

UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
Faculté des Sciences et Techniques
Département de Géologie



Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle de Géosciences

OPTION : Environnements Sédimentaires

présenté par

Cheikh Abdoul Kader FOFANA

**LES DIATOMÉES DU QUATERNAIRE RÉCENT DES LACS DE LA
PARTIE OCCIDENTALE DE LA GRANDE CÔTE DU SÉNÉGAL
(MBAWANE, TANMA, MBEUBEUSS ET MALIKA) :
INVENTAIRE FLORISTIQUE ET PALEOENVIRONNEMENT**

Soutenue publiquement le 11 Août 2007
devant la commission d'examen composée de :

Mme	I. NIANG-DIOP	Maître de Conférence	UCAD -Dakar	Présidente
MM	E. SOW	Maître de Conférence	UCAD -Dakar	Directeur/Rapp.
MM	R. SARR	Maître de Conférence	UCAD -Dakar	Examineur
MM	M. FALL	Maître de Conférence	UCAD -Dakar	Examineur
MM	A. DIOP	Maître Assistant	UCAD -Dakar	Examineur

A la mémoire de mon père Boubacar Fofana très tôt arraché à mon affection,

A mon père adoptif Toutou Kanté et à ma mère adoptive Astou Diombana,

A ma maman Ami Diombana et à toutes mes tantes,

pour tout le soutien qu'ils m'ont accordé durant mes études,

A mon épouse Diahara Ballo et à ma fille Khadidiatou,

A mes frères et soeurs,

A tous mes amis,

A tous ceux qui m'ont soutenu d'une manière

ou d'une autre,

Je dédie ce mémoire.

Avant-propos

Au terme de ce travail, il me paraît très opportun d'exprimer toute ma reconnaissance et de présenter mes sincères remerciements à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire par leur expérience, leur soutien et leur suggestion.

Mes remerciements vont en premier lieu aux membres du jury qui ont tous participé à ma formation universitaire :

Madame Diop Isabelle Niang, Maître de conférences au Département de Géologie, qui a accepté d'assumer la présidence du jury. Je vous témoigne toute ma reconnaissance et mon profond respect.

Raphaël Sarr, Maître de conférences au Département de Géologie, qui a accepté de juger ce travail. Je vous exprime toute ma reconnaissance et mon profond respect.

Monsieur Abdoulaye Diop, Maître de conférences au Département de Géologie, qui a également accepté de juger ce travail. Je suis très honoré de votre présence dans le jury et vous exprime toute ma reconnaissance.

Monsieur Mamadou Fall, Maître de conférences au Département de Géologie, qui a également accepté de juger ce travail. Je suis très honoré de vous compter parmi les membres du jury et vous exprime toute ma gratitude.

Monsieur El Hadji Sow, Maître de conférences au Département de Géologie, pour avoir guidé mes premiers pas dans la recherche et pour m'avoir fourni une riche documentation pour l'étude des diatomées. Votre rigueur dans le travail, vos remarques et critiques minutieuses ont pour fruit ce présent mémoire. J'ai particulièrement apprécié votre dynamisme, votre soutien matériel et surtout votre disponibilité. Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde gratitude.

Tous les enseignants du département de géologie pour leur participation à ma formation. Retrouvez ici mes vives félicitations.

Madame Gueye Aminata Gaye, Secrétaire du Département de Géologie, pour votre disponibilité et votre sympathie, je vous exprime toute ma gratitude.

Monsieur Bassoum, Documentaliste à l'Institut des Sciences de la Terre, qui m'a fourni une documentation relative à l'étude de la zone des Niayes.

Tous mes camarades étudiants du troisième cycle de géologie, notamment Abdoulaye Boiro et Babacar Sarr qui m'ont épaulé lors des prélèvements des carottes sur le terrain.

Monsieur Abdou Ndour, un ami d'enfance, pour son soutien matériel, je lui exprime mes remerciements et ma profonde gratitude.

Résumé

L'étude du Quaternaire récent (Nouakchottien à Actuel) basée sur les microfossiles (diatomées en particulier) et la lithologie a été abordée dans quatre lacs temporaires de la partie occidentale de la Grande Côte du Sénégal : les lacs Mbawane, Tanma, Mbeubeuss et Malika.

Cette étude a permis d'inventorier un total de 150 espèces et variétés de diatomées appartenant à 56 genres. Parmi elles, 12 sont citées pour la première fois en Séné-Gambie. Les genres les plus représentés sont : *Nitzschia* (11 espèces), *Coscinodiscus* (10 espèces), *Amphora*, *Diploneis*, *Fragilaria* et *Lyrella* (7 espèces chacune).

Les quatre lacs étudiés ont subi au moins au début de leur formation des influences marines enregistrées par la microflore diatomique et/ou le contenu lithologique et faunistique. Ces influences marines sont mieux perceptibles au lac Mbawane où les résultats sur les différents indicateurs sont disponibles. Ainsi, le déplacement de la ligne de rivage à la hauteur du lac Mbawane correspond à une phase transgressive suivie d'une régression qui a occasionnée l'installation d'une lagune puis d'un lac permanent et saisonnier. Cette tendance transgressive aurait entraîné l'ouverture de la paléo-lagune Tanma signalée à partir de 610cm de profondeur par le contenu lithologique. Au niveau des lacs Mbeubeuss et Malika, la forte influence des sables dunaires d'une part et la pauvreté en diatomées d'autre part n'ont pas permis de détecter des signaux précis sur les variations du niveau de la mer.

Durant la période considérée le climat était chaud et sec dans l'ensemble, avec un déficit pluviométrique chronique durant les derniers siècles.

Mots clés : Diatomées, lithologie, coquilles, microfaune, quaternaire récent, lagune, lac, ligne de rivage.

SOMMAIRE

CHAPITRE I : PRESENTATION GENERAL	1
I – MILIEU PHYSIQUE	2
1. Aperçu sur le Quaternaire Récent du Sénégal	2
1.1 – L’Inchirien	2
1.2 - L’Ogolien	2
1.3 - Le Tchadien	2
1.4 - Le Nouatchottien	2
1.5 - Le Tafolien	3
1.6 - Le Sub actuel	4
2. Contexte géographique et géomorphologique du littoral nord de la presqu’île du Cap-Vert	4
2.1- Cadre géographique	4
2.2- Morphologie du littoral nord sénégalais	4
2.2.1- La côte et le plateau continental	4
2.2-2. Les systèmes dunaires	5
- Les « Dunes rouges »	5
- Les « Dunes jaunes » littorales	5
-Les «Dunes blanches»	6
2.2-3. Les sols des zones interdunaires	6
3. Contexte hydrogéologique	7
3-1. Les formations aquifères	7
3-1-1. L’aquifère du Quaternaire et du Continental Terminal	7
3-1-2. La nappe des sables quaternaires entre Dakar et Cayar	7
- La nappe infrabasaltique	7
- La nappe des sables quaternaires	7
3-3. Evapotranspiration	8
3-4. Schéma hydrodynamique	9
II – CADRE ET PROBLEMATIQUE DE L’ETUDE	10
1. Etat des connaissances sur les diatomées du bassin sénégalais	10
2. Cadre et problématique	11
2.1. Cadre	11
2.2. Problématique	11
III.-. MATERIEL ET METHODES D’ETUDE	11
1. Echantillonnage	11
2. Traitement des échantillons	12
CHAPITRE II : SYSTEMATIQUE DES DIATOMEES	14
INTRODUCTION	15
I. ORDRE DES CENTRIQUES	15
II. ORDRE DES PENNALES	17
CHAPITRE III : ETUDE DES LACS MBAWANE ET TANMA	23
I. LE LAC MBAWANE	24
1. Cadre géographique et géomorphologique	24
2. Analyse lithologique :	24
- La fraction arénitique	24
- La fraction coquillière	24
- Discussion	24
3. Etude de la flore diatomique	26

3-1. Abondance des diatomées dans le sédiment	26
- Zone A (730cm-610cm)	27
- Zone B (610cm-320cm)	27
- Zone C (320cm-70cm)	28
- Zone D (70cm-00cm)	28
Discussion.....	28
3-2. Evolution des associations de diatomées	28
- Zone A (730cm-610cm)	28
- Zone B (610cm-320cm)	29
- Zone C (320cm-70cm)	30
- Zone D (70cm-00cm)	30
Discussion.....	31
- Zone A (730cm-610cm)	31
- Zone B (610cm-320cm)	31
- Zone C (320cm-70cm)	32
- Zone D (70cm-00cm)	33
Conclusion	33
II. LE LAC TANMA	34
1. Cadre géologique et géomorphologique	35
2. Analyse lithologique	35
- La fraction arénitique	35
- La fraction coquillière	35
- Discussion	35
3. Etude de la flore	36
3-1. Abondance des diatomées dans le sédiment	36
3-2. Evolution des associations de diatomées	36
- Zone A (950-760cm)	37
- Zone B : (760-690cm)	38
- Zone C : (690-610cm)	39
- Discussion	51
Conclusion	52
CHAPITRE IV : ETUDE DES LACS MALIKA ET MBEUBEUSS ...	53
I. CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE	54
II. LAC MALIKA	54
1. Lithologie	54
2. Fraction arénitique	54
3. Fraction coquillière	54
4. Discussion	54
III. LAC MBEUBEUSS	55
1. Mbeubeuss B	55
1-1. Analyse lithologique	55
- La fraction sableuse	55
- La fraction coquillière	56
- Discussion	56
1-2. Etude de la flore	57
Discussion	57
2. Mbeubeuss A	58
2-1. lithologie	58
2-2. La fraction coquillière	58
2-3. La fraction sableuse	59

2-4. Discussion	59
Conclusion	59
Conclusion générale et perspectives	60
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	63
LISTE DES FIGURES	67
LISTE DES TABLEAUX	69
PLANCHES ANNEXES	70

CHAPITRE I :

PRESENTATION GENERALE

I – MILIEU PHYSIQUE

1. Aperçu sur le Quaternaire Récent du Sénégal

Le Quaternaire Récent est de loin la période la mieux connue et les dépôts sont très variés (Tableau1 : in Diaw, 1997)

1-1 – L’Inchirien (40 000 à 20 000 BP)

L’Inchirien qui correspond à la troisième transgression du Néogène a été mis en évidence dans la région de Nouakchott par Elouard et Faure (1967). C’est une période qui a également coïncidé avec l’existence d’un golfe marin largement ouvert vers l’Atlantique dont les eaux limpides abritent un madréporaire *Siderastraea radians* qui voisine avec une faune de fond sableux infralittoral supérieur (Elouard, 1975 in Lappartient, 1985). A sa base régnait un climat humide. Durant cette période se déposent des sables argileux « limons » de la Pointe de Fann, du Champ de Tir et de Yoff ainsi que des grès ferrugineux et des croûtes calcaires du plateau de Bargny.

1-2 - L’Ogolien (20 000 à 11 000 BP)

Le climat est très aride, le niveau marin a baissé. La mer en se retirant a laissé des sédiments marins sableux. Les alizés continentaux mettent en place des ensembles dunaires depuis le Sud de la Mauritanie en passant par le Nord du Sénégal jusqu’à la latitude du Sine Saloum. Ce sont de grandes dunes longitudinales orientées NE-SW selon la direction des vents dominants. C’est à cette époque que se sont mis en place les ergs du Cayor et du Trarza (Kane, 1985).

1-3 - Le Tchadien (11 000 à 6 800 BP)

Au début du Tchadien, le niveau marin était vers -50m. L’humidification du climat favorise la formation de lacs et de marécages qui donneront en Mauritanie des dépôts lacustres (calcaires et diatomites principalement). Il se forme au Sénégal dans les dépressions interdunaires (Niayes) des tourbes ligneuses continentales. Ces formations originales, épaisses de 0 à 14m maximum ont été datées de 8 000 à 10 000 ans BP. Le retour des pluies favorise la ferruginisation des sols, notamment sur les dépôts ogoliens, avant qu’un bref épisode n’assèche les lacs vers 7 000 BP (Hébrard, 1978 ; Saos et Fall, 1987 ; in Diouf et Fall, 1998).

Les dépôts se traduisent par la présence d’argiles au dessus des sables de l’Ogolien. Le Tchadien s’intercale dans la chronologie du Quaternaire entre l’Ogolien représenté par les sables et le Nouakchottien au caractère marin nettement tranché. En effet le climat va devenir moins humide entre 8 000 et 6 800 BP ; cette phase sèche du Tchadien s’est traduite par un remaniement des ergs dunaires (Kane, 1985).

1-4 - Le Nouatchottien (6 800 à 4 500 BP)

La transgression marine nouakchottienne va créer de nombreux golfes par ingression dans les vallées et les interdunes. Elle déplacera et positionnera le littoral des fonds de -50m jusqu’à des côtes au dessus du niveau actuel. La transgression nouakchottienne atteint son maximum vers 5 500 BP. En ce moment le niveau marin atteint jusqu’à +3,5m au dessus du niveau actuel. Ses dépôts sont caractérisés par une faune marine de l’étage médiolittoral à infralittoral supérieur, avec en particulier un développement important de Mollusques tels que *Anadara senilis*, *Dosnia isocardia*, *Cerastoderma edule* (Elouard, 1968). Les accumulations de coquilles (*Anadara senilis*) se rencontrent au niveau de la tête de la presqu’île du Cap-Vert

et sur le pourtour des lacs Tanma et Retba qui occupent le même alignement que le lac Mbawane le long du littoral. Il s'agit de dépôts de plage, épais de 1 à 2m indiquant le stationnement du rivage à la côte + 3m il y a environ 5500 ans.

1-5 - Le Tafolien (4 500 à 2 000 BP)

Le Tafolien, épisode régressif qui fait suite au Nouakchottien, édifie des cordons littoraux riches en minéraux lourds, aussi bien sur la côte mauritanienne que sur le littoral sénégalais. Dans les dépôts lacustres des Niayes, une aridification du climat survenue autour de 4 000 BP et une phase très humide autour de 3 500 BP ont été mises en évidence à la fois par l'analyse de la flore cypérologique des tourbes fossiles (Fall et Nongonierma, 1997; *in* Diouf et Fall, 1998) et par les mesures au ¹⁴C (Fall, 1996). En outre deux épisodes

Séries ou étages	Age ou durée	Types de formations et évènements survenus
POST-NOUAKCHOTTIEN (Tafolien, Subactuel, Actuel)	4 500 – 0 BP	Période aride au Tafolien (4 500 – 2 800 BP), humide au Dakarien (2 800 – 2 000 BP), aride entre 2 000 et 1 100 BP. Niveau marin -2 à -3,5 m au Tafolien, +1 à +2 m au Dakarien. Après 1100 BP, évolution vers sécheresse actuelle et fluctuations mineures du niveau marin. Mise en place des cordons littoraux (dunes jaunes). Barrages des lacs littoraux et évolution de type lagunaire. Comblement du réseau hydrographique et formation des niayes. Formation des flèches sableuses. Régularisation de la côte par la dérive littorale à partir de 4 000 BP. Poursuite de cette régularisation et formation des dunes blanches.
NOUAKCHOTTIEN	6 800 – 4 500 BP	Episode déterminant dans la configuration géomorphologique du littoral sénégalais et marquée par une transgression marine de +1 à 3,5 m - (6 800 – 3 400 BP). Maximum de la transgression située à 5 500 BP. Climat humide. Formation de plages marines à faune variée et terrasses fossilifères ou azoïques. Espèce la plus fréquente <i>Anadara senilis</i> . Ouverture des lacs par des grau et envahissement des dépressions (interdunes et cours inférieur des marigots). Mise en place de quelques accumulations de coquilles ou Kjökkenmöddinger. Colonisation de mangrove (?).
TCHADIEN	11 000 – 6 800 BP	Remontée de la mer après la régression ogolienne mais niveau encore bas (-10 à -50 m). Climat humide avec petite phase sèche autour de 7000 BP. Formation d'un réseau hydrographique perpendiculaire à la mer. Période lacustre majeure. Dépôts de tourbes. Rubéfaction et abaissement des dunes ogoliennes. Remaniements locaux des dunes ogoliennes.
OGOLIEN	20 000 – 11 000 BP	Episode régressif -100 à -120 m, désert s'est installé, période aride, intensification des alizés, mise en place de l'erg ogolien d'orientation générale NE-SW sur le Nord Sénégal, le Saloum et le plateau continental exondé.
INCHIRIEN	40 000 – 20 000 BP	Transgression marine. Base de l'Inchirien marquée par un climat humide. Constitution de la formation des sables argileux (« limons » de la Pointe de Fann, du Champ de Tir et de Yoff ainsi que des grès ferrugineux et des croûtes calcaires du plateau de Bargny.

Tableau 1- Synthèse de l'évolution géologique du bassin sédimentaire sénégalais au Quaternaire Récent (Diaw, 1997).

transgressifs mineurs ont laissé des témoins sur les côtes sénégalaises : le Dakarien daté aux environs de 3 000 BP et le Saint-Louisien vers 2 000 BP.

Au niveau du lac Tanma, le remplissage atteint également une cinquantaine de mètres, mais les dépôts sont alternativement marins, lagunaires et continentaux.

1-6 - Le Sub actuel (2 000 à 400 BP)

Au début de l'ère chrétienne, prend place un épisode sec «marqué par une recrudescence de l'action éolienne principalement dans les régions littorales» (Elouard, 1973), qui provoque l'ensablement des golfes marins.

Des dunes se sont formées, recouvrant les anciens cordons littoraux. Les dunes semi-fixées sont qualifiées de subactuelles.

Les «dunes littorales» se différencient et se distinguent des dunes jaunes par :

- leur forme parabolique : elles dessinent des vagues de sable, orientées vers le Nord-Ouest ;

- leur altitude peut atteindre 15 à 20m : ce système dunaire s'étire de Yoff (Cap-Vert) à Saint-Louis ;

- la blancheur de leur matériel et la présence de débris de coquilles brisées.

Ces dunes sont sans cesse alimentées par le sable de l'estran, approvisionné en matériel par la dérive littorale (Kane, 1985).

2. Contexte géographique et géomorphologique du littoral nord de la presqu'île du Cap-Vert

2-1. Cadre géographique

La presqu'île du Cap-Vert appartient au bassin sénégalo-mauritanien qui est le bassin le plus occidental des bassins côtiers situés le long de la marge atlantique. Elle constitue la partie la plus occidentale du Sénégal, elle se situe entre les parallèles 14°25' et 15°5' Nord et les longitudes 16°55' et 17°32' Ouest (fig.1). Les différents lacs étudiés ici longent la côte nord de cette presqu'île.

2-2. Morphologie du littoral nord sénégalais

2-2-1. La côte et le plateau continental

Au Nord de la presqu'île du Cap-Vert, la côte est basse et sableuse. Son orientation est NE-SW au Sud entre Dakar et le canyon de Kayar (16° 55 N), puis NNE-SSW jusqu'au delta du Sénégal (16° N). La côte est rectiligne, entièrement régularisée par la dérive littorale depuis l'Holocène moyen. En édifiant des cordons littoraux, celle-ci a notamment permis l'isolement d'anciens golfes à l'emplacement actuel de lacs, tels que les lacs Retba, Tanma, Mbawane et de la niaye de Mboro. (Lézine, 1987).

Entre le trait de côte et -200 m, le plateau continental est étroit. Son extension est inférieure à 10km dans le secteur Sud ; il s'élargit progressivement jusqu'à plus de 40km au large de l'estuaire du fleuve Sénégal. Il est entaillé sur toute sa largeur par le canyon de Kayar et sur son rebord par deux canyons de moindre importance à 16°30 et 16°50 N. (Lézine, 1987).

Le canyon de Kayar, très profond (-695m au niveau de la rupture de pente générale du plateau continental) est localisé sur l'emplacement d'un accident tectonique et prolonge un réseau hydrographique formé par d'anciennes vallées qui aboutissent au lac Tanma (Martin, 1970 ; *in* Lézine, 1987) (fig.2). Il fonctionne comme un drain, collectant les sédiments transportés depuis le Nord par la dérive littorale. Ainsi, le plateau continental est caractérisé par un important biseau sédimentaire. La puissance des sédiments meubles diminue du Nord vers le Sud, ainsi que de la côte vers le large (Horn *et al.*, 1975 ; *in* Lézine, 1987). Les sédiments sont principalement constitués de sables fins associés à des lutites en proportion variable (Domain, 1976 ; *in* Lézine, 1987).

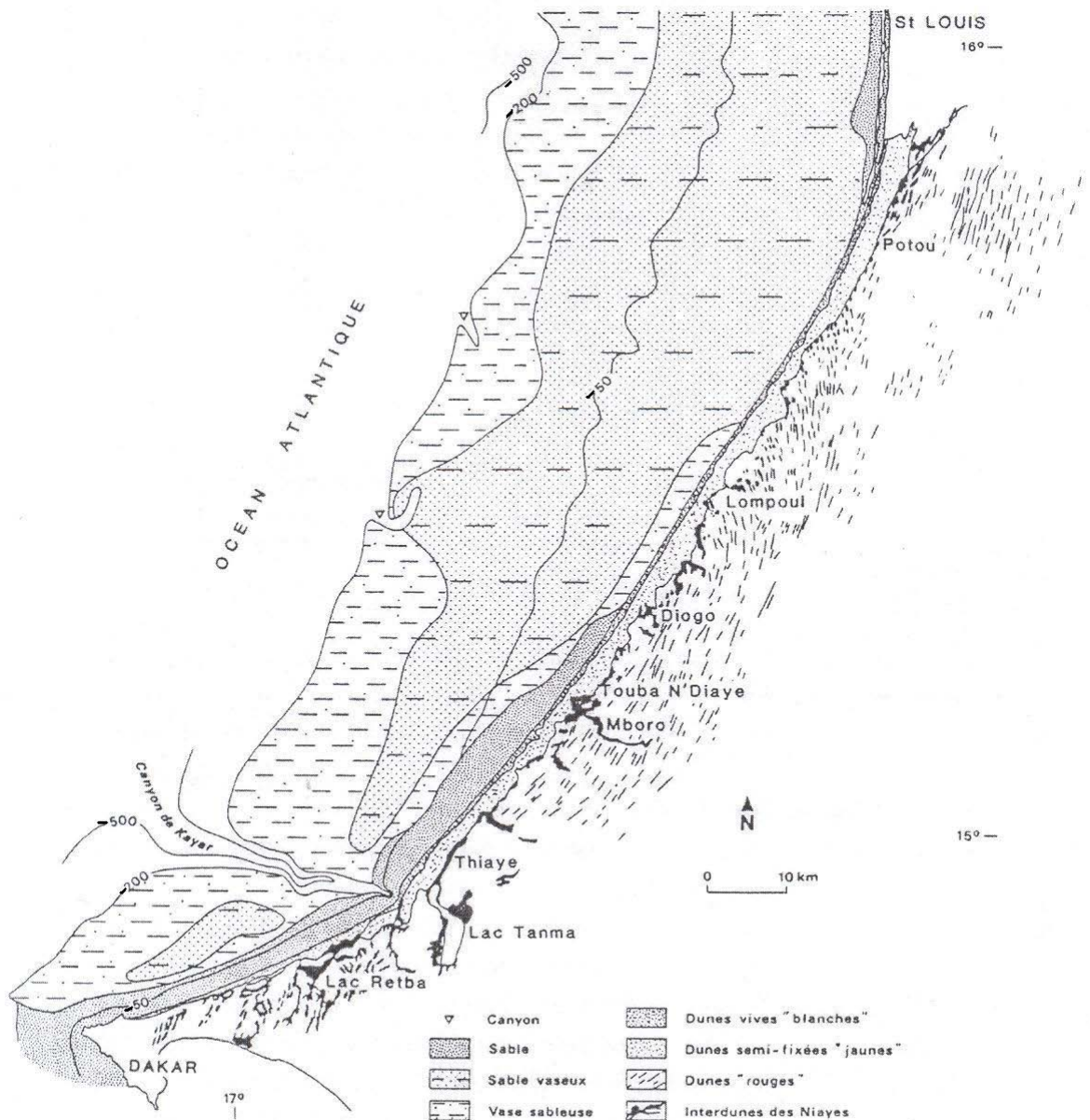


Figure 1 : Morphologie du littoral sénégalais au Nord de la Presqu'île du Cap Vert (in Lezine, 1987)

2-2-2. Les systèmes dunaires

Des plus anciennes aux plus récentes on distingue trois systèmes dunaires

- Les « Dunes rouges »

C'est une formation de sables à grains de quartz entourés d'une pellicule rubéfiée d'oxyde de fer. Ces sables affleurent largement à Pikine où ils constituent « l'erg de Pikine ». La formation des « dunes rouges » s'est faite à l'Ogolien (-20 000 à 18 000 BP) au cours de la régression maximale post-inchirienne où le niveau marin est descendu à la côte -100 m par rapport au niveau actuel. Le climat était désertique et un puissant massif dunaire aligné selon la direction NE-SW s'est installé depuis la Mauritanie jusqu'à la Gambie (Faye, 2001).

- Les « Dunes jaunes » littorales

Relativement fixées par une végétation herbacée, ces dunes ont une texture sableuse. Elles se sont formées au cours d'un épisode régressif, en climat aride correspondant au

Tafolien de Mauritanie (-4 000 BP). Sous l'action éolienne, elles ont tendance à recouvrir les dunes et interdunes plus anciennes (Lézine, 1987).

-Les «Dunes blanches»

Ces dunes littorales qui s'étirent de Yoff à Kayar sont des sols minéraux formés de quartz et de coquilles calcaires. Ces formations présentent une texture essentiellement sableuse avec des sables quartzeux fins. L'accumulation de ces sables a eu pour résultat la formation d'un premier cordon littoral qui va fermer l'accès à la mer des lagunes héritées du Nouakchottien et la régularisation de la côte nord qui devient plus rectiligne. Des oscillations postérieures du niveau marin (2 000 BP à nos jours) ont permis la mise en place d'un second cordon littoral qui a abouti à la configuration actuelle de la côte.

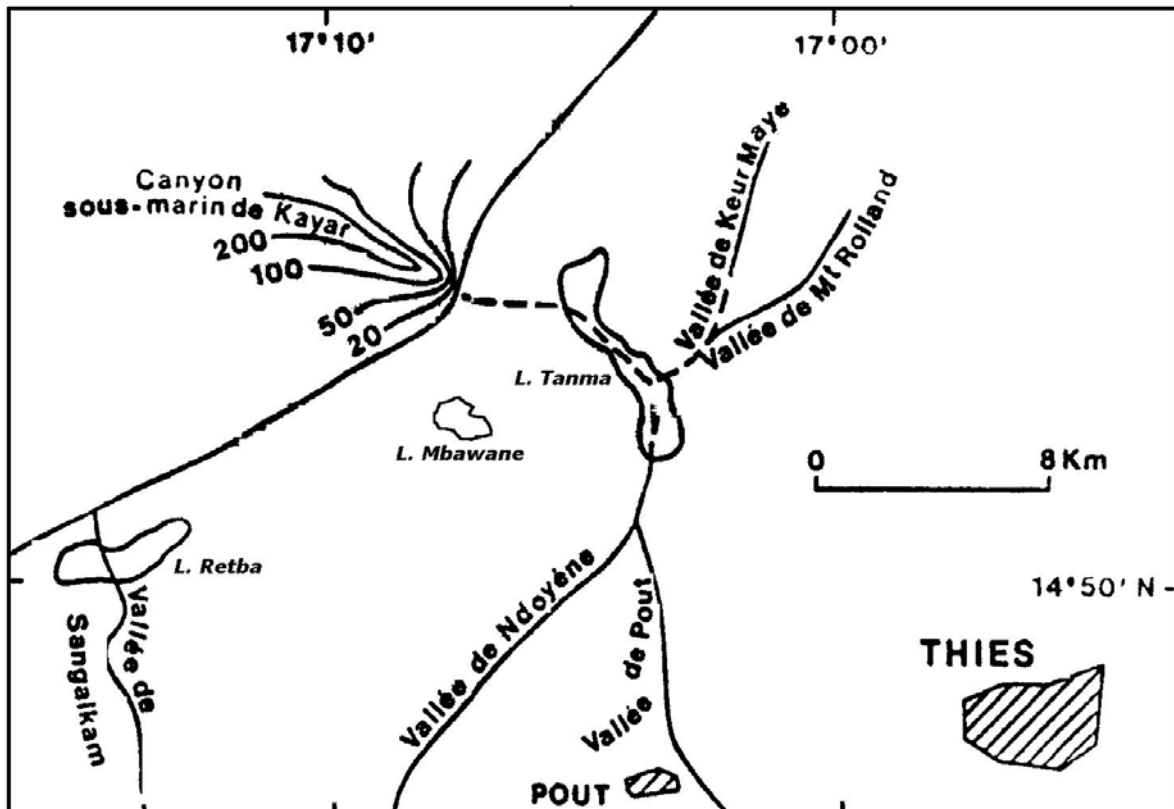


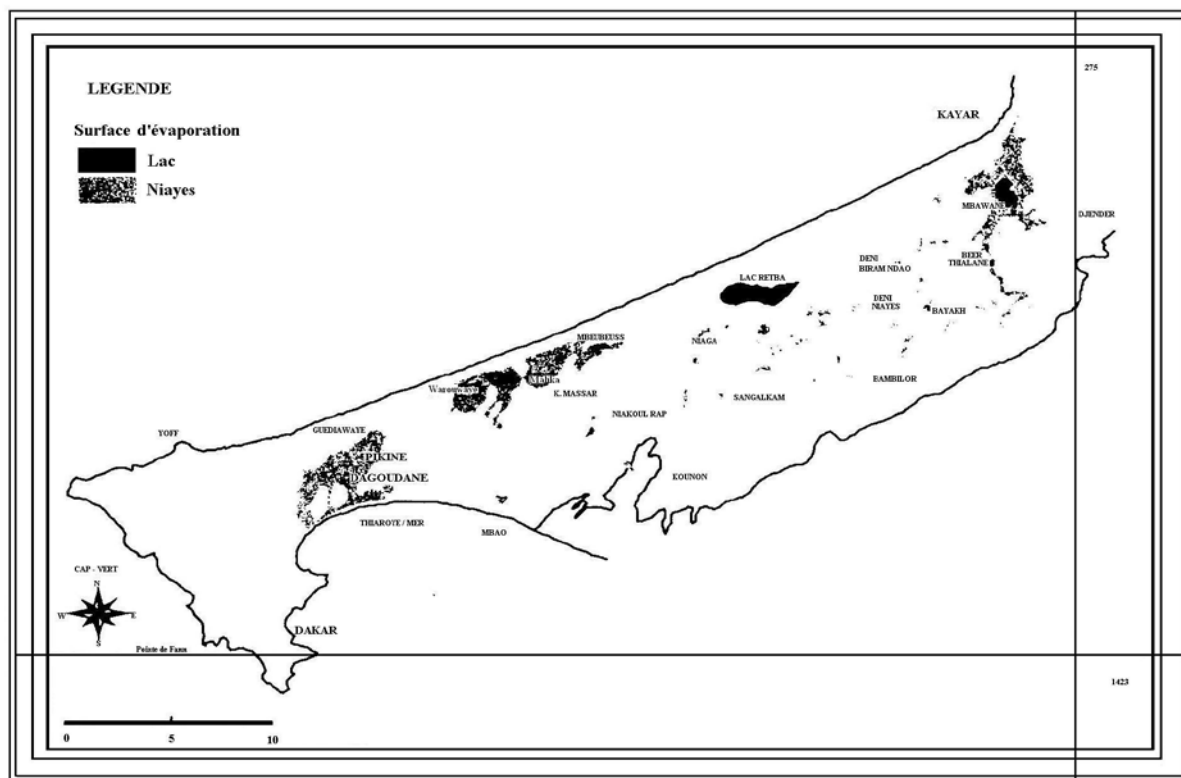
Figure 2 : Les vallées quaternaires du lac Tanma (modifié d'après Martin, 1970).

2-2-3. Les sols des zones interdunaires

Ils recouvrent l'ensemble des localités au Nord-Est de Thiaroye, englobant Keur Massar, Niakoul Rap, Kounoun, Sangalkam, Bambilor et Gorom. Les sols des zones interdunaires sont formés de «Tan» mais également des sols des Niayes dans les zones de Malika, Pikine et Mbawane (fig.3).

