

- A mes camarades de promotion, a la FST de l'Université de Nouakchott et FST de l'Université de Dakar, je ne regrette rien des années que j ai passées avec vous.

## SOMMAIRE

### AVANT-PROPOS

### RESUME

INTRODUCTION.....6

CHAPITRE I : Le milieu naturel des tourbières des Niayes.....7

I-1 - Localisation Géographique De La Zone Des Niayes Et Contexte Botanique.....7

I-2 - Cadre Géomorphologique.....9

I-3 - Cadre Pédologique.....11

A- Les sols Halomorphes.....11

B- Les sols hydromorphes.....11

I-4 - Contexte Géologique Local.....11

I-5 - La Tourbe.....12

I-6 - Evénements Paleoclimatiques et Paleohydrologiques Dans La Zone Des Niayes.....14

CHAPITRE II : Distribution Stratigraphique de la Composante Minérale dans les Tourbières des Niayes.....15

II-1 - Données Granulométriques sur la charge Minérale des Tourbières des Niayes.....15

A- Granulométrie des sables dunaires.....15

B- Granulométrie de la fraction minérale des tourbes.....16

C- Précisions fournies par les paramètres granulométriques.....18

D- Conclusions de l'étude Granulométrique.....20

II-2 -Données Morphoscopiques.....20

A- Principes et Méthodes.....20

B- Distribution Spatio-temporelle des caractères Morphoscopiques des Sondages.....22

C- Conclusions de l'étude Morphoscopique.....23

II-3 – La Fraction Argileuse.....23

A - Introduction.....23

B - Matériels Et Méthodes.....24

C - Conclusions de l'étude des Argiles.....26

CHAPITRE III : distribution stratigraphique de la matière organique végétale dans les tourbières des niayes.....28

III-1- Matériels et Méthodes D'étude.....28

A- Teneur en matière organique totale (MOT).....28

B- Teneur en fibres.....28

III-2 Répartition Stratigraphique De La MOT.....28

III-3- Répartition Stratigraphique du Taux de Fibres dans les Sondages de Mboro.....30

III-4 - Conclusion de l'étude de la Fraction Organique.....	30
CHAPITRE IV : Essai de Chimio-Stratigraphie des Tourbes a partir des Teneurs en $^{13}\text{C}$ ....	32
IV-1 – Matériels et Méthodes.....	32
IV-2 – Teneurs en $^{13}\text{C}$ dans le Sondage de Mboro.....	32
A - Analyse des variations Stratigraphiques des Teneurs en $^{13}\text{C}$ .....	32
B – Conclusions.....	34
CONCLUSIONS GENERALES.....	35
LISTE DES FIGURES.....	36
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	37

## Résumé

Les études granulométriques ont permis de différencier la charge minérale de "tourbes" en deux unités granulométriques (les vases silto-argileuses et vases silto-sableuses) qui ont été considérés comme des lithofaciès, et qui traduisent deux mécanismes de dépôts différents. En définitive, il apparaît que les dénominations « vases silto-sableuses » et « vases silto-argileuses » semblent bien fondées.

Cependant, l'examen des données morphoscopiques permet néanmoins de voir que la distribution temporelle de certains types morphoscopiques montrent des fluctuations suffisamment marquées susceptibles d'être prises en compte dans la définition des conditions de milieux qui ont régné au cours de la mise en place des dépôts. Par ailleurs, la variabilité spatiale observée semble montrer que, pour ce qui concerne les apports détritiques sableux, chaque site a connu sa propre évolution sédimentaire.

La distribution verticale des espèces minérales argileuses dans les sondages laisse apparaître des zonations caractéristiques qui semblent correspondre à la fluctuation des conditions hydro-climatiques qui règnent dans les sites.

L'étude de la distribution stratigraphique de la matière organique dans les sondages montre la variabilité des teneurs en MOT. Il semble cependant que le taux de fibres permet d'individualiser des coupures stratigraphiques plus fines.

L'étude de la variation temporelle des teneurs en  $^{13}\text{C}$  des tourbes a livré des corrélations relativement significatives entre les teneurs en  $^{13}\text{C}$  de la tourbe et les teneurs en quartz détritiques mats. Ces observations mettent en évidence la possibilité d'utiliser ces données chimiques pour définir des coupures stratigraphiques significatives dans les sédiments tourbeux des Niayes.

**Mots-clés :** tourbe, tourbière, humification, Niayes, Touba Ndiaye, Mboro, Amorphes, Illite, Chlorite, interstratifiés, Dunes, Interdunes, Lithofaciès, Chimio-stratigraphie

## INTRODUCTION

Les tourbières du littoral nord du Sénégal sont localisées dans les cuvettes interdunaires appelées Niayes entre  $14^{\circ}5'$  et  $16^{\circ}$  de latitude nord. Dans ces sites, se sont accumulés dès, au cours de l'Holocène, des sédiments continentaux constitués d'un mélange entre une composante organique autochtone, la tourbe et une composante minérale détritique essentiellement allochtone hérités des massifs dunaires environnants. Depuis leur découverte au début des années 80, ces sédiments dont les âges varient entre 12000 ans B.P. et le Subactuel ont été étudiés à partir de carottes de sondages prélevées dans des localités, pour la plupart, entre les localités de Mboro et Diogo (Fig.).

Les études sédimentologiques (Fall, 1986 ; Fall *et al.*, 1988, Fall *et al.* 1998), palynologiques (Lézine *et al.*, 1985, Lézine 1987 ; Diouf, 1991), et isotopiques (Fall *et al.* 1998) entreprises dans ces tourbières se sont fixées, pour l'essentiel, la reconstitution des environnements sédimentaires et botaniques qui se sont succédés dans ces sites au cours de l'Holocène. Les différentes approches méthodologiques utilisées par ces auteurs sont basées tantôt sur la fraction minérale uniquement, tantôt sur une partie de la fraction organique (les pollens) en tenant très peu compte de la fraction minérale. Dès lors, on peut naturellement concevoir que dans ce contexte sédimentaire particulier l'identification des unités lithologiques constitutives des dépôts doit, dans la mesure du possible, tenir compte de tous les composants figurés des sédiments et de leurs caractéristiques minéralogiques et chimiques.

Dans la présente étude, nous envisageons de réexaminer les différentes caractéristiques lithologiques, sédimentologiques, géochimiques des sédiments des tourbières des Niayes dans le but de définir dans ces dépôts des lithofaciès qui prennent en compte à la fois les discontinuités lithologiques, structurales et géochimiques mises en évidence dans ces sites.

Cette étude s'articule en 4 chapitres:

- ❖ **Chapitre 1 : LE MILIEU NATUREL DES TOURBIERES DES NIAYES**
- ❖ **Chapitre 2 : DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE DE LA COMPOSANTE MINERALE DANS LES TOURBIERES DES NIAYES**
- ❖ **Chapitre 3 : DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE DE LA MATIERE ORGANIQUE VEGETALE DANS LES TOURBIERES DES NIAYES**
- ❖ **Chapitre 4 : ESSAI DE CHIMIO-STRATIGRAPHIE DES TOURBES A PARTIR DES TENEURS EN  $^{13}\text{C}$**

## CHAPITRE I

### LE MILIEU NATUREL DES TOURBIERES DES NIAYES

---

\*\*\*\*\*

---

#### **I-1 - LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE DES NIAYES ET CONTEXTE BOTANIQUE**

Les tourbières des Niayes sont localisées dans les interdunes et les paleovallées du massif dunaire mis en place au cours de l'épisode aride de l'Ogolien le long du littoral Nord du Sénégal entre  $14^{\circ}$  et  $17^{\circ}$  de latitude Nord. Elle forme une bande de plus de 150km de long sur 10 à 15 km de large (fig. 1).

Les Niayes sont des formations phytogéographiques particulières, humides, rattachées au domaine sub-guinéen (Trochain, 1939 a, b) et préservées jusqu'à l'Actuel à la faveur d'une nappe phréatique sub-affleurante. La zone des Niayes s'étend en arrière des cordons littoraux dans les interdunes mises en place lors du dernier épisode aride anté-Holocène, l'Ogolien (Elouard et Faure, 1972), le long du littoral atlantique entre  $15$  et  $16^{\circ}$  de latitude Nord sur une largeur maximale de 17 km. Ce domaine est caractérisé par un climat sub-canarien. Les températures sont fraîches avec de faibles amplitudes, l'humidité est constante et la pluviosité faible (Leroux, 1986).

La saison des pluies dure quatre mois, de juillet à octobre, la saison sèche huit mois. Calculée sur 19 ans, la moyenne annuelle des précipitations de la station la plus proche de Thiaye est de 505 mm, avec des variations interannuelles allant de 274 à 819 mm. Un gradient N-S fait passer la moyenne annuelle de 414 mm à Dakar à 298 mm à Saint-Louis.

La végétation des Niayes est caractérisée par la présence *d'Elaeis guinéensis* associé à de nombreuses espèces à affinité guinéenne et soudano-guinéenne, telles que *Phoenix senegalensis*, *Syzygium guinéensis*, *Alchornea cordvolia*, *Anthostema senegalense*, *Macaranga heudelotii*, *Dialium guinéense*, *Cassia podocarpa*, associées aux Combretaceae, Moraceae... (Raynal, 1963).

Par ses composantes humides, la végétation des Niayes tranche avec le caractère xérophile de celle des régions intérieures situées aux mêmes latitudes qui appartiennent aux domaines sahélien et soudano-sahélien à *Acacia seyal*, *Commiphora africana*, *Balanites aegyptiaca* dominants. Elle présente un caractère azonal par rapport aux régions plus continentales.

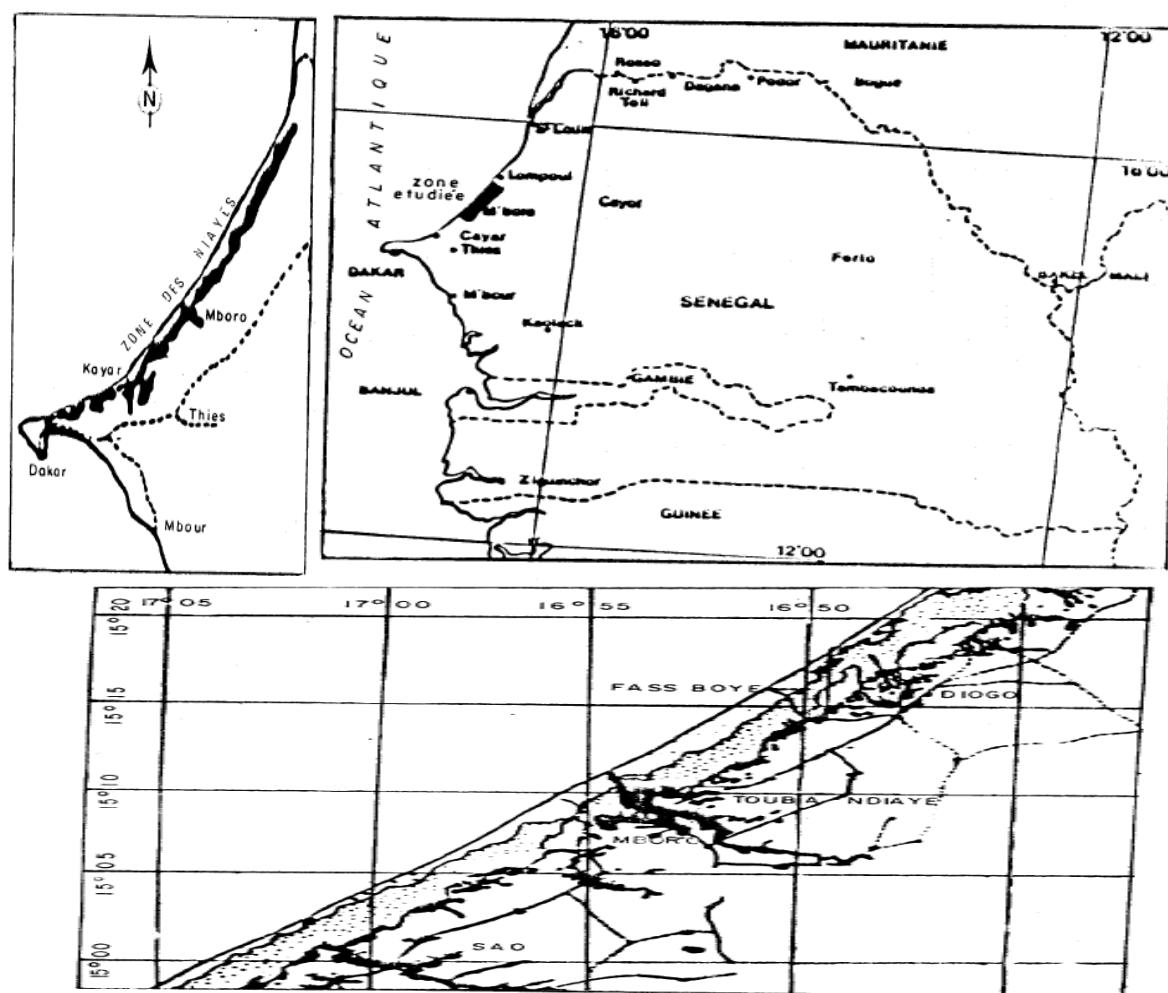


Figure : 1 localisation géographique de la zone des Niayes.  
(D'après Fall, 1986)

