

**UNIVERSITE GASTON BERGER
DE SAINT-LOUIS**
Unité de Formation et de Recherche
Lettres et Sciences Humaines
Section de Géographie

MEMOIRE DE MAITRISE

Sujet:

**Impact de l'exploitation des sablières
sur l'évolution des écosystèmes littoraux
de la région de Dakar**



**Présenté par:
M. Al Assane SENE**

Sous la direction de :
Mr. Le Pr. Mamadou M. SALL
(UCAD)

et de **Mr. Boubou Aldiouma SY**
Assitant (UGB)
Mr. Guilgane FAYE
Assistant (UCAD)

Année universitaire
1998-1999

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

- mon frère Alioune Badara
- mon oncle Pa Djibril THIAW

SOMMAIRE

- Avant propos.....	3
- Introduction générale.....	5
- Première partie : Les facteurs de la morphogenèse	
Chapitre 1 : Les conditions climatiques.....	16
Chapitre 2 : Les conditions océanographiques.....	23
Chapitre 3 : La trame géologique.....	30
- Deuxième partie : Les unités morphologiques et la sédimentologie	
Chapitre 1 : Les unités morphologiques.....	39
Chapitre 2 : La sédimentologie.....	42
- Troisième Partie : L'évolution de l'écosystème littoral	
Chapitre 1 : Paléogéographie.....	58
Chapitre 2 : Dynamique actuelle	60
- Conclusion générale	88

Avant propos

Le sujet que nous avons choisi de traiter dans ce mémoire porte sur l'impact des extractions de sable sur l'évolution des écosystèmes littoraux. Les principales sources de dégradation de l'environnement étant les facteurs naturels et anthropiques.

Ce travail constitue une contribution que nous entendons apporter à un thème d'actualité qu'est l'érosion côtière.

La difficulté majeure fut relative à la disponibilité du matériel de levées topographiques.

Si ce travail a été réalisé, c'est d'abord grâce à Dieu, mais aussi aux conseils et à l'aide de beaucoup de personnes. Elles ont apporté leur concours, leurs soutiens moraux, pédagogiques et matériels.

C'est donc une grande joie pour nous de remercier messieurs Boubou Aldiouma Sy et Guilgane Faye nos encadreurs. Nous restons très sensible à leur disponibilité, à leur patience.

Notre gratitude va naturellement à nos parents, père, mère, sœurs, mais également à mon frère Mouhamed Thioye.

Que serai-je devenu sans mon voisin de chambre Serigne Ndiaye Gueye, plus qu'un voisin, un ami qui m'a supporté 4 ans durant ; sans vous membres du "Congrès", Mame Abdoulaye Mandéné Sarr, Pierre Modou Mbengue et bien sur notre très cher cousin Diola Ernest Diatta.

Nous ne pouvons nous empêcher de remercier nos camarades de promotion, Niaga Niasse, Mbaye Mboup, Ousmane Soumaré, Abdou Sy, Mouhamed Konaté, les membres du G4A, Moustapha Gaye, Michel Basse, Bocar Bâ, Malick Ndiaye, Senghor Badji, Ismaël Ndiaye, nos proches, Marie Solange Ndione, Rosalie Faye, Tabet Diallo, Georgette Barboza, Banna De Thioubou, Magueye Boye, David Tavarez, Abdourahmane Wone, Aminata Ndione, Antoinette Mendes, Ndèye Awa Sylla Thioye, Cheikhou Baldé, Malick Sané, Ndèye Penda Faye, Coumba Thérèse Seck, Grand Ordi et Ms, Marguerite Sagna et notre très cher Ahmed Tidiane Thiaw (Kuya) qui nous ont soutenu durant les moments les plus difficiles.

Nous remercions du fond du cœur Monsieur B. Diop qui nous a prêté plus d'une fois son matériel de levées.

Nous remercions aussi Monsieur Gaye et toute son équipe du Service Régional des Mines.

Nos remerciements s'adressent aussi aux élèves ingénieurs de l'école Polytechnique de Thiès, Cheikh, Diallo, Malick, Pape Moussa, Bouso...

Nos remerciements vont également à l'ensemble de l'équipe de Caritas Sénégal, Madeleine Sène Diadhio, Olga, Tonton Joe, Lamine, Mathilde, Cissokho, Kéba...

A Amadou Ciré Bâ et Moussa Seck nous disons un grand merci.

Introduction Générale

Présentation de la zone

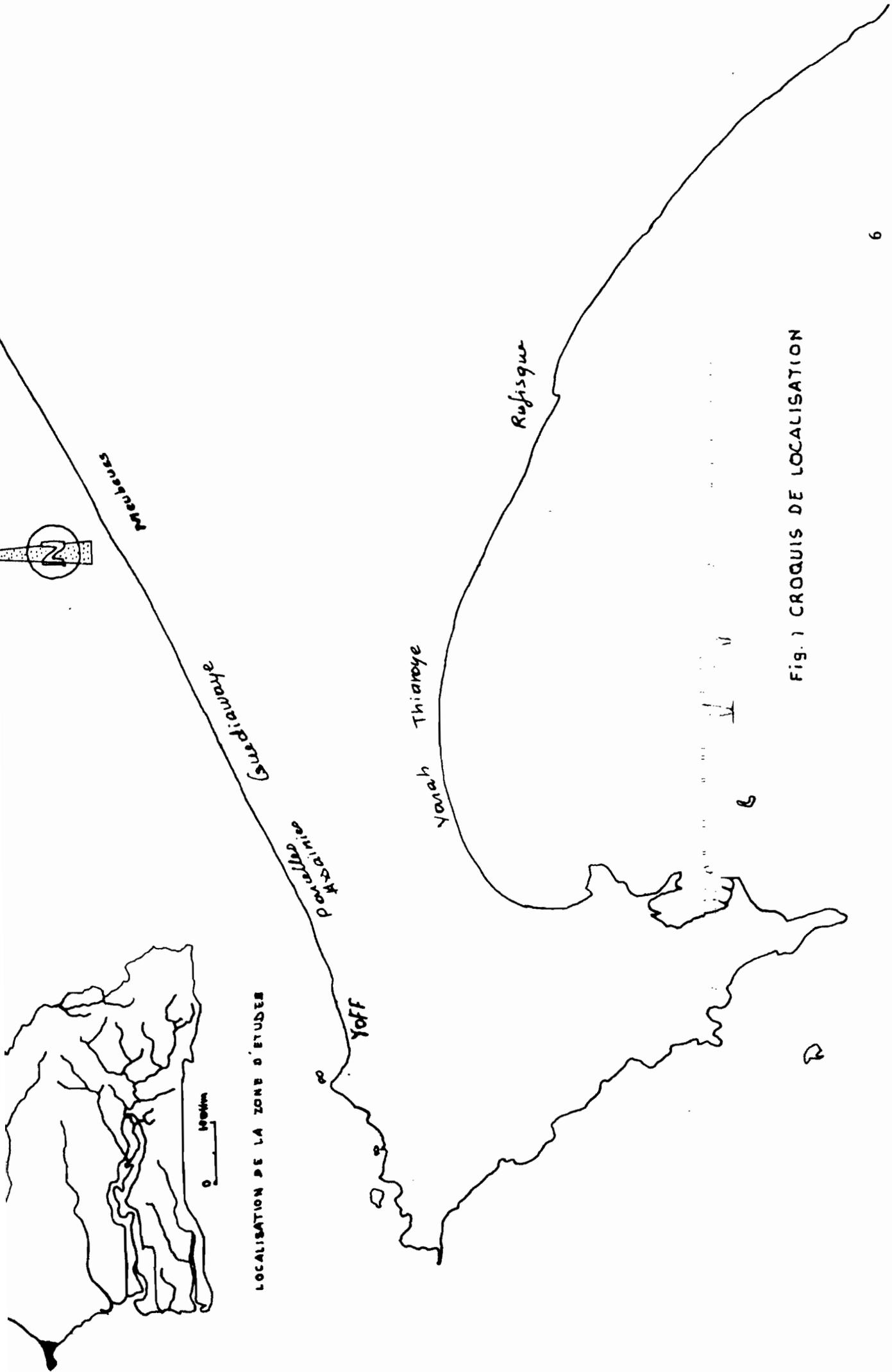
La région de Dakar est située entre les parallèles 14° 30 et 15° Nord et les méridiens 17° et 17° 31 Ouest. Elle s'étend sur une superficie de 550 km² et est baignée par l'Océan Atlantique au Nord, à l'Ouest et au Sud, elle est limitée à l'Est par la Région de Thiès.

La région de Dakar dispose ainsi d'un littoral qui peut-être divisé en trois (03) segments :

D'abord nous avons une portion de la Côte Nord appelée encore Grande Côte (longue de 160 km) et orientée E.NE.-W.SE. Il s'agit du littoral sableux et rectiligne de Kayar à Yoff qui s'allonge sur près de 40 km avec à l'arrière des dunes littorales.

Ensuite nous avons l'extrémité de la presqu'île du Cap-Vert (longue de 31 km) où on observe des formations volcaniques. Et enfin le troisième segment concerne la côte Sud appelée Petite-Côte (longue de 100 km). Ce troisième segment peut être subdivisé en deux parties :

- une partie Nord qui va de Dakar jusqu'à Popenguine qui se caractérise par un relief accidenté, une série de grés et de calcaire éocène du Cap des biches, les roches volcaniques de Rufisque...
- une partie Sud qui va jusqu'à Sangomar, caractérisée par un relief de plaine continue de larges plages sableuses interrompues par des affleurements rocheux.



LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDES

Fig. 1 CROQUIS DE LOCALISATION

PROBLEMATIQUE

L'étude du littoral sénégalais a été conduite par de nombreux chercheurs qui se sont surtout appesantis sur les caractéristiques physiques et humaines.

Pour ce qui nous concerne, ce thème constitue l'une des premières sur ce sujet, avec l'aboutissement d'un travail de recherches, d'information en direction des pouvoirs publics, et des populations locales, quant au danger qui peut découler des prélèvements de sable marin et des solutions idoines à leur apporter.