Les «tan» ou «slikkes», sont des formations argilo-sableuses à végétation rare ou absente. Ces sols sont formés de sables vaseux et présentent des proportions d'argile très variables qui peuvent atteindre 25%.

Les sols des Niayes de couleur noirâtre sont riches en humus ce qui explique les activités importantes de maraîchage dans la zone. Leur texture montre des taux d'argile proches de 8% à 10%.



D'après l'Image Satellitaire SPOT XS-P, 23.12.95
CSE/DAKAR/SENEGAL

Figure 3 : Carte de localisation des Niayes et lacs dans la Presqu'île du Cap-Vert définie dans Arc/Info

3. Contexte hydrogéologique

3-1. Les formations aquifères

Les terrains aquifères du quaternaire reconnus par les différentes études sont de bas en haut (Faye, 2001) :

3-1-1. L'aquifère du Quaternaire et du Continental Terminal

Dans la région il est difficile de différencier le Quaternaire du Continental terminal, qui sont tous les deux des dépôts sablo-argileux essentiellement éoliens. La nappe phréatique existe dans toute l'étendue de la zone et affleure dans les dépressions qui constituent les niayes.

3-1-2. La nappe des sables quaternaires entre Dakar et Cayar

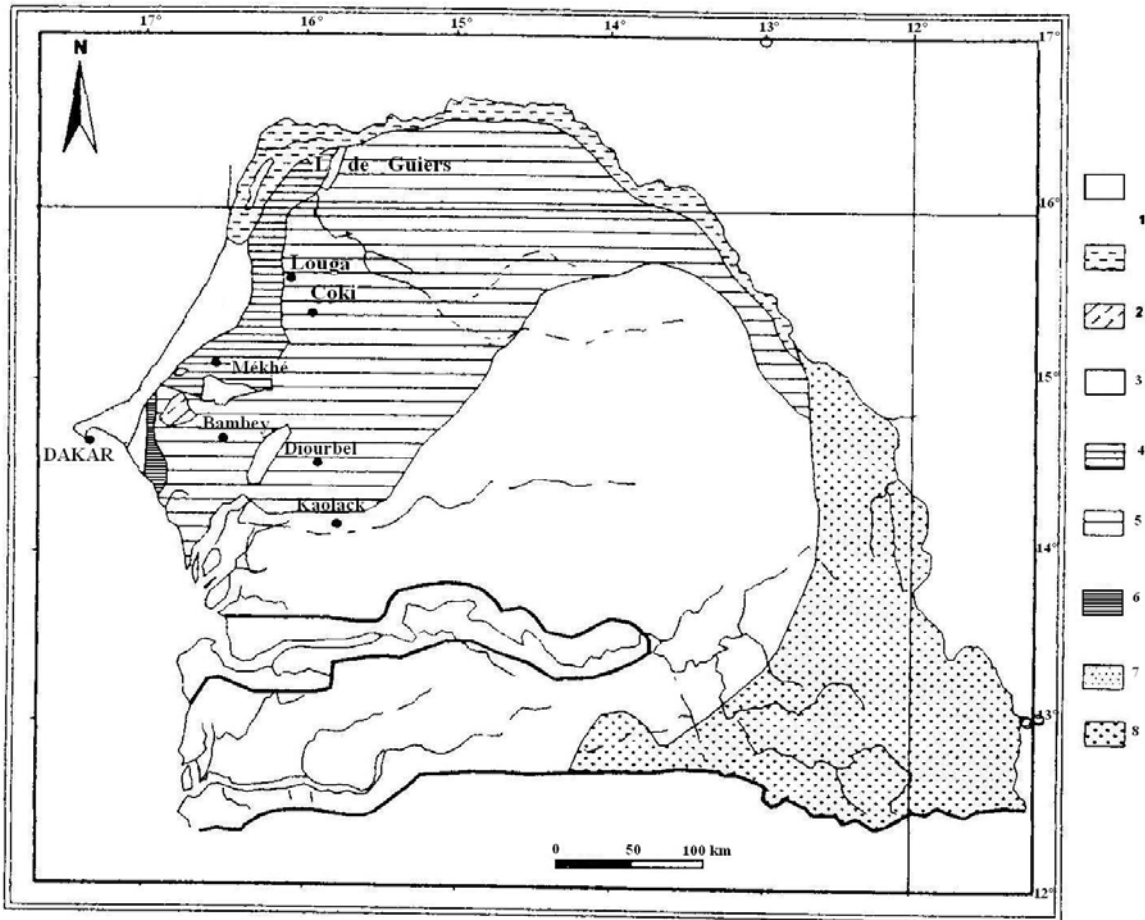
Les formations quaternaires de cette région peuvent être subdivisées en deux aquifères (fig.4) :

- La nappe infrabasaltique

Cette nappe, formée d'un aquifère de sables quaternaires s'étend sous l'ensemble de la tête de la presqu'île, hormis sous le plateau de Dakar. Son toit est constitué par les coulées volcaniques des mamelles, alors que son mur est représenté par les formations argilo-marneuses de l'Eocène inférieur qui affleurent sur le plateau dakarois.

- La nappe des sables quaternaires

Cette nappe s'étend du col de la presqu'île, à l'Ouest où elle se raccorde à la nappe infrabasaltique jusqu'au massif à l'Est. Vers le Sud-Est la nappe se termine en biseau contre le substratum marneux. Elle atteint son épaisseur maximale à proximité du littoral Nord où elle est en contact avec l'océan. Le substratum présente des dépressions en forme de cuvette à Thiaroye et Ber-Thiélane, il est également entaillé par des vallées fossiles dont les principales sont celles de Sangalkham, Niaga et Kayar.



- | | |
|--|---|
| 1. Aquifères des sables littoraux et des formations alluviales | 4 et 5. Formations éocènes subaffleurantes |
| 2. Nappes phréatiques dans le recouvrement quaternaire | 7. Sables maastrichtiens (horst de Ndiass) |
| 3. Aquifère miocène (ex. CT) | 8. Socle cristallin (aquifères discontinus) |
| 6. Calcaires paléocène | |

Figure 4 : Carte hydrogéologique schématique du Sénégal (Travi, 1988)

L'alimentation de l'aquifère se fait uniquement par infiltration des eaux de pluie. La remontée de la nappe suit l'apparition des pluies, elle est maximale en novembre.

La décrue est très régulière pendant la saison sèche, l'épuisement de la nappe se fait par évaporation et exhauré dans les forages et puits.

L'écoulement souterrain vers la mer ou vers les lacs permet de maintenir l'équilibre avec l'eau salée.

Les eaux de la nappe sont dans l'ensemble chlorurées sodiques et on note une évolution vers des eaux hyperchlorurées sodiques dans les zones du lac Mbeubeuss et du lac Retba.

3-3. Evapotranspiration

Un bilan évapotranspiration-pluie sur l'année montre que l'E.T.P. moyenne est toujours supérieure à la pluie moyenne sur l'ensemble de la région. Les plus fortes valeurs sont observées aux mois de Mars, Avril, Mai, Juin, et Décembre qui ne correspondent pas aux mois les plus chauds, alors que les faibles valeurs sont surtout enregistrées pendant le mois le plus humide de l'hivernage c'est-à-dire le mois d'Août (Tableau2).

L'évapotranspiration importante pendant une bonne partie de l'année et l'infiltration des eaux de pluie caractérisent le niveau de la nappe et par ailleurs l'alimentation des lacs.

STATIONS	P et ETP (en mm)													
	Mois													
	Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
DAKAR-YOFF	P	-	1	-	-	-	10	87	220	164	58	2	3	546
	ETP	142	134	160	173	165	165	159	141	143	149	149	151	1841
RUFISQUE	P	-	2	-	-	-	15	93	238	173	47	2	-	572
	ETP	134	133	165	173	165	159	135	128	133	143	127	127	1722
MBAO-THIAROYE	P	-	2	-	-	-	16	84	231	165	43	2	4	547
	ETP	142	134	160	173	165	165	159	141	143	149	149	151	1831

Tableau 2 : Pluviométrie et Evapotranspiration (in Rapport Compagnie des Tourbières du Sénégal, 1985 p.32)

3-4. Schéma hydrodynamique

La nappe représente un réservoir d'eau souterraine, alimenté annuellement par infiltration directe des eaux de pluie. Ce réservoir se décharge par exploitation au niveau des puits, par évaporation pendant la saison sèche au niveau des Niayes et des lacs et par écoulement vers la mer. La configuration piézométrique (fig.5) établie à partir de l'étude sur un modèle mathématique (géohydrologique, 1972) a mis en évidence les faits suivants :

- les écoulements s'effectuent généralement du sud-est vers le nord-ouest, c'est-à-dire vers la mer et les lacs intérieurs. Cette étude révèle également qu'avec le débit moyen d'exploitation de l'époque ($10\,000\text{ m}^3/\text{jour}$), le biseau salé était maintenu en bordure de l'océan.

- L'existence de deux dômes piézométriques situés l'un au nord-est entre le lac Mbawane et le lac Tanma, et l'autre au sud-ouest au voisinage des Niayes de Pikine. Ces dômes permettent d'isoler ce réservoir en un système hydrodynamique indépendant (Faye, 2001).

- Dans le secteur nord-est où le dôme est entre le lac Mbawane et le lac tanma, la cote piézométrique est d'environ 10m. A partir de la crête piézométrique, l'écoulement est divergent vers le nord avec un axe de drainage dirigé vers le lac Mbawane.

- Dans le sud-ouest du système, au niveau de Mbao, un autre dôme piézométrique est noté. L'écoulement est divergent de part et d'autre de l'axe du dôme c'est-à-dire vers le nord dans les niayes de Mbeubeuss, vers le sud dans zone et vers l'ouest dans le secteur du bassin de Thiaroye.

- Dans le secteur du lac Retba, la piézométrie est relativement plane. Cette morphologie plane est liée aux fortes valeurs de perméabilité dans cette zone.

- La courbe piézoélectrique de cote 0,5m englobe toute la cote nord du secteur d'étude et révèle une vulnérabilité du système aquifère à une invasion des eaux salées provenant de l'océan.

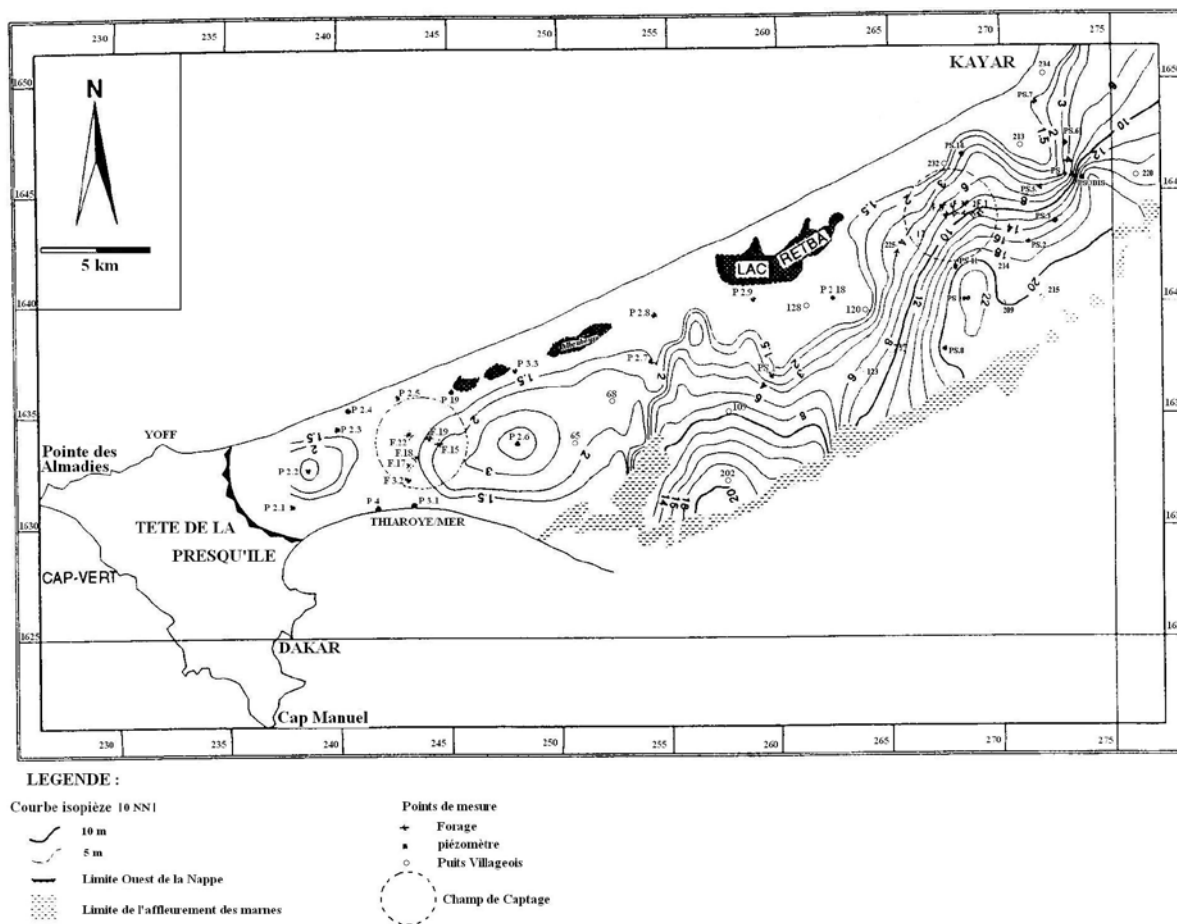


Figure 5 : Nappe libre des sables quaternaires Thiaroye/Beer Thialane : Carte piézométrique moyenne de 1987 à 1997 (in Faye S.C., 2001)

II – CADRE ET PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE

1. Etat des connaissances sur les diatomées du bassin sénégalais

Les premiers travaux traitant des diatomées du Sénégal datent de la fin du 19^e siècle avec Leuduger Fortmorel (1898, *in* Compère, 1991) qui a étudié dans son matériel deux récoltes pélagiques faites au large de Dakar par 75m et 40m de profondeur.

Plus d'un demi-siècle après, Guerneur (1954) dresse une liste des diatomées des eaux douces aux environs de Dakar à partir de l'étude de 36 stations naturelles et artificielles.

En 1970, Amossé fait l'inventaire floristique des diatomées prélevées sur le littoral marin et dans quelques stations saumâtres de la presqu'île du Cap-Vert.

Plus récemment, Compère (1991) a fait une étude détaillée de la microflore algale du Nord du pays : embouchure du fleuve Sénégal jusqu'à Podor ; lac de Guiers et son déversoir ; mares, rivières et autres plaines d'inondation. Ce travail a permis d'inventorier 317 taxons de diatomées (48,8% de la flore totale) appartenant à des localités écologiquement très différentes.

On peut également citer les travaux de Harper et Garbary (1994) qui, dans leurs études floristiques des algues marines du Sénégal (entre Mbour et Joal) ont rencontré une diatomée épiphytique, *Podocystis adriatica* (Kützing) Ralfs, hôte spécifique d'une algue rouge *Heterosiphonia crispella* (C. Agardh) Wymne.

Les travaux cités ci dessus ont été consacrés exclusivement au milieu actuel. L'étude des diatomées fossiles a démarré avec les travaux de Sow (2001, 2004), Sow et Diene (2002) et Sow *et al* (2002, 2005, 2006a & 2006b).

2. Cadre et problématique

2-1. Cadre

La présente étude a pour cibles les principaux lacs de la côte nord de la presqu'île du Cap-Vert notamment les lacs Malika, Mbeubeuss, Mbawane et Tanma. Tous ces lacs, sont périodiquement asséchés.

2-2. Problématique

Les diatomées se révèlent être d'excellents marqueurs chronologiques du Quaternaire. En effet, la succession des phases lacustres caractérisée chacune par une ou deux associations de diatomées, a permis de faire des corrélations entre les bassins lacustres et de dégager une échelle biostratigraphique dans les lacs Tchad (Servant-Vildary, 1973 et 1978) et de l'Afar, (Gasse, 1975).

Les travaux effectués sur les diatomées du Quaternaire récent de la Grande Côte du Sénégal (lacs Retba, Tanma et Mbawane) (Fofana, 2004 ; Sow, 2001 ; Sow *et al.*, 2006a et b) ont permis de mettre en évidence des fluctuations récentes du niveau marin et une influence de la nappe d'eau douce des sables quaternaires. Une meilleure maîtrise de ces influences nécessitait : 1) l'approfondissement des connaissances par une série de sondages plus profonds sur certains lacs déjà investis (lacs Mbawane et Tanma) ; 2) une extension des travaux à d'autres lacs situés dans le même environnement (Mbeubeuss et Malika).

En s'intéressant aux sources d'alimentation des lacs, il était nécessaire de mener une étude documentaire hydrogéologique dont les résultats ont été empruntés donc à des travaux antérieurs menés dans la zone.

III.-. MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

1. Echantillonnage :

Les carottes ont été prélevées à l'aide d'une tarière manuelle munie d'un système de fermeture évitant les contaminations.

Au niveau du lac Mbawane, un premier prélèvement avait été effectué sur 600cm de profondeur en Août 2003, un deuxième prélèvement qui a atteint le fond de la vase a été effectué en Juin 2005 pour compléter des analyses faites au niveau du lac. En tout donc la carotte a atteint une longueur de 730cm.

Au niveau du lac Malika, la carotte étudiée a été prélevée au Nord du lac avec 190cm de profondeur en Mars 2005.

Au niveau du lac Mbeubeuss, les prélèvements ont été effectués à la même date que les prélèvements du lac Malika. Dans ce lac, deux carottes ont été prélevées : l'une dans la partie nord du lac (Mbeubeuss B) qui a atteint une profondeur de 740cm et l'autre au niveau du milieu du lac (Mbeubeuss A) qui a atteint une profondeur de 240cm.

Au lac Tanma, le sondage a été effectué le 26 Juin 2005 à 20m au Sud du pont et a atteint une profondeur de 950cm.

Tous ces prélèvements ont été effectués en saison sèche, période durant laquelle les lacs sont asséchés.

Sur chaque carotte deux séries d'échantillonnage ont été effectuées, l'une pour l'étude de la microfaune, et l'autre pour l'étude de la microflore.

Pour l'étude de la microflore (diatomées) un échantillon a été prélevé tous les 10cm sur les carottes.

Pour l'étude de la microfaune (foraminifères et ostracodes) et pour les analyses lithologiques, des échantillonnages sur chaque 10 cm ont été effectués sur les carottes. Les résultats des analyses microfaunistiques ne nous sont pas encore parvenus.

2. Traitement des échantillons :

Sur chaque échantillon une quantité de sédiment sec comprise entre 0,1 et 0,2 g a été utilisée. Chaque prélèvement a subi une légère attaque à chaud à H_2O_2 pour éliminer les traces de matière organique. Chaque attaque est suivie de trois lavages après une période de décantation de 4 heures. Le culot est dilué dans 20 ml d'eau. Après agitation, une quantité de 1 ml de la suspension a été montée entre lame et lamelle de manière uniforme dans du baume du Canada. Sur chaque échantillon, deux lames ont été préparées.

Les déterminations et les comptages ont été faits au microscope optique (Jenamed Histology) au grossissement 1000. Les photos ont été prises au microscope optique Zeiss.

Le comptage des espèces a été fait pour chaque échantillon sur les deux lames. Chaque lame est observée soit sur une ligne de la médiane quand il s'agit de lame riche en diatomées, soit 2 à 5 lignes avec une certaine équidistance entre les lignes, toujours dans le sens de sa médiane, en fonction de la richesse de la lame en diatomées. Ces comptages permettent de calculer le nombre de valves de diatomées par g de sédiment sec (abondance absolue) et la fréquence relative des espèces et groupes écologiques pour chaque échantillon. Le nombre de valve par g de sédiment (N) a été calculé selon un schéma et une équation établis comme suit :

Soit :

E = nombre de valves déterminé sur une ligne d'observation sur la médiane

L = longueur de la lamelle (μm)

X = diamètre du champ à G. X 1000, X = $150\mu\text{m}$

C = nombre de champs sur la longueur L : $C = L/X$

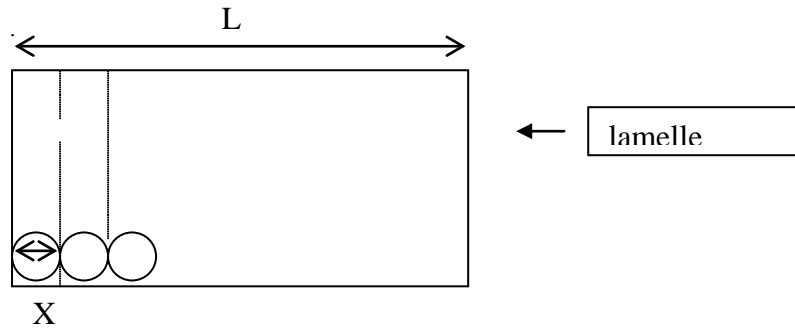
Nv = nombre de valves sur la lame

P = poids sec du sédiment monté

Pi = poids total du sédiment désagrégé par échantillon

1 ml = volume de suspension monté

20 ml = volume total de la suspension préparée par échantillon



Par une règle de trois, on met en relation les deux grandeurs:

$$\begin{array}{l} P_i \longrightarrow 20 \text{ ml} \\ P \longrightarrow 1 \text{ ml} \end{array}$$

Le poids de l'échantillon pris dans les 1 ml (P) donnera : $P = P_i / 20$

$N_v = E \times C$ où E x Nombre total de ligne d'observation sur L

$$N_v = E L / X$$

$$N = \text{nombre de valves} / g = N_v / P$$

$$N = N_v \cdot 20 / P_i = 20 E L / X \cdot P_i$$

$$N = 20 E L / X \cdot P_i$$

Pour chaque échantillon nous avons procédé aux calculs :

- du nombre total de valves / g de sédiment sec qui donne une idée de la richesse totale de l'échantillon en diatomée ;

- du pourcentage des différents groupes écologiques et des espèces les plus abondantes (atteignant au moins 5 % dans un échantillon).

Cela nous a permis, après avoir fait l'inventaire et la classification écologique des espèces, de traduire ces résultats sous formes de courbes qui montrent l'évolution des valeurs de la base au sommet de la carotte.

CHAPITRE II :

SYSTEMATIQUE DES DIATOMEES

INTRODUCTION

La première étape de ce travail a consisté à faire l'inventaire de la flore à diatomées rencontrée dans les échantillons. La reconnaissance précise des différentes espèces est l'outil nécessaire à la poursuite de l'étude envisagée. Chaque espèce a été comparée avec les descriptions et les figurations de différents auteurs. Pour les identifications nous avons utilisé essentiellement les travaux des auteurs suivants : Van Heurck (1896), Lefebure (1947), Servant-Vildary (1978), Barde-Labayle-Bounès (1980), Navarro (1982), John (1983), Foged (1986a & b, 1987), Gasse (1986), Podzorski & Håkansson (1987), Desikachary & Sreelatha (1989), Hein (1990), Compère (1991), Vyverman (1991), Witkowski (1994).

Les formes les plus représentatives dans chaque carotte ont été photographiées lorsque cela a été possible, ce qui permet de donner quelques illustrations, réunies à la fin de cet ouvrage. Dans ce chapitre, seuls les taxons les plus représentatifs (dont les résultats de l'étude quantitative et qualitative sont présentés sur les courbes) sont concernés. Ils sont groupés en deux ordres : les Centriques et les Pennales. Dans chaque ordre les espèces sont citées selon leur ordre alphabétique. Pour chaque taxon nous donnons les références bibliographiques qui ont permis son identification suivies de son écologie telle que fournie par les auteurs. Si l'espèce est photographiée, les numéros de planche et de photo sont indiqués en première position.

Les autres taxons cités dans les tableaux 3 et 4 ont pu être identifiés grâce essentiellement aux travaux de : Krammer et Lange-Bertalot (1985, 1989), Lange-Bertalot et Krammer (1987), Hodgson *et al.* (1987), Cumming *et al.* (1995), Zolacor De Domitrovic et Maidana (1997), Cocquyt (1998) et Cremer (1998).

I. ORDRE DES CENTRIQUES

Les Diatomées centriques ont une symétrie radiée. Les valves sont en général circulaires mais peuvent être elliptiques ou polygonales.

Actinoptychus splendens (Schdb.) Ralfs

Pl. I, fig. 8 ; Pl.II, Fig.16

John, 1983, p.50, pl.10, fig.5-9

Distribution : cosmopolite (Foged, 1986a, 1987 ; Hustedt, 1955 ; in Denys, 1991).

Ecologie : espèce marine, planctonique, néritique, vivant dans des eaux tempérées à tropicales (Barde-Labayle-Bounès, 1980).

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen

Pl. I, fig. 1-2 ; Pl.II, Fig. 2-3

Synonyme : *Melosira ambigua* (Grunow) O. Müller

Podzorski et Håkansson, 1987 : p.20, pl.1, fig.9

Cassie, 1989 : p.63, 82, pl.2, fig.1

Ecologie : espèce typiquement limnobiontique, planctonique avec un développement optimum en eau peu profonde : petits lacs et aires marginales des grands lacs (Gasse, 1986) ; fréquente en zones tropicales (Podzorski et Håkansson, 1987).

Auliscus sculptus (W. Smith) Ralfs

Pl. I, fig. 9 ; Pl. V, fig. 2-3 ; Pl. VIII, fig. 3 ; Pl. 2, Fig. 19-20

Foged, 1986a : p.21, pl.5, fig.1

Espèce marine planctonique (Denys, 1991).

Température : thermophile, mésothermale à eurythermale (Denys, 1991).

Cosmopolite (Foged, 1986a ; Denys, 1991).

Cerataulus smithii Ralfs

Pl. II, fig. 21

Sow, 2001 : p.154, pl.13 : fig.4

Ecologie : espèce marine à saumâtre, planctonique (Denys, 1991).

Température : tropicale.

Cosmopolite (Foged, 1986a ; Denys, 1991).

Coscinodiscus hungaricus Pantocsek

Pl. II, fig. 13-15

Servant-Vildary, (1978) : p.28, pl.1, fig. 4

Espèce planctonique rencontrée dans les dépôts du lac Tchad par Servant-Vildary (1978) qui la classe parmi les espèces archaïques et éteintes.

***Cyclotella meneghiniana* Kützing**

Pl. I, fig. 6 ; Pl. II, Fig. 7-8

John, 1983 : p.21, pl.5 : fig.5-8

Kaczmarek & Rushforth, 1983 : p.18, pl.15 : fig.2-3, pl.16 : fig.1,16

Gasse, 1986 : p.36, pl.3 : fig.9

Foged, 1986a : p.30, pl.8 : fig.6

Foged, 1987 : p.33, pl.4 : fig.4

Cassie, 1989 : p.69, pl.2 : fig.2

Håkansson, 1990 : p.19-37, pl.1 : fig.3, pl.10 : fig.48

Vyverman, 1991 : p.56, pl.4 : fig.1, pl.80 : fig.c-d, pl.81 : fig.a,c

Witkowski, 1994 : p.74, pl.1 : fig.11-12

Ecologie : espèce oligotrophe halophile à large intervalle de salinité (Gasse, 1986), alcaliphile, vivant en eaux stagnantes comme courantes, planctonique mais aussi benthique ou périphytique.

Température : eurythermale (Gasse, 1986).

Distribution : cosmopolite (Foged, 1986a, 1987).

Cyclotella striata (Kützing) Grunow

Pl. I, fig. 7 ; Pl. II, Fig. 9 ; Pl. VII, fig. 2

Barde-Labayle-Bounès, 1980 : p.58, pl.7 : fig.8 ; pl.9 : fig.7

John, 1983 : p.21, pl.5 : fig.10-12

Foged, 1986a : p.31, pl.1 : fig.6-7

Foged, 1987 : p.34, pl.4 : fig.3

Vyverman, 1991 : p.58, pl.4 : fig.5, pl.165 : fig.b

Ecologie : espèce marine à saumâtre, connue en milieux aquatiques continentaux, fréquente au large des côtes africaines ; euryhaline (Barde-Labayle-Bounès, 1980).

***Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve**

Pl. II, fig. 5-6 ; Pl. VII, fig. 1

Synonyme : *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Grunow

Barde-Labayle-Bounès, 1980 : p.62, pl.7, fig.6, 7, 13, 14 ; pl.8, fig.3

John, 1983 : p.16 ; pl.2, fig.6-9

Foged, 1986a : p.51, pl.1, fig.2 ; pl.5, fig.4 ; pl.8, fig.12-13.

Podzorski & Håkansson, 1987 : p.22, pl.1, fig.14

Foged, 1987 : p.65, pl.4, fig.4, fig.1-2, 13-14.

Desikachary & Sreelatha, 1989 : p.205, pl.89, fig.1-4, 8-9, 11.

Vyverman, 1991 : p.105, pl.167, fig. a-c.

Witkowski, 1994 : p.77, pl.1, fig.20.

Ecologie : espèce marine à saumâtre littorale benthique, rarement planctonique (Sow, 2001).

II. ORDRE DES PENNALES

Les diatomées pennales ont une symétrie bilatérale. Les valves sont en général de forme ovoïde ou allongée en filament.

Cocconeis debesii var. *rufisquiana* (Hustedt) Amossé

Pl. I, fig. 15 ; Pl. III, Fig. 23-24 ; Pl. VIII, fig. 10

Sow, 2001 : p.97, pl.7 : fig.7-8.

Ecologie : espèce marine à saumâtre, épontique (Denys, 1991). La variété *rufisquiana* a été rencontrée sur les côtes atlantiques sénégalaises : îles Saï-Saï (Rufisque), Pointe de Fann et Anse Bernard (Dakar) dans des dépôts sur rochers ou sur des macrophytes (Sow, 2001).

Dimeregramma minor (Gregory) Ralfs

Pl. I, fig. 10

John, 1983 : p.46, pl.17 : fig.4-5.

Foged, 1986a : p.32, pl.9 : fig.14, pl.13 : fig.9.

Foged, 1987 : p.37, pl.5 : fig.4.

Witkowski, 1994 : p.112, pl.6 : fig.20-21.

Ecologie : espèce marine, cosmopolite (Sow, 2001).

Diploneis bombus Ehrenberg

Pl. IV, fig. 6-7 ; 11-12 ; Pl. IX, fig. 5

Barde-Labayle-Bounès, 1980 : p.78, pl.11 , fig.14-15, pl.14 : fig.8

Navarro, 1982 : p.34, pl.22 : fig.4

Foged, 1986a : p.33, pl.16 : fig.9

Foged, 1986b : p.15 , pl.2 : fig.2

Witkowski, 1994 : p.112, pl.24 : fig.1

Ecologie : espèce marine à saumâtre, benthique (Sow, 2001)

Diploneis smithii Brébisson

Pl. IV, fig. 8

John, 1983 : p.110, pl.46 : fig.2-3

Kaczmarska & Rushforth, 1983 : p.20, pl.17 : fig.1

Podzorski & Håkansson, 1987 : p.60, pl.21 : fig.4

Foged, 1987 : p.41 , pl.16 : fig.1-3

Cassie, 1989 : p.150, pl.6 : fig.4

Desikachary et Sreelatha, 1989 : p.146, pl.62 : fig.5

Witkowski, 1994 : p.116, pl.24 : fig.6

Ecologie : espèce marine à saumâtre littorale, connue dans les lagunes côtières et les estuaires, mais également dans les eaux salées continentales (Guermeur, 1954).

Eunotia pectinalis (O. Müller) Rabenhorst

Pl. I, fig. 14 ; Pl. III, Fig. 21-22 ; Pl. X, fig. 2

Servant-Vildary, 1978 : pl.II 7 , fig.4-5

John, 1983 : p.67, pl.28, fig.10-12

Krammer, 1986 : p.77, 88-91

Foged, 1986a : p.38, pl.11, fig.8

Hein, 1990 : p.48, pl.20, fig.1

Vyverman, 1991 : p.81, pl.89, fig.d, pl. 90, fig.a-b, pl.173, fig.b-d

Ecologie : espèce oligotrophe, acidophile (Foged, 1986a) à conditions écologiques très variables (épiphytiques, épipéliques ou aérophiles) et pH indifférent (Gasse, 1975).

Fragilaria investiens (W. Smith) Cleve-Euler

John, 1983 : p.255, pl.25, fig.4-6

Synonyme : *Tabularia investiens* (W.Smith) Williams et Round ; *Fragilaria investiens* (W.Smith) Cleve.