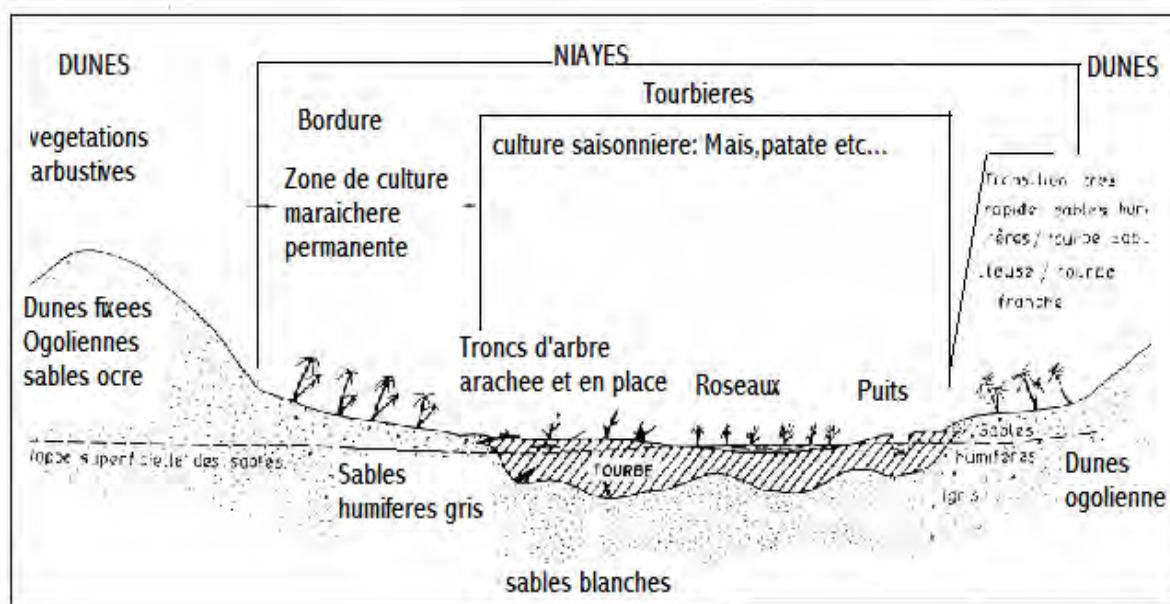
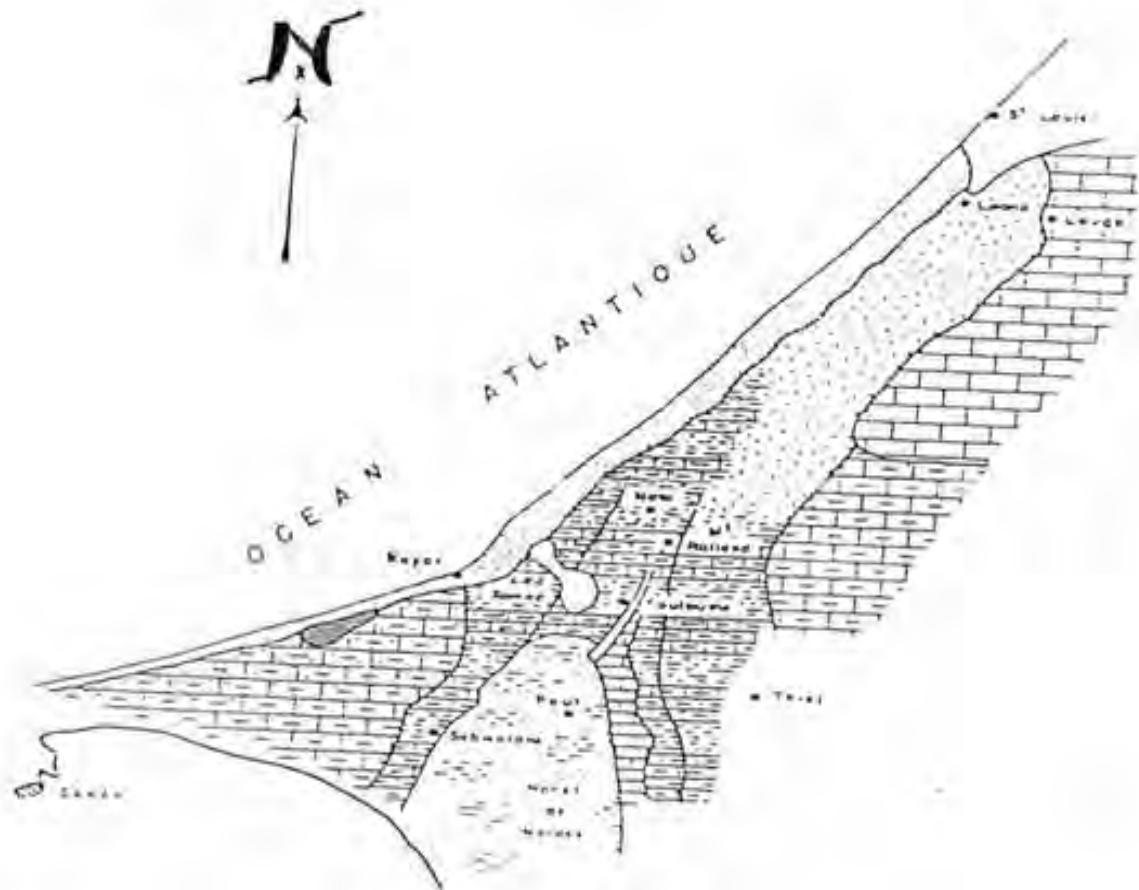


Figure : 2 Coupe schématique d'une Niaye

## I-2 - CADRE GEOMORPHOLOGIQUE

Le cadre géomorphologique est constitué par le massif des sables Dunaires Quaternaire qui reposent sur un substratum Eocène Marno-calcaire. La zone des Niayes est caractérisée par la juxtaposition d'un ensemble de sables Dunaires distincts, d'Est en Ouest. Plusieurs systèmes Dunaires ont été individualisés dans le temps et dans l'espace :

- Les dunes Internes ou dunes rouges fixées ogoliennes : d'âge Ogolien, elles ont une direction NE-SW. A une dizaine de kilomètres de la côte, l'altitude moyenne au dessus du niveau de la Mer varie entre 20 et 50 m.
- Les dunes semi-fixées et vives du cordon littoral : On regroupe sous cette dénomination, toutes les formations Eoliennes Quaternaires récentes, c'est à dire post ogoliennes ce sont :
  - ✓ *Les dunes vives récentes* qui forment une bande de Dunes vives récentes, large de quelques centaines de mètres, de couleur blanche, borde la plage depuis l'embouchure du fleuve Sénégal jusqu'à Dakar.
  - ✓ *Les dunes jaunes semi-fixées* de type parabolique, s'étendent tout le long du littoral sur une largeur variant de 1 à 3 km. Ces Dunes atteignent 20 à 30m de haut.
  - ✓ *Les dunes jaunes ravivées* sont des Dunes jaunes semi-fixées par la végétation et qui actuellement ont tendance à être remaniées et reprises en Dunes vives. Elles s'élèvent parfois à plus de 30m et se situent surtout le long de la ligne de chevauchement des Niayes et des cordons de dunes rouges



## LEGENDES

- |  |  |
|--|--|
|  | Dunes rescentes<br>vives et semifixées               |
|  | Dunes rouges   |
|  | Luthetien moyen et<br>supérieur calcaire             |
|  | Luthetien inférieur marnes<br>et marno-calcaires     |
|  | Eocen ypressien calcaires,<br>marnes marno-calcaires |
|  | Paleocene calcaires                                  |
|  | Maastrichtien sables argileux                        |

Figure : 3 contextes géologiques de la zone des Niayes

### I-3 – CADRE PEDOLOGIQUE

Les sols évoluent sous l'influence du climat, de la végétation et du réseau hydrographique. La genèse des sols des Niayes est très étroitement liée aux fluctuations de la nappe phréatique.

Les sols de la zone de MBoro ont fait l'objet de plusieurs études, (Pereira Barreto, 1962 ; Ndiaye, 2004). Généralement, ces sols appartiennent à la classe des sols halomorphes ou à la classe des sols hydromorphes.

D'autres classes sont également représentées : les sols minéraux bruts ou sols jeunes peu évolués du cordon littoral et les sols ferrugineux Tropicaux peu ou pas lessivés appelés sols diors qui se sont développées sur les cordons dunaires qui cernes les Niayes.

#### A- Les sols Halomorphes

Dont la genèse est étroitement liée à la présence des sels sodiques et Magnésiens principalement sous forme de chlorures et de sulfates. Dans les zones où dominent les sols halomorphes, le phénomène de salinités apparaissent par taches plus ou moins étendues. Pour la plupart, la salure est due à une évaporation intense pendant la saison sèche qui provoque en surface une très forte condensation en sel (Ndiaye, 2004).

#### B- Les sols hydromorphes

Qui occupent les dépressions interdunes et évoluent sous l'influence de la nappe phréatique, plus ou moins affleurant qui provoque un engorgement total ou partiel, permanent ou temporaire. En fonction du niveau de la nappe et de ses fluctuations, on passe progressivement des sables rouge où se sont développés des sols diors, aux sols semi-tourbeux plus ou moins inondés en permanence, au fond de la dépression.

### I-4 – CONTEXTE GEOLOGIQUE LOCAL

Le cadre géologique des tourbières est constitué par le massif des sables dunaires quaternaires qui reposent sur un substratum Eocène Marno-calcaire: (Fall, 1986). Les principaux événements paléogéographiques locaux sont liés aux variations du niveau de la mer du Pléistocène terminal au Subactuel.

- A l'Ogolien (20000-12000 ans BP), la régression amorcée à la fin de l'Inchirien se poursuit et le niveau de la mer atteindrait (-50m) vers 25000 ans BP et sans doute (-100m) à (-120m) vers 15000 ans BP. Le climat est très aride, et les alizés continentaux mettent en place des ensembles dunaires de direction NE (s'étend largement sur le continent et la plate-forme continental au cours de la régression).
- Au Tchadien (12000-7000 ans BP), le niveau de la mer remonte progressivement, et un climat très humide s'installe dont les conséquences sur l'environnement sont :
  - ✓ La formation des sols ferrugineux rouges sur les dunes Ogoliennes ;
  - ✓ L'installation de réseaux hydrographiques et de lacs dans les interdunes ;

- ✓ L'installation d'une végétation d'affinité Guinéenne autour des lacs interdunes (HEBRARD 1978 ; MEDUS et al. 1981) ; etc....
- Durant le Subactuel et l'Actuel le processus éolien entraîne la réactivation des sables dunaires qui tendent à ensevelir les dépressions des Niayes.

## I-5 – LA TOURBE

La tourbe est un dépôt d'origine organique végétale, essentiellement, formée, au cours de l'époque Quaternaire en milieu aquatique dans des sites appelés tourbières. La tourbe se développe par accumulation des végétaux dans les dépressions.

La masse végétale morte en profondeur subit à l'abri de l'air sous une faible couverture d'eau, en milieu réducteur et aérobie, une dégradation lente biochimique appelée humification.

Dans son environnement naturel la tourbe contient 80 à 90% d'eau, le reste étant constitué de matières végétales et de matières minérales. Ces matières minérales constituent ce qu'on appelle les cendres. La densité humide de la tourbe est voisine de l'unité et sa teneur en carbone est de l'ordre de 50 à 60% sur sec.

Une coupe au niveau d'une tourbière montre que les tourbières d'eau douce des Niayes sont de type basses ou en cuvettes. Ce sont également des tourbières Ligneuses de par les végétaux qui ont participé à leur contribution et les vestiges de forêt tropical qui les entourent. (fig. 2)

La tourbe des Niayes est en moyenne bien humifiée mais contient beaucoup de sable. Cette bonne humification serait liée autant au caractère ligneux du végétal d'origine qu'au degré d'évolution biochimique.

De par son degré d'évolution très avancé, la tourbe des Niayes se rapproche plus d'un lignite que des tourbes classiques européennes. En effet la différence provient du fait que pour les tourbes Européennes, les végétaux d'origine sont les mousses alors qu'on trouve des reliques de végétaux ligneux dans les tourbes des Niayes. (Mayanga, 1987). Diop (2001) a utilisé les indices géochimiques O/C (indice de maturation) et H/C (indice d'aromaticité) pour déterminer la place des tourbes de Niayes dans la lignée de combustibles solides (Fig.4).