L'étude de l'impact de l'exploitation des sablières sur l'évolution des écosystèmes littoraux revêt un double caractère. La tentation est grande, à une époque d'augmentation vertigineuse des besoins de l'industrie du bâtiment de recourir aux réserves facilement accessibles du domaine côtier. Il s'agit des plages de la côte Nord (Yoff, Parcelles Assainies, Yarakh, Guédiawaye "Hamo", Mbeubeuss) et celles de la côte Sud (Yarakh, Thiaroye, Rufisque), ce sont des sablières ou carrières de sable. Les matériaux des unités morphologiques sont exploités. Or ce sont là des éléments d'un ensemble : toucher à l'un a nécessairement des répercussions sur les autres.

- Alors quelles seraient les composantes de l'écosystème littoral ?
- Comment se traduiraient les prélèvements sur les composantes du littoral ?
- Quels seraient les transformations et les impacts causés par les extractions de sable sur le littoral ?
- Quelles seraient les formes d'exploitation de sable ?
- Quelles mesures adopter pour une gestion durable des écosystèmes littoraux ?
- Ce travail d'Etude et de Recherche tente d'apporter des réponses à ces différentes questions et pour cela, nous nous sommes fixés des objectifs.

- Déterminer le bilan sédimentaire (c'est-à-dire le bilan entre les apports et les pertes de sédiments)des plages.
- Montrer dans quelle mesure l'extraction de sable va influencer l'évolution morphosédimentaire des plages.
- Suggérer des solutions de protections efficaces du littoral.

Pour atteindre nos objectifs, le plan suivant a été choisi.

La première partie tentera de montrer les conditions de la morphogenèse du littoral et comprendra 3 chapitres :

- les conditions climatiques
- les conditions océanographiques
- la trame géologique quaternaire

La deuxième partie traitera des unités morphologiques et de la sédimentologie et comprendra 2 chapitres :

- les unités morphologiques
- la sédimentologie

Quant à la troisième partie, elle abordera l'évolution de l'écosystème littoral et comprendra aussi 2 chapitres :

- la paléogéographie
- la dynamique actuelle

La conclusion va analyser les résultats et observations "in situ"

METHODOLOGIE

Elle s'est faite en trois (03 étapes) : la recherche bibliographique, un travail de terrain et des analyses au laboratoire.

Recherche bibliographique

Elle s'est faite principalement au niveau des deux bibliothèques universitaires de Saint-Louis et de Dakar, mais aussi au niveau des instituts et centres de recherche. Il s'agit du Centre Régional Océanographique de Dakar-Thiaroye, de l'Institut des Sciences de la terre, de l'Institut des sciences de l'environnement, de la Direction des mines et géologie du service Régional des mines. Les cartes et les photographies aériennes ont été fournies par l'Institut géographique National (I.G.N).

Travail de terrain

Le travail de terrain s'est fait en deux étapes :

- des échantillons ont été prélevés à la main au niveau de 4 unités géomorphologiques que sont le cordon, la haute plage, la basse plage et la berme. Au total 48 échantillons ont été prélevés sur 12 sites (tableau N°1)
- des levées topographiques mensuelles ont été effectuées à 4 reprises en raison d'une levée par mois, avec l'aide d'une mire et d'un théodolite.

Tableau N°1 : Répartition des échantillons selon les sites et les unités géomorphologiques.

Unité géomorphologique Transects	Cordon	Haute plage	Basse plage	Berme	Total
Rufisque Est-Sococim	1	1	1	1	4
Rufisque Est près de Bata	1	1	1	1	4
Rufisque Ouest avant Cap des Biches	1	1	1	1	4
Rufisque Ouest - Cap de Biches	1	1	1	1	4
Mbeubeuss Est	1	1	1	1	4
Mbeubeuss Ouest	1	1	1	1	4
Thiaroye CRODT	1	1	1	1	4
Thiaroye ISRA	1	1	1	1	4
Yarakh	1	1	1	1	4
Yoff	1	1	1	1	4
Guediawaye	1	1	1	1	4
Parcelles Assainies	1	1	1	1	4
TOTAL	12	12	12	12	48

Au laboratoire

Les 48 échantillons prélevés ont été traités au laboratoire suivant 4 phases :

- lavage et séchage

Les sédiments ont été lavés dans un tamis à 4 mm, puis séchés à l'étuve. Cette première opération a permis d'éliminer les argiles.

- La granulométrie

La granulométrie des sédiments a été effectuée au laboratoire de géomorphologie (Département de Géographie, UCAD), sur un appareil électromagnétique tamiseuse analysette de marque Fritch (17 tamis conformes aux normes AFNOR). Les mailles des tamis varient de 1,25 à 0,04 mm et pour chaque échantillon, l'opération dure 15 minutes.

Les résultats obtenus permettront de :

- tracer les courbes de fréquence
- tracer les courbes log-normales
- calculer les paramètres texturaux de Folk, R.L et Ward WC.

Il s'agit :

- du grain moyen (MZ)

$$MZ = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

- du coefficient de dispersion (Si)

$$SI = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$$

- du coefficient d'asymétrie (Ski)

$$SKI = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2(\phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} + \phi_5 - 2(\phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

- du coefficient d'angulosité (kg)

$$Kg = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44 (\phi_{75} - \phi_{25})}$$

Ces paramètres utilisent la notation phi ϕ , ϕ correspond au logarithme à la base 2 de la dimension millimétrique engrain (u).

$$\phi = \text{Log}^2 u$$

MZ reflète la taille moyenne du sédiment total et permet d'approcher les conditions diverses propres de dépôts.

Le coefficient d'asymétrie (S_{ki} et d'angulosité (k_g) permettent de quantifier les sens et la magnitude de l'écart à la normale.

S_{ki} varie de +1 et -1.

$S_{ki} = 0$ pour une courbe symétrique

S_{ki} tend vers +1, s'il y a excès en particules fines

S_{ki} tend vers -1, s'il y a excès en particules grossières.

La courbe normale a $k_g = 1$, lorsque le sédiment est bien trié dans sa partie centrale k_g est supérieure à 1. Quand le sédiment y est mal trié, et, par exemple lorsqu'il comporte deux modes distincts, k_g est inférieur à 1.

Le coefficient de dispersion (S_i) ou encore appelé écart-type est la principale mesure de la dispersion et permet de mesurer l'indice de tri du sédiment.

Le test de Visher appliqué aux courbes log-normales a permis de déterminer les modes de transport du sédiment, suspension, saltation I et II et enfin le roulage.

- La calcimétrie

Nous avons prélevé pour la calcimétrie 100 g de sédiments par échantillon au niveau des refus des tamis (mailles 0,215 -0,2). Ces 100 g ont subi une attaque par acide chlorhydrique (HCL) à chaud, ont été lavés, séchés puis repesés. La différence de poids a permis de déterminer le taux de carbonate de calcium.

- **La morphoscopie**

Elle porte sur l'observation au microscope binoculaire éclairé de 100 grains par échantillon déjà décarbonaté. Les observations ont été faites sur les particules $>$ à 0,200 mm et $<$ à 0,250 mm. L'observation s'est faite selon les critères de LIGUS (laboratoire de l'Institut de Géologie de l'Université de Strasbourg).

- 5 types de forme (non usé, coins arrondis, arrondis, ovaïdes, ronds) sont déterminés.
- 5 états de surface (éclat naturel, mat éolien, mat chimique, picoté luisant et luisant) sont déterminés.

Première Partie :

Les Facteurs de la morphogenèse

Chapitre I : Les Conditions climatiques

Il s'agit essentiellement des caractères généraux et des éléments du climat, températures, précipitations, l'humidité relative et la rosée, les vents. La connaissance de ces caractères permet d'évaluer leur efficacité morphogénétique sur le littoral sénégalais.

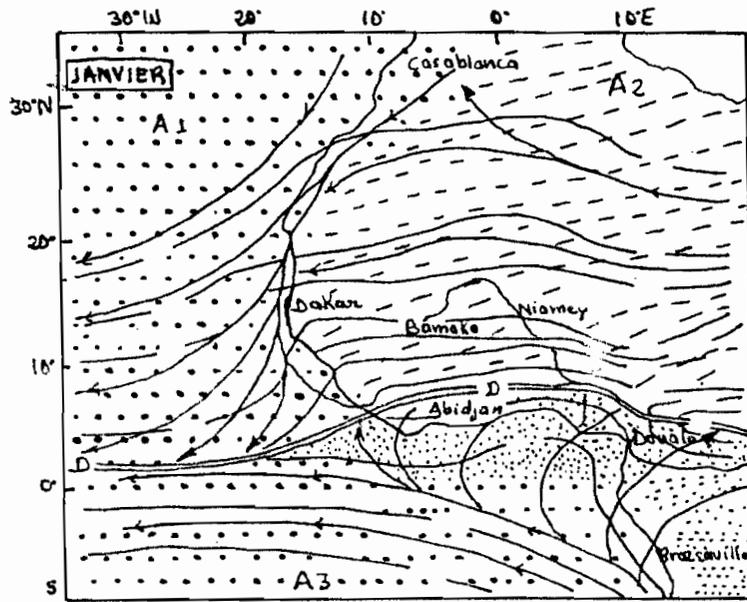
I.1- Les mécanismes généraux

Au cours de l'année, le littoral sénégalais se trouve sous l'influence de trois masses d'air principales. Cette circulation atmosphérique dépend de 3 champs de pression (Leroux 1977, 1983) :

- L'anticyclone de Saint-Hélène génératrice de vents de mousson ;
- L'anticyclone continental maghrébin qui commande le flux de l'alizé continental ou harmattan.

Il est caractérisé par une température élevée. Il recouvre la majeure partie du pays, mais qu'on ne trouve en zone côtière que pendant une période réduite de l'année. Près du littoral, l'harmattan s'élève au-dessus de la couche d'air humide de l'alizé maritime et, en renforçant la sécheresse supérieure, il contribue à interdire la précipitation de l'humidité atlantique (Leroux 1983).