Ecologie : espèce marine épiphytique.

Lyrella abruptoides (Hustedt) D.G. Mann

Pl. I, fig. 17 ; Pl. V, fig. 5 ; Pl. III, Fig. 25-27

Synonyme : *Navicula lyra* var. *irregularis* Hageltein ;

Foged, 1986a : p.142, pl.20 : fig.9

Ecologie : espèce marine, benthique.

Navicula trivialis Lange-Bertalot

Synonyme : *Navicula phyllepta* Kützing

Foged, 1985a : p.89, pl.5, fig.14

Espèce d'eau douce, benthique.

Nitzschia amphibia Grunow

Servant-Vildary, 1978 : pl.II 10, fig. 7, pl.II 1, fig.7

John, 1983 : p. 165, pl.72, fig.14

Gasse, 1986 : p.126, pl.33, fig.7-8

Podzorski & Håkansson, 1987 : p.95, pl.44, fig.6-7

Foged, 1987 : p.82, pl.31, fig.9

Cassie, 1989 : p.199, pl.12, fig.2

Vyverman, 1991 : p.145, pl.65, fig.5-7

Ecologie : espèce cosmopolite oligotrophe tolérant de fortes concentrations de sel (Guermeur, 1954 ; Servant-Vildary, 1978 ; Gasse, 1986).

Nitzschia granulata Grunow

John, 1983 : p.168, pl.69, fig.9-10

Gasse, 1986 : p.132, pl.31, fig.2

Foged, 1986a : p.65, pl.25, fig.12,15

Foged, 1987 : p.84, pl.30, fig.5, 8-9

Ecologie : diatomée marine rencontrée aussi dans les lagunes côtières et les estuaires (Sow, 2001).

Nitzschia punctata (W. Smith)

Pl. IV, fig. 17-18

Servant-Vildary, 1978 : pl.12, fig.3

John, 1983 : p.172, pl.72, fig.1-3

Gasse, 1986 : p.139, pl.31, fig.6

Foged, 1986a : p.68, pl.25, fig.8

Ecologie : espèce cosmopolite polyhalobe (Foged, 1986a), d'eau saumâtre (Van Heurck, 1896) ou de milieux chlorurés, rare en eau douce (Guermeur, 1954 ; Vyverman, 1991).

Nitzschia scalaris (Ehrenberg) W. Smith

Pl. IV, fig. 19-20 ; Pl. V, fig. 8

John, 1983 : p.173, pl.72, fig.7

Vyverman, 1991 : p. 155 , pl.62 , fig.9, pl.200, fig.d

Ecologie : diatomée d'eaux relativement salées des environnements côtiers et des eaux saumâtres intérieures, rare en eau douce (Guermeur, 1954 ; Vyverman, 1991).

Pinnunavis yarrensis (Grunow) Okuno

Pl. I, fig. 20-21 ; Pl. IV, Fig. 1-5 ; Pl. IX, fig. 3-4

Synonyme : *Navicula yarrensis Grunow*

John, 1983 : p.104 , pl.43, fig.9-10

Foged, 1986a : p.62, pl.18 : fig.9

Podzorski & Håkansson, 1987 : p. 79, pl.31, fig.3

Desikachary & Sreelatha, 1989 : p.199, pl.89 : fig.4

Ecologie : espèce cosmopolite des milieux marins à saumâtres.

Plagiogramma pulchellum Greville

Pl. I, fig. 11

John, 1983 : p.51, pl.20 ,fig.12-13

Ecologie : diatomée marine benthique.

Plagiogramma rhombicum Hustedt

Pl. I, fig. 12 ; Pl. III, Fig. 17-19 ; Pl. VIII, fig. 7

John, 1983 : p.52, pl.21 : fig.3-5

Foged, 1984 : p.87, pl.26, fig.1,2

Ecologie : marine à saumâtre, épiphytique.

Pseudostaurosira brevistriata Grunow in Van Heurck

Pl. III, fig. 4

Synonyme : *Fragilaria brevistriata Grunow*

Servant-Vildary, 1978 : pl.II 1, fig.1-2, pl.II 3, fig.7, pl.II 4, fig.15-16

John, 1983 : p.42, pl.16, fig.1-3

Krammer, 1986 : p.71, fig.73

Kaczmarek & Rushforth, 1983 : p.21, pl.21, fig.4-5

Gasse, 1986 : p.57, pl.6, fig.8

Vyverman, 1991 : p.89, pl.6, fig.9

Witkowski, 1994 : p.124, pl.5, fig.12-13

Ecologie : espèce d'eau douce pouvant vivre en eau saumâtre (Vyverman, 1991), planctonique ou périphytique dans les lacs peu profonds, les rivières et les marais (Gasse, 1986).

Rhopalodia gibberula (O. Müller) Frenguelli

Pl. I, fig. 26-27

John, 1983 : p.162, pl.67 : fig.11-12

Ecologie : espèce d'eau saumâtre ; cosmopolite. (John, 1983).

Thalassionema nitzschioides Grunow in Van Heurck

Pl. III, fig. 19-20

Barde-Labayle-Bounès, 1980 : p.83, pl.12, fig.5-9 ; pl.15, fig.6

John, 1983 : p.63 ,pl.27. fig.3-6

Foged, 1986a : p.83, pl.10, fig.16

Foged, 1986b : p.35, pl.2, fig.8

Podzorski et Håkansson, 1987 : p.35, pl.7, fig.9-10

Witkowski, 1994 : p.187, pl.5, fig.24

Ecologie : diatomée marine planctonique. Cosmopolite : décrite dans l’Océan Atlantique, la Méditerranée et la Mer Baltique (Sow, 2001).

III. LISTE DES DIATOMEES INVENTORIEES

Les espèces rencontrées ont été classées en deux catégories : les espèces marines à saumâtres et les espèces d’eau douce. Dans chaque catégorie, les diatomées sont classées selon leur mode de vie : planctonique, épiphytique et benthique au sens large du terme (voire tableau 3 et 4). La caractérisation des paléoenvironnements des zones étudiées est fondée sur la salinité des milieux de vie des groupes écologiques étudiés et sur leur mode de vie.

ESPECES MARINES A SAUMATRES	
Planctoniques	Autres que planctoniques et épiphytiques
<i>Actinocyclus normanii</i> (Gregory) Hustedt	<i>Amphora cingulata</i> Cleve
<i>Actinoptychus senarius</i> Ehrenberg	<i>A. mexicana</i> A. Schmidt
<i>A. splendens</i> (Shadbolt) Ralfs	<i>A. ostrearia</i> Brébisson
<i>A. undulatus</i> (Bailey) Ralfs	<i>A. proteus</i> Gregory
<i>Amphora crassa</i> Gregory	<i>Aulacodiscus rattrayii</i> var. <i>totara</i> Grove & Sturt
<i>Auliscus sculptus</i> (W. Smith) Ralfs	<i>Campylodiscus samoensis</i> Grunow
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg	<i>Cerataulus smithii</i> Ralfs
<i>C. divisus</i> Grunow	<i>Craticula riparia</i> (Hustedt) Lange-Bertalot
<i>C. excentricus</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow
<i>C. hustedtii</i> Müller-Meichers	<i>Dimeregramma minor</i> (Gregory) Ralfs
<i>C. janishii</i> A. Schmidt	<i>Diploneis bombus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg	<i>D. smithii</i> (Brébisson) Cleve
<i>C. oculus-iridis</i> (Ehrenberg)	<i>D. weissflogii</i> (A. Schmidt) Cleve
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg	<i>Eunotogramma marinum</i> (W. Smith)
<i>C. rothii</i> (Ehrenberg) Grunow	<i>Peragallo.</i>
<i>Hyalodiscus ambiguus</i> (Grunow) Temp. & Perag.	<i>Fragilaria famelica</i> (Kützing) Lange-Bertalot
<i>H. scoticus</i> (Kützing) Grunow	<i>F. striatula</i> Lyngbye
<i>Melosira moniliformis</i> var. <i>octagona</i> (Grunow) Hustedt	<i>Lyrella abrupta</i> (Gregory) D.G. Mann
<i>Stephanopyxis turris</i> (Greville) Ralfs	<i>L. abruptoides</i> (Hustedt) D.G. Mann
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Grunow	<i>L. lyra</i> (Ehrenberg) Karajeva
<i>Terpsinoe americana</i> (Bail.) Ralfs	<i>L. lyra</i> var. <i>Atlantica</i> (Schmidt) D.G. Mann
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.) Cleve	<i>L. spectabilis</i> (Gregory) D.G. Mann
<i>T. faurei</i> (Gasse) Hasle	<i>L. sulcifera</i> (Hustedt) D.G. Mann
<i>T. leptopus</i> (Grunow) Hasle & Fryxell	<i>Mastogloia aquilegiae</i> Grunow
<i>T. oestrupii</i> (Ostenfeld) Hasle	<i>M. recta</i> Hustedt
<i>Triceratum favius</i> var. <i>favius</i> Ehrenberg	<i>M. similis</i> Hustedt
Epiphytiques	<i>Navicula densa</i> Hustedt
<i>Achnanthes delicatula</i> (Kützing) Grunow	<i>N. humerosa</i> Brébisson
<i>A. hauckiana</i> Grunow	<i>Nitzschia panduriformis</i> Gregory
<i>Amphora</i> aff. <i>commutata</i> Grunow	<i>N. aff. frustulum</i> (Kützing) Grunow
<i>Biddulphia tuomeyi</i> (Bailey) Raper	<i>Opephora</i> cf. <i>gemma</i> (Grunow) Hustedt
<i>Cocconeis debesii</i> var. <i>rufisquiana</i> Amossé	<i>O. olsenii</i> Möller
<i>Diploneis graeffii</i> (Grunow) Cleve	<i>O. schwartzii</i> (Grunow) Petit
<i>Eunotogramma</i> aff. <i>laeve</i> Grunow	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Fragilaria fasciculata</i> (Ag.) Lange-Bertalot	<i>Petroneis granulata</i> (Bailey) D.G. Mann
<i>F. investiens</i> (W. Smith) Cleve-Euler	<i>P. monilifera</i> Cleve
<i>Grammatophora</i> aff. <i>angulosa</i> Ehrenberg	<i>Pinnunavis yarrensii</i> (Grunow) Okuno
<i>G. oceanica</i> (Ehrenberg) Grunow	<i>Plagiogramma appendiculatum</i> Giffen
<i>Lyrella Lyra</i> (Ehrenberg) Karajeva	<i>P. pulchellum</i> Greville
<i>Nitzschia punctata</i> (W. Smith) Grunow	<i>P. tenuistriatum</i> Cleve
<i>Plagiogramma rhombicum</i> Hustedt	<i>Surirella fastuosa</i> (Ehrenberg) Kützing
	<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve

Tableau 3 : Liste des diatomées marines à saumâtres inventoriées et classées selon leur mode de vie.

ESPECES D'EAUX DOUCES

Planctoniques	Autres que planctoniques et épiphytiques
<p><i>Aulacoseira agassizii</i> (Ostenfeld) Simonsen <i>A. ambigua</i> (Grunow) Simonsen <i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen <i>Coscinodiscus hungaricus</i> Pantocsek <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing <i>Nitzschia</i> aff. <i>fonticola</i> Grunow <i>N. subrostrata</i> Hustedt <i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) Williams & Round <i>Staurosira construens</i> (Ehrenberg) Williams & Round <i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) Williams & Round <i>Surirella nyassae</i> var. <i>nyassae</i> O. Müller</p>	<p><i>Anomoeneis sphaerophora</i> (Kützing) Pfitzer <i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen <i>Campylodiscus clypeus</i> Ehrenberg <i>Capartogramma amphoroides</i> Ross <i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G. Mann <i>Denticula kuetzingii</i> Grunow <i>D. valida</i> (Pedicino) Grunow <i>Diploneis marginestriata</i> Hustedt <i>D. subovalis</i> Cleve <i>D. vacillans</i> (A. Schmidt) Cleve <i>Hantzschia subrupestris</i> Lange-Bertalot <i>Mastogloia elliptica</i> (Agardh) Cleve <i>M. smithii</i> Thwaites ex W. Smith <i>Navicula punctulata</i> W. Smith <i>N. tripunctata</i> (O. Müller) Bory <i>N. trivialis</i> Lange- Bertalot <i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg <i>Neidium iridis</i> (Ehrenberg) Cleve <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow <i>N. hungarica</i> Grunow <i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith <i>N. paleacea</i> (Grunow) Grunow <i>N. aff. pseudohungarica</i> Hustedt <i>Pinnunavis elegans</i> (W. Smith) Okuno <i>Pinnularia acrosphaeria</i> W. Smith <i>P. gibbiformis</i> Krammer <i>Pinnularia viridus</i> (Nitzsch.) Ehrenberg <i>Placoneis gastrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky <i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer <i>R. gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller <i>R. gibberula</i> (Ehrenberg) O Müller <i>R. gracilis</i> O. Müller <i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky <i>Stauroneis smithii</i> Grunow</p>
<p>Epiphytiques <i>Achnanthes exigua</i> Grunow <i>A. hungarica</i> (Grunow) Grunow <i>Amphora ovalis</i> Kützing <i>Cymbella bengalensis</i> Grunow <i>C. caespitosa</i> (Kützing) Grunow <i>C. minuta</i> Hilse ex Rabenhorst <i>C. silesiaca</i> Bleisch ex Rabenhorst <i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing <i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson <i>Eunotia flexuosa</i> Brébisson ex Kützing <i>E. Montana</i> Hustedt <i>E. nodosa</i> Ehrenberg <i>E. pectinalis</i> (O. Müller) Rabenhorst <i>E. praeupta</i> var. <i>bidens</i> (W. Smith) Grunow <i>Fragilaria</i> aff. <i>heidenii</i> Østrup <i>F. rumpens</i> var. <i>fragilarioides</i> (Grunow) Williams & Round <i>F. ulna</i> (Nitzsch.) Lange-Bertalot <i>Gomphonema affine</i> Kützing <i>G. gracile</i> var. <i>gracile</i> Ehrenberg <i>G. lanceolatum</i> Ehrenberg <i>Hyalodiscus lentiginosus</i> John <i>Mastogloia baldjikiana</i> Grunow <i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst <i>Rhoicosphenia</i> aff. <i>abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot <i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow</p>	

Tableau 4 : Liste des diatomées d'eaux douces inventoriées et classées selon leur mode de vie.

CHAPITRE III :
ETUDE DES LACS MBAWANE ET TANMA

I. LE LAC MBAWANE

1. Cadre géographique et géomorphologique

Le lac Mbawane est un milieu naturel situé dans la zone Nord-Est de la presqu'île du Cap-Vert au sud de Kayar. Le lac s'allonge dans une direction Nord-Sud (fig.6). Il appartient aux dépressions interdunaires (« Niayes ») qui longent la grande côte sénégalaise. Il est entouré de dunes fixées ou dunes rouges vers le Sud et de dunes semi-fixées ou dunes jaunes vers le Nord. La vallée du lac rejoint au Nord le réseau hydrographique reliant le lac Tanma au canyon sous marin de Kayar.

Les lacs Mbawane et Tanma, comme les autres lacs de la côte nord de la presqu'île du Cap-Vert (Yaoui, Warouwaye, Mbeubeuss) sont salés et asséchés en saison sèche. Seul le lac Retba renferme de l'eau toute l'année.

Le maraîchage et l'arboriculture (palmiers) sont activement menés autour du lac. Les travailleurs viennent des villages environnants, principalement de Keur Abdou Ndoye et Mbawane.

A l'intérieur de ce lac une carotte de 730cm de long a été prélevée. Elle a atteint le fond de la vase.

2. Analyse lithologique :

La carotte montre du bas vers le haut (fig.7) :

- 70 - 00cm : vase argilo-sableuse non coquillière ;
- 190 - 70cm : vase argilo-sableuse faiblement coquillière ;
- 220 - 190cm : vase sablo-argileuse coquillière ;
- 320 - 220cm : vase argilo-sableuse coquillière par endroit ;
- 600 - 320cm : vase argilo-sableuse très faiblement coquillière ;
- 730 - 600cm : vase argilo-sableuse avec une base plus sableuse et faiblement coquillière.

- La fraction arénitique (fig.7) :

Dans l'ensemble, la carotte montre une fraction arénitique peu importante avec cependant trois pics qui dépassent légèrement 50%. A la base de la carotte, le pourcentage d'arénite atteint son maximum (60%). Au dessus de 320cm de profondeur ce pourcentage dépasse fréquemment 25% avec deux pics déjà notés à 200cm (63%) et à 65cm (53%).

- La fraction coquillière (fig.7) :

Les coquilles sont très rares et épisodiques dans la partie inférieure (730 - 320cm). De 320 à 70cm, elles ont une présence constante avec cependant un pourcentage très variable, le maximum (28%) étant rencontré à 200cm. Un deuxième pic se dégage à 310cm de profondeur (15%). Elles sont constituées essentiellement de valves brisées (rarement entières) de lamellibranches dominés par *Tellina hyalina*, *Anadara senilis* et *Diplodonta diaphana*.

- Discussion :

Vue sa situation géomorphologique, l'alimentation du lac en sable pourrait avoir une origine soit littorale, soit dunaire. Par contre la fraction coquillière semble avoir une origine marine. En effet les espèces dominantes (*Tellina hyalina*, *Anadara senilis* et *Diplodonta diaphana*) sont toutes connues sur les côtes atlantiques africaines (Nicklès, 1950). Leur abondance dans

les dépôts sableux est considérée sur la grande côte du Sénégal comme un indicateur de plages fossiles (Sow, 2001).

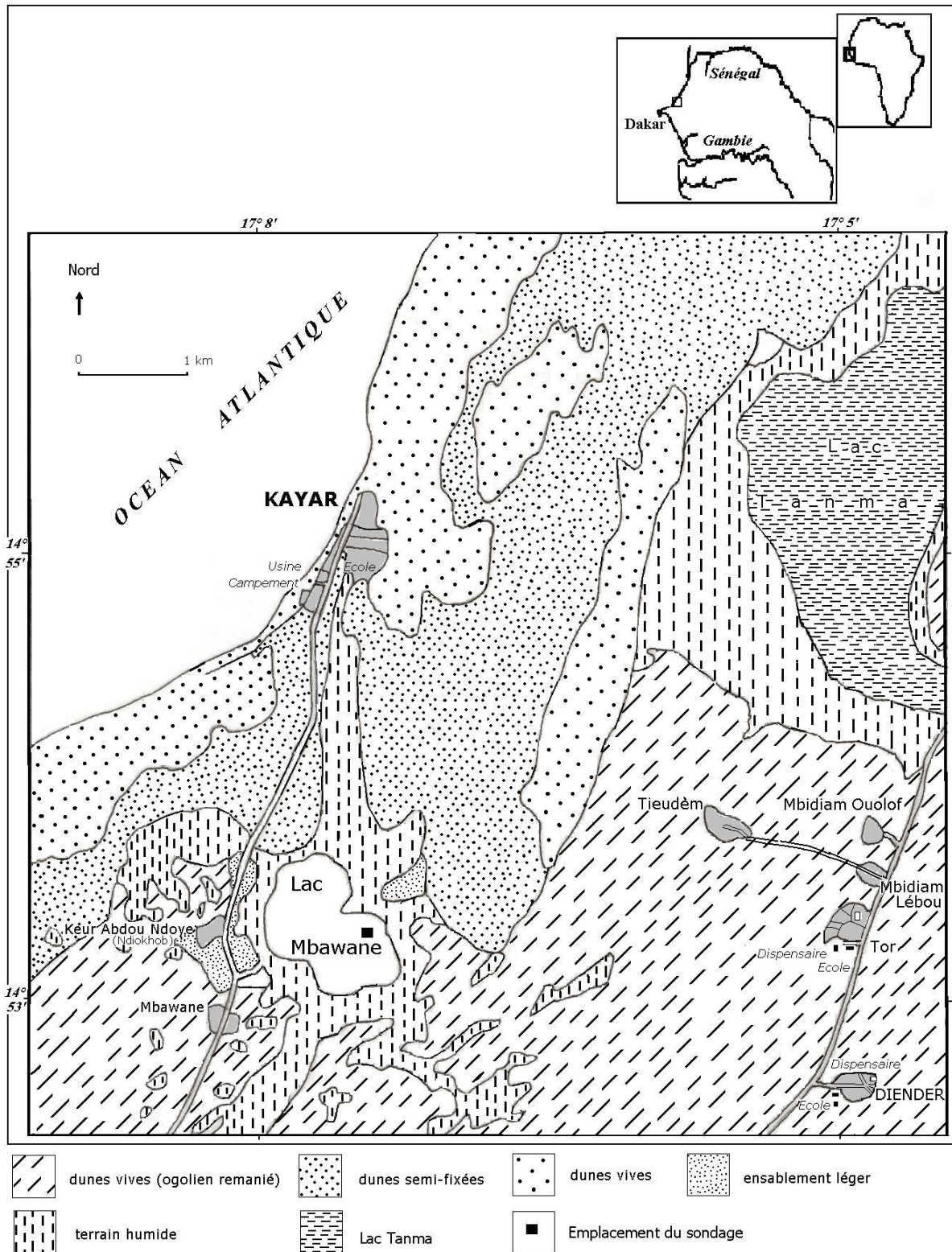


Figure 6 : Carte de situation du lac Mbawane

Les niveaux d'accumulation coquillière associés aux sables rencontrés le long de la carotte indiquent la position de la ligne de rivage. Celle-ci se situait à la hauteur du lac Mbawane au moment du dépôt des sédiments dans les profondeurs de 300 à 200cm. Indépendamment de ces apports sableux littoraux localisés et consécutifs à une transgression, le lac a aussi reçu en permanence du sable éolien en quantité variable. Le pic de sable noté autour de 65cm de profondeur est par exemple à mettre à son actif.

Les niveaux d'accumulation de sédiments fins indiquent un milieu qui restait par moment relativement calme.

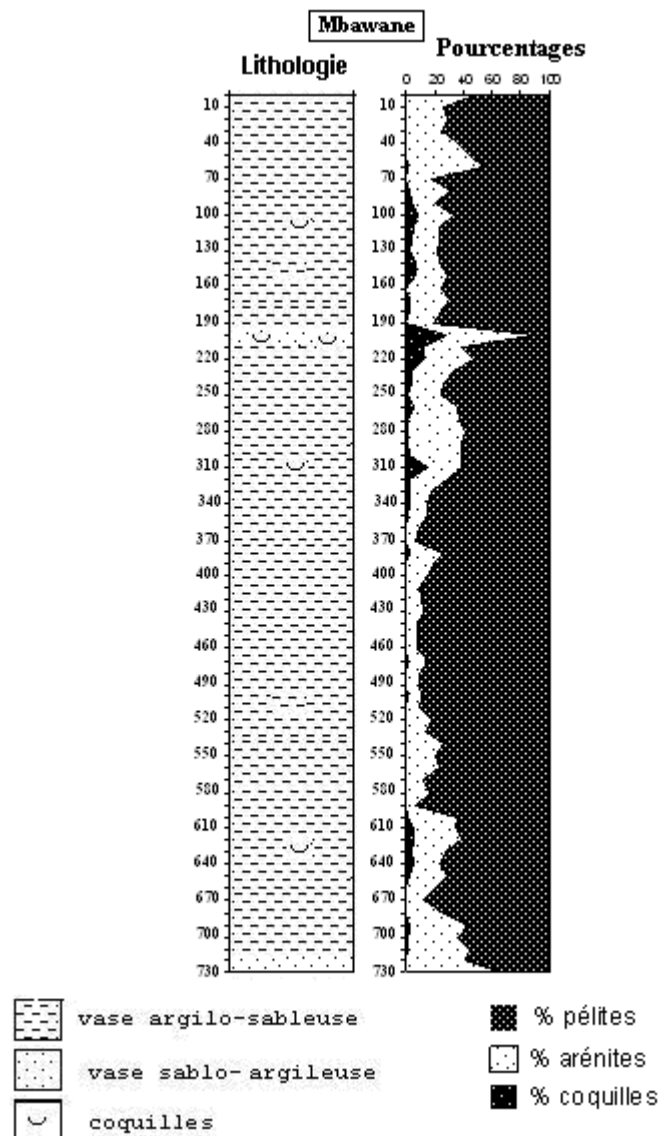


Figure 7 : Lithologie de la carotte de Mbawane

3. Etude de la flore diatomique

3-1. Abondance des diatomées dans le sédiment :

La carotte est pauvre en diatomées d'une manière générale et les frustules ne sont pas distribués de façon homogène le long de la carotte (**fig.8**). En effet la diversité spécifique et l'abondance de la flore diatomique sont plus marquées dans la moitié inférieure et au sommet de la carotte. Entre ces deux niveaux on note une rareté ou une absence totale de diatomées.

Le long de la carotte, l'abondance absolue des diatomées semble présenter une corrélation négative plus nette avec la fraction coquillière qu'avec la fraction sableuse. Nous avons ainsi réalisé une subdivision de la carotte en quatre zones principales en fonction de leur richesse en flore diatomique (Fig.8).

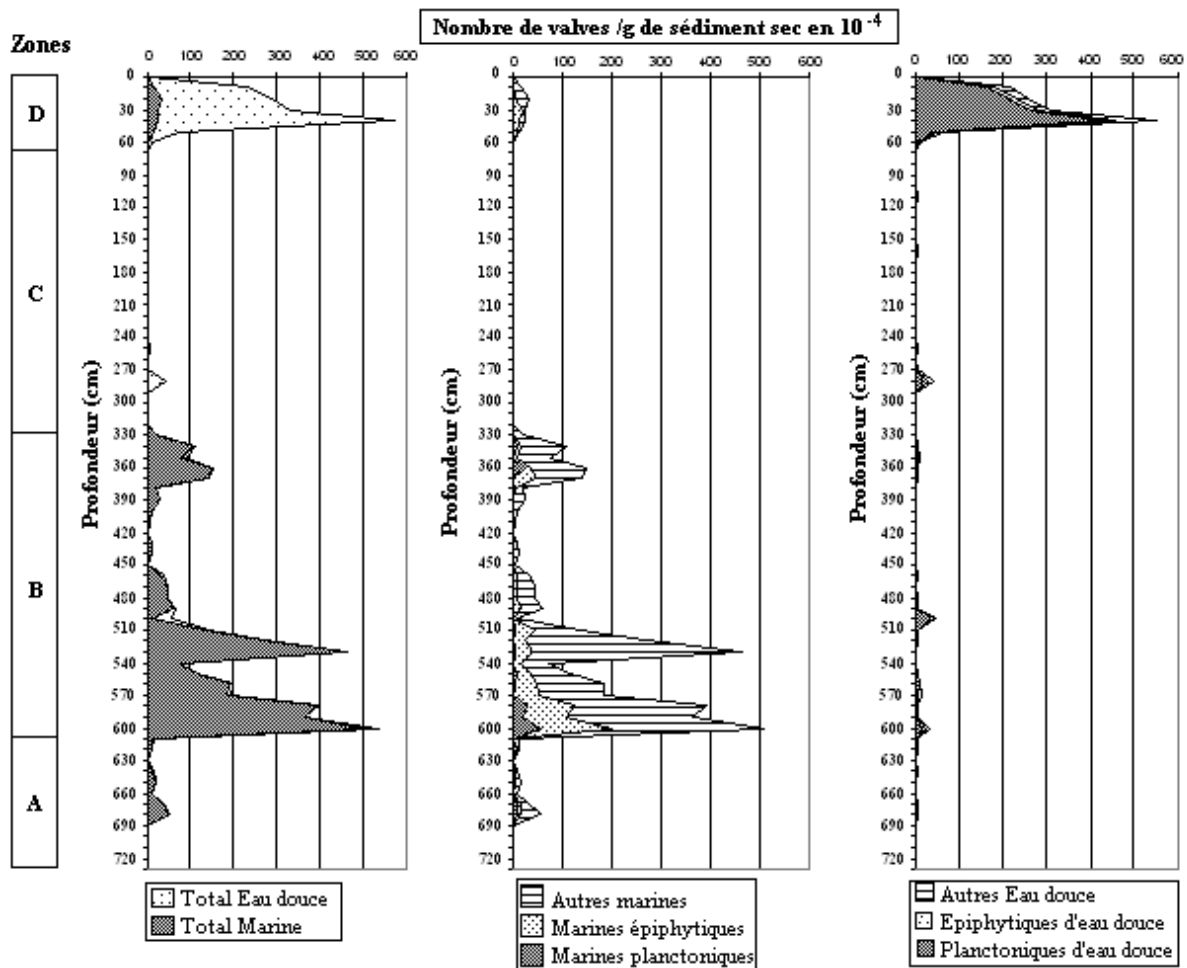


Figure 8 : Evolution du nombre de valves /g de sédiment sec des groupes écologiques le long de la carotte de Mbawane.

- Zone A (730cm-610cm)

Dans la zone A, on note une rareté des diatomées. Elles n'apparaissent qu'à 680cm et ne dépassent pas $50 \cdot 10^4$ valves / g de sédiment sec avec un pic noté à 680cm. Dans cette zone, la diversité spécifique est assez significative car on ne trouve pas moins de 10 espèces pour les plus abondantes.

- Zone B (610cm-320cm)

C'est la zone la plus riche et la plus diversifiée en diatomées. Dans l'ensemble, la richesse en diatomées tout comme la diversité spécifique diminuent d'une façon irrégulière de la base au sommet de la zone avec trois pics successifs bien individualisés :

- le premier pic (600cm de profondeur) dépasse 500×10^4 valves / g de sédiment sec et c'est le pic le plus grand ;
- le deuxième pic (à 530cm de profondeur) atteint les 480×10^4 valves / g de sédiment sec ;
- Le troisième pic (à 370cm de profondeur) atteint les 260×10^4 valves / g de sédiment sec.

- Zone C (320cm-70cm)

Elle est marquée par une quasi absence de diatomées. Les rares intervalles diatomifères ne renferment pas plus de 10×10^4 valves / g de sédiment sec avec un petit pic (42×10^4 valves / g de sédiment sec) noté à 280cm de profondeur.

- Zone D (70cm-00cm)

Cette zone est assez riche et diversifiée en diatomées. Le nombre de valves / g de sédiment sec augmente à partir de 70cm et atteint à 40cm un maximum absolu de 570×10^4 . Au delà de 40cm la richesse en diatomée diminue pour s'annuler dans les dix derniers centimètres.

Discussion :

La courbe de variation du nombre de valves de diatomées / g de sédiment sec est assimilable à une courbe de paléoproduktivité primaire (Sow, 2001). Cette productivité devait être faible au lac Mbawane durant la période considérée. Les plus fortes productivités sont rencontrées entre 600 et 500cm et au sommet de la carotte, ces deux niveaux présentant des conditions physico-chimiques propices au développement des diatomées. Cependant le sommet tend vers un milieu plus confiné, donc un renouvellement plus lent. Ceci s'explique par une diversité spécifique plus faible (Reed, 1988 ; *in* Sow, 2001). Les fortes productivités ne sont pas corrélables avec la granulométrie du dépôt, mais présentent une corrélation négative avec le pourcentage de coquille.

Les niveaux à fort pourcentage de coquilles indiquent la position de la ligne de rivage, les dépôts correspondants ont eu lieu en milieu agité, donc pauvre en diatomées. Par conséquent les périodes riches en diatomées correspondent à des périodes à hydrodynamisme faible (Gasse, 1975). Durant ces périodes calmes le lac recevait en quantité variable du sable éolien d'où l'impossibilité de corréler le pourcentage de sable et la richesse en diatomée. La diversité spécifique notée surtout dans la moitié inférieure de la carotte indique un milieu assez ouvert sur la mer.

La préservation des frustules ou des valves est assez bonne dans l'ensemble des échantillons. Cependant les formes très allongées ou les espèces de grande taille sont souvent présentes à l'état fragmenté, notamment les espèces comme *Nitzschia spectabilis*, *Nitzschia hungarica*, *Fragilaria fasciculata*, *Nitzschia panduriformis* et les *Navicula*.

Les formes bien conservées, souvent de petite taille et peu allongées sont constituées principalement par les espèces *Pseudostaurosira brevistriata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Aulacoseira ambigua* et *Navicula trivialis*. Leur taille est plus adéquate pour résister à une fragmentation des valves sous l'effet d'un hydrodynamisme élevé du milieu et de la chute des espèces vers le fond du lac. La bonne préservation des valves s'accompagne aussi d'une abondance des espèces dans le milieu lacustre. Tout ceci témoigne d'un hydrodynamisme faible dans les zones diatomifères (zones A et D).