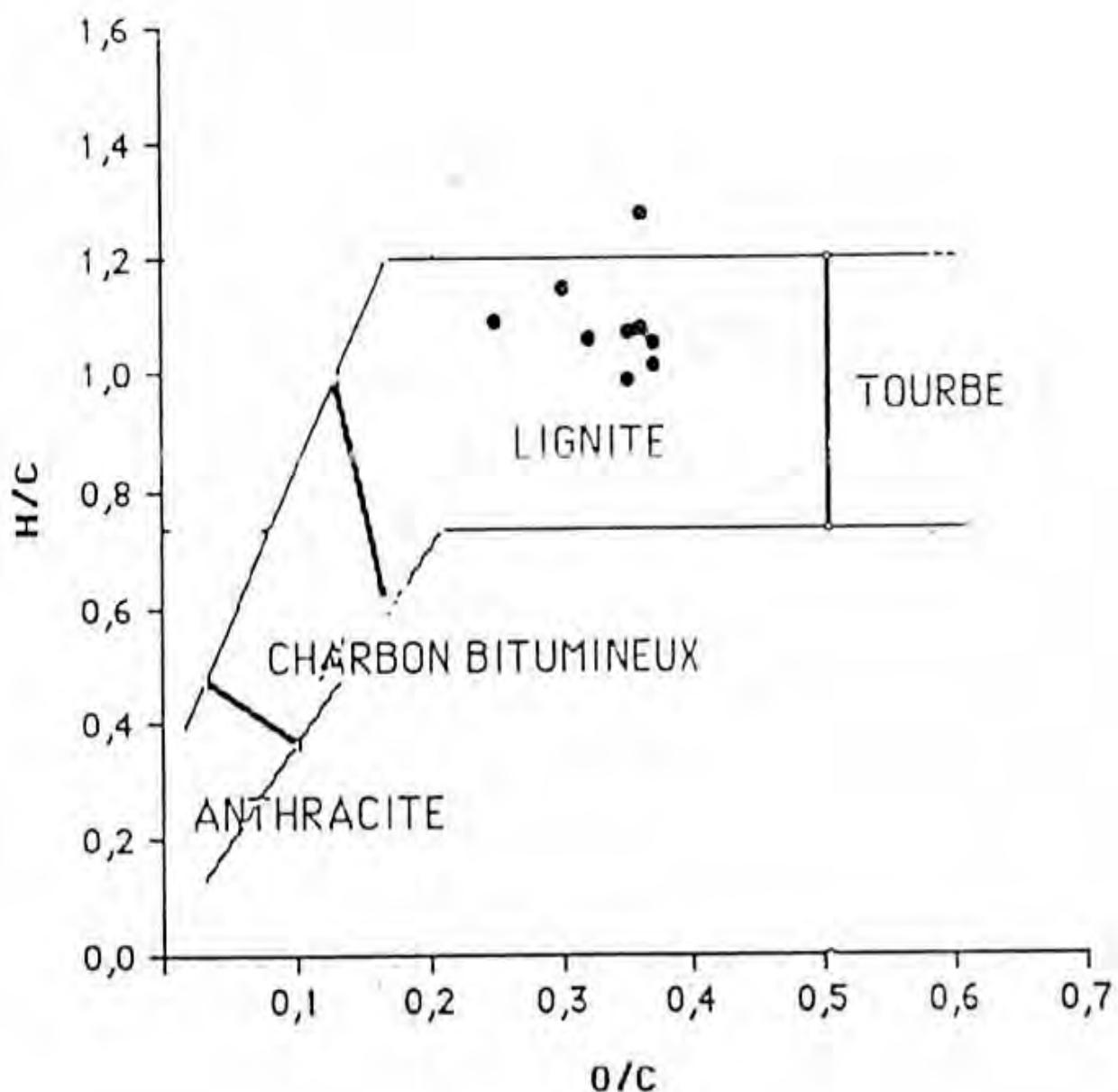


Fig.4 Diagramme de HUC : répartition des tourbes des Niayes

## I-6 – EVENEMENTS PALEOCLIMATIQUES ET PALEOHYDROLOGIQUES DANS LA ZONE DES NIAYES

Les tourbières des Niayes se sont formées au cours de l'holocène. Au cours de cette période du Quaternaire récent on note plusieurs types de variations (Saos et Fall, 1986)

- Variations paleohydrologiques : remontées et oscillation de la nappe phréatique due à la pluviométrie et à une remontée du niveau de base de mer ;
- Variation du couvert végétal ;
- Variation du régime climatique : apport éolien.

Les variations du couvert végétal ne sont aucun doute en lien avec les variations hydrologiques.

A travers les travaux de Saos et Fall (1986), Fall et Nongonierma, (1997), Fall et al, (1998), Fall et al, sous press) on retiendra le scénario paleoclimatique et paleohydrologique suivant :

- Entre 6500 ans BP et 5500 ans BP, l'environnement est semi-aride plus ou moins favorable au développement des cypéracées
- Entre 5500 et 4500 ans BP nous avons un épisode sec exceptionnellement souligné par les teneurs en  $^{13}\text{C}$  de la tourbe. Ceci coïncide avec la régression de la flore Guinéenne et Soudanienne
- Autours de 3500 ans BP on note un épisode humide relativement bien marqué. Nous assistons à une inondation des cuvettes entraînant l'expansion des espèces Soudano-guinéennes et la disparition des cypéracées.

Après cette phase humide fini l'Holocène, l'environnement devient de plus en plus aride. Il y'a tendance à l'assèchement des aires de sédimentation et l'installation des conditions semi-aride comparables à celle actuelles.

## CHAPITRE II

### DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE DE LA COMPOSANTE MINERALE DANS LES TOURBIERES DES NIAYES

\*\*\*\*\*

Les sédiments des tourbières des Niayes constituent un mélange entre composante organique autochtone d'origine végétale, la tourbe et une composante minérale d'origine détritique essentiellement allochtone. Il s'agit de sable, de silt et d'argiles.

La nature, l'importance quantitative et la distribution dans l'espace et dans le temps de cette fraction détritique offrent la possibilité de définir des lithofaciès essentiellement basés sur cette fraction, sans référence de la fraction organique

#### **II-1 - DONNEES GRANULOMETRIQUES SUR LA CHARGE MINERALE DES TOURBIERES DES NIAYES**

##### **A-Granulométrie des sables dunaires**

Nous résumons ici les caractéristiques granulométriques des sables des différents systèmes dunaires du littoral telles qu'elles ressortent des travaux de plusieurs auteurs (QUENUM, 1969 ; LASSALE, 1970 ; SALL *et al.* 1978, SALL, 1982) et des résultats obtenus avec des prélèvements de subsurface faits dans le secteur de Mboro (*in* M.FALL, 1986).

- Les analyses granulométriques ont portées sur la fraction grossière supérieure à 50 $\mu\text{m}$  décalcifiée et tamisée entre 800 $\mu\text{m}$  et 50 $\mu\text{m}$ .
- La fraction silteuse et argileuse (fraction inférieure à 50 $\mu\text{m}$ ) sont analysées par sédigraphies, la méthode permet de mesurée les fractions jusqu'au tour de 0,1 $\mu\text{m}$ . Les courbes granulométriques totales sont représentées sur des diagrammes semi-logarithmiques (figure 5)

Les courbes granulométriques ont été obtenues a partir des courbes semi-logarithmique de la fraction > 50 $\mu\text{m}$  et des courbes microgranulométriques obtenue au Sédigraphe. L'agencement des deux types de courbes est faite en tenant compte des pourcentages de particules > 50 $\mu\text{m}$  et des particules < 50 $\mu\text{m}$  mesurés pour chaque échantillon

- Les courbes cumulatives des sables des dunes ogoliennes, des dunes jaunes, des dunes blanches côtières et de l'estran, montrent un assez bon classement des grains (voir figures 5). Les sédiments ont un mode principal situé entre 200 et 250 $\mu\text{m}$ . Les différents paramètres texturaux (Mz,  $\sigma$ , SK, K) ne permettent pas de différencier de façon significative les différents ensembles dunaires.
- Les échantillons prélevés sur les bordures des tourbières montrent un affinement de la taille du grain moyen qui passe de 1,8 à 2,5  $\phi$  (fig. ci dessous). Ces sables se distinguent aussi des sables des dunes par leur propreté : ils sont entièrement débarrassés des enrobages ferrugineux.

## **B-Granulométrie de la fraction minérale des tourbes**

### ➤ La fraction sableuse des tourbes (Fig.5)

Dans chaque sondage, les échantillons analysés sont prélevés dans les niveaux suffisamment sableux susceptibles de fournir une quantité de sables suffisante pour obtenir une granulométrie convenable. La longueur de carotte échantillonnée varie de 10 cm, pour les niveaux à taux de sables élevés, à 25 cm pour les niveaux moins sableux. Les courbes cumulatives semi-logarithmiques se répartissent en plusieurs types.

#### a) Courbes unimodales

##### ✓ Courbes sigmoïdes

Ce sont des courbes unimodales correspondant à des sables fins ( $Mz$  compris entre 2 et 3  $\varphi$ ) moyennement bien classés ( $G$  compris entre 0, 56 et 0, 61).

##### ✓ Les courbes hyperboliques

Elles sont unimodales correspondant globalement à des sables très fins moyennement classés.

### ➤ La fraction silto-argileuse

Les courbes micro-granulométriques de la fraction silto-argileuse des tourbes se répartissent en plusieurs types.

#### a) Courbes unimodales

##### ✓ les courbes paraboliques

Elles correspondent à des sédiments à dominante silteuse. La fraction argileuse représente 10 à 25 %. Selon RIVIERE (1977), ce type de granofaciès correspond à des dépôts de courant par excès de charge.(in M.FALL,1986)

##### ✓ les courbes hyperboliques, ces courbes sont globalement hyperboliques et traduisent une décantation dans un milieu calme.

Les sédiments renferment :

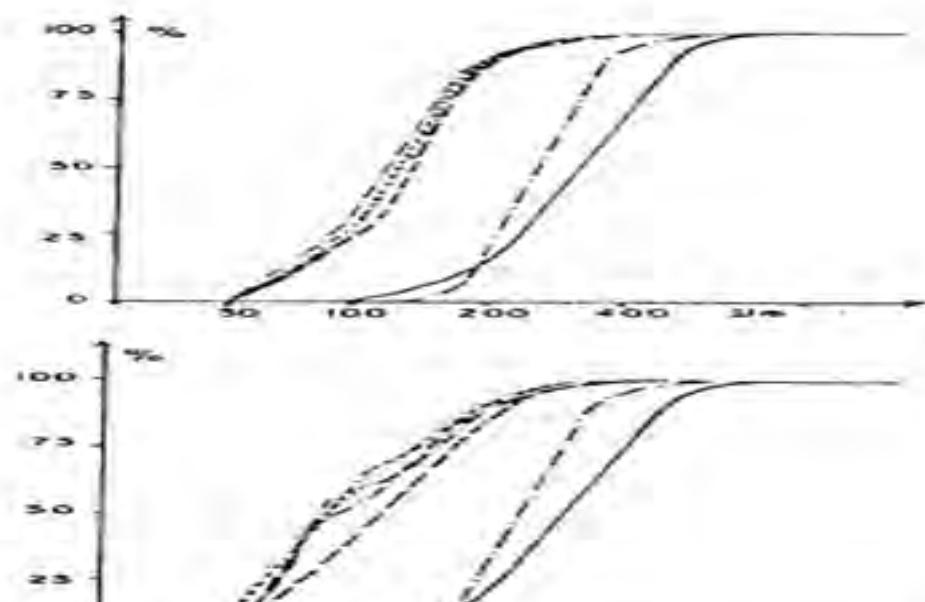
- 40 à 50 % de silt fin à très fin
- 50 à 60 % d'argile.

✓ Les courbes logarithmiques elles sont globalement rectilignes ou subrectilignes. Les sédiments à dominante silteuse avec 30 à 45 % d'argile et correspondent à des dépôts par excès de charge.

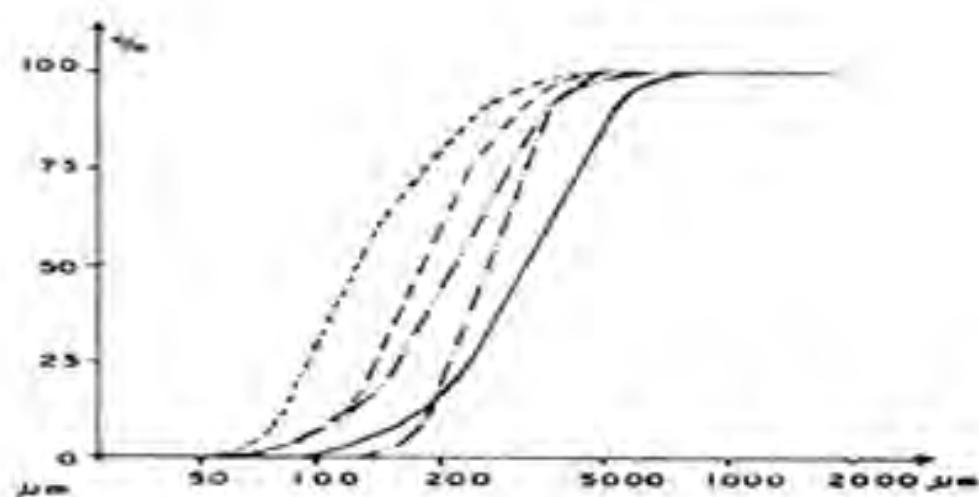
### Etude des courbes cumulatives

A titre comparatif, l'examen des courbes granulométriques de sondages Mboro D, Mboro K et Touba Ndiaye nous amène à tirer une certaine remarque.