La masse d'air maritime générée par l'anticyclone des Açores est un air frais et humide. Il s'agit de l'Alizé maritime (novembre à avril), de direction NW à SE qui n'intéresse que la zone côtière, il ne donne lieu qu'à des condensations type rosée, brouillard, liées au refroidissement nocturne, mais aussi des pluies avec les incursions d'air polaire.



CENTRES D'ACTION

- 1015- Ligne isobare (pression en mb au niveau de la mer)
- == Tracé au sol de l'aqueduc méditerranéen (FIF)
- D Axe des basses pressions et hautes précipitations
- A1 Cellule anti-cyclonique des Açores
- A2 Cellule anti-cyclonique maghrabine
- A3 Cellule anti-cyclonique de St. Helena

MASSÉS D'AIR

- Alizé maritime
- Alizé continental
- Mousson
- Trajectoire des masses d'air

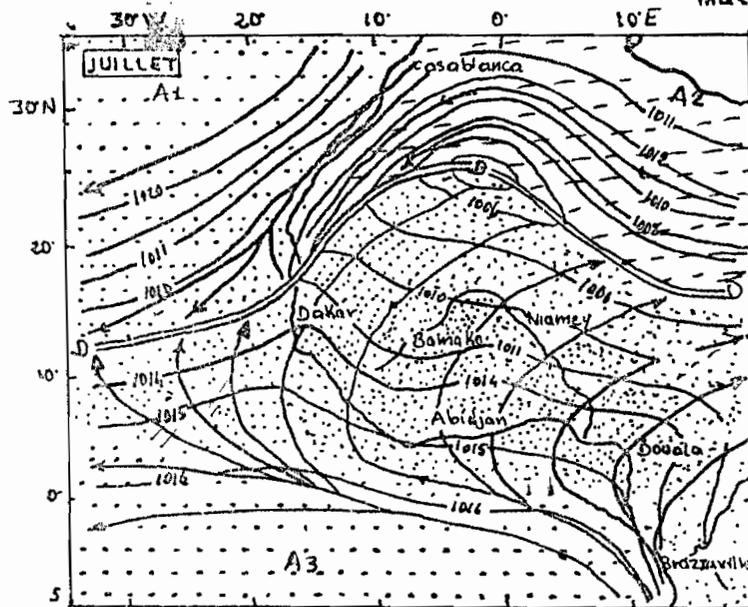


Figure 3 : Centres d'action et circulation atmosphérique en Afrique nord-occidentale (d'après Rebert, 1983)

Ces pluies dites "Heug" sont en général associées à un type de temps particulier caractérisé par une forte nébulosité, une accélération des vents au sol et une chute des températures (Leroux cité par Faye E. 1997).

La masse d'air australe générée par l'anticyclone de Sainte-Hélène ne s'observe au Sénégal que durant la période d'hivernage. C'est un air chaud et humide résultant du parcours de l'air polaire de l'hémisphère Sud sur les eaux chaudes de la zone équatoriale atlantique. L'alternance de la circulation d'alizés et d'une circulation de mousson est à l'origine selon Sall (1982), du découpage de l'année en deux saisons bien tranchées. A cet égard, il estime que la principale conséquence de la division de l'année en 2 saisons est l'instauration d'un système d'érosion en deux temps : une morphogénèse de saison sèche dominée par les processus éoliens et une morphogénèse de saison des pluies sous la dépendance des processus hydriques.

I-2 Les éléments du climat

I-2-1 Les précipitations.

Mois	Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mat	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années
mm	1,22	1,5	0,1	0	0,11	8,5	42,42	164,8	136,15	15,87	0,12	1,85	372,64
%	0,33	0,40	0,03	0	0,03	2,28	11,38	44,22	36,54	4,26	0,03	0,5	100 %

Tableau N° (2) Moyennes annuelles des précipitations en valeur absolues et en pourcentage 1986-1996 – Station Dakar-Yoff

Le dépouillement des données des stations de Dakar-Yoff et de Rufisque permet de constater pour les moyennes, un étalement des précipitations sur 3 mois : juillet, août, septembre.

Ainsi, plus de 92,14 % des précipitations sur la décennie 1986-1996 se répartissent en 3 mois à la station de Dakar-Yoff. La station de Rufisque présente aussi les mêmes caractéristiques sur les 5 ans de 1987 à 1991, avec une concentration de 88,66 % des précipitations. La saison sèche a une durée de 8 à 9 mois. Cela a pour effet de bloquer sur un nombre réduit de jours, l'érosion mécanique liée à l'eau.

Les précipitations moyennes annuelles montrent quant à elle une succession d'années humides et d'années sèches, mais surtout une baisse généralisée de la pluviométrie cette péjoration climatique entraîne une prédominance de la dynamique éolienne.

I.2.2 L'humidité relative et la Rosée

Tableau N°(3) Quantités moyennes annuelles de l'humidité relative en pourcentage 1986-1996 / Station de Dakar-Yoff

Mois	Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Jun	Jul.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Moyenne	95,4	99,2	83,7	10,1	10	99,2	96,9	98,6	10,5	99,8	97,6	95

L'humidité relative est très forte le long du littoral sénégalais. Les moyennes annuelles sont supérieures à 95 %, sauf pour les mois d'avril, mai et septembre où elles sont de 10 %.

Le diagramme de Dakar-Yoff (1989-96) est bimodal avec deux maxima, au mois de septembre et d'avril. Les forts taux d'humidité relative peuvent être expliqués par la fréquence des alizés maritimes. Ces forts taux s'abaissent avec l'installation de l'Alizé continental. D'après Sall (1982), la coïncidence d'une forte humidité relative et d'un abaissement de la température engendre des précipitations occultes du genre de rosée.

**Tableau (4) Quantités moyennes annuelles de rosée / Station de Dakar-Yoff
1986-96**

Mois	Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mal	Jun	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Moyenne	1,092	0,35	0,042	0	0,108	5,725	39,32	145,2	104,2	13,85	0,025	0,1

L'examen du tableau montre que les valeurs les plus fortes se rencontrent aux mois de juillet, août et septembre. Les autres mois n'enregistrent presque aucune précipitation occulte.

La principale conséquence de l'humidité relative et de la rosée sur la morphogénèse est le rôle inhibiteur de la déflation éolienne. Et cela surtout au cours des premières heures de la matinée.

I.2.3 Les Températures

**Tableau N°(5) Températures moyennes, mensuelles minimales, maximales
1986-1999 - Station Dakar-Yoff.**

Mois	Janv.	Fev.	Avril	Mal	Jun	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Mars
Minimales	15,65	15,69	16,68	17,69	19,40	21,85	23,71	23,65	23,53	23,08	20,75	18,5
Maximales	30,92	31,58	33,05	32,75	34,57	36,39	38	37,92	40,05	39,38	36,55	32,99
Moyenne	20,99	20,67	21,3	21,65	23,14	25,58	27,24	27,35	27,58	27,67	25,75	23,53

Les diagrammes annuels de Dakar-Yoff sont unimodals. Il y a une alternance de saison froide qui coïncide avec la saison sèche et une saison des pluies aux températures plus élevées.

Les températures minimales s'élèvent progressivement de janvier (15,65°C) à octobre (27,67°C), puis s'abaissent. Les températures moyennes mensuelles sont variables, elles oscillent de 20,99°C à 27,67°C. Toutefois, les températures les plus élevées se répartissent en 4 mois (juillet à octobre). La faiblesse des températures serait due à la présence de l'Alizé maritime, vent frais et humide de direction Nord-Ouest. Alors que l'anticyclone maghrébin serait à l'origine de leur augmentation progressive.

I.2.4 Les vents et leur efficacité morphogénétique

L'étude est axée sur la relation sédiment-efficacité du vent. L'examen du tableau montre que presque 100 % des vents sont théoriquement efficaces pour mobiliser des sédimentations (de vitesse $\geq 5\text{m/s}$).

Mois	Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mal	Jun	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Vitesse m/s	4,9	5,5	5,03	5,4	5,06	5,73	5,41	6,76	7	6	5,1	5,7
Direction	N	N	N	N	N	NW	WNW	WNW	NW	NW	NNE	ENE

Tableau N°(6) Vitesses moyennes annuelles et directions dominantes 1986-1996, station de Dakar-Yoff

Les vents de secteur Nord sont les plus fréquents, tant du point de vue directionnelle qu'au niveau de l'intensité. C'est surtout en août (6,76ms), septembre (7m.s) et octobre (6m.s) que les vents atteignent leur maximum de vitesse, toujours supérieure à la vitesse critique 5m/s.

A. Tangara (1997) a évalué les débits solides mobilisés en kg par segment de la Côte Nord. (tableau N°7).

Tableau N°(7) Débits solides mobilisés en kg

Date	Secteur	Horaire	Direction	Vitesse	Débits solides mobilisés en kg
26-04-94	Cap-Vert Malika	9h10	Nord	0	0
" "	" "	10h11	Nord	5,5	0,14
" "	" "	11h12	Nord	5,5	0,3
" "	" "	12h13	Nord	5,5	1,3
" "	" "	13h14	Nord	6,5	1,3
" "	" "	14h15	Nord	5,5	1,3
" "	" "	15h16	Nord	5,5	0,8
" "	" "	16h17	Nord	8,3	0,2
" "	" "	17h18	Nord	8,3	0,25

L'examen du tableau permet de tirer 2 conclusions :

- Une variation maximale journalière de l'intensité des vents. Les vitesses varient entre 5,5 et 8,3 m/s, les vents les plus efficaces sont enregistrés entre 13 et 18 h, 100 % des vents sont théoriquement efficaces.
- Une variation quantitative des débits solides mobilisés.

On remarque de faibles quantités de débits solides mobilisées dans la journée. Les plus importants transports ont été observés entre 12 h et 15 h avec 3,9 kg/m mobilisés en 3 heures consécutives.

La côte Nord de la presqu'île du Cap-vert peut-être considérée comme une région de vents actifs. L'efficacité géomorphologique de ces vents est surtout atteinte en période sèche.