3-2. Evolution des associations de diatomées

Dans cette évolution, les zones identifiées plus haut sont caractérisées chacune par une association plus précise de diatomées (Fig.8-12):

- Zone A

Dans la zone, on note essentiellement des espèces marines à saumâtres dont l'abondance absolue ne dépasse pas 50.10^4 valves de diatomées / g de sédiment sec. Les espèces benthiques dominent largement avec à leur tête *Diploneis bombus*, *Dimeregramma minor*, *Plagiogramma rhombicum* et *Lyrella abruptoides*. Leur abondance relative peut atteindre

70%. Les formes planctoniques (dominées par *Auliscus sculptus*) et épiphytiques (dominées par *Cocconeis debesii* var. *rufisquiana*) font les 30% avec une représentation plus nette des formes planctoniques à la base de la carotte (Fig.12).

On y note une présence de rares espèces d'eau douce dominées par *Pseudostaurosira brevistriata* et *Cyclotella meneghiniana*.

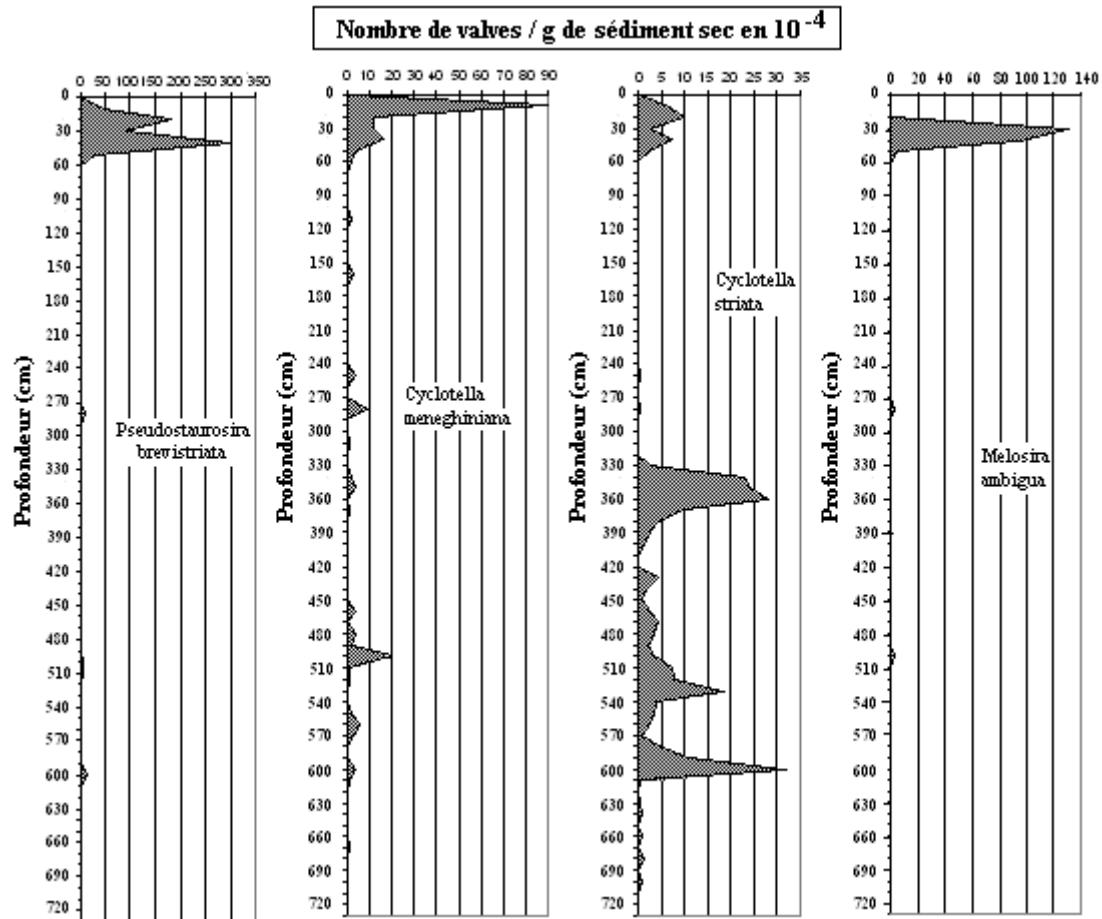


Figure 9 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte de Mbawane

- Zone B

Elle se distingue par la présence presque exclusive d'espèces marines à saumâtres (Fig.8), les oligohalobes étant très rares. La diversité spécifique y est la plus élevée. L'espèce dominante est *Pinnunavis yarrensii* accompagnée de *Diploneis bombus*, *Dimeregramma minor*, *Cyclotella striata*, *Plagiogramma rhombicum*, *Lyrella abruptoides* et *Cerataulus smithii*. Il s'agit pour l'essentiel de formes benthiques.

Les espèces marines à saumâtres planctoniques bien que peu importantes (moins de 20%), ont une présence constante dans la zone. Elles sont représentées surtout par *Actinopterychus splendens*, *Thalassionema nitzschioides* localisées à la base et *Auliscus sculptus* cantonnée au sommet de la zone.

Les espèces épiphytiques présentent leur maximum d'abondance absolue à la base, puis celle-ci diminue de façon irrégulière vers le haut avant de marquer un petit pic au sommet de la zone (Fig.8). Elles sont dominées par *Cocconeis debesii* var. *rufisquiana* et *Fragilaria investiens*.

Dans cette zone les rares espèces d'eau douce rencontrées sont dominées par *Cyclotella meneghiniana* (Fig.9).

Par ailleurs, les foraminifères, rares et épisodiques à la base de la carotte, deviennent abondants et diversifiés entre 510 et 400cm de profondeur avec la présence de 2 espèces planctoniques entre 460 et 430cm.

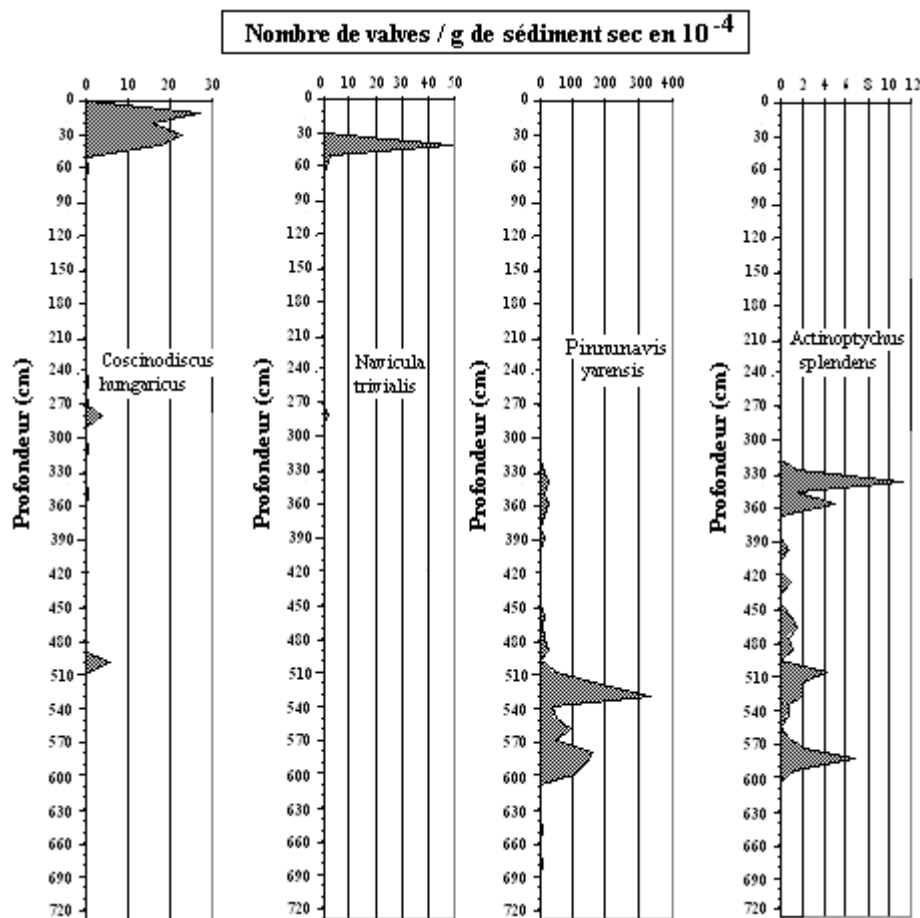


Figure 10 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte de Mbawane (suite)

- Zone C

Elle est caractérisée par une quasi-absence de diatomées. De rares espèces sont cependant rencontrées en certains endroits de la carotte. Elles sont dominées par les formes d'eau douce telles *Cyclotella meneghiniana*, *Pseudostaurosira brevistriata*, *Aulacoseira ambigua* (Fig.9). La microfaune à foraminifères benthiques, abondante et peu diversifiée à la base, devient monospécifique à *Ammonia parkinsoniana* à partir de 225cm. Les débris de coquilles de lamellibranches sont présents dans tout l'intervalle, avec cependant des proportions variables.

- Zone D

Elle se distingue par une nette dominance des espèces d'eau douce avec à leur tête *Pseudostaurosira brevistriata* accompagnée de *Aulacoseira ambigua* et *Cyclotella meneghiniana*. Il s'agit pour l'essentiel de formes planctoniques à tychoplanctoniques. Les épiphytiques et les benthiques strictes sont rares.

Les espèces marines à saumâtres sont très faiblement représentées ; parmi elles, *Cyclotella striata* est la plus fréquente.

Les derniers 10cm de la carotte sont totalement dépourvus de diatomées.

La zone C se caractérise également par l'absence totale de foraminifères et de coquilles.

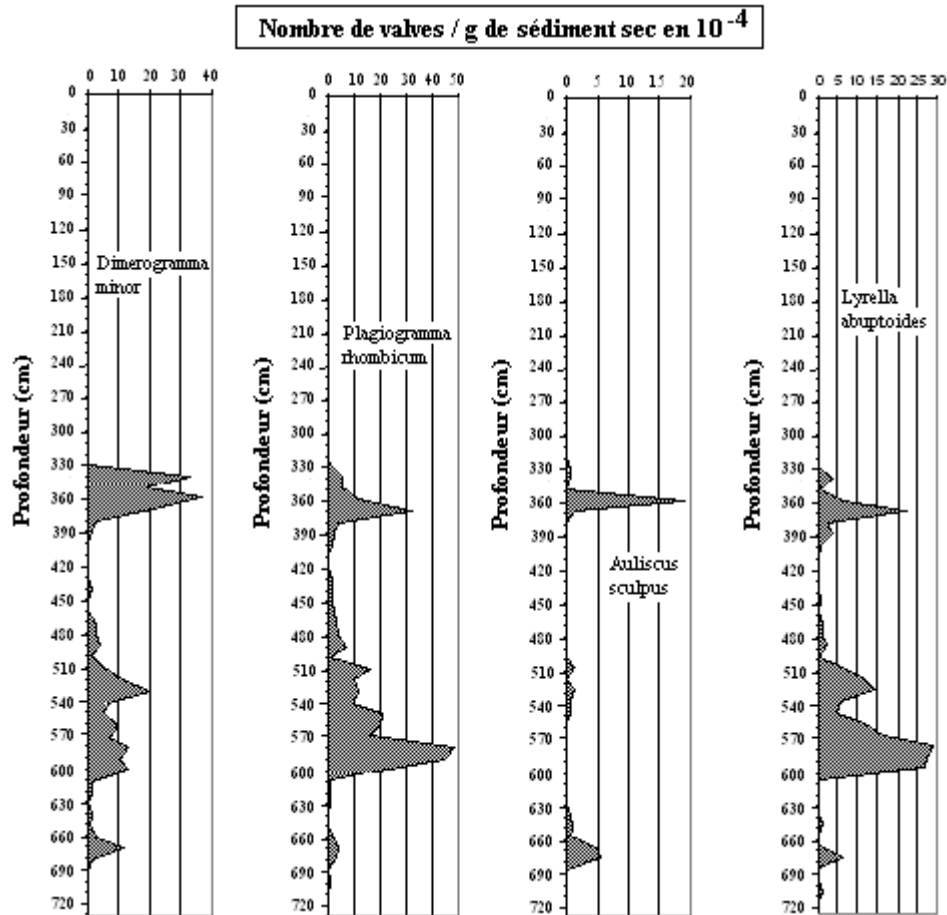


Figure 11 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte de Mbawane (suite)

Discussion :

Pendant le temps qu'a duré la mise en place des sédiments de la carotte, le lac a connu quatre périodes successives aux conditions physico-chimiques différentes, et qui correspondent aux quatre zones définies :

- La zone A

Les espèces fréquemment rencontrées : *Diploneis bombus*, *Dimeregramma minor*, *Plagiogramma rhombicum* et *Lyrella abruptoides* sont connues en milieu marin à saumâtre. Compte tenu de l'abondance des formes benthiques, ce milieu devait être très peu profond avec cependant des périodes d'ouverture sur la mer attestées par l'abondance des formes planctoniques. La rareté des épiphytiques implique une rareté des macrophytes autour du lac durant cette période. Les rares espèces holoahalobes rencontrées sont halophiles et fréquemment associées aux espèces de milieu saumâtre. Il s'agit de la première incursion marine post-nouakchottienne dans ce lac qui devait correspondre à une lagune ouverte sur la mer.

- La zone B

La flore diatomique polyhalobe à mesohalobe indique une influence assez importante de la mer. *Pinnunavis yarrensensis* est une espèce de milieu saumâtre à marin, benthique, cosmopolite, rencontrée en Afrique (Foged, 1986] en Australie, aux Caraïbes, en Europe, dans les eaux

d'Amérique du Nord, au Sri Lanka et aux Philippines ([Podzorski & Håkansson, 1987). Les principales espèces qui l'accompagnent dans cette zone sont connues aussi en milieu marin à saumâtre peu profond. Cette association à *Pinnunavis yarrensis* a été rencontrée dans les dépôts du lac Retba (Sow, 2001) où elle est interprétée comme indicateur d'un milieu lagunaire confiné. Le confinement est confirmé par la rareté des formes planctoniques. Il a cependant été interrompu à la suite d'une montée du niveau marin provoquant une rupture des cordons littoraux qui isolaient la paléo-lagune. Cette phase transgressive identifiée au lac Retba au sommet de l'association à *Pinnunavis yarrensis* (Sow, 2001) est datée de 2140 ± 110 BP. Elle a occasionné l'introduction de formes planctoniques de foraminifères entre 460 et 430cm de profondeur. Durant cette période le paléo-lac Mbawane correspondait à une lagune ouverte sur l'océan. Dans ce milieu les macrophytes moyennement abondants à la base, devenaient de plus en plus rares vers le haut à la suite d'une augmentation probable du niveau des eaux. Pendant ce temps, le lac recevait un apport d'eau douce à partir de la nappe aquifère libre des sables au même titre que toutes les dépressions de la zone des Niayes (Lézine, 1987). Ce phénomène a permis le développement de rares diatomées oligohalobes sur les rives du lac.

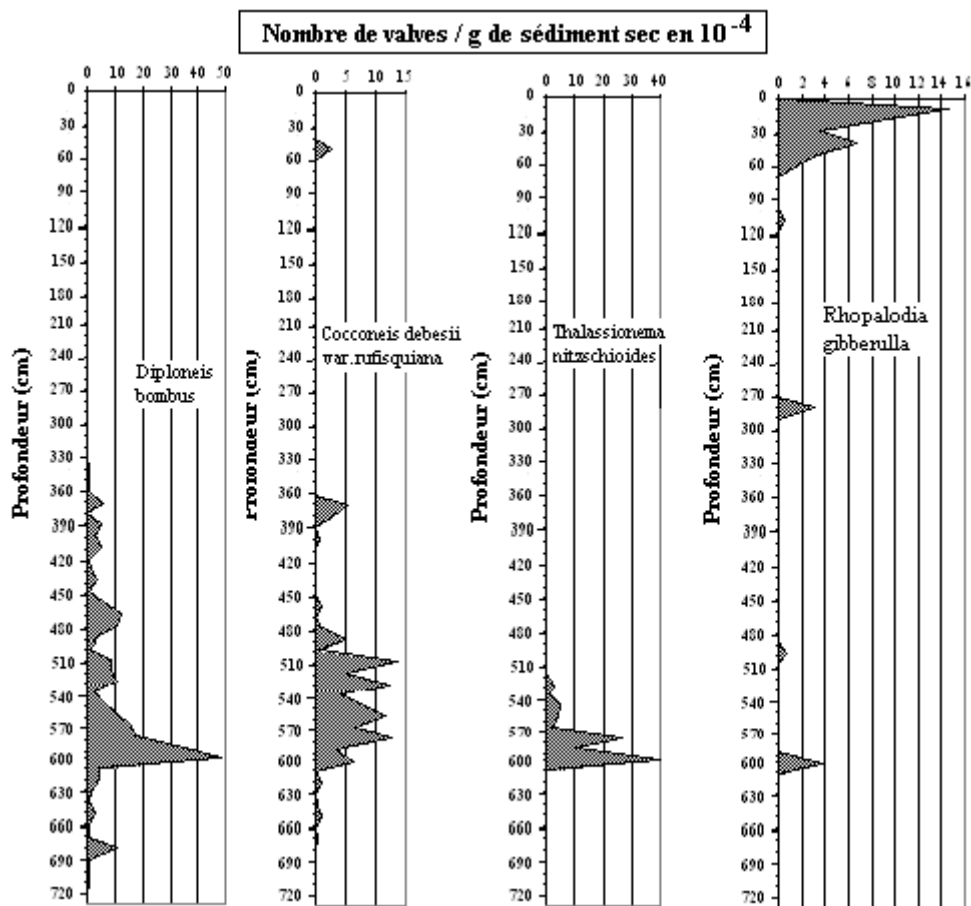


Figure 12 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte de Mbawane (suite)

- La zone C

L'extrême rareté des diatomées durant cette phase est à mettre en rapport avec l'agitation du milieu (richesse en sable et coquilles brisées) plus marquée pendant la période du dépôt des sédiments autour de 200cm de profondeur. Les conclusions tirées de l'analyse des mollusques indiquent que durant cette période la ligne de rivage se situait à la hauteur du lac Mbawane.

La communication avec la mer aurait occasionné l'introduction d'une microfaune à foraminifères benthiques abondante et peu diversifiée. Le niveau marin devait être cependant plus bas que durant la période d'introduction des foraminifères planctoniques. Le passage d'une association oligospécifique à une association monospécifique à *Ammonia parkinsoniana* indique un confinement progressif du milieu.

Les rares espèces de diatomées oligohalobes halophiles rencontrées se seraient développées sur les rives du lac recevant l'eau douce de la nappe aquifère libre.

- La zone D

La nette dominance des espèces d'eau douce durant cette étape indique un retrait total de la mer sous l'effet combiné de la régression et de la dérive littorale qui érige des cordons littoraux. L'alimentation du lac est assurée par l'eau douce provenant de la nappe libre des sables et des précipitations. Des conditions de milieu continental aquatique s'installent. L'abondance des diatomées planctoniques à tychoplanctoniques implique une élévation du plan d'eau (Gasse, 1975).

La rupture de la communication avec la mer entraîne une disparition des foraminifères et des coquilles de mollusques marins. La sédimentation fine caractéristique de ce type d'environnement est perturbée par des apports sableux d'origine dunaire. L'aridification du climat installée depuis le début du dernier épisode hydrologique négatif (2000 BP) selon Lézine, 1987 entraîne une baisse progressive de la nappe phréatique. A la longue, le lac cesse d'être alimenté par la nappe et devient un lac pluviométrique saisonnier marqué par la disparition des diatomées.

Conclusion :

L'étude des diatomées le long de la carotte du lac Mbawane a permis d'inventorier un total de 115 espèces et variétés appartenant à 54 genres. Les genres les plus représentés sont : *Nitzschia* (10 espèces), *Fragilaria* (7 espèces) et *Lyrella* (6 espèces).

La succession des assemblages de diatomées le long de la carotte, combinée avec les données lithologiques et faunistiques (mollusques et foraminifères) a permis de recenser trois phases dans l'évolution du lac.

Durant la première phase le milieu était lagunaire (granulométrie fine du dépôt, flore diatomique marine à saumâtre essentiellement benthique) entrecoupé d'une incursion marine ayant permis l'introduction de formes planctoniques de foraminifères autour de 2140 BP.

La deuxième phase, marquée par la rareté des diatomées et la richesse en sable, coquilles brisées et foraminifères benthiques oligospécifiques indique le déplacement de la ligne de rivage à la hauteur du lac Mbawane. Le passage à une association de foraminifères monospécifique à *Ammonia parkinsoniana* implique un confinement progressif du milieu à la fin de cette période.

Durant la troisième étape la nette dominance des diatomées d'eau douce, la disparition totales des foraminifères et des coquilles de mollusques marins indiquent un retrait total de la mer sous l'effet combiné de la régression et de la dérive littorale qui érige des cordons littoraux. L'alimentation du lac est assurée par l'eau douce provenant des précipitations et de la nappe aquifère libre des sables. Cette dernière est par ailleurs responsable du développement sur les rives du lac de rares diatomées oligohalobes halophiles rencontrées depuis le premier stade. A la suite d'une baisse progressive de la nappe, le stade actuel de lac pluviométrique saisonnier dépourvu de diatomées est atteint à 10cm de la surface.

II. LE LAC TANMA

1. Cadre géologique et géomorphologique

Le lac Tanma est situé sur le flanc nord du horst de Ndiass, à 45km à l'ENE de Dakar (fig.13). Il s'allonge sur une quinzaine de kilomètres suivant un axe approximativement Nord-Sud. Sa largeur moyenne est d'environ 2,5km sauf au 1/3 de sa longueur en partant de l'extrémité nord où il présente un étranglement de 0,750km sur 1,5km. Cet étranglement va de pair avec un changement de la direction d'allongement qui devient NE-SW (Trénous *et al.*, 1968). Il s'agit d'une vallée remblayée dans le prolongement du cayon sous-marin de Cayar localisé sur l'emplacement d'un accident tectonique (Martin, 1970 ; Elouard *et al.*, 1977) (fig.2).

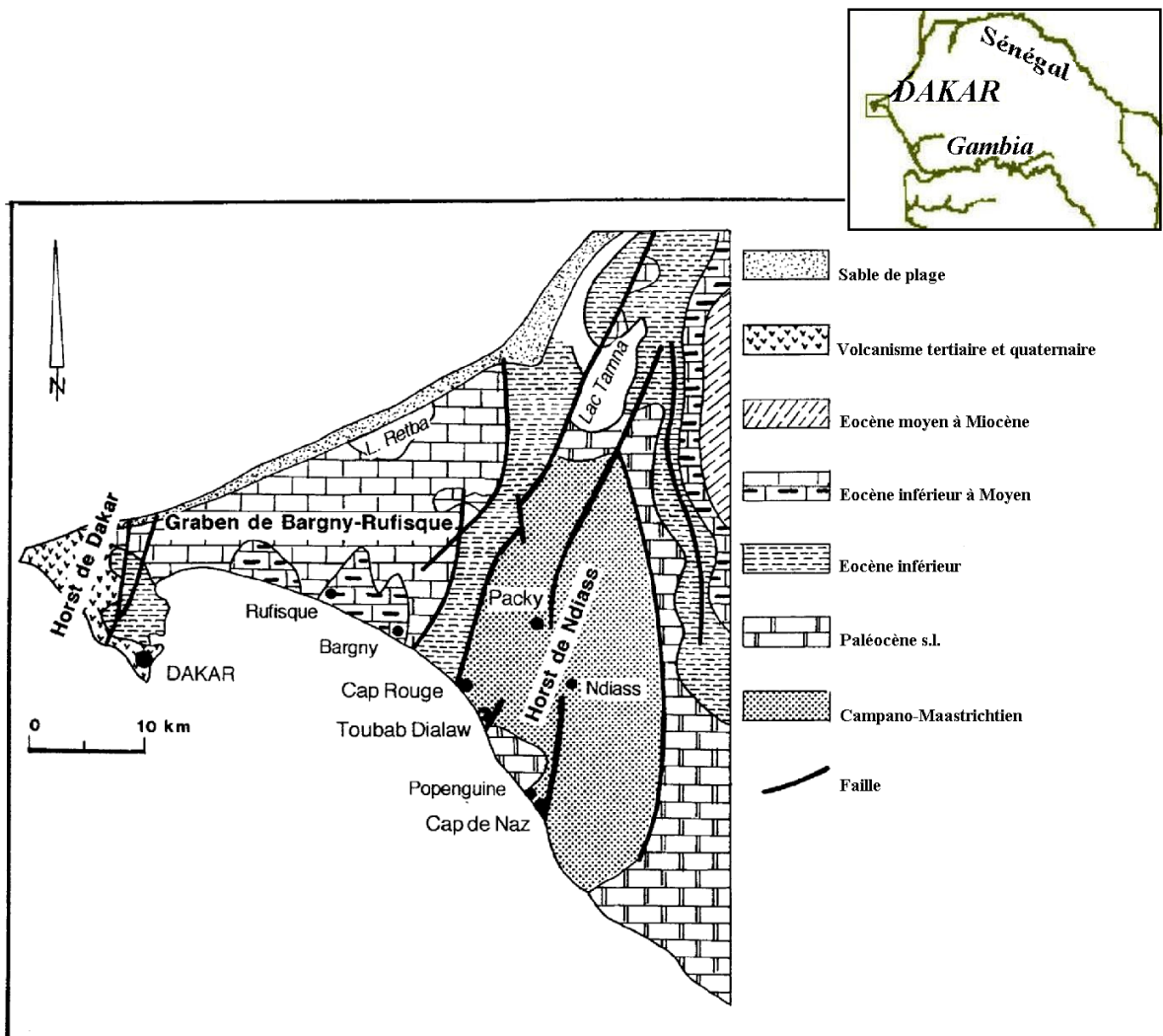


Figure 13 : Emplacement des lacs Tanma et Retba sur la carte géologique du Sénégal occidental

Sur la bordure occidentale du lac Tanma affleurent, en plusieurs points, les formations de l'Eocène (fig.4) : argiles papyracées blanches, marnes et marno-calcaires de l'Yprésien et calcaires de la partie supérieure de l'Eocène moyen. Ces zones d'affleurement qui correspondent au substratum des dépôts quaternaires sont limitées car elles s'ennoient sous des revêtements de dunes rouges ogoliennes (20 000 BP). A la base de ces hauteurs et en

direction du lac, apparaît la terrasse à *Anadara senilis*. Cette formation récente qu'on retrouve sur toute la bordure occidentale du bassin sénégal-mauritanien a été mise en place lors de la transgression nouakchottienne. Durant cette période le lac Tanma correspondait à un golfe marin (Elouard *et al.*, 1977).

A son extrémité nord, le lac est fermé en direction de la mer par un important cordon dunaire appartenant au système des « dunes vives » subactuelles (Michel, 1973). Il reste asséché pendant une bonne partie de l'année et n'offre de l'eau que pendant l'hivernage et les deux ou trois mois qui suivent cette période. Son aspect habituel est par conséquent celui d'une longue zone plate desséchée, un « tan » (slikke).

2. Analyse lithologique

Dans ce secteur, nous avons prélevé une carotte longue de 950cm pour mener une étude de la flore diatomique. En effet les premières études menées dans ce site sur les 300 premiers cm (Sow, 2001), n'avaient pas décelé une présence de diatomées.

La carotte montre d'une manière générale une vase argilo-sableuse avec quelques pics de fraction arénitique accompagnée d'une présence de fraction coquillière qui se rapprochent des 50% (fig.14).

- La fraction arénitique :

Elle est faible dans l'ensemble. Cependant elle montre des pics assez significatifs pouvant avoisiner les 50%. Les pics les plus importants sont localisés à 570cm, 290cm, 170cm, 130cm, 90cm et 70cm de profondeur.

- La fraction coquillière :

Elle est plus faible dans l'ensemble de la carotte par rapport à la fraction arénitique, mais elle présente une corrélation positive avec cette dernière. En effet les pics de la fraction coquillière suivent à peu près ceux de la fraction arénitique. Cependant la fraction coquillière reste très faible dans les niveaux 930-610cm avec un pourcentage ne dépassant pas les 5%.

- Discussion :

La nette dominance de la fraction pélagique tout le long de la carotte indique un milieu relativement calme. Les niveaux d'accumulation coquillière et la fraction sableuse qui les accompagne semblent indiquer la position de la ligne de rivage pendant les cycles eustatiques. Ces derniers semblent donc être responsables des variations notées dans la lithologie de la carotte.

- Durant les phases transgressives le déplacement de la ligne de rivage occasionne le dépôt de sable et de coquilles à l'emplacement du lac.

- En période régressive, le milieu retrouve son caractère laguno-lacustre avec des dépôts fins peu coquilliers.

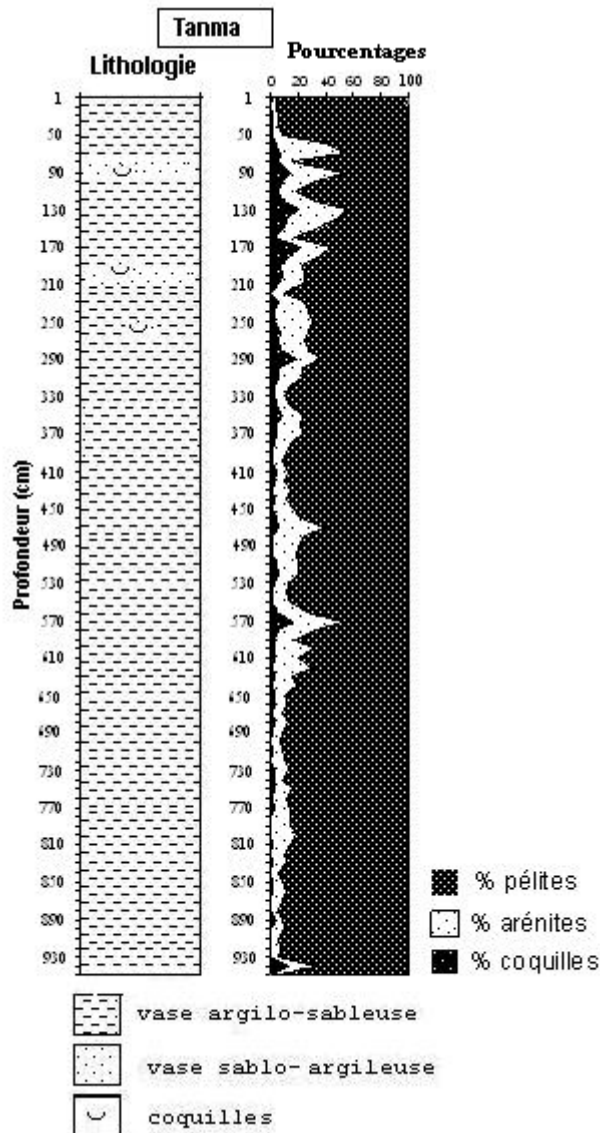


Figure 14 : Lithologie de la carotte de Tanma

3. Etude de la flore

3-1. Abondance des diatomées dans le sédiment :

Les diatomées n'apparaissent qu'à 610cm de profondeur. De 610 à 950cm elles ont une présence constante bien que leur abondance absolue soit faible dans l'ensemble, avec le pic le plus élevé qui atteint les $2 \cdot 10^6$ valves de diatomées / g de sédiment sec à 940cm (Fig.15). A partir de cette profondeur l'abondance absolue diminue jusqu'à 850cm où elle ne dépasse pas $25 \cdot 10^4$ valves par g de sédiment sec. Au dessus, elle varie d'une façon très irrégulière avec des pics à 820, 780, 720 et 660cm. Au-delà de 650cm, elle diminue et les diatomées disparaissent totalement à 610cm.

3-2. Evolution des associations de diatomées :

La carotte est particulièrement dominée par des espèces marines benthiques sauf dans les niveaux 760-690cm où un développement d'espèces planctoniques accompagnées de rares d'espèces épiphytiques est constaté (Fig.16).

Les formes planctoniques représentent en moyenne à ce niveau près de 50% des espèces déterminées et les formes épiphytiques moins de 10%.

