentaires de l’Ouest du Sahara algérien au cours du Quaternaire récent (Conrad, 1969., modifiée)

Fonte et Gasse (1990) ont reconstitué le paléoenvironnement, la paléohydrologie ainsi que la paléoclimatologie du Sahara africain (le Sud tunisien, le Nord et le Sud saharien algérien, le Nord et le Sud Niger et le Mali).

Beucher (1971) effectue une étude palynologique sur les formations néogènes et quaternaires du Sahara nord-occidental et indique dans les dépôts quaternaires récents, deux épisodes de sédimentation : l’une fluvio-lacustre (représenté par des dépôts calcaréo-sableux) et l’autre nettement fluvatile (correspondant aux dépôts sableux et gréseux). Ces travaux ont été complétés par Adjedir (2002) en étudiant la microflore diatomique de la terrasse pléistocène supérieur d’El Ouata. Cette dernière s’est sédimentée dans un milieu correspondant à des mares temporaires comblées par une sédimentation détritique. Ce milieu évolue, donc en un régime marécageux propice au développement des diatomées. Cette terrasse sableuse s’est mise en place par alternance entre périodes d’apport fluviales des sables éoliens et périodes de stabilité (arrêt d’apport) permettant la formation de petites

mares. Cet écosystème palustre est interrompu par le régime fluvial matérialisé par un pôle détritique sous un climat subaride ou semi-aride.

1. LA SUBDIVISION DU QUATERNAIRE

Les travaux de Chavaillon (1964) subdivisent le Quaternaire du Sahara en Quaternaire ancien, Quaternaire moyen et Quaternaire récent.

1.1. Le Quaternaire Ancien (Villafranchien)

Le Villafranchien est caractérisé par deux cycles sédimentaires (ou période) l'Aîdien et le Mazzerien.

1.1.1. L'Aîdien

Ce cycle sédimentaire est subdivisé en deux : Aîdien I et Aîdien II.

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

L'Aîdien II est subdivisé en Aîdien II_a et Aîdien II_b.

L'Aîdien II_a est représenté par des sédiments marneux, argileux et calcareux témoignant de la présence de zones lacustres dans le Haute Saoura (Beni Abbés, Mazzer) et la vallée de Messaoud.

L'Aîdien II_b, est marqué par des sédiments imprégnées de calcaires par altération témoignant de la présence d'un ancien sol lié à l'interruption de la sédimentation. Ces sédiments se sont déposés sous un climat chaud et humide et sous l'influence d'une nappe chargée en bicarbonates de chaux.

La fin de ce cycle est marquée par l'arrêt de la sédimentation aride et la formation d'un sol rouge.

1.1.2. Le Mazzerien

Le Mazzerien est subdivisé en : Mazzerien I, Mazzerien II, Mazzerien III et Mazzerien IV. Ce cycle est caractérisé par une forte érosion mais limitée géographiquement. Les phénomènes de creusements atteignant les dépôts

Aâdiens ont engendré des talwegs et de futurs bassins sédimentaires ayant occupé le bassin d'Abadla, au Nord d'Ougarta et le bassin de Mazzer (Beni Abbés) à titre d'exemple. Les bassins creusés sont comblés par des sédiments variés.

1.2. Le Quaternaire Moyen

Deux cycles sédimentaires sont définis : le Taourirtien et l'Ougartien. Ces deux périodes sont dominées par des vestiges lithiques, témoignant une présence humaine.

1.2.1. Le Taourirtien

Le cycle sédimentaire Taourirtien débute par une longue période d'érosion responsable du déplacement de l'oued Guir tantôt vers la vallée de la Saoura et tantôt vers la rive droite des terrains hamadiens. La sédimentation Taourirtien s'est manifestée en quatre périodes séparées ou non par des ravinements (Taourirtien I, Taourirtien II, Taourirtien III et Taourirtien IV).

1.2.2. L' Ougartien

Le cycle sédimentaire Ougartien est formé de plusieurs périodes stratigraphiques : Ougartien I ; Ougartien II ; Ougartien III ; Ougartien IV ; Ougartien V ; Ougartien VI et Ougartien VII. Ces périodes sont matérialisées par des conglomérats (ou cailloutis), des petits galets (ou sables) et des sédiments lacustres (sables, éoliens, calcaires et marnes).

1.3. Le Quaternaire Récent

Cette période rassemble deux cycles sédimentaires rattachés à un cycle sédimentaire incomplet (Actuel).

1.3.1. Le Saourien

Le cycle sédimentaire Saourien est subdivisé en cinq périodes :

- Saourien I est représenté par des faciès sableux, fluvio-éolien et des sables nettement éoliens (conséquence d'une avancée dunaire du grand Erg) ;
- Saourien II est matérialisé par des marnes (quelque fois sableuse) et des niveaux charbonneux ;

- Saourien III est représenté par des sables éoliens ou éolo-fluviatiles ;

- Saourien IV est caractérisé par une sédimentation lacustre représentée par des marnes, des travertins, des tufs à végétaux et des croûtes calcaires mais également des sables fluviatiles et éoliens ;

- Saourien V est matérialisé par une sédimentation de sables éoliens et quelque faciès éolo-fluviatiles.

En ce qui concerne les vestiges de la civilisation lithique, il s'avère que les sédiments de l'Ougartien (VI et VII) et les alluvions du Saourien I séparent deux civilisations, l'Atérien et l'Acheuléen. Leurs outillages lithiques gisent souvent proche les uns des autres.

1.3.2. Le Guirien

Le cycle sédimentaire Guirien débute par une érosion qui a sculpté un talweg dans la terrasse Saourienne. La sédimentation Guirien est caractérisée par une faible puissance, subdivisé en trois ensembles :

- le Guirien inférieur fluviatile est généralement formée par des cailloutis (Beni Abbés et Bou Ali), des sables (Chechoua, Beni Abbés et Bou Ali) et des marnes sableuses (Chechoua, Kheneg et Tacia) ;

- le Guirien moyen (fluviale ou lacustre) est formée par des cailloutis (Beni Abbés et Tiouririne), des sables (chechcoua, Beni Abbés, Kheneg et Tlaïa), des marnes sableuses (Chechoua) et des tufs (Bou Ali) ;

- le Guirien supérieur (lacustre et fluvio-éolien) se caractérise par des marnes (Beni Abbés, Kheng et Tlaïa) et des sables éolien et fluvio-éolien (Chechoua et Bou Ali).

Actuellement les terrasses Guirienne et Saourienne sont profondément entaillées.

IV. LES TRAVAUX SUR LES DEPOTS DU NORD DU GRAND ERG OCCIDENTAL

En 1984, Callot a découvert des dépôts lacustres et palustres à diatomées, gastéropodes et *Cardium* ainsi que des encroûtements de végétaux dans la bordure Nord du Grand Erg Occidental. Il étudie deux secteurs : la région de Hassi Cheikh et la région de Hassi El Medjna.

Ce même auteur distingue en 1988 deux sortes de sables dunaires, l'un plus grossier et l'autre fin. Le sable grossier constitue une structure éolienne plus ancienne (fin du Tertiaire ou le début du Quaternaire) correspondant à l'ensemble des dunes et des dépressions hydro-éoliennes. Le sable fin est une structure éolienne dépourvue de formes de creusements et constitue un Erg plus récent qui correspond à une partie du centre de l'Erg et sa bordure occidentale. Les formes de creusements élaborées dans les premières structures éoliennes correspondent aux premières phases arides au Nord Ouest saharien ayant déterminé le relief actuel.

Durant les phases humides de nombreux paléo-lacs se sont mis en place sur les marges septentrionales de l'Erg occidental (Callot, 1984, 1987 ; Fontes *et al.*, 1985 ; Gasse *et al.*, 1987 ; Callot, 1988) dans des dépressions où la déflation a érodé rapidement les dépôts lacustres durant les phases arides.

Gasse *et al.* (1987) ont reconstitué les changements paléoenvironnementaux et la paléohydrologie des lacs holocènes dans les régions de Hassi El Medjna, Daiet El Melah et Hassi Cheikh (Nord saharien algérien).

En 1991, Callot retrace la géomorphologie, les paléoenvironnements, la dynamique éolienne et les paléo-lacs holocènes depuis l'Atlas saharien jusqu'au Grand Erg occidental. Il étudie également le climat quaternaire du Grand Erg occidental. La topographie du piémont de l'Atlas Saharien ainsi que les faibles pentes des surfaces hamadiennes ont contribué à l'action des directions éoliennes et des écoulements fluviaux en accomplissant un très faible creusement.

Gasse (2002) étudie la microflore diatomique des lacs holocènes de l'Ouest saharien et du Sahel africain.

V. TECHNIQUES ET METHODOLOGIES

Un échantillonnage (chaque 10 à 20 cm) a été effectué dans les calcaires diatomitiques de la coupe de la butte témoin et la coupe de la berge. Quelques niveaux ont subi deux types de traitements : traitement physico-chimique et lavages.

1. TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE

Le traitement adopté dans ce travail est celui de Schrader et Gersonde (1978), Gardette (1979), Gersonde (1980) et Mansour (1991) avec quelques modifications pratiqué par Adjedir (2002) :

- 20 gr de sédiment brut ont été traités ;
- l'attaque chimique du sédiment à froid (au lieu à chaud) pour éviter la fragmentation des frustules de diatomées ;
- l'utilisation de l'Hexamétaphosphate de Sodium et le passage au ultra-sons de la solution obtenue ont été évités en raison du fait que d'une part le sédiment est pauvre en éléments fins (matière argileuse surtout) et d'autre part, pour éviter l'éclatement des frustules.

1.1. Les étapes du traitement physico-chimique des échantillons

Le traitement comprend l'élimination des éléments non siliceux associés aux diatomées. Il s'agit essentiellement des carbonates, des éléments détritiques (grossiers et fins) ainsi que de la matière organique (fig. 03).

La désagrégation du sédiment (la fraction carbonatée et la matière organique) a sollicité l'attaque à froid simultanément des 20 gr de sédiment. Ceci est pratiqué dans un bûcher à l'acide chlorhydrique (20 ml d'HCl à 20%) et à l'eau oxygénée (20 ml d'hydrogène peroxyde à 110 volumes).

L'excédant d'acide est éliminé par décantation (20 à 25 secondes) après plusieurs rinçages successifs à l'eau déminéralisées.

Les éléments détritiques grossiers sont éliminés après homogénéisation de la solution et décantation (environ une minute).

La densité des éléments détritiques grossiers permet une décantation rapide.

Cependant les diatomées et la microflore associée adoptent une descente moins rapide à cause de leur forme et leur faible densité.

L'opération est répétée trois à quatre fois, pour éviter que la fraction détritique grossière entraîne dans sa décantation les diatomées.

Le culot est préservé pour être examiné et voir le contenu diatomique.

Les diatomées du Quaternaire sont subfossiles et en prévention de toute éventuel activité bactérienne, des gouttes d'Aldéhyde formique (formol) ont été ajouté à la solution récupérée de chaque échantillon.

1.2. Montage des lames

Après homogénéisation de la solution, quelques gouttes sont prélevées, puis déposées et étalées sur une lame couverte d'une mince pellicule d'alcool (fig. 04).

Cette préparation est placée sur une plaque chauffante pour le séchage. Après la phase de dessiccation, quelques gouttes de résine sont déposées sur une lame de verre biologique. L'ensemble est chauffé pendant quelques secondes sur une plaque chauffante. Lorsque la résine arrive à ébullition, la lamelle est déposée sur la lame en l'étalant délicatement jusqu'à l'élimination des bulles d'airs. La lame préparée est ensuite nettoyée à l'acétone afin de l'observer au microscope photonique.

**Fig. 3 et
4**

1.3. Observation des lames au microscope photonique

L'observation des lames au microscope photonique permet de déterminer le genre et l'espèce des différents taxons de diatomées.

2. LAVAGE (TAMISAGE) DES ECHANTILLONS

Pour analyser la microfaune (ostracodes) et la microflore (charophyte et débris de végétaux) on procède au lavage. Un sédiment brut (100 gr) est soumis au lavage :

- défloculation du sédiment brut dans l'eau ;
- tamisage du sédiment défloculé à travers un tamis à maille de 0,125 μm ;
- séchage du résidu obtenu dans une étuve.

I. INTRODUCTION

Une étude lithologique a été effectuée sur trois coupes dont deux ont été analysées.

Les sédiments étudiés proviennent de deux coupes proches du puits de Hassi El Medjna. La première coupe a été levée au centre de la dépression constituant la butte témoin et la deuxième se situe sur la bordure de la dépression à 30 m de la première (pl. I, fig. 2). La troisième coupe se situe à environ 100 m des deux autres coupes (pl. I, fig. 4).

L'étude micropaléontologique et macropaléontologique a révélé une richesse floristique (diatomées, chrysophytes, phytolithaires, charophytes et phragmites) et faunistique (ostracodes, gastéropodes et bivalves).

Les informations fournies par ces organismes sont à la base de l'interprétation des conditions environnementales de ces dépôts.

II. DESCRIPTION LITHOLOGIQUE

1. COUPE DE LA BUTTE TEMOIN

Cette coupe se présente sous forme d'une butte témoin, entaillée par les processus d'érosion (pl. I, fig. 3).

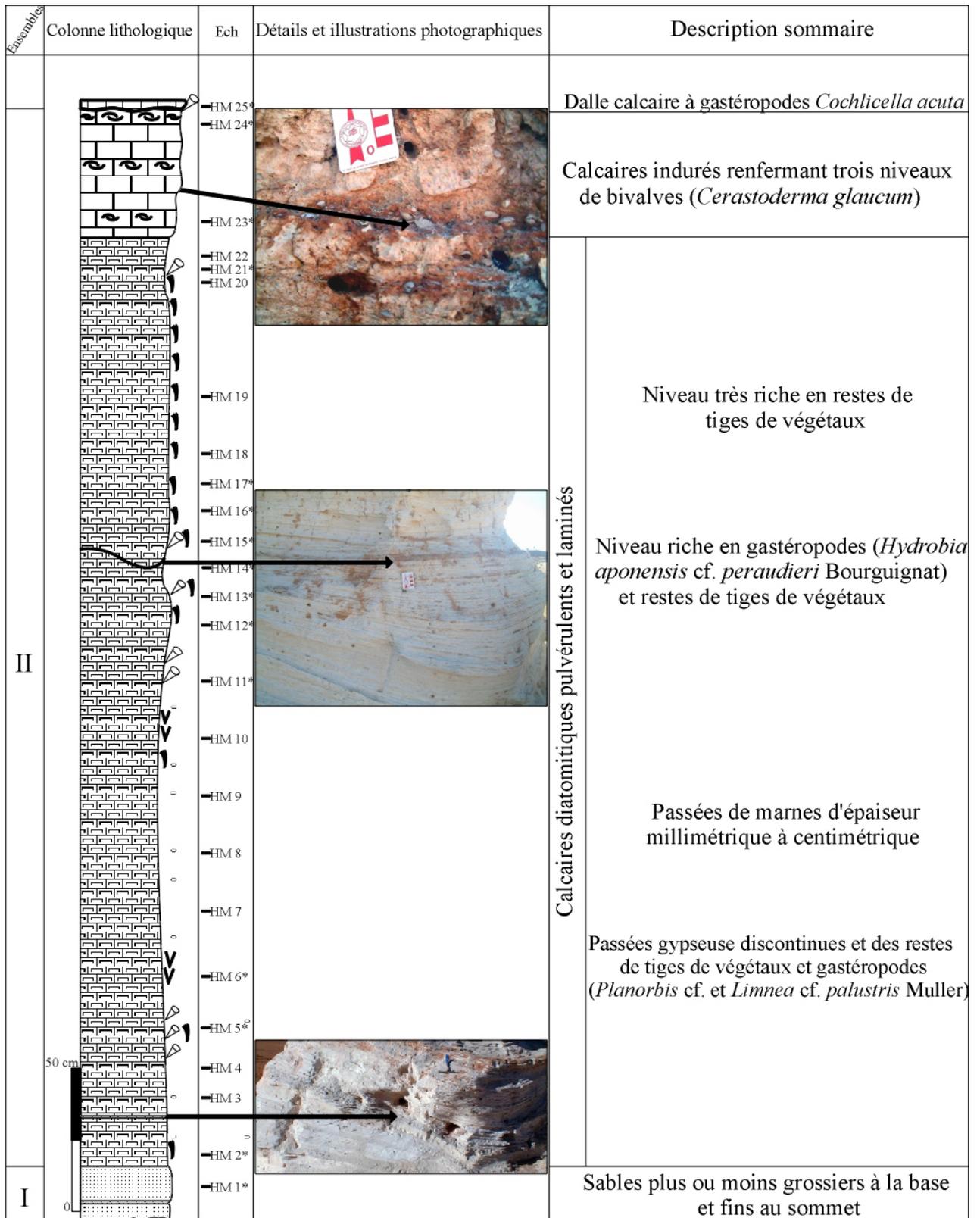
L'ensemble des caractères lithologiques de cette coupe a permis de distinguer deux ensembles (fig. 05).

Ensemble I

Il débute par 5 cm de sables (dont la base est couverte de sables dunaires), surmontés par une passée d'argiles et par 10 cm de sables fins jaunâtres. Il est à noter, que l'examen de la surface des grains de ces sables (notamment le quartz) de l'échantillon Hm₁ permet de les distinguer en fonction de leur géométries (subanguleux, subarrondis ou encore mâts).

Le lavage d'échantillon a révélé également une riche faune de gastéropodes et d'ostracodes (*Cyprideis torosa* Jones et *Candona neglecta* Sars) ainsi qu'une flore représentée par des charophytes (*Chara* sp. aff. *vulgaris* limné et *Chara zeylamica* Klein ex. Willdernow).

Cette unité sédimentaire de sables légèrement grésifiés a été déjà décrite par Callot (1984) en l'interprétant comme un dépôt palustre.



* : Echantillons analysés pour la microflore (Charophytes) et la microfaune (Ostracodes)

Fig. 05- Colonne lithologique de la coupe de la butte témoin de Hassi El Medjna

Ensemble II

Reposant en contact franc sur les sables précédents, cet ensemble, d'environ 3,5 m d'épaisseur, est constitué par un faciès calcaire très diatomitique laminé et pulvérulent. Il se caractérise par une très riche macroflore et macrofaune (tab. 02), observable même à l'œil nu : des tiges de végétaux, des gastéropodes de très petites tailles (naines ou juvéniles) et de différente taille : *Hydrobia aponensis* cf. *peraudieri* Bourguignat, *Limnea*. cf. *palustris* Muller et genre *Planorbis* (pl. I, fig. 6-11) et de bivalves de type *Cardium*.

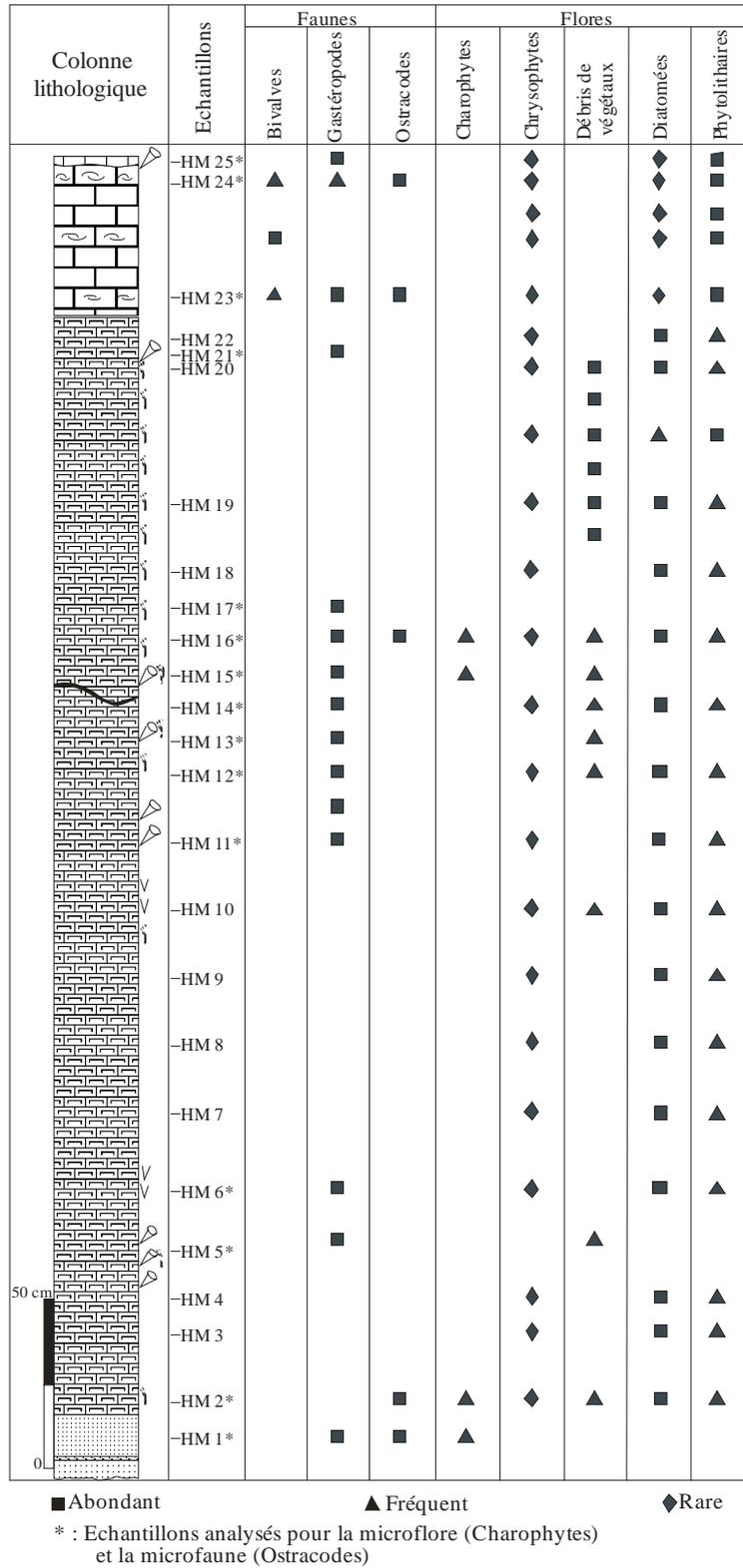
Par ailleurs, le lavage effectué sur quelques échantillons a livré une microflore et microfaune représentée par des charophytes (*Chara* sp. aff. *vulgaris* limné et *Chara zeylamica* Klein ex. Willdernow) et des ostracodes (*Cyprideis torosa* Jones et *Candona neglecta* Sars).

L'évolution sédimentaire se présente de base en haut comme suite :

- 1,78 m de calcaires diatomitiques pulvérulents, de couleur blanchâtre, à plusieurs passés gypseuses discontinues ;
- surmontant une discontinuité matérialisée par une passée argileuse, 50 cm de ce même faciès (calcaires diatomitiques) et très riche en gastéropodes de très petites tailles (*Hydrobia aponensis* cf. *peraudieri* Bourguignat) ;
- 80 cm de calcaires diatomitiques à tiges de végétaux, il est à noter que dans cette partie les gastéropodes sont de plus en plus rare ;
- la sédimentation évolue en calcaires indurés (50 cm), renfermant trois niveaux de bivalves (*Cerastoderma glaucum* Bruguière) en position de vie (pl. I, fig. 14-17), appelé «niveau à *Cardium*» par (Callot, 1984 ; Gasse *et al.*, 1987 ; Fontes et Gasse, 1990) et révélant au lavage des gastéropodes de très petites tailles et des ostracodes (*Loxoconcha*. sp. et *Cyprideis torosa* Jones).

L'étude lithologique des deux ensembles de la coupe de la butte témoin reflète donc une évolution d'un milieu de dépôt à régime sédimentaire détritique palustre vers un régime lacustre.

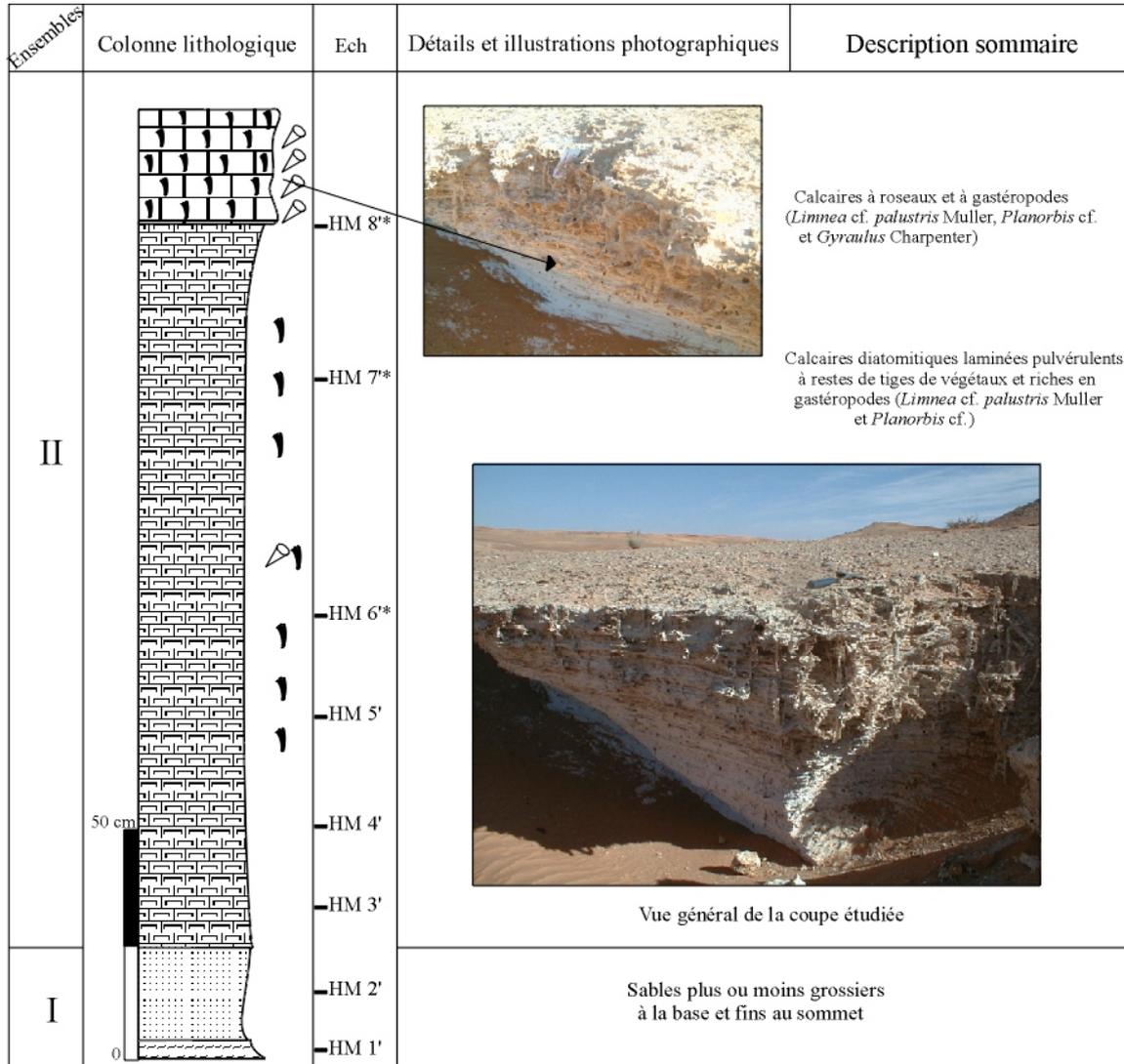
L'ensemble est couronné d'une dalle sous forme d'une croûte calcaire rougeâtre, très riche en gastéropodes terrestres : *Cochlicella acuta* (O.F. Muller) (pl. I, fig. 12,13).



Tabl. 02- Répartition relative et abondance des organismes le long de la coupe de la butte témoin de Hassi El Medjna

2. COUPE DE LA BERGE

Cette coupe est située en bordure de la dépression. Elle est également constituée de deux ensembles sédimentaires (fig. 06).



* : Echantillons analysés pour la microflore (Charophytes) et la microfaune (Ostracodes)

Fig. 06- Colonne lithologique de la coupe de la berge de Hassi El Medjna

Ensemble I

Il s'agit de sables fins jaunâtres de 20 cm surmontant une passée d'argile de 4 cm correspondant au dépôt palustre de Callot (1984).

Il faut remarquer que la base de cet ensemble est couverte par des sables dunaires.

Ensemble II

Cet ensemble est constitué de calcaires diatomitiques blanchâtre (1,57 m d'épaisseur) riche en tiges de végétaux. Ce faciès renferme en plus des autres formes inventoriées dans la première coupe des gastéropodes : *Limnea. cf palustris* Muller (pl. I, fig. 8,9), *Planorbis. cf* (pl. I, fig. 10,11).

A ces calcaires diatomitiques, succèdent 50 cm de calcaires à roseaux couronnant la coupe. Le lavage de l'échantillon Hm_g' a livré des gastéropodes appartenant au genre *Gyraulus* Charpenter, 1837 (tab. 03).

Colonne lithologique	Echantillons	Faunes			Flores				
		Bivalves	Gastéropodes	Ostracodes	Chrysophytes	Débris de végétaux	Diatomées	Phragmites	Phycolithaires
	HM 8*		■		■	▲		■	▲
	HM 7*			■	▲	▲	▲		▲
	HM 6*			■	▲	▲	▲		▲
	HM 5'								
	HM 4'				▲		▲		▲
	HM 3'				▲		▲		▲
	HM 2'								
	HM 1'								

■ Abondant

▲ Fréquent

* : Echantillons analysés pour la microflore (Charophytes) et la microfaune (Ostracodes)

Tabl. 03- Répartition relative et abondance des organismes le long de la coupe

3. COUPE « C »

A 100 m vers l’Est de la coupe de la butte témoin, un affleurement se présente sous forme de vastes surfaces de calcaires renfermant des *Cardium* et surmonté par un banc supérieur de 20 cm d’épaisseur de gypses (fig. 07). L’épaisseur de ces calcaires à *Cardium* (50 cm) semble être la même que dans la coupe de la butte témoin.

Il est à noter que, les calcaires diatomitiques de cette coupe sont probablement couverts par les sables dunaires (pl. I, fig. 5).

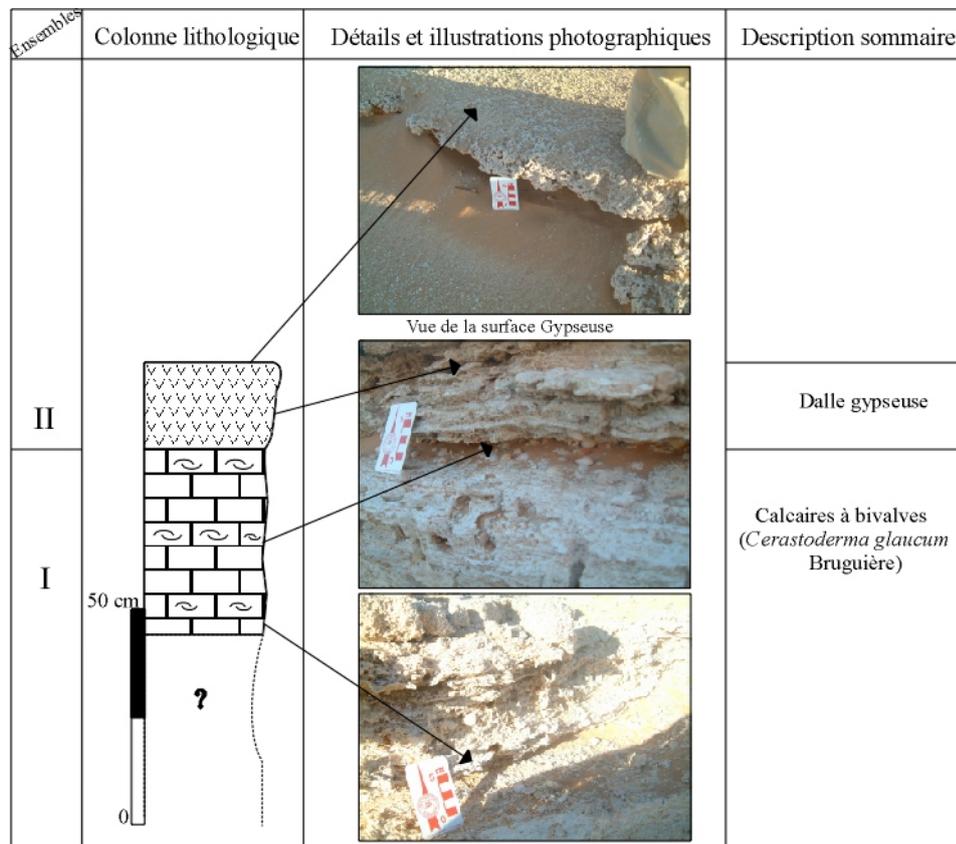


Fig. 07- Colonne lithologique de la coupe (C) de Hassi El Medjna

4. CORRELATION

La corrélation des coupes de la butte témoin, de la berge et la coupe «C» de Hassi El Medjna montre une certaine différence et similitude faciologique (fig. 08).

La coupe de la butte témoin et la coupe de la berge sont constituées de deux

ensembles sédimentaires : un ensemble détritique (argiles et sables fins jaunâtres) à la base, évoluant vers un autre ensemble à sédimentation chimico-organique (calcaires diatomitiques).

La différence se distingue surtout dans les niveaux supérieurs. Les calcaires diatomitiques de la coupe de la butte témoin sont surmontés par un banc de calcaires indurés à *Cardium* ainsi que d'une croûte calcaire rougeâtre d'origine terrestre, à gastéropodes (*Cochlicella acuta*). Tandis que, les calcaires diatomitiques de la coupe de la berge sont couronnés par des calcaires à roseaux.