Chapitre II : Les Conditions Océanographiques

L'hydrologie du plateau continental sénégalais a fait l'objet de nombreuses recherches, J.P Rebert (1983), B. Diaw (1993). Nous nous limiterons à l'examen de :

- l'hydrodynamisme qui a une influence directe sur la morphologie littorale avec comme références les travaux de Courel (1974), Sall (1982).
- la climatologie océanique liée à la circulation générale qui a rôle indirect avec comme référence principale les travaux de Rebert (1983).

II-1. L'hydrodynamisme

Nous examinerons le rôle des houles, des marées et de la dérive littorale.

II-1-1 La houle

L'évolution du littoral peut aussi résulter des caractéristiques de la houle. En effet, pour les houles longues et régulières, les matériaux arrachés au fond s'y déplacent en direction de la côte. Pour les houles de vents très cambrées et irrégulières, les matériaux sont projetés dans la partie centrale de la lame d'eau et le courant d'entraînement les emporte vers le large. Chapon (1965).

D'après Tricart et Cailleux (1965), les côtes intertropicales sont soumises à un régime océanographique caractérisé par des houles fortes et beaucoup plus constante que dans les autres latitudes. Ces houles prennent naissance dans l'Atlantique Nord (Guilcher - 1954).

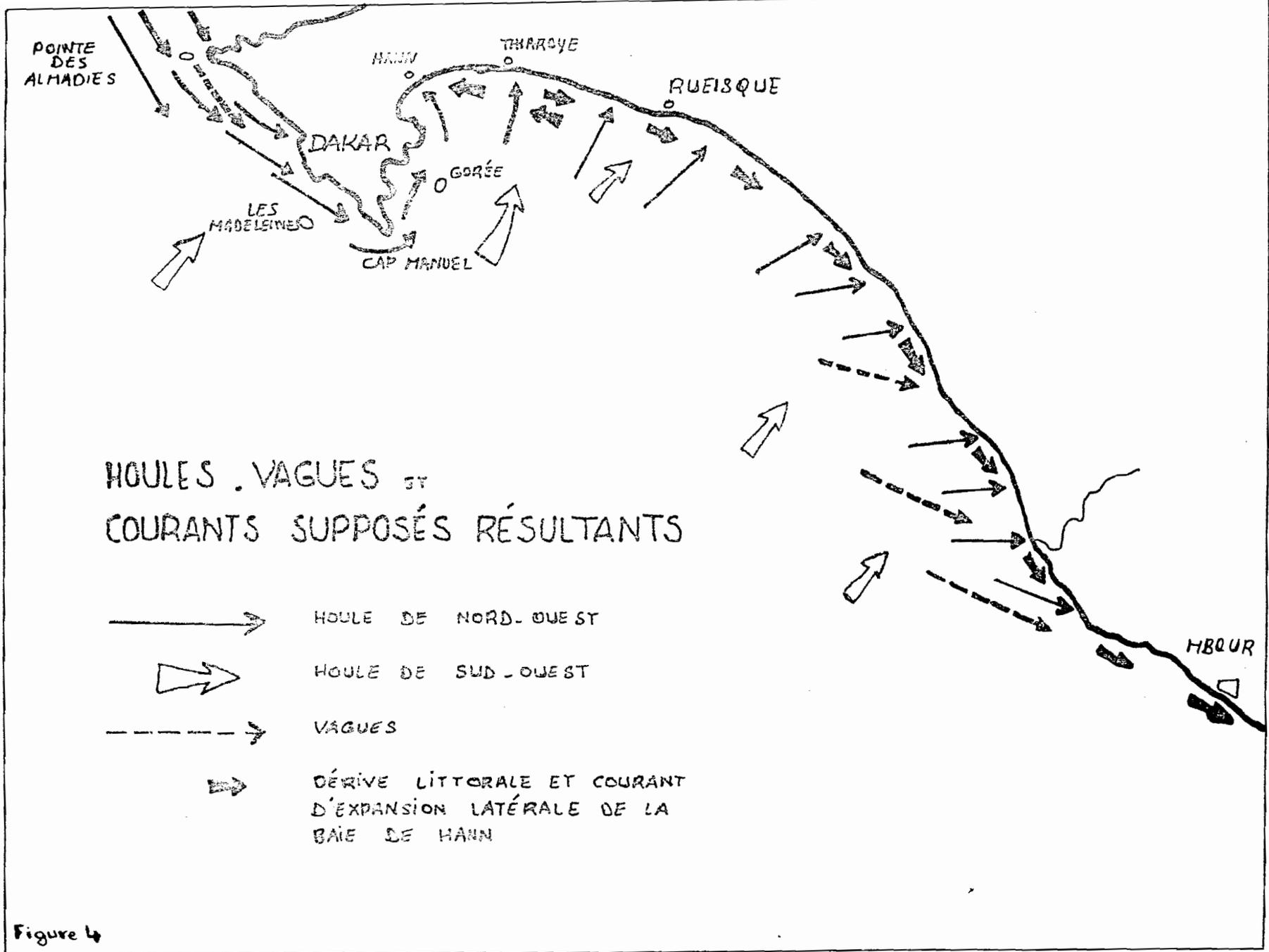


Figure 4

On distingue principalement au niveau des côtes sénégalaises deux trains d'onde d'après une analyse de photographies aériennes par Sall (1982) :

- Une houle de Nord-Ouest (N 320° à 20° E) plus importante et plus régulière. Elle est enregistrée en toute saison.
- Une houle du Sud-Ouest (N 180° à 230° E), moins importante qu'on enregistre qu'en saison des pluies.

Pour caractériser ces deux régimes de houles, nous analysons les modalités de déplacement et les conséquences. A ce titre, Sall 1982 montre à partir de sa rose catagraphique, la prédominance des houles de W-NW à NW (plus de 98 % des observations et la faible représentativité des houles du SW (moins de 2 %).

La propagation de la houle fait apparaître une série de réfractions, diffractions au niveau de la tête de la presqu'île. Tout d'abord, les trains d'ondes subissent une première diffraction au niveau de la pointe des Almadies, ce phénomène est accompagné d'une réfraction notable d'après Masse (1968). Ensuite ils subissent une deuxième diffraction de moindre importance que les précédentes sur la pointe de Bel air.

En définitive, nous pouvons souligner avec Sall (1982 et Masse 1968) que la presqu'île du Cap-Vert fonctionne donc comme un énorme môle de diffraction qui diminue fortement l'énergie des houles qui parviennent à la baie de Gorée et sur la petite côte.

II-1.2 La dérive littorale

La dérive littorale est essentiellement en morphologie littorale et surtout lorsqu'elle est bien alimentée en matériaux. La dérive induite par la houle du Nord-Ouest est dirigée vers le Sud. Ainsi, selon Masse (1968), l'existence de cette dérive littorale est attestée par l'orientation des flèches sous-marines qui se constituent aux embouchures des petits cours d'eau côtiers. Ces flèches sont toujours déjactées vers le sud, c'est-à-dire dans le sens de la dérive. Cette dérive joue un rôle déterminant dans l'engraissement continu du système de dunes blanches de la côte Nord. Sur la côte sud par contre, elle est moins active.

II-1.3 Les marées

Les marées qu'on enregistre le long des côtes sénégalaises appartiennent au type semi-diurne ayant une période voisine de 24 heures. Elles sont caractérisées par un marnage faible < à 2m. Seules les grandes marées (plus de 4 m) déterminent un démaigrissement important, mais momentané des plages du Cap-Vert (Courel 1974). Tandis que le faible marnage a pour conséquence, le développement réduit de l'estran (Masse 1968).

En définitive, les houles, les marées ainsi que les courants induits constituent des facteurs majeurs dans l'évolution du littoral. L'engraissement et le démaigrissement du littoral se font sous l'influence combinée des houles principalement du secteur NW et de la dérive littorale induite.

II-2. Climatologie océanique

L'étude de la climatologie océanique a bénéficié des recherches de Berrit (1958), Masse (1968), Rossignol (1973), Sall (1982), Rebert (1983), Diaw (1997). Berrit (1958) et Rossignol (1973) distinguent 3 saisons hydrologiques au cours de l'année :

- une saison froide
- une saison d'eaux chaudes et salées (tropicales)
- une saison d'eaux chaudes et dessalées ou quinées,

Tandis que Sall (1982) et Diaw (1987) distinguent 2 saisons hydrologiques au cours de l'année : une saison froide et une saison chaude séparées par des périodes de transition selon Diaw (1997). Nous pouvons donc dire que l'hydrologie du plateau continental est rythmée par deux principales saisons océaniques : une saison froide et une saison chaude.

II-2.1 La Saison froide (Nov.à Mai).

Les eaux froides apparaissent dans le Nord dès le mois d'octobre, recouvrent la totalité du plateau continental à partir du mois de janvier selon Rebert (1983). Les eaux sont froides et salées 35‰. Cela s'explique par l'apparition d'alizés en décembre-janvier. Les courants généraux portent au sud sur toute l'étendue du plateau continental et il se produit un refroidissement de la zone avec le phénomène d'upwelling. Nous soulignons toujours avec Rebert (1983), les possibilités de diminution de la salinité de surface par condensation de l'humidité atmosphérique. La variabilité de la salinité dépend des zones côtières.