La carotte se caractérise aussi par une diversité spécifique. Nous avons ainsi réalisé une subdivision de la carotte en trois zones principales en fonctions de la répartition des espèces planctoniques : zone A (950-760cm), zone B (760-690cm) et zone C (690-610cm).

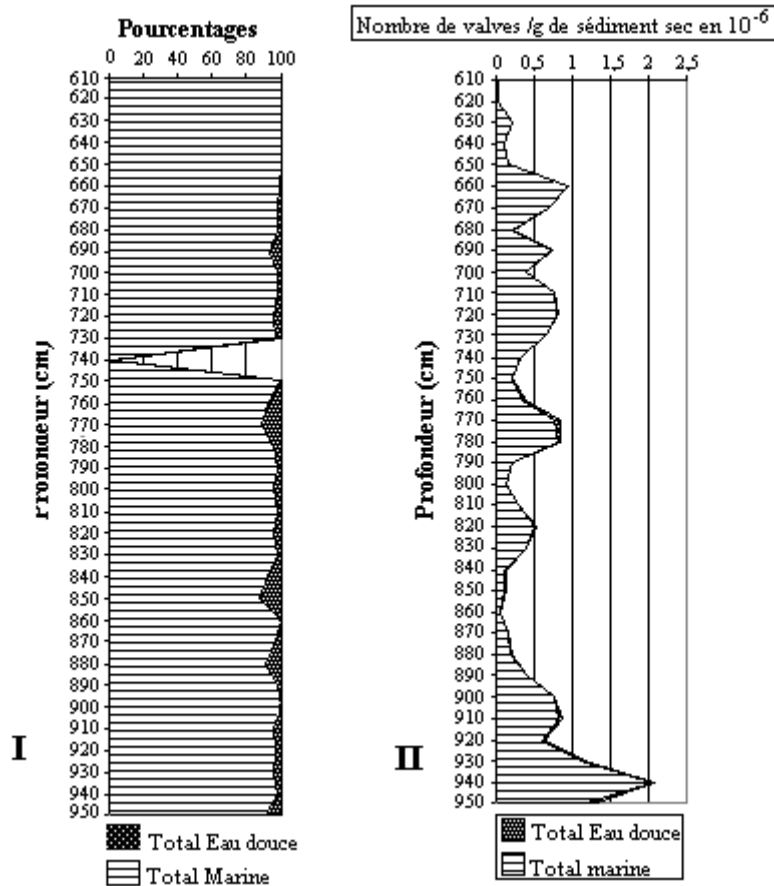


Figure 15 : Evolution du pourcentage relatif (I) et du nombre de valves / g de sédiment sec (II) des espèces d'eau douce et des espèces marines à saumâtres le long de la carotte de Tanma

- Zone A (950-760cm)

Vers la base de la carotte, la flore diatomique et la diversité diatomique sont plus marquées. Le pic de l'abondance absolue le plus important a été atteint dans cette zone ($2 \cdot 10^6$ valves / g de sédiment sec). Cependant dans les profondeurs 880 à 840cm de cette zone on note une diminution de la flore diatomique (en moyenne $0.25 \cdot 10^6$ valves / g de sédiment sec).

La zone est caractérisée par une nette dominance des espèces benthiques. Avec en moyenne une abondance absolue de $0.8 \cdot 10^6$ valves / g de sédiment sec, soit un pourcentage de près de 70%. Elles sont dominées par *Pinnunavis yarrensis* accompagnée par *Diploneis bombus*, *Dimeregramma minor*, *Cyclotella striata* et *Opephora schwartzii*. Cependant on note une présence significative des formes épiphytiques dont leur pourcentage avoisine 20%. Elles sont dominées par *Plagiogramma rhombicum*, *Fragilaria investiens* et *Cocconeis debesii* var. *rufisquiana*.

Les quelques rares espèces d'eau douce présente dans cette carotte sont surtout notées dans cette zone avec une nette dominance d'espèces planctoniques présentant en moyenne $0.02 \cdot 10^6$ valves / g de sédiment sec (Fig.17). Il s'agit essentiellement de *Pseudostaurosira brevistriata*

et *Cyclotella meneghiniana*(fig.29). Cependant dans les niveaux 760-790cm, les formes épiphytiques sont assez représentatives avec un pourcentage qui avoisine les 5% (Fig.17).

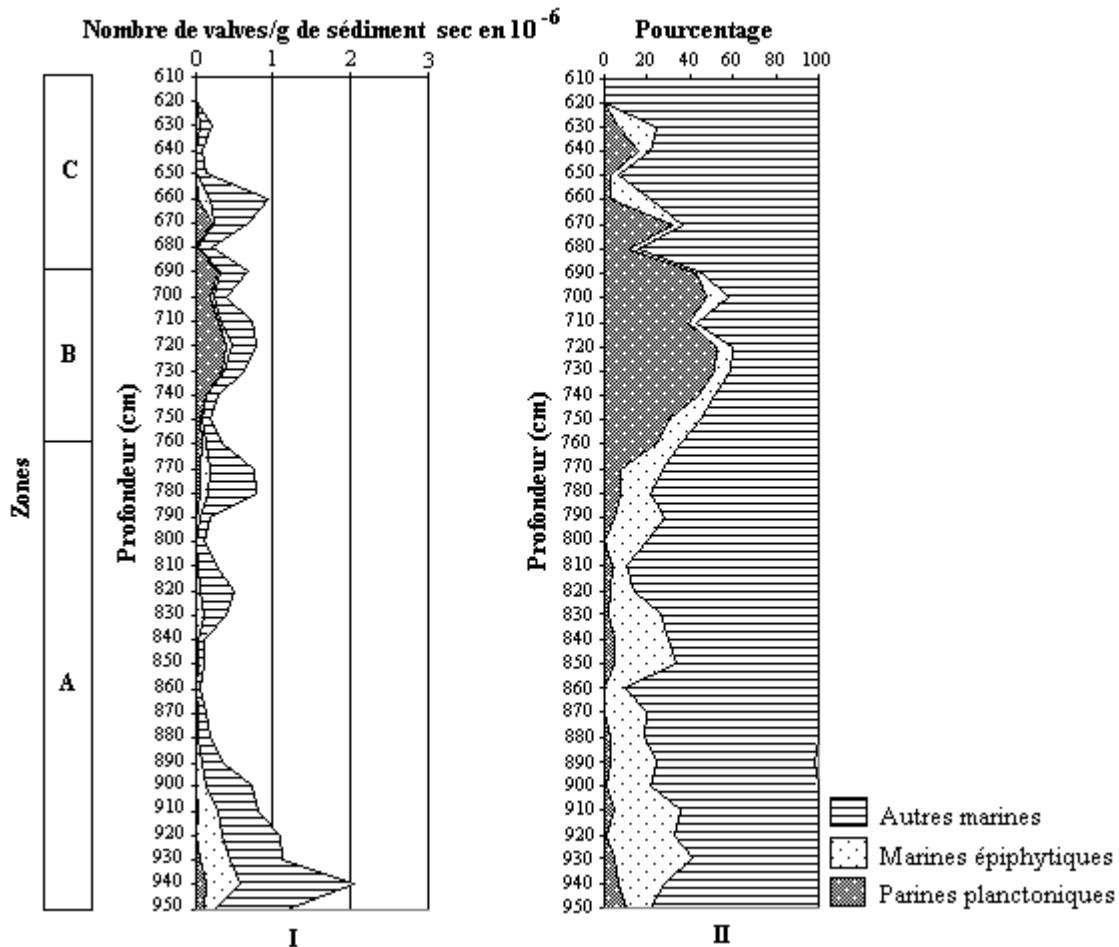


Figure 16 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec (I) et du pourcentage relatif (II) des groupes écologiques d'espèces marines à saumâtres le long de la carotte de Tanma

- Zone B : (760-690cm)

Cette zone se caractérise par une dominance des espèces marines planctoniques avec en moyenne des pourcentages atteignant 50% (fig.18). Elles sont dominées par *Thalassiosira faurei*, *Coscinodiscus devius*, *Auliscus sculptus* et *Coscinodiscus excentricus* (fig.19-22). Les formes épiphytiques présentent en moyenne des pourcentages qui avoisinent les 10% avec à leur tête *Plagiogramma rhombicum*(fig.20). Les formes benthiques ont des pourcentages qui avoisinent les 40% et sont dominées par *Pinnunavis yarrensis* et *Diploneis bombus*(Fig.19). Les quelques rares espèces d'eau douce sont essentiellement planctoniques avec en moyenne une abondance absolue de 0.015 10⁶ valves / g de sédiment sec soit près de 3%. Elles sont surtout représentées par *Pseudostaurosira brevistriata* et *Cyclotella meneghiniana*.

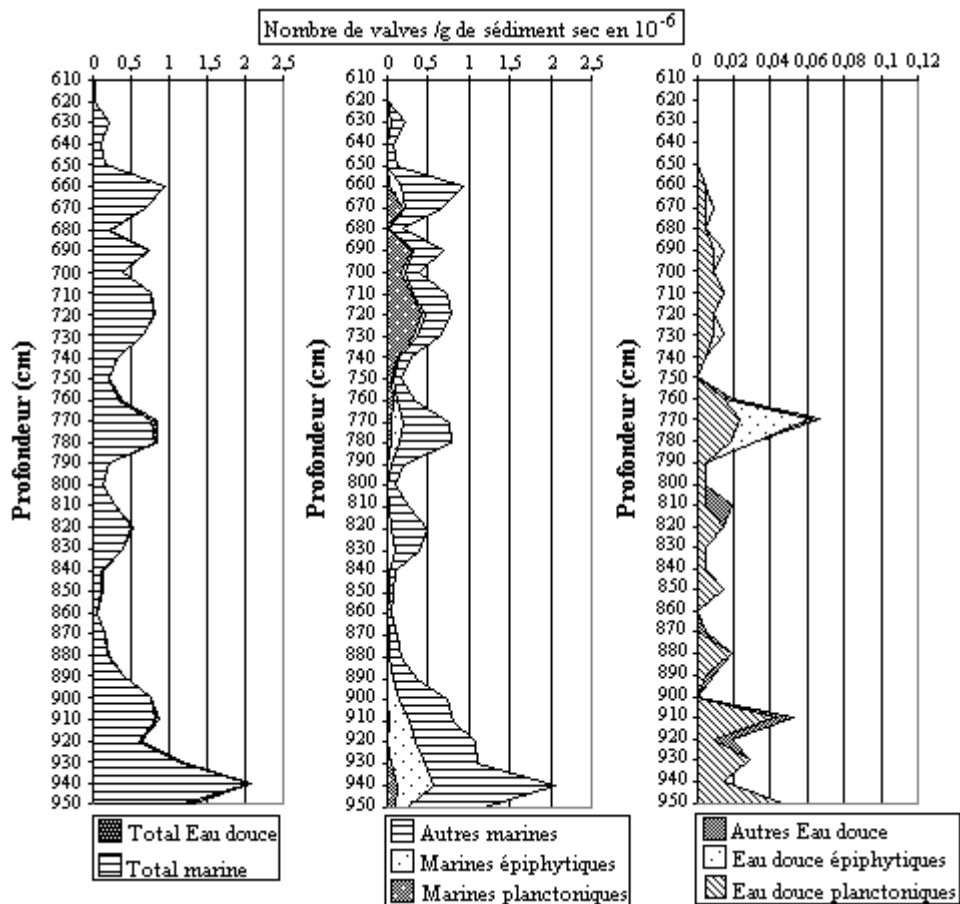


Figure 17 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des groupes écologiques le long de la carotte de Tanma.

- Zone C : (690-610cm)

A ce niveau on note une rareté des formes d'eau douce (Fig.18) avec les mêmes dominantes que dans les zones précédentes.

Les formes marines à saumâtres présentes dans cette zone sont essentiellement benthiques avec près de 80% en moyenne. Elles sont les seules présentes entre 610 et 620cm. Elles sont dominées par *Pinnunavis yarrensis*, *Diploneis bombus* et *Paralia sulcata* suivies de *Dimeregramma minor* et *Cyclotella striata*. Les formes planctoniques (avec *Thalassiosira faurei*, *Coscinodiscus devius*, *Auliscus sculptus* et *Coscinodiscus excentricus* dominantes) (fig.24-28) et épiphytiques (avec *Plagiogramma rhombicum* dominante) restent présentes même si aucun de ces groupes écologiques ne dépasse les 10%.

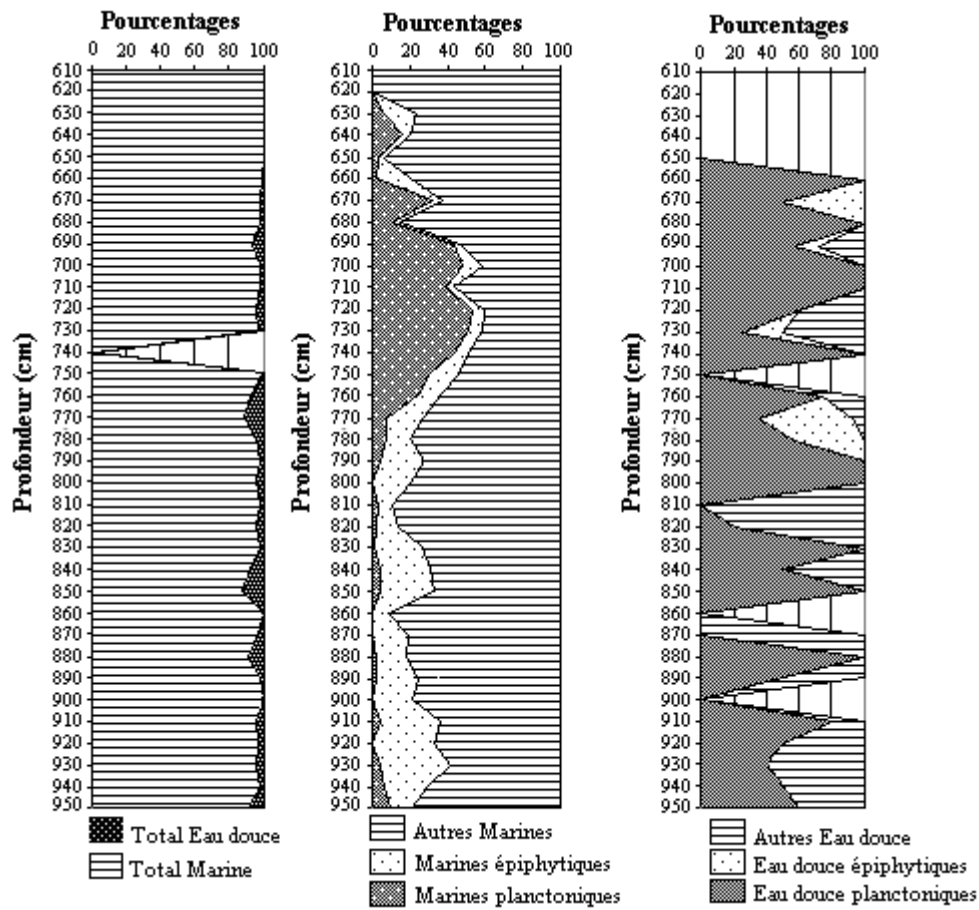


Figure 18 : Evolution du pourcentage relatif des groupes écologiques le long de la carotte de Tanma.

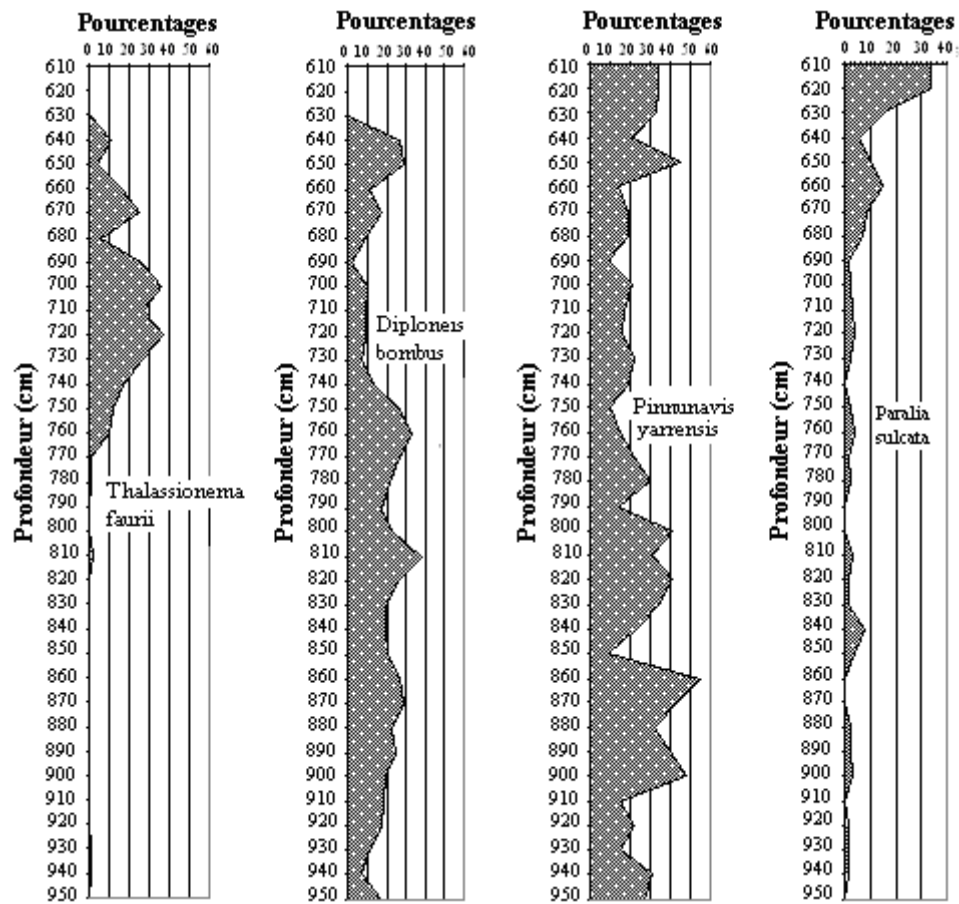


Figure 19 : Evolution du pourcentage relatif des espèces dominantes le long de la carotte de Tanma.

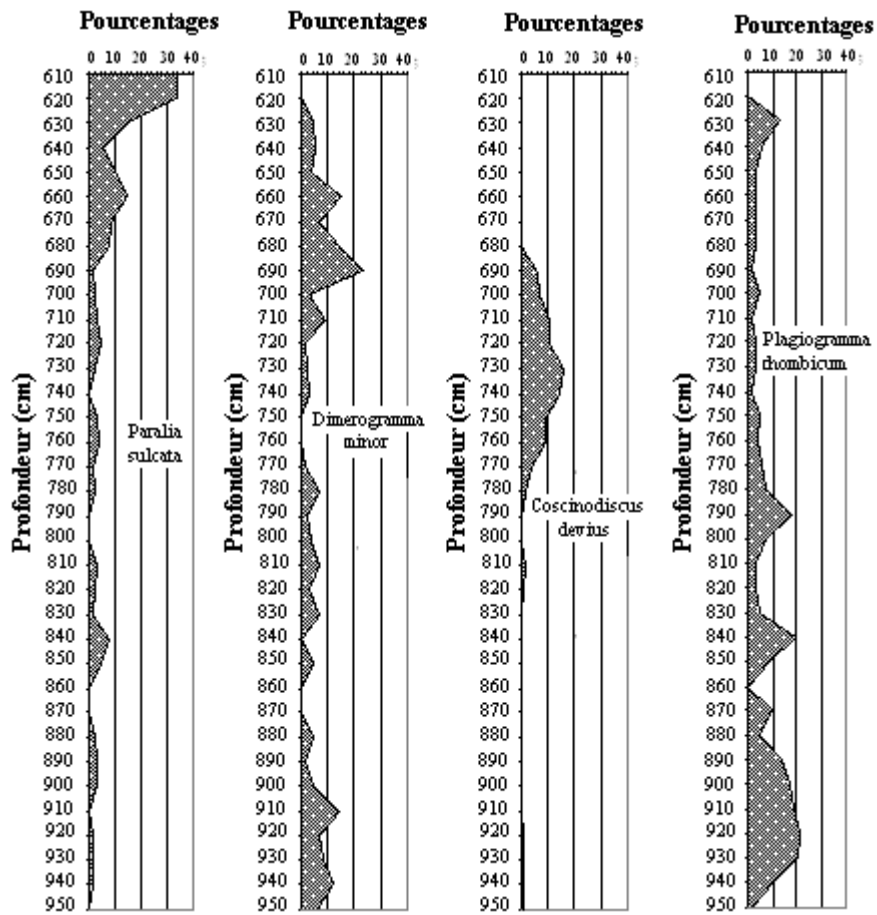


Figure 20 : Evolution du pourcentage relatif des espèces dominantes le long de la carotte de Tanma (suite).

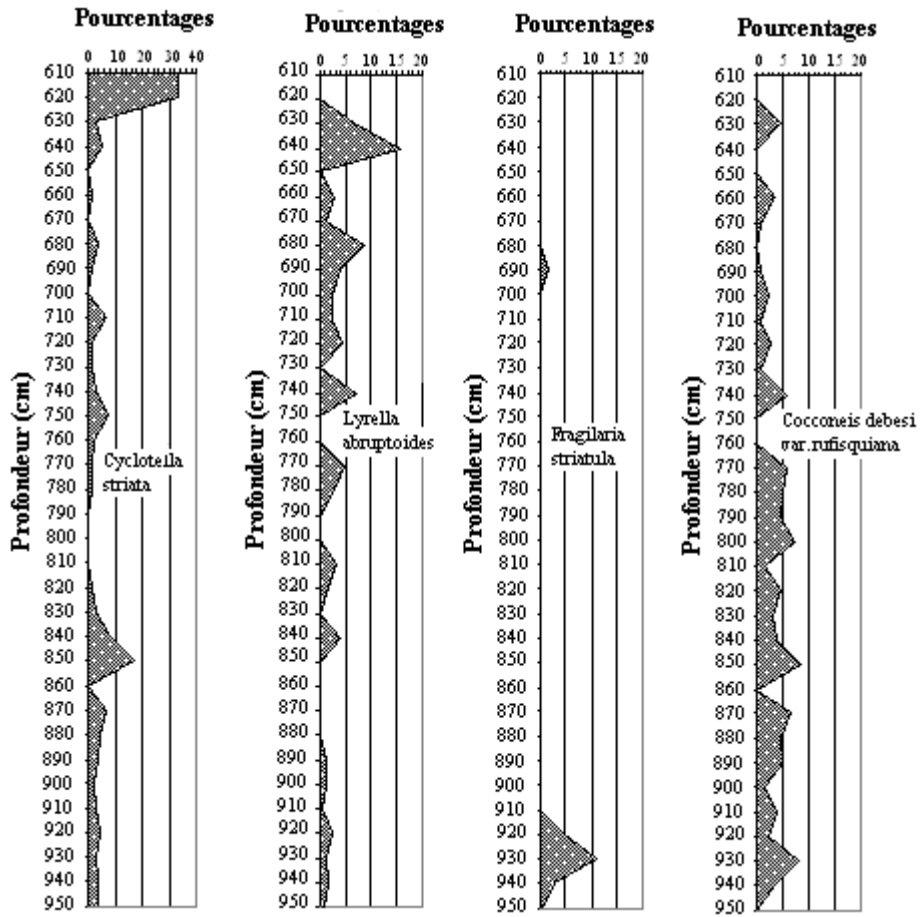


Figure 21 : Evolution du pourcentage relatif des espèces dominantes le long de la carotte de Tanma (suite).

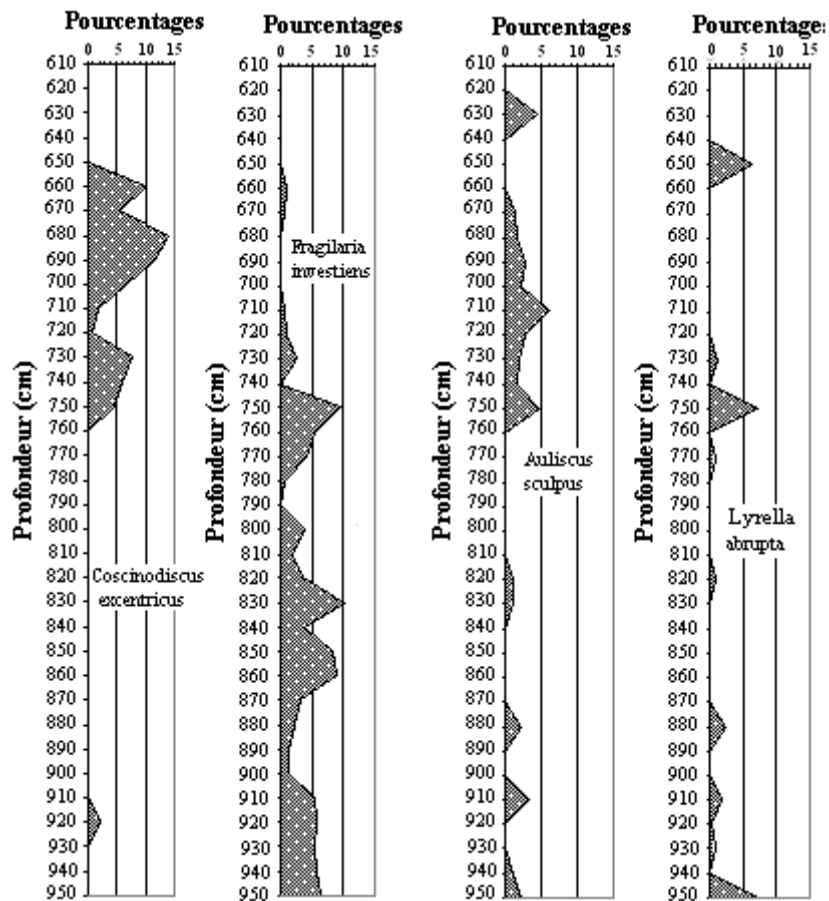


Figure 22 : Evolution du pourcentage relatif des espèces dominantes le long de la carotte de Tanma (suite).

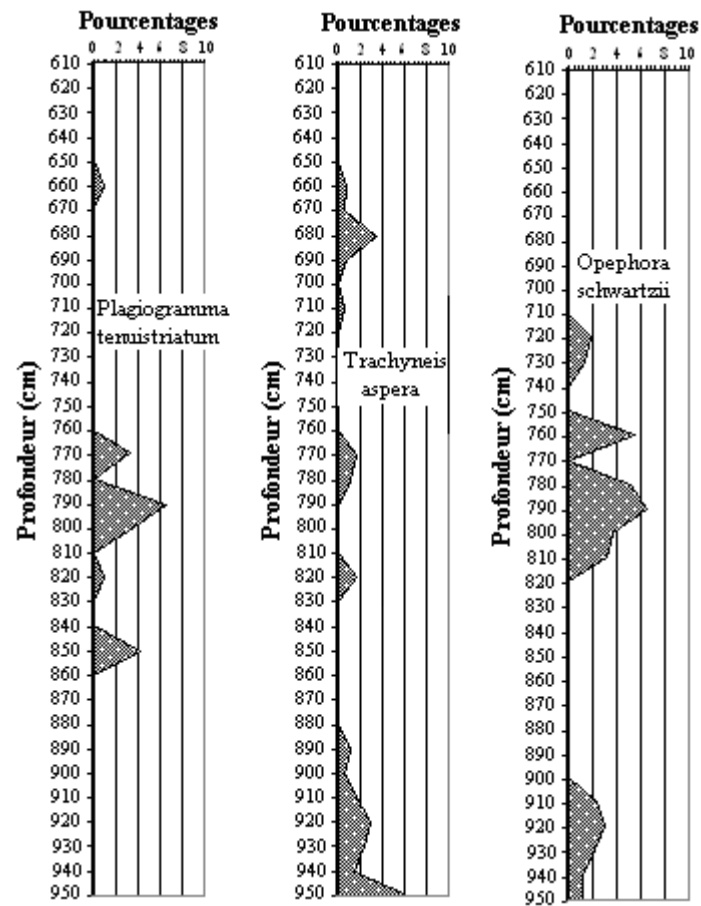


Figure 23 : Evolution du pourcentage relatif des espèces dominantes le long de la carotte de Tanma (suite).

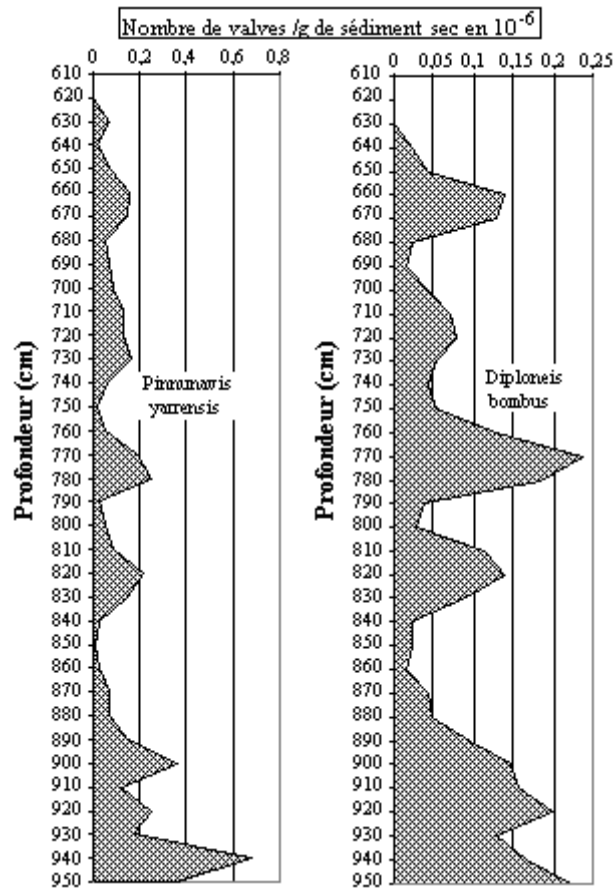


Figure 24 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte de Tanma.

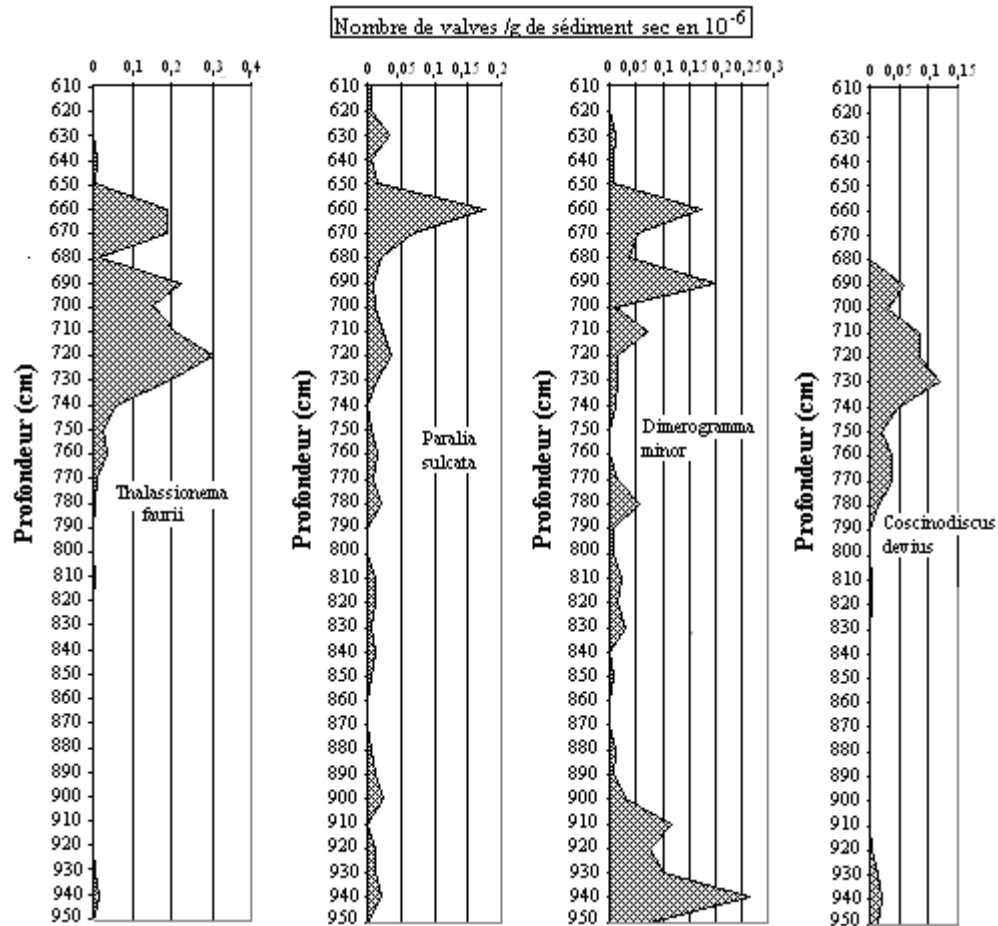


Figure 25 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte de Tanma (suite).