Le calcaire diatomitique dans la coupe « C » est couvert par le sable dunaire. Le niveau calcaires à *cardium* est quant à lui surmonté par un faciès gypseux.

III. AGE DE LA SERIE DE HASSI EL MEDJNA

Lithologiquement, la fraîcheur et la position des dépôts sont des arguments en faveur d'un âge quaternaire récent, les travaux de Callot (1984) et de Gasse *et al.* (1987) le confirment.

Callot (1984) a effectué une première datation chronologique sur des coquilles prélevées dans le niveau supérieur des calcaires à *Cardium* d'une série de type «Hassi El Melah». Cette datation est attribuée pour sa partie supérieure à un âge de 4300 ± 90 ans B.P tout en plaçant la coupe dans l'Holocène.

D'autre part, les travaux de Gasse *et al.* (1987) ont apporté d'avantage de précision avec la datation radiométrique au C^{14} et ce depuis la base de la série jusqu'au sommet y compris les niveaux gypseux.

L'âge de la série de Hassi El Medjna est donc compris entre 9300 et 4000 ans B.P., permettant d'attribuer à cette formation un âge holocène.

Ainsi, l'étude lithologique des trois coupes et les datations chronologiques (radiométriques) ont permis d'établir une coupe synthétique de la région de Hassi El Medja (fig. 09).

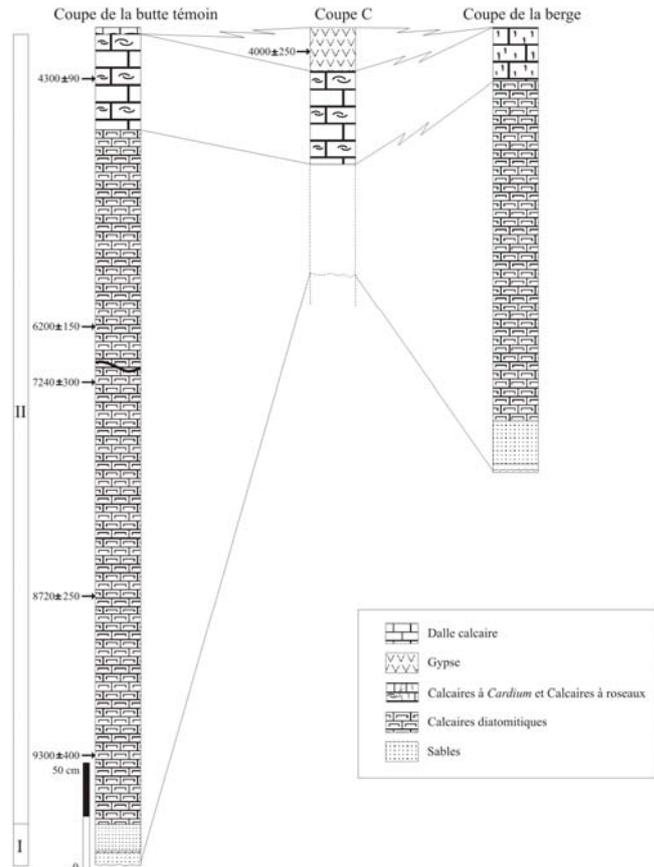


Fig .08- Corrélation lithologique des coupes étudiées de l'Holocène de la région de Hassi El Medjna et datation d'après Gasse *et al.* (1987)

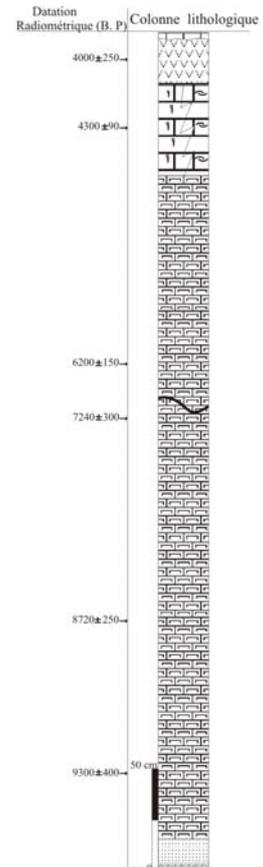


Fig.09- Coupe synthétique de Hassi El Medjna et datation radiométrique d'après Gasse *et al.* (1987)

I. INTRODUCTION

Les Diatomées ou Bacillariophycées sont des algues brunes unicellulaires à frustules siliceux. Elles vivent en solitaires où constituent des colonies sous forme de chaînettes, rubans ou étoiles dans toutes niches écologique (milieux marins, lagunaires et d'eaux douces).

Elles appartiennent à l'embranchement des Chromophytes et se divisent en deux sous classes :

- les Centrophycidées, désignées sous le nom de Centriques qui correspond à des formes arrondies à symétrie radiale ;
- les Pennatophycidées ou les Pennées dont le frustule est plus ou moins allongé à symétrie bilatérale.

Les Centriques sont pour la plupart planctoniques et sont connus depuis le jurassique tandis que les Pennées sont généralement benthiques et n'apparaissent qu'au début du tertiaire.

II. LES DIATOMEES LACUSTRES

Grâce à leurs facultés de se développer dans diverses niches écologiques, les diatomées lacustres occupent une place particulière en algologie, en limnologie et en paléolimnologie. Elles sont également utilisées en association avec les pollens pour reconstituer les conditions climatiques et les caractéristiques hydrologiques des milieux à travers le temps. Par conséquent, elles constituent dans les sédiments lacustres, des témoins précieux d'un passé récent et aussi plus ancien à l'échelle géologique.

L'aptitude des diatomées lacustres à coloniser tous les milieux aquatiques même les plus hostiles ainsi que leur capacité au diagnostic de la pollution hydrologiques est un atout majeur pour ces organismes dans le domaine actuel.

1. CARACTERES GENERAUX

1.1. La Cellule (fig. 10)

La cellule d'une diatomée est composée d'un noyau contenant des nucléoles, entouré d'une masse cytoplasmique. Des plastes se disposent autour du noyau, parmi lesquels s'individualisent des organites photosensibles appelés chromatophores, dont la couleur varie du jaune au brun en fonction de la nature des pigments. Ces chromatophores renferment de la chlorophylle. Le métabolisme de la cellule produit principalement des gouttelettes lipidiques et de nombreuses substances mucilagineuses.

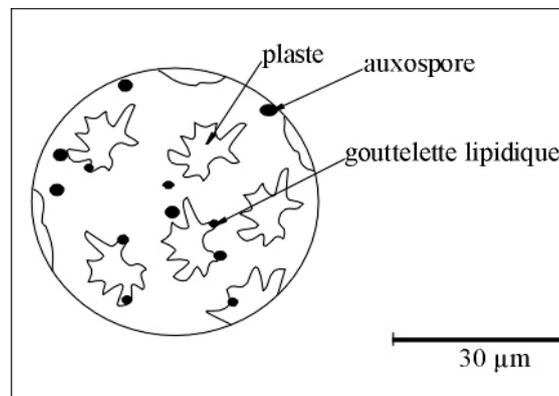


Fig. 10- Cellule des diatomées

1.2. Le Frustule

La cellule est enveloppée d'un squelette externe ou test siliceux appelé frustule. Ce dernier se compose de deux parties (valves) distinctes, inégales et agencées en une minuscule boîte. La partie supérieure étant plus grande est appelée épithèque tandis que la partie inférieure est appelée hypothèque. Sur chaque une de ces deux thèques, on distingue une partie faciale ou valvaire (respectivement épivalve et hypovalve) et des parties latérales (bandes connectives) emboîtées, formant la ceinture connective ou cingulum (fig. 11).

Les Centriques ont une valve circulaire elliptique à symétrie radiale. La surface valvaire est ornée d'aréoles ou de ponctuations.

Les Pennées sont de forme allongée à symétrie bilatérale et se distinguent par la présence d'une fente longitudinale appelé raphé. La surface valvaire est ornée par des stries, côtes, cloisons, ponctuations ou autres protubérances.

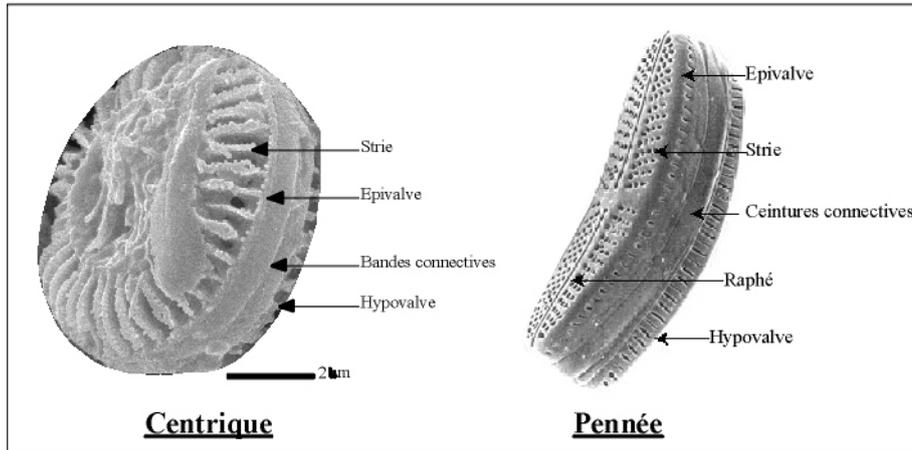


Fig. 11- Morphologie du frustule des diatomées Centriques et Pennées

1.3. Reproduction

Les diatomées développent deux types de reproduction : la division binaire et l'auxosporulation (fig. 12).

- la division binaire où chaque cellule-mère se divise en deux cellules filles. La taille de la valve diminue à chaque nouvelle génération, jusqu'à ce que la reproduction sexuée (auxosporulation) intervienne pour rétablir la taille d'origine ;

- l'auxosporulation (reproduction sexuée) consiste à la fusion de deux diatomées de petites tailles pour donner une cellule. La taille de cette dernière augmente et produit deux nouvelles thèques, qui vont se former trois à quatre fois plus grandes que celle de la cellule-mère.

1.4. Ecologie des diatomées

Les diatomées adoptent deux grands groupes de mode de vie :

- les diatomées planctoniques, appelées aussi euplanctoniques vivent librement dans l'eau (vagile). Il s'agit généralement de formes Centriques ;

- les diatomées benthiques, dites périphytiques, colonisent les environnements littoraux et présentent des communautés très différentes selon les types de substrats :

- formes endopéliques, vivant dans le sédiment ;

- formes épipéliques, espèces libres vivant à la surface des sédiments ;

- formes épipsammiques, vivant à la surface des grains de sables ;
- formes épilithiques, vivant sur les substrats durs et inertes ;
- formes épiphytiques, vivant fixées sur les végétaux.

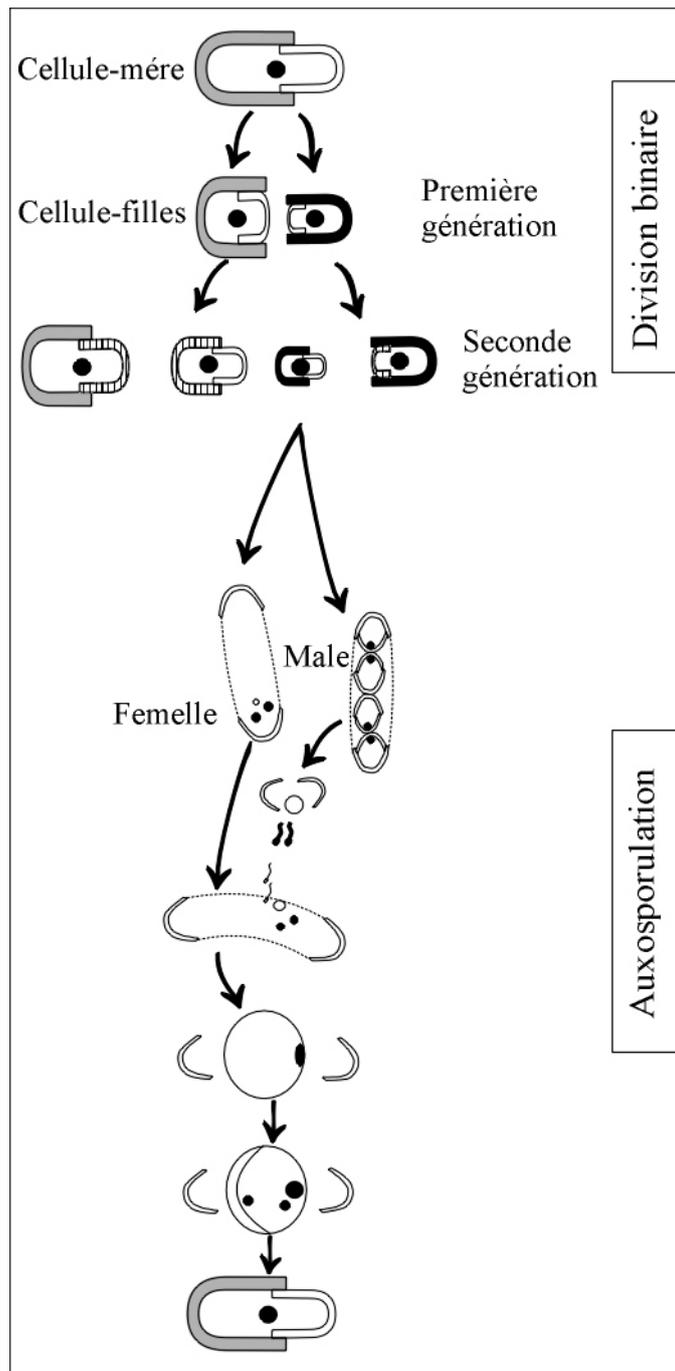


Fig. 12– La Reproduction des diatomées (in Hoover, 1979)

Outre les conditions biotiques, le développement des diatomées est étroitement lié aussi à la température de l'eau, à l'intensité lumineuse, aux variations saisonnières et annuelles du milieu, à la vitesse du courant, au pH, à la salinité, aux nutriments, à la teneur en silice et à la pollution de l'eau.

1.5. Intérêt des diatomées

Les diatomées fossiles sont de précieux marqueurs paléoécologiques (paléotempérature, paléosalinité et paléobathymétrie) permettant ainsi la reconstitution environnementale des paléo-milieus.

Toutefois, les diatomées actuelles sont utilisées en écologie et environnement comme Indice Biologique Diatomées (I.B.D) pour évaluer la qualité biologique d'une station, l'évolution temporelle et spatiale de la qualité de l'eau et les conséquences d'une perturbation sur l'environnement.

Par ailleurs, elles peuvent fournir une aide considérable en médecine légale.

III. INVENTAIRE MICROFLORISTIQUE (DIATOMEES)

1. METHODE DE TRAVAIL

L'inventaire de la microflore des diatomées est à la base de l'approche paléoenvironnementale des dépôts étudiés.

1.1. Méthodologie

Elle consiste à une description du genre, de l'espèce suivie d'un renvoi à la planche et à la figure correspondante, la synonymie ainsi que les dimensions taxonomique et l'écologie. Cette détermination s'effectue à l'aide d'un microscope photonique doté de deux oculaires de (X 10) et des objectifs de (X 40 et X 100).

1.2. Quantification

La taille des frustules est comprise entre moins d'un centième (10µm) pour les plus petites et peut atteindre un demi-millimètre de longueur (500 µm) pour les plus grandes.

La quantification utilisée est celle de Hurlimann et Schanz (1988) ainsi cinq cent individus de diatomées sont pris en compte (fig. 13). Le comptage s'effectue suivant des traversées horizontales en balayant la lame préparée.

1.3. Détermination

La classification adoptée dans ce chapitre est celle proposée par (Round *et al.*, 1990 ; Thomas, 1997 ; Lange-Bertalot, 2000)

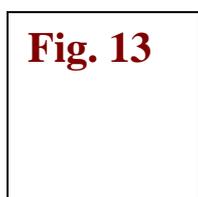
Les différents taxons de diatomées ont été déterminés (au niveau du genre et/ou au niveau spécifique) en se référant à plusieurs travaux : Husted (1930, 1957), Gaj-Levra et Abate (1993), Alimen *et al.* (1970), Baudrimont (1973, 1974), Servant-Vildary (1973, 1977, 1978, 1984 et 1986), Germain (1981), Coste et Ricard (1982, 1990), Servant-Vildary et Blanco (1984), Ehrlich et Dor (1985), Huault (1985, 1988), Frohlich et Servant-Vildary (1989), Cocquyt (1991), Compère (1991, 2000), Gasse et Fourtanier (1991), Pienitz *et al.* (1995), Veres *et al.* (1995), Josenhans *et al.* (1997), Schwalb *et al.* (1997), Telford (1998), Villeneuve et Pienitz (1998), Scherrod (1999), Gasse *et al.* (1987) et Adjedir (2002).

1.4. Autoécologie

Les caractères écologiques des taxons rencontrés sont abordés par synthèse des ouvrages cités ci-dessus et des travaux de Gasse *et al.* (1987) entre autre.

1.5. Représentation graphique et interprétation

L'ensemble des données quantitatives et qualitatives des diatomées sont représentées sous formes de graphes exprimant les fréquence des diatomées en fonction du mode de vie, de salinité, PH et température. Les interprétations de ces graphes nous ont permis une reconstitution paléoenvironnementale (voir chapitre IV).



2. LES DIATOMEES CENTRIQUES (CENTROPHYCIDEES)

Embranchement des **Chromophytes**

Classe des **Diatomophyceae (Bacillariophyceae)**

Sous classe des **Centrophycideés**

Ordre des **Biddulphiales**

Sous ordre des **Coscinodiscineae**

Famille des **Thalassiosiraceae** Lebour, 1930 emend.

Hasle, 1973b

Genre : *Cyclotella* Kützinger, 1834.

Les individus sont solitaires ou coloniaux, soit réunies en courts filaments ou dans un mucilage. Le frustule est circulaire ou elliptique. La surface valvaire est composée de deux parties; -une partie externe ou marginale, caractérisé d'aréoles disposées en stries radiales séparées par des rayons hyalins.- une partie centrale ou interne le plus souvent hyaline.

Cyclotella meneghiniana Kützinger, 1834

(pl. II, fig. 1-3 ; pl. VI, fig. 1).

Référence

- 1970 - *Cyclotella meneghiniana* Kützinger : Alimen *et al.*, p. 107, pl. III, fig. 7.
- 1971 - *Cyclotella meneghiniana* Kützinger : Beucheur, pl. XXIII, fig. 4.
- 1974 - *Cyclotella meneghiniana* Kützinger : Baudrimont, p. 259, pl. 19, fig. 10.
- 1978 - *Cyclotella meneghiniana* Kützinger : Servant-Vildary, pl. I.13, fig. 12.
- 1988 - *Cyclotella meneghiniana* Kützinger : Hürlimann et Schanz, p. 368, pl. 1, fig. 2.
- 1991 - *Cyclotella meneghiniana* Kützinger : Compère, p.201, fig. 113.
- 1992 - *Cyclotella meneghiniana* Kützinger : Denitz *et al.*, p. 119, pl. II, fig. 1-5.

Description

La valve a une forme circulaire. La surface valvaire s'organise en deux zones, l'une interne (centrale) hyaline et l'autre externe (marginale) ornée de ponctuations disposées en stries radiales séparées par des rayons hyalins. La zone centrale est plus grande que la zone marginale.

Dimension

Diamètre : 28 µm.

Stries : 9 à 14 en 10 µm.

Ecologie

C'est une forme littorale planctonique ou euplanctonique (Serieyssol et Krier, 1995 ; Gasse *et al.*, 1987).

Elle est halophile et alcaliphile (Foged, 1948 ; Baudrimont, 1973 et Gasse *et al.*, 1987).

Wood (1963) suggère qu'elle est ubiquiste des eaux douces, saumâtres et sursalées tout en la classant dans le groupe des espèces euryhalobe tandis que Gasse *et al.* (1987) considèrent que c'est une espèce d'eaux Meso à Polysaline.

C'est une forme cosmopolite, euryhaline et limnobionte (Caljon et Cocquyt, 1992).

Cette espèce a été inventoriée en Algérie par Baudrimont (1973) indiquant une abondance dans les eaux α mesohaline et dans tous les types chimiques d'eaux (chlorurées sodiques, sulfatées calcique, sulfatées sodique et bicarbonatées calcique) et eurytherme car elle tolère des températures élevées de l'ordre de 60° (exemple des eaux thermales).

Cyclotella. aff. ocellata Pantocsek.

Référence

1994 - *Cyclotella. aff. ocellata* Pantocsek : Fan, pl. VII, fig. 12-15.

Description

La valve a une forme circulaire. La surface valvaire est marquée par deux zones centrale et marginale.

La zone centrale est caractérisée par des ornements qui se présentent en quatre à six dents rondes dispersées sur sa surface tandis que la zone marginale possède des ponctuations en stries radiales séparées par des rayons hyalins.

Cette espèce a été affinée à *Cyclotella ocellata* par Fan (1994).

Dimension

Diamètre : 28 µm.

Ecologie

C'est une forme planctonique et alcalinophile (Gasse *et al.*, 1987).

Elle se développe principalement en association avec des formes périphytiques mésahalobes (Foged *in* Fan, 1994). Elle a été inventoriée par Fan (1994) associée à des spicules d'éponges et des restes de charophytes (indicateurs d'eaux peu profondes).

C'est une espèce d'eaux oligosalines à méso-polysalines (Gasse *et al.*, 1987).

Dans les lacs du Tchad, elle atteint son développement maximal au début d'installations tandis qu'au Niger elle persiste souvent tout au long de la vie des lacs (Servant-Vildary, 1978).

3. LES DIATOMEES PENNEES (PENNATOPHYCIDEES)

Embranchement des **Chromophytes**

Classe des **Diatomophyceae (Bacillariophyceae)**

Sous classe des **Pennatophycidées** Schütt, 1896

Ordre des **Bacillariales**

Sous-ordre des **Fragilariineae**

Famille des **Fragilariaceae** Dumortier, 1823

Genre : *Fragilaria* Lyngbye, 1819.

Les frustules sont coloniaux, réunies en filaments par des dents marginales spatulées à leurs extrémités et s'imbriquent les unes aux autres. Le frustule est d'une forme variable (linéaire, lancolé ou elliptique) en vue valvaire et rectangulaire en vue connotative. L'aire axiale est médiane lancolée et peut être large ou étroite. La surface valvaire porte des côtes transapicales internes souvent radiales aux extrémités.

Les frustules de ce genre sont Araphidés.

Fragilaria brevistriata Grunow

(pl. VI, fig. 3).

Référence :

1978 - *Fragilaria brevistriata* Grunow : Servant-Vildary, pl. II, 1, fig. 1-2.

1988 - *Fragilaria brevistriata* Grunow : Hürlimann et Schanz, p. 386, pl. 1, fig.17,19

Description

La valve est de très petite taille (ne dépassant pas les 26 µm de longueur). Elle est allongée, elliptique s'élargissant au centre valvaire. Les extrémités sont rostrées.

La surface valvaire est ornée de stries transversales. Ces stries sont formées de pores arrondis et espacés. L'axe longitudinal ou pseudoraphé est large.

Dimension

Longueur : 26 µm.

Largeur : 5 µm.

Strie : 10 en 10 µm.

Ecologie

C'est une forme planctonique, littorale, d'eau douce et alcaliphile (Gasse *et al.*, 1987 ; Servant-Vildary, 1978).

Fragilaria fonticola Grunow.

Référence

1978 - *Fragilaria fonticola* Grunow : Servant-Vildary, pl. II.1, fig. 4-5, pl. II.6, fig.10

Description

La valve est allongée et elliptique à extrémités rostrées. La surface valvaire est plus étroite par rapport à celle de *F. brevistriata*. Elle est ornée de stries transversales et formées de fines aréoles arrondies et espacées. L'axe longitudinal (ou pseudoraphé) est large.

Dimension

Longueur : 29 µm.

Largeur : 4 µm.

Strie : 10 en 10 µm.

Ecologie

C'est une forme planctonique (Servant-Vildary, 1978).

Genre : *Synedra* Ehrenberg, 1830.

Les frustules sont très allongés (longues), le plus souvent isolées mais forment parfois des colonies étoilées et le plus rarement rubanées (Rumeau et Coste, 1988). La surface valvaire est très étroite dépourvue de raphé. Les stries sont transversales et interrompues le long de l'aire longitudinale ou pseudoraphé. Les frustules de ce genre sont Araphidés.

Synedra ulna Ehrenberg

(pl. VII, fig. 12).

Référence

1897-1908 - *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg : Peragallo, p. 317, pl. LXXX.

1981- *Synedra ulna* Ehrenberg : Germain, p. 73, pl. 24, fig. 1-4 ; 6-7.

1993 - *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg : Gaj-Levra et Abate, p. 233, pl. 2, fig. 27.

Description

La valve est lancéolée linéaire. Les frustules sont de grandes tailles (peuvent atteindre 200 µm de longueur). Les extrémités sont légèrement capitées. La surface valvaire est très étroite présentant un pseudoraphé également étroit et des stries transversales interrompues par l'aire longitudinale (pseudoraphé).

Ecologie

C'est une forme épiphytique, fixé par pédoncule sur des tiges de *Cyperus* et *Papyrus* (Servant-Vildary, 1978). Il s'agit d'une forme d'eau douce (Gasse *et al.*, 1987) et vit dans des milieux littoraux soumis à de fréquentes fluctuations du plan d'eau.

Elle est alcaliphile (Richardson *in* Servant-Vildary, 1978).

Sous-ordre des **Bacillariineae**

Famille des **Cymbellaceae** Kützinger, 1844.

La famille des Cymbellaceae est caractérisée par des frustules à valves dissymétriques par rapport aux axes longitudinales et transapicales. Les frustules sont biraphidés.

Genre : *Amphora* Ehrenberg, 1840.

Ce genre est caractérisé par des formes solitaires, planctoniques ou benthiques, vagiles ou sessiles. La forme du frustule est arquée en vue valvaire et elliptique en vue connective. La surface valvaire est caractérisée par des aréoles poroïdes, plus ou moins allongées transapicalement et plus ou moins inégales entre elles. Ces dernières sont abondantes sur la moitié dorsale et absentes ou peu nombreuses sur la partie ventrale. Le raphé est présent sur les deux valves.

Amphora commutata Grunow.

Référence

1974 - *Amphora commutata* Grunow : Baudrimont, p. 262, pl. 21, fig. 34.

2002 - *Amphora commutata* Grunow : Adjedir, p.62, pl. III, fig.5-6, pl. V, fig. 31.

Description

La valve est dorsi-ventrale, elliptique à extrémités arrondies à raphé est bi-arqué. Le côté dorsal est caractérisé par des stries très fortes radiantes constituées d'aréoles poroïdes. Le côté ventral présente une rangée de courtes stries marginales.

Dimension

Longueur : 58-64 μm .

Largeur : 10-14 μm .

Stries : 9 à 10.

Ecologie

C'est une forme épiphytique. Elle est alcalinophile (Gasse *et al.*, 1987 ; Baudrimont, 1973). C'est une forme d'eau meso-polysaline (Gasse *et al.*, 1987).

Elle est fréquente dans les eaux sulfatées sodiques, chlorurées sodiques et magnésiennes (Baudrimont, 1973).

Amphora ovalis Kützinger.

Référence

1973 - *Amphora ovalis* Kützinger : Hürlimann et Schanz, pl. III, fig. 1-2.

1978 - *Amphora ovalis* Kützinger : Servant-Vildary, pl. II.6, fig. 17.

Description

La valve est dorsi-ventrale à raphé bi-arqué (sigmoïde) et à extrémités arrondies. Ces dernières s'incurvent vers la partie ventrale. Les stries sont continues de part et d'autre du raphé et radiantes en vue valvaire.

Dimension

Longueur : 50-54 μm .

Largeur : 8-10 μm

Ecologie

C'est une forme épiphytique alcalinophile, d'eau douce et généralement inventoriée dans les rivières et les lacs (Gasse *et al.*, 1987 ; Fan, 1994).

Cependant, elle caractérise aussi les eaux stagnantes (Patrick et Peimer *in* Fan, 1994).

Il s'agit d'une forme euryhaline et mésohalobe (Baudrimont, 1973).

Elle est oligotherme de 0 à 15°C (Servant-Vildary et Blanco, 1984) et considérée comme cosmopolite par Compère (1991).

Amphora platensis Frenguelli

(pl. II, fig. 4-5 ; pl. VI, fig. 2).

Référence

1984 - *Amphora platensis* Frenguelli : Servant-Vildary et Blanco, pl. II, fig. 25, p. 86.

Description

La valve est héli-elliptique à bord dorsal fortement convexe et à bord ventral légèrement concave. Les extrémités sont rostrées et peu recourbées vers le bord ventral.

Le raphé est rectiligne et interrompu au centre par une aire centrale qui est semi-circulaire.

La surface valvaire est ornée de stries radiantes, finement ponctuées et inégalement espacés dans la zone centrale.

Dimension

Longueur : 50 µm.

Largeur : 14 µm.

Ecologie

Cette espèce est une forme périphytique étant donné qu'elle appartient au genre *Amphora*.

Genre : *Cymbella* Agardh, 1830.

Les valves sont généralement dorsi-ventrales, en forme de croissant. Au Microscope Electronique à Balayage (M.E.B), le bord ventral des valves présente un ou plusieurs stigmas. C'est un genre biraphidé à raphé de forme rectiligne à incurvé.

Les frustules présentent une symétrie bilatérale.

Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve.

Référence:

1986 - *Cymbella aspera* (Ehrenberg) Cleve : Servant-Vildary, pl. 10, fig. 164.

1981 - *Cymbella aspera* (Ehrenberg) Cleve : Germain, p. 280, pl. 102, fig. 1-4

Description

La valve est dorsi-ventrale allongée. Les extrémités sont arrondies. Le bord dorsal est convexe tandis que le bord ventral est rectiligne. Le raphé est presque droit avec une légère inclinaison vers la partie dorsale de la valve. L'aire centrale est large.

La surface valvaire est ornée de stries radiantes.

Dimension

Longueur : 50 µm.

Largeur : 10 µm.

Ecologie

C'est une espèce rarement inventoriée dans les cours d'eau et semble adaptée à des assèchement plus ou moins prolongés (Germain, 1981).

Cymbella cymbiformis Agardh, 1830

(pl. II, fig. 12-13 ; pl. VI, fig. 4).

Référence :

1946 - *Cymbella cymbiformis* Agardh : Giaj-Levra et Abate, p. 262, pl. 17, fig.2.

1973 - *Cymbella cymbiformis* (Agardh et Kützing) : Van Heurck et Ehrlica, pl. 3, fig. 14.

1974 - *Cymbella cymbiformis* Agardh : Baudrimont, p. 262, pl. 21, fig. 36.

1982 - *Cymbella cymbiformis* Agardh : Krammer, pl. 1086. fig. 3.

1986 - *Cymbella cymbiformis* Agardh : Servant-Vildary, p. 199, pl. 10, fig.160-163, pl. 12, fig. 189.

2002 - *Cymbella cymbiformis* Agardh : Adjedir, p. 65, pl. III, fig. 8.

Description

La valve est dorsi-ventrale allongée. Le bord dorsal est convexe tandis que le bord ventral est presque rectiligne avec un léger bombement au centre. Les valves de cette espèce sont plus étroites que celles de *C. affinis*.

Le raphé est très incurvé vers le bord ventral, au centre ainsi qu'aux extrémités. Des fissures terminales du raphé se distinguent vers le bord dorsal.

Les stries sont à peine radiantées et présentent des poroïdes en tirets parallèles au raphé.

Dimension

Longueur : 52 µm.

Largeur : 10 µm.

Ecologie

C'est une forme d'eau douce, littorale épiphytique (Gasse *et al.*, 1987).

Elle est alcaliphile (Gasse *et al.*, 1987 ; Baudrimont, 1973). Il s'agit d'une forme oligohalobe (de 0,2 à 2 g/l) et limnobionte (Baudrimont, 1973).

Cette espèce a été inventoriée en Algérie par Baudrimont (1978) dans les eaux leptomesohalines alcalines, sulfatées sodiques et bicarbonatées calciques et au Maroc dans les eaux calcique et magnésiennes.

Cymbella hulensis Ehrlica.

Référence

1973 - *Cymbella hulensis* Ehrlica : Ehrlica, pl. 3, fig. 17-18.

Description

La valve est dorsi-ventrale, lancéolée. Les extrémités sont arrondies. Le bord dorsal est légèrement convexe et le bord ventral est rectiligne. Le raphé est droit. Les stries sont robustes et transversales. L'aire longitudinale est assez large séparant le raphé des stries.

Ecologie

Cette espèce est une forme périphytique étant donné qu'elle appartient au genre *Cymbella*.

Cymbella aff. *hulensis* Ehrlica.

Description

La valve est dorsi-ventrale, lancéolée à extrémités arrondies. Le raphé est rectiligne. Elle présente des caractères similaires à *C. hulensis* mais diffère au niveau des stries qui sont plus fines chez *C. aff. hulensis*. Par ce caractère, ce taxon a été affiné à *C. hulensis*.

Ecologie

Ce taxon pourrait tolérer les mêmes caractéristiques écologiques que ceux de *C. hulensis*.

Cymbella aff. *leptoceros* (Ehrenberg) Grunow.

Référence

1978 - *Cymbella leptoceros* (Ehrenberg) Grunow : Servant-Vildary, pl.

1994 - *Cymbella leptoceros* (Ehrenberg) Grunow : Fan, pl. XIV, fig. 1.

Description

La valve est dorsi-ventrale, lancéolée. Les extrémités sont sub-arrondies.

Les stries sont robustes et peu radiant. Le raphé est légèrement recourbé vers le bord ventral.

Cette forme présente des caractères similaires à *C. leptoceros*, mais diffère au niveau des stries qui sont plus robustes.