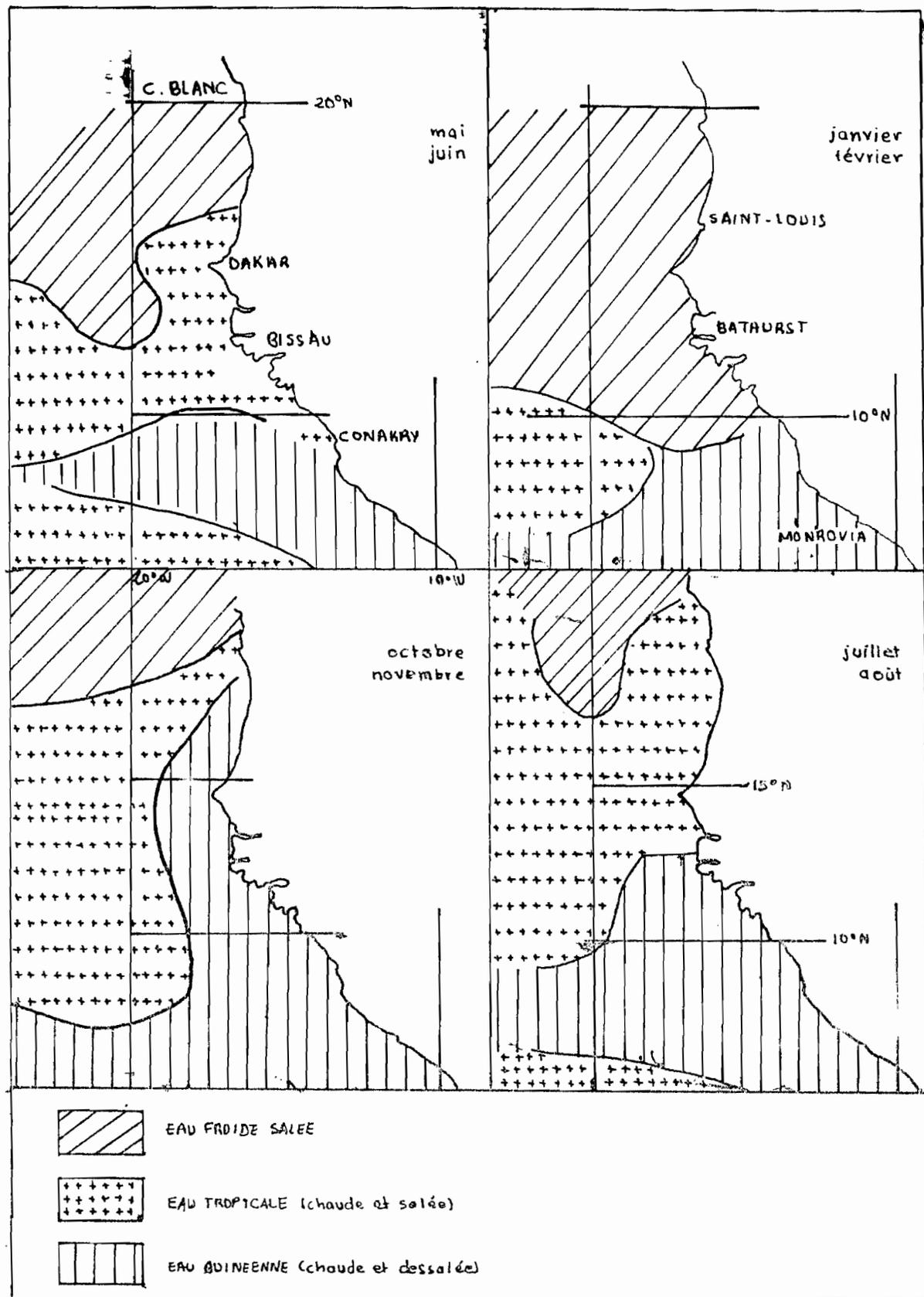


Figure 5 : Les catégories d'eaux de surface - d'après Rossignol (1973)

D'abord au Nord de Saint-Louis, la salinité augmente par mélange avec les eaux du large venant du Nord par advection. Ensuite entre Saint-Louis et le Cap-Vert, les salinités des surfaces peuvent diminuer par mélange avec les eaux du fleuve Sénégal.

Enfin, dans les zones de la Petite-Côte, la salinité tend à diminuer par mélange avec les eaux du coin dessalé devant la Guinée-Bissau. En résumé, nous soulignons avec Rebert (1983) que la variabilité interannuelle de la salinité en saison froide demeure cependant faible par rapport à la variabilité thermique.

II-2.2 La Saison Chaude (juin-octobre)

Dès le mois de mai, on observe une baisse des alizés, ainsi, le front des upwellings est repoussé vers le Nord et l'influence du courant équatorial sur la circulation est importante. Nous sommes en présence de deux masses d'eau suivant la période de l'année.

II-2.2.1 Les eaux chaudes et salées du courant Nord

De juin à août, le plateau continental est envahi par des eaux dites tropicales, chaudes et salées. Elles sont transportées par la branche Nord du contre courant équatorial. La température des eaux varie entre 27° et 28°, leur salinité à l'origine est de 35,6 à 35,8 ‰. Sous l'effet de l'évaporation continue, elle augmente jusqu'à atteindre 37 ‰. Cette augmentation peut se poursuivre jusqu'à ce qu'apparaissent les eaux chaudes dessalées.

II-2.2.2 Les eaux chaudes dessalées

D'août à novembre, le plateau continental est occupé par des eaux dites guinéennes, chaudes et dessalées. Elles appartiennent à la bordure du contre courant équatorial. La température est de 28° et la salinité est faible, moins de 35 ‰. L'apparition en surface d'eau à salinité faible en saison chaude est liée à la forte pluviométrie.

Au terme de l'analyse des conditions hydrodynamiques, nous soulignons avec Sall (1982) que leur influence pour la sédimentation varie selon qu'on se situe sur le plateau continental ou vers la zone côtière.

Chapitre III La trame géologique

III-1 La géologie du bassin

Précisons d'emblée avec Sall (1982) que le littoral sénégalais s'intègre dans le bassin sédimentaire sénégal-mauritanien d'âge secondaire tertiaire.

On rencontre dans ce bassin des séries sédimentaires sub-horizontales à faciès marneux ou calcaire éocène surmontant des grés et argiles du crétacé qui n'arrivent en affleurement qu'à l'extrême-Ouest. Dès grés argileux d'âge miocène, des cuirasses ferrugineuses, fini-pliocènes, des formations sableuses quaternaires recouvrent localement l'éocène d'après Sall (1982), Diaw (1997).

Sall (1982) constate des intrusions volcaniques d'âges tertiaire et quaternaire qui percent la couverture sédimentaire principalement dans la presqu'île du Cap-Vert.

L'étude de l'histoire géologique du bassin a été conduite par de nombreux chercheurs depuis F.Tessier (1952), en passant par Hebrard I, Faure H, Edouard P. (1969), Michel P. (1969), Sall (1982)... à I. Niang Diop (1995).

III.12 Chronologie des dépôts quaternaires de la Côte.

Le tableau suivant résume l'évolution du littoral au quaternaire récent. Il fait apparaître les différentes séries, leurs âges ou durée, les fluctuations eustatiques et climatiques et enfin les types de formation.

Tableau N°(8) : Chronologie des dépôts du quaternaire récent (INQUA-ASEQUA, modifié)

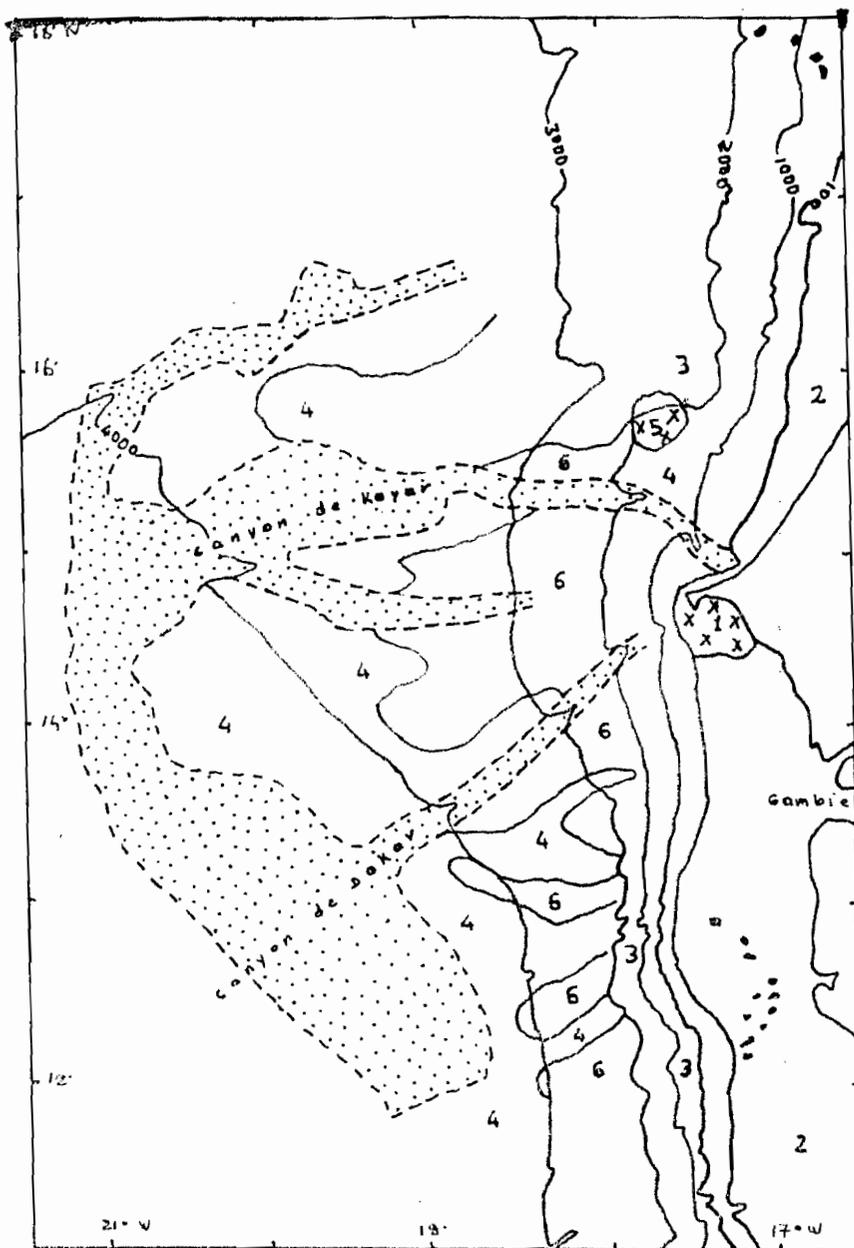
Services ou Etages	Age ou durée	Fluctuations du niveau de la mer	Oscillations climatiques	Types de formations
Post Nouackchottien Actuel Subactuel	4500-0 B.P 1700	0 mIGN Regression - 1m	Sécheresse Croissante	- Formation des dunes blanches - Mise en place des cordons littoraux (dunes jaunes) - Fermeture (barrage) des lacs littoraux et évolution de type lagunaire - Constitution de flèches sableuses au droit des différents estuaires et allongement vers le sud.
Dakarien	2800 – 2000	Transgression +1 à 2 m	Période humide	- Courant de dérive littorale régularise la Côte Nord à partir de 4000 BP
Tajolien	4500 - 2800	Régression -2 à - 3,5 m	Période aride	- Dépôt de minéraux lourds - Apparition de cordons littoraux emboîtés.
Nouackchottien	7000 – 4500 BP 5500 ans	Transgression +1 à 2,5 max transgression	Climat humide (saisons contrastées)	- Formation de plage à « arca senilis » - Ouverture des lacs et envahissement des dépressions (interdunes et cours inférieurs des marigots) - Cordons littoraux successifs - Vallées de la 1 ^{er} phase d'entaille envoyées formant une série de golfes.
Tchadien (remonte au niveau de la mer)	12000 – 7000 BP 7000 ans 14.000 (-77) 8000 ans	Régression ----- Remontée du niveau mais niveau encore bas – 10 à 50 m	Petite phase sèche sec tropical Fortes crues Très humide	- Formation du réseau hydrographique perpendiculaire à la mer. - Formation des niayes - Période lacustre majeure : formation de lagunes et mangroves - Rubéfaction et érosion des dunes ogoliennes - Remaniements locaux des dunes ogoliennes.
Ogolien	20.000-12.000 BP 12.000 ans 20.000 ans	- 100 m Régression - 120 m	Climat très aride. Intensification des alizés	- Mise en place de l'erg ogolien d'orientation générale NE-SW - Extension de l'erg - 1 ^{er} phase d'entaille du réseau hydrographique (creusement des vallées du Sénégal-Gambie- Casamance).
Inchirien	37.000-31.000 BP	Transgression	Climat humide	- Constitution de la formation des sables argileux (limons) de la pointe de Fann, du champs de tir et de Yoff, ainsi que des grés ferrugineux et des croutes calcaires du plateau de Bargny. - Dépôts littoraux grésifiés ("beach-rock ") de Bargny, Cap des Biches).