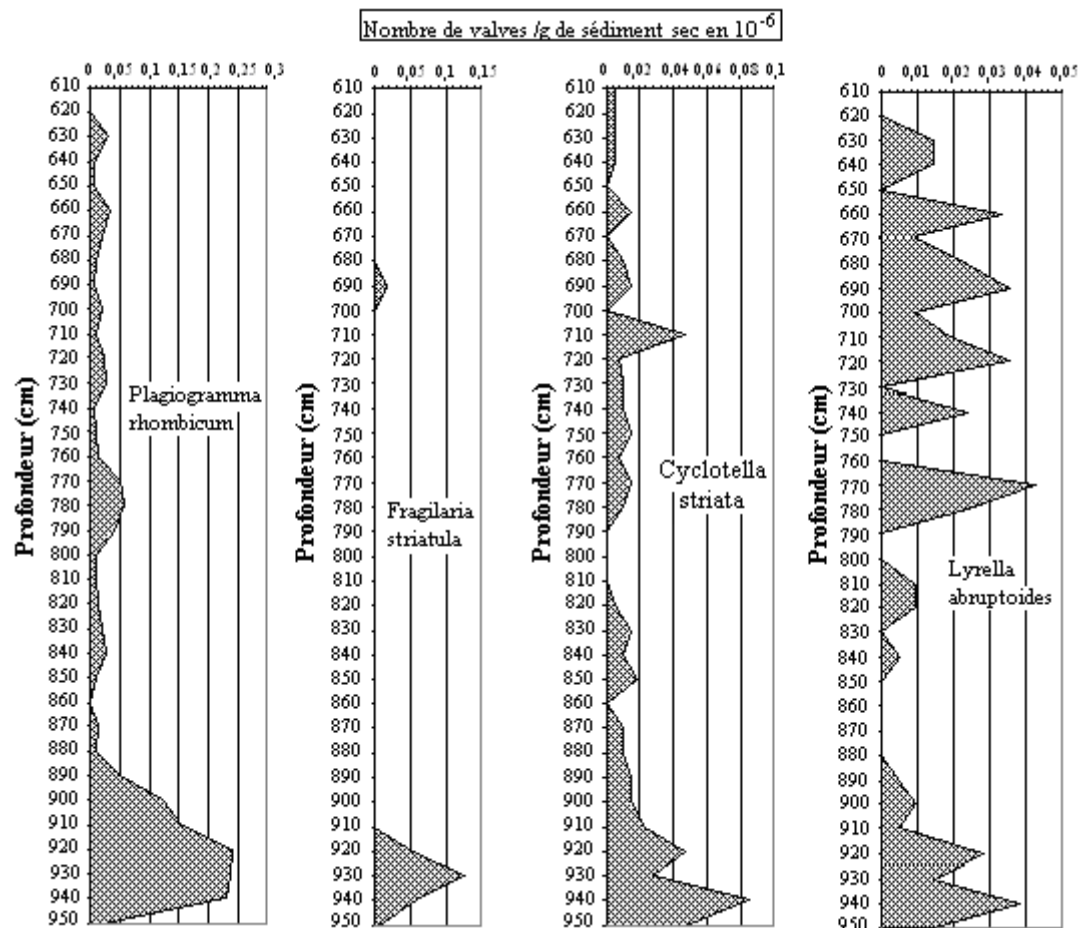


Figure 26 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte de Tanma (suite).

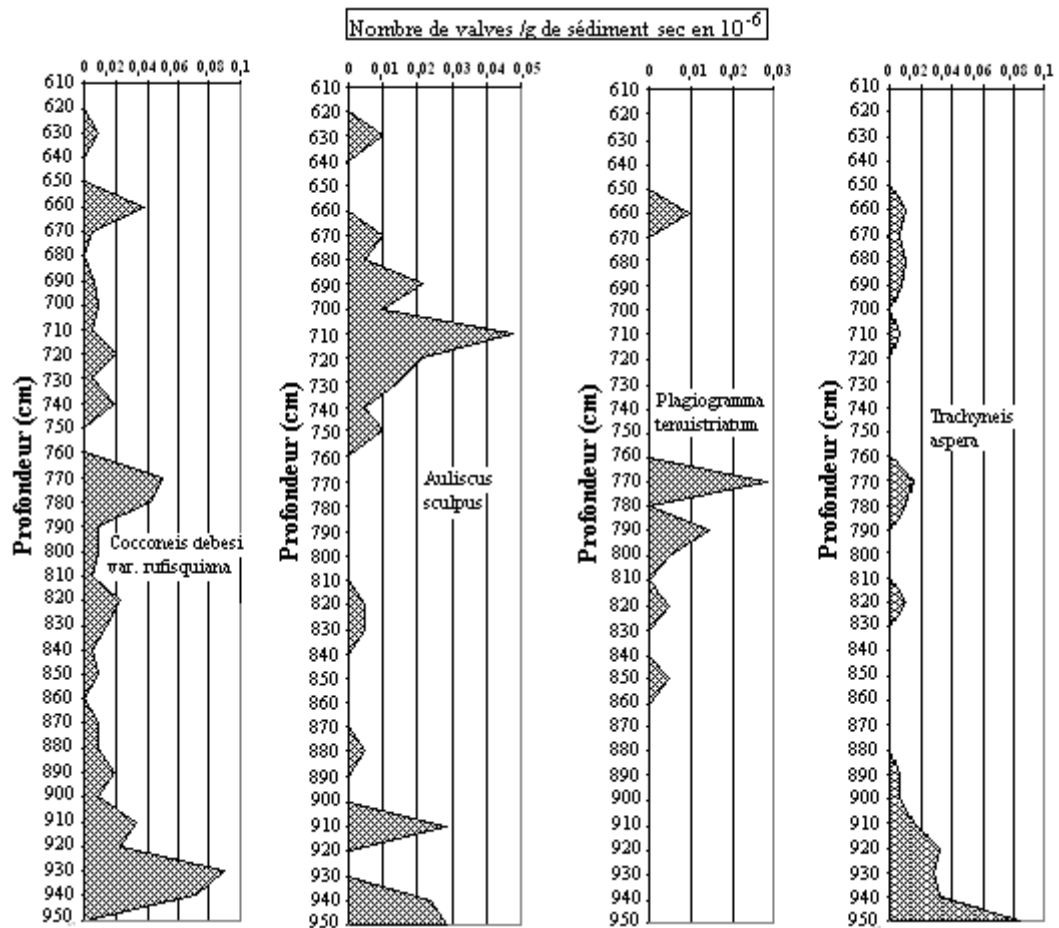


Figure 27 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte de Tanma (suite).

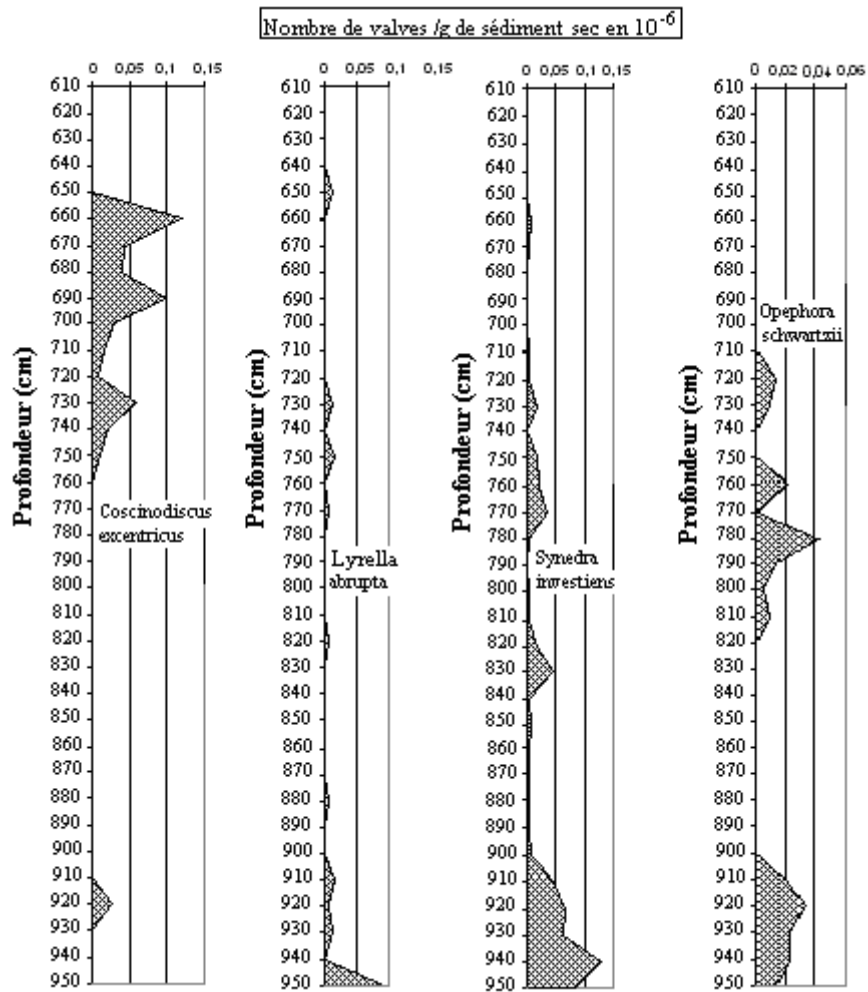


Figure 28 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte de Tanma (suite).

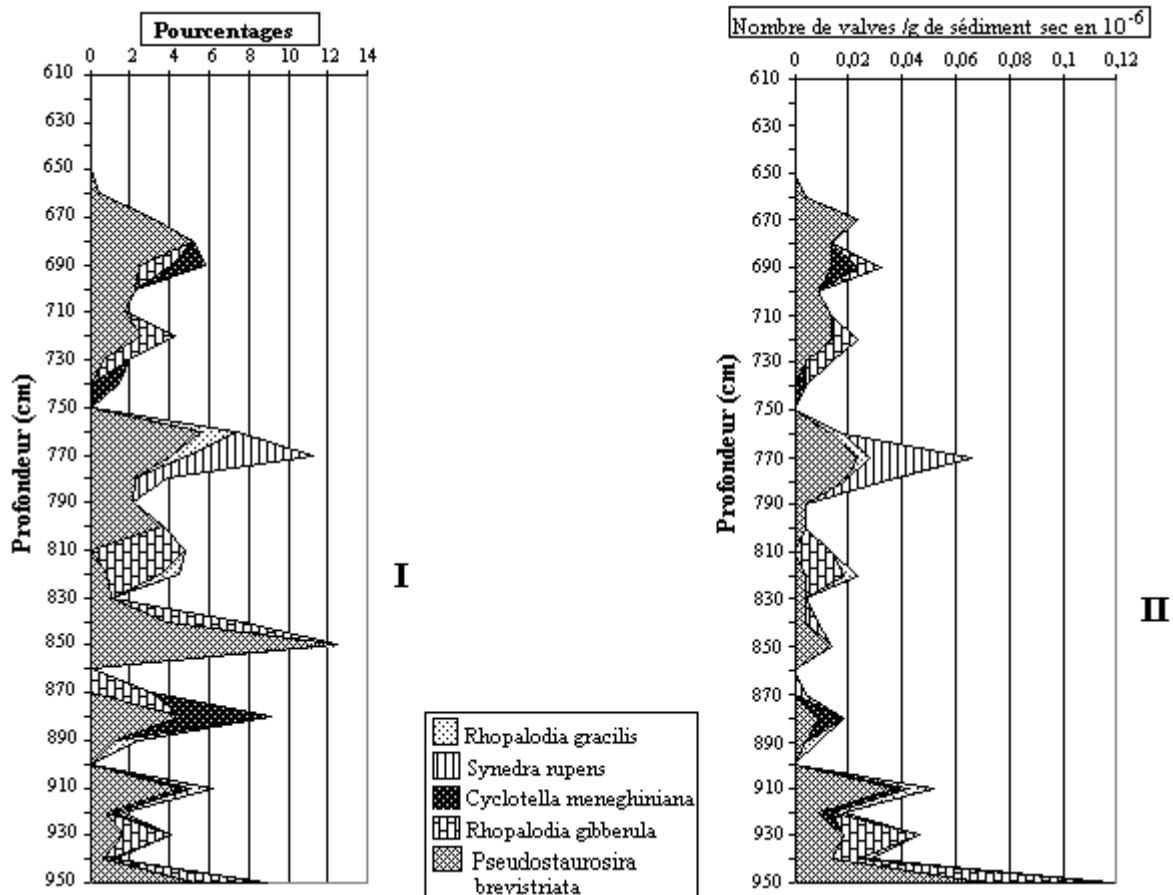


Figure 29 : Evolution du pourcentage relatif (I) et du nombre de valves / g de sédiment sec (II) des espèces d'eau douce dominantes le long de la carotte de Tanma.

- Discussion :

La productivité primaire devait être faible au niveau du lac Tanma durant la période considérée. La présence de diatomées entre 950 et 610cm s'explique par les conditions physico-chimiques favorables à leur développement. En effet le lac à cette époque pourrait être un milieu à hydrodynamisme faible qui constitue des conditions favorables au développement des diatomées. Le lac, avec ces espèces polyhalobes à mésahalobes a été influencé pendant cette période par la mer. Il a ainsi connu une évolution en différentes phases :

Pendant la première phase d'évolution du lac correspondant à la zone A, l'influence marine est assez importante avec une nette dominance de l'espèce *Pinnunavis yarrensis*. Cette espèce est connue en milieu marin à saumâtre, cosmopolite, benthique (Foged, 1986a et 1987). L'espèce est accompagnée ici par d'autres espèces polyhalobes à mésahalobes comme *Diploneis bombus*, *Plagiogramma rhombicum*, *Cocconeis debesii* var. *rufisquiana*, *Cyclotella striata*, *Plagiogramma tenuistriatum*, *Trachyneis aspera*, *Opephora schwartzii* et *Dimeregramma minor*.

La dominance des formes benthiques indique ici un milieu peu profond où la sédimentation fine (vase argilo-sableuse) traduit un milieu à hydrodynamisme faible favorable au développement des diatomées. Les formes épiphytiques semblent indiquer l'installation des macrophytes, caractéristiques aussi d'un milieu peu profond (Fourtanier *et al*, 1990). Cependant malgré leur rareté, les formes planctoniques témoignent ici d'une ouverture assez importante du lac sur la mer.

Cette zone A pourrait correspondre donc à un milieu lagunaire peu profond mais ouvert sur l'océan et entouré d'une ceinture végétale plus ou moins importante.

Le lac, toujours sous influence marine, va connaître une évolution dans sa flore diatomique. Cette évolution va correspondre à la deuxième phase.

La deuxième phase correspond ici à la zone B où la présence de formes planctoniques est plus nette notamment pour les espèces *Thalassionema faurei*, *Coscinodiscus devius*, *Auliscus sculpus*. Le milieu pourrait être plus profond et plus ouvert sur la mer. Cet approfondissement du milieu pourrait expliquer la rareté des macrophytes attestée par la diminution du pourcentage des épiphytiques. Le milieu pendant cette phase, a connu un hydrodynamisme faible, ce que semble indiquer également les fractions arénitique et coquillière qui présentent leur plus faibles valeur dans cette zone. Durant cette phase, le lac Tanma pourrait correspondre à un milieu lagunaire plus profond et plus ouvert sur la mer.

La troisième phase est comparable à la première, avec le développement des formes marines benthiques et des épiphytiques par endroits. Le milieu serait donc lagunaire peu profond avec une installation des macrophytes et une ouverture assez importante sur la mer. L'augmentation de l'hydrodynamisme du milieu à partir de 650cm, attesté par un enrichissement en sables et coquilles, expliquerait la diminution puis la disparition totale des diatomées à partir de 610cm. L'abondance de la microfaune à foraminifères et ostracodes dans cet intervalle plaide en faveur d'une lagune plus ouverte sur l'océan.

Conclusion :

De la base au sommet de la carotte, les dépôts du lac Tanma sont influencés par la mer. Ces influences sont enregistrées par le contenu lithologique (fractions arénitique et coquillière) et/ou la microflore diatomique.

De 950 à 610cm de profondeur régnait des conditions compatibles au développement des diatomées. Une microflore polyhalobe à mésohalobe se développe mais la productivité primaire reste faible dans l'ensemble. Cette faible productivité est à mettre en parallèle avec l'hydrodynamisme du milieu enregistré par la fraction sableuse. Il s'agit d'un milieu lagunaire plus ou moins ouvert sur la mer et plus ou moins profond ; le maximum de profondeur étant enregistré dans la zone diatomifère B (760 à 690cm).

A partir de 610cm, la lagune devient plus ouverte sur la mer à la suite d'une augmentation du niveau marin ou de la rupture des cordons dunaires. Une macrofaune à mollusques et une microfaune à foraminifères et ostracodes marines à lagunaires se développent. Cette ouverture sur la mer entraîne une augmentation de l'hydrodynamisme du milieu incompatible avec un développement des diatomées et une conservation de leurs valves.

CHAPITRE IV :
ETUDE DES LACS MALIKA ET MBEUBEUSS

I. CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

Ces lacs qui sont localisés dans la zone de Malika se situent entre les latitudes 14°50' et 15°50' Ouest et les longitudes 16°35' et 16°40' Nord. Ils sont séparés de la mer à quelques 500m par le système dunaire orienté NE – SW (fig.3.). De forme semi-circulaire, les lacs s'allongent dans ce même sens derrière les dunes qui sont parfois fixées par les filaos. Ils sont actuellement caractérisés par des zones de dépression.

II. LAC MALIKA

Le long de cette carotte, seules de rares valves de diatomées ont été rencontrées. Leur faible abondance ne permet pas de caractériser le paléoenvironnement de ce lac. Nous nous contenterons des tendances dégagées par l'analyse lithologique.

1. Lithologie

La carotte montre du bas vers le haut :

190-110cm : une vase sableuse très faiblement coquillière par endroits,

110-65cm : une vase argilo-sableuse, coquillière entre 90 et 70cm,

65-00cm : une vase sablo-argileuse faiblement coquillière (fig. 30).

2. Fraction arénitique

Entre les profondeurs 190 et 110cm, la fraction arénitique est très importante avec plus de 80% du sédiment. Dans la partie supérieure (65-00cm) cette fraction arénitique présente une proportion en moyenne supérieure à 50%. Par contre dans les niveaux 110-65cm la fraction arénitique reste inférieure à 50% avec un minimum noté à 70cm.

3. Fraction coquillière

Entre les niveaux 190 et 110cm, les coquilles sont très faiblement présentes avec un pourcentage qui ne dépasse pas les 10%.

Dans les niveaux 90 à 70cm on note le pic le plus important des pourcentages des coquilles atteignant 30% des sédiments.

Les coquilles sont présentes régulièrement entre les niveaux 65-00cm avec une moyenne qui avoisine les 15%.

4. Discussion

Le long de cette carotte, aucune corrélation n'est possible entre les fractions arénitique et coquillière ; ce qui semble indiquer qu'elles ont des origines différentes. De la base de la carotte jusqu'à 110cm, le fort pourcentage de sable très pauvre ou dépourvu de coquilles suggère une origine essentiellement éolienne pour les sables. Il s'agirait d'un milieu lagunaire envahi par du sable dunaire et sur les bords duquel se seraient développés quelques mollusques d'eau saumâtre. Au-delà de 110cm, la diminution du taux de sable dans les sédiments au profit des pélites indique une réduction des apports en sable éolien. Cette réduction des sables d'origine dunaire serait à l'origine d'une forte diminution de la vitesse de sédimentation permettant aux fractions pélitiques et coquillières de s'exprimer. Cette réduction brutale des apports éoliens pourrait être contemporaine de la fixation des dunes par les filaos ; la confirmation de cette idée ne pouvant être apportée que par des datations radiométriques.

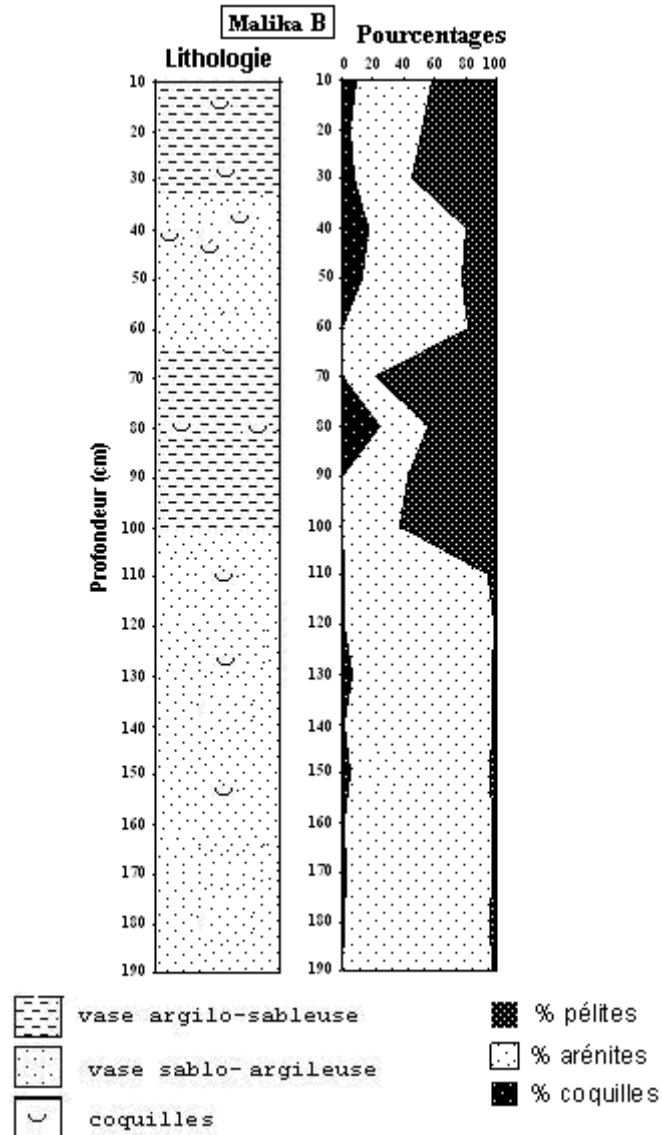


Figure 30 : Lithologie de la carotte de Malika B

III. LAC MBEUBEUSS

1. Mbeubeuss B

1-1. Analyse lithologique

La colonne lithologique montre du bas vers le haut une vase sablo-argileuse faiblement coquillière passant progressivement à une vase argileuse faiblement sableuse et faiblement coquillière (fig. 31) :

- La fraction sableuse :

Dans l'ensemble, elle décroît d'une façon irrégulière du bas vers le haut avec un pic qui se dégage clairement à 400cm. Parallèlement, la fraction pélitique, bien que croissante vers le haut, présente deux pics nets à 680 et 370cm.

- La fraction coquillière :
 D'une manière générale, elle montre des pourcentages très faibles avec cependant deux pics importants dans les niveaux 400cm (35%) et 350cm (30%).

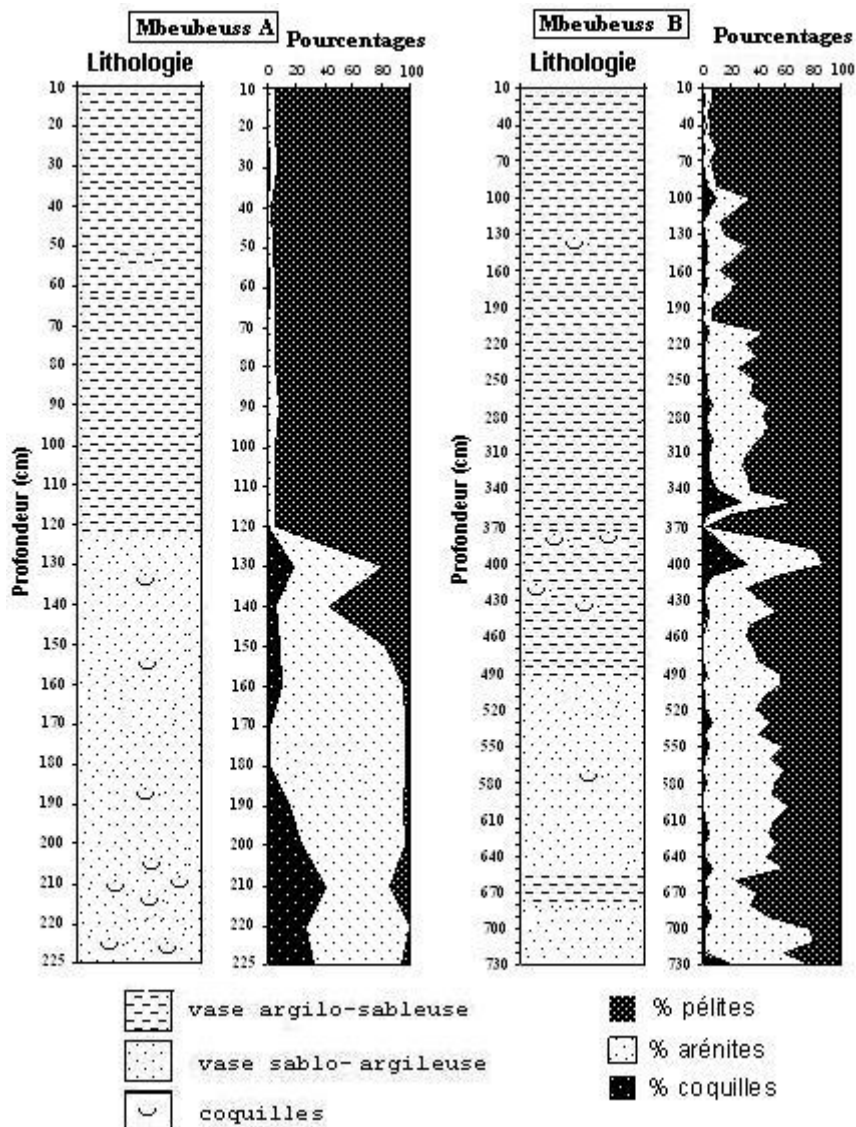


Figure 31 : Lithologie de la carotte de Mbeubeuss

- Discussion :

Cette carotte montre une lithologie comparable à celle notée au niveau du lac Retba où les niveaux d'accumulation coquillière et les pics d'arénites sont corrélables. Ces niveaux indiquent la position de la ligne de rivage. Cette analyse lithologique vient donc renforcer ce qui a été retenu par Sow (2001) : « L'évolution de la fraction coquillière et de la fraction arénitique montre que la ligne de rivage a évolué au Quaternaire Récent ». Par conséquent les cycles eustatiques semblent être responsables des variations de la lithologie et du pourcentage de coquille. De la base de la carotte à son sommet, on assiste à un retrait de la mer du lac Mbeubeuss qui, d'un stade de lagune ouverte sur la mer, est passé progressivement à un lac. Le long de la carotte, de légères fluctuations positives sont cependant notées ; la plus importante étant rencontrée à 400cm (pic de sables et de coquilles).

1-2. Etude de la flore

La carotte montre d'une manière générale des sédiments dépourvus ou pauvres en diatomées. Le seul niveau diatomifère rencontré se situe entre 420 et 380cm où l'abondance absolue ne dépasse pas les $0,7 \cdot 10^6$ valves /g de sédiment sec. Dans cette zone diatomifère on note exclusivement des espèces marines à saumâtres benthiques. Les principales espèces notées sont : *Paralia sulcata* (>80%), *Pinnunavis yarrensii*, *Plagiogramma pulchelum*. Ces espèces sont des formes littorales cosmopolites (Fig.32-33). De part et d'autre de cette zone, de rares valves de diatomées ont été rencontrées mais leur effectif ne permet pas de faire des analyses statistiques et de caractériser valablement le milieu.

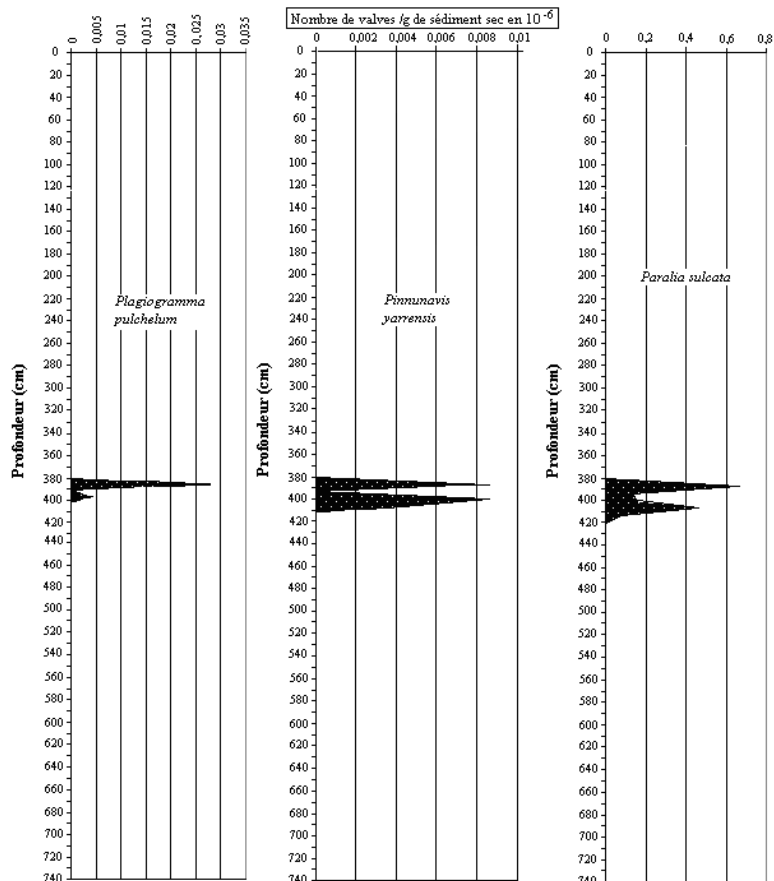


Figure 32 : Evolution du nombre de valves /g de sédiment sec des espèces marines à saumâtres benthiques (les seules espèces représentatives) **Mbeubeuss B**

Discussion :

Le long de cette carotte, le paléoenvironnement ne peut être caractérisé par les diatomées que dans l'intervalle 420-380cm. Les espèces rencontrées dans cette zone sont cosmopolites, marines à saumâtres. *Paralia sulcata* est une forme benthique (rarement planctonique) des eaux marines à saumâtres dans les environnements côtiers (Barde-Labayle-Bounès, 1980 ; Stabell & Lange, 1990 ; Witkowski, 1994 ; McQuoid & Hobson, 1998). L'implication environnementale de l'abondance de l'espèce est diversement interprétée par les auteurs :

-elle est considérée sur les côtes portugaises comme indicateur de phénomène d'upwelling par Abrantes (1991) ;

-McQuoid & Hobson (1998) ont montré dans leurs travaux sur le bras de mer Saanich (Colombie Britannique, Canada) que les variations de la ligne de rivage constituent le principal facteur qui contrôle l'augmentation de l'abondance de l'espèce ;

- Zong (1997) a démontré, dans une étude portant sur huit bassins côtiers du Nord-Ouest de Scotland (Iles britanniques) que le développement optimal de *P. sulcata* a lieu durant les périodes d'isolation. L'auteur ajoute que l'espèce est abondante durant les périodes chaudes et disparaît quand le climat devient froid.

La dominance de l'espèce dans la zone E le long des carottes du lac Retba (Sow, 2001 ; Sow *et al.*, 2006) est considérée comme un indicateur de milieu confiné. Au lac Mbeubeuss, son abondance traduit une période d'isolement de la lagune. Le confinement de la lagune est confirmé par la très faible diversité spécifique dans l'intervalle (trois espèces seulement).