Ce taxon a été affiné à *C. leptoceros*.

Ecologie

Cette espèce est une forme périphtyque étant donné qu'elle appartient au genre *Cymbella*.

Cymbella mesiana Cholnoky.

(pl. II, fig. 9-10)

Référence :

1986 – *Cymbella mesiana* Cholnoky : Servant-Vildary, pl. 11, fig. 168, pl. 10, fig. 165-166, pl. 12, fig. 186-187, 191.

Description

La valve est dorsi-ventrale robuste et lancéolée. Le bord dorsal est fortement arqué. Le bord ventral est sub-rectiligne à légèrement convexe. Les extrémités sont arrondies.

L'aire longitudinale est large et bien marquée au centre valvaire de la partie dorsale.

Les stries du côté dorsal sont radiantées tandis que les stries du côté ventral sont radiantées au centre et divergentes aux extrémités. Le raphé est plus ou moins rectiligne.

Ecologie

Cette espèce est une forme périphtyque étant donné qu'elle appartient au genre *Cymbella*.

Cymbella pusilla Grunow.

(pl. II, fig. 6-8 ; pl. VI, fig. 5-6)

Référence

1994 - *Cymbella pusilla* Grunow : Fan, pl. XIX, fig. 16-17.

Description

La valve est dorsi-ventrale. Le bord dorsal est fortement convexe. Le bord ventral est presque rectiligne avec un léger bombement au centre. Les extrémités sont arrondies.

Le raphé s'incurve au centre et aux extrémités. Les stries sont radiantées au centre.

La surface valvaire de cette espèce est plus large par rapport à celle de *C. cymbiformis*.

Dimension

Longueur : 38 µm.

Largeur : 10 µm.

Ecologie

C'est une forme épiphytique, d'eaux alcalines (pH > 8) et caractérise les eaux méta à hypersalines (Gasse *et al.*, 1987).

Cymbella sp. 1

Description

La valve est dorsi-ventrale, lancéolée à pôles subaigus. Le bord dorsal est légèrement convexe. Le bord ventral est semi-rectiligne.

L'aire longitudinale est large du côté dorsal tandis qu'elle est étroite du côté ventral. Le raphé est plus ou moins incurvé. Les stries sont légèrement radiant.

Sous-ordre des **Bacillariineae**.

Famille des **Epithemiaceae** Grunow, 1860.

Genre : *Denticula* Kützinger, 1844.

Les formes de ce genre sont coloniales formants des chaînes. Le frustule est lancéolé, caractérisé par des valves fusiformes et symétriques par rapport à l'axe longitudinal. Les extrémités sont arrondies à aigues et le système raphéen est central à modérément excentré. Les surfaces valvaires sont ornées de côtes et de striées.

Denticula subtilis Grunow, 1862.

(pl. VI, fig. 7-8)

Référence

1988- *Denticula subtilis* Grunow : Krammer et Langer-Bertalot, p. 140, pl. 96, fig.4,6

1998- *Denticula subtilis* Grunow : Villeneuve et Pienitz, p.171, pl. 73, fig.73,75.

2002- *Denticula subtilis* Grunow : Adjedir, p. 67, pl. III, fig. 9.

Description

La valve est lancéolée à extrémités aigues à arrondies. La surface valvaire est très étroite. Elle est symétrique longitudinalement et transversalement. Elle est caractérisée par des fibules transversales robustes.

Les côtes sont également robustes et se présente transversalement (de 8 à 11 côtes) à striation très dense. Le raphé est droit.

Dimension

Longueur : 20-24 µm.

Largeur : 3-5 μm .

Fibules : 4-5 en 10 μm .

Ecologie

C'est une forme littoral, fréquente sur les suintements rocheux et sur les macrophytes immergées (Germain *in* Cocquyt, 1991).

Elle est épipsammique et se prolifère aussi dans les milieux subaériens inondés périodiquement (Villeneuve et Pienitz, 1998).

Elle est classé parmi les formes acidophiles ($\text{PH} \leq 5$) (Gasse *et al.*, 1987 ; Villeneuve et Pienitz, 1998). Gasse *et al.* (1987), la considère comme une forme d'eau Meso à polysaline. Elle est aussi mesohalobe d'après Villeneuve et Pienitz (1998).

Denticula sundaysis Archibald, 1982.

Référence

1982- *Denticula sundaysis* Archibald : Coste et Ricard, fig. 35,69.

1990- *Denticula sundaysis* Archibald : Coste et Ricard, pl. 1, fig. 16, pl. 7, fig. 16.

Description

La valve est lancéolée à extrémités subaiguës à aigues et parfois arrondies. Elle est symétrique longitudinalement et transversalement.

Elle est caractérisée par des fibules transversales robustes. Les côtes sont robustes transversales (de 7 à 8 côtes) à striation moins dense que celle de *D. subtilis*.

Le raphé est droit.

Dimension

Longueur : 20-24 μm .

Largeur : 3-5 μm .

Fibules : 4-6 en 10 μm .

Ecologie

C'est une forme benthique. Elle a été signalée en Afrique du sud et aux Seychelles (Coste et Ricard, 1990).

Denticula aff. *sundaysis* Archibald, 1982.

Description

La valve est lancéolée de très petite taille (ne dépassant pas les 20 μm de longueur). Elle possède six côtes transversales, très robustes.

Elle se distingue de *D. sundaysis* au niveau du centre valvaire où la distance entre deux côtes est plus espacée. Le raphé est rectiligne.

Elle a été affinée à *D. sundaysis*.

Ecologie

Ce taxon pourrait tolérer les mêmes caractéristiques écologiques que ceux de *D. sundaysis*.

Denticula tenuis Kützting.

(pl. VI, fig. 9).

Référence

1994 - *Denticula tenuis* Kützting : Fan, pl. XV, fig. 26,27.

1978 - *Denticula tenuis* Kützting : Giaj-Levra et Abate, pl. 1, fig. 19.

Description

La valve est lancéolée à forme globuleuse. Les extrémités sont arrondies. Les côtes sont transversales et robustes. La surface valvaire est globuleuse ou renflé au milieu et étroite aux extrémités. Elle est symétrique longitudinalement et transversalement. Le raphé est rectiligne.

Dimension

Longueur : 10 µm.

Largeur : 7 µm.

Côte : entre 10 et 11.

Ecologie

C'est une forme benthique, d'eau douce (Giaj-Levra et Abate, 1978).

Denticula thermalis Grunow.

(pl. VI, fig. 11)

Référence

1973 - *Denticula thermalis* Grunow : Baudrimont, pl. 21, fig. 43-44.

Description

La valve est élancée fusiforme à extrémités aigues. La surface valvaire présente des côtes très fortes (robustes). Leurs nombres sont de 9 à 11. Entre ces côtes existent des stries plus fines se présentant en une seule ou deux rangées.

Le raphé est droit.

Dimension

Longueur : 18 µm.

Largeur : 4 µm.

Ecologie

C'est une espèce benthique, épiphytique. Elle se développe dans les eaux alcaliphile et oligosalines (Baudrimont, 1973).

Elle est fréquente dans les sources thermales (Euthérme à température > 30 °C).

Denticula valida.

(pl. VI, fig. 10).

Référence

1994 - *Denticula valida* : Fan, p. 56.

Description

La valve est très étroite, lancéolée et présente un léger étranglement au milieu valvaire. En vue connective, elle ressemble à *D. thermalis* mais la différence réside aux niveaux des côtes qui sont plus nombreuses et moins organisées chez *D. valida*.

Les extrémités sont aigues et les côtes transversales sont en nombre de 10 à 17 côtes.

Le raphé est rectiligne.

Dimension

Longueur : 30 µm.

Largeur : 5 µm.

Ecologie

C'est une forme benthique. Elle se prolifère dans les eaux oligosalines ainsi que dans les sources thermales (Euthérme) d'après (Fan, 1994).

Elle est connue au Etat Unis dans les sources chauds (Patrik et Reimer *in* Fan, 1994).

Denticula. aff. valida.

Référence

1994 - *Denticula valida* : Fan, p. 56.

Description

La valve est très étroite et lancéolée. La surface valvaire présente un léger étranglement au milieu. Les extrémités sont aigues.

Cette forme présente des caractères similaires à *D. valida* mais la différence réside au niveau du nombre de côtes (plus nombreux chez *D. aff. valida*).

Le raphé est rectiligne.

Cette forme a été affinée par Fan (1994) à *D. valida*.

Dimension

Longueur : 30 µm.

Largeur : 5 µm.

Côte : entre 18 et 30.

Ecologie

Ce taxon pourrait tolérer les mêmes caractéristiques écologiques que ceux de *D. valida*.

Denticula sp.

Description

La valve est fusiforme et de très petite taille (ne dépassant pas les 20 µm de longueur). Les extrémités sont sub-aiguës.

La surface valvaire est ornée de six côtes à stries transversales plus ou moins denses.

Genre : *Epithemia* Brébisson ex Kützing, 1838.

Les spécimens appartenant à ce genre sont solitaire épiphytiques, adhérent au support à l'aide d'une extrémité au niveau de la face ventrale.

Les valves sont arquées et dorsi-ventrales avec un bord dorsal convexe et un bord ventral droit à concave. Les extrémités peuvent être capitées, rostrées ou arrondis.

En vue connective, le frustule est rectangulaire. Le raphé appairé dans la marge du côté ventrale et au centre de la valve formant un V.

Epithemia adnata (Kützing) Brébisson, 1988.

(pl. III, fig. 9)

Référence

1897- 1908 - *Epithemia zebra* (Ehrenberg) Kützing : Peragallo, p. 305, pl. LXXVII, fig. 29,31.

1974 - *Epithemia zebra* (Ehrenberg) Kützing : Baudrimont, p. 262, pl. 21, fig. 45.

1983 - *Epithemia zebra* (Ehrenberg) Kützing : Huault et Leffbervre, pl. I, fig. 8.

1988 - *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson : Krammer et Lange-Bertalot, p. 152, pl. 107, fig. 1,11.

1990 - *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson : Coste et Ricard, p. 56, pl. 1, fig. 18.

1992 - *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson : Pienitz *et al.* , p. 121, pl. VI, fig.16.

1993 - *Epithemia zebra* (Kützing) Brébisson : Giaj-Levra et Abate, p. 263, pl. 17, fig. 31.

Description

La valve est dorsi-ventrale à extrémités obtuses. La partie dorsale est convexe tandis que la partie ventrale est droite à légèrement concave.

Les côtes comprennent plus de deux rangées de ponctuations. Le raphé est marginal incurvé vers le bord dorsal.

Dimension

Longueur : 80 µm.

Largeur : 12 µm.

Ecologie

C'est une forme épiphytique d'eau douce (Baudrimont, 1973).

Elle est alcalinophile à alcalibionte (PH de 8,2 à 8,5) et leptomesohalobe et se développe dans les eaux chlorurées sodiques (Baudrimont, 1973).

Epithemia adnata var. *porcellus* (Kützing) Grunow.

Référence

1973 - *Epithemia zebra* var. *porcellus* (Kützing) Grunow : Ehrlica, pl. 4, fig.13.

Description

La valve est linéaire allongée. Les pôles sont capités et arrondies s'inclinant vers le bord dorsal. Le bord ventral est presque rectiligne tandis que le bord dorsal est convexe devenant presque droit au milieu de la valve.

Le système raphéen est marginal, se distinguant au bord ventral et formant un V au centre de la valve.

Ecologie

Cette espèce est une forme périphtyque étant donné qu'elle appartient au genre *Epithemia*.

Epithemia adnata var. *saxonica* (Ehrenberg) Grunow
(pl. VI, fig. 12).

Référence

1973 - *Epithemia zebra* var. *saxonica* (Kützing) Grunow : Ehrlica, pl. 4, fig. 12.

Description

La valve est dorsi-ventrale en forme d'arc. Les pôles sont arrondis. Le bord ventral est peu concave tandis que le bord dorsal est convexe. Le bord ventral est caractérisé par un système raphéen marginal et formant un V au centre de la valve.

Dimension

Longueur : 81 µm.

Largeur : 14 µm.

Ecologie

C'est une forme épiphytique d'eau douce (Baudrimont, 1973). Elle est alcalinophile à alcalibionte (PH de 8,2 à 8,5) et leptomesohalobe et se développe dans les eaux chlorurées sodiques d'après Baudrimont. (1973).

Epithemia argus (Ehrenberg) Kützing, 1844.
(pl. III, fig. 2-8,10 ; pl. VI, fig. 13-15).

Référence

1970 - *Epithemia argus* Kützing : Alimen *et al.*, p. 107, pl. III, fig. 3.

1971 - *Epithemia argus* Kützing : Beucheur, pl. XXIII, fig. 2,3.

1988 - *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing : Krammer & Lange-Bertalot, p. 147, pl. 102, fig. 1,3,8.

1998 - *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing : Villeneuve et Pienitz, p.173, fig.76,79.

2002 – *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing : Adjedir, pl. III, fig. 10-14, pl. V, fig. 9,10.

Description

La valve est dorsi-ventrale arquée. Le frustule est robuste. La convexité se distingue dans le bord dorsal. Les extrémités sont arrondies à peu capitées. En vue interne, la valve présente des chambres polygonales de différentes dimensions.

La surface valvaire est ornée d'un ensemble de côtes transversales robustes. Les espaces intercostaux sont couverts généralement de plus de trois rangées de grosses ponctuations. Elle est caractérisée par un système raphéen marginal, se distinguant au bord ventral et formant un V au centre de la valve.

Dimension

Longueur : 68-77 μm .

Largeur : 13-14 μm .

Ecologie

C'est une forme épiphytique (Gasse *et al.*, 1987), se proliférant dans des milieux à concentration moyens à élevée en électrolyte dans des ruisseaux, sources et suintements rocheux (Villeneuve et Pienitz, 1998).

Elle est alcalinobionte (Gasse *et al.*, 1987 ; Baudrimont, 1973 ; 1974).

C'est une forme oligohalobe, rhéophile et présente dans des eaux sulfatées calciques et leptomesohalines (Baudrimont, 1974). Elle caractérise les eaux oligosalines (Gasse *et al.*, 1987).

Epithemia turgida (Ehrenberg) Kützing, 1844

Référence

1897 -1908- *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing : Peragallo, p. 304, pl. XXVIX, fig. 35-37.

1967 - *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing : Ichikawa, p. 73, pl. IV, fig. 70 a-b.

1970 - *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing : Hajos, p. 947, pl. IX, fig. 5.

1973 - *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing : Ehrlich, p. 21, pl. IV, fig. 10.

1988- *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing : Hürlimann et Schanz, p. 371, pl. 4, fig. 3-4

1993 - *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing : Gaj-Levra et Abate, p. 263, pl. 17, fig. 23.

Description

La valve est dorsi-ventrale de forme allongée et arquée à extrémités capitées. *Epithemia turgida* a une taille plus importante que celle de la précédente (elle peut atteindre 100 µm de longueur).

Le bord ventral est droit tandis que le bord dorsal est très développé (très convexe) au milieu de la valve.

En vue interne, la valve présente des chambres polygonales de différentes tailles.

Les côtes sont robustes, constituées de deux rangées de grosses ponctuations intercostales.

Le raphé est observable au bord ventral, formant un V au centre de la valve.

Dimension

Longueur : 80-100 µm.

Largeur : 10-14 µm.

Ecologie

C'est une forme épiphytique, alcalinobionte et se développe dans les eaux douces à saumâtres ou dans les eaux oligosalines (Gasse *et al.*, 1987 ; Hajos, 1970).

Elle est euryhaline (Hajos, 1970).

Epithemia turgida.s.l.

Description

Les formes observées ne présentent pas une structure centrale nette en vue valvaire. Ce qui explique l'épithète « s.l » de l'espèce considéré.

La valve a une forme allongée et arquée à extrémités capitées. Le bord ventral est droit tandis que le bord dorsal est convexe au milieu de la valve.

Cette forme se rapproche beaucoup à *E. turgida*.

Dimension

Longueur : 80-100 µm.

Largeur : 10-14 µm.

Ecologie

Ce taxon pourrait tolérer les mêmes caractéristiques écologiques que ceux de *E. turgida*.

Epithemia turgida var. *granulata* (Ehrenberg), 1836

Référence

1993 - *Epithemia turgida* var. *granulata* (Ehrenberg) Brun : Giaj-Levra et Abate, p. 263, pl. 17, fig. 25.

Description

La valve est dorsi-ventrale très élancée linéaire et de grande taille (entre 80 et 100 µm de longueur). Le bord ventral est presque droit tandis que le bord dorsal est légèrement convexe. Les extrémités sont rostrées. Les côtes sont robustes, comprenant deux rangées de grosses punctuations intercostales.

Dimension

Longueur : 80-100 µm.

Largeur : 10-14 µm.

Ecologie

Cette espèce est une forme périphytique étant donné qu'elle appartient au genre *Epithemia*.

Epithemia aff. *turgida* var. *plicata*

Référence

1993 - *Epithemia* aff. *turgida* var. *plicata* : Giaj-Levra et Abate, p. 263, pl. 17, fig. 24.

Description

Le frustule est dorsi-ventral arqué. Le bord ventral est très concave. La surface valvaire est ornée de côtes robustes, comprenant deux rangés de grosses punctuations intercostales.

Cette forme ressemble à *E. turgida* var. *plicata* mais la différence réside au centre et au bord ventral.

Ce taxon a été affiné à *E. turgida* var. *plicata*

Dimension

Longueur : 70-100 µm.

Largeur : 8-14 µm.

Ecologie

Cette espèce est une forme périphytique étant donné qu'elle appartient au genre *Epithemia*.

Epithemia turgida var. *ventagus* (Kützinger).1844.

Référence

1993 - *Epithemia turgida* var. *ventagus* (Kützinger): Giaj-Levra et Abate, p. 263, pl.17, fig. 26.

Description

Les valves sont dorsi-ventrales élancées. Cette forme ressemble généralement à *E. turgida* var. *granulata* mais la différence réside au niveau du bord dorsal. Ce dernier est légèrement plus convexe au le centre.

Dimension

Longueur : 80-100 µm.

Largeur : 8-14 µm.

Ecologie

Cette espèce est périphtyrique.

Epithemia turgida var. *westermanii* (Ehrenberg) Grunow

Référence

1993 – *Epithemia turgida* var. *westermanii* (Ehrenberg) Grunow : Giaj-Levra et Abate, p. 263, pl. 17, fig.27.

Description

La valve est dorsi-ventrale élancée. Les extrémités sont rostrées et arrondies, s'incurvant vers le bord ventral. Ce dernier est plus linéaire au milieu de la valve. Le bord dorsal est franchement renflé.

Les côtes sont robustes et comprennent deux rangés de grosses ponctuations intercostales.

Dimension

Longueur : 80-100 µm.

Largeur : 10-14 µm.

Ecologie

C'est une forme périphtyrique.

Epithemia sorex (Ehrenberg) Kützinger, 1844.

Référence

1973 - *Epithemia sorex* Kützinger : Ehrlica, pl. 8, fig. 1-2, pl. 4, fig. 11.

1993 - *Epithemia sorex* (Ehrenberg) Kützinger : Giaj-Levra et Abate, p. 263, pl. 17,

fig. 28.

1994 - *Epithemia sorex* (Erhenberg) Kützing : Fan, pl. XV, fig. 30.

Description

Cette espèce est de petite taille par rapport à *E. argus*, *E. turgida* et *E. zebra*. La valve est très développée (sortante) au bord dorsal. Les extrémités sont rostrées et capitées. Le bord dorsal est caractérisé de stries radiantes.

Les côtes sont robustes comprenant deux rangés de grosses punctuations intercostales. Le raphé est en forme de V au centre.

Dimension

Longueur : 30 µm.

Largeur : 7 µm.

Ecologie

C'est une forme benthique alcaliphile. Elle est oligohalobe indifférente et limnobionte (Baudrimont, 1974).

Epithemia sp. 1.

(pl. VI, fig. 16)

Description

Le frustule est très courbé ou arqué. Les extrémités sont caractérisés par un étranglement ensuit par un arrondissement (rostres et capités).

Dimension

Longueur : 18 µm.

Largeur : 4 µm.

Epithemia sp. 2.

Description

Le frustule est élancée à extrémités arrondies. Cette forme ressemble à *E. argus* mais la différence réside au niveau du bord ventral, qui est plus incurvé.

Dimension

Longueur : 18 µm.

Largeur : 4 µm.

Genre : *Rhopalodia* O.F. Mller, 1895.

Les frustules sont solitaires, libres ou fixés. Ils sont en formes de croissant avec une différenciation dorsi-ventrale.

En vue connective, les valves sont linéaires à elliptiques. Les pôles sont arrondis. Le raphé est excentré, plus proche de la marge dorsale. Les extrémités centrales du raphé sont élargies, parfois dirigées vers le bord ventral.

Rhopalodia operculata (Agardh) Hakansson

(pl. VI, fig. 17).

Référence

1984 – *Rhopalodia operculata* (Agardh) Hakansson : Servant-Vildary et Blanco, pl. VI, fig. 1-10.

1998 – *Rhopalodia operculata* (Agardh) Hakansson : Servant-Vildary et Pienitz, fig. 80-84.

Description

La valve est hémi-circulaire à bord dorsal convexe. Les extrémités s'inclinent vers le bord ventral.

Les stries sont radiantées, se disposant habituellement en nombre de deux par espace intercostale.

Le raphé est rectiligne et proche du bord dorsal. Les fissures centraux sont en formes de crochets s'inclinant vers le côté ventral.

Dimension

Longueur : 20-36 μm .

Largeur : 6-7 μm .

Espaces intercostaux : entre 13 et 18.

Ecologie

C'est une forme benthique. Elle est connue dans les eaux à fortes concentrations en électrolytes.

C'est une forme fréquente dans des sources thermales (Villeneuve et Pienitz, 1998).

Sous-ordre des **Bacillariineae**.

Famille des **Naviculaceae** Kützing, 1844.

Genre : *Anomoeoneis* Plitzer, 1844.

Les frustules sont libres ou solitaires. En vue connective, le frustule est rectangulaire. Le raphé est arqué à rectiligne. Il est pourvu d'un nodule central bien apparent. La surface valvaire à aire centrale arrondie porte des aréoles poroïdes, arrondies, elliptiques à rectangulaires. Les aréoles se disposent en stries transapicales formant des alignements longitudinaux irréguliers.

Les frustules de ce genre sont biraphidés.

Anomoeoneis sphaerophora var. *angusta* Freng, 1984.

Référence

1984- *Anomoeoneis sphaerophora* var. *angusta* Freng : Servant-Vildary et Blanco, pl. II, fig. 16-17.

Description

La valve est linéaire lancéolée à extrémités faiblement capitées. En vue externe, les stries sont formées de courts tirets également espacés. L'aire centrale est transversale, présentant un pseudo-stauros triangulaire ensuite circulaire de part et d'autre du raphé.

Dimension

Longueur : 100 µm.

Largeur : 28 µm.

Ecologie

Elle est benthique épipelique (Gasse *et al.*, 1987). C'est une forme acidobionte, d'eau Meta à Hypersaline (Gasse *et al.*, 1987 ; Servant-Vildary et Blanco, 1984 ; Gasse *et al.* 1987).

Elle caractérise les sources thermales (Eutherme) d'après Servant-Vildary et Blanco (1984).

Genre : *Diploneis* Ehrenberg, 1845

Les frustules sont libres ou solitaires. La surface valvaire est large et elliptiques.

Ce genre est caractérisé par un nodule central prolongé par des bourrelets siliceux enserrant le raphé. Ce dernier est bien marqué, rectiligne avec des terminaisons apicales et distales recourbées.

Les frustules de ce genre sont biraphidés.

Diploneis elliptica (Kützinger) Cleve, 1894.

(pl. III, fig. 11-13)

Référence

1946 - *Diploneis elliptica* (Kützinger) Cleve : Giaj-Levra et Abat, p. 240, pl. 6, fig. 17.

1974 - *Diploneis elliptica* (Kützinger) Cleve : Baudrimont, p. 260, pl. 20, fig. 24.

2002 - *Diploneis elliptica* (Kützinger) Cleve : Adjedir, p. 76, pl. III, fig. 16-17, pl. V, fig. 11.

Description

La valve est large et elliptique à extrémités arrondies. L'aire centrale est étroite et le raphé est rectiligne. Les fourches (cornes) de part et d'autre du raphé sont très droites voire nulles.

La surface valvaire est caractérisé par des stries robustes, légèrement radiantées et fortement ponctuées.

Dimension

Longueur : 40 µm.

Largeur : 20 µm.

Ecologie

C'est une forme benthique épipélique (Gasse *et al.*, 1987 ; Krammer et Large-Bertalot *in* Cocquyt, 1991).

Elle est alcalinobionte (PH > 8), caractérisant les eaux oligosalines (Gasse *et al.*, 1987 ; Baudrimont, 1974).

C'est une forme oligohalobe et limnophile (Foged, 1948). Elle se prolifère dans les eaux meta-oligomesothermes d'après Servant-Vildary (1978).

Cette espèce a été répertoriée dans les eaux bicarbonatées calciques, tolérant les eaux leptomesohalines à α mesohalines chlorurées sodiques, sulfurées sodiques, sulfatées calciques et chloro-sulfurées (Baudrimont, 1974).

Diploneis ovalis (Hilse) Cleve, 1891.

(pl. VI, fig. 18).

Référence

1946 - *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve : Giaj-Levra et Abate, p. 240, pl. 6, fig. 18.

1970 - *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve : Alimen *et al.*, p. 107, pl. III, fig. 1.

1971 - *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve: Beucheur, pl. XXIII, fig. 2.

Description

La valve est large à extrémités arrondies. Elle est caractérisée par un grand nodule central arrondi.

Le raphé est droit (rectiligne) et les sillons sont très étroits, accompagnant le nodule et les fourches.

Les stries transversales sont radiantées aux extrémités.

Dimension

Longueur : 40-60 µm.

Largeur : 15-28 µm.

Ecologie

Elle est benthique acidobionte et d'eau Meso à polysaline (Gasse *et al.*, 1987). Servant-Vildary (1978) la considère comme étant une forme aérophile. Elle est d'eau douce, tolérant une salinité entre 0 – 5 ‰ d'après Hajos (1970).

C'est une forme oligohalobe et se prolifère dans les eaux leptomesohalines sulfatées calcique (Hustedt, 1930 ; Baudrimont, 1973).

Diploneis ovalis var. *oblongella* (Naegeli) Cleve, 1894.

(pl. VI, fig. 19)

Référence

1946 - *Diploneis ovalis* var. *oblongella* (Naegeli) Cleve : Giai-Levra et Abate, p. 240, pl. 6, fig. 19.

1971 - *Diploneis ovalis* var. *oblongella* (Naegeli) Cleve : Beucheur, pl. XXII, fig. 1.

2002 - *Diploneis ovalis* var. *oblongella* (Naegeli) Cleve : Adjadir, p. 77, pl. IV, fig. 1,2.

Description

La valve est élancée et elliptique à extrémités arrondies. Elle est caractérisée par un nodule central carré se prolongeant en fourche des deux côtés du raphé. Des dépressions ou sillons plus ou moins large se distingue de chaque côté des fourches. Le raphé est droit. Les stries sont finement ponctuées et radiantées.

Dimension

Longueur : 70-100 µm.

Largeur : 20-24 µm.

Ecologie

C'est une forme benthique, acidobionte (PH > 8) (Gasse et *al.*, 1987).

Elle est oligohalobes et inventoriée en Algérie dans les eaux chlorurées sodiques et sulfatés calciques, mesohalines et polyhalines (Baudrimont, 1974).

Cette forme peu tolérée des eaux légèrement polluées (Saproxène) d'après Baudrimont (1974).

Diploneis. sp

Description

La valve est élancée et fusiforme à extrémités subaiguës. Le raphé est très incurvé. Le nodule central est de forme circulaire et étroit.

La surface valvaire est caractérisée par des ponctuations robustes, formant des stries radiantes.

Dimension

Longueur : 40 µm.

Largeur : 22 µm.

Genre : *Gomphonema* Ehrenberg, 1834.

Les individus vivent en colonies sous forme d'éventail. Ils sont libres ou attachés à un substrat par un stipe muqueux.

En vue connective, le frustule se présente en forme cunéiforme. Les valves sont symétriques longitudinalement et dissymétrique transapicalement. Le raphé est rectiligne. L'aire centrale est munie d'un stigma. Les stries sont généralement fines et formées de poroïdes arrondies.

Les frustules de ce genre sont biraphidés.

Gomphonema intricatum Kützing.

Référence

1993 - *Gomphonema intricatum* Kützing : Giaj-Levra et Abate, p.259, pl. 15, fig. 18.

Description

La valve est linéaire très étroite et fine. Les extrémités sont arrondies.

Le raphé est légèrement sinue. Les stries sont robustes, transversale n'atteignant pas le raphé.

L'aire longitudinale est large et l'aire centrale est caractérisée par un stigma.

Dimension

Longueur : 43-70 μm .

Largeur : 7-10 μm .

Ecologie

C'est une forme épiphytique d'eau douce et alcalibionte (Gasse *et al.*, 1987).

Gomphonema parvulum (Kützing) Grunow, 1930.

Référence

1930 - *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow : Hustedt, p. 372-373, fig. 13a.

1972 - *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow : Dawson, pl. 12, fig. 8-12.

1993 - *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow : Giaj-Levra et Abate, p. 259, pl. 15, fig. 32.

Description

Le frustule est linéaire à extrémités subaiguës. La surface valvaire est large. Le raphé est peu ondulé. Les stries sont transapicales.

L'aire centrale est unilatérale caractérisée par le raccourcissement d'une ou de deux stries, opposées au stigma.

Dimension

Longueur : 40 μm .

Largeur : 6 μm .

Strie : entre 37.

Ecologie

C'est une forme épipélique (Gasse *et al.*, 1987). Elle est épipsammique, se proliférant dans les environnements subaériens inondés périodiquement (Servant-Vildary, 1986).

Elle est alcaliphile (Gasse *et al.*, 1987 ; Servant-Vildary, 1986).

Cette forme est euryhaline limnobionte (Caljon et Cocquyt, 1992).

Gomphonema longicesa (Erhenberg) Hustedt, 1930.

Référence

1930 - *Gomphonema longicesa* (Erhenberg) : Hustedt, p. 375, fig. 704.

Description

La valve est linéaire élancée. Les extrémités sont arrondies. Le raphé est droit. Les stries sont transapicales.

L'aire longitudinale est étroite et l'aire centrale est caractérisée par un stigma.

Dimension

Longueur : 40 µm.

Largeur : 7 µm.

Ecologie

C'est une forme épipélique qui se prolifère dans les eaux oligosalines (Gasse *et al.*, 1987). Elle est considérée comme une espèce montagnarde et halophile (Hustedt, 1957 ; Pierre, 1968).

Elle est alcaliphile (Baudrimont 1974 ; Gasse *et al.*, 1987).

Elle tolère les eaux bicarbonatées calciques, sodiques, chlorurées sodiques et calciques (Gasse *et al.*, 1987).

Genre : *Mastogloia* Thwaites, 1856.

Les frustules sont solitaires et généralement épiphytiques. Les valves ont une forme rectangulaire en vue connective. Le frustule est linéaire, lancéolé et elliptique. Les extrémités sont rostrées, arrondies ou même capitées.

Ce genre est caractérisé par des chambres marginales (loculi) ou logettes visibles en vue interne et en vue connective.

Le raphé est rectiligne et/ou ondulé. L'aire centrale et l'aire axiale sont généralement étroites. La surface valvaire présente des pores, qui se disposent en stries transapicales plus ou moins denses.

Les frustules de ce genre sont biraphidés.

Mastogloia braunii Grunow, 1863.

(pl. III, fig. 14-16 ; pl. VII, fig. 1-6).

Référence

- 1897 -1908 - *Mastogloia braunii* Grunow : Peragallo, p. 33, pl. VI, fig. 6-9.
- 1946 - *Mastogloia braunii* Grunow : Gaj-Levra et Abate, p.282, pl. 27, fig.
- 1970 - *Mastogloia braunii* Grunow : Hajos, p. 947, pl. VIII, fig. 1,4,5.
- 1974 - *Mastogloia braunii* Grunow : Baudrimont, p.260, pl. 20, fig. 30.
- 1978 - *Mastogloia braunii* Grunow : Schrader et Gersonde, pl. III, fig. 6,11, 17,18.
- 1985 - *Mastogloia braunii* Grunow : Ehrlich et Dor, p.311, pl. 14,9, fig. 6,9.
- 2002 - *Mastogloia braunii* Grunow : Adjedir, p. 82, pl. IV, fig. 6-7, pl. VI, fig. 1.

Description

La valve est lancéolée elliptique. Les extrémités sont sub-rostrées. La surface valvaire est couverte de stries finement ponctuées.

En vue interne, la valve présente des chambres marginales (oculi) de formes quadrangulaires et sont de nombre variable (de quatre à six). Ces chambres sont plus larges dans la partie médiane de la valve et forment une bande n'atteignant pas les bouts.

Le raphé est ondulé. Le nodule central se prolonge en deux aires latérales en forme de « H ».

Dimension

Longueur : 68-80 μm .

Largeur : 19-23 μm .

Ecologie

C'est une forme littorale épipélique, alcalibionte et d'eau Meso et Hypersaline (Gasse *et al.*, 1987). Cependant, Hajos (1970) la considère comme une espèce épiphytique et d'eaux saumâtres.

Elle tolère une salinité comprise entre 50–70⁰/₀₀ (Ehrlich et Dor, 1985). C'est une forme mesohalobe correspondant à une salinité de 0 à 10⁰/₀₀ (Schrader et Gersonde, 1978b).