III.1.3 Aspects Morphologiques et Sédimentologiques du Plateau Continental

C'est un plateau relativement étroit avec une largeur moyenne de 40 km. Selon L.J. Meagher et al (1977). Sall (1982), cités par Diaw (1997), nous pouvons individualiser en fonction de la pente et de la largeur 3 entités :

- une entité Nord à plateau continental large (+ de 50 km) qui s'étend de Saint-Louis à Kayar. La pente varie en fonction des segments considérés. Elle passe de 1,8 à 0,3 % de Kayar à Mboro et varie de 0,2 à 0,4 % de Mboro à Saint-Louis.
- Une entité Sud, de la baie de Hann à la Casamance et qui dépasse 50 km de large, les valeurs maximales étant relevées au large du Saloum (100 km) et au large de la Casamance (70 km). Selon J.Pinson Mouillaud (1980) cité par Sall (1982) et Diaw (1997), les pentes varient de 0,3 à 0,6 % au large de la Baie de Rufisque de 0,1 à 0,3 au large de Popenguine et de Mbour.
- Une entité intermédiaire de Kayar à Rufisque à une plate forme étroite (2 à 15 Km) et une pente forte variant de 1 à 1,5 %.

Certaines structures du plateau continental sont susceptibles d'influencer le régime sédimentaire de la zone côtière au double plan qualitatif et quantitatif. Il s'agit principalement des canyons qui ont été identifiés lors des levées bathymétriques réalisées par la mission du CSS Baffin (1977). Sall (1982) en individualise 6, canyon Peul au large de Loumpoul, canyon Djolof au large de Mboro, canyon de Kayar, canyon de Dakar, canyon Diola, canyon socé etc...



- | | |
|---|--|
| Extension au large du volcanisme du C. Vert | Complexe du Kayar Seamount |
| Plaine d'évasion pléistocène | Pente continentale et talus supérieurs non perturbés |
| Effondrements sous-marins | Canyons sous-marins |
| Zones de dépôt de glissements | Dômes salifères |

Fig 6: Bathymétrie de la marge continentale du Sénégal et de la Gambie d'après L. J. Heagher et Al. 1977

De tous ces canyons, celui de Kayar est le plus important tant par ses dimensions absolues (200 km de long, 6 km de large) que par son influence sur la sédimentologie du plateau continental. (Dietzet al. 1967, Ruffman et al, 1977, J. Pinson Mouillaud 1980 cités par Sall 1982), (cf. figure 6) Bathymétrie de la marge continentale du Sénégal et de la Gambie). Selon Sall 1982, le Canyon de Kayar jouerait sur la sédimentologie actuelle de la plate forme continentale au large de la côte Nord un rôle important. Deux (2) phénomènes corroborent cette hypothèse, d'abord Dietz et al 1968 ont montré que sur près de 1 km, la plage au sud du Canyon est dépourvue de sable. Ensuite le domaine des cordons littoraux pos-nouack-chottiens présente de très grandes inégalités de largeur au Nord et au Sud de l'amorce du canyon. Il est donc probable que le canyon de Kayar joue un rôle de trappe à sable, alors que celui de Dakar devrait quant à lui avoir une influence relativement limitée.

III.2 Géomorphologie

Sur le plan géomorphologique, les principaux travaux sont ceux de Michel 1973 et Sall 1982. Les développements qui vont suivre s'inspirent donc essentiellement de ces travaux. On constate que la côte nord est marquée par un grand développement du manteau quaternaire sableux. Cette formation des sables quaternaires résulte de la juxtaposition de plusieurs cordons. Sall (1982) distingue en fonction de l'origine du matériel et des conditions de mise en place :

- les systèmes dunaires littoraux (dunes blanches, dunes jaunes)
- les systèmes dunaires continentaux (erg ogolien classique, système ogolien remanié).

III.2.1 Les systèmes dunaires ogolien et ogolien remanié

Les systèmes dunaires ogoliens se sont mis en place lors de la régression ogolienne, importante phase aride de 20.000 à 12.000 ans BP. Les dunes rouges orientées NE/SW constituent le système le plus étendu et son altitude varie entre 25 et 50 m. Après cette phase sèche, on a eu un pluvial post-ogolien, le Tchadien qui a permis le creusement d'un réseau hydrographique et la rubéfaction du matériel. Vers 7500 BP le climat est redevenu sec et selon Michel, il s'en est suivi un remodelage de l'erg ogolien. Tandis que Sall et al (1978) estiment que ce remodelage s'est effectué à l'Ogolien dans les zones côtières avec des régimes de vents différents de ceux de l'intérieur.

III.2.2 Les Systèmes dunaires littoraux

III.2.2.1 Les dunes vives littorales

D'après Sall (1982), l'édification du système de dunes blanches adjacent à la plage a commencé au subactuel et continue de s'engraisser par l'apport des sables de la haute plage. Sall (1982) relativise l'importance quantitative de ces apports qui se font selon lui en fonction du profil de l'estan, des caractères topographiques du contact estran-dunes et enfin l'orientation du trait de côte par rapport aux vents efficaces dans la mobilisation des sables. L'absence de dunes bordières et la position du trait de côte perpendiculaire à la direction des vents efficaces sont les conditions les plus favorables à l'engraissement. C'est le système dunaire le plus récent avec une largeur variable (de quelques centaines de mètres à un millier de mètres) et une altitude variant de quelques mètres à 25 m dans la région de Kayar - lac Tanma. Les dunes vives littorales se caractérisent par un faible taux de couverture végétale.

III.2.2.2 Les dunes jaunes

Les dunes jaunes ont été mises en place lors de la petite phase sèche à 7500 ans BP. Elles ont une largeur variable de 250 m à 2km qui s'étend de Yoff à Saint-Louis, avec cependant des interruptions par endroit à Kayar au niveau de l'exutoire du lac Mbaouane, au droit des lacs Retba, Youi et Mbeubeuss. Les pentes sont de l'ordre de 30°. Ces dunes sont assez élevées avec des sommets de 15 m et localement 20 m qui surplombent les lacs littoraux et les niayes. Elles sont orientées NW/SE. Les dunes jaunes sont semi-fixées par une végétation de steppe arbustive et buissonnante localement dégradée.

En conclusion, nous soulignons que les données anémométriques jouent un rôle d'agent morphodynamique particulièrement efficace. La péjoration climatique, (déficit pluviométrique) des deux dernières décennies, a renforcé ce rôle.

Deuxième Partie :

Les Unités Géomorphologiques et la **Sédimentologie**

Chapitre 1 : Les unités géomorphologiques

D'après une classification basée sur les matériaux présents dans la zone côtière, se distinguent 4 grands types de côtes, les côtes rocheuses constituées de falaises, les plages constituées de matériaux meubles non cohésifs, les côtes vaseuses ou argileuses très plates, dont les constituants sont des sédiments fins, cohésifs et enfin les côtes récifales ou côtes construites.