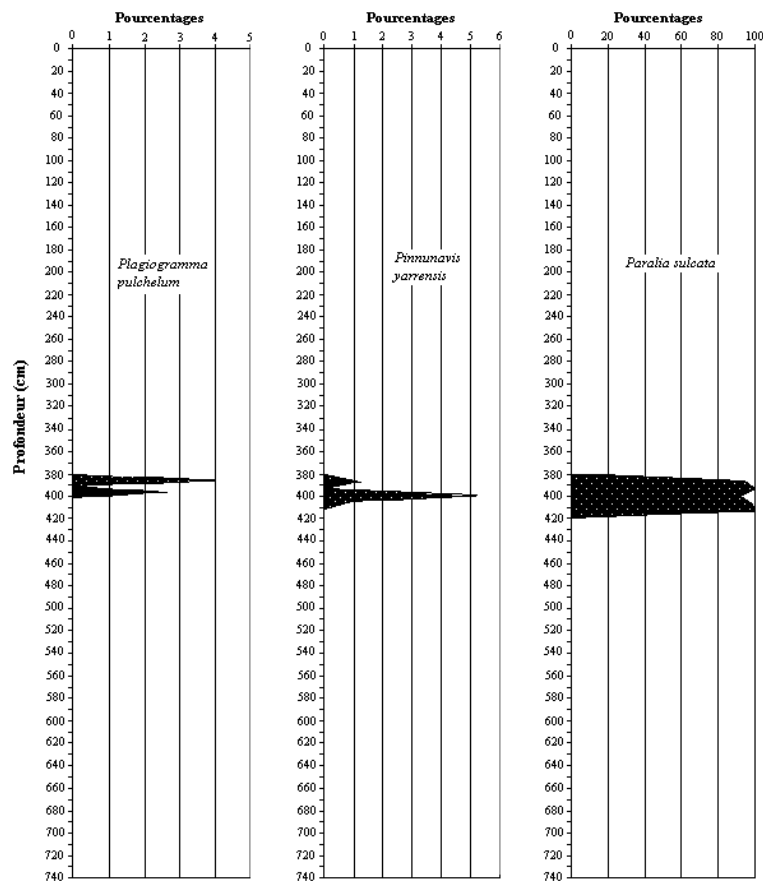


Figure 33 : Evolution du pourcentage des espèces marines à saumâtres benthiques (les seules espèces représentatives) **Mbeubeuss B**

2. Mbeubeuss A

Comme dans le lac Malika, le long de cette carotte, seules de rares valves de diatomées sont rencontrées entre 140 et 40cm de profondeur. L'extrême pauvreté de la microflore en nombre d'individus et d'espèces, ne permet pas de caractériser le paléoenvironnement de Mbeubeuss A et les conclusions seront tirées exclusivement de l'analyse lithologique.

2-1. lithologie :

La colonne lithologique montre du bas vers le haut :

225 – 120cm : une vase sablo-argileuse coquillière.

120 – 00cm : une vase argilo-sableuse non coquillière (fig. 31).

2-2. La fraction coquillière :

Elle n'est représentative que dans la moitié inférieure de la carotte où elle atteint son maximum entre 210 et 200cm (40,85%). Elle est quasi absente dans la moitié supérieure de la carotte.

2-3. La fraction sableuse :

Dans la partie inférieure de la carotte (jusqu'à 120cm de la surface), la fraction sableuse montre des pourcentages supérieurs à 50%, sauf au niveau 140cm où le pourcentage avoisine les 40%. Elle devient très faible dans la partie supérieure de la carotte avec un pourcentage qui ne dépasse pas les 10%.

2-4. Discussion : L'évolution de la lithologie le long de Mbeubeuss A suit en gros celle de Mbeubeuss B dans sa partie supérieure, avec cependant une légère variation constatée dans le taux de sable qui est plus important en B dans la partie inférieure et plus faible dans les 120cm supérieurs. Les dépôts analysés ici correspondent donc à la fin du stade de lagune avec un hydrodynamisme élevé (fraction arénitique élevée) et au stade de lac caractérisé par un dépôt de milieu calme. Les variations du taux de sables pourraient s'expliquer par les apports en sables dunaires qui sont régis par des facteurs indépendants du milieu lacustre.

Conclusion :

L'analyse de la lithologie des carottes montre que le lac Mbeubeuss est passé d'un stade de lagune ouverte sur la mer à un lac. Au stade de lagune ouverte, la fraction arénitique est importante et la fraction coquillière représentative. Au stade lacustre, la fraction pélitique augmente considérablement au détriment de la fraction sableuse et les coquilles sont pratiquement absentes. Le début du confinement est marqué par de petites fluctuations positives de la mer qui ont permis l'isolement de petites lagunes dans lesquelles a proliféré *Paralia sulcata*. L'écologie de cette espèce permet d'envisager l'existence d'un climat chaud à cette époque.

Durant la période du dépôt, le paléolac Mbeubeuss a également reçu, en quantité variable du sable éolien en provenance des dunes littorales voisines.

CONCLUSION

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Les conclusions que nous pouvons tirer de cette étude peuvent être groupées en quatre catégories : méthodologique, systématique, eustatiques et paléoclimatiques.

1. AU PLAN METHODOLOGIQUE

La méthodologie utilisée est variable et basée sur les indicateurs biologiques (diatomées principalement, mais aussi foraminifères ostracodes et mollusques par fois) et lithologiques (Pourcentages de sables/pélites et fraction coquillière). Ces différents indicateurs ne sont associés qu'au lac Mbawane.

Les diatomées ne sont présentes qu'en dessous de 6m au lac Tanma, entre 420 et 380cm au lac Mbeubeuss et sont très rares à Malika.

Compte tenu de l'environnement géomorphologique de la région, les sables peuvent avoir deux origines différentes (marine ou éolienne) et sont difficilement utilisables pour caractériser l'hydrodynamisme du milieu.

Les informations sur la microfaune et la macrofaune à mollusques ne sont encore disponibles que sur Mbawane.

Cependant, les travaux réalisés au lac Mbawane (Fofana, 2004 ; Sow *et al.*, 2006) ont montré que chacune des méthodes utilisées était potentiellement caractéristique du milieu de sédimentation. D'une manière générale, elles enregistrent chacune à sa manière l'hydrodynamisme du milieu. Ainsi, les milieux turbulents sont caractérisés par des fractions arénitiques et coquillières importantes et un contenu micropaléontologique pauvre. L'antagonisme constaté entre les fractions arénitiques et coquillières d'une part et le contenu microfaunistique d'autre part est lié à la position particulière de ces milieux qui sont tantôt maritimes, tantôt continentaux.

Par ailleurs, le contenu micropaléontologique enregistre les caractéristiques physico-chimiques du milieu liées au climat.

2. AU PLAN SYSTEMATIQUE

L'étude des diatomées le long de trois carottes prélevées dans trois lacs de la partie occidentale de la grande côte du Sénégal (lacs Mbawane, tanma et Mbeubeuss) a permis d'inventorier un total de 150 espèces et variétés appartenant à 56 genres. Parmi elles, 12 sont citées pour la première fois en Séné-Gambie. Il s'agit de : *Coscinodiscus janishii*, *Diploneis marginestriata*, *Hantzschia subrupestris*, *Mastogloia aquilegiae*, *Mastogloia baldjikiana*, *Mastogloia resta*, *Navicula humerosa*, *Opephora* cf. *gemmata*, *Pinnularia gibbiformis*, *Pinnunavis elegans*, *Rhopalodia acuminata*, *Rhopalodia gracilis*. Les genres les plus représentés sont : *Nitzschia* (11 espèces), *Coscinodiscus* (10 espèces), *Amphora*, *Diploneis*, *Fragilaria* et *Lyrella* (7 espèces chacune).

3. AU PLAN EUSTATIQUE

Les quatre lacs étudiés ont subi au moins au début de leur formation des influences marines enregistrées par la microflore diatomique et/ou le contenu lithologique et faunistique. Ces influences marines sont mieux perceptibles au lac Mbawane où les résultats sur les différents indicateurs sont disponibles. Ainsi, le déplacement de la ligne de rivage à la hauteur du lac Mbawane correspond à une phase transgressive suivie d'une régression qui a occasionnée l'installation d'une lagune puis d'un lac permanent et saisonnier. De la même manière,

l'ouverture de la paléo-lagune Tanma signalée à partir de 610cm de profondeur par le contenu lithologique est interprétée comme une tendance transgressive avec une probable rupture des cordons dunaires. Au niveau des lacs Mbeubeuss et Malika, la forte influence des sables dunaires d'une part et la pauvreté en diatomées d'autre part n'ont pas permis de détecter des signaux précis sur les variations du niveau de la mer.

4. AU PLAN PALEOCLIMATIQUE

L'analyse du contenu micropaléontologiques des carottes permet de tirer quelques informations d'ordre climatique depuis le Nouakchottien jusqu'à l'Actuel :

Le climat était dans l'ensemble chaud et humide comme l'atteste l'abondance de *Paralia sulcata* à Mbeubeuss.

La baisse progressive de la nappe phréatique ayant entraîné le passage du stade de lac permanent au stade de lac pluviométrique du lac Mbawane indique l'installation d'un climat marqué par un déficit pluviométrique chronique durant les derniers siècles.

Sur le plan hydrodynamique, les courants de dérive littorale étaient actifs et contribuaient à l'édification et à la destruction des cordons dunaires qui séparaient les lacs de l'océan.

5. PERSPECTIVES

La présente étude mérite d'être approfondie et élargie à bien d'autres domaines.

L'analyse de la microfaune pourra apporter des précisions importantes sur l'évolution du paléo-environnement des lacs étudiés. Des résidus de lavage sont envoyés depuis plus d'un an à l'Université de Bordeaux 1 et à l'Université d'Angers pour l'études des ostracodes et des foraminifères. Les travaux sont avancés et les résultats pourraient être disponibles dans les mois à venir.

La corrélation entre les différents lacs ne pourra se faire sans des datations radiométriques. Des démarches sont en cours pour avoir au moins une datation par lac et 4 datations sur le lac Retba qui sert de référence.

L'étude palynologique pourrait apporter des informations complémentaires sur les paléo-végétations et le paléoclimat.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMOSSE, A. (1970). Diatomées marines et saumâtres du Sénégal et de la Côte d'Ivoire. Bull. IFAN, sér.A, 32 (2) : 289-311, 3 pl.
- BARDE-LABAYLE-BOUNES, M.F. (1980). Les Diatomées du Quaternaire terminal de l'Atlantique nord-oriental. Apport à la connaissance des phénomènes hydrologiques. Thèse de doctorat ès sciences, Bordeaux 1 : 155 p., 15 pl.
- BELLION, Y. (1987). Histoire géodynamique post-paléozoïque de l'Afrique de l'Ouest d'après l'étude de quelques bassins sédimentaires (Sénégal, Taoudéni, Iullemeden, Tchad). Thèse de doctorat ès sciences, Univ. D'Avignon et des Pays de Vaucluse : 292 p.
- BOURRELLY, P.(1981). Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome II : Les Algues jaunes et brunes Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. Boubée & Cie edit., Paris, 517 p.
- CASSIE, V. (1989). A contribution to the study of New Zealand Diatoms. Bibl. Diatom., 17 : 266 p., 14 pl.
- COCQUYT, C. (1998). Diatoms from the Northern Basin of lake Tanganyika. Bibl. Diatom. , 39.,274 p. ,56 pl.
- COMPERE, P. (1991). Contribution à l'étude des algues du Sénégal. Algues du lac de Guiers et du Bas Sénégal. Bulletin du jardin botanique national de Belgique, 61 : 171-267.
- CREMER, H. (1998). The Diatom flora of the Laptev Sea (Arctic Ocean). Bibl. Diatom.,40 : 168 p.,40 pl.
- CUMMING, B.F., WILSON, S.E., HALL, R.I et SMOL, J.P., (1995). Diatoms from British Columbia (Canada) lakes and their relationship to salinity, nutrients and other limnological variables . Bibl. Diatom.,31.: 207 p., 60 pl.
- DENYS, L. (1991). A check-list of the diatoms in the Holocene deposits of the western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. Part 1. Service Géologique de Belgique, Professional paper 1991/ 2 - n° 246, Belgique : 92 p..
- DESIKACHARY, T.V. & SREELATHA, P.M.(1989). Oamaru Diatoms. Bibl. Diatom., 19 : 475 p., 145 pl.
- DIAW, A.T. (1997). Evolution des Milieux Littoraux du Sénégal. Géomorphologie et Télédétection . Thèse de doctorat d'état ès lettres, Univ. Cheikh Anta Diop de Dakar : 267 p., 98 figures, 48 tableaux.
- DIOUF, B.& FALL, M. (1998). Principaux événements paléoclimatiques dans le Bassin Sénégal-Mauritanien depuis 125 ka. In Palaeoecology of Africa And The Surrounding islands Vol. 25

ELOUARD, P. (1968). Le Nouakchottien, étage du Quaternaire de Mauritanie. Ann. Fac. Sci. Univ. Dakar, 22 : 121-138 p.

ELOUARD, P. (1975). Formations sédimentaires de Mauritanie atlantique. In : Notice explicative de la carte géologique au 1/1 000 000 de la Mauritanie, BRGM, Paris : 171-250.

FALL, M. (1996). Les isotopes ^{18}O , 2H , ^{13}C dans la matière organique des végétaux actuels et fossiles du Sénégal : relation avec les facteurs climatiques actuels et contribution à la reconstitution paléohydrologique des tourbières holocènes des Niayes. Thèse de doctorat ès Sciences, Univ. Cheikh Anta Diop de Dakar : 165 P.

FAYE, S.C.(2001). Nappe libre des Sables Quaternaires. Thiaroye/Beer Thialane (Dakar, Sénégal). Etude de la contamination par nitrates sur la base d'un système d'Information Géographique) (P.C. ARC / INFO). Thèse de doctorat 3ème cycle. Univ. Cheikh Anta Diop de Dakar : 194 p.

FOGED, N.(1985 a). Diatoms in Samos, a Greek island in the Aegan. Bibl. Diatom., 10 : 79 p.,20 pl.

FOGED, N.(1985 b). Diatoms in Kos and Kalymnos, two Greek islands in the Aegan. Bibl. Diatom., 10 : 73 p.,16 pl.

FOGED, N.(1986 a). Diatoms in Gambia. Bibl. Diatom., 12 (1) : 153 p., 25 pl.

FOGED, N.(1986 b). Diatoms in the Volo Bay, Greece. Bibl. Diatom., 12 (2) : 67 p., 13 pl.

FOGED, N.(1987). Diatoms from Viti Levu, Fiji Islands. Bibl. Diatom., 14 : 195 p.,33 pl.

FOURTANIER, E. ; Gasse, F. ; Bellier, O. ; BONhomme, M. & Robles, I., (1990). Miocene non-marine diatoms from the western cordillera basins of northern Peru. Diatom Research, 8 (1) : 13-30.

GASSE, F. (1975). L'évolution des lacs de l'Afar central (Ethiopie et R.F.A.I.) du Plio-Pléistocène à l'Actuel. Reconstitution des paléo-milieus lacustres à partir de l'étude des diatomées. Thèse d'état ès Sci. Nat., Univ. Paris VI : 2 vol. : 406 p.

GASSE, F. (1986). East African diatom. Taxonomy, ecological distribution. Bibl. Diatom., 11 : 291 p., 44 pl.

GUERMEUR, P. (1954). Diatomées de l'A.O.F. (première liste : Sénégal). Catal. Inst. Fr. Afr. Noire, 12 : 137 p., 24 pl.

HAKANSSON, H. (1990). *Cyclotella meneghiana* Küt. (Bacillariophyceae), its morphology and reappraisal of similar species Beiheft zur Nova Hedwigia, 100, 19-37.

HARPER, J.T. & GARBARY, D.J. (1994). Host specificity of *Podocystis adriatica* on the red alga *Hererosiphonia crispella* from Sénégal. Diatom research, 9 (2) : 329-333.

HEIN, M.K. (1990). Flora of Adak Island, Alaska : Bacillariophyceae (Diatoms). Bibl. Diatom., 21 : 240 p., 53 pl.

HODGSON, D. ,VYVERMAN, W. and TYLER, P. (1987). Diatoms of meromictic lakes adjacent to the Gordon River and of the Gordon River estuary in South West Tasmania. *Bibl. Diatom*, 35 : 172 p. ,20 pl.

JOHN, J. (1983). The diatom flora of the Swan River Estuary, Western Australia. *Bibl. Phycologia.*, 64 : 359 p., 77 pl.

KACZMARSKI, I. et RUSHFORTH, S.R. (1983). The Diatom Flora of Blue Lake Warm Spring Utah, U.S.A.. *Bibl. Diatom.*,2 : 122 p., 37 pl..

KANE, A. (1985). Le bassin du Sénégal à l'embouchure, flux continentaux dissous et particulaires. Invasion marine dans la vallée du fleuve. Thèse de Doctorat de 3ème cycle de géographie physique, Université de Nancy II. : 205 p.

KHATIB, R. ; LY, A.; SOW, E. & SARR, R.(1990). Rythmes sédimentaires liés aux variations eustatiques globales au Campanien et au Maastrichtien du Sénégal. Révision stratigraphique de la série du Crétacé terminal du Cap de Naze. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 311, sér. 2 : 1089-1095.

KRAMMER, K. (1986). *Kieselalgen : Biologie, Bauplane der Zellwand, Untersuchungsmethoden.* Kosmos-Handbücher, Stuttgart, 135 p.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1985). Naviculaceae : Neus und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen. *Bibl.Diatom.*, 9 : 230 p., 43 pl.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1989). Achnanthes , eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung Cocconeis und Nachträgen Zu den Naviculaceae. *Bibl. Diatom.* , 18 : 393 p., 100 pl.

LANGE-BERTALOT, H. & KRAMMER, K. (1987). Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen und Ergänzungen zu den Naviculaceae. *Bibl. Diatom.* 15 : 289 p.,62 pl.

LE FEBURE, P.(1947). Atlas pour la détermination des diatomées. *Doc. Lab. Micrographie*, Paris : 31 pl.

LEZINE, A.M. (1987). Paléoenvironnements végétaux d'Afrique Nord-Tropicale depuis 12 000 BP. Analyse pollinique de séries sédimentaires continentales (Sénégal-Mauritanie). Thèse de Doctorat – Université d'Aix Marseille II. :180 p., 53 fig., 7 tabl..

LAPPARTIENT, J. R. (1985). Le « Continental Terminal » et le Pléistocène ancien du bassin Sénégal-mauritanien : stratigraphie, sédimentation, diagénèse, altération. Reconstitution des paléorivages au travers des cuirasses. Thèse d'état, Aix Marseille II, 294 p.

NAVARRO, J.N. (1982). Marine Diatoms Associated with Mangrove Prop Roots in the Indian River, Florida, U.S.A.. *Bibl. Phycologia.*, 61 : 151 p., 37 pl.

NICKLES, 1950. Mollusques testacés marins de la côte occidentale d'Afrique. Manuels Ouest-Africains, Paul Lechevalier Edit., Paris VI : 261 p., 464 fig..

PODZORSKI, A.C. & HAKANSSON, H. (1987). Freshwater and marine diatoms from Palawan (a Philippine island). *Bibl. Diatom.*, 13 : 245 p., 55 pl.

Rapport Préliminaire / Compagnie des Tourbières du Sénégal (1986).
Etude de l'Impact Socio-Economique de l'exploitation des tourbes dans la region des Niayes. 118 p.

SERVANT-VILDARY, S. (1973). Stratigraphie et néotectonique du Plio-Pléistocène du Tchad d'après l'étude des diatomées. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 276, Série D : 2633-2636.

SERVANT-VILDARY, S. (1978). Etude des diatomées et paléo-limnologie du bassin tchadien au Cénozoïque supérieur. *Travaux et Documents ORSTOM*, Paris, 84 : 2 vol., 346 p.

SOW, E. (2001). Le Quaternaire Récent du Sénégal occidental (Lacs Retba et Tanma ; estuaire de la Casamance). Implication eustatique et paléoclimatique des Diatomées. Thèse d'état ès sciences, Univ. Cheikh Anta Dop de Dakar : 182 p., 19 pl.

SOW, E. (2004). Les diatomées subfossiles de la mare de Thiaroye (Dakar-Sénégal) : inventaire floristique et paléoenvironnement. *Vie et Milieu*, 54 (2) (sous presse).

SOW, E. et DIENE, M. (2002). Résultats préliminaires sur les Diatomées de la Casamance (Sénégal) : mise en évidence de deux périodes pluviales le long du sondage de Sédhiou. *Diatom Research*, 17(1) : 219-234.

SOW, E. ; SARR, R. & MALOU, R. (2002). Evolution de la microflore à diatomées du Nouakchottien à l'Actuel le long du sondage de Ziguinchor : implications paléoenvironnementales. *Journal des Sciences*. Vol. 2, N° 2 : 75 - 85.

VAN HEURCK, H. (1886). A treatise on the Diatomaceae. English edition, translated by W. E. Baxter : 558 p., 35 pl.

VYVERMAN, W. (1991). Diatoms from Papua New Guinea. *Bibl. Diatom.* 22 : 433 p., 208 pl.

VYVERMAN, W., RUTH, W., HODGSON, D. et TYLER, P. (1995). Diatoms from Tasmania mountain lakes : a reference data-set (TASDIAT) for environmental reconstruction and a systematic and autecological study. *Bibl. Diatom.*, 33 : 192 p., 42 pl.

WITKOWSKI, A. (1994). Recent and fossil diatom flora of the Gulf of Gdansk, Southern Baltic Sea. *Bibl. Diatom.*, 28 : 313 p., 41 pl.

ZALOCAR de DOMITROVIC, Y. et MAIDANA, N.I. (1997). Taxonomic and ecological studies of the Panana River diatom flora (Argentina). *Bibl. Diatom.* ,34. 122 p. ;14 pl.

Liste des figures

Figure 1 : Morphologie du littoral sénégalais au Nord de la Presqu'île du Cap-Vert (in Lezine, 1987)

Figure 2 : Les vallées quaternaires du lac Tanma (modifié d'après Martin, 1970).

Figure 3 : Carte de localisation des Niayes et lacs dans la Presqu'île du Cap-Vert définie dans Arc/Info

Figure 4 : Carte hydrogéologique schématique du Sénégal (Travi, 1988)

Figure 5 : Nappe libre des sables quaternaires Thiaroye/Beer Thialane : Carte piézométrique moyenne de 1987 à 1997

Figure 6 : Carte de situation du lac Mbawane

Figure 7 : Lithologie de la carotte de Mbawane

Figure 8 : Evolution du nombre de valves /g de sédiment sec des groupes écologiques le long de la carotte. (Mbawane)

Figure 9 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte (Mbawane)

Figure 10 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte (Mbawane)

Figure 11 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte (Mbawane)

Figure 12 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte (Mbawane)

Figure 13 :

Figure 14 : Lithologie de la carotte de Tanma

Figure 15 : **I :** Evolution du pourcentage relatif des espèces d'eau douce et des espèces marines à saumâtres le long de la carotte

II : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces d'eau douce et des espèces marines à saumâtres le long de la carotte (Tanma)

Figure 16 : **A :** Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des groupes écologiques d'espèces marines à saumâtres le long de la carotte

B : Evolution du pourcentage relatif des groupes écologiques d'espèces marines à saumâtres le long de la carotte (Tanma)

Figure 17 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des groupes écologiques le long de la carotte (Tanma).

Figure 18: Evolution du pourcentage relatif des groupes écologiques le long de la carotte (Tanma).

Figure 19 : Evolution du pourcentage relatif des espèces dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 20 : Evolution du pourcentage relatif des espèces dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 21 : Evolution du pourcentage relatif des espèces dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 22 : Evolution du pourcentage relatif des espèces dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 23 : Evolution du pourcentage relatif des espèces dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 24 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 25 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 26 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 27 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 28 : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 29 I : Evolution du pourcentage relatif des espèces d'eau douce dominantes le long de la carotte

II : Evolution du nombre de valves / g de sédiment sec des espèces d'eau douce dominantes le long de la carotte (Tanma).

Figure 30 : Lithologie de la carotte de Malika B

Figure 31 : Lithologie de la carotte de Mbeubeuss

Figure 32 : (Mbeubeuss B)

Figure 33 : (Mbeubeuss B)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1- Synthèse de l'évolution géologique du bassin sédimentaire sénégalais au Quaternaire Récent (Diaw, 1997).

Tableau 2 : Pluviométrie et Evapotranspiration (in Rapport Compagnie des Tourbières du Sénégal, 1985 p.32)

Tableau 3 : Liste des diatomées marines à saumâtres inventoriées et classées selon leur mode de vie.

Tableau 4 : Liste des diatomées d'eaux douces inventoriées et classées selon leur mode de vie.

PLANCHES ANNEXES

Planche I

- 1-2 : *Melosira ambigua* (1 = Mbawane 20, 2 = Mbawane 40).
- 3 : *Hyalodiscus scoticus* (Mbawane 20).
- 4 : *Thalassiosira faurii* (Mbawane 370).
- 5 : *Thalassiosira leptopus* (Mbawane 370).
- 6 : *Cyclotella meneghiniana* (Mbawane 40).
- 7 : *Cyclotella striata* (Mbawane 370).
- 8 : *Actinoptychus splendens* (Mbawane 370).
- 9 : *Auliscus sculpus* (Mbawane 370).
- 10 : *Dimeregramma minus* (Mbawane 370).
- 11 : *Plagiogramma pulchelum* (Mbawane 470).
- 12 : *Plagiogramma rhombicum* (Mbawane 370).
- 13 : *Plagiogramma tenuistriatum* (Mbawane 370).
- 14 : *Eunotia pectinalis* (Mbawane 40).
- 15 : *Cocconeis debesii* var. *Rufisquiana* (Mbawane 370).
- 16 : *Navicula abrupta* (Mbawane 40).
- 17 : *Navicula abruptoides* (Mbawane 370).
- 18 : *Navicula monilifera* (Mbawane 370).
- 19 : *Navicula pupula* (Mbawane 40).
- 20 - 21 : *Navicula yarrensis* (Mbawane 370).
- 22 - 24 : *Gomphonema gracile* (Mbawane 20 ; 40).
- 25 : *Amphora crassa* (Mbawane 370).
- 26 – 27 : *Rhopalodia gibberula* (Mbawane 20 ; 40).

Figure 1-7, 10-17, 19-24, 26-27 : barre d'échelle = 10 μ m

Figure 8, 9, 18, 25 : barre d'échelle = 20 μ m

Planche I

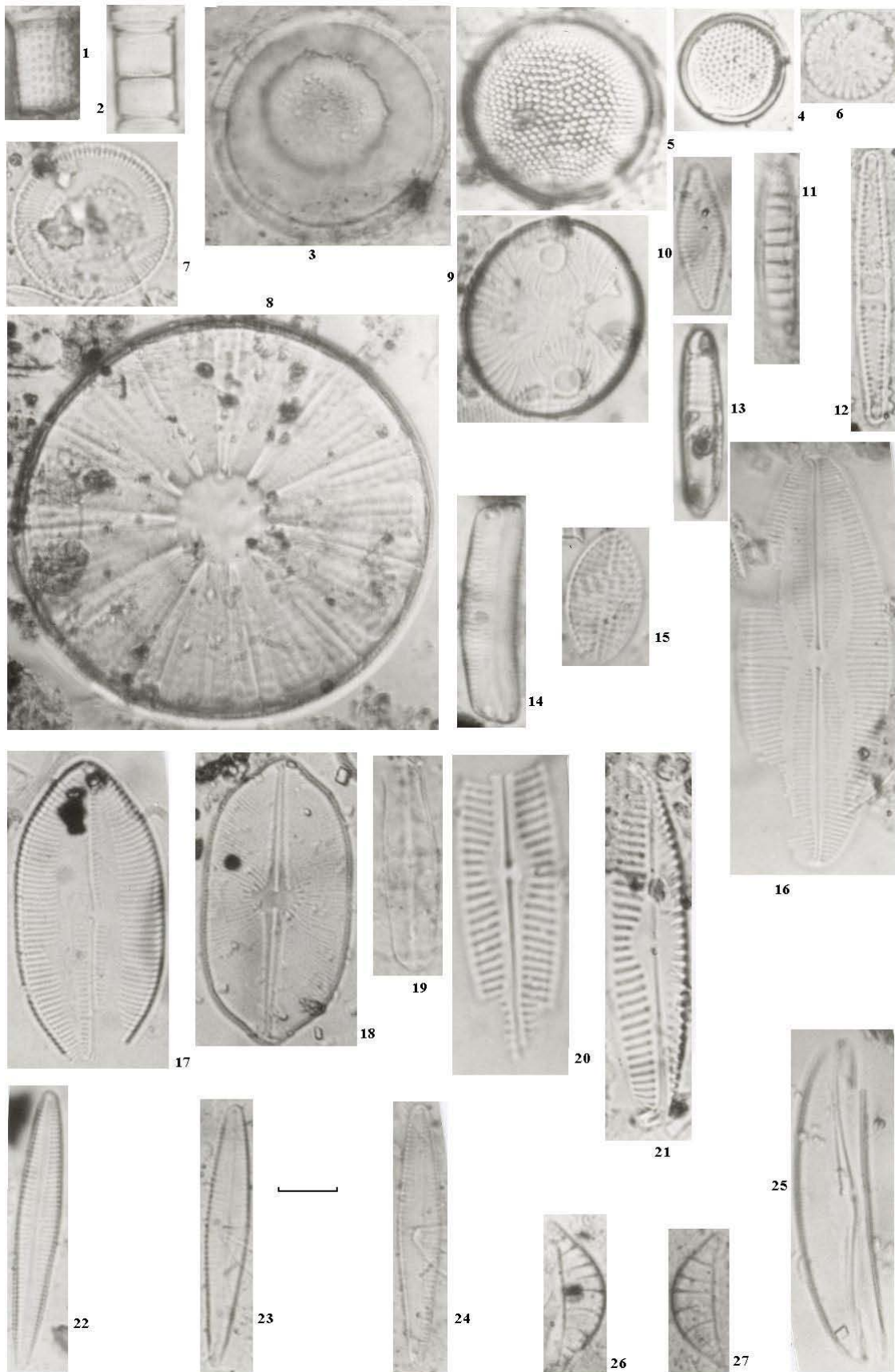


Planche II

- 1 : *Melosira granulata* (Mbawane 20).
- 2 -3 : *Melosira ambigua* (2 = Mbawane 40 ; 3 = Mbawane 20).
- 4 : *Melosira granulata* (Mbawane 370).
- 5 - 6 : *Paralia sulcata* (5 – 6 = Mbawane 530).
- 7 – 8 : *Cyclotella meneghiniana* (Mbawane 370).
- 9 : *Cyclotella striata* (Mbawane 570).
- 10 - 11 : *Thalassiosira oestrupii* (10 = Mbawane 570 ; 11 = Mbawane 350).
- 12 : *Coscinodiscus devisus* (Mbawane 370).
- 13 – 15 : *Coscinodiscus hungaricus* (13 – 14 = Mbawane 40 ; 15 = Mbawane 20).
- 16 : *Actinoptychus splendens* (Mbawane 370).
- 17 - 18 : *Actinoptychus senarius* (Mbawane 580).
- 9 – 20 : *Auliscus sculpus* (Mbawane 580).
- 21 : *Cerataulus smithii* (Mbawane 530).