- Les deux sondages de Mboro ont une certaine particularité qui est une "ségrégation" entre une fraction minérale plus ou moins fine et une autre relativement plus grossière dont les caractéristiques granulométriques se rapprochent de celles de sables des dunes environnantes. C'est ce faciès granulométrique qui a été intitulé « vase silto-sableuse » par Fall (1986).
- Pour le sondage de Touba Ndiaye, la fraction minérale présente très peu de "ségrégation". On note plutôt que la charge minérale apparaît comme un mélange de types granulométrique allant des sables moyens aux sables très fins. C'est ce faciès granulométrique qui a été intitulé « vase silto-argileuses» par Fall (1986).



sondage de Mbôro



Sondage de Touba Ndiaye

Figure 5 Granulométrie des sables dunaires et de la charge sableuse des sédiments

En conclusion apparemment les distributions granulométriques représentées sur les courbes cumulatives ne semblent pas introduire une ségrégation suffisamment caractéristique pour définir le lithofaciès

### **C - Précisions fournies par les paramètres granulométriques**

Donc on peut calculer certains paramètres texturaux de FOLK et WARD qui sont calculer dans l'optique de caractériser les environnements sédimentaire des tourbières :

L'étude du diagramme de  $Q_1$ ,  $Md$ ,  $M_3$  nous montre une certaine particularité, on voit nettement la "ségrégation" des sédiments. Cette distribution contraste nettement avec celle du matériel des dunes environnantes qui sont formées de sables grossiers à moyens dépourvus de silts et d'argiles.

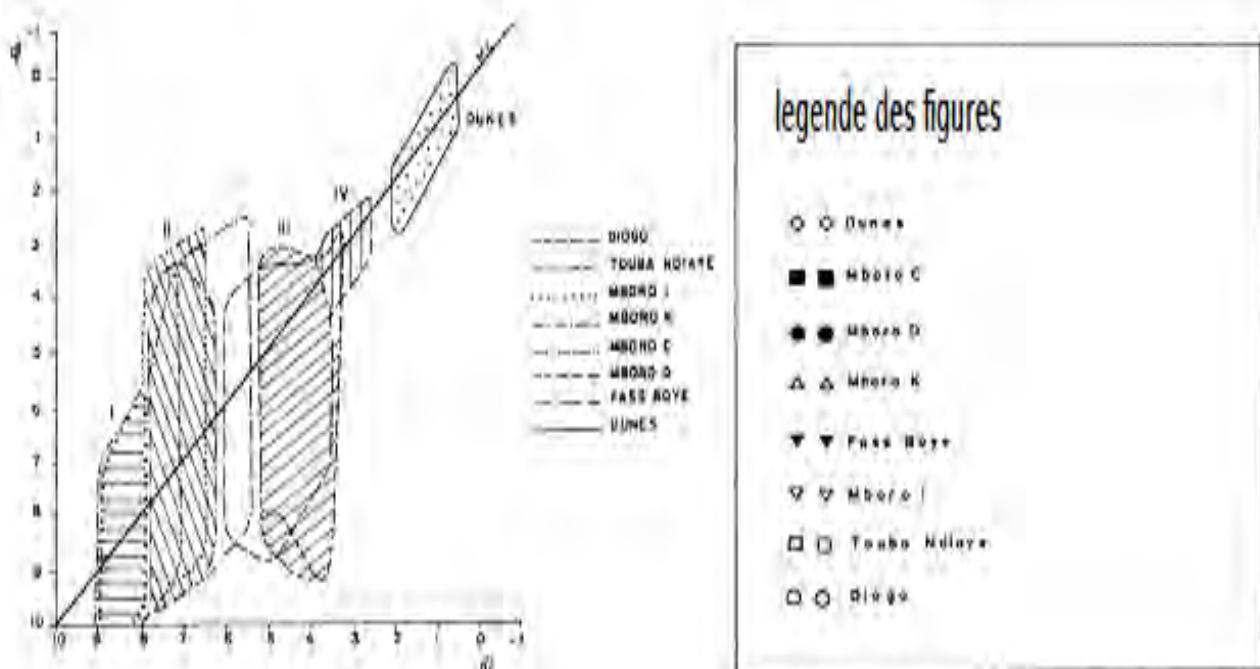
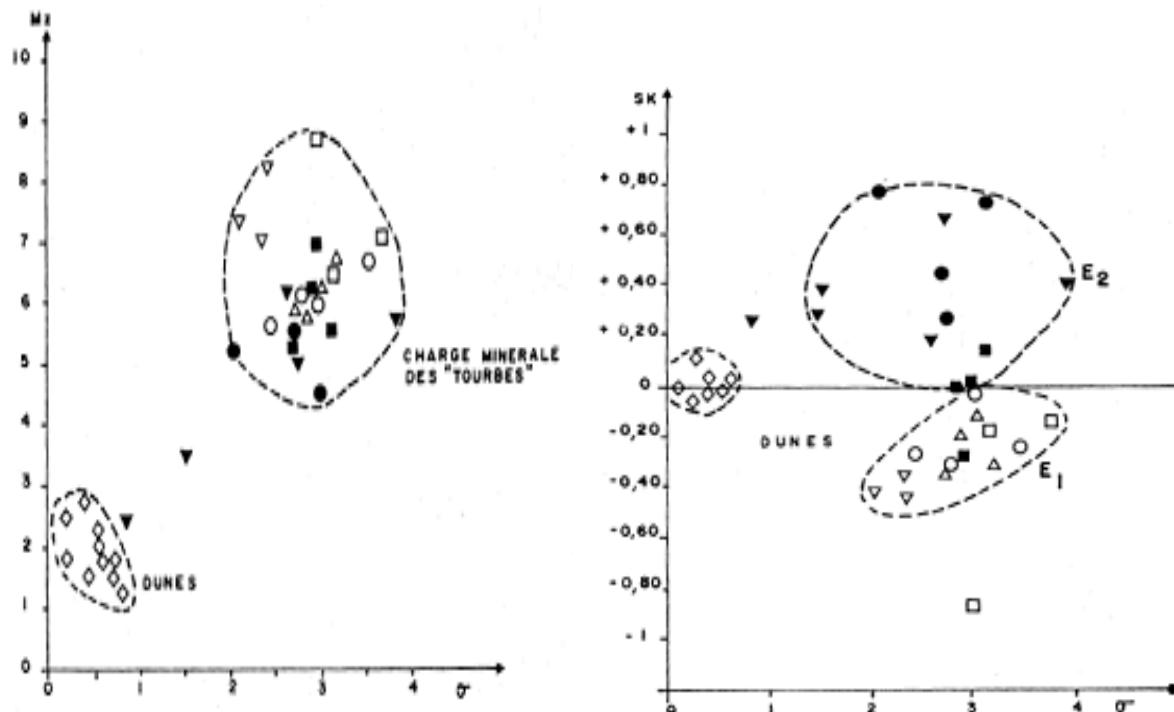
L'asymétrie **Sk** et la moyenne **Mz**, calculées d'après les formules de FOLK et WARD (1957), différencient nettement les vases silto-sableuses des vases silto-argileuses (Fig. 7b).

L'asymétrie positive du matériel silto-sableux et négative du matériel silto-argileux peut être interprétée comme une surcharge de silt sur deux familles granulométriques différentes, l'une sableuse, l'autre argileuse. Le diagramme **Q1-Md-Q3** (Fig.6) montre très clairement l'asymétrie des deux distributions granulométriques due aux valeurs très élevées de **Q3** pour la première famille, et **Q1** pour la deuxième.

La composante sableuse la plus grossière des vases silto-sableuses, presque symétrique et apparemment proche du matériel dunaire, accuse cette surcharge, en présentant un écart important (5 à 6φ) entre le diamètre **Q3** et celui correspondant à l'extrémité de la distribution (**Q99**), d'où mauvais classement observé pour ce faciès.

La participation du matériel dunaire à la sédimentation s'est accrue sensiblement au cours du dépôt des sédiments récents (vases silto-sableuses et tourbes), vraisemblablement en relation avec des remaniements du système dunaire au cours de la formation des tourbières.

La fraction silteuse, étrangère à ce milieu et à son environnement proche se serait déposée par décantation, et se serait intégrée à la fraction sableuse ou à la fraction argileuse Fall *et al*, (1988).

Fig.6 Diagramme  $Q_1, Md, M_3$ FIG. 7 a) Diagramme  $Mz/\delta$ b) Diagramme  $Sk/\delta$

## D - CONCLUSIONS DE L'ETUDE GRANULOMETRIQUE

En se référant aux analyses des courbes et paramètres granulométriques, il apparaît que les dénominations « vases silto-sableuses » et « vases silto-argileuses » semblent bien fondées. Cependant, si pour la composante minérale de ces lithofaciès les caractéristiques granulométrique sont bien précisées, il n'en est pas de même pour la fraction organique qualifiée de vase. Pour cette dernière on ne dispose jusque là d'aucune précision quantitative ou qualitative. Par ailleurs, ces « lithofaciès » ne sont applicables que dans les couches de tourbes où la fraction minérale est quantitativement appréciable. Par conséquent, les dépôts à dominante fibreuse, c'est-à-dire les tourbes, ne sont pas prises en compte dans cette définition des faciès.

### **II-2 DONNEES MORPHOSCOPIQUES**

#### **A – PRINCIPES ET METHODES**

Les analyses morphoscopiques s'appuient sur les travaux de CAYEUX et TRICART (1959) qui ont défini les principaux types de grains de quartz correspondant à des environnements différents (*in M. FALL, 1986*) :

- Les non-usés (NU), quartz au contour anguleux, caractéristiques des arènes de désagrégation, des dépôts de glaciers, de rivières, cavités, de petites plages et de petites dunes ;
- Les émoussé-luisants (EL), quartz au contour émoussé ou arrondi qui ont subi une usure aquatique au cours d'un long transport fluvial ou bien au cours d'un brassage mécanique dans une plage de haute énergie ;
- les Ronds-mats(RM), quartz au contour émoussé ou rond ; la surface du grain est dépolie et porte de minuscules traces de choc, conséquences d'une longue usure par chocs dans l'air, sous l'effet du vent. Dans chacune de ces catégories nous avons distingué les ronds et les irréguliers.

Les observations ont porté sur 3 fractions granulométriques :

- grains moyens à grossiers ( $>315\mu\text{m}$ )
- grains moyens à fins (315-200 $\mu\text{m}$ )
- grains fins (200- 125 $\mu\text{m}$ )

Seules les fractions renfermant suffisamment de grains pour permettre un comptage statistique satisfaisant ont été étudiées (M.FALL, 1986).

Morphoscopie du quartz : légende des figures

R.M.= grain rond-mat I.M. = grain irrégulier-mat R.L.= grain rond-luisant

I.L. = grain irrégulier-luisant

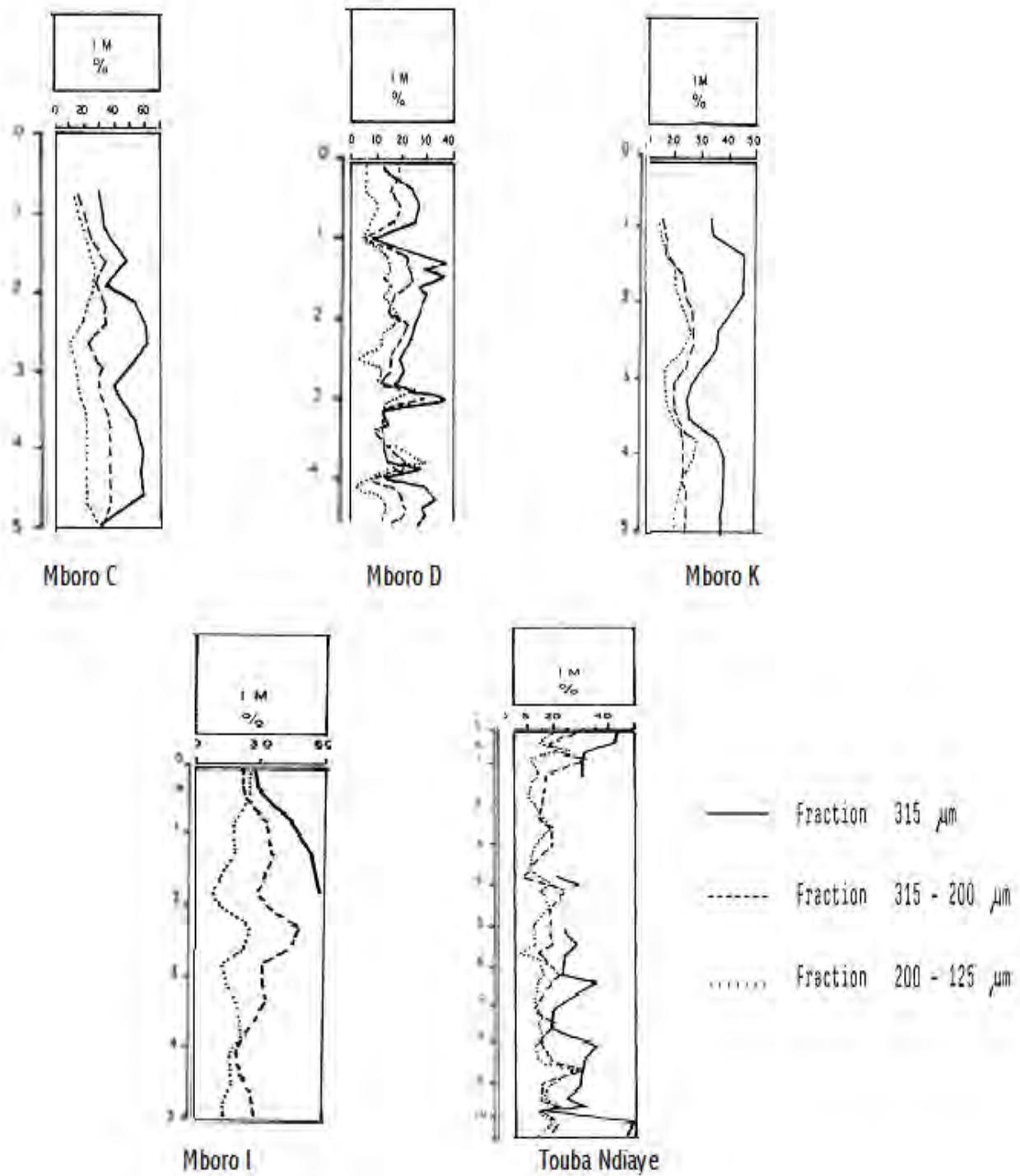


Fig. 8 Synthèses et analyses morphoscopiques des différents sondages de Mboro et Touba Ndiaye

## B – DISTRIBUTION SPATIO-TEMPORELLE DES CARACTERES MORPHOSCOPIQUES DES SONDAGES

L’analyse porte sur les sondages de secteur de Mbora et de Touba Ndiaye. (Fig. x à y) On note que le spectre des grains  $>315\mu$  n’est pas continu dans tous les sondages. Il apparaît cependant que c’est cette fraction qui montre les fluctuations les suffisamment amples.