Elle a été répertorié en Algérie dans des eaux polyhaline, légèrement leptomesohaline, sulfatées et chlorurées sodiques (Baudrimont, 1973 ; 1974).

Mastogloïa aff. braunii Grunow, 1863.

Référence

1897 -1908 - *Mastogloïa braunii* Grunow : Peragallo, p. 33, pl. VI, fig. 6-9.

1946 - *Mastogloïa braunii* Grunow : Giaj-Levra et Abate, p.282, pl. 27, fig.

1970 - *Mastogloïa braunii* Grunow : Hajos, p. 947, pl. VIII, fig. 1,4,5.

1974 - *Mastogloïa braunii* Grunow : Baudrimont, p.260, pl. 20, fig. 30.

1978 - *Mastogloïa braunii* Grunow : Schrader et Gersonde, pl. III, fig. 6,11, 17,18.

1985 - *Mastogloïa braunii* Grunow : Ehrlich et Dor, p.311, pl. 14,9, fig. 6,9.

2002 - *Mastogloïa braunii* Grunow : Adjedir, p. 82, pl. IV, fig. 6-7, pl. VI, fig. 1.

Description

La valve est lancéolée elliptique à extrémités sub-rostrées. Les stries sont radiantées et finement ponctuées. En vue interne, la valve présente des chambres marginales (oculi)

de formes quadrangulaires. Ces chambres sont larges dans la partie médiane de la valve et forment une bande n'atteignant pas les bouts.

Le raphé est rectiligne. Le nodule central se prolonge en deux aires latérales en forme de « H ».

Cette forme ressemble à *M. braunii* mais la différence se réside dans le raphé qui est droit et les stries qui sont radiantées.

Elle a été affinée à *M. braunii*.

Dimension

Longueur : 68-80 μm .

Largeur : 19-23 μm .

Ecologie

Ce taxon pourrait tolérer les mêmes caractéristiques écologiques que ceux de *M. braunii*.

Mastogloia smithii Grunow, 1863

(pl. IV, fig. 1-3)

Référence

1993 - *Mastogloia smithii* Grunow : Giaj-Levra et Abat, p. 241, pl. 6, fig. 16.

Description

La valve est lancéolée elliptique. Les extrémités sont rostrées. Les stries sont transversales et finement ponctuées.

En vue interne, la surface valvaire présente des chambres marginales quadrangulaires de la même taille, formant une bande n'atteignant pas les bouts valvaires.

Le raphé est rectiligne. Cette forme est caractérisée par une aire centrale plus ou moins large et arrondie.

Dimension

Longueur : 55-60 μm .

Largeur : 17-20 μm .

Loges : 16.

Ecologie

C'est une forme épipélique d'eaux Meso à polysalines (Gasse *et al.*, 1987) tandis qu'elle est considérée comme étant une forme péripélique, tolérant les hautes teneurs en sels dissous (Patrik et Reimer *in* Fan, 1994).

Elle est alcalibionte (Gasse *et al.*, 1987 ; Fan, 1994).

Mastogloïa smithii var. *lacustris* Grunow, 1878.

Référence

- 1897 – 1908 - *Mastogloïa smithii* var. *lacustris* Grunow : Peragallo, p. 27, pl. VI.
1946 - *Mastogloïa smithii* var. *lacustris* Grunow : Giaj-Levra et Abate, p. 244, pl. 8, fig.8.
1974 - *Mastogloïa smithii* var. *lacustris* Grunow : Baudrimont, p. 260, pl. 20, fig.29.
1978 - *Mastogloïa smithii* var. *lacustris* Grunow : Servant-Vildary, pl. II.6, fig. 9.
1981 - *Mastogloïa smithii* var. *lacustris* Grunow : Germain, p. 126, pl. 46, fig.1.
1986 - *Mastogloïa smithii* var. *lacustris* Grunow : Krammer et Lang Bertalot, p. 434, pl. 201, fig.4,5.
1988 - *Mastogloïa smithii* var. *lacustris* Grunow : Hurlimann et Schanz, p.369, pl. 2, fig. 14,16.
1998 - *Mastogloïa smithii* var. *lacustris* Grunow : Villeneuve et Pienitz, p.169, fig. 22.
2002 - *Mastogloïa smithii* var. *lacustris* Grunow : Adjedir, p. 83, pl. IV, fig. 8,10, pl. VI, fig. 2,3.

Description

La valve est allongée à extrémités rostrées. Le raphé est rectiligne.

En vue interne, la surface valvaire présente des chambres marginales quadrangulaires de la même taille, formant une bande n'atteignant pas les bouts valvaires.

Cette variété se distingue par des stries très fines et par une aire centrale rectangulaire.

Dimension

Longueur : 55-60 μm .

Largeur : 17-20 μm .

Ecologie

C'est une forme épipélique d'eau Meso à polysaline (Gasse *et al.*, 1987). Elle est épipsammique, épiphytique et se développent dans des milieux subaériens périodiquement inondés ou aérophiles (Baudrimont, 1974).

Elle a été répertoriée dans les suintements rocheux et les étangs (Gerlain, 1981).

C'est une espèce alcalinobionte (Gasse *et al.*, 1987 ; Baudrimont, 1974 ; Gerlain, 1981).

Cette forme a été inventoriée dans les eaux salées chlorurées ou carbonatées ainsi que dans les eaux sulfatées calciques, leptomesohalines d'après Baudrimont (1974).

Mastogloia sp.**Description**

La valve est robuste fusiforme à extrémités rostrées. Le raphé est rectiligne. L'aire centrale est caractérisée par un nodule arrondi ressemblant à l'aire centrale du genre *Diploneis*.

En vue interne, la surface valvaire présente des chambres marginales quadrangulaires de la même taille, formant une bande reliant les deux bouts de la valvaire.

Les stries sont transversales et se présentent en pointillées radiantées.

Dimension

Longueur : 60 µm.

Largeur : 20 µm.

Genre : *Navicula* Bory de Saint Vincent, 1822.

Les frustules sont habituellement libres, solitaires et parfois unies dans un mucus pour former des colonies rubanées. Les valves sont linéaires, lancéolées, elliptiques ou fusiformes. Les extrémités sont aigues, arrondies, rostrées ou capitées.

Chaque valve est munie d'un raphé axial linéaire interrompu au centre par un nodule et se termine par deux nodules polaires non développés transversalement. L'aire longitudinale est étroite à large. La surface valvaire porte des ponctuations de tailles et de formes très variables, arrangés en stries mais pouvant être disposées sans ordre particulier.

Les frustules de ce genre sont biraphidés.

Navicula cincta (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard, 1861.

Référence

1897 – 1908 - *Navicula cincta* (Ehrenberg) : Peragallo, p. 98, pl. XII, fig. 31.

1974 - *Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs : Baudrimont, p. 262, pl. 21, fig. 42.

1978 - *Navicula cincta* (Ehrenberg) Kutzing : Servant-Vildary, pl. II.4, fig. 13 et, pl. II, fig. 5.

1985 - *Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs : Ehrlich et Dor, p. 311, pl. 14,9, fig. 4,5.

1990 - *Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard : Cost et Rcard, p. 57, pl. 2, fig. 28.

Description

La valve est lancéolée à extrémités arrondies. L'aire longitudinale est étroite s'élargissant au centre par l'interruption de deux stries au milieu de la valve. Le raphé est rectiligne.

Les stries sont radiantées au centre et convergentes vers les extrémités.

Dimension

Longueur : 30 μm .

Largeur : 8 μm .

Ecologie

C'est une forme épiphytique (Gasse *et al.*, 1987 ; Servant-Vildary, 1978).

Elle est considérée comme étant euryhaline et limnolobionte (Caljon et Cocquyt, 1992).

Elle est alcaliphile, rhéophile et d'eau Meso à polysaline (Foged, 1948 ; Gasse *et al.*, 1987).

Cette forme est oligohalobe, leptomesohalobe à α mesohalobe (Baudrimont, 1973 ; 1974).

Elle a été répertoriée en Algérie dans les eaux sulfatées, chlorurées sodiques, bicarbonatées sodique ou calcique (Baudrimont, 1973 ; 1974).

Navicula halophila (Grunow) Cleve.

(pl. VII, fig. 9)

Référence

1994 - *Navicula halophila* (Grunow) Cleve : Fan, pl. XII, fig. 20.

Description

La valve est fusiforme. Les extrémités sont rostrées. Le nodule central est arrondi et de petite taille. Le raphé est droit. Les stries sont transversales très fines.

L'aire longitudinale est étroite. La valve symétrique longitudinalement et transversalement.

Dimension

Longueur : 30 μm .

Largeur : 8 μm .

Ecologie

C'est une forme épipélique alcaliphile et d'eau oligosaline (Gasse *et al.*, 1987).

Navicula oaluensis (Hustedt) Krammer.

Référence

1990 - *Navicula oaluensis* (Hustedt) Krammer : Coste et Ricard, pl. 2,5, fig. 9,22.

Description

La valvaire est fusiforme, linéaire et élancée. Les extrémités sont arrondies. La surface valvaire est étroite. Le raphé est droit et interrompu au milieu par une aire centrale assez large.

Les stries sont transversales équidistants et courts. L'aire longitudinale est large.

Dimension

Longueur : 28-30 μm .

Largeur : 6-8 μm .

Ecologie

C'est une forme littorale benthique d'eaux saumâtres (Coste et Ricard, 1990).

Navicula oblonga Kutzing, 1844.

(pl. VII, fig. 7)

Référence

1970 - *Navicula oblonga* Kutzing : Alimen *et al.*, pl. XXIII, fig. 1.

1994 - *Navicula oblonga* Kutzing : Fan, pl. XII, fig. 24.

2002 - *Navicula oblonga* Kutzing : Adjedir, p. 85, pl. IV, fig. 11,12.

Description

La valve est linéaire à extrémités larges et arrondies. L'aire longitudinale a une largeur modérée. L'aire centrale est arrondie. Les deux branches du raphé sont légèrement courbes. Les stries sont légèrement ondulées radiantées et changent la direction en s'inclinant aux extrémités (stries convergentes ou en forme d'accent circonflexe).

Dimension

Longueur : 70-100 μm .

Largeur : 15 μm .

Stries : 6-7 en 10 μm .

Ecologie

C'est une forme épipélique (Gasse *et al.*, 1987). Elle est épiphytique selon (Servant-Vildary, 1978).

Elle est alcaliphile et se prolifère dans les eaux oligosalines (Gasse *et al.*, 1987 ; Servant-Vildary, 1978 ; Baudrimont, 1973).

Navicula peregrina (Ehrenberg) Kutzing.

Référence

1993 - *Navicula peregrina* (Ehrenberg) Kutzing : Giaj-Levrat et Abat, p. 26, fig. 6.

Description

La valve est linéaire, lancéolée et elliptique. Les extrémités sont rostrées. Le raphé est rectiligne. L'aire centrale est arrondie.

Les stries sont radiantées au centre et horizontales (transversale) aux extrémités.

Dimension

Longueur : 10-14 µm.

Largeur : 3-5 µm.

Ecologie

C'est une forme périphtyque étant donné qu'elle appartient au genre *Navicula*.

Navicula pseudotuscula Hustedt.

Référence

1978 - *Navicula pseudotuscula* Hustedt : Servant-vildary, p. II. 4, fig. 14.

Description

La valve est élancée à extrémités rostrées. Le raphé est rectiligne. L'aire centrale est à une forme de cercle. Les stries sont très fines radiantées.

Dimension

Longueur : 11-14 µm.

Largeur : 3-5 µm.

Ecologie

C'est une forme périphtyque étant donné qu'elle appartient au genre *Navicula*.

Navicula radiosa Kutzing, 1844

(pl. IV, fig. 4-6 ; pl. VII, fig. 8).

Référence

1974 - *Navicula radiosa* Kutzing : Baudrimont, p.262, pl. 21, fig.41.

1994 - *Navicula radiosa* Kutzing : Fan, pl. XII, fig. 22.

Description

La valve est linéaire lancéolée, relativement étroite et légèrement étirée aux extrémités. Ces dernières sont arrondies. Le raphé est droit.

Les stries sont fines et radiantées. L'aire centrale est étroite d'une forme circulaire et l'aire longitudinale est également étroite.

Dimension

Longueur : 48 μm .

Largeur : 5 μm .

Stries : 9 en 10 μm .

Ecologie

C'est une forme épipélique (Gasse *et al.*, 1987) tandis que elle est épiphytique d'après Servant-Vildary (1978).

Elle est acidophile d'eau douce (Gasse *et al.*, 1987 ; Servant-Vildary, 1978). Il s'agit d'une espèce ubiquiste, tolérant les changements de la salinité ainsi que du pH et supporte l'agitation de l'eau (Foged, 1948).

Elle a été répertoriée en Algérie dans les eaux sulfatées sodiques et les eaux sulfurées calciques des sources thermales (tolérant 5 mg/l d'hydrogène sulfaté libre à température atteignant 80°) ainsi que bicarbonatées calciques (Baudrimont, 1973). *N. radiosa* a été également répertoriée au Maroc dans des eaux leptomesohalines, bicarbonatées calciques, sodiques et chlorurées sodiques d'après Baudrimont (1974).

Navicula aff. radiosa Kutzing, 1844.

Référence

1974 - *Navicula radiosa* Kutzing : Baudrimont, p.262, pl. 21, fig.41.

1994 - *Navicula radiosa* Kutzing : Fan, pl. XII, fig. 22.

Description

La valve est élancée et très fine à forme losangique. Les extrémités sont subaiguës. Le raphé est droit. Les stries sont très fines et radiantées. L'aire centrale est étroite d'une forme losangique et l'aire longitudinale est très étroite.

Elle ressemble à *N. radiosa* mais la différence réside dans l'aire centrale qui est d'une forme losangique.

Ce taxon a été affiné à *N. radiosa*.

Dimension

Longueur : 30 μm .

Largeur : 5 μm .

Stries : 9 en 10 μm .

Ecologie

Ce taxon pourrait tolérer les mêmes caractéristiques écologiques que ceux de *N. radiosa*.

Navicula scopulorum Brébisson.

Référence

2002 - *Navicula scopulorum* Brébisson : Adjedir, pl. IV, fig. 13,14.

Description

La valve est linéaire étroite et plus large au milieu et aux extrémités. Le raphé est robuste et droit. L'aire centrale est très petite et l'aire longitudinale est étroite à nulle.

Les stries se présentent en punctuations fines très rapprochées et espacées au centre de la valve.

Dimension

Longueur : 14 µm.

Largeur : 3 µm.

Ecologie

C'est une forme épiphytique et alcaliphile (Gasse *et al.*, 1987).

Elle est leptomesohalobe se proliférant dans les eaux bicarbonates sodique et chlorurées sodiques.

Navicula sp. 1

Description

La valve est allongée, elliptique s'élargissant au centre. Les extrémités sont légèrement capitées. Le raphé est droit.

Les stries sont très fines et transversales. L'aire centrale à une forme de « H » et l'aire longitudinale est étroite.

Dimension

Longueur : 12 µm.

Largeur : 3 µm.

Navicula sp. 2

Description

La valve est linéaire, élancée et fusiforme. La surface valvaire est très étroite. Les pôles sont rostrées. Le raphé est droit.

Les stries sont radiantées au centre. L'aire centrale est en forme triangulaire ensuite rectangulaire de part et d'autre du raphé.

Le frustule n'est symétrique longitudinalement.

Dimension

Longueur : 44 µm.

Largeur : 10 µm.

Navicula sp. 3

Description

La valve est elliptique s'élargissant au centre. La surface valvaire de ce taxon est très large. Les pôles sont rostrées. Le raphé est droit.

Les stries sont obliques. L'aire centrale est large de forme rectangulaire.

Dimension

Longueur : 47 µm.

Largeur : 16 µm.

Navicula sp. 4

Description

La valve est linéaire elliptique. Les extrémités sont subaiguës. Le raphé est droit.

Les stries sont radiantées au centre et transversales aux pôles. L'aire centrale est triangulaire et circulaire de part et d'autre du raphé.

Dimension

Longueur : 44 µm.

Largeur : 14 µm.

Navicula sp. 5

Description

La valve est linéaire lancéolée à extrémités rostrées. La surface valvaire est large à stries transapicales. Le raphé est droit. L'aire centrale est étroite et de forme rectangulaire.

Dimension

Longueur : 25 µm.

Largeur : 16 µm.

Navicula sp. 6**Description**

La valve est grande. Les extrémités sont rostrées. Le raphé est incurvé. L'aire longitudinale est large, droit et non interrompu au centre. Les stries sont transversales.

Dimension

Longueur : 42 μm .

Largeur : 14 μm .

Genre : *Pinnularia* Ehrenberg, 1841.

Les frustules sont généralement solitaires et libres. Les valves sont linéaires lancéolées et rectangulaires en vue connective. Les extrémités sont arrondies. La surface valvaire est le plus souvent plane mais parfois fortement convexe à stries transversales lisses ayant l'aspect de fortes côtes polies.

L'aire longitudinale est bien marquée et large. L'aire centrale forme parfois un stauros ou un fascia.

Le raphé se présente soit sous forme d'une fente verticale, perpendiculaire à la surface valvaire, soit sous forme d'une fente oblique le plus souvent droite. Les nodules centraux polaires sont larges.

Les frustules de ce genre sont biraphidés.

Pinnularia aff. *tropica* (Hustedt)

(pl. IV, fig. 7-9)

Référence

1970 - *Pinnularia* aff. *tropica* (Hustedt) : Alimen *et al.*, pl. XXII, fig. 4.

Description

La valve est robuste, linéaire et élancée. Les extrémités sont arrondies.

Les stries sont transversales, lisses à fortes côtes polies. L'aire longitudinale est large. L'aire centrale est arrondie. Le raphé est en forme de crocher dans la zone centrale de la valve.

Cette forme a été affinée à *P. tropica* (Hustedt) d'après Alimen *et al.* (1970).

Dimension

Longueur : 38 μm .

Largeur : 5 μm .

Ecologie

Les caractères écologiques de ce taxon ne sont pas disponibles dans notre bibliographie.

Sous-ordre des **Bacillariineae**.

Famille des **Nitzschiaceae** Grunow, 1860.

Genre : *Nitzschia* Hassall, 1845.

Les frustules sont libres et parfois en colonies. La valve est en général linéaire. Le raphé est marginal. La surface valvaire est ponctuée formant des stries transapicales et souvent interrompues par l'aire longitudinale.

Nitzschia amphibia Grunow, 1862.

(pl. IV. fig. 10-12 ; pl. V, fig. 1-2)

Référence

1978 - *Nitzschia amphibia* Grunow : Servant-Vildary, p. II. 10, fig. 7.

1993 - *Nitzschia amphibia* Grunow : Giaj-Levra et Abate, fig. 27, pl. 19.

1998 - *Nitzschia amphibia* Grunow : Villeneuve et Pienitz, fig. 88,89.

Description

La valve est linéaire lancéolée. Les extrémités sont subaiguës. Le raphé est marginal. Les stries sont ponctuées et séparées par des côtes atteignant le bord opposé (continus) où se disposent les fibules.

Dimension

Longueur : 26-48 µm.

Largeur : 4-8 µm.

Ecologie

C'est une forme épipélique (Gasse *et al.*, 1987). Elle est présente dans les habitats subaériens humides (aérophile) d'après Coste et Ricard (1990). Cette espèce est épiphytique et épipsammique (Villeneuve et Pienitz, 1998)

Elle est alcalibiontes d'eau oligosaline (Gasse *et al.*, 1987 ; Villeneuve et Pienitz, 1998).

Elle est inventoriée dans des sources thermales (Coste et Ricard, 1990).

Nitzschia denticula Grunow

(pl. II, fig. 14-15 ; pl. V, fig. 3-5 ; pl. VII, fig. 10).

Référence

- 1982 - *Nitzschia denticula* Grunow : Scheoman et Ashton, fig. 27,34 et 95,111.
 1984 - *Nitzschia denticula* Grunow : Servant-Vildary, p. 40, pl. 1, fig. 10,11.
 1986 - *Nitzschia denticula* Grunow : Servant-Vildary, p. 120, pl. 12, fig. 199,201.
 1988 - *Nitzschia denticula* Grunow : Hurlimann et Schanz, p. 371, pl. 4, fig. 1,2.
 1993 - *Nitzschia denticula* Grunow : Giaj-Levra et Abate, p. 19, fig. 12.

Description

La valve est linéaire lancéolée. Les extrémités sont subaiguës. Le raphé est marginal.

Les stries sont ponctuées séparées par des côtes (6 à 11) robustes n'atteignant pas le bord opposé où se disposent des fibules équidistantes au centre valvaire. Les pores carinaux sont petits et séparés des pores valvaires par un espace hyalin étant étroit (Servant-Vildary, 1986).

Dimension

Longueur : 25 µm.

Largeur : 5 µm.

Ecologie

C'est une forme épipélique, alcalibionte et d'eau oligosaline (Gasse *et al.*, 1987).

Elle a été répertoriée dans les eaux oligocarbonatées (jusqu'à 3 g/l) oxygénées et à teneur forte en azote d'après Servant-Vildary (1978).

Nitzschia aff. *denticula* Grunow

(pl. VII, fig. 11).

Référence

- 1982 - *Nitzschia denticula* Grunow : Scheoman et Ashton, fig. 27,34 et 95,111.
 1984 - *Nitzschia denticula* Grunow : Servant-Vildary, p. 40, pl. 1, fig. 10,11.
 1986 - *Nitzschia denticula* Grunow : Servant-Vildary, p. 120, pl. 12, fig. 199,201.
 1988 - *Nitzschia denticula* Grunow : Hurlimann et Schanz, p. 371, pl. 4, fig. 1,2.
 1993 - *Nitzschia denticula* Grunow : Giaj-Levra et Abate, p. 19, fig. 12.

Description

La valve est robuste à forme globuleuse. Les extrémités sont arrondies. Le raphé est marginal.

Elle est caractérisée par quatre côtes robustes continus et transversales. Les stries sont ponctuées séparées par ces côtes et n'atteignant pas le bord opposé où se disposent des fibules équidistantes.

Ce taxon ressemble à *N. denticula* mais la différence réside dans le nombre de côtes.

Cette forme a été affinée à *N. denticula*.

Dimension

Longueur : 25 μm .

Largeur : 5 μm .

Ecologie

Ce taxon pourrait tolérer les mêmes caractéristiques écologiques que ceux de *N. denticula*.

Nitzschia palea (Kutzing) Smith, 1844
(pl. VII, fig. 12).

Référence

1978 - *Nitzschia palea* (Kutzing) Smith : Servant-Vildary, pl. II. 10, fig. 9- 13.

1978 - *Nitzschia palea* (Kutzing) Smith : Giaj-Levra et Abate, p. 19, fig. 23.

1990 - *Nitzschia palea* (Kutzing) Smith : Cost et Ricard, pl. 4, fig. 4.

Description

La valve est linéaire très élancée. Elle est caractérisée par une grande variabilité de la taille, du nombre de stries et de fibules. Les extrémités sont rostrées.

La surface valvaire est très étroite par rapport à la longueur du frustule. Le raphé est marginal. Les stries sont transversales et se disposent en pointiez équidistants.

Dimension

Longueur : 26-48 μm .

Largeur : 4-8 μm . Elle possède 60 fibules.

Ecologie

C'est une forme épipélique d'eau douce et alcalibionte (Gasse *et al.*, 1987).

Elle est cosmopolite saprophile d'après Coste et Ricard (1990).

Sous-ordre des **Bacillariineae**Famille des **Surirellaceae** Kutzing, 1844Genre : *Campylodiscus* Ehrenberg, 1840

Les individus sont solitaires. Les frustules sont circulaires à valves larges et arquées. La surface valvaire est recourbée munie de côtes continues ou interrompues par endroit et radiant. Les axes longitudinaux des deux valves se croisent à angle droit au centre ceci partage la valve en deux parties égales. L'aire centrale est linéaire ou elliptique.

Campylodiscus clypeus Smith.

(pl. V, fig. 6-9)

Référence1974 - *Campylodiscus clypeus* Smith : Baudrimont, p. 265, pl. 22, fig. 58.**Description**

La valve est circulaire et en forme de sellette. La surface valvaire est percée de fines punctuations séparées par des côtes radiant.

Le raphé est marginal entourant la valve. L'aire centrale est linéaire et l'aire longitudinale partage la valve en deux parties égales.

Dimension

Diamètre : 112-138 µm.

Ecologie

C'est une forme épipélique, alcaliphile et d'eau meso à polysaline (Gasse *et al.*, 1987 ; Baudrimont, 1973).

Campylodiscus clypeus var. *bicostata* Smith.**Référence**1974 - *Campylodiscus clypeus* var. *bicostata* Smith : Baudrimont, p. 265, pl. 22, fig. 59.2002 - *Campylodiscus clypeus* var. *bicostata* Smith : Adjedir, p. 96, pl. V, fig. 1.**Description**

La valve est circulaire pliée ou recourbée. La surface valvaire est percée de fines poroïds. Le canal raphéen est marginal interrompu aux deux apex de la valve et possédant des nodules peu ou pas marqués. Les stries sont longitudinales ponctuées.

Dimension

Diamètre : 112-138 µm.

Côtes radiantes marginales : 2 en 10 µm.

Ecologie

C'est une forme littorale benthique épipélique (Gasse *et al.*, 1987 ; Hajos, 1970).

Elle est alcalibionte et d'eau meso à polysaline (Gasse *et al.*, 1987 ; Baudrimont, 1973 ; 1974).

Ce taxon a été répertorié en Algérie dans les eaux à faible teneur en H₂S libre (Baudrimont, 1973 ; 1974).

IV. CONCLUSION

L'étude microfloristique a permis d'inventorier 76 espèces et variétés de diatomées réunies en 16 genres dont 12 espèces en nomenclatures ouvertes.

L'analyse quantitative des populations algales diatomiques (tabl. 04) ainsi que leurs exigences écologiques (tabl. 05), ont permis de classer les taxons en plusieurs groupes écologiques (tabl. 06).

D'après Baudrimont (1974), un groupe écologique de diatomées comprend un nombre limité d'espèces vivantes dans un biotope dont la composition physico-chimique est bien définie.

Une seule espèce n'est pas suffisante pour définir un tel groupe, c'est la coexistence de deux ou de trois taxa au minimum qui permet de caractériser un groupe écologique de diatomées. La réalisation de tels groupes écologiques n'a surtout de valeur que pour une région donnée, les espèces caractéristiques peuvent se rencontrer par fois dans des conditions bien différentes du milieu environnant.

Selon leur mode de vie, leurs exigences vis-à-vis de la salinité et du PH de l'eau, plusieurs groupes diatomiques ont été distingués et sont représentés dans le (tabl. 06).

Tabl.4

En fonction de la température du milieu, les diatomées rencontrées sont classées comme suite :

Les Formes Euthermes (T>30°C)

Anomoeoneis sphaerophora var. *angusta*

Denticula thermalis

Denticula valida

Denticula aff. *valida*

Nitzschia amphibia

Rhopalodia operculata

La plupart des autres espèces sont souvent considérées comme Eurythermes (supportant des variations de températures > 15° C).

Tabl.5

Tabl.6

I. INTRODUCTION

Présents sous toute latitude, les lacs détiennent une source d'archives naturelles très riche dans les sédiments qui s'accumulent dans leur fond. Plusieurs organismes se fossilisent dans ces sédiments et deviennent ainsi des témoins des conditions environnementales de leur époque.

La paléolimnologie, l'étude de l'histoire des lacs, est à la recherche d'indicateurs susceptibles de révéler les conditions qui régnaient au moment de la sédimentation de ces lacs. De ce fait, cette science nous permet de mieux comprendre l'ampleur et la fréquence des diverses fluctuations environnementales et climatiques du passé.

Parmi les organismes fossiles présents dans les sédiments lacustres, les diatomées (Bacillariophyceae) constituent l'élément essentiel avec les ostracodes, les mollusques et d'autres organismes de l'écosystème lacustre.

Après leur mort, les frustules de diatomées se conservent et s'empilent en couches au fond de l'eau. Ils constituent ainsi de bons marqueurs bio-indicateurs du milieu.

Les conditions abiotiques, telles que l'habitat, les caractères physico-chimiques des eaux (salinité, pH, température etc.) influent sur la distribution des espèces de diatomées et par conséquent sur leurs assemblages (Patrick, *in* Fan, 1994).

Pour mieux cerner le potentiel indicateur des diatomées, une approche paléoenvironnementale a été adoptée dans ce travail visant d'abord à déterminer les préférences écologiques des différentes espèces inventoriées.

Une analyse quantitative (comptage des diatomées) et qualitative (détermination taxonomique) a été effectués sur les deux coupes étudiées.

L'analyse de ces données nous permet de mieux cerner l'autoécologie de certaines diatomées «les plus caractéristiques» et d'apprécier le degré d'évolution paléoenvironnementale de l'écosystème paléolacustre de la région de Hassi El Medjna.

II. LES DIFFERENTS ECOSYSTEMES AQUATIQUES FOSSILES QUATERNAIRES EN ALGERIE

D'après les caractères sédimentologiques et paléontologiques des paléoécosystèmes, Baudrimont, 1973 ; Gasse *et al.*, 1987 ; Fontes *et al.*, 1988) distinguent en Algérie des milieux franchement lacustres, palustres et d'autres écosystèmes particuliers.

Les paléomilieux lacustres sont des formations aquatiques profondes où les dépôts s'organisent en auréoles concentriques de granulométries décroissantes du rivage vers le centre du lac (Baudrimont, 1973). Le climat aride provoque la stagnation des eaux lacustres et la précipitation des évaporites. En conséquence la séquence type d'un lac est constituée de termes suivants : argiles, calcaires couronnées de faciès évaporitiques.

La faune et la flore (en particulier les diatomées périphtiques) sont très riches et diversifiées.

Les étangs et marécages sont généralement originaires de l'affleurement de la nappe phréatique ou des sources artésiennes. Ils se distinguent par la prolifération des mollusques, des restes de poissons et des traces de *Phragmites*. Les diatomées qui vivent dans ces milieux sont essentiellement des Pennées (épiphytiques et épilithiques) et témoignent d'un milieu aquatique peu profond.

Les mares temporaires sont d'une faible superficie, comme les gueltas actuelles des montagnes sahariennes. Ces retenus d'eaux sont issus de l'accumulation d'eaux de pluies dans des cuvettes gréseuses ou dans des lits d'oued. Leur existence est liée directement au rythme des précipitations et au taux de l'évaporation.

Les gueltas actuelles du Sahara algérien sont caractérisés par une flore diatomique peu abondante. Aucune de ces formations n'a été signalée dans le passé, probablement à cause de leurs dépôts peu importants.

III. LES CARACTERISTIQUES BIOTIQUES ET ABIOTIQUES DES DIATOMEES

En raison de leur sensibilité aux facteurs écologiques, comme la concentration en sels et en nutriments, l'agitation des eaux ainsi que la nature du substrat, qui jouent un rôle dans leur distribution dans le milieu, les diatomées fournissent des indices de premier ordre dans l'étude du paléoenvironnement. Dans ce sens, ces organismes sont de véritables fenêtres ouvertes sur le passé grâce à leurs frustules qui se conservent très bien dans les sédiments.

1. MODE DE VIE DES DIATOMEES

Les diatomées sont classées selon leur mode de vie en deux grandes catégories écologiques : les planctoniques et les périphytiques ou littorales (Gasse, 1980, 1987 ; Round, 1965, 1984).

Les planctoniques sont des formes se déplaçant passivement dans l'eau, alors que les périphytiques vivent fixées sur un substrat de nature variable (tabl. 07).

Catégories		Définitions
Planctoniques (vivant en plein eau)	euplanctoniques	
	Planctonique facultative	méroplanctoniques
		tychoplanctoniques
Périphytiques (préférentiellement fixées à un substrat)	épilithiques	
	épipéliques	
	épiphytiques	

Tabl. 07- Terminologie utilisé pour le mode de vie des diatomées
(d'après Gasse *in* Fan, 1994)

2. LA SALINITE (CONDUCTIVITE)

La classification des espèces de diatomées en fonction de la salinité a été le sujet de nombreuses publications. Les plus connues sont celles de Kolbe (1927) et Hustedt (1957) mais Gasse *et al.* (1987), considèrent que ces auteurs ont créés une classification tout en se référant aux eaux de type chloruré. Ceci semble être inadéquat pour les milieux salés continentaux.

Pour une bonne approche, la classification adoptée dans ce travail est donc celle de Gasse *et al.* (1987).

Quatre groupes écologiques de diatomées ont été ainsi définis (tabl. 08) :

- les diatomées d'eau douce : se prolifèrent dans une salinité ne dépassant pas 0,5 ‰ ;
- les diatomées d'eau oligosaline : tolérant une salinité comprise entre 0,5 ‰ et 5 ‰ ;
- les diatomées d'eau mésosaline à polysaline : se prolifèrent dans une salinité comprise entre 0,5 ‰ et 40 ‰ ;
- les diatomées d'eau métrasaline à hypersaline : tolérant une salinité comprise entre 0,5 ‰ et 90 ‰.

Tabl. 08

3. LE PH

Sur plus de 900 taxons de diatomées Van Dam (1994) distingue plusieurs catégories de diatomées en fonction de leur tolérance vis-à-vis du PH (tabl. 09).

PH	Catégories	Intervalles de variations du PH
1	Acidobionte	PH optimum < 5,5
2	Acidophile	PH optimum entre 5,5 et 7
3	Neutrophile	PH optimum autour de 7
4	Alcaliphile	PH optimum > 7
5	Alcalibionte	PH optimum exclusivement > 7
6	indifférent	optimum non défini

Tabl. 09- Classification des diatomées vis-à-vis du PH

(d'après Van Dame *in* Adjadir, 2002)

4. LA TEMPERATURE

Six catégories d'espèces ou groupes écologiques de diatomées vis-à-vis de la température (tabl. 10) ont été définies par (Lowe, *in* Clet et Hault, 1987).