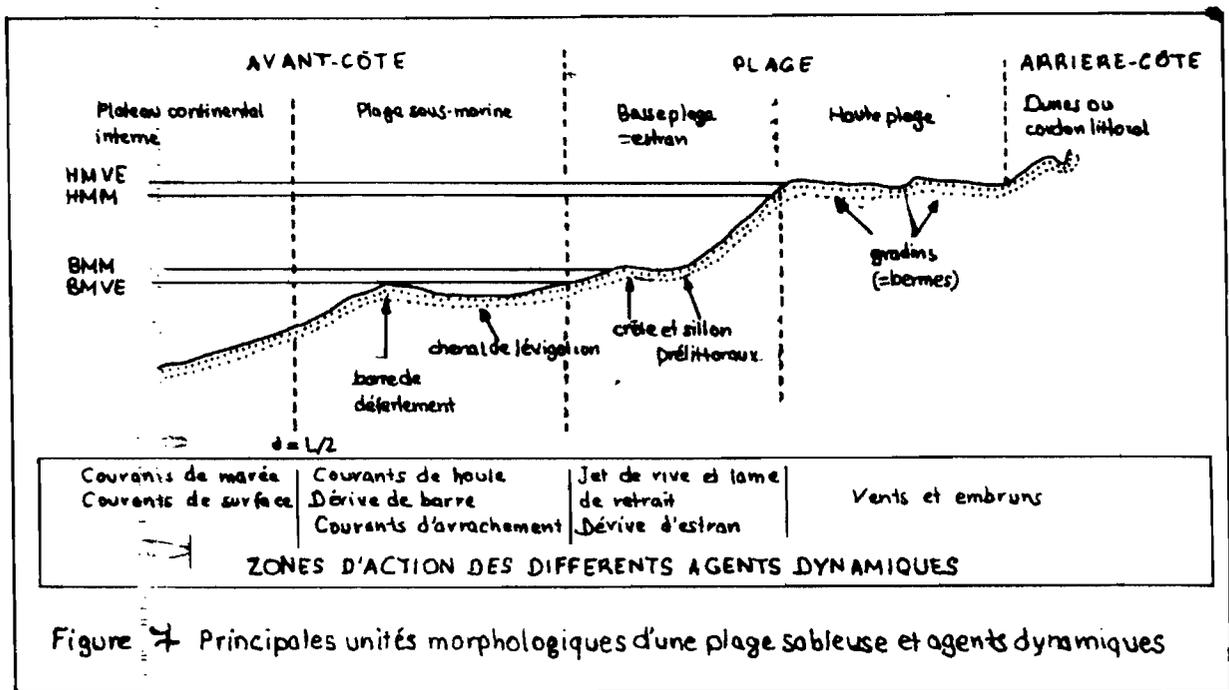
Parmi les différents types de côtes répertoriées, les plages sableuses sont les plus vulnérables parce que le matériel meuble non cohésif peut-être facilement mobilisable. De plus, les plages sableuses constituent plus de 70 % des côtes sénégalaises.

Une plage sableuse peut être représentée par un profil de plage, ce profil de plage permet d'identifier les unités morphologiques de la plage qui sont définies selon les niveaux d'eau (fig 7) Isabelle Niang Diop 1995.

L'examen de la figure permet de distinguer 3 grandes parties que sont l'avant-côte avec le plateau continental et la plage sous-marine, la plage avec la basse plage et la haute plage et enfin l'arrière-côte avec ses dunes ou cordons littoraux.

I.1 Les dunes ou cordons littoraux

Leur édification a commencé au subactuel et se poursuit avec l'engraissement du système par apport de sable de la haute plage. Dans les zones à vents réguliers et forts, les dunes littorales résultent du transport éolien de sables issus des estrans de la plage.



Les côtes sableuses peuvent s'appuyer sur des dunes littorales bien développées (cas de la côte nord) ou sur un simple cordon littoral de faible largeur (cas de la côte sud).

La largeur des dunes littorales est variable, faible, voire inexistante aux Parcelles Assainies, elle peut atteindre ailleurs des centaines de mètres. D'après Sall (1982), le flanc océanique des dunes blanches est le plus souvent souligné par des dunes embryonnaires de types nebka ou par des bourrelets sableux de forme atypique colonisés très incomplètement par des espèces de l'étage adlittoral.

Nous retrouvons ces dunes embryonnaires de types nebka ou bourrelet sableux à Yoff, à Mbeubeuss Ouest, mais aussi à Guédiawaye. La largeur des dunes y varie de quelques mètres à des centaines de mètres.

La côte sud est caractérisée par un cordon littoral de faible largeur, à Thiaroye, Yarakh, Rufisque Est, mais aussi par la présence à Rufisque Ouest d'un cordon sablo-coquillier. La couverture végétale est variable, elle est inexistante au niveau de la côte sud, alors qu'elle est inégalement développée au niveau de la côte nord. Par endroits, on a un taux de couverture végétale très faible (Parcelles Assainies) ou des zones colonisées par des espèces rampantes, des arbres.

I.2 La haute plage

D'après Isabelle Niang Diop (1995), la haute plage n'est recouverte que par des marées hautes de vives eaux ou à l'occasion des houles de tempête. Elle présente en général de faibles pentes avec un ou plusieurs gradins horizontaux, les bermes. On peut y observer des formes particulières telles que les croissants de plage, particulièrement fréquents sur la côte sud.

1.3 La basse plage

La basse plage est la partie alternativement découverte et recouverte au cours d'une marée moyenne. Les pentes y sont plus fortes. Sur certaines plages, c'est le cas de la côte nord, on y observe des formes parallèles au rivage que sont les crêtes et sillons.

1.4 La plage sous-marine

Elle est comprise entre les niveaux des basses mers moyennes et la profondeur à partir de laquelle les houles commencent à avoir une influence sur le fond (environ la moitié de la longueur d'onde de la houle). C'est donc une zone constamment immergée. Elle peut présenter un ou plusieurs systèmes de chenaux de levigation et de barres de déferlement.

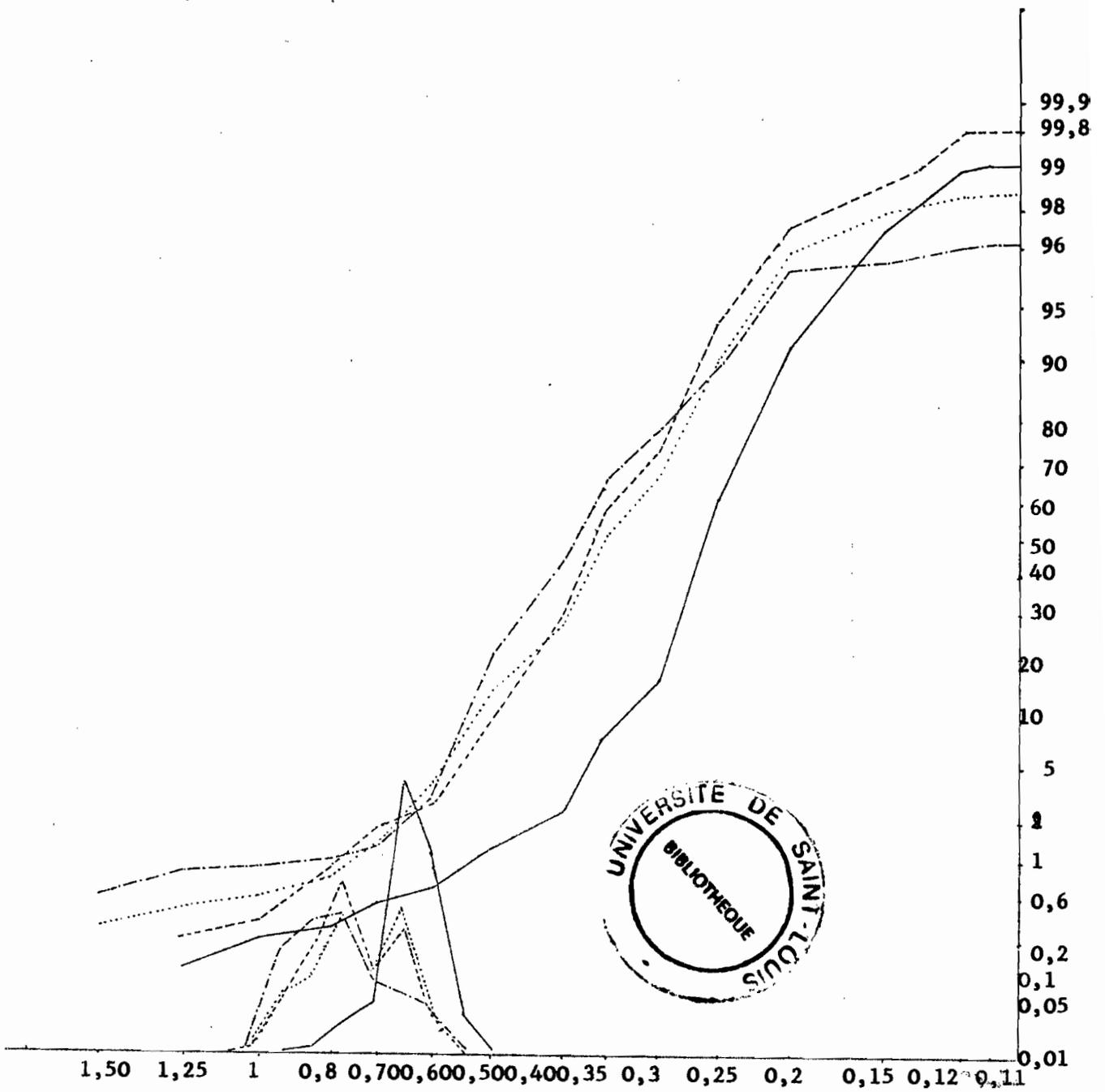
Chapitre II : La sédimentologie

L'étude de la sédimentologie s'est faite sur la base de 48 échantillons prélevés à la main sur toutes les unités morphologiques : le cordon, la haute plage, la basse plage et la berme. Cette étude se fera en 3 étapes : la calcimétrie, la granulométrie, la morphoscopie.