L’absence de la fraction grossière de Rond-mats dans certains niveaux stratigraphique signifierait des changements dans les régimes hydrodynamiques et aérodynamiques du pourtour des tourbières. En effet comme le pensent Fall *et al* (in press) la fraction de RM est essentiellement issue du vannage aquatique ou éolien des bordures des tourbières. Par conséquent, une réduction ou un arrêt de ces phénomènes signifie des conditions environnementales relativement humides et des pourtours relativement boisés.

A l’opposé, une augmentation des teneurs en IM signifie un vannage aquatique ou éolien accru des pourtours des tourbières asséchés et moins boisés.

- ✓ Dans le sondage de Mbora C (Fig.8) : Le pourcentage de IM ( $> 315\mu\text{m}$ ) augmente au fur et à mesure qu’on va en profondeur, cependant, on note deux épisodes de déclin mais de courte durée localisés entre 2 et 3m de profondeur.
- ✓ Dans le sondage de Mbora D (Fig.8) : Le pourcentage de IM ( $> 315\mu\text{m}$ ) augmente de la surface à la profondeur de 1,5 m avec un bref déclin très marqué autour de 1m. Le pic survenu autour de 1m de profondeur peut être assimilé à une période d’apport important de sédiments grossiers provenant de stations sources situées sans doute près de la tourbière. Au-delà, la pollution grossière s’atténue progressivement avec la profondeur puis réapparaît vers le bas du sondage marqué par un second pic à 3m de profondeur. La dernière récurrence grossière au bas du sondage pourrait être liée à la proximité du substratum dunaire.
- ✓ Dans le sondage de Mbora K, l’analyse des IM montre des tendances qui nous permettent de le subdiviser en 3 zones :
  - La première partie: De 1 à 2,5m, qui est représentée par un taux élevé de ces grains à diamètre  $> 315\mu\text{m}$  qui va jusqu’à presque 45%.
  - La deuxième partie : De 2,5 à 3,5m est représenté par un très faible taux de sédiments qui va jusqu’à presque 20% ;
  - La troisième partie : est représentée en pourcentage de sédiments qui va jusqu’à 35% des IM.

En étudiant ces 3 parties on peut dire que la deuxième partie est dite à une période d’absence d’apport sédimentaire et la première partie, en surface peut être dite en période de forte apport sédimentaire ou bien ce sondage se trouve dans une zone de dunes environnant favorisant une forte pollution sédimentaire.

- Dans le sondage de Mboro I et Touba Ndiaye : On note une augmentation du taux de ( $IM > 315\mu m$ ) de la surface à la profondeur, jusqu'à 1,5m du bas et au-delà de cette profondeur on remarque l'absence de cette fraction dans les niveaux stratigraphiques inférieur dans Mboro I, tandis que pour Touba Ndiaye cette fraction réapparaît au-delà de 5m.

## C- CONCLUSIONS DE L'ETUDE MORPHOSCOPIQUE

Il apparaît que la distribution temporelle des  $IM > 315\mu m$  montre des fluctuations suffisamment marquées susceptibles d'être prises en compte dans la définition des conditions de milieux qui ont régné au cours de la mise en place des dépôts. Par ailleurs, la variabilité spatiale observée semble montrer que, pour ce qui concerne les apports détritiques sableux, chaque site a connu sa propre évolution sédimentaire.

### II-3 – LA FRACTION ARGILEUSE

#### A - INTRODUCTION

Les données que nous allons exposer sur la composante argileuse des tourbes des Niayes proviennent des travaux de Fall (1986) et Diouf (1991).

Selon Thorez (1989). La définition du mot argile peut associer trois notions :

- Une notion lithologique : tout matériau meuble ou altérite ou produit de la pédogenèse.
- Une notion granulométrique : toute fraction fine de taille généralement inférieure à  $2\mu m$ .
- Une notion minéralogique : tout matériau composé d'un mélange de débris très fins de quartz et de silicates ( $< 1 \text{ a } 2\mu m$ ), de phyllosilicates et de minéraux argileux (fraction  $< 2\mu m$ ), d'oxydes et ou d'hydroxydes (généralement de fer, Mn), de menus cristaux de carbonates ( $< 2\mu m$ ), des minéraux hautement solubles (sulfates, sels), de matière organique, de complexes organométalliques etc....

Or, le matériel siliceux qui constitue la charge minérale des tourbes est allochtone d'origine éolienne ou apporté par les mécanismes de vannage aquatique superficiels. On conçoit alors aisément qu'une partie des minéraux argileux, soit héritée des horizons pédologiques superficiels qui se sont formés sur les dunes environnantes.

Par ailleurs, dans les tourbières, la sédimentation argileuse serait naturellement influencée par les facteurs suivants :

- La matière organique dont l'évolution biochimique accroît l'acidité du milieu qui peut être alors plus ou moins compatible avec les conditions de genèse des minéraux ; En outre, la fraction végétale humifiée peut générer une fraction fine qu'il n'est toujours faciles de distinguer des vraies argiles

- La fluctuation de la nappe phréatique qui provoque un lessivage vertical et modifie le degré d'humidité des sédiments.
- Le régime hydrologique des aires de sédimentations qui peuvent évoluer en bassins ouverts communiquant avec un exutoire, ou bien en bassins fermés confinés ;
- Enfin la présence d'une microflore siliceuse (Diatomées) qui peut influencer la genèse de certaines catégories d'argiles telle que la kaolinite

## B - MATERIELS ET METHODES

L'identification de minérales argileuse phases Monominéral ou sous forme de mélanges variables en qualité et en quantité, est fournie par l'examen d'un jeu de trois diffractogrammes :

- ✓ Echantillon séché à l'air libre ou normal (N),
- ✓ Echantillon glycolé (EG) ;
- ✓ Echantillon chauffé à 500° (Q<sub>500</sub>).

Les déterminations se font sur des diffractogrammes d'échantillons préparés sous-forme d'agrégats orientés (lames orientées) obtenus par centrifugation, sédimentation différentielle et séchage sur plaque de verre. Ce mode de préparation préserve de renforcé même l'intensité des seuls réflexions 001.

Pour les espèces de minéraux simples et la règle peut être étendue aux interstratifiés on fait recours souvent à des post-traitements (saturation cationique au Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Li<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> sous forme de chlorures).

Au niveau de la distribution stratigraphique des assemblages de minéraux, certaines tendances se dessinent particulièrement bien dans les deux sondages, MB et TN qui permettent un découpage en zones superposées et se relayant ainsi :

- La kaolinite alterne avec l'hallyosite ; en d'autres termes, les deux minéraux se relayent mutuellement, les zones sans kaolinite étant caractérisées par la présence d'hallyosite ;
- Les maxima de kaolinite alternent avec ceux de l'hallyosite, tendance qui permet une liaison sous forme de cycle ;

Quantitativement, kaolinite et hallyosite sont moins abondants dans le sondage de Mboro que dans celui de Touba Ndiaye au point de vue des valeurs maximales atteintes respectivement par ces deux minéraux ;

Le relais de la kaolinite par l'hallyosite dans les deux sondages permet un découpage en zones : 6 dans TN, 7 dans MB ;

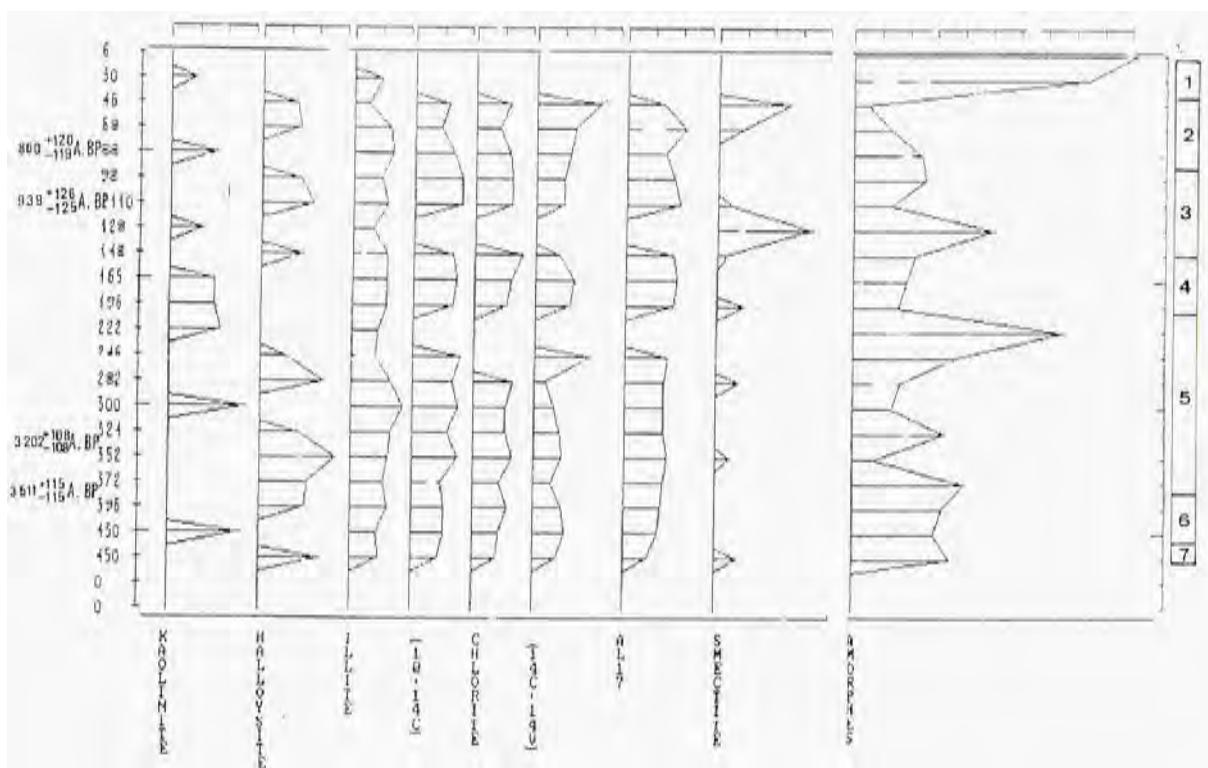


Figure-9 : Diagramme de variation des différentes composantes de la fraction argileuses à MBORO



Figure-10 : Diagramme de variation des différentes composantes de la fraction argileuse à TOUBA NDIAYE

## Interprétation du diagramme de variations des différentes composantes de la fraction argileuses à Touba Ndiaye

Ce sondage est subdivisé en 6 parties et qui sont numérotées de 1 à 6 d'après l'auteur.

L'étude comparative entre ces deux sondage Mboro et Touba ndiaye, avec Mboro nous amène à scinder le sondage de Touba ndiaye en deux grand niveaux majeurs. En tenant compte de la fluctuation maximale des fractions argileuses, les amorphes qui vont du premier niveau : c'est à dire de la surface du sondage jusqu' au niveau 4 il atteint leurs teneur maximale en cette zone et après on note un minima d'amorphes, du niveau 4 jusqu' à la zone 6 et ceci est noté par l'apparition maximale des argiles comme Illite, 10-14v, Chlorite et 14c-14v. Comme nous montre ces deux figures en dessous (fig.11).

- ✓ On note pour les amorphes un maximum de 27 à 710cm. La prédominance de ces matériaux dans les niveaux superficiels des tourbières serait liée à la proximité de la nappe affleurantes dans les interdunes. De la zone 4 au bas de la zone 5 le taux des amorphes diminuent ceci peut être expliqué par un passage d'une zone sèche et en plus on note une légère réapparition dans la zone 6.
- ✓ Pour les Illite, 10-14v, Chlorite et 14c-14v leurs taux augmentent dans la zone 4 au bas du sondage où les amorphes déclinent presque totalement, ceci peut être expliqué par le lessivage de ces minéraux au sommet du sondage par nappe affleurante.