	Catégories	Température des eaux
1	Diatomées eutherms	eaux chaudes > 30°C
2	Diatomées mesotherms	eaux tempérées entre 15 et 30°C
3	Diatomées oligotherms	températures comprises entre 0 et 15°C
4	Diatomées stenotherms	ne supportant pas des variations de températures > 5°C
5	Diatomées metatherms	supportant des variations de températures > 5°C
6	Diatomées eurytherms	supportant des variations de températures >15°C

Tabl. 10- Classification des diatomées vis-à-vis de la température

(d'après Lowe, *in* Clet et Hault, 1987)

IV. METHODE D'ETUDE

La fréquence en pourcentage des diatomées le long de la coupe de la butte témoin et de la coupe de la berge est illustrée sous forme de courbes ou diagrammes (en fonction du mode de vie, la salinité, le PH et la température) constituant ainsi une base à notre approche paléoenvironnementale.

Par ailleurs, les résultats obtenus sont confrontés aux données fournies par les organismes associées : microflore siliceuse (Phytolithaires et Chrysophytes), Charophytes, Ostracodes et la macrofaune (Gastéropodes et Bivalves).

V. ANALYSE PALEOENVIRONNEMENTALE

Dans les deux coupes de Hassi El Medjna, la microflore diatomique est caractérisée par la prédominance des Pennatophycidées et la rareté des Centophycidées. Elle est marquée aussi par l'abondance des diatomées périphtiques *s.l* et la rareté des formes planctoniques littorals (fig. 14, 15).

L'assemblage diatomique est dominé par *Epithemia argus*, espèce épiphytisque constituant ainsi la forme caractéristique des deux coupes (la butte témoin et la berge) (fig. 14, 15).

1. COUPE DE LA BUTTE TEMOIN

1.1. Fluctuation du niveau moyen du plan d'eau

L'étude des fluctuations du niveau du plan d'eau est basée sur l'analyse des variations verticales des fréquences des formes planctoniques et périphtiques *s.l*.

Deux phases se distinguent à partir de l'analyse de ces deux groupes écologiques (fig. 16).

Fig. 14

Fig. 15

Phase I (Hm₂ à Hm₄)

Cette première phase est caractérisée par l'abondance des formes épipéliques et/ou épipsammiques (*Anomoeoneis sphaerophora*, *Campylodiscus clypeus*, *C. clypeus* var. *bicostata*, *Denticula subtilis*, *Diploneis elliptica*, *Gomphonema parvulum*, *Mastogloia braunii*, *M. aff. braunii*, *M. smithii*, *M. smithii* var. *lacustris*, *Navicula halophila*, *N. oblonga*, *N. radiosa*, *N. aff. radiosa*, *Nitzschia amphibia*, *N. denticula*, *N. aff. denticula* et *N. palea*) avec 40,46 % en moyenne (fig. 14, 16).

La fréquence des espèces épiphytiques (*Amphora commutata*, *A. ovalis*, *Cymbella cymbiformis*, *C. pusilla*, *Denticula thermalis*, *Epithemia adnata*, *Epithemia adnata s.l.*, *E. adnata* var. *porcellus*, *E. adnata* var. *saxonica*, *Epithemia argus*, *Epithemia turgida*, *Gomphonema intricatum*, *Navicula cincta*, *N. scopulorum* et *Synedra ulna*) représente 38,26 % en moyenne (fig. 16).

Les diatomées planctoniques (*Cyclotella meneghiniana*, *C. aff. ocellata*, *Fragilaria brevistriata* et *F. fonticola*) sont fréquents avec une moyenne de 10,86 % (fig. 14, 16).

Les formes aérophiles (*Diploneis ovalis*, *Gomphonema longicesa* et *Navicula mutica* var. *producta*) sont très rares (0,9 % en moyenne).

L'abondance des formes épipéliques et/ou épipsammiques à fréquence élevée est enregistrée surtout dans les niveaux Hm₂ et Hm₃ avec respectivement 58 % et 49,2%.

Cette première phase témoigne d'une tranche d'eau peu profonde, attestée par la fréquence significative des formes planctoniques.

La prédominance des espèces épipéliques et/ou épipsammiques dans les premiers niveaux (Hm₂ et Hm₃) indiquerait une eau plus ou moins agitée à caractère turbiditique Fan (1994). Le milieu semblerait être épisodiquement soumis à des tempêtes et des courants profonds favorisant un enrichissement de la tranche d'eau oxygénée.

Phase II (Hm₆ à Hm₂₂)

Cette deuxième phase se distingue de la précédente par une fréquence plus élevée des diatomées épiphytiques (*Epithemia adnata*, *E. adnata* var. *porcellus*, *E. adnata* var. *saxonica*, *E. argus* et *E. turgida*) représentant en moyenne 79,8 % (fig. 16).

Fig. 16

Cette phase est marquée par une diminution de fréquence des formes épipéliques et/ou épipsammiques (10.16 % en moyenne) ainsi que des diatomées planctoniques qui représentent 1,61 % en moyenne.

Il est à noter que les formes aérophiles sont de plus en plus rares avec un pourcentage très faible (0,95 % en moyenne).

La prédominance des formes épiphytiques et la diminution de la fréquence des formes épipéliques et/ou épipsammiques ainsi que la rareté des planctoniques plaident en faveur d'une tranche d'eau très peu profonde, calme et sans turbulence.

L'absence de la turbulence et donc la limpidité de l'eau favorise le développement d'une ceinture végétale dense dans une tranche d'eau très peu profonde, grâce au processus de la photosynthèse et par conséquent la prolifération des diatomées épiphytiques.

Cette faible profondeur semble être confirmée lithologiquement par la présence de passées gypseuses parfois discontinues le long de cette partie de la coupe traduisant des épisodes d'évaporations responsables de la précipitation du gypse.

Il est à signaler que le sommet de cette phase (Echantillon Hm₂₂) est caractérisé par une fréquence considérable de formes épipéliques et/ou épipsammiques (*Anomoeoneis sphaerophora*, *Campylodiscus clypeus*, *C. clypeus* var. *bicostata*, *Denticula subtilis*, *Diploneis elliptica*, *Gomphonema parvulum*, *Mastogloia braunii*, *M. aff. braunii*, *M. smithii*, *M. smithii* var. *lacustris*, *Navicula halophila*, *N. oblonga*, *N. radiosa*, *N. aff. radiosa*, *Nitzschia amphibia*, *N. denticula*, *N. aff. denticula* et *N. palea*) avec 32,6 %, témoignant ainsi un léger approfondissement et donc une tranche d'eau peu profonde avant la forte précipitation de CaCO₃ engendrant les niveaux de cacaïres à *Cardium*.

En guise de conclusion, le niveau moyen du plan d'eau au moment du dépôt du paléolac subissait des fluctuations liées probablement en premier lieu au rapport alimentation (ou drainage) / évaporation.

L'histoire de ce paléoécosystème lacustre se résume en deux phases :

- une première phase : traduisant un milieu de dépôts peu profond, caractérisé par l'abondance des formes épipéliques et/ou épipsammiques (40,46 % en moyenne) et des espèces épiphytiques (38,26 % en moyenne) au profit des espèces

planctoniques (10,86 % en moyenne) et la rareté des diatomées aérophiles (0,9 % en moyenne).

La prolifération des formes épipéliques et/ou épipsammiques reflètent une turbulence des eaux et par conséquence une forte oxygénation du milieu de dépôt.

- une deuxième phase : correspondant à un milieu de dépôt très peu profond, riche en diatomées épiphytiques (79,8 % en moyenne) et marqué par la diminution des épipéliques et/ou épipsammiques (10,16 % en moyenne), la rareté des planctoniques (1,61 % en moyenne) ainsi que des diatomées aérophiles (0,95 % en moyenne). Il s'agit d'une phase à tranche d'eau très peu profonde, calme et sans turbulence favorisant le développement d'une ceinture végétale dense représentée par les restes de phragmites et par conséquence la prolifération des diatomées épiphytiques.

Par ailleurs, cette phase correspond éventuellement à un épisode d'étiage ou le rapport évaporation / drainages est très élevé. Ce milieu étant très mal drainé, sa tranche d'eau semblerait longuement soumise à l'évaporation d'où la présence de nombreuses passées gypseuse dans cette partie de la sédimentation.

La prolifération des formes épipéliques et/ou épipsammiques au sommet de cette phase (32,6 %) reflètent une turbulence des eaux et par conséquence une forte oxygénation du milieu de dépôt.

1.2. La Salinité

L'analyse en fonction de la salinité et donc des différents groupes écologiques définis auparavant, démontre que les sédiments calcaires diatomitiques de cette coupe sont caractérisées par la prédominance des diatomées d'eau oligosaline (*Denticula thermalis*, *D. valida*, *D. aff. valida*, *Diploneis elliptica*, *Epithemia argus*, *E. turgida*, *E. aff. turgida*, *E. sorex*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula halophila*, *N. mutica* var. *producta*, *Nitzschia amphibia*, *N. denticula* et *N. var. denticula*) (fig. 14, 17) et représentent en moyenne 65,63 %, reflétant ainsi une seule phase oligosaline.

Les formes d'eau douce (*Amphora ovalis*, *Cymbella cymbiformis*, *Denticula tenuis*, *Epithemia adnata*, *Epithemia adnata* var. *saxonica*, *Fragilaria brevistriata*, *Gomphonema intricatum*, *Navicula radiosa*, *N. aff. radiosa*, *Nitzschia palea* et *Synedra ulna*) représentent seulement 10,91 % en moyenne tout au long de la formation.

Les formes d'eau mésosaline à polysaline (tolérant une salinité comprise entre 0,5 ‰ et 40 ‰), qui regroupent *Amphora commutata*, *Camylodiscus clypeus*, *Camylodiscus clypeus* var. *bicostata*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. aff. ocellata*, *Denticula subtilis*, *Diploneis ovalis*, *Mastogloia smithii*, *Mastogloia smithii* var. *lacustris*, *Navicula cincta* et *N. oaluensis*, n'enregistrent que 9,15 % en moyenne.

Les diatomées d'eau métasaline à hypersaline (*Anomoeoneis sphaerophora* var. *angusta*, *Cymbella pusilla*, *Mastogloia braunii* et *Mastogloia aff. braunii*) se proliférant dans une salinité comprise entre 0,5 ‰ et 90 ‰ sont rares avec 5,78 % en moyenne.

La présence non négligeable d'une part des diatomées d'eau mésosaline à polysaline dans les niveaux (Hm₃, Hm₁₄, Hm₁₈ et Hm₂₀) représentant respectivement (25,8 %, 10 %, 17,4 % et 17 %) et d'autre part la fréquence élevée des diatomées d'eau métasaline à hypersaline (*Anomoeoneis sphaerophora* var. *angusta* et *Cymbella pusilla*, *Mastogloia braunii* et *Mastogloia aff. braunii*) dans l'échantillon Hm₄ (avec 39 %) témoigne de plusieurs épisodes à concentration en sels dissous au moment du dépôt correspondant à des épisodes à forte évaporation. Ces résultats semblent être confortés par la richesse de ces niveaux en passées gypseuses.

En résumé, l'abondance des formes d'eau oligosaline et la fréquence des diatomées d'eau douce tout au long de la formation plaident en faveur d'un milieu de dépôt oligosaline qui traduit une phase de dissolution (crue) alimentée soit par des montées d'eau de la nappe phréatique, soit par une alimentation à partir de oued Seggueur et/ou en eau de pluies.

1.3. Le PH

Tout au long de la formation étudiée, les diatomées alcalines (*Amphora commutata*, *A. ovalis*, *Camylodiscus clypeus*, *C. clypeus* var. *bicostata*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. aff. ocellata*, *Cymbella cymbiformis*, *C. pusilla*, *Denticula tenuis*, *D. thermalis*, *Diploneis elliptica*, *Epithemia adnata*, *E. adnata* var. *saxonica*, *E. argus*, *E. turgida*, *Gomphonema intricatum*, *Mastogloia braunii*, *M. smithii* var. *lacustris*, *Nitzschia amphibia*, *N. denticula*, *Navicula halophila*, *N. mutica* var. *producta* et *N. oblonga*) prédominent avec 87 % en moyenne sur les formes acides (*Anomoeoneis*

Fig. 17

sphaerophora var. *angusta*, *Denticula subtilis*, *Diploneis ovalis*, *D. ovalis* var. *oblongella*, *Navicula radiosa* et *N. aff. radiosa*). Ces dernières sont de faible fréquence et ne représentent que 4,42 % en moyenne (fig. 18).

Par ailleurs, certains niveaux (Hm₃, Hm₁₄, Hm₁₈ et Hm₂₀) enregistrent des fréquences assez élevées de formes acides, représentant (respectivement 15 %, 8,4 %, 7,4 % et 11 %) suggérant ainsi une tendance périodique à de légères acidifications du milieu (fig. 18).

En conclusion, il semble que les eaux au moment du dépôt était franchement alcalines mais subissant périodiquement de légères acidités. Ces épisodes acides sont dues probablement aux apports d'eau chargée d'éléments nutritifs pendant le drainage, qui confèrent au milieu une eau plus acide (Fallu et Pienitz, 1998).

Il est à noter que se sont surtout les niveaux (Hm₃, Hm₁₄, Hm₁₈ et Hm₂₀) qui enregistrent ces épisodes d'acidités des eaux qui sont également marqués par des fréquences élevées en espèces d'eau mésosaline à polysaline (fig. 17). Ceci indique le phénomène de cause à effet montrant la relation entre la concentration de l'eau en sel et son acidité.

1.4. La paléotempérature des eaux

L'inventaire diatomique et son analyse tout au long de la formation montre une large abondance des formes eurythermes (supportant des variations de température plus de 15 C°) avec 86,26 % en moyenne (fig. 19).

Cependant, certains niveaux (Hm₂, Hm₃, Hm₁₂ et Hm₁₄) révèlent une richesse en formes indicatrices de sources chaudes ou Euthermes (supportant des températures d'eaux supérieures à 30 C°). Il s'agit essentiellement de : *Anomoeoneis sphaerophora* var. *angusta*, *Denticula themalis*, *D. valida*, *D. aff. valida* et *Nitzschia amphibia* et accusent pour chaque niveau une fréquence élevée (23 %, 18,4 %, 40,2 % et 67 %) témoignant ainsi une température de tranche d'eau plus élevée au moment du dépôt dans ces niveaux (fig. 19).

(fig. 18)

La présence de passées gypseuses dans la formation pourrait être associée à des épisodes brefs de sécheresses (aridité), d'où l'enregistrement des fréquences considérables des diatomées eutherms.

Ces résultats sont en accord avec les travaux de (Gasse *et al.*, 1987) sur les sédiments de la même coupe où ils montrent que certains niveaux sont très riches en oxygène dissout. Le volume d'O₂ dissout dans l'eau dépend donc de la température de celle-ci ainsi que de la concentration en sels.

En guise de conclusion, le milieu de dépôt était propice pour la prolifération des diatomées eurytherms (supportant les variations de la température), de brefs épisodes d'aridités sont enregistrés par la fréquence des diatomées Eutherms. Ce ci est conforté par la sédimentation de passées gypseuses.

1.5. Conclusion

L'étude paléoenvironnementale, basée sur les diatomées de la coupe de la butte témoin a montré une prédominance des espèces typiquement périphytique *s.l* au profit des formes planctoniques dites « littorales ». La rareté de ces dernières, suggère un milieu de dépôt lacustre peu profond n'ayant atteint à aucun moment de son histoire de grandes profondeurs.

Il est à noter, que les milieux aquatiques profonds (lacs) sont caractérisés par l'abondance des formes planctoniques Servant-Vildary (1977). L'analyse des échantillons le long de la coupe a permis de définir deux phases au moment du dépôt.

Phase I

Cette première phase correspond à un milieu de dépôt peu profond à turbulence (attestée par la prédominance des diatomées épipéliques et/ou épipsammiques) et à tranche d'eau alcaline et oligosaline (saumâtre).

Cependant, la fréquence des diatomées d'eau mésosaline à polysaline et des diatomées d'eau métasaline à hypersaline respectivement dans les

(fig. 19)

niveaux Hm₃ et Hm₄ au sein de cette phase suggèrent plusieurs épisodes à concentration en sels au moment du dépôt. Par ailleurs, cette tranche d'eau est soumise à de fortes concentrations en sels épisodiques et par conséquent à des épisodes d'évaporations correspondant à de brefs périodes d'aridités.

Phase II

Cette deuxième phase moins profonde, traduit un milieu de dépôt très peu profond calme à tranche d'eau alcaline et oligosaline (saumâtre), mais soumise aussi à de fortes évaporations épisodiques correspondant à des épisodes à concentration en sels soit un climat aride au moment du dépôt. Ceci est conforté par la fréquence des diatomées euthermes ainsi que la formation de passées gypseuses dans certains niveaux. Cette phase calme favorisant le développement d'une ceinture végétale dense (phragmites) et par conséquent la prolifération des diatomées épiphytiques correspond à une période d'étiage ou le rapport évaporation /drainages est très élevé.

2. COUPE DE LA BERGE

2.1. Fluctuation du niveau moyen du plan d'eau

Les variations verticales des groupes écologiques définis auparavant ont permis de distinguer dans cette coupe une seule phase du niveau moyen du plan d'eau (fig. 20).

Elle est marquée par l'abondance des formes épiphytiques (*Amphora commutata*, *A. ovalis*, *Cymbella pusilla*, *Epithemia adnata*, *E. adnata* var. *porcellus*, *E. adnata* var. *saxonica*, *Epithemia argus* et *Epithemia turgida*). Leurs fréquences varient de 60,5 % à 100 % (fig. 20). Par contre, les formes épipéliques et/ou épipsammiques (*Campylodiscus clypeus*, *Denticula subtilis*, *Mastogloia braunii* et *Nitzschia amphibia*) n'accusent que de faibles fréquences à l'exception de l'échantillon Hm₄' qui atteint 34 %.

Les formes planctoniques et les diatomées aérophiles sont très rares et ne dépassent guère les 2,5 % et 1,5 % respectivement.

La prédominance des formes épiphytiques et la faible fréquence des épipéliques et/ou épipsammiques ainsi que la rareté des planctoniques plaident en faveur d'une seule phase caractérisée par un milieu de dépôt à tranche d'eau très peu profonde, généralement calme et sans turbulence. Le faciès calcaire riche en roseaux surmontant ces calcaires diatomitiques matérialisant la berge du paléolac s'emblerait confirmer la tranche d'eau très peu profonde.

L'absence de la turbulence et donc la limpidité de l'eau a permis le développement d'une ceinture végétale dense dans une tranche d'eau très peu profonde, grâce au processus de la photosynthèse et par conséquent la prolifération des diatomées épiphytiques.

Toute fois, la prolifération des formes épipéliques et/ou épipsammiques (34 %) dans le niveau Hm₄' reflète une légère turbulence des eaux au moment du dépôt Fan (1994).

(fig. 20)

2.2. La Salinité

Les niveaux analysés sont riches en diatomées d'eau oligosaline (*Epithemia argus*, *E. turgida*, *E. sorex* et *Nitzschia amphibia*) avec des fréquences comprise entre 56,5 % et 93 %, reflétant une seule phase de salinité tout au long de la coupe (fig. 21).

Les formes d'eau douce (*Amphora ovalis* et *Epithemia adnata*) sont rares tout au long de la formation et ne dépassent pas les 3,5 % (fig. 21).

Les diatomées d'eau mésosaline à polysaline (*Amphora commutata*, *Cyclotella meneghiniana* et *Denticula subtilis*) accusent de faibles fréquences à l'exception de l'échantillon Hm₄' qui atteint 30 % (fig. 21).

Les formes d'eau métasaline à hypersaline représentés par les taxons *Cymbella pusilla* et *Mastogloia braunii* (fig. 15) sont également rares mais enregistrent une légère augmentation dans l'échantillon Hm₆' avec 14 % (fig. 21).

En résumé, l'abondance des diatomées d'eau oligosaline (76,4 % en moyenne) et la fréquence des diatomées d'eau douce (6,9 % en moyen) plaident en faveur d'une tranche d'eau oligosaline (saumatre) au moment du dépôt traduisant ainsi une phase de dissolution alimentée soit par des montées d'eau de la nappe phréatique, soit par une alimentation à partir de oued Seggueur et/ou en l'eau de pluies.

Toutefois, la présence non négligeable d'une part des diatomées d'eau métasaline à hypersaline dans le niveau Hm₆' représentant 14 % et d'autre part la fréquence élevée des formes d'eau mésosaline à polysaline dans l'échantillon Hm₄' avec (30 %) témoignent d'une tendance à une concentration épisodique en sels au moment du dépôt.

2.3. Le PH

Les diatomées alcaliphiles (*Amphora commutata*, *Amphora ovalis*, *Campylodiscus clypeus*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella pusilla*, *Denticula tenuis*, *Diploneis elliptica*, *Epithemia adnata*, *E. adnata* var. *saxonica*, *E. argus*, *Mastogloia braunii* et *Nitzschia amphibia*) prédominent avec 88,3 % en moyenne, le long de la formation au profit des formes acidophiles (*Denticula subtilis* et *Navicula radiosa*) qui ne représentent que 5,7 % en moyenne (fig. 22).

(fig. 21)

Cependant, l'échantillon Hm₄' enregistre une fréquence très significative de diatomées acidophiles avec 27,1% (fig. 22).

Ces résultats témoignent d'une eau alcaline au moment du dépôt, subissant un épisode de légère acidité comme l'indique l'échantillon Hm₄'. Cet épisode acide est due probablement aux apports d'eau chargée d'éléments nutritifs pendant le drainage, qui confèrent au milieu une eau plus acide (Fallu et Pienitz, 1998).

Cependant, il est à noter que ce niveau Hm₄' (enregistrant une période d'acidité des eaux) est également caractérisé par une fréquence élevée en espèces d'eau mésosaline à polysaline (30 %). Ceci indique le phénomène de cause à effet montrant la relation entre la concentration de l'eau en sel et son acidité (fig. 21).

2.4. La paléotempérature des eaux

L'inventaire diatomique et son analyse tout au long de la coupe de la berge n'ont révélé que des formes eurythermes (supportant des variations de température plus de 15 C°). Ceci reflète des conditions thermiques ne permettant que la prolifération d'une flore algale spécialement eurytherme capable de supporter des variations de température plus de 15 C°.

2.5. Conclusion

L'analyse, basée sur les diatomées dans la coupe de la berge suggère un milieu de dépôt très peu profond, généralement très calme à tranche d'eau alcaline et oligosaline (saumâtre), constituant ainsi une seule phase de sédimentation.

Cette phase très peu profonde favorisant le développement d'une ceinture végétale dense (phragmites) et la prolifération des diatomées épiphytiques est soumise à de fortes évaporations temporaires, comme l'atteste certains échantillons (Hm₄' et Hm₆').

(fig. 22)

3. AUTRES ORGANISMES

Le traitement physico-chimique des échantillons a révélé la présence d'autres organismes siliceux en association avec les diatomées : les phytolithaires et les chrysophytes.

Le lavage de quelques niveaux a livré d'autres organismes représentés par une faune et une flore très riche (les charophytes, les ostracodes, les gastéropodes et les bivalves).

3.1. Les Phytolithaires

Les *Phytolithaires* attachés aux graminées sont des particules micrométriques d'opale provenant de l'accumulation de la silice dans les tissus des plantes. Ce sont tous les corpuscules siliceux fossiles ou subfossiles microscopiques d'origines végétales. La silice précipite dans et entre les cellules de ces plantes vivantes. Certains *Phytolithaires* acquièrent une morphologie comparable à celle de la cellule, tout en leur conférant une valeur taxonomique. Ils gardent ainsi en mémoire la végétation dont ils sont originaires et constituent de bons indicateurs paléoenvironnementaux.

Des *Phytolithaires* sont souvent signalées dans les sédiments lacustres ou palustres d'âge Quaternaire (Pléistocène et Holocène), notamment dans la région d'El Ouata (Alimen *et al.*, 1970 ; Adjedir, 2002).

Tout au long des échantillons des deux coupes étudiées, les phytolithaires sont très fréquents et semblerait que leur fréquence coïncide avec la prolifération des diatomées épiphytiques. Ces dernières se prolifèrent dans les milieux lacustres où se sédimentent essentiellement des calcaires et des quartz détritiques, leur existences ne peut se concevoir que grâce à la présence de silice colloïdale dérivée, en particulier des phytolithaires des Graminées et des Cypéracées (Alimen *et al.*, 1970).

Cependant les Phytolithaires devient plus abondant vers les niveaux supérieurs de la coupe de la butte témoin (calcaires à *Cardium*) où les rares diatomées inventoriées dans ces niveaux sont à caractères péripHYTIQUES.

Les analyses chimiques des échantillons de calcaires diatomiques de Hassi El Medjna démontrent qu'ils sont très riches en calcaires et une considérable proportion de silice (Fontes *et al.*, 1985).

Servant-Vildary (1978) montre que l'abondance des phytolithaires non remanié traduit une pellicule d'eau soumise à une forte évaporation, permettant l'apparition de végétaux aquatiques et les dépôts du carbone de calcium.

L'abondance des Phytolithaires dans les niveaux supérieurs très riche en calcaires (calcaires à *Cardium*) de la coupe de la butte, témoin d'une pellicule d'eau soumise à une forte évaporation, permettant l'apparition de végétaux aquatiques et le dépôt du carbone de calcium (Servant-Vildary, 1978). Ces conditions ont permis entre autre le développement des bivalves (*Cerastoderma glaucum* Bruguière) qui se prolifèrent dans des eaux métasaline à hypersaline (0,5 ‰ et 90 ‰) et bien oxygénée.

3.2. Les Chrysophytes

Les Stromatocystes des Chrysophytes (Cystes ou stratospores) sont des algues siliceuses appartenant à l'embranchement des chrysophyceae. Leurs tests siliceux très épais leur permettent une bonne préservation dans les sédiments lacustres et tourbeux.

Il s'agit d'algues d'eaux douces le plus souvent unicellulaires (pl. V, fig. 10,12 ; pl. VII, fig. 14). Elles possèdent un test globuleux, sphérique ou ovale doté d'une ouverture et de deux flagelles caractéristiques. Elles sont appelées par Beucheur (1971) « origine sphériques échinnulées ».

Dans certains cas, l'algue adopte différentes formes au cours de son cycle. La plupart sont photosynthétiques mais il existe quelques espèces dépourvues de plastides. Elles sont à la base de la chaîne alimentaire au même titre que les diatomées.

Les Chrysophytes africaines se présentent par leurs stratospores (Kustiansen et Takabashi *in* Gasse *et al.*, 1987). Elles se produisent dans les eaux oligotrophiques et douces (Round, 1984 ; Pienitz *et al.*, 1992 ; Smol *in* Serreyssol et Krier, 1995). Les Chrysophytes ont été signalé dans les tourbes des îles Kerguelen (Van De Vijve et Beyens, 1997) ainsi que dans les milieux salés (Saint-Martin *et al.*, 1999).

Ces organismes ont été également signalé en association avec les diatomées d'eau douce par (Gasse *et al.*, 1987).

L'analyse tout au long des deux coupes (la butte témoin et la berge) montre que leur présence en fréquence moyenne à élevée dans tous les niveaux étudiés des deux coupes témoigne d'un milieu aquatique à quelque fluctuation d'eau douce.

A titre comparatif, entre la fréquence des Chrysophytes et des Phytolithaires le long des deux coupes étudiées, nos analyses montrent que les Chrysophytes sont moins fréquents par rapport aux Phytolithaires. Etant des formes d'eau douce (Chrysophytes), ceci conforte bien les résultats obtenus dans les analyses de la paléosalinité. Il est à rappeler que les eaux de ce lac étaient à caractère oligosaline (saumâtre) et la fréquence des Chrysophytes coïncide avec les épisodes d'eau douce du lac.

3.3. Les Charophytes

Les Charophytes sont considérées comme étant des végétaux très polymorphes. Leur variabilité qui peut atteindre les parties de leur appareil végétatif se trouve à l'origine de la distribution de nombreuses formes et variétés.

Ces formes ressemblent superficiellement à des plantes supérieures du fait de leurs rhizoïdes semblables à des racines, de leurs ramifications semblables à des feuilles placées à intervalles réguliers et de leurs axes cylindriques droits entourés d'une gaine de cellules.

Les Charophytes se développent sous l'eau et forment souvent de denses tapis au fond des mares et des eaux saumâtres et vivent dans la zone photique, ne dépassant pas les 10 m de profondeur. En conséquence, ces organismes exigent un milieu peu profond pour leurs survies.

Quelques échantillons ont été analysés révélant deux espèces (*Chara*, probablement *Chara* sp. aff. *vulgaris limné* et *Chara zeylamica* Klein ex. Willdernow) recensées auparavant par Gasse *et al.* (1987).

Les deux espèces sont épipéliques mais leur tolérance vis-à-vis de la salinité de l'eau diffère : *Chara* sp. aff. *vulgaris limné* se prolifère dans les eaux douces et *Chara zeylamica* Klein indique plutôt des eaux oligosaline.

Il est à noter, que les deux formes abondent dans les niveaux riches en diatomées épiphytiques.

En résumé, les charophytes inventoriés (*Chara* sp. aff. *vulgaris limné* et *Chara zeylamica* Klein) de la région de Hassi El Medjna témoignent d'un milieu peu profond à très peu profond et à tranche d'eau oligosaline soumis à des fluctuations épisodiques d'eau douce.

3.4. Les Ostracodes

Les ostracodes sont des petits crustacés vivant dans les milieux marins et continentaux (eaux douces et saumâtres).

Leur carapace est formée de deux valves enveloppant le corps de l'animal. La structure de la carapace varie suivant les milieux où ils vivent. Les formes d'eau douce comme les genres *Candona* et *Cypridopsis* ont une carapace mince, légère et lisse. Celle des formes marines est très rigide et sculptée.

Les formes benthiques vivent en général dans des fonds calmes et dans les zones photiques riche en algues qui constituent leur nourriture principale.

Les échantillons (Hm₁, Hm₂ et Hm₁₆) analysés dans la coupe de la butte témoin révèlent deux espèces (*Cyprideis torosa* Jones et *Candona neglecta* Sars) recensées auparavant par Gasse *et al.* (1987).

Ces formes ont aussi été inventoriés dans la partie supérieure de cette coupe (calcaires à *cardium*) associées à *Loxoconcha* aff. *elliptica* Brady. Par ailleurs, Posso et Gaillard *in* Gasse *et al.* (1987) indiquent que *Loxoconcha* aff. *elliptica* Brady s'associe facilement avec *Cyprideis torosa* Jones dans des lacs très salés, qui peut survivre dans des salinités dépassant les 90‰.

Les trois taxons *Cyprideis torosa* Jones, *Loxoconcha* aff. *elliptica* Brady et *Candona neglecta* Sars sont des formes épipéliques mais leur tolérance vis-à-vis de la salinité diffère. Les deux premières espèces indiquent une eau métrasaline à hypersaline tandis que *Candona neglecta* Sars se prolifère dans une eau oligosaline.

En résumé, la présence des ostracodes cités auparavant dans les calcaires diatomitiques et les calcaires à *Cardium* traduit un milieu de dépôt peu profond à tranche d'eau oligosaline à salé. Ceci conforte les résultats obtenus dans les analyses de la paléobathymétrie et de la paléosalinité.

3.5. Les Gastéropodes

Les Gastéropodes sont des mollusques qui vivent dans les milieux marins et continentaux.

Les formes continentales occupent les milieux aquatiques (lacs et rivières) et les milieux terrestres (régions humides, froides et arides).

Les analyses de quelques échantillons le long des deux coupes (la butte témoin et la berge) révèlent trois espèces : *Hydrobia aponensis* aff. *peraudieri*, *Limnea* cf. *palustris* Muller et *Planorbis* cf. (pl. I, fig. 6,7 ; fig. 8,9 ; fig. 10,11).

Les formes inventoriées dans le présent travail ont été également signalées par Gasse *et al.* (1987) et Callot (1991).

La présence de l'espèce *Limnea* cf. *palustris* Muller et *Planorbis* cf. témoigne d'une tranche d'eau douce (Alimen *et al.*, 1952 ; Alimen, 1970 ; Beucher, 1971 ; Callot, 1991). Leur prolifération semble indifférente aux concentrations en sel dissout constatées dans certains niveaux.

L'espèce *Potamides conicus* Blainville est épipélique et se développe dans les eaux stenotopique ou marine (Gasse, *et al.*, 1987).

Il est à noter, que la présence de ce taxon dans le niveau des calcaires à *Codium* annonce le dessèchement du lac.

En guise de conclusion, la prolifération des gastéropodes *Limnea* cf. *palustris* Muller et *Planorbis* cf. suggère un milieu soumis à des fluctuations d'eau douce le long des deux coupes étudiés à tranche d'eaux saumâtre et conforte les analyses de la paléosalinité.

3.6. Les Bivalves

Les Bivalves ou lamellibranches sont des Mollusques aquatiques (marins et lacustres) munis d'une coquille à deux valves.

Les genres *Cardium* mènent une vie semi fouisseur (Gitton, 1978). Ils sont typiquement suspensivores, se nourrissant de foraminifères et diatomées ainsi que d'autres particules en suspension dans l'eau. Les représentants de ce genre se limitent aux eaux littorales et sublittorales pour des profondeurs de 10 à 30 mètres, tolérant les variations de salinité et préférant les eaux aérées, riches en oxygènes et supportent mal les eaux stagnantes (Gitton, 1978).