Figures 1 – 15 ; 18 – 21 : Barre d'échelle = 10 μ m

Figures 17 - 18 : Barre d'échelle = 25 μ m

Planche II

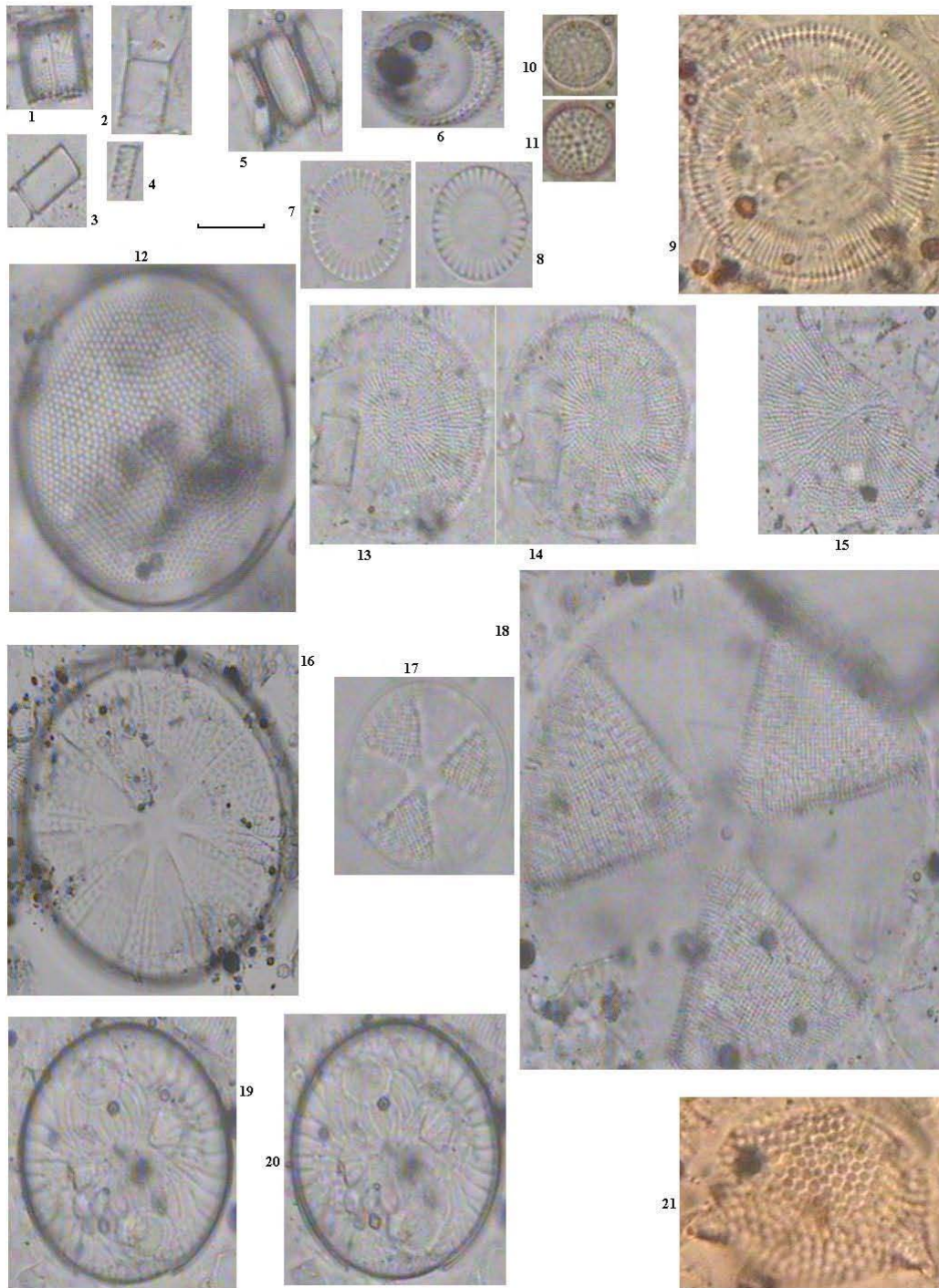


Planche III

- 1 - 2 : *Triceratium favius* var. *favius* (1-2 = Mbawane 580 ; 3 = Mbawane 370).
- 4 : *Fragilaria brevistriata* (Mbawane 40).
- 5 : *Fragilaria construens* (Mbawane 40).
- 6 – 7 : *Thalassionema nitzschioides* (Mbawane 530).
- 8 : *Fragilaria striatula* (Mbawane 530).
- 9 : *Synedra ulna* (Mbawane 20).
- 10 – 11 : *Eunotogramma marinum* (Mbawane 530).
- 12 : *Grammatophora oceanica* (Mbawane 580).
- 13 – 16 : *Opephora schwartzii* (13 – 14 = Mbawane 530 ; 15 – 16 = Mbawane 580).
- 17 – 19 : *Plagiogramma rhombicum* (17 = Mbawane 370 ; 18 – 19 = Mbawane 580).
- 20 : *Plagiogramma tenuistriatum* (Mbawane 580).
- 21 – 22 : *Eunotia pectinalis* (Mbawane 40).
- 23 – 24 : *Cocconeis debesii* var. *rufisquiana* (Mbawane 530).
- 25 – 27 : *Navicula abruptoides* (25 – 26 = Mbawane 370 ; 27 = Mbawane 580).

Barre d'échelle = 10 µm

Planche III

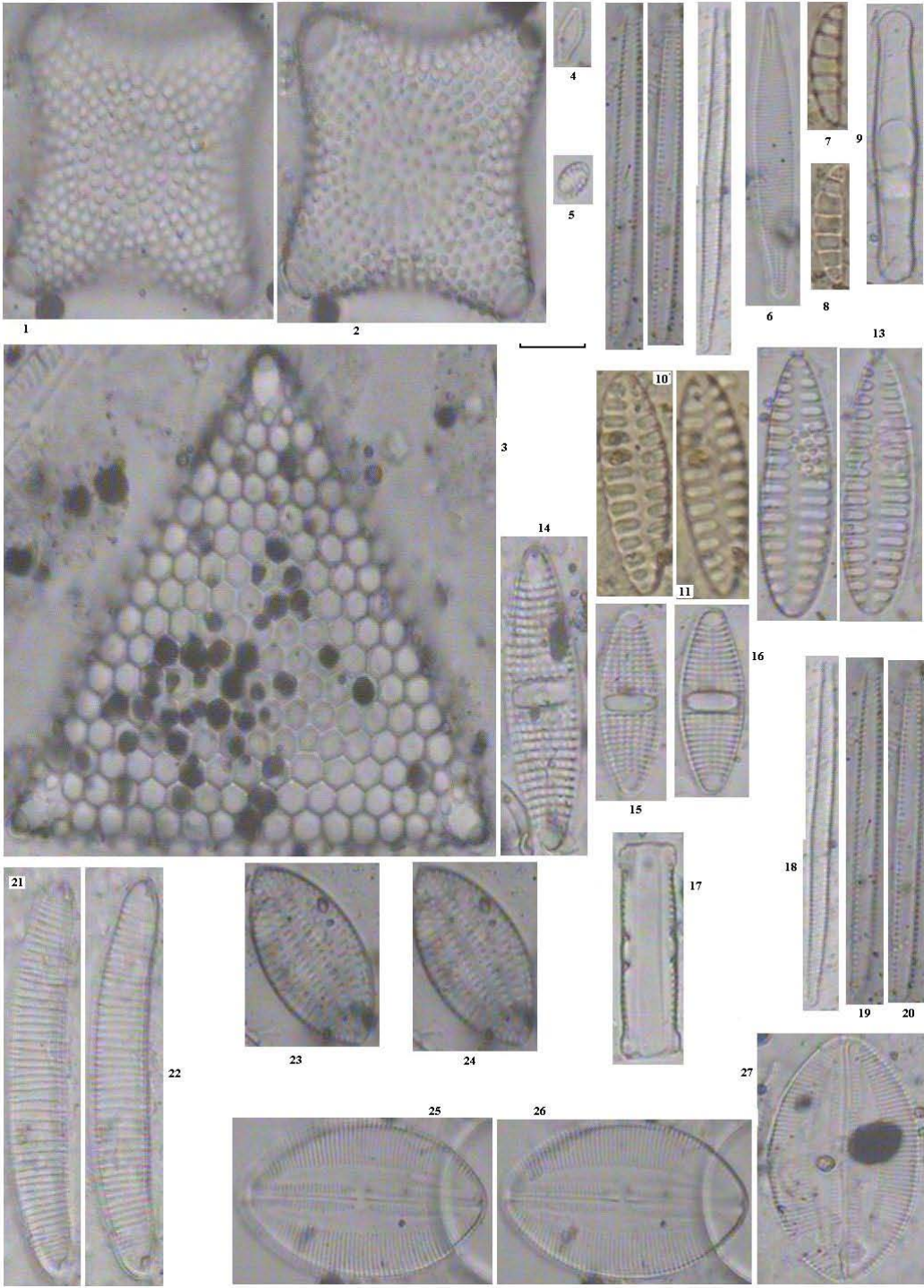


Planche IV

1-5 : *Navicula yarrensis* (Mbawane 530).

6 - 7 : *Diploneis bombus* (Mbawane 530).

8 : *Diploneis smithii* (Mbawane 580).

9 – 10 : *Diploneis weissflogi* (Mbawane 580).

11 – 12 : *Diploneis bombus* (Mbawane 530).

13 – 14 : *Diploneis graefi* (Mbawane 530).

15 - 16 : *Trachyneis aspera* (Mbawane 370).

17 – 18 : *Nitzschia punctata* (Mbawane 20).

19 – 20 : *Nitzschia scalaris* (Mbawane 40).

Barre d'échelle = 10 µm

Planche IV

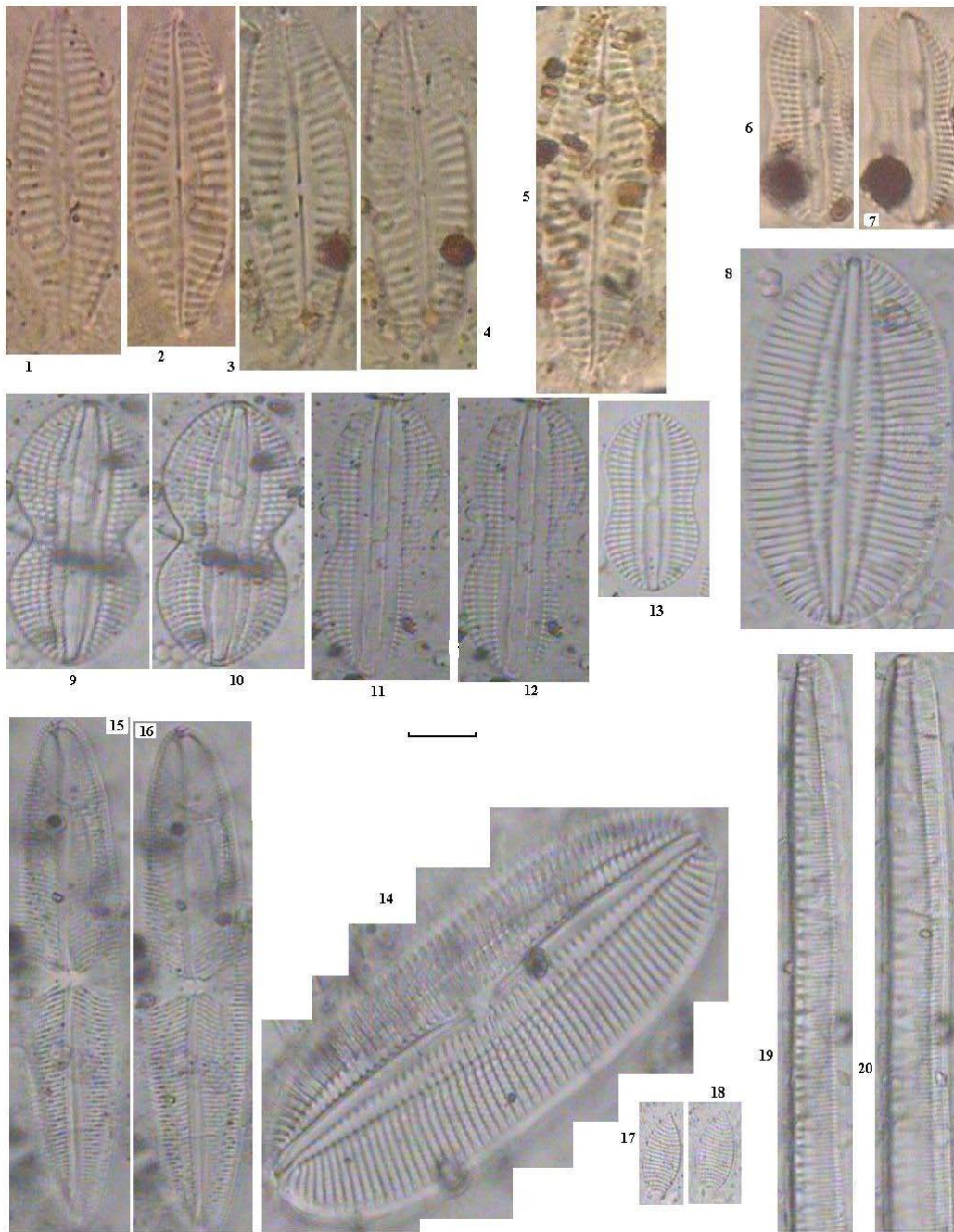


Planche V

1 : *Coscinodiscus janishii* (Mbawane 680)

2-3 : *Auliscus sculpus* (Mbawane 680)

4 : *Eunotogramma leave* Grun. (Mbawane 680)

5 : *Lyrella abruptoides* (Mbawane 950)

6-7 : *Amphora cingulata* (Mbawane 660)

8 : *Nitzschia scalaris* (Mbawane 660)

Barre d'échelle = 14 μ m

Planche V

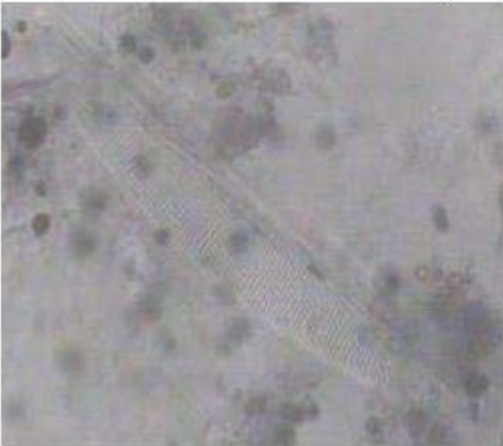


Planche VI

1 – 4 : *Triceracium favius* (Mbawane 720)

Barre d'échelle = 20 μm

Planche VI

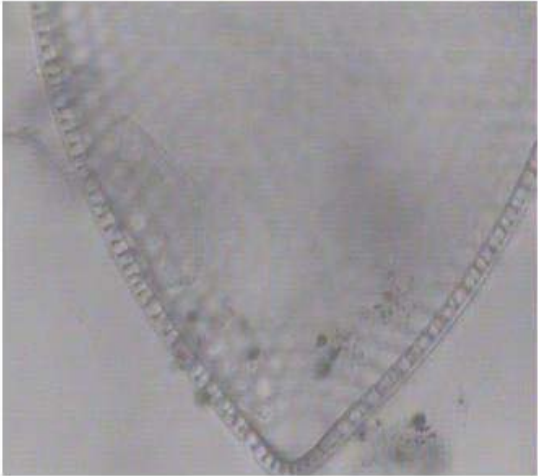
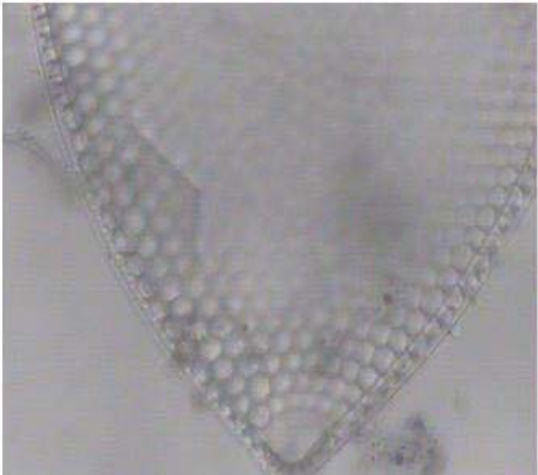
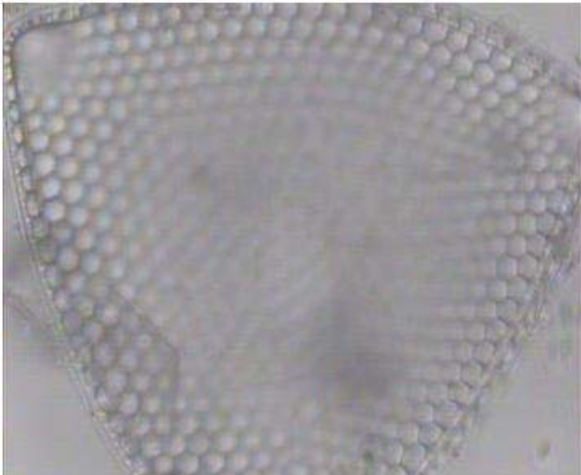


Planche VII

1 : *Paralia sulcata* (Tanma 630)

2 : *Cyclotella striata* (Tanma 920)

3 : *Thalassiosira eccentrica* (Tanma 730)

4 : *Actinocyclus normanii* (Tanma 730)

5-6 : *Stephanopyxis turris* (Tanma 620)

Figure 1 : barre d'échelle = 8 μm

Figure 2 : barre d'échelle = 10 μm

Figures 3, 4, 5, 6 : barre d'échelle = 20 μm

Planche VII

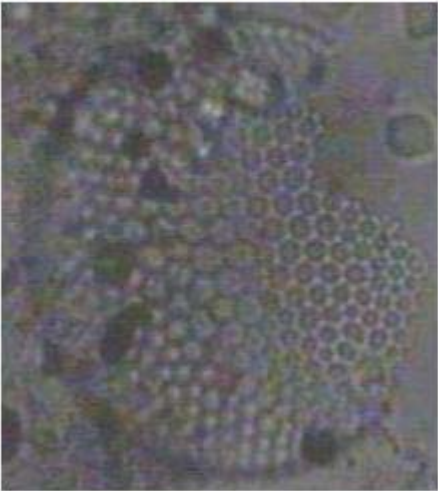
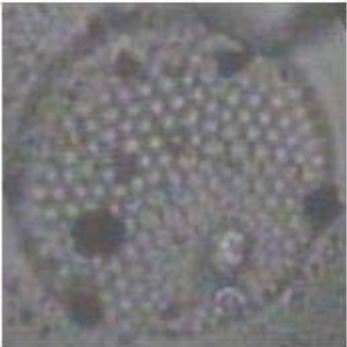
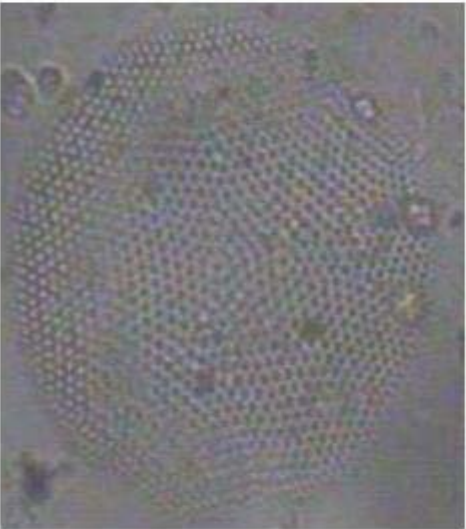
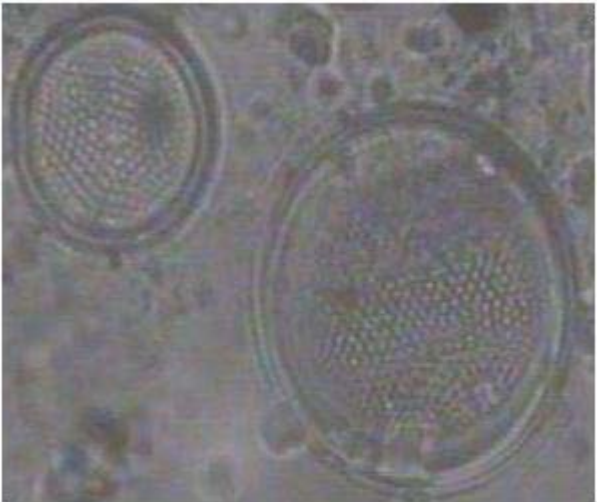
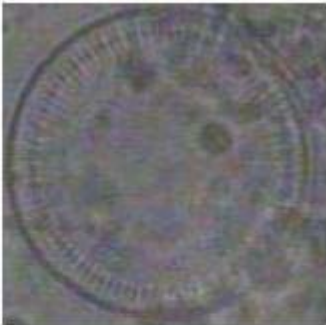


Planche VIII

- 1 : *Actinoptychus undulatus* (Tanma 660)
- 2 : *Actinoptychus undulatus* (Tanma 760)
- 3 : *Auliscus sculpus* (Tanma 710)
- 4 : *Terpsinoe americana* (Tanma 630)
- 5 : *Terpsinoe americana* (Tanma 650)
- 6 : *Synedra undulata* (Tanma 950)
- 7 : *Eunotogramma marinum* (Tanma 950)
- 8 : *Plagiogramma rhombicum* (Tanma 930)
- 9 : *Plagiogramma appendiculatum* (Tanma 950)
- 10 : *Cocconeis debesii* var. *rufisquiana* (Tanma 950)

Figure 1 : barre d'échelle = 5 μm

Figure 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 : barre d'échelle = 10 μm

Planche VIII

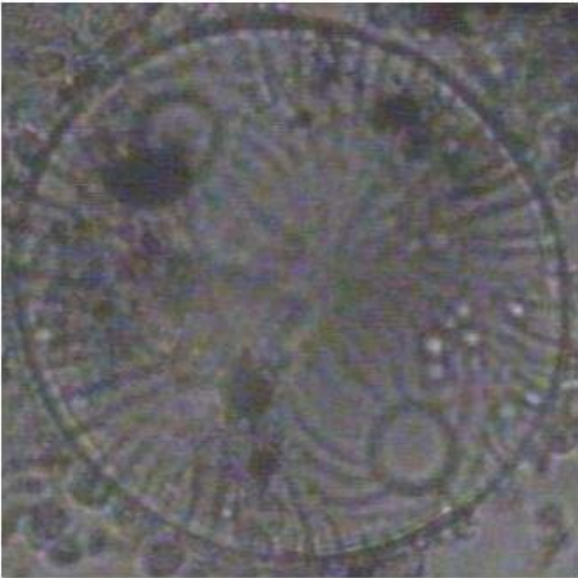
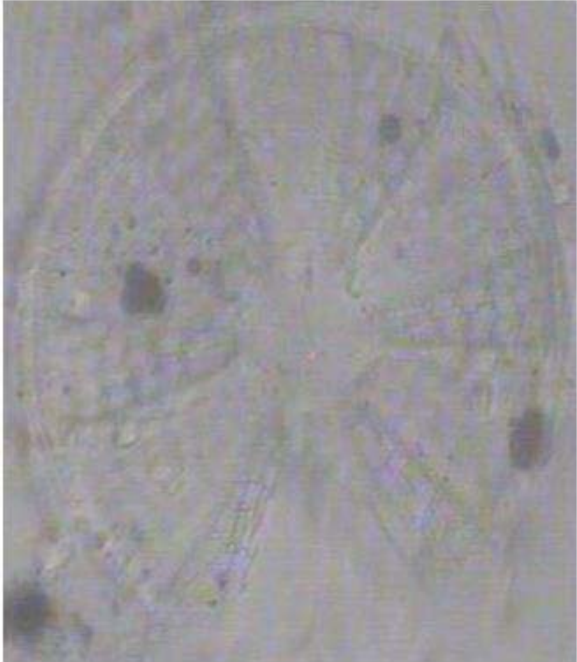


Planche IX

1 : *Lyrella abrupta* (Tanma 950)

2 : *Navicula humerosa* (Tanma 670)

3 : *Pinnunavis yarrensis* (Tanma 740)

4 : *Pinnunavis yarrensis* (Tanma 950)

5 : *Diploneis bombus* (Tanma 730)

6 : *Gomphonema gracile* (Tanma 720)

7 : *Gomphonema gracile* (Tanma 950)

8-9 : *Nitzschia longissima* (Tanma 950)

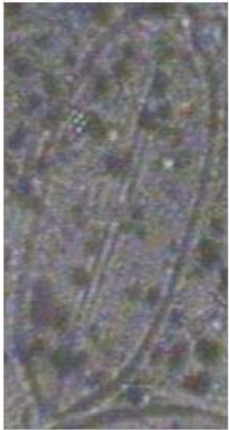
Figure 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 : barre d'échelle = 16 μm

Figure 8, 9 : barre d'échelle = 10 μm

Planche IX



1



2



3



4



6



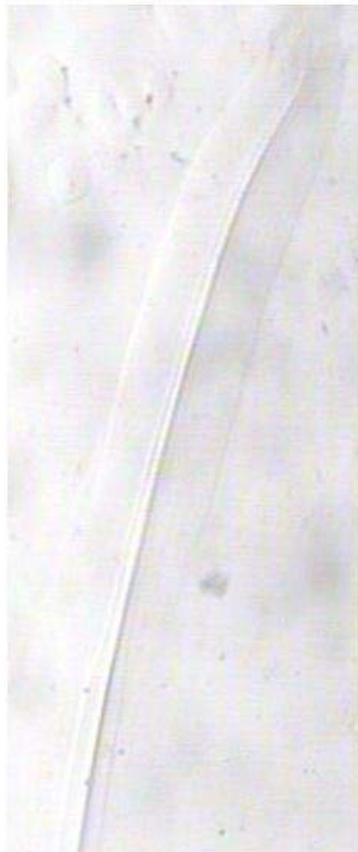
7



5



8



9

Planche X

1 : *Hyalodiscus punctatus* (Mbeubeuss 110)

2 : *Eunotia pectinalis* (Mbeubeuss 120)

3 : *Amphora* sp (Mbeubeuss 90)

4 : *Surirella* sp (Mbeubeuss 120)

Barre d'échelle = 10 μ m

Planche X

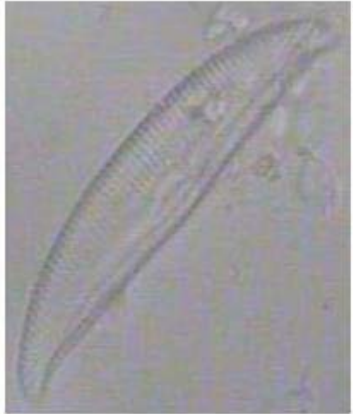


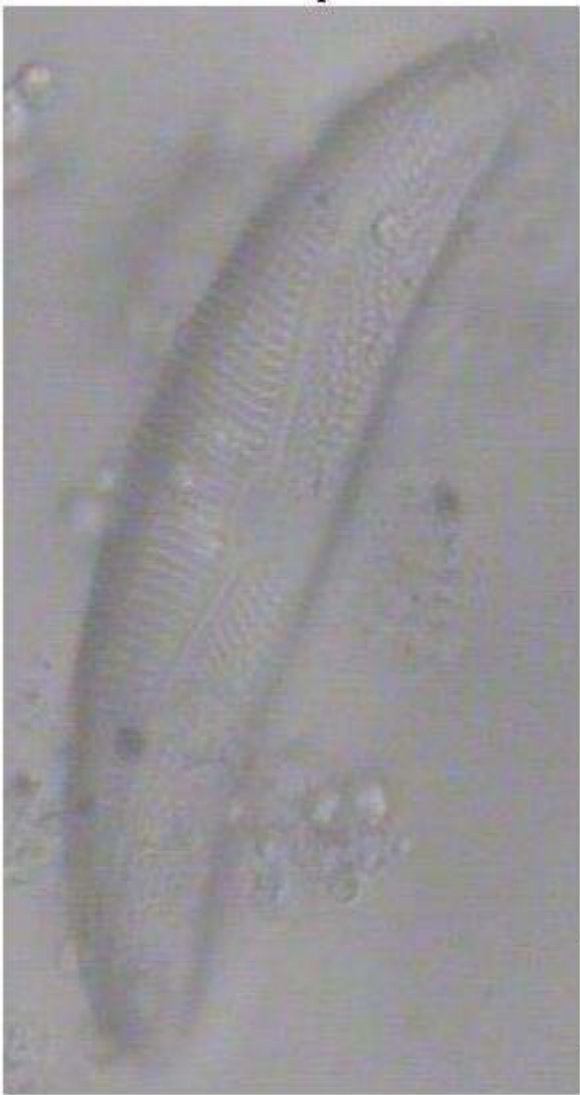
Planche XI

1 - 2 : *Amphora ostrearia* (Mbeubeuss 120)

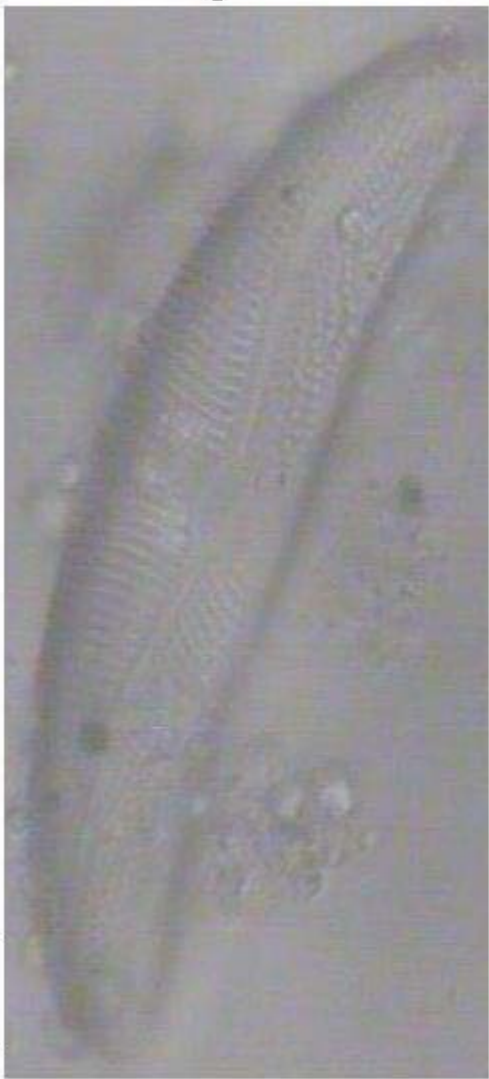
Barre d'échelle = 10 µm

Planche XI

1



2



Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle de Géosciences

OPTION : Environnements Sédimentaires

présenté par **Cheikh Abdoul Kader FOFANA**

Date de soutenance : le 11 Août 2007

Sujet : LES DIATOMÉES DU QUATÉNAIRE RÉCENT DES LACS DE LA PARTIE OCCIDENTALE DE LA GRANDE CÔTE DU SÉNÉGAL (MBAWANE, TANMA, MBEUBEUSS ET MALIKA) : INVENTAIRE FLORISTIQUE ET PALEOENVIRONNEMENT

Composition du jury :

Mme I. NIANG-DIOP	Maître de Conférence	UCAD -Dakar	Présidente
MM E. SOW	Maître de Conférence	UCAD -Dakar	Directeur/Rapp.
MM R. SARR	Maître de Conférence	UCAD -Dakar	Examineur
MM M. FALL	Maître de Conférence	UCAD -Dakar	Examineur
MM A. DIOP	Maître Assistant	UCAD -Dakar	Examineur

Résumé : L'étude du Quaternaire récent (Nouakchottien à Actuel) basée sur les microfossiles (diatomées en particulier) et la lithologie a été abordée dans quatre lacs temporaires de la partie occidentale de la Grande Côte du Sénégal : les lacs Mbawane, Tanma, Mbeubeuss et Malika.

Cette étude a permis d'inventorier un total de 150 espèces et variétés de diatomées appartenant à 56 genres. Parmi elles, 12 sont citées pour la première fois en Séné-Gambie. Les genres les plus représentés sont : *Nitzschia* (11 espèces), *Coscinodiscus* (10 espèces), *Amphora*, *Diploneis*, *Fragilaria* et *Lyrella* (7 espèces chacune).

Les quatre lacs étudiés ont subi au moins au début de leur formation des influences marines enregistrées par la microflore diatomique et/ou le contenu lithologique et faunistique. Ces influences marines sont mieux perceptibles au lac Mbawane où les résultats sur les différents indicateurs sont disponibles. Ainsi, le déplacement de la ligne de rivage à la hauteur du lac Mbawane correspond à une phase transgressive suivie d'une régression qui a occasionnée l'installation d'une lagune puis d'un lac permanent et saisonnier. Cette tendance transgressive aurait entraîné l'ouverture de la paléo-lagune Tanma signalée à partir de 610cm de profondeur par le contenu lithologique. Au niveau des lacs Mbeubeuss et Malika, la forte influence des sables dunaires d'une part et la pauvreté en diatomées d'autre part n'ont pas permis de détecter des signaux précis sur les variations du niveau de la mer.

Durant la période considérée le climat était chaud et sec dans l'ensemble, avec un déficit pluviométrique chronique durant les derniers siècles.

Mots clés : Diatomées, lithologie, coquilles, microfaune, quaternaire récent, lagune, lac, ligne de rivage.