## **C - CONCLUSIONS DE L'ETUDE DES ARGILES**

Nous venons de voir que la distribution verticale des espèces minérales argileuses dans les sondages laisse apparaître des zonations caractéristiques. C'est ainsi qu'on note que la forte présence des amorphes dans le sommet du sondage de Touba ndiaye peut être assimilée à une forte présence de la matière organique fraîches dans cette zone. Le bas du sondage, dans les niveaux où la matière organique est fortement humifiée on note le déclin des amorphes et la prédominance de l'Illite, la Chlorite et les interstratifiés : 14c-14v et 10-14v

Globalement, la distribution stratigraphique des minéraux d'argiles dans les tourbières de Niayes semble correspondre à la fluctuation des conditions hydro-climatiques qui règnent dans les sites. Les périodes humides correspondent à la prédominance des amorphes tandis que les périodes arides seraient marquées par l'apparition de types d'argiles à l'occurrence allochtones tels Illite et Chlorite et leurs interstratifiés.

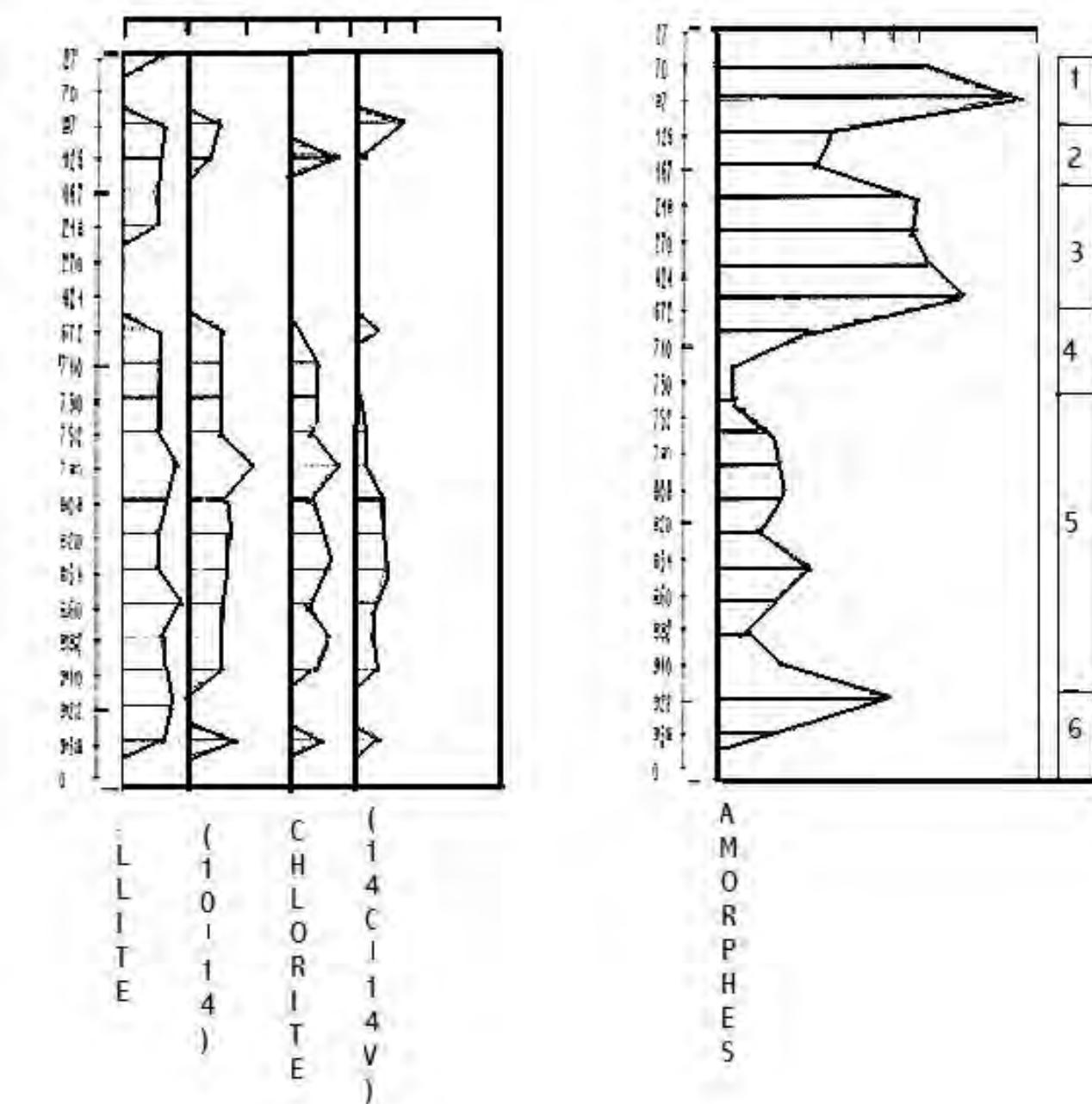


Fig.11 Synthèse et Interprétation du diagramme de variations la fraction argileuse a Touba Ndiaye

## CHAPITRE III

### DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE DE LA MATIERE ORGANIQUE VEGETALE DANS LES TOURBIERES DES NIAYES

\*\*\*\*\*

#### III-1 MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

##### A - Teneur en matière organique totale (MOT)

La teneur en MOT dans les tourbes a été déterminée, soit par oxydation totale avec de l'eau oxygénée, soit par combustion au four à 550°C. Dans les deux cas, le pourcentage de MOT par rapport au poids total de l'échantillon séché au préalable à l'étude à la température de 60°C.

##### B - Teneur en fibres

La matière organique fibreuse est extraite des échantillons humides à l'aide de la soude à 20% portée à l'ébullition pendant trente minutes. Ce procédé permet de dissoudre les substances humiques. Après refroidissement, on isole les fibres à l'aide de tamis de 200µm et 125µm. Les refus des deux tamis sont récupérés ensemble puis séchés à l'étuve à 105°C. Le pourcentage du poids sec de fibres par rapport au poids sec de l'échantillon constitue le taux de fibres. L'observation de l'aspect des fibres pendant le tamisage nous permettra par la suite de faire la distinction entre tourbe fibrique, mésique et humique.

#### III-2 REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DE LA MOT

L'examen de la répartition stratigraphique de la MOT dans le sondage de Touba Ndiaye qui a une profondeur de plus de 10 mètre permet de scindée le sondage en trois parties majeures :

- Zone 1 De 0 a 0,75 m où taux de MOT est faible (30 à 40%). Ceci est sans doute lié à une dégradation de la matière organique dans la partie superficielle de la tourbière soumise aux activités agricole de maraîchage.
- Zone 2 De 0,75 a 7 m de profondeur. Le taux de MOT est maximal, variant entre 80 et 90%. C'est ce niveau qui a été appelé « tourbe franche » (Fall, 1986).
- Zone 3 De 7 m au bas du sondage. Là, le taux de matière organique fluctue autour de 40%. C'est ce niveau qui a été appelé « vase silto-argileuse (Fall, 1986).

Il apparaît là que pour un même sondage, la dénomination des faciès rencontrés se fait tantôt en référence à la matière organique végétale, tantôt en référence à la nature et la granulométrie de la charge minérale. Or, le niveau supérieur du sondage renferme aussi une certaine charge minérale composée de sables, de silt et d'argiles (Fig.12). Cependant, celle-ci est quantitativement très faible par rapport à la matière végétale qui, dans les niveaux inférieurs du sondage ne représente plus que 40 à 50 % du poids des échantillons.

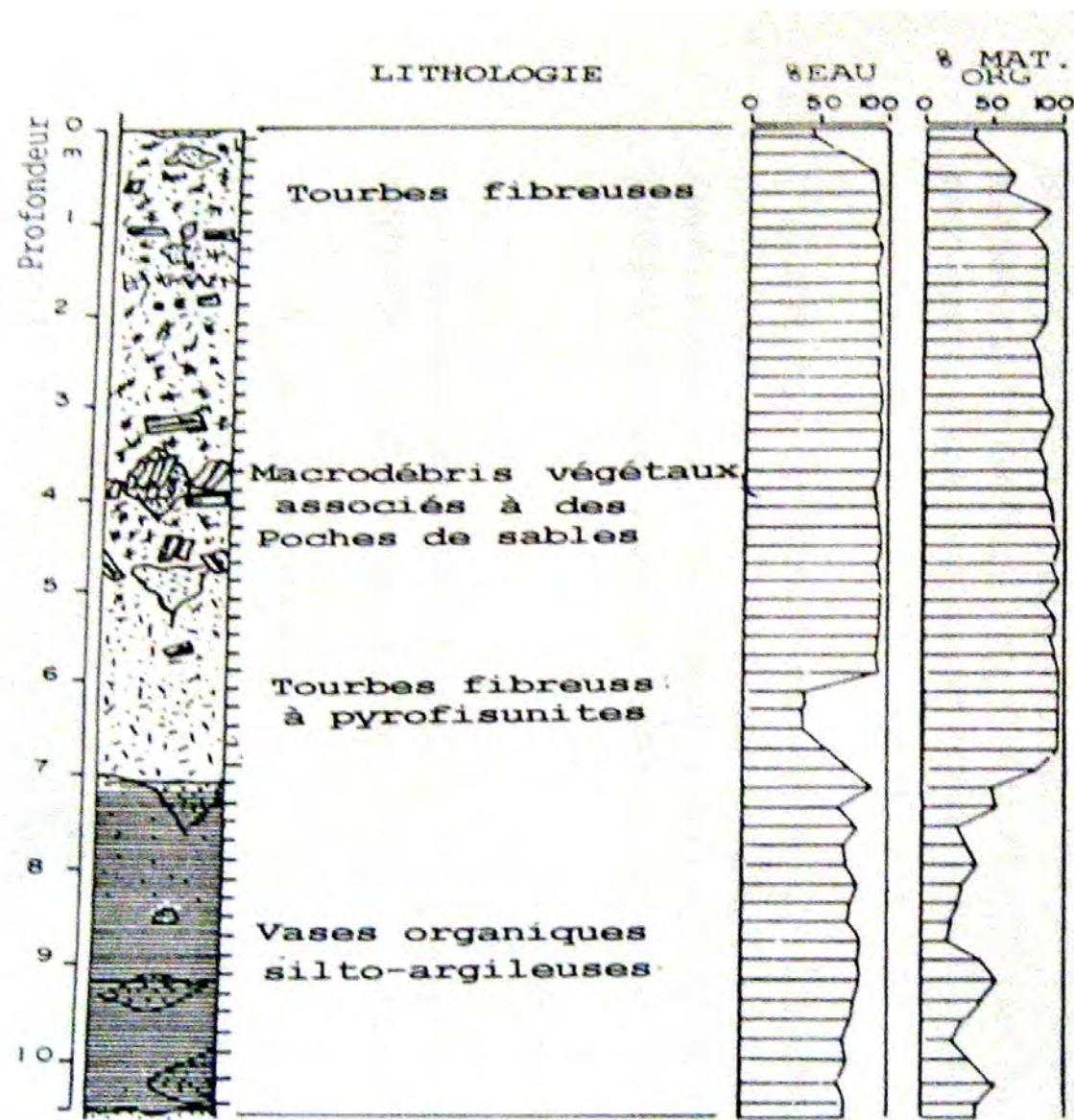


figure-12 Litho-stratigraphie et sédimentologie de la carotte de tourbes de Touba Ndiaye

### III-3 REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DU TAUX DE FIBRES DANS LES SONDAGES DE MBORO

Les teneurs en fibres ont été mesurées dans deux sondages réalisés dans une même tourbière, celle de Mboro (Mb2 et Mb4).

➤ Le sondage Mb2 (Fig.13)

La répartition verticale du taux de fibres permet de subdiviser le sondage en deux zones.

- Une zone supérieure, de 0 à 2,25 m, où la tourbe est fibreuse en dehors des 30 Cm supérieurs correspondant à la zone arable. Ce niveau répond à la définition de tourbes fibriques attribuée à ce type de faciès.
- Une zone inférieure, de 2,25 à 4,50 m où le taux de fibre diminue progressivement à mesure que la profondeur s'accroît. Ce niveau répond à la définition de tourbes humiques ou humo-mésiques. Il correspond également à ce qui a été appelé vases silto argileuses.

➤ Le sondage Mb4 (Fig.14)

On note ici que le taux de fibres est globalement moins élevé par rapport au sondage précédent. Cependant, ici, on note que la partie supérieure (0 – 1,75 m) est plus fibreuse que la partie inférieure (3 à 4,75 m) tandis que la partie moyenne du sondage (1,75 – 3 m) apparaît, paradoxalement la moins fibreuse.

### III-4 - CONCLUSION DE L'ETUDE DE LA FRACTION ORGANIQUE

L'étude de la distribution stratigraphique de la matière organique dans les sondages de Touba Ndiaye et Mboro montre que la variabilité des teneurs en MOT, tout comme celle des teneurs en fibres fait apparaître des coupures dans la stratification des sédiments tourbeux des niayes. Il semble cependant que le taux de fibres permet d'observer des coupures stratigraphiques plus fines.

A Touba Ndiaye, la coupure apparaît à 7 m de profondeur correspond à la fois à une modification quantitative des apports en matière organique et une modification quantitative et qualitative des apports de matériaux terrigènes dans les réceptacles.

L'abondance relative des apports terrigènes par rapport aux apports biogènes dépend naturellement des conditions hydro-climatiques locales. Les épisodes humides entraînent une plus ou moins importante production végétale, d'où un dépôt de « tourbes franches » dans les réceptacles. Corrélativement, le développement de la végétation du pourtour des tourbières entraînent la réduction des apports détritiques terrigènes.