Dans notre région d'étude, une seule forme de *Cardium* a été répertoriée dans les niveaux supérieures de la coupe de la butte témoin constituant un assemblage monospécifique. Il s'agit de *Cerastoderma glaucum* Bruguière (pl. I, fig. 14-17), connue sous le nom de *Cardium*. Le nom coques ou *Cerastoderma* a été attribué à certains bivalves vivant dans la zone de balancement des marées.

Cerastoderma glaucum Bruguière peuple habituellement les lagunes et les estuaires de la méditerranée. Elle caractérise les milieux marins et se prolifère dans une eau métrasaline à hypersaline (0,5 ‰ et 90 ‰).

La partie supérieure des calcaires diatomitiques (coupe de la butte témoin) est caractérisée par une très nette fréquence des diatomées épipélique et/ou épipsammique (32,6 % en moyenne), des diatomées d'eau mésosaline à hypersaline (23,6 % en moyenne) et des formes acidophile (18 % en moyenne) dans l'échantillon Hm₂₂. Ces résultats peuvent indiquer le début d'une phase d'évaporation, qui s'intensifie avec la présence de *Cerastoderma glaucum* Bruguière.

La présence de cette espèce à caractère marin dans ce type de milieu pose certains problèmes et plusieurs hypothèses. L'hypothèse de Lévy (1987), qui incite à imaginer que la mer aurait occupé une large part du Bas-Sahara au Quaternaire, pour cet auteur ces invasions marines auraient pénétrés dans la dépression des grands chotts algéro-tunisiens à partir du Golfe de Gabés. Il conçoit donc que la mer se serait maintenue en flaques isolées depuis la fin du Miocène.

En revanche, Fontes *et al.* (1988) n'admettant pas cette hypothèse, indiquent que la persistance des flaques d'eaux marines pendant des centaines de milliers d'années voire des millions d'années ne résiste pas au simple concept de l'évaporation. Même dans les régions les plus tempérées du Globe, les étendus d'eau libre perdent ainsi chaque année environ un mètre d'eau. Aucune masse d'eau « marine » n'a pu se maintenir au Sahara sans être alimentée et renouvelée par les eaux continentales.

En 1896, Darwin publia l'hypothèse des oiseaux migrateurs qui sont capable de parcourir de grandes distances et de transporter des organismes accrochés à leurs pattes. Cette hypothèse a été appliquée au domaine saharien pendant les périodes humides du Quaternaire.

D'autre par, ces mêmes auteurs invoquent qu'aucun groupe à exigence marine stricte n'a jamais été identifié dans les dépôts quaternaires du Sahara. Les formes à caractères marins sont en général des organismes unicellulaire à teste calcaire (foraminifère) ou siliceux (diatomées), capables de supporter de grandes variations de salinité (sursalure ou dilution de milieu qu'offraient les dépressions saharienne) ont occupé des niches écologiques libres.

Toutefois, cette forme s'est fossilisée en position de vie et sa présence dans ce faciès très riche en calcaire démontre que le lac subissait une évaporation

active provoquant une salinité très importante et comparable à l'eau de mer, favorisant leurs proliférations.

VI. CONCLUSION PALEOENVIRONNEMENTALE

La région de Hassi El Medjna est caractérisée par trois ensembles sédimentaires : un ensemble détritique (argiles et sables fins jaunâtres), un ensemble à sédimentation chimico-organique (calcaires diatomitiques) et un ensemble à caractères chimique (gypses).

Les calcaires diatomitiques sont surmontés par un niveau de calcaires à *Cardium* dans la coupe de la butte témoin et par des calcaires à roseaux dans la coupe de la berge. Ces calcaires à *cardium* (au niveau de la coupe « C »), sont surmontés par un faciès gypseux (ensemble III).

L'étude paléoenvironnementale, basée sur les diatomées des deux coupes (la butte témoin et la berge) a permis de distinguer la prédominance des espèces typiquement périphytique *s.l* au profit des formes planctoniques dites « littorales ». La rareté des diatomées planctoniques littorales, suggère un milieu de dépôt lacustre peu profond n'ayant atteint à aucun moment de son histoire de grandes profondeurs.

Il est à noter, que les milieux aquatiques profonds (lacs) sont caractérisés par l'abondance des formes planctoniques Servant-Vildary (1977).

L'analyse diatomique et lithologique avec la présence du niveau calcaires à *Cardium* et à roseaux et gypses a permis de définir quatre phases au moment du dépôt (fig. 23).

Phase I

Cette première phase correspond à un milieu de dépôt peu profond à turbulence et à tranche d'eau alcaline et oligosaline (saumâtre).

Cependant, la fréquence des diatomées d'eau mésosaline à polysaline et des diatomées d'eau métasaline à hypersaline respectivement dans quelques niveaux au sein de cette phase suggèrent plusieurs épisodes à concentration en sels au moment du dépôt. Par ailleurs, cette tranche d'eau est soumise à de fortes concentrations en sels épisodiques et par conséquence à des épisodes d'évaporations correspondant à de brefs périodes d'aridités.

Phase II

Cette deuxième phase moins profonde, traduit un milieu de dépôt très peu profond calme à tranche d'eau alcaline et oligosaline (saumâtre), mais soumise aussi à de fortes évaporations épisodiques correspondant à des épisodes à concentration en sels soit un climat aride au moment du dépôt. Ceci est conforté par la fréquence des diatomées euthermes ainsi que la formation de passées gypseuses dans certains niveaux. Cette phase calme favorisant le développement d'une ceinture végétale dense (phragmites) et par conséquent la prolifération des diatomées épiphytiques correspond à une période d'étiage où le rapport évaporation / drainages est très élevé.

Cette phase est mise en évidence dans les deux coupes étudiées. Par contre dans la coupe de la berge la phase peu profonde est absente. La situation de cette coupe caractérisant la berge conforte ces résultats.

La phase à tranche d'eau très peu profonde correspond à une période d'étiage où le milieu de dépôt était mal drainé et les eaux étaient soumises à l'évaporation (concentration des eaux en sels dissous). La fréquence des diatomées d'eau douce ainsi que la prolifération des gastéropodes (*Limnea* cf. *palustris* Muller et *Planorbis* cf.) indiquent des fluctuations d'eau douce dans certains niveaux des calcaires diatomitiques des deux coupes étudiées, traduisant la dissolution par des arrivées d'eau de la nappe phréatique et/ou de oued Seggueur et/ou de l'eau de pluies. Ces épisodes de crue favorisent un drainage assez actif du milieu sous une faible évaporation. Ceci entraîna une dilution des eaux et offre au milieu une eau oligosaline, attesté par la présence des Chrysophytes (algue d'eau douce).

Les calcaires diatomiques de Hassi El Medjna sont caractérisés par une richesse en phytolithaires d'après (Alimen *et al.*, 1970). Les diatomées ayant vécu dans un milieu où se sédimentaient essentiellement du calcaire et du quartz détritique, leur existence est conçue que grâce à la présence de silice colloïdal dérivée en particulier des phytolithaires des Graminées et des Cypéracées. Il est à noter que ces derniers prédominent dans les calcaires à *Cardium* où les diatomées deviennent très rares.

Phase III

La troisième phase correspond à un milieu de sédimentation très peu profond et en une tranche d'eau salée. Cette phase correspond aux dépôts de calcaires à *Cardium*

(*Cerastoderma glaucum* Bruguière) de la butte témoin et l'équivalent latérale, les calcaires à roseaux. La prolifération du bivalve *Cerastoderma glaucum* Bruguière et des roseaux ainsi que des gastéropodes indiquent une tranche d'eau très peu profonde à forte évaporation.

Phase IV

C'est la phase d'évaporation intense, correspondant au faciès gypseux de la coupe « C » qui surmonte les calcaires à *Cardium*.

Le climat aride et l'absence d'alimentation en eaux provoque la stagnation des eaux et donc une intense évaporation engendrant des dépôts gypseux.

Fig. 23

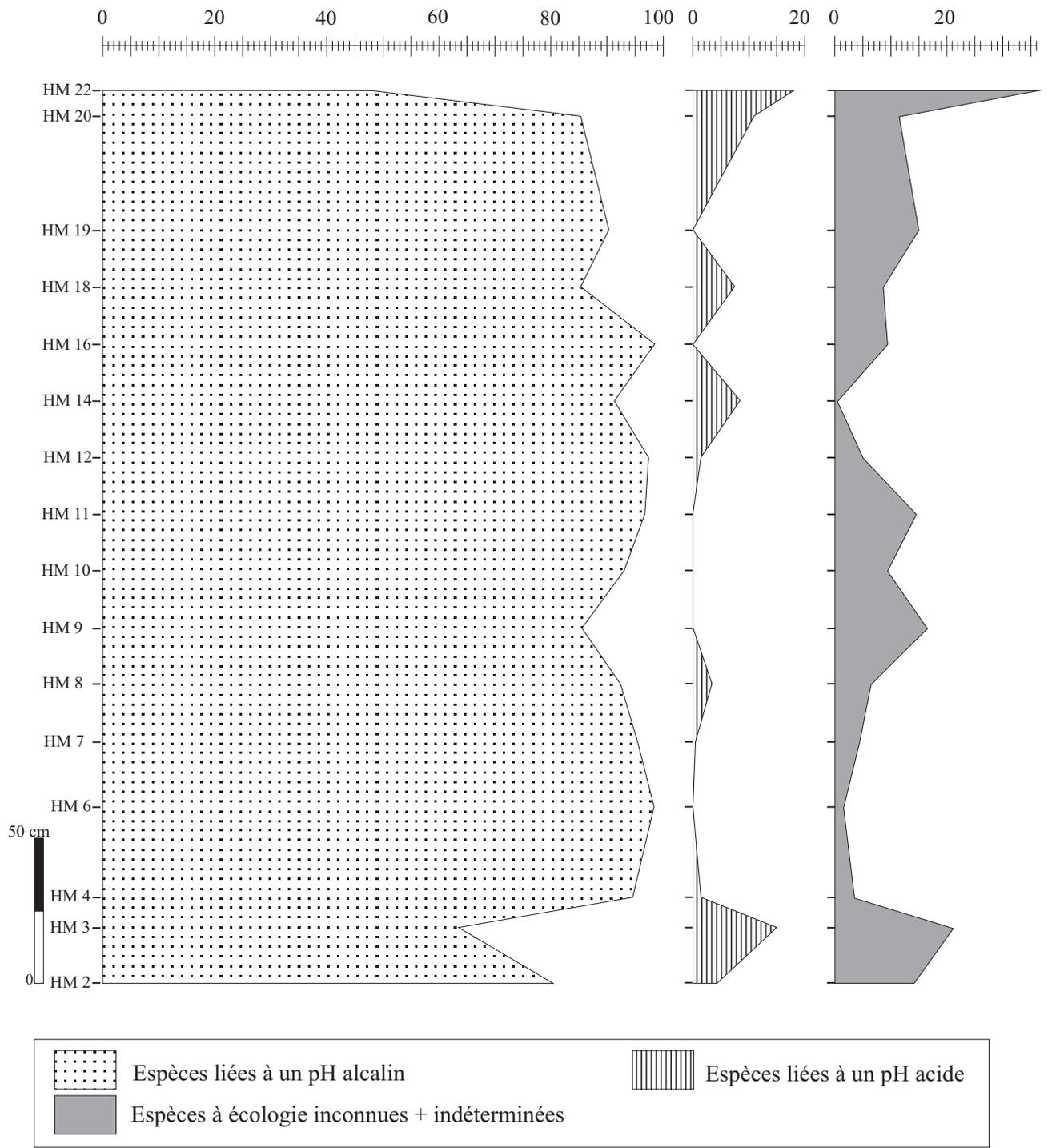


Fig. 18- Evolutions des fréquences relatives des diatomées regroupées selon le pH (coupe de la butte témoin)

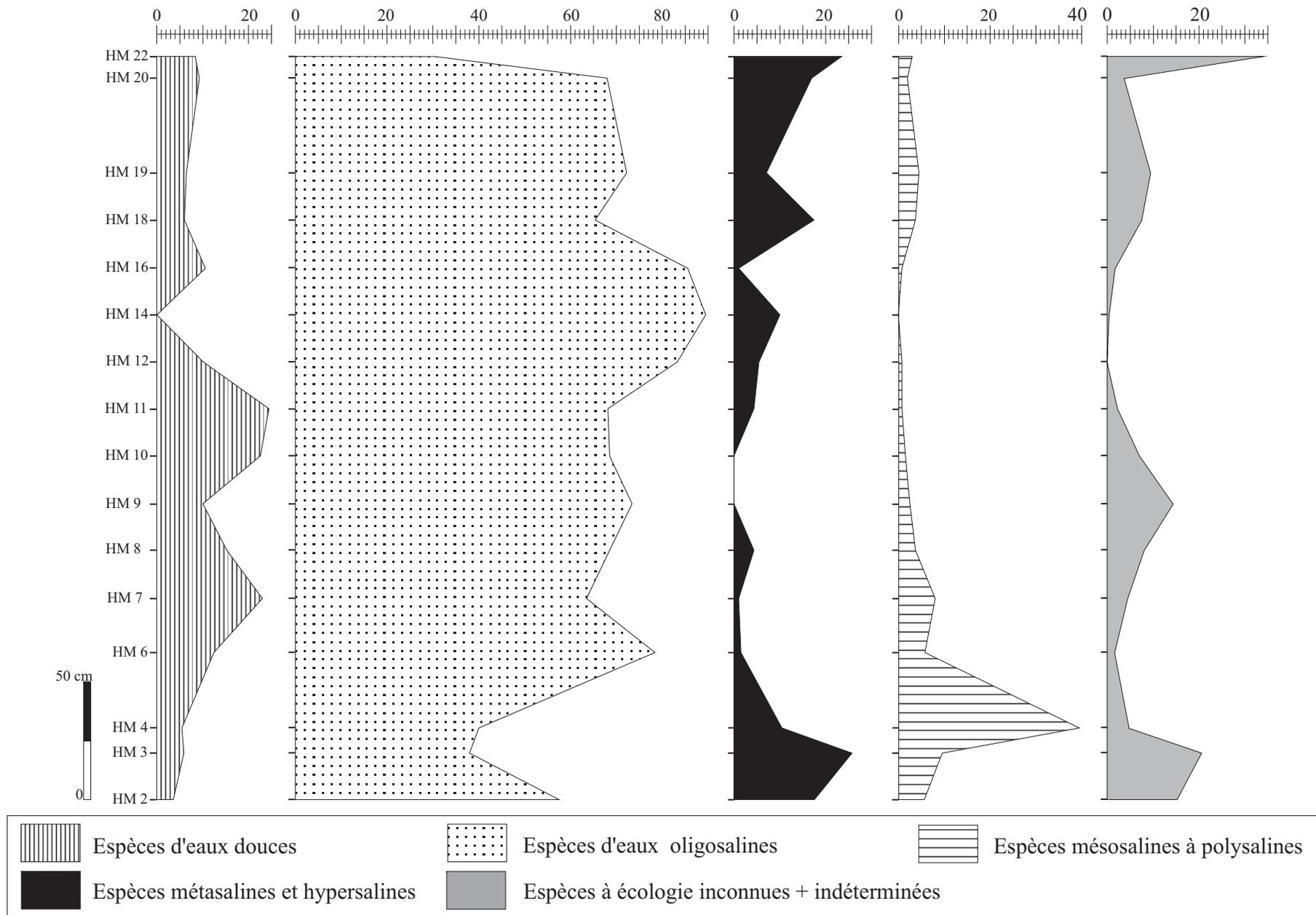


Fig. 17- Evolution verticale des fréquences relatives des diatomées regroupées selon la salinité (coupe de la butte témoin)

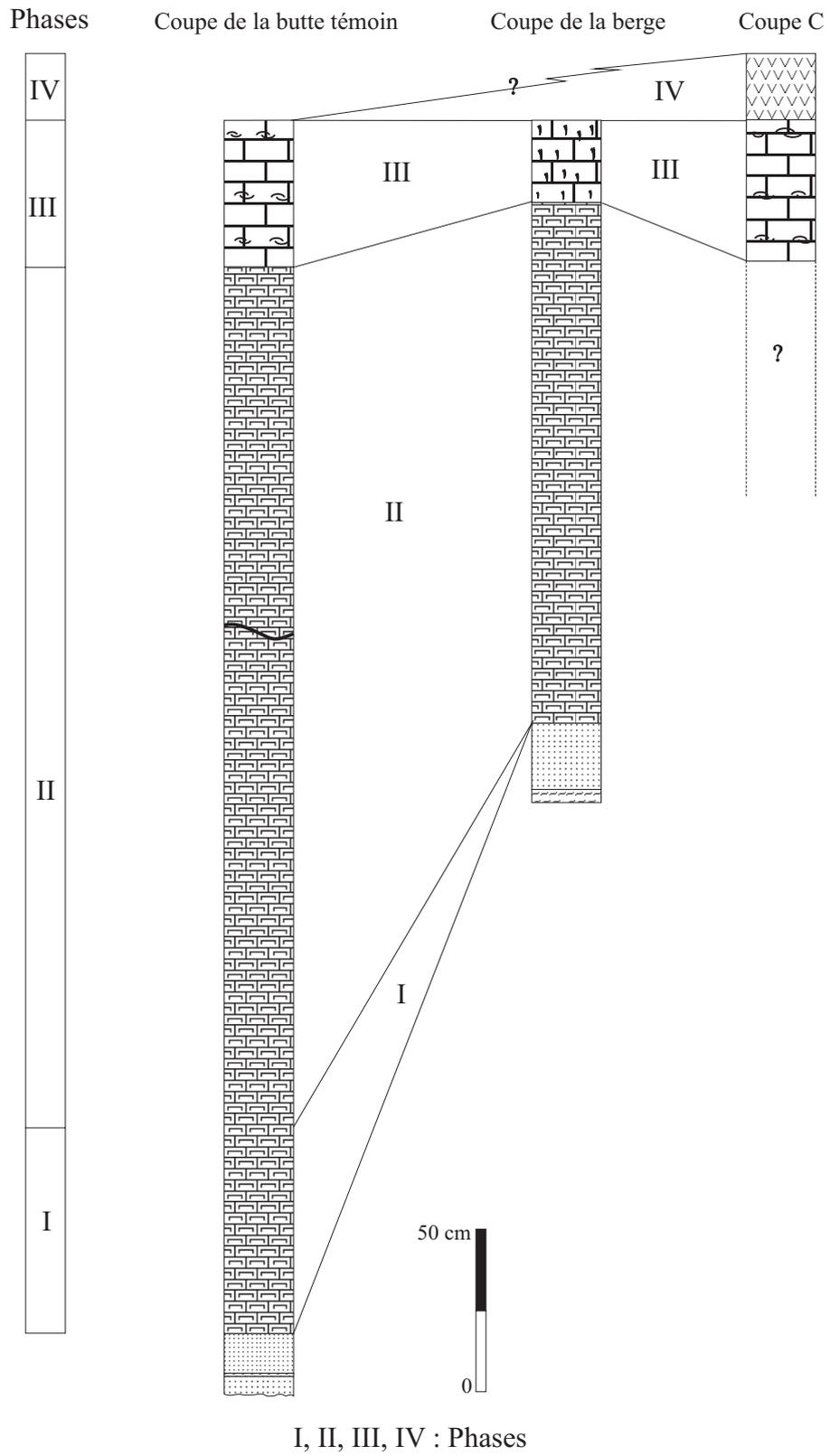


Fig .23- Evolution paléoenvironnementale de la formation diatomitique de Hassi El Medjna

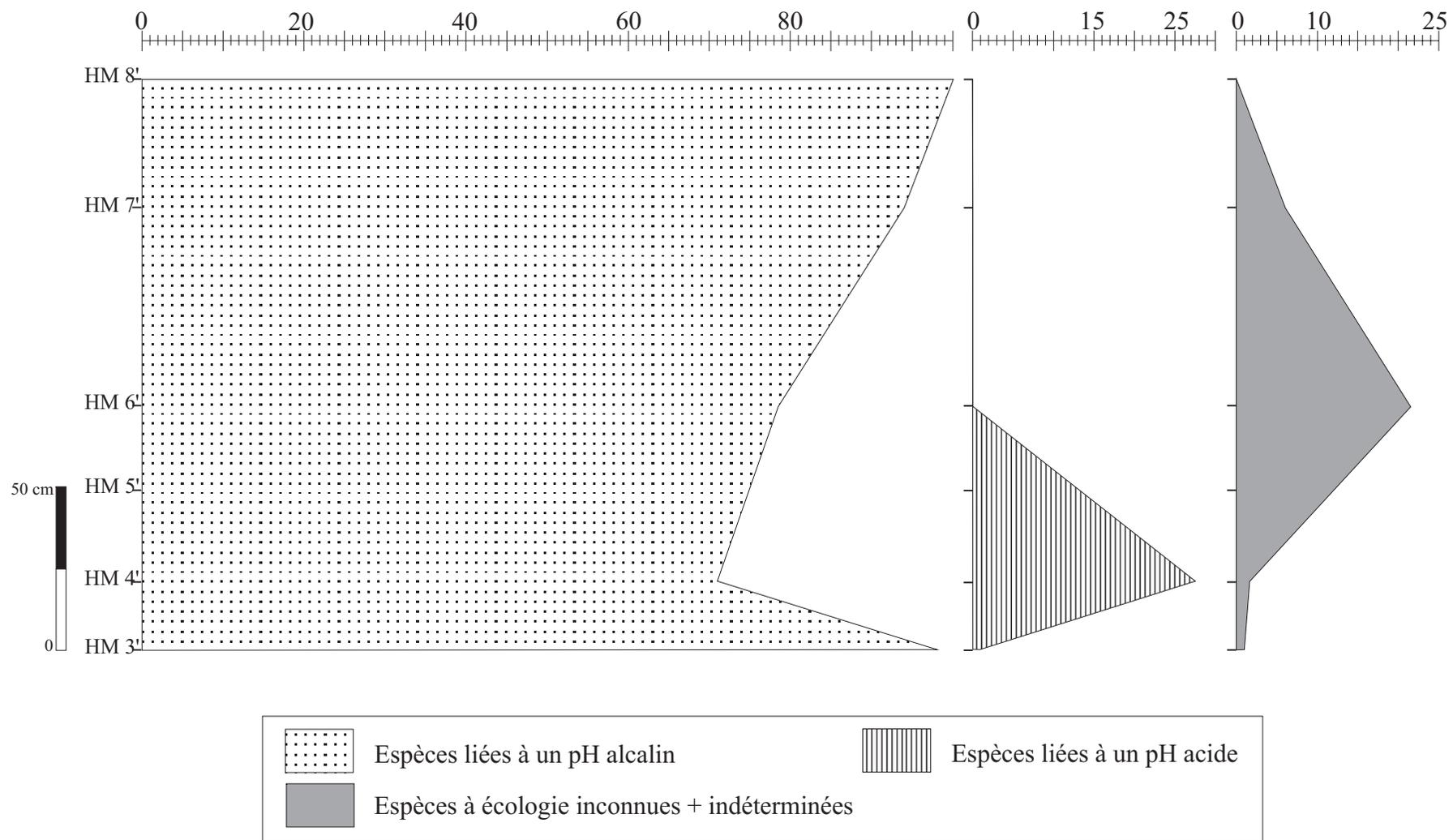


Fig. 22- Evolution des fréquences relatives des diatomées regroupées selon le pH (coupe de la berge)

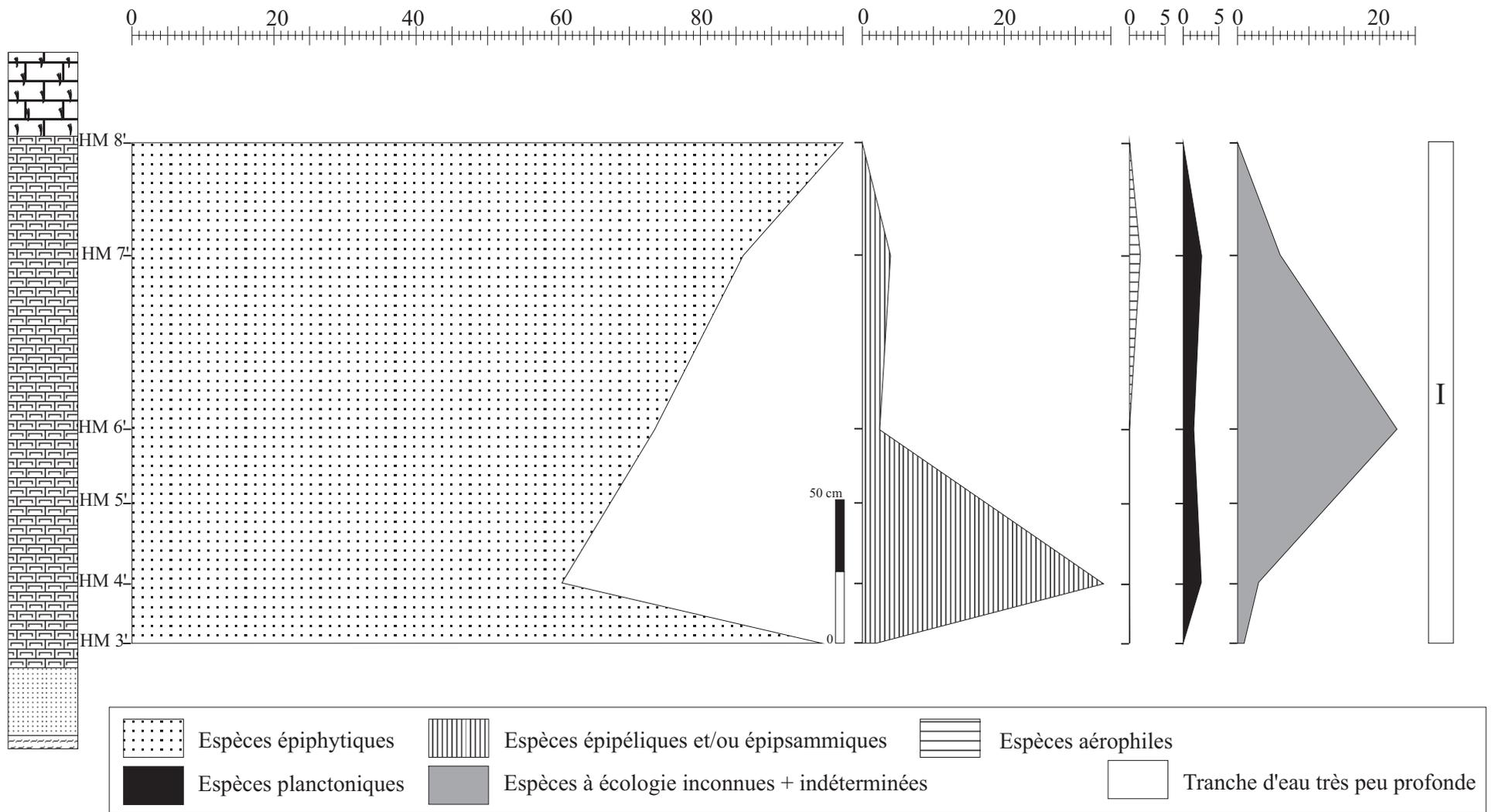


Fig. 20- Evolutions des fréquences relatives des diatomées selon leur mode de vie (coupe de la berge)

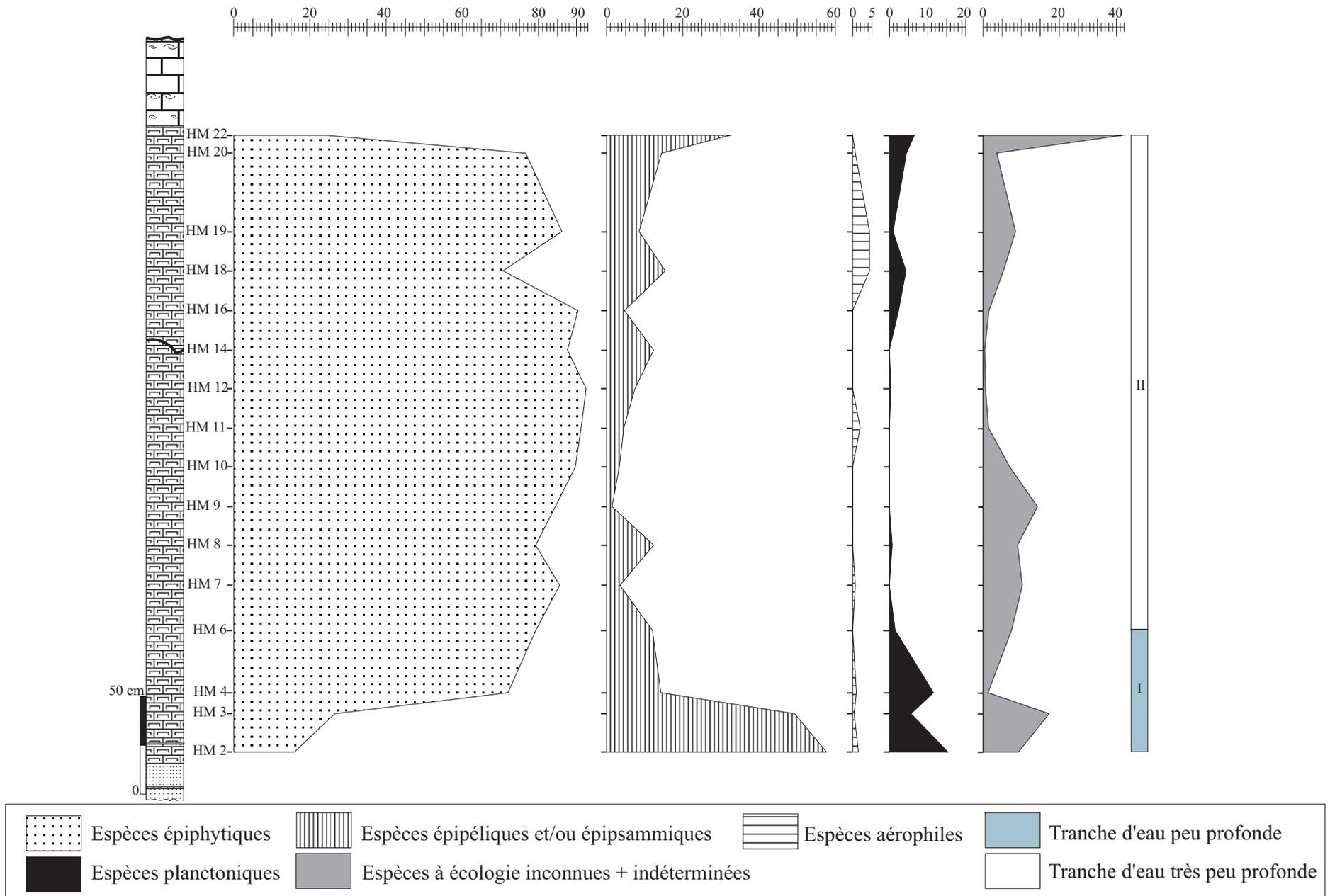


Fig. 16- Evolution verticale des fréquences relatives des diatomées selon leur mode de vie (coupe de la butte témoin)

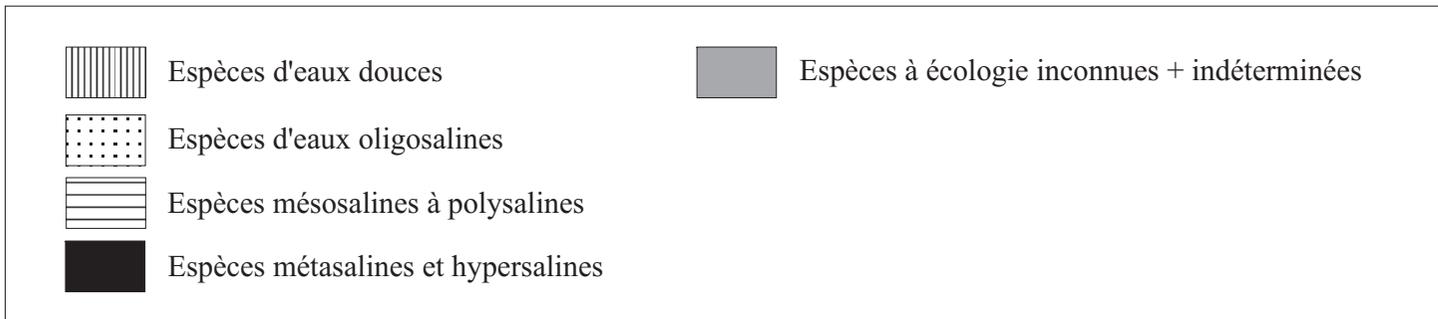
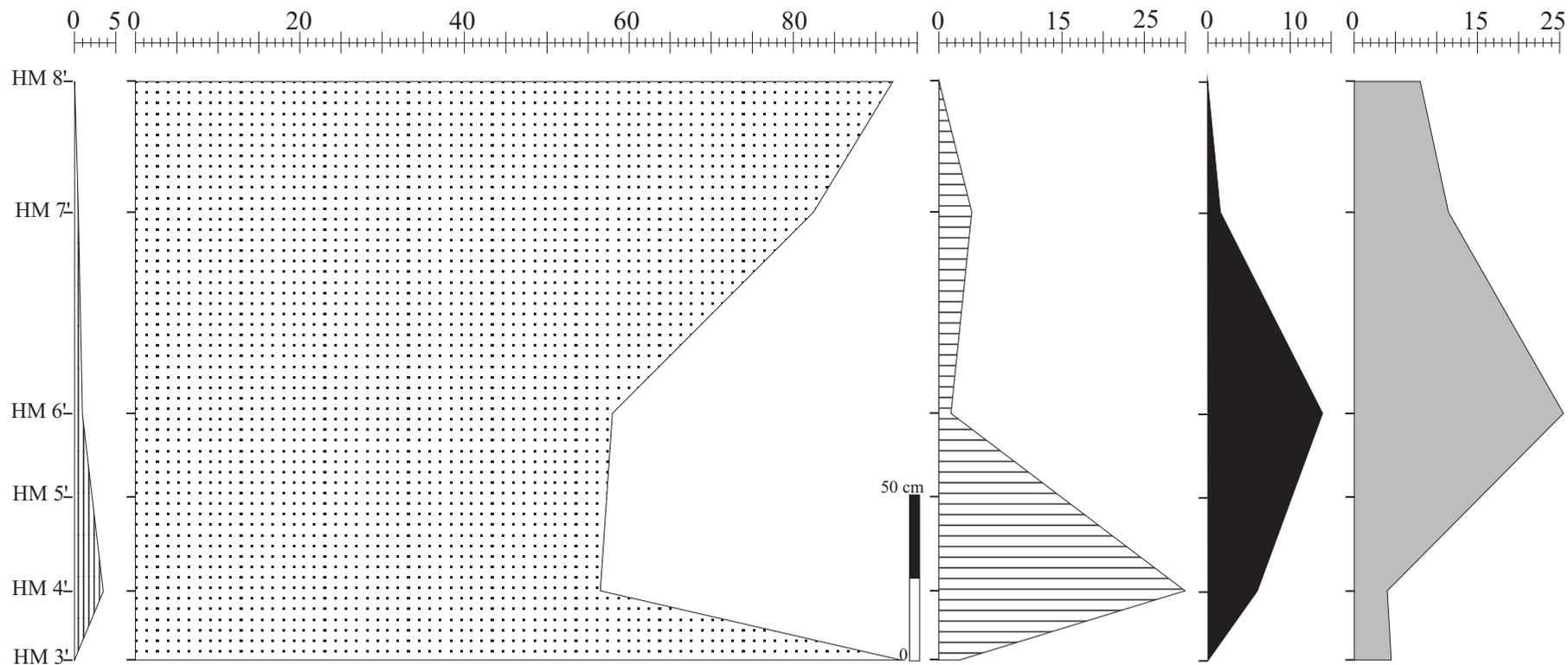
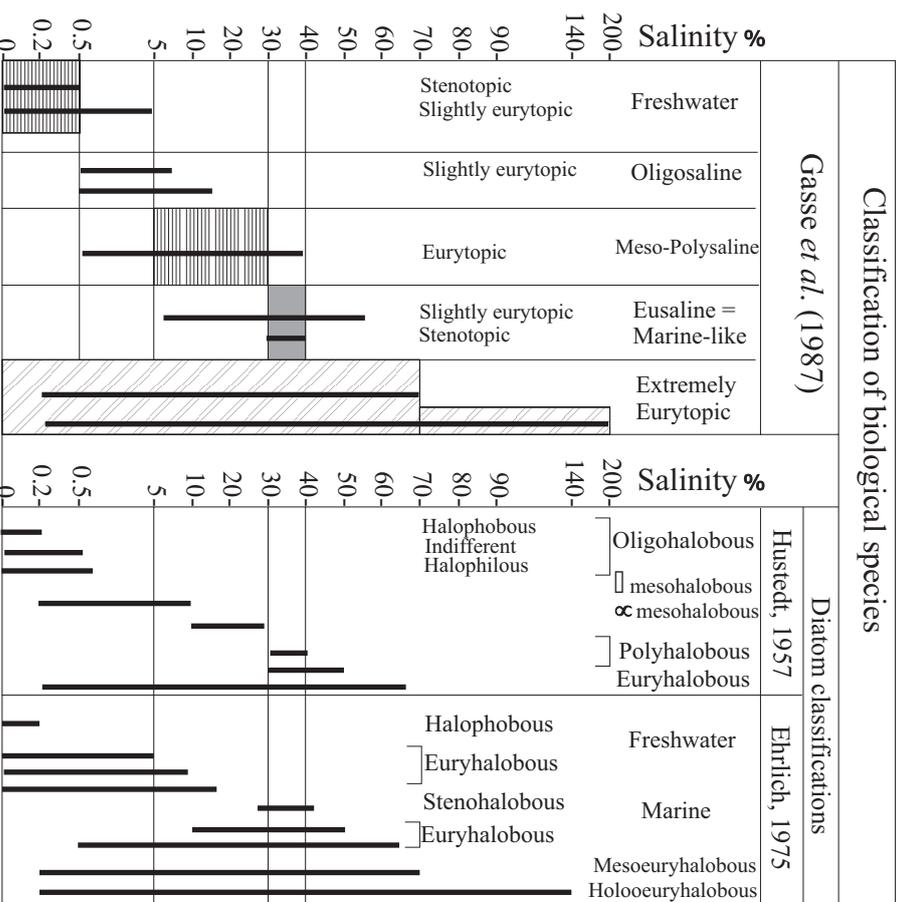


Fig. 21- Evolution des fréquences relatives des diatomées regroupées selon la salinité (coupe de la berge)

Water Classification				
Salinity % 0 0.2 0.5 3 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 140 200	Gasse <i>et al.</i> (1987)	Societas internationalis Limnologiae, 1959	Dahl, 1956	Por, 1972
	Hypersaline	Hyperhaline	Hyperhaline	Hyperhaline
	Metasaline	Metahaline	Metahaline	Saline
	Eusaline	Mixoeuhaline	Polyhaline	Freshwater
	Polyhaline	Mixopolychaline	Mesohaline	Inland saline
Mesosaline	Mixohaline	Mesohaline		
Oligosaline	Mixohaline	Oligohaline		
Freshwater	Oligohaline			
			Kiener, 1978	
			Hypersaline	



Tabl. 08- Classification des eaux et des organismes en milieux aquatiques continentaux d'après Gasse *et al.*, 1987

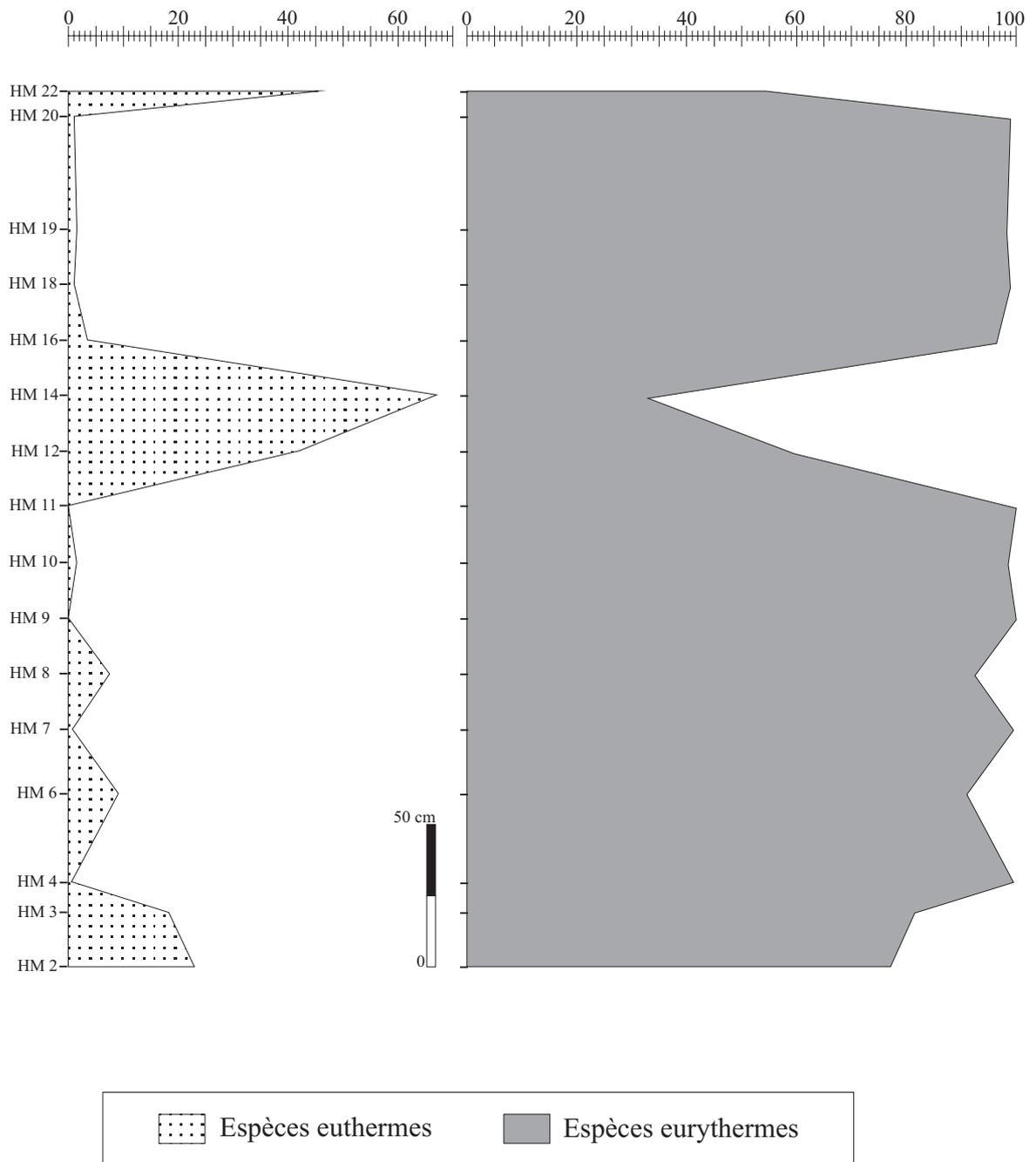


Fig. 19- Evolution des fréquences relatives des diatomées regroupées selon la paléotempérature (coupe de la butte témoin)

Conclusion générale

L'étude des sédiments lacustres holocènes de Hassi El Medjna (Nord du Grand Erg Occidental), datés entre 9300 et 4000 ans B.P. (Callot, 1984 ; Gasse *et al.*, 1987), a révélé de nombreux résultats sur le plan lithologique, paléontologique et paléoenvironnemental.

L'étude lithologique des trois coupes étudiées (coupe de la butte témoin, coupe de la berge et la coupe "C") a permis de distinguer trois ensembles sédimentaires :

- un ensemble détritique à argiles et sables fins jaunâtres (ensemble I) ;
- un ensemble à sédimentation chimico-organique (ensemble II), représenté par des calcaires diatomitiques, surmontés par un niveau calcaires à *Cardium* (coupe de la butte témoin) et par des calcaires à roseaux (coupe de la berge) ;
- un troisième ensemble (ensemble III) à caractères chimique, matérialisé par des gypses, surmontant les calcaires à *Cardium* de la coupe « C » (fig. 24).

L'analyse quantitative et qualitative de la microflore diatomique de l'ensemble II des deux coupes étudiées (coupe de la butte témoin et de la berge) a révélé 76 espèces et variétés de diatomées réunies en 16 genres dont 12 espèces en nomenclatures ouvertes.

A partir de cette analyse, plusieurs groupes écologiques en fonction de la salinité, ont été ainsi définis : diatomées d'eau douce, diatomées d'eau oligosaline, diatomées d'eau mésosaline à polysaline et diatomées d'eau métrasaline à hypersaline. La majorité des ces groupes écologiques sont liés à un pH alcalin.

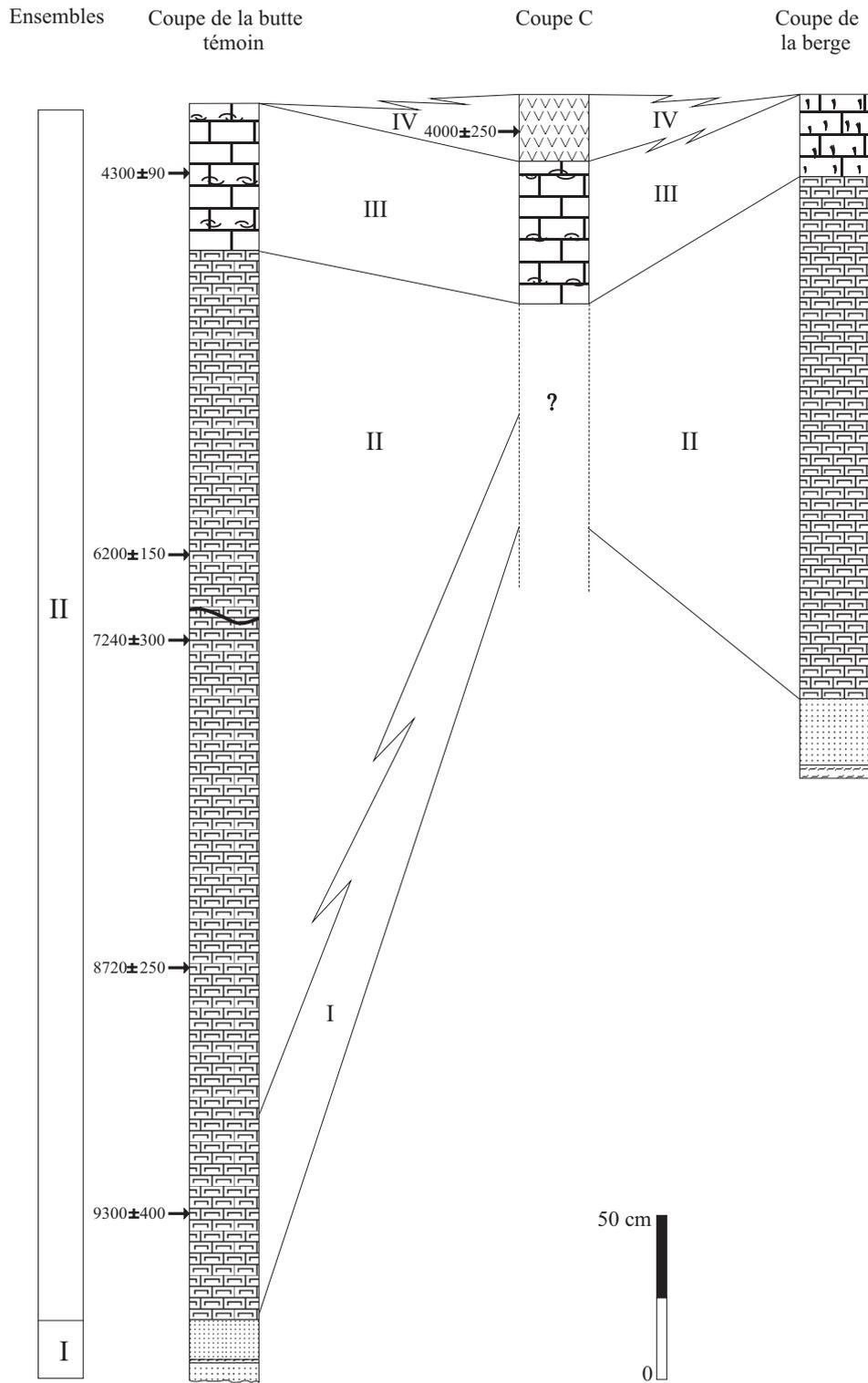
L'un des traits majeurs de cette microflore diatomique ou de ces groupes écologiques est la prédominance des diatomées périphtiques *s.l* au profit des formes planctoniques littorales, suggérant un milieu de sédimentation lacustre peu profond n'ayant atteint à aucun moment de son histoire de grandes profondeurs. Ces résultats sont appuyés par les significations écosystémiques d'autres organismes associés (Bivalves, Charophytes, Gastéropode, Ostracodes, Chrysophytes et Phytolithaires).

Les fluctuations de ces groupes écologiques, le long des deux coupes, ont permis de mettre en évidence l'évolution paléoenvironnementale de la région.

Surmontant le niveau palustre détritique (ensemble I), peu profond à tranche d'eau salée à peu salée (Callot, 1984), ces dépôts (ensemble II) montrent trois phases de sédimentation (fig. 24). Une phase (phase I) peu profonde à forte turbulence des eaux et deux phases (phase II et phase III) très peu profondes, calmes à tranche d'eau alcaline, oligotrophique et oligosaline, soumise à de brefs épisodes arides au moment de la sédimentation. Lithologiquement, la troisième phase (phase III) correspond aux dépôts de calcaires à *Cardium* et à roseaux.

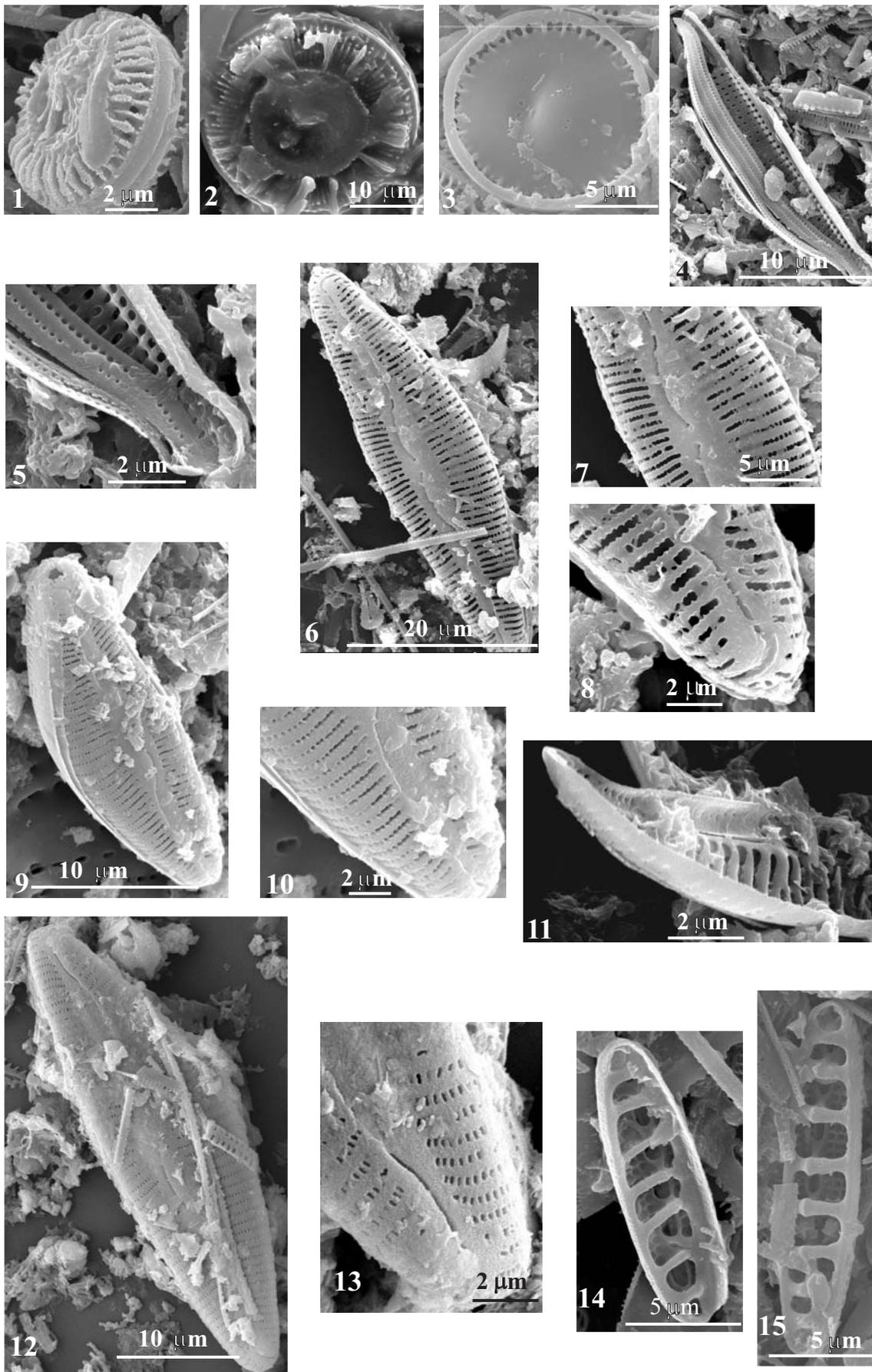
Les conditions paléohydrologiques et probablement climatiques semblent perturber l'évolution du paléoécosystème lacustre de Hassi El Medjna engendrant une quatrième phase de sédimentation (phase IV). Le paléolac évolue donc vers une phase d'évaporation qui correspond aux dépôts gypseux de la coupe « C » surmontant les dépôts chimico-organiques (ensemble II).

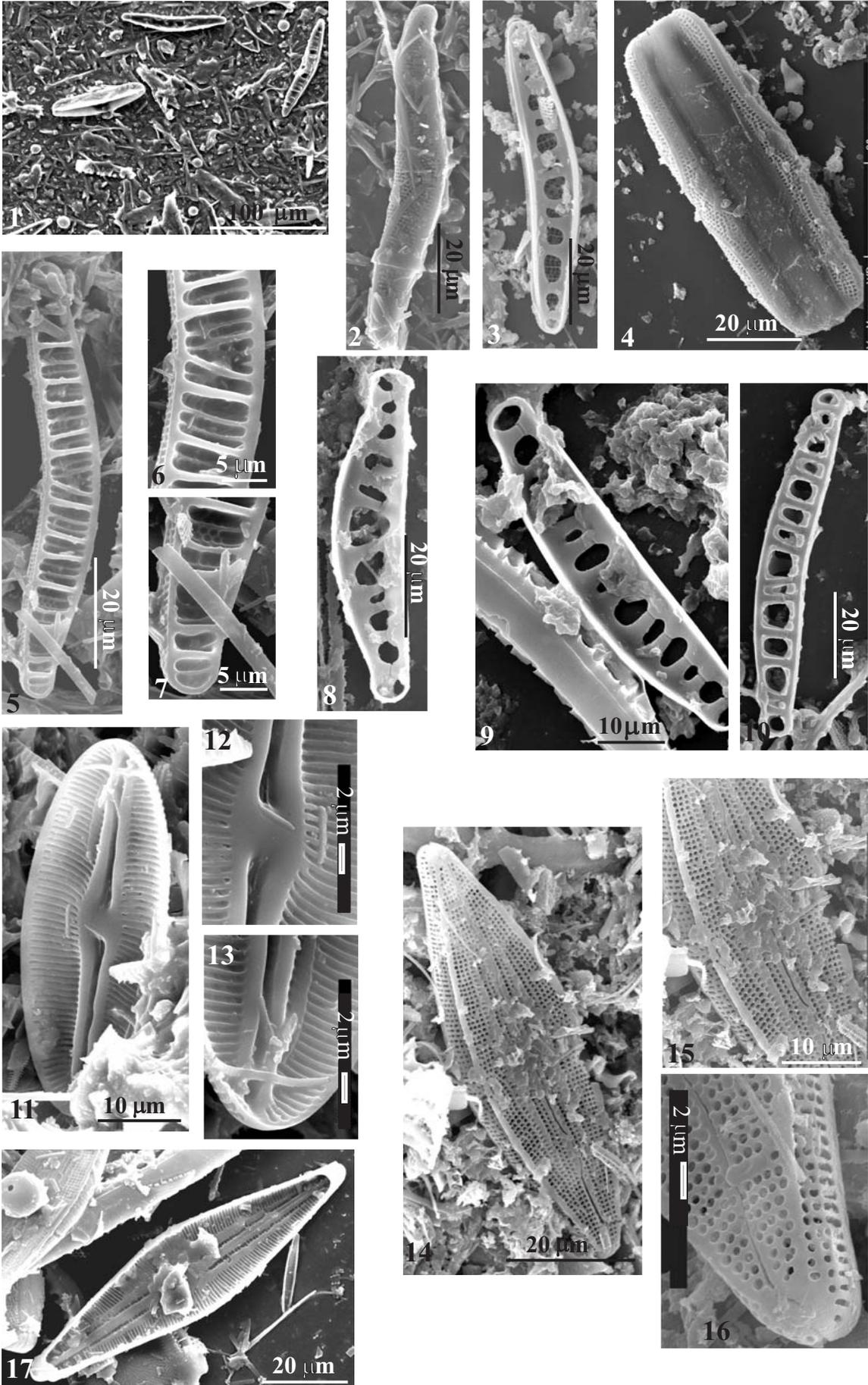
Fig. 24



I, II, III, IV : Phases

Fig. 24- Evolution paléoenvironnementale de la région de Hassi El Medjna





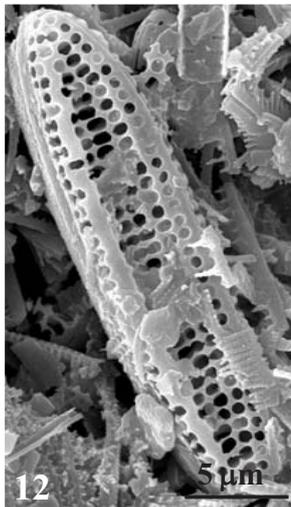
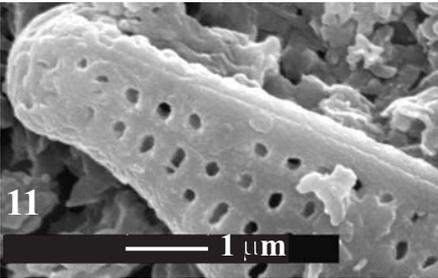
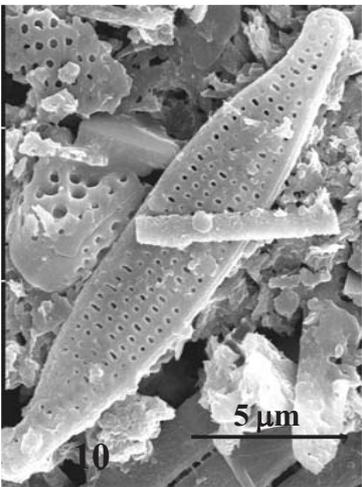
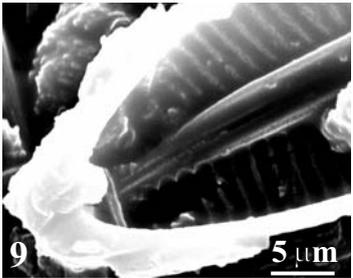
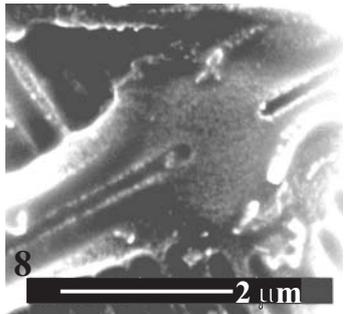
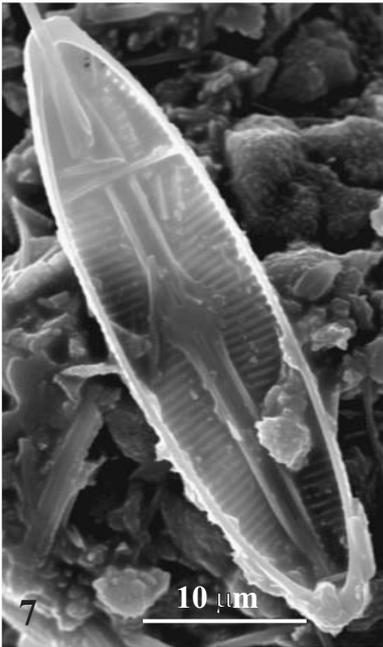
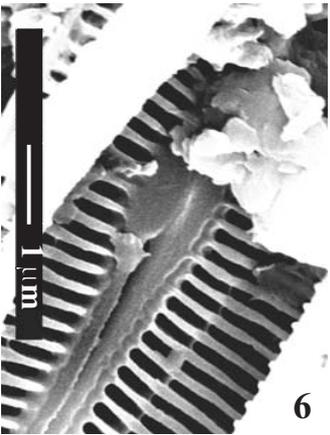
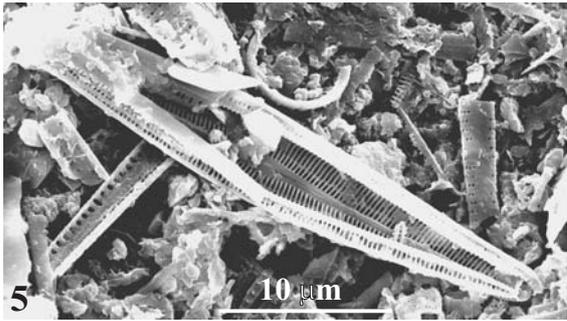
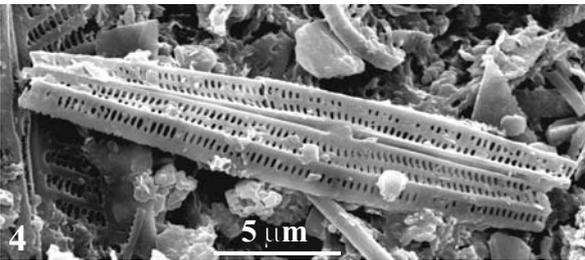
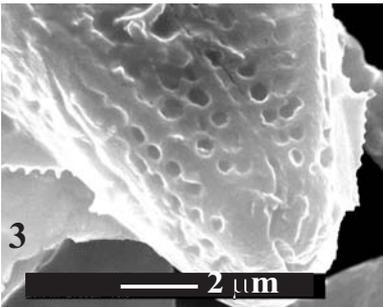
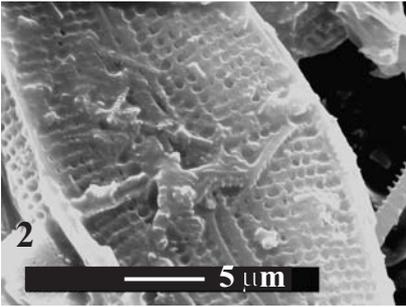
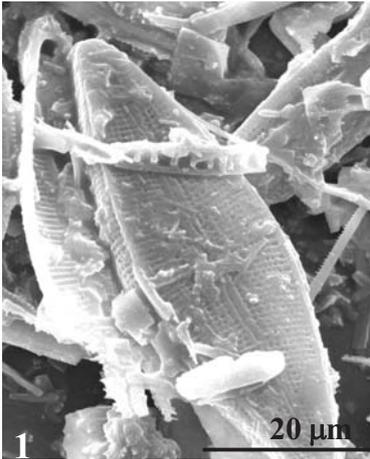


PLANCHE I

Fig. 1- Panorama représentant la dépression de Hassi El Medjna.

Fig. 2- Vue panoramique représentant les deux coupes étudiées.

A : La coupe de la butte témoin.

B : La coupe de la berge.

Fig. 3- Détail de la coupe de la butte témoin de Hassi El Medjna.

Fig. 4- Vue panoramique de la coupe de la berge.

Fig. 5- Panorama représentant la situation de la coupe « C » par rapport à la berge.

A : La coupe de la berge.

B : La coupe « C ».

Fig. 6- *Hydrobia aponensis* cf. *peraudieri* Bourguignat. Vue dorsale.

Fig. 7- *Hydrobia aponensis* cf. *peraudieri* Bourguignat. Vue ventrale.

Fig. 8- *Limnea* cf. *palutris* Muller. Vue dorsale.

Fig. 9- *Limnea* cf. *palutris* Muller. Vue ventrale.

Fig. 10- *Planorbis* cf. Vue ventrale.

Fig. 11- *Planorbis* cf. Vue dorsale.

Fig. 12- *Cochlicella acuta* (O.F. Muller). Vue ventrale.

Fig. 13- *Cochlicella acuta* (O.F. Muller). Vue dorsale.

Fig. 14- *Cerastoderma glaucum* Bruguière. Vue externe de la valve.

Fig. 15- *Cerastoderma glaucum* Bruguière. Vue interne de la valve.

Fig. 16- *Cerastoderma glaucum* Bruguière. Vue externe de la valve.

Fig. 17- *Cerastoderma glaucum* Bruguière. Vue externe de la valve.

PLANCHE II

- Fig. 1- *Cyclotella meneghiniana* Kützinger, 1834.
(M. E. B.) vue valvaire D = 9 μm (éch. Hm₁₄).
- Fig. 2- *Cyclotella meneghiniana* Kützinger, 1834.
(M. E. B.) vue valvaire D = 28 μm (éch. Hm₂).
- Fig. 3- *Cyclotella meneghiniana* Kützinger, 1834.
(M. E. B.) vue interne de la valve D = 10 μm (éch. Hm₁₈).
- Fig. 4- *Amphora platensis* Frenguelli.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 20 μm , l = 5 μm (éch. Hm₈).
- Fig. 5- *Amphora platensis* Frenguelli.
(M. E. B.) vue de l'extrémité de la valve (éch. Hm₈).
- Fig. 6- *Cymbella pusilla* Grunow.
(M. E. B.) vue externe de la valve L = 42 μm , l = 10 μm (éch. Hm₄).
- Fig. 7- *Cymbella pusilla* Grunow.
(M. E. B.) vue du centre de la valve (éch. Hm₄).
- Fig. 8- *Cymbella pusilla* Grunow
(M. E. B.) vue de l'extrémité de la valve (éch. Hm₄).
- Fig. 9- *Cymbella mesiana* Cholnoky.
(M. E. B.) vue externe de la valve L = 20 μm , l = 8 μm (éch. Hm₁₉).
- Fig. 10- *Cymbella mesiana* Cholnoky.
(M. E. B.) vue de l'extrémité de la valve (éch. Hm₁₉).
- Fig. 11- *Amphora platensis* Frenguelli.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 16 μm , l = 5 μm (éch. Hm₁₈).
- Fig. 12- *Cymbella cymbiformis* Agardh, 1830.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 42 μm , l = 10 μm (éch. Hm₂₀).
- Fig. 13- *Cymbella cymbiformis* Agardh, 1830.
(M. E. B.) vue de l'extrémité de la valve (éch. Hm₂₀).
- Fig. 14- *Nitzschia denticula* Grunow.
(M. E. B.) vue valvaire L = 15 μm , l = 4 μm (éch. Hm₁₄).
- Fig. 15- *Nitzschia denticula* Grunow.
(M. E. B.) vue valvaire L = 20 μm , l = 4 μm (éch. Hm₁₄).