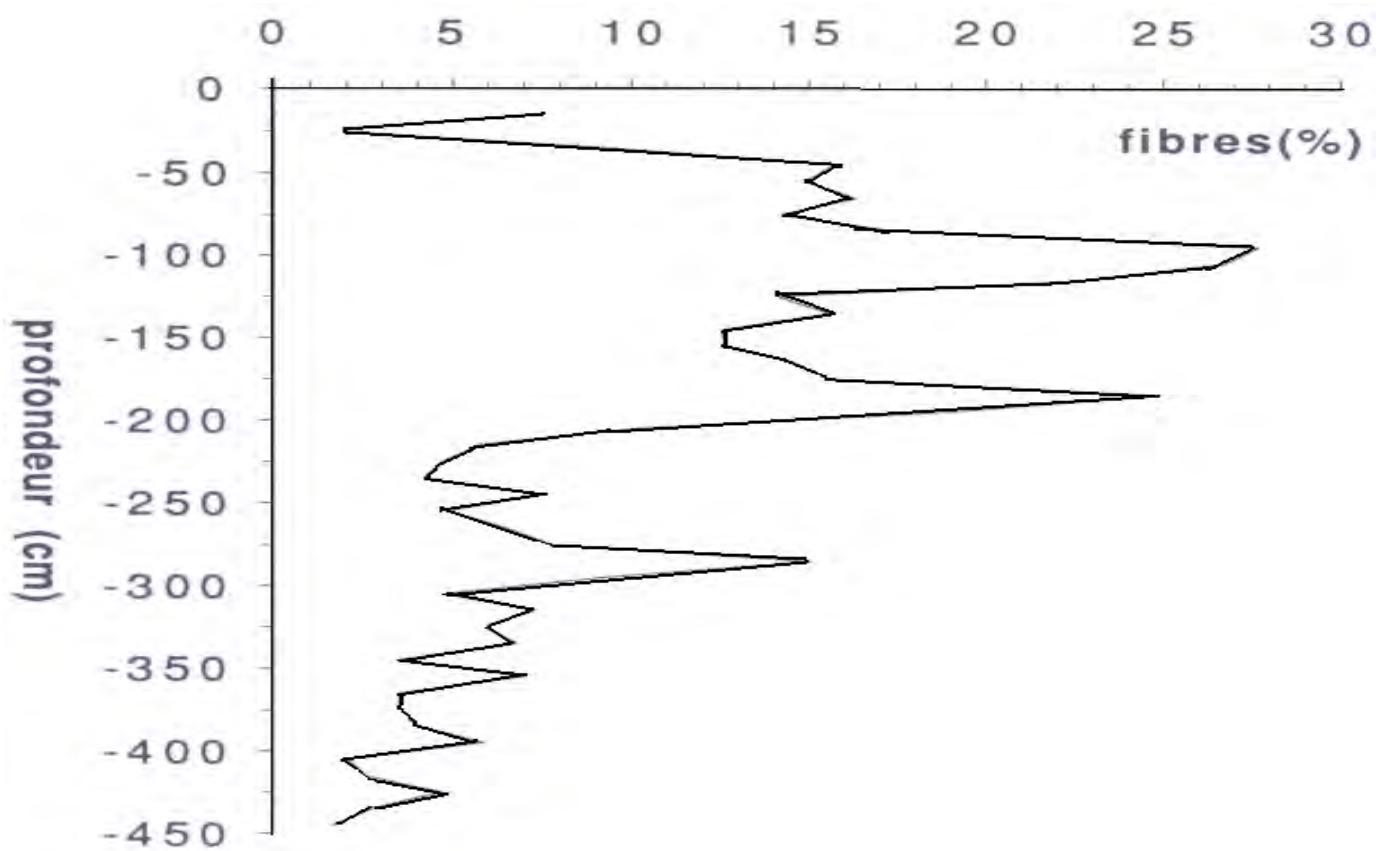


Figure-13 Sondage MB2 : variation du taux de fibres en fonction de la profondeur

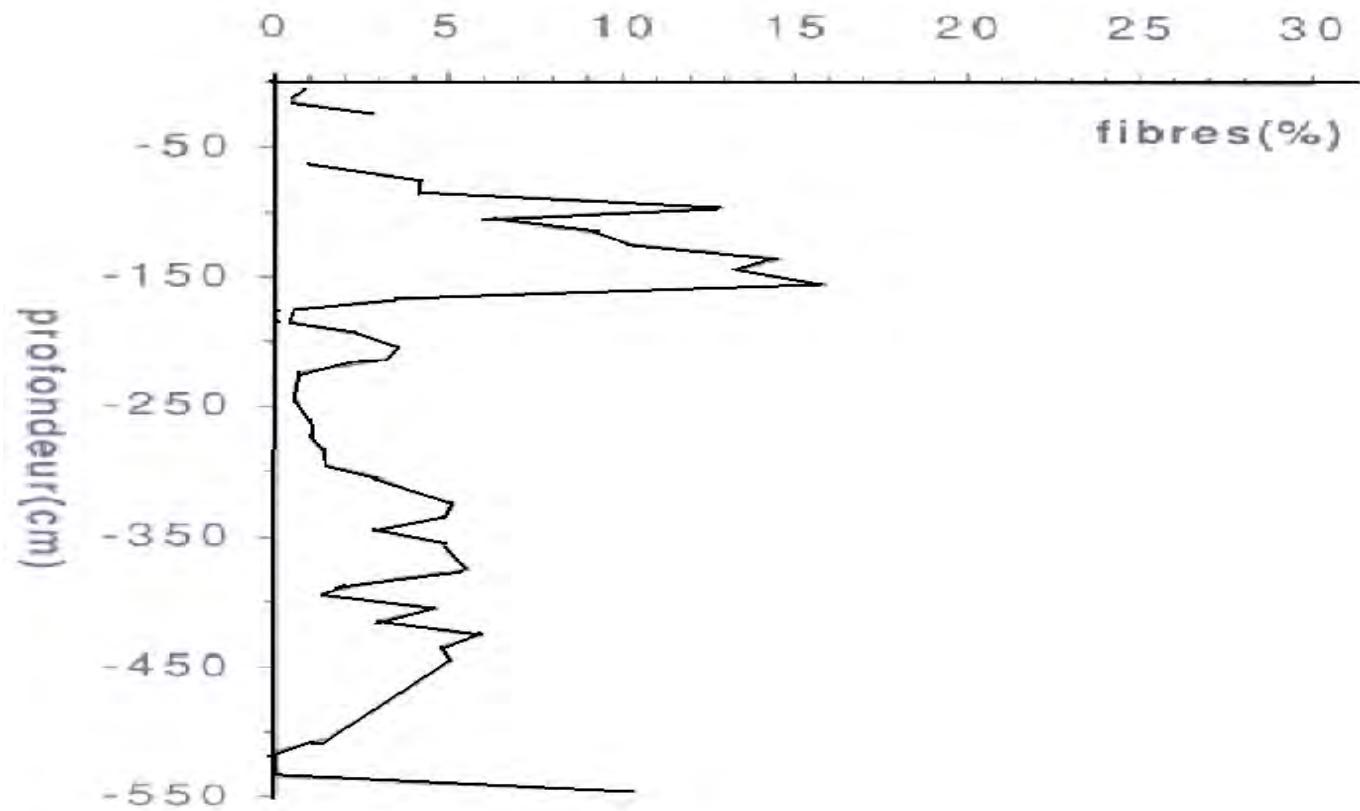


Figure-14 Sondage MB4 : variation du taux de fibres en fonction de la profondeur

(DEA)-AHMEH TIDJANE OPTION: ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES

## CHAPITRE IV

### ESSAI DE CHIMIO-STRATIGRAPHIE DES TOURBES A PARTIR DES TENEURS EN $^{13}\text{C}$

\*\*\*\*\*

#### IV-1 – MATERIELS ET METHODES

Le carbone qui est incorporé dans la matière organique végétale au cours de la photosynthèse provient du  $\text{CO}_2$  atmosphérique qui pénètre dans le milieu foliaire par diffusion à travers les cuticules et stomates. Ainsi les effets isotopiques qui déterminent les teneurs en  $^{13}\text{C}$  dans la cellulose des plantes se déroulent, d'une part, au cours de la diffusion des espèces isotopiques  $^{13}\text{CO}_2$  et  $^{12}\text{CO}_2$  à travers les cuticules et stomates des feuilles, et au cours du processus d'assimilation du  $\text{CO}_2$ , d'autre part.

L'utilisation du  $^{13}\text{C}$  de la matière organique d'origine végétale comme marqueurs climatiques a pris de l'essor au début des années 70 avec de nombreuses études menées en Amérique du Nord et en Europe de l'Ouest dans le but de mettre en évidence des relations entre les rapports isotopiques  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  dans la cellulose et les paramètres climatiques. En milieu aride on note un enrichissement isotopique en  $^{13}\text{C}$  (des valeurs moins négatives), et en milieu humide, un appauvrissement (des valeurs plus négatives).

La composition isotopique du carbone dans des échantillons de tourbes totales prélevés dans une carotte de 450 cm extraite de la tourbière de Mboro a été analysée (Fig.15). Un échantillon est prélevé tous les 5 cm. La tourbe, débarrassée des macro-restes ligneux, est séchée puis réduite en poudre fine. Une prise de 2 à 4 mg est analysée à l'aide d'un système automatique de combustion et de mesure spectrométrique du rapport  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ . La précision des mesures est  $\pm$ **Erreur ! Les arguments du commutateur ne sont pas spécifiés.** 0.2‰. Les teneurs isotopiques ont été comparées aux teneurs en grains de quartz mats.

#### IV-2 – TENEURS EN $^{13}\text{C}$ DANS LE SONDAGE DE MBORO

##### A - ANALYSE DES VARIATIONS STRATIGRAPHIQUES DES TENEURS EN $^{13}\text{C}$

L'étude des  $^{13}\text{C}$  des tourbes fossiles du sondage de Mboro nous permet de subdiviser ce sondage en quatre zones : deux zones d'enrichissements isotopiques relativement marqués séparées par des zones d'appauvrissement isotopiques. Les datations au  $^{14}\text{C}$  situent ces dépôts entre 3 500 ans BP et le Subactuel. Ces âges sont inclus dans le Tafolien, un étage qui a été généralement considéré comme aride (Hébrard,)

- Zone 1 : De 0 a -75cm les teneurs en  $^{13}\text{C}$  augmentent rapidement jusqu'à -19‰. Cette phase d'enrichissement isotopique correspond à l'épisode d'augmentation des teneurs en quartz mats dans les sédiments. Le maximum de cette phase est situé à 0,75 m de profondeur. Cette tendance isotopique traduit un épisode climatique aride.

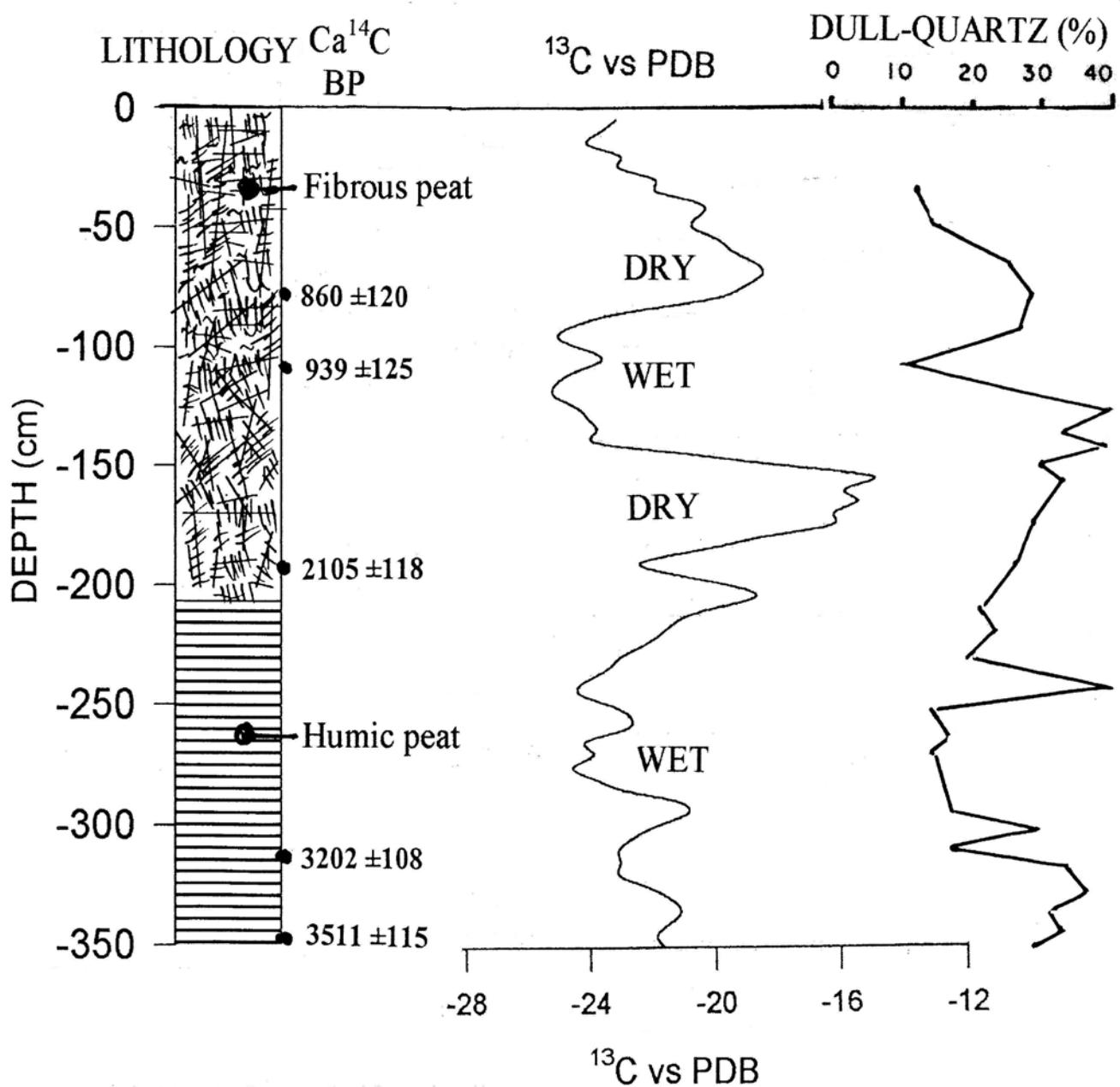


Fig. 15 Lithologie des  $\delta^{13}\text{C}$  et des grains des quartz et variation des grains fossiles dans le sondage de Mboro