PLANCHE III

- Fig. 1- Vue d'ensemble (M. E. B.).
(éch. Hm₂).
- Fig. 2- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
(M. E. B.) vue valvaire L = 77 µm, l = 13 µm (éch. Hm₃).
- Fig. 3- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 66 µm, l = 10 µm (éch. Hm₃).
- Fig. 4- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
(M. E. B.) vue connective de la valve L = 80 µm, l = 20 µm (éch. Hm₂₀).
- Fig. 5- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
(M. E. B.) vue valvaire L = 77 µm, l = 15 µm (éch. Hm₈).
- Fig. 6- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
(M. E. B.) vue du centre de la valve (éch. Hm₈).
- Fig. 7- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
(M. E. B.) vue de l'extrémité de la valve (éch. Hm₈).
- Fig. 8- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 60 µm, l = 15 µm (éch. Hm₈).
- Fig. 9- *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson, 1988.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 60 µm, l = 8 µm (éch. Hm₈).
- Fig. 10- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 60 µm, l = 8 µm (éch. Hm₈).
- Fig. 11- *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve, 1894.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 40 µm, l = 18 µm (éch. Hm₈).
- Fig. 12- *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve, 1894.
(M. E. B.) vue du centre de la valve (éch. Hm₈).
- Fig. 13- *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve, 1894.
(M. E. B.) vue de l'extrémité de la valve (éch. Hm₈).
- Fig. 14- *Mastogloia braunii* Grunow, 1863.
(M. E. B.) vue externe de la valve L = 60 µm, l = 20 µm (éch. Hm₁₈).
- Fig. 15- *Mastogloia braunii* Grunow, 1863.
(M. E. B.) vue du centre de valve (éch. Hm₁₈).
- Fig. 16- *Mastogloia braunii* Grunow, 1863.
(M. E. B.) vue l'extrémité de la valve L = 60 µm, l = 20 µm (éch. Hm₁₈).

PLANCHE IV

- Fig. 1- *Mastogloia smithii* Grunow, 1863.
(M. E. B.) vue valvaire L = 42 μm , l = 18 μm (éch. Hm₁₂).
- Fig. 2- *Mastogloia smithii* Grunow, 1863.
(M. E. B.) vue du centre de la valve (éch. Hm₁₂).
- Fig. 3- *Mastogloia smithii* Grunow, 1863.
(M. E. B.) vue de l'extrémité de la valve (éch. Hm₁₂).
- Fig. 4- *Navicula radiosa* Kützinger, 1844.
(M. E. B.) vue valvaire L = 20 μm , l = 4 μm (éch. Hm₈).
- Fig. 5- *Navicula radiosa* Kützinger, 1844.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 30 μm , l = 7 μm (éch. Hm₁₄).
- Fig. 6- *Navicula radiosa* Kützinger, 1844.
(M. E. B.) vue du centre de la valve (éch. Hm₁₄).
- Fig. 7- *Pinnularia* aff. *tropica* (Hustedt).
(M. E. B.) vue valvaire L = 44 μm , l = 8 μm (éch. Hm₁₄).
- Fig. 8- *Pinnularia* aff. *tropica* (Hustedt).
(M. E. B.) vue du centre de la valve (éch. Hm₁₄).
- Fig. 9- *Pinnularia* aff. *tropica* (Hustedt).
(M. E. B.) vue de l'extrémité de la valve (éch. Hm₁₄).
- Fig. 10- *Nitzschia amphibia* Grunow, 1862.
(M. E. B.) vue valvaire L = 20 μm , l = 4 μm (éch. Hm₈).
- Fig. 11- *Nitzschia amphibia* Grunow, 1862.
(M. E. B.) vue de l'extrémité de la valve (éch. Hm₈).
- Fig. 12- *Nitzschia amphibia* Grunow, 1862.
(M. E. B.) vue valvaire L = 20 μm , l = 4 μm (éch. Hm₈).

PLANCHE V

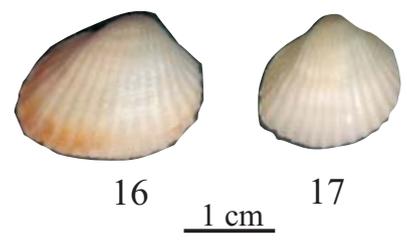
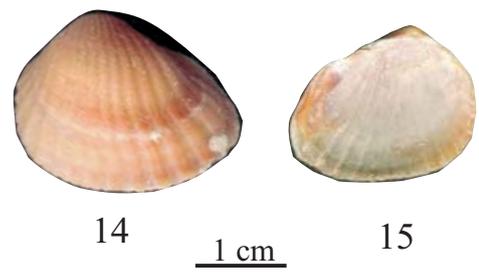
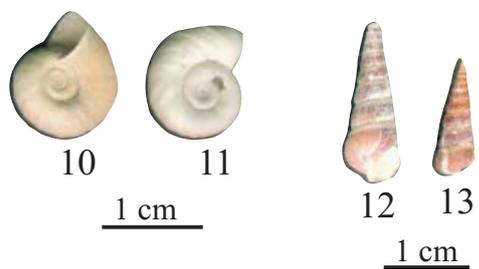
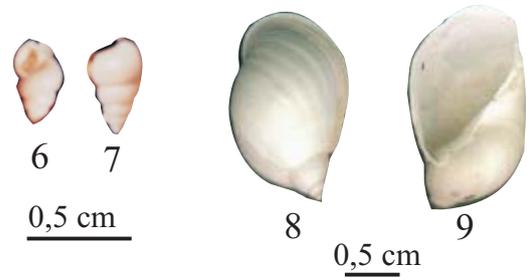
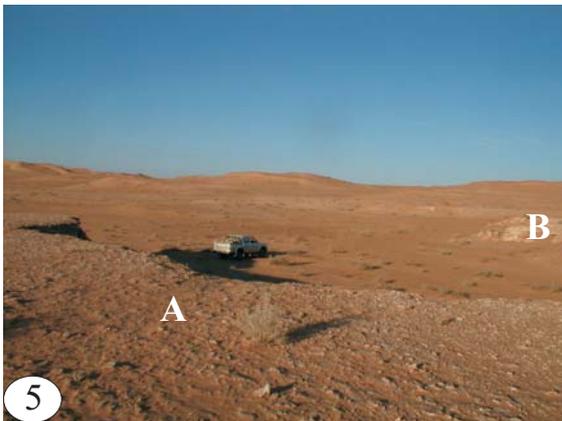
- Fig. 1- *Nitzschia amphibia* Grunow, 1862.
(M. E. B.) vue valvaire L = 25 μm , l = 5 μm (éch. Hm 8).
- Fig. 2- *Nitzschia amphibia* Grunow, 1862.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 12 μm , l = 4 μm (éch. Hm 8).
- Fig. 3- *Nitzschia denticula* Grunow.
(M. E. B.) vue interne de la valve L = 20 μm , l = 5 μm (éch. Hm 8).
- Fig. 4- *Nitzschia denticula* Grunow.
(M. E. B.) vue de l'extrémité de la valve (éch. Hm 8).
- Fig. 5- *Nitzschia denticula* Grunow.
(M. E. B.) vue valvaire L = 24 μm , l = 5 μm (éch. Hm 14).
- Fig. 6- Vue d'ensemble (M. E. B.).
Campylodiscus clypeus Smith et *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützinger, 1844 (éch. Hm 12).
- Fig. 7- *Campylodiscus clypeus* Smith.
(M. E. B.) vue valvaire D = 200 μm (éch. Hm 20).
- Fig. 8- *Campylodiscus clypeus* Smith.
(M. E. B.) vue du centre de la valve (éch. Hm 20).
- Fig. 9- *Campylodiscus clypeus* Smith.
(M. E. B.) vue de la périphérie de la valve (éch. Hm 20).
- Fig. 10- *Chrysophyte* (M. E. B.).
(éch. Hm 2).
- Fig. 11- Vue d'ensemble (M. E. B.).
(éch. Hm 2).
- Fig. 12- Vue d'ensemble (M. E. B.).
Epithemia argus (Ehrenberg) Kützinger, 1844 et *Chrysophyte* (éch. Hm 2).

PLANCHE VI

- Fig. 1- *Cyclotella meneghiniana* Kützing, 1834.
x 1000. Vue valvaire D = 28 μm (éch. Hm 18).
- Fig. 2- *Amphora platensis* Frenguelli.
x 1000. Vue valvaire L = 50 μm , l = 14 μm (éch. Hm 18).
- Fig. 3- *Fragilaria brevistriata* Grunow.
x 1000. Vue valvaire L = 26 μm , l = 5 μm (éch. Hm 2).
- Fig. 4- *Cymbella cymbiformis* Agardh, 1830.
x 1000. Vue valvaire L = 52 μm , l = 10 μm (éch. Hm 18).
- Fig. 5- *Cymbella pusilla* Grunow.
x 1000. Vue valvaire L = 38 μm , l = 11 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 6- *Cymbella pusilla* Grunow.
x 1000. Vue valvaire L = 36 μm , l = 11 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 7- *Denticula subtilis* Grunow, 1862.
x 1000. Vue valvaire L = 27 μm , l = 3 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 8- *Denticula subtilis* Grunow, 1862.
x 1000. Vue connective de la valve L = 24 μm , l = 7 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 9- *Denticula tenuis* Kützing.
x 1000. Vue valvaire L = 10 μm , l = 7 μm . (éch. Hm 22).
- Fig. 10- *Denticula valida*.
x 1000. Vue connective L = 30 μm , l = 5 μm . (éch. Hm 22).
- Fig. 11- *Denticula thermalis* Grunow.
x 1000. Vue valvaire L = 18 μm , l = 4 μm (éch. Hm 22).
- Fig. 12- *Epithemia adnata* var. *saxonica* (Erhenberg) Grunow
x 1000. Vue valvaire L = 81 μm , l = 14 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 13- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
x 1000. Vue valvaire L = 68 μm , l = 14 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 14- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
x 1000. Vue valvaire L = 69 μm , l = 14 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 15- *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing, 1844.
x 1000. Vue valvaire L = 77 μm , l = 13 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 16- *Epithemia* .sp. 1
x 1000. Vue valvaire L = 75 μm , l = 10 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 17- *Rhopalodia operculata* (Agardh) Hakansson.
x 1000. Vue valvaire L = 15 μm , l = 6 μm . (éch. Hm 3).
- Fig. 18- *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve, 1891.
x 1000. Vue valvaire L = 44 μm , l = 20 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 19- *Diploneis ovalis* var. *oblongella* (Naegeli) Cleve, 1894.
x 1000. Vue valvaire L = 85 μm , l = 30 μm . (éch. Hm 18).

PLANCHE VII

- Fig. 1- *Mastogloia braunii* Grunow, 1863.
x 1000. Vue valvaire L = 80 μm , l = 20 μm (éch. Hm 18).
- Fig. 2- *Mastogloia braunii* Grunow, 1863.
x 1000. Vue valvaire L = 70 μm , l = 19 μm (éch. Hm 18).
- Fig. 3- *Mastogloia braunii* Grunow, 1863.
x 1000. Vue valvaire L = 69 μm , l = 14 μm (éch. Hm 18).
- Fig. 4- *Mastogloia braunii* Grunow, 1863.
x 1000. Vue valvaire L = 69 μm , l = 14 μm (éch. Hm 18).
- Fig. 5- *Mastogloia braunii* Grunow, 1863.
x 1000. Vue interne de la valve L = 69 μm , l = 14 μm (éch. Hm 18).
- Fig. 6- *Mastogloia braunii* Grunow, 1863.
x 1000. Vue externe de la valve L = 72 μm , l = 22 μm (éch. Hm 18).
- Fig. 7- *Navicula oblonga* Kutzing, 1844.
x 1000. Vue externe de la valve L = 100 μm , l = 10 μm (éch. Hm 18).
- Fig. 8- *Navicula radiosa* Kutzing, 1844.
x 1000. Vue externe de la valve L = 48 μm , l = 8 μm (éch. Hm 22).
- Fig. 9- *Navicula halophila* (Grunow) Cleve.
x 1000. Vue externe de la valve L = 30 μm , l = 10 μm (éch. Hm 3).
- Fig. 10- *Nitzschia denticula* Grunow.
x 1000. Vue externe de la valve L = 25 μm , l = 5 μm (éch. Hm 22).
- Fig. 11- *Nitzschia* aff. *denticula* Grunow.
x 1000. Vue externe de la valve L = 30 μm , l = 8 μm (éch. Hm 22).
- Fig. 12- *Nitzschia palea* (Kutzing) Smith, 1844.
Vue externe d'ensemble représentant trois L = 60 μm , l = 4 μm (éch. Hm 22).
- Fig. 13- *Denticula*. aff. *valida*.
x 1000. Vue connective de la valve L = 30 μm , l = 10 μm . (éch. Hm 18).
- Fig. 14- *Chrysophyte*.
x 1000. Vue d'ensemble.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADJEDIR M. (2002) – La microflore diatomique et paléoenvironnementaux du pléistocène supérieure des dépôts d'El Ouata (Sahara nord-occidental, Algérie). *Thèse Magister*, Univ. d'Oran (Algérie) : 159 p.

ALIMEN H. (1952) – Terrain néogènes et quaternaires. *XIX Con. Géol. Int. Alger, Monogr. Région*, sér. 1, n°15 : 85-112.

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

ALIMEN H. (1960) – Tertiaire et Villafranchien au Sahara nord-occidental. *C.R. somm. S.G.F.* : 238-240.

ALIMEN H., CHAVAILLONS J. et CONRAD G. (1959) – Formation arides et paléosols quaternaires au Sahara nord-occidental. *C.R. somm. S.G.F.* : 104-105.

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

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

BAUDRIMONT R. (1973) – Recherches sur les diatomées des eaux continentales de l'Algérie : écologie et paléoécologie. *Thèse labo. Bot., fac. Sci.*, Alger et labo. Bot. Univ. Bordeaux, Talence, A. O, 9385, sér n°12 : 265 p.

BAUDRIMONT R. (1973) – Contribution à l'étude de la flore Algologique de l'Algérie. IV. Ecologie des diatomées des Gueltats temporaires du Tassili N'Ajjer.

BAUDRIMONT R. (1974) – Recherches écologiques sur les diatomées des eaux continentales du Maroc. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, Alger, t. 65, fasc. 1 et 2 : 34 p.

BENABEST M., DEBARD E., BAGHLI A., BENSALAH M., BENSAOULA F et BOUABDABDALLAH H. (1991) – Les paléosols a plantes du pléistocènes inférieure du nord-ouest algérien : environnement et importance des alternances climatiques. *Geobios, not brève* n°24, fasc. 6 : 667-674.

BEUCHER Fr. (1975) – Etude palynologique de formation néogène et quaternaire du Sahara nord-occidental. *Thèse. Fac. Sci. Paris, A. O.* 5408, sér : géol n°20 : 283 p.

BROWN K. M., ZEEB B.A., SMOL J.P. et PIENITZ R. (1997) – Taxonomic and ecological characterization of chrysophyte stromatocysts from northwestern Canada. *Can. J. Bot.* 75 : 842-863.

CALJON A. et COCQUYT C. (1992) – Diatoms from surface sediments of the northern part of Lake Tanganyika. *Hydrobiologia* 230 : 135-156.

CALLOT Y. (1984) – Dépôt lacustre et palustre quaternaire de la bordure nord du grand erg occidental (Algérie). *Pub. C. R. Acad. Sci. Paris, t. série II* : 299 p.

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

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

CALLOT Y. (1991) – Géodynamique et Paléoenvironnements de l'Atlas Saharien au grand Erg occidental : dynamique éolienne et paleo-lacs Holocènes. *Thèse Doct. Univ. Paris* :192 p.

COCQUYT C. (1991) – Diatom from Easter Island. *Biol. Jb. Dodemaea*, 59, Belgium : 109-124.

COMPÉRE P. (1984) – *Nitzschia fragilariiformis* a new species from NW Sudan forming ribbon-like colonies. 8 th Diatom-Symposium : 253-258.

COMPÉRE P. (1988) – *Brachysira Microcephale* (GRUNOW) compére nom correct de «*Navicula exilis*» Grunow, 1860, nom Kutzing 1844. *Mém. Soc. Roy. Bot. Bely.*10 : 9-11.

COMPÉRE 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. Plantentuin Belg.* , n°51 (3/4) : 171-267.

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

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

CONRAD G. (1969) – L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara algérien (Saoura, Erg Chech, Tanezrouft, Ahnet-Mouydir). *Pub. Centre Rech. Zones arides*, C.N.R.S., sér : géologie n°10 : 527 p.

CHAVAILLON J. (1960) – Précisions apportées à la chronologie quaternaire du Sahara nord-occidentale (subdivision de l'Ougartien). *C.R. somm. Soc. géol. Fr* : 182-183.

CHAVAILLON J. (1964) – Les formations quaternaires du Sahara nord-occidental. *Publ. Centre Rech. Zones arides*, C.N.R.S., Paris, sér : géol n°5 : 393 p.

CHAVAILLON J. et N. (1957) – Chronologie du Quaternaire saharien depuis les derniers dépôts du Paléolithique ancien jusqu'au Néolithique. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t.4 : 1663-1666 p.

CLET M. et HUAULT M-FR. (1987) – Les dépôts Lagunaires du Reuvérien dans les Argiles de Londe (Normande, France). *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 4 : 195-202.

COSTE M. et RICARD M. (1982) – A systematic approach to the freshwater diatoms of Seychelles and Mauritius islands. Ouvrage, *Diatom-Symposium*, n°7 : 308-326.

COSTE M. et RICARD M. (1990) – Diatomées continentales des îles de Tahiti et de Moorea (Polynésie, Française). Continental diatom from Tahiti and islands (Franch, Polynesie). Ouvrage : 33-62.

COSTE M. (1994) – Les variations biologiques : des indicateurs de l'état de santé des écosystèmes aquatiques. Séminaire national 2 et 3 novembre 1994. Paris. Texte des conférences : 17 p.

DELEAU. P (1951) – Morphologie régionales (la région de Colombe de Bechar). *C.R.XIX. Con. Géol Int. Algérie*. sér. 1, N. 8 : 60-96.

EHRlich A. (1978) – The diatom from the surface sedipments of the Bardawil lagoon (Northen Sinai) – Paleoecological significance. *Nova Hedwigia*, 53 : 257-277.

EHRlich A. et DOR I. (1985) – Photosynthetic Microorganisms of the Gavish Sabkha. Hypersaline ecosystems. *Ecologia Studies*, 53 : 296-321

FABRE J. (1976) – Introduction a la géologie du Sahara algérien. S.N.E.D. édit. 334–73. Alger : 322–362.

FAN H. (1994) – Paléoenvironnement, Palléoclimat du Tibet Occidental (Bassin de Bangong Co) au Quaternaire supérieur. Approche par l'Etude des Diatomées. *Thèse Doct Univ. Paris* : 38-137.

FLAMAND G.B.M. (1911) – Recherches géologiques et géographiques sur le « Haut pay de l'Oranie et sur le Sahara » (Algérie et territoires du Sud). *Thèse Lyon, Rey édit.*, 1 vol. in-4.

FOGED N. (1948) – Diatoms in water-courses in Funen. VI : Conclusions and general remarks. *Dansk. Bot. Ark*, 12 : 110 p.

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

FONTES J-C et GASSE F. (1991) – PALHYDAF (Paleohydrologie in Africa) Program : objectives, methods, major results. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, palaeoecology* 84 : *Elsevier sci pub B.V.*, Amsterdam : 191-215.

GASSE F., FONTES J-C et ROGNON P. (1974) - Variations hydrologiques et extension des lacs Holocènes du désert Danakil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, palaeoecology*, 15 : *Elsevier sci pub Company*, Amsterdam, Printed in the Netherlands : 109-148.

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. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, palaeoecology*, 60 : *Elsevier. sci. pub. B.V.* Amsterdam : 46 p.

GASSE F., TEHET R., DURANT A. et GILBERT E. (1990) – The arid-humid transition in the Sahara and the Sahel during the last deglaciation. *Nature* 346 : 141-156.

GASSE F. et FOURTANIER E. (1991) – African diatom palaeoecology and biostratigraphy. *Journ. African. Earth sci*, vol 12, n°. ½ : 325-334.

GASSE F., JUGGINS S. et BEN KHELIFA L. (1995) – Diatom based transferfunction for inferring past hydrochemical characteristics of African lakes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, palaeoecology*, 117 : France : 31-54.

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

GARDETTE D. (1979) – Apport de l'étude des diatomées et des silicoflagellés à la biostratigraphie. Reconstitution du Messinien de méditerranée : analyse de quelques tripolis du passage Mio-Pliocène à Chypre, en Crète et au Maroc. *Thèse Doc. 3^e cycle, Univ. Paris-sud* : 274 p.

GAUTIER E.F. (1908) – Mission au Sahara, t. I (Sahara algérien). Paris, A Colin édit.

GERMAIN H. (1981) – Flore des Diatomées - d'eaux douce et saumâtres du Massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale. 1 vol . *Boubée (édit)*. Paris : 444 p.

GERSONDE R. (1980) - Diatoms in the Mediterranean Neogene, a short review. *Ann.Geol. Pays Hellén.*, (h.s.), 3 : 1348-1351.

GIAJ-LEVRA P. et ABATE O. (1993) – Le diatomite d'acqua dolce in Italia. *Edit. dall'Enea*, Roma : 290 p.

HAJOS M. (1970) – The mediterranean diatoms : *Init. Rep. D.S.D.P. Proj Washington* Vol. XII : 944-970.

HOOVER R.B. (1979) – Those Marvelous, Myriad Diatoms. *National Geographic* : 871-878.

HUAULT M-F. et LEFEBVRE D.(1983) – Un dépôt Holocène exceptionnel dans la basse-vallée de la seine : la diatomite calcifiée de la Mailleraye-Sur-Seine (France). *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 4 : 171-181.

HUAULT M-F. (1985) – Apport des diatomées a la reconstitution des paléoenvironnement : l'exemple du marais vernier lors de la transgression flandrienne. *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 4 : 209-217.

HUAULT M-F. (1987) – Les dépôts lagunaires du Reuvérien dans les argiles de la londe (Normandie, France). *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 4 : 195-202.

HUAULT M-F. (1988) – Le Marais de la Harelle (Seine-Maritime) : Reconstitution des Paléoenvironnements Holocènes d'après l'étude des Diatomées et des Pollens. *Extrait. Inf. Géol. Bassin. Paris*, 25 vol . N°2 : 15-20.

HUAULT M-F. (1989) – Les diatomées Holocène de l'estuaire de la seine au Havre (Seine- Maritime). Essai de reconstitution de l'évolution du milieu durant le subboréal et la subatlantique. *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 1 : 39-49.

HURLIMANN J. et SCHANZ F. (1988) – Periphyton diatom communities and trophic states of three shallow lakes in the pfynwald region of caton valais, Switzerland. *Arch. Hydrobiol, Suppl. Algological Studies*. 48 : 351-371.

HUSTEDT F. (1930) – Bacillariophyta (Diatomeae) in Dr A. Pascher : Die Suswasseer-Flora Mitteleuropas, 10 : 368 p.

HUSTEDT F. (1957) – Die "Diatomeenflora" der Flussystems der Weser im gebiet der Hansestadt Bremen. *Abh. naturw. Ver. Bremen*. 34 (3) : 181-440.

LEVY A. (1987) – L'énigme de la mes saharienne quaternaire. *Pub. La science* : 58–65.

MANSOUR B. (1991) - La série diatomitique messinienne de Sig : étude systématique des diatomées et implications paléoécologiques. *Thèse Magister*, Univ. d'Oran (Algérie) : 147 p.

MANSOUR B., MOISSETTE P., NOEL D et ROUCHY M. (1995) – L'enregistrement par les associations de diatomées des environnements messiniens : l'exemple de la coupe de Sig (bassin du Chéelif-Algérie). *Geobios* 28, 3 : 261-279.

MATEU J. (1969) – Un gisement Néolithique des environs de Beni-Abbes (Sahara nord-occidental). C.N.R.S., lab d'évolution des êtres organiques, Paris : 155-172.

MENCHIKOFF N. (1946) – Sur les dépôts post-turonien des confins algéro-marocains du Sud. *C. R. somm. S. G. F* : 53-54.

PERAGALLO H. et M. (1897-1908) – Diatomées marines de Frances et des districts maritimes voisins. 2 vol : 491-137.

PIENITZ R., WALKER I.R., ZEEB B.A., SMOL J.P. et LEAVITT P.R. (1992) – Biomonitoring past salinity changes in an athlassic subartic lake. *Int. J. Salt Lake Res.* 1 (2). Canada : 91-123.

PIENITZ R., SMOL J.P. et BIRKS H. (1995) – Assessment of freshwater diatoms as quantitative indicators of past climatic change in the Yukon and Northwest Territoire. Canada. *Journal of Paleolimnology* 13 : 21-49.

PRENANT A. (1951) – Morphologie de la plaine de la Zousfana. *Trav. Inst. Rech. sahariennes*. Alger, t 7 : 23-67.

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

ROCH E. (1933) – Itinéraire géologique de Bou-Denib à M'Hammid (Sud marocain). *B.S.G.F.* (5), III : 245-258.

ROCHE M. A. (1973) – Hydrogéologie de la Haute Saoura (Sahara Nord Occidental). *Thèse Doct Univ. Pris. édit C. N. R. S., centre rech. Zones Arides*. Paris. sér : géol n°18. *Pub. Série. Bull. Serv. Géol*, n°43, Algérie : 91 p.

ROUX M. et SERVANT-VILDARY S. (1984)- Comparaisons statistiques de peuplements de diatomées fossiles et actuelles provenant des montagnes de Bolivie. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol.* Vol. XIV. n°1. Paris : 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 Piscic* : 69 p.

SAINT MARTIN J.P., PESTRIA S., MANSOUR B. et NOTONIER R. (1999) – Diatomées associées aux tapis microbiens : une clé pour la compréhension des constructions microbiennes anciennes ?. *Cryptogamie : Algologie*. 20 vol, n°2 : 108-109.

SCHOELLER H. (1945) – Le Quaternaire de la Saoura et du Grand Erg occidental. *Trav. Inst. Rech. Sahar.* 3 : 57-71.

SCHOEMAN F.R. et ASHTON P.J. (1982) – The diatom flora in the vicinity of the Pretoria Salt Pan, Transvaal, Republic of South Africa. I. Diatomaceae III. *Nova Hedwigia*, 73 : 21-54.

SCHRADER H.J. et GERSONDE R. (1978) - Diatomand silicoflagellates, in ZACHARIASSE W.J., RIEDELW.R., SANFILIPPO A., SCHMIDT R.R., BROLSMA M.J., SCHRADER H.J., GERSONDE R., DROOGER M.M. & BROEKMAN J.A. (eds), *Micropaleontological counting methods and techniques – an exercise on an eight metres section of the lower Pliocene of Capo Rossello, Sicily. Utrecht Micropaleontological Bulletin*, 17: 129-176.

SERIEYSSOL K.K. et BLANC P. (1983) – Preliminary attempts of transmission work using a scanning electron microscope. Applied to diatoms. *Revue. Micropaléontologie*. 26 vol. N. 1. Paris.

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

SERIEYSSOL K.K. et KRIER V. (1995) – Diatoms from the archeological site, «Le Grand Marais», Champagne-Sur-Oise, France. *Vie milieu*, 45(3/4) : 243-248.

SERIEYSSOL K.K., THERIOT E. et GASSE F. (1996) – *Stephanodiscus radiatus* and *Mesodictyon gassae*, two new upper Miocene species of the Thalassiosiraceae from Ardèche, France. *Nova Hedwigia* 62 : 221-231.

SERIEYSSOL K.K., GARDUNO I.I. et GASSE F. (1998) – *Thalassiosira dispar* comb. Nov. and *T. cuitzeonensis* spec. Nov. (Bacillariophyceae) found in Miocene sediments from France and Mexico. *Nova Hedwigia* 66 : 177-186.

SERVANT-VILDARY S. (1973) – le Plio-Quaternaire ancien du Tchad : évolution des associations de diatomées, stratigraphie, paléoécologie. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol. Vol. V. n°2. Paris : 169-216.

SERVANT-VILDARY S. (1977) – Etude des diatomées et paléoclimatologie du bassin Tchadien au Cénozoïque supérieur. Travaux et Documents O.R.S.T.O.M., 84 (2 Vol.) : 346 p.

SERVANT-VILDARY S. et FONT S.J.C. (1978) – les lacs quaternaires des hauts plateaux des Andes Boliviennes Premières interprétations Paléoclimatiques. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol. Vol. X. n° 1 : 9-23.

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

SERVANT-VILDARY S. (1984) – Les diatomées des lacs sursalés boliviens. Sous classe PENNATOPHYCIDÉES. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol. Vol. XIV. n°1. Paris : 35-53.

SERVANT-VILDARY S. (1986) – Les diatomées actuelles des Andes de Bolivie (Taxonomie, écologie). Cah. Micropaléontologie, N.S, Vol. 1-N°3 et 4, Edit. CNRS : 99-150.

SHERROD B.L (1999) – Gradient analysis of diatom assemblages in a Puget Sound Salt marsh: Can such assemblages be used for quantitative paleoecological reconstruction Palaeogeography, Palaeoclimatology, palaeoecology, 149, Univ. Washington. USA : 213–226.

SOULIE-MARISCHE I. (1973) – Données générales sur les charophytes du Plio-Pléistocène. *Bull. A. F. E. Q.* Paris : 69-77.

SOULIE-MARISCHE I. (1991) – Charophytes as lacustrine biomarkers during the Quaternary in North Africa. *Journal of African Earth Sciences*, 12 vol, No. ½, Univ. Scie. Tech. Languedoc. Montpellier : 341–351.

SOULIE-MARISCHE I. (1991) – Paléoenvironnement du Sahara. Lacs holocène à Taoudenni (Mali). *Cent. Rég. Pub.* Marseille : 165–172.

TELFORD R.J. (1998) – Diatoms stratigraphies of lakes Awassa and Tilo, Ethiopia : Holocene records of groundwater variability and climate changes. Thesis : Doctor of Philosophy degree, university of Wales.

VAN DAM H., MERTENS A. et SINKELDAM J. (1994) – A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*. 28 : 117-133.

VAN DE VIJVER B. et BEYENS L. (1997) – The subfossil chrysophyte cyst flora of some peat samples from kerguelen islands. *Arch. Protistenkd.* 148 : 491-503.

VERVES A.J., PIENITZ R. et SMOL J.P. (1995) – Lake water salinity and periophytic Diatom succession in three subarctic lakes, Yukon Territory, Canada. *Arctic* 48 vol, n°1 : 63-70.

VILLENEUVE V. et PIENITZ M. (1998) – Composition diatomifère de quatre sources thermales au Canada, en Island et au Japon. *Diatom Research*, 13 vol (1) : 149-175.

VYVERMAN W. ET COMPERE P. (1991) – *Pinnularia sakulensis* and *Rhopalodia tholulata* two new diatoms (Bacillariophyta) from papua New Guinea. *Belg. Journ. Bot.* 124 (1) : 27-32.

WOOD E.J. (1963) – A study of the Diatom Flora of fresh sediment of the South Texas bay and adjacent water. *Pub. Inst. mar. Sci., Texas*, 9 : 237-310.

AVANT PROPOS

Au terme de ce travail, j'adresse mes plus vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué à sa réalisation.

Mes remerciements vont particulièrement aux membres de mon jury :

Tous d'abord, je tiens à exprimer mes remerciements en vers monsieur B. MANSOUR, Maître de Conférences à l'Université d'Oran pour ces critiques scientifiques qui m'ont beaucoup aidé.

Mes sincères remerciements à monsieur M. BESSEDIK, Professeur à l'Université de Chlef de m'avoir honoré par sa Présidence à ce jury.

Je tiens à remercier pleinement monsieur M. MAHBOUBI, Professeur à l'Université d'Oran de sa participation au jury et pour ces encouragements tout au long de ces années de travail. Je le remercie aussi pour m'avoir énormément aidé pour accéder à mon terrain (Hassi El Medjna).

Je tiens à remercier aussi monsieur L. BELKEBIR, Professeur à l'Université d'Oran de sa participation au jury de ces encouragements tout au long de ces années et d'avoir mis à ma disposition tout les moyens nécessaires pour le bon déroulement de ce travail, au sein du laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement.

Mes remerciements à monsieur M. BENSALAH, Professeur à l'Université de Tlemcen d'avoir accepté de participer à ce jury.

Je tiens à remercier très sincèrement monsieur G. CONESA, Maître de Conférence, Université de Provence – Marseille de m'avoir accueilli au laboratoire du centre de Sédimentologie – Paléontologie et de m'avoir encouragé pour mes études.

Je remercie très vivement madame F. GASSE, Professeur à l'Université de Marseille et madame F. CHALIE Professeur à l'Université de Marseille de m'avoir accueilli au CEREG, car je ne pourrais jamais oublier leurs précieux conseils, leurs gentillesse et leurs encouragements.

Ma reconnaissance s'adresse aux habitants de l'oasis de Brézina pour leur hospitalité et leur gentillesse durant mes travaux de terrain.

Je remercie également mes collègues pour leur soutien moral, je cite : S. Gaware, F. Hannache, C. Maamerie et A. Gabani.

Mes remerciements les plus sincères s'adresse à ma tante Anissa, ma cousine Wafaa, mon oncle Amine et mon beau frère Benyoucef.

Ma profonde reconnaissance s'adresse à mes très chères parents, mon adorable sœur Amina et mes frères Nour Eddine et Mohamed Nabil, qui ont toujours crus en moi et m'ont apporté leur aide et leur compréhension dont la valeur est inestimable, pour tous ça je leur dois une fière chandelle.