- Zone 2 De -75 à -125 cm on note une phase d'appauvrissement isotopiques. Les teneurs en  $^{13}\text{C}$  atteignent des minima de près de -26‰. Cette phase correspond à une brève période de déclin des teneurs en quartz mats à la profondeur de 1 m. Cette phase isotopique survenue autour de 1 000 ans BP marque un épisode humide relativement plus pluvieuse que l'Actuel, épisode qui aurait été signalé dans d'autres sites lacustres ouest africains (Fall et al sous press)
- Zone 3 De -1,25 a -2,0 m on note un pic d'enrichissement isotopique exceptionnel. Les teneurs atteignent -14‰ à 1,75 m de profondeur avant de décliner rapidement. Dans le même niveau, l'enrichissement en quartz mats atteint également son maximum. On a là une assez bonne corrélation entre la phase d'enrichissement en  $^{13}\text{C}$  et celle en quartz mats. Toutes ces tendances traduisent une phase climatique relativement aride survenue autour de 2 000 ans BP (Fall et al op cit).
- Zone 4 De -2,25 m à 3,50 m les teneurs en  $^{13}\text{C}$  fluctuent entre -24 et -22‰. Là également, les deux courbes présentent des tendances similaires qui traduisent un environnement climatique plutôt humide.

En définitive, les données isotopiques et morphoscopiques montrent que les dépôts tourbeux de Mboro entre 3 500 BP et le Subactuel se sont faits dans un environnement climatiques globalement humide à l'exception de deux phases arides très marquée intervenues autour de 2 000 BP et de 800 BP. Ces observations permettent de nuancer les conclusions paléoclimatiques naguère faites sur le Tafolien.

## B - CONCLUSIONS

Nous venons d'observer des corrélations relativement significatives entre les teneurs en  $^{13}\text{C}$  de la tourbe et les teneurs en quartz détritiques mats. Ces observations mettent en évidence la possibilité d'utiliser ces données chimiques pour définir des coupures stratigraphiques significatives dans les sédiments tourbeux des Niayes. Dans le contexte des tourbières de Niayes, le lien entre les tendances isotopiques et la dynamique sédimentaire se justifie par le fait que, dans ces sites, c'est le régime hydro-climatique qui commande à la fois qualitativement et quantitativement les apports en matériaux terrigènes et en matériaux biogènes

## CONCLUSIONS GENERALES

Les méthodes d'analyse sédimentologiques classiques utilisées, à savoir la granulométrie, la morphoscopie des quartz et la minéralogie des argiles, ont permis de déterminer la nature, l'origine et l'évolution de la charge minérale des "tourbes" et de caractériser leur mode de mise en place.

Les différents paramètres granulométriques employés ont permis une différenciation nette entre la charge minérale de "tourbes" et le matériel des dunes environnantes.

Ces méthodes sédimentologiques ont permis également de différencier la charge minérale de "tourbes" en deux unités granulométriques (les vases silto-argileuses et vases silto-sableuses) qui ont été considérés comme des lithofaciès, et qui traduisent deux mécanismes de dépôts différents. En définitive, il apparaît que les dénominations « vases silto-sableuses » et « vases silto-argileuses » semblent bien fondées

Cependant, l'examen des données morphoscopiques permet néanmoins de voir que la distribution temporelle des certains types morphoscopiques tels que les IM montre des fluctuations suffisamment marquées susceptibles d'être prises en compte dans la définition des conditions de milieux qui ont régné au cours de la mise en place des dépôts. Par ailleurs, la variabilité spatiale observée semble montrer que, pour ce qui concerne les apports détritiques sableux, chaque site a connu sa propre évolution sédimentaire

En outre, nous avons observé que la distribution verticale des espèces minérales argileuses dans les sondages laisse apparaître des zonations caractéristiques. Globalement, la distribution stratigraphique des minéraux d'argiles dans les tourbières de Niayes semble correspondre à la fluctuation des conditions hydro-climatiques qui règnent dans les sites. Les périodes humides correspondent à la prédominance des amorphes tandis que les périodes arides seraient marquées par l'apparition de types d'argiles à l'occurrence allochtones tels Illite et Chlorite et leurs interstratifiés.

Par ailleurs, l'étude de la distribution stratigraphique de la matière organique dans les sondages montre que la variabilité des teneurs en MOT, tout comme celle des teneurs en fibres fait apparaître des coupures dans la stratification des sédiments tourbeux des Niayes. Il semble cependant que le taux de fibres permet d'individualiser des coupures stratigraphiques plus fines.

Enfin l'étude de la variation temporelle des teneurs en  $^{13}\text{C}$  des tourbes a livré des corrélations relativement significatives entre les teneurs en  $^{13}\text{C}$  de la tourbe et les teneurs en quartz détritiques mats. Ces observations mettent en évidence la possibilité d'utiliser ces données chimiques pour définir des coupures stratigraphiques significatives dans les sédiments tourbeux des Niayes. Compte tenu de la complexité des mécanismes sédimentaires, hydrologiques et botaniques qui participent à la genèse des tourbes, la méthode chimostratigraphique pourrait apporter des informations intéressantes au double plan de la lithostratigraphie des dépôts et de la reconstitution des paléoenvironnements.-

## **LISTES DES FIGURES**

Figure 1 : localisations géographiques de la zone des Niayes. (D'après Fall, 1986).....	8
Figure 2 : Coupe schématique d'une Niaye.....	8
Figure 3 : contextes géologiques de la zone des Niayes.....	10
Figure 4 : Diagramme de HUC : répartition des tourbes des Niayes.....	13
Fig.5 Granulométrie des sables dunaires et de la charge sableuse des sédiments.....	17
Figure 6 : Diagramme $Q_1$ , $M_d$ , $M_3$ .....	19
Figure 7 : a) Diagramme $M/\delta$ et b) Diagramme $Sk/\delta$ .....	19
Figure 8 : Synthèses et analyses morphoscopiques des différents sondages de Mboro et Touba Ndiaye.....	21
Figure 9 : Diagramme de variation des différentes composantes de la fraction argileuses à MBORO.....	25
Figure 10 : Diagramme de variation des différentes composantes de la fraction argileuse à TOUBA NDIAYE.....	25
Figure 11 : Synthèse et Interprétation du diagramme de variations la fraction argileuse à Touba Ndiaye.....	27
Figure 12 : Litho-stratigraphie et sédimentologie de la carotte de tourbes de Touba Ndiaye.	29
Figure 13 Sondage MB2 : variation du taux de fibres en fonction de la profondeur.....	31
Figure 14 Sondage MB4 : variation du taux de fibres en fonction de la profondeur.....	31
Figure 15 Lithologie des $\delta^{13}C$ et des grains des quartz et variation des grains fossiles dans le sondage de Mboro.....	33

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BARRETO S. P., (1962) - Etude pédologique des Niayes méridionales (entre Kayar et Mboro) carte 1/10000. Rapp. ORSTROM Dakar
2. DIOP JPG, (2001) - Les tourbes des Niayes de Mboro : Aspect lithostratigraphique et géochimiques, facteurs de variation de leurs pouvoir calorifique. Mém. de DEA de géosciences fac. Sc.et tech. de DAKAR 43p
3. DIOUF Nd., (1991) - Evolution paleoclimatique de la zone des tourbières des Niayes (Grande cote Sénégalaise) au cours de l'holocène : analyse palynologique et des argiles de deux sondages. Univ. de LIEGE fac. Des sciences, maîtrise interuniversitaire en géol. 98p
4. ELOUARD P., (1967) - Nouvelles recherches sur le quaternaire récent de la région de Saint-Louis (Sénégal). *Bull. de l'IFAN Tome XXX, série A N°1*
5. FALL M., (1986) - Environnement sédimentaire quaternaires et actuels des tourbières des Niayes de la grande côte du Sénégal. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle mention sédimentologie, univ. De Dakar fac. des sciences, 130p.
6. FALL M., KHATTIB R. & GAC J.Y., (1988) - Contributions dunaires et loessiques aux dépôts des tourbières des Niayes pendant l'Holocène: variations et interprétation.
7. FALL M., TRIMBORN P. & FERHI A., (1995) - Stable isotopes ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) in Sahelian plants and fossil peats: variations and climatic implications. *Final Coordination Meeting of CRP Use of nuclear techniques in paleoclimatology - Continental Isotope Indicator of paleoclimate. Munich.*
8. FALL M., (1996) - Les isotopes  $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$  et  $^{13}\text{C}$  dans la matière organique des végétaux actuels et fossiles du Sénégal : Relation avec les facteurs climatiques actuels et contribution à la reconstitution paleohydrologiques des Tourbières Holocènes des Niayes. Thèse d'état UCAD .165p.
9. FALL M. & NONGONIERMA A., (1997) - La flore cypérologique des tourbières holocènes des Niayes du Sénégal, fluctuations et signification paléohydrologique. *Bulletin de l'IFAN Ch. A. Diop T. 49 sér. A, n° 1, pp 5-15.*
10. FALL M., TRIMBORN P. & FERHI A., (1998) - Le  $^{13}\text{C}$  dans le bois des végétaux, un indicateur pluviométrique pour le Sahel. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la terre et des planètes 326, 407-412.*
11. FALL M., TRIMBORN P. & FERHI A. (1998) - A  $\delta^{13}\text{C}$  record of late Quaternary climatic change in Senegalese peat bogs. *Palaeoecology of Africa 25* 21 - 28.

12. FALL M., et al – Carbon Isotope refinement of late Quaternary climatic changes in West African coast. Global Past Climatic (in Press).
13. FAURE H., (1969) - Recherche sur le quaternaire littoral du Sénégal et de la Mauritanie. *Palynology of Africa N°4.*
14. HEBRARD L., (1978) - Contribution à l'étude géologique du Quaternaire du littoral mauritanien entre Nouakchott et Nouadhibou 18° 21° latitude Nord. Participation à l'étude des désertifications du sahara. Doc. Lab. géol. Fac. Sci., Lyon, n°71, 210 p., 59 fig.
15. LEROUX M., (1986) – les mécanismes des changements climatiques en Afrique. Symposium INQUA “changements globaux en Afrique” Edition de l'ORSTOM, 255-259.
16. LEZINE A. M., (1987) – Paleoenvirons végétaux d'Afrique Nord-tropicale depuis 12000 BP. (Analyse pollinique de séries sédimentaires continentales (Sénégal-mauritanien)), vol I., thèse univ D'Aix –Marseille, fac. Des sciences de Luminy, 180 p.
17. LEZINE A. M. *et al.*, (1985) - Etude Palynologique et Sédimentaire d'un milieu marigono-littoral : la tourbière de THIAYE (Sénégal), *Sci. Geol. bull.*, 38, 1. p79-89.
18. MEYANGA M.M., (1997) - Caractérisation hydrochimique des eaux des tourbes sables encaissants dans la zone des Niayes (relation entre les eaux). Mem de DEA mention hydrogéologie fac. des sciences univ. de Dakar dept. De Geol. 90 p.
19. MEDUS J., *et al* (1981) – faune, palynoflore et argiles du quaternaire du lac tanma (Senegal- Cap vert), Oceanis, 7/4 : 431-438.
20. NDIAYE R., (2004) - les sables des Niayes : caractérisation, évolution en fonctions des changements hydrologiques. Mémoire de DEA- UCAD
21. PUTTALLAZ J., (1962) - Hydrologie de la région des Niayes. BRGM. Dakar
22. RAYNAL A., (1963) - flore et végétation des environs de Kayar (Sénégal) de la cote du lac Tanma. Dipl. et sup. fac. sci. Dakar *Ann. Fac. sci. veget. tome 9 n°2 p.131.*
23. SAOS J.L. & Fall M., (1987) - Sédimentologie et variations climatiques dans les tourbières holocènes sénégalaises. Géodynamiques 2 (2) 134-137.
24. SY M., (2000) - Contribution a l'étude hydrogéologiques de l'aquifère des sables quaternaires du littoral Nord entre Cayar et Saint-Louis. Mémoire de DEA- UCAD

- 
- 25. TROCHAIN J., (1940) - Contribution à l'étude de la végétation au Sénégal. *Mémoire IFAN N<sup>o</sup>2*
  - 26. TROCHAIN J., (1933) - Contribution de la flore au Sénégal. Mémoire IFAN.
  - 27. THOREZ J., (1989) – Notes de cours de pédologie 169p.