II.1 Le cordon

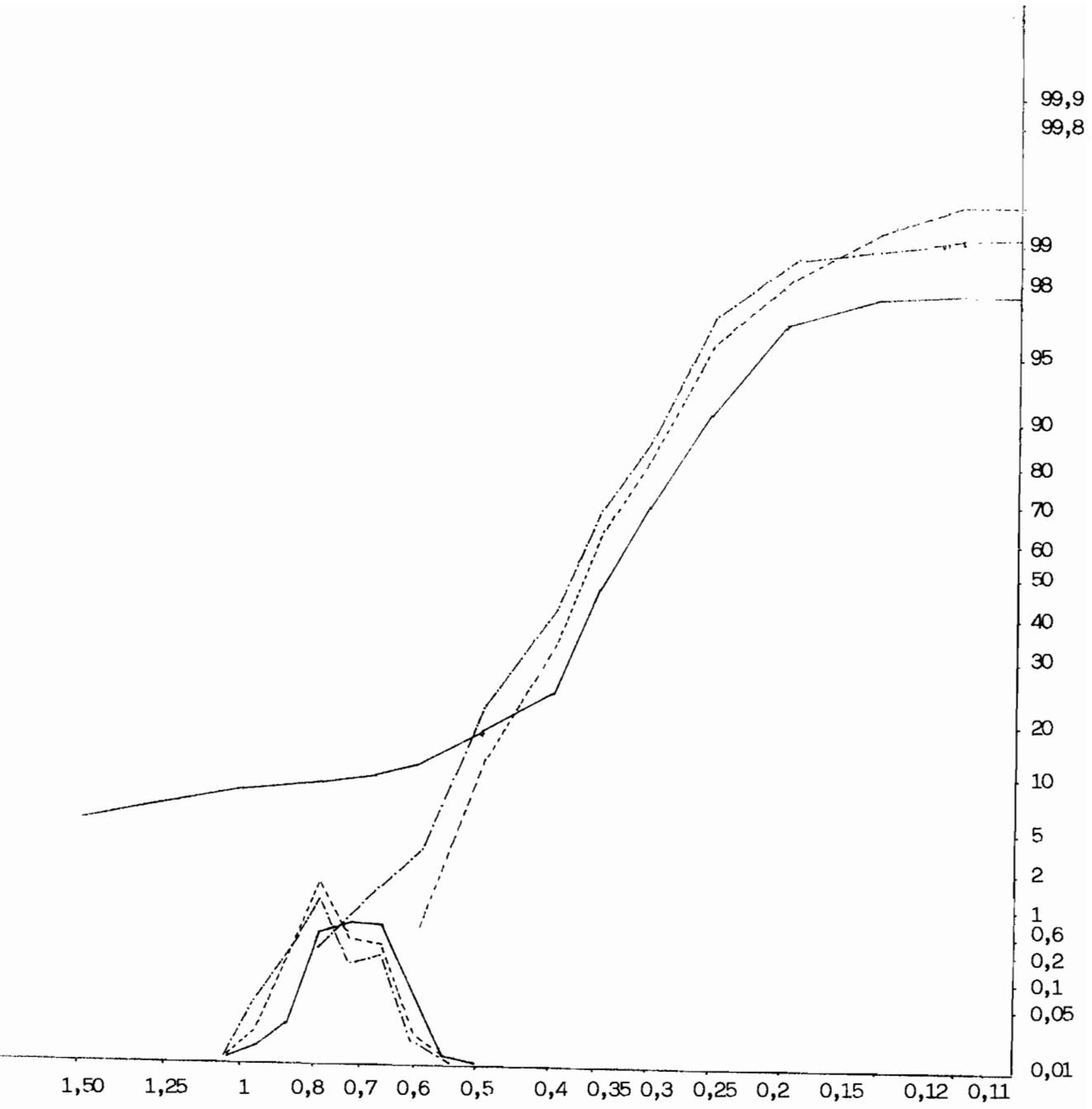
II.1.1 Calcimétrie

Au niveau du cordon, le taux de carbone est relativement faible, il n'y dépasse pas 9 %. Le maximum est relevé à Rufisque Est avec 8,5 % et le minimum à Mbeubeus avec un taux de 3,5 %.



STATIONS	MZ	SI	SKI	K9
Rufisque ouest	2, 586	0,353	0,004	1,284
Yoff	1,931	0,536	0,045	0,883
Parcelles Assainies	1,972	0,574	0,045	0,900
Guédiawaye (Hamo)	1,867	0,596	0,033	0,911

Courbes log normales et courbes de fréquence et paramètres texturaux Fig n°8



STATIONS	MZ	Si	Ski	Kg
Rufisque Ouest	2,197	0,631	-0,043	1,428
Rufisque Est	2,017	0,491	0,109	0,980
Thiaroye	1,926	0,511	0,091	0,853

Courbes log-normales et courbes de fréquence et paramètres texturaux Figure N°9

II.1..2 Granulométrie

La répartition des sédiments fait apparaître une concentration des sédiments entre les mailles 0,500 et 0,125mm, plus de 95 % des sédiments. Ce sont des sédiments moyens.

Les courbes cumulatives ont presque la même allure. Sur les 7 sites, 6 ont la même courbe de fréquence.

L'analyse des paramètres texturaux montre :

- la taille moyenne du sédiment (MZ) est comprise entre 2,728 et 1,711 sur le cordon
- le coefficient de dispersion (Si) montre dans l'ensemble un bon tri du sédiment ; les valeurs sont comprises entre 0,26 et 0,63
- l'angulosité (kg) est partout supérieure à 1 sauf à Thiaroye (CRODT), 0,85 et à Mbeubeus 0,96, ainsi le sédiment est bien trié dans sa partie centrale. L'asymétrie (Ski) révèle un excès en particules grossières.

Le test de Visher appliqué au cordon permet de révéler que 0,8 à 3,8 % des sédiments sont transportés par suspension, alors que la saltation I transporte 21 à 37 %, la saltation II, 45 à 72 % et enfin le roulage mobilise 0,5 à 6 % des sédiments.

II.1.3 Morphoscopie

L'analyse des types de forme nous donne les résultats suivants : en moyenne 38 % de coins arrondis et 35 % d'arrondis. Pour ce qui est des états de surface, les picotés luisants et les luisants prédominent avec respectivement 51 et 36,33 %.

II.1.4 Interprétation

La forte présence des coins arrondis et arrondis et à leur aspect luisant et picoté luisant attestent un façonnement marin.

II.2 La haute plage

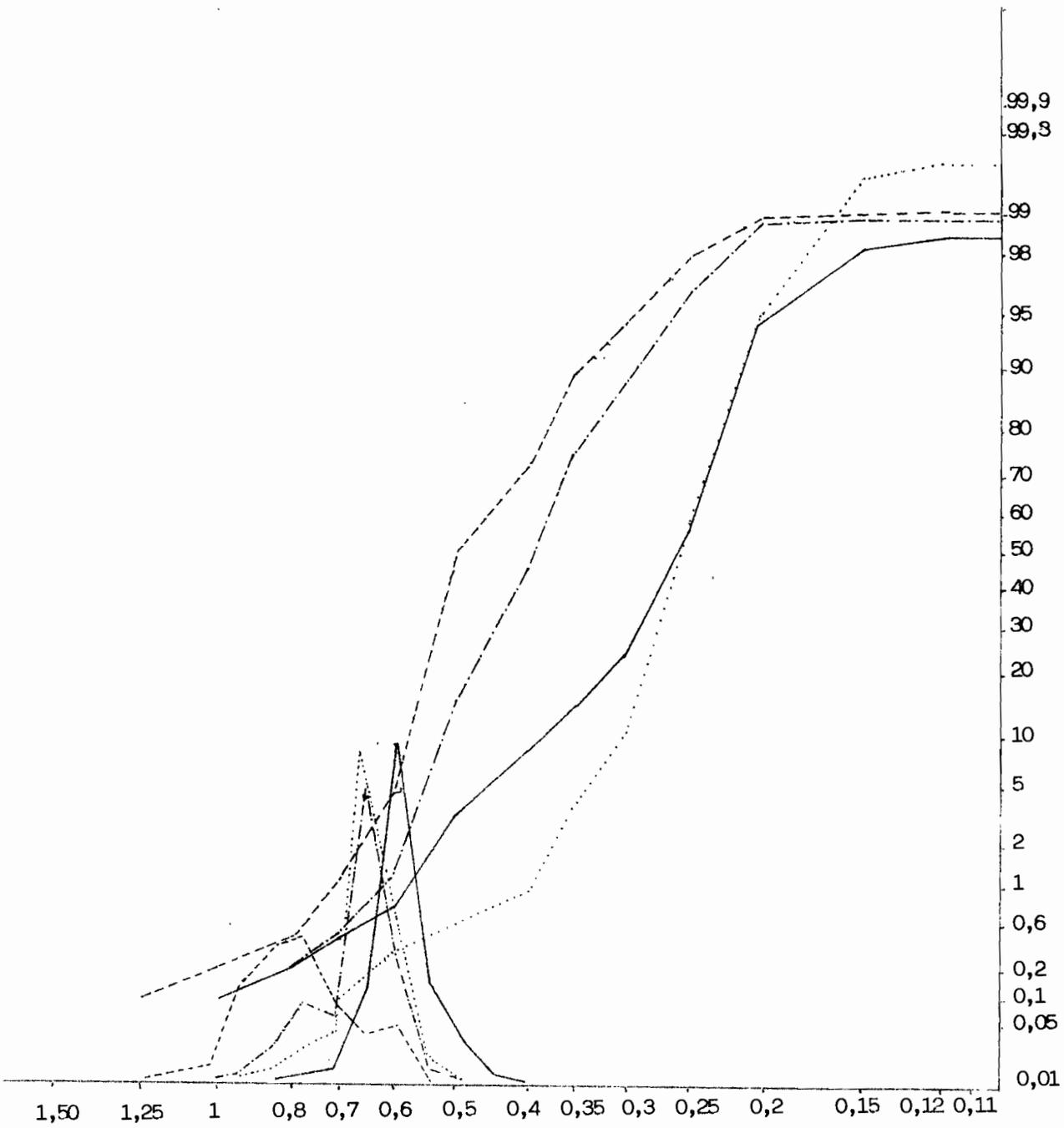
II.2.1 Calcimétrie

Le taux de carbonate y est faible, mais supérieur à celui du cordon. Ainsi, le maximum est de 17 % à Rufisque Est et le minimum est de 3,5 % à Mbeubeuss.

II.2.2 Granulométrie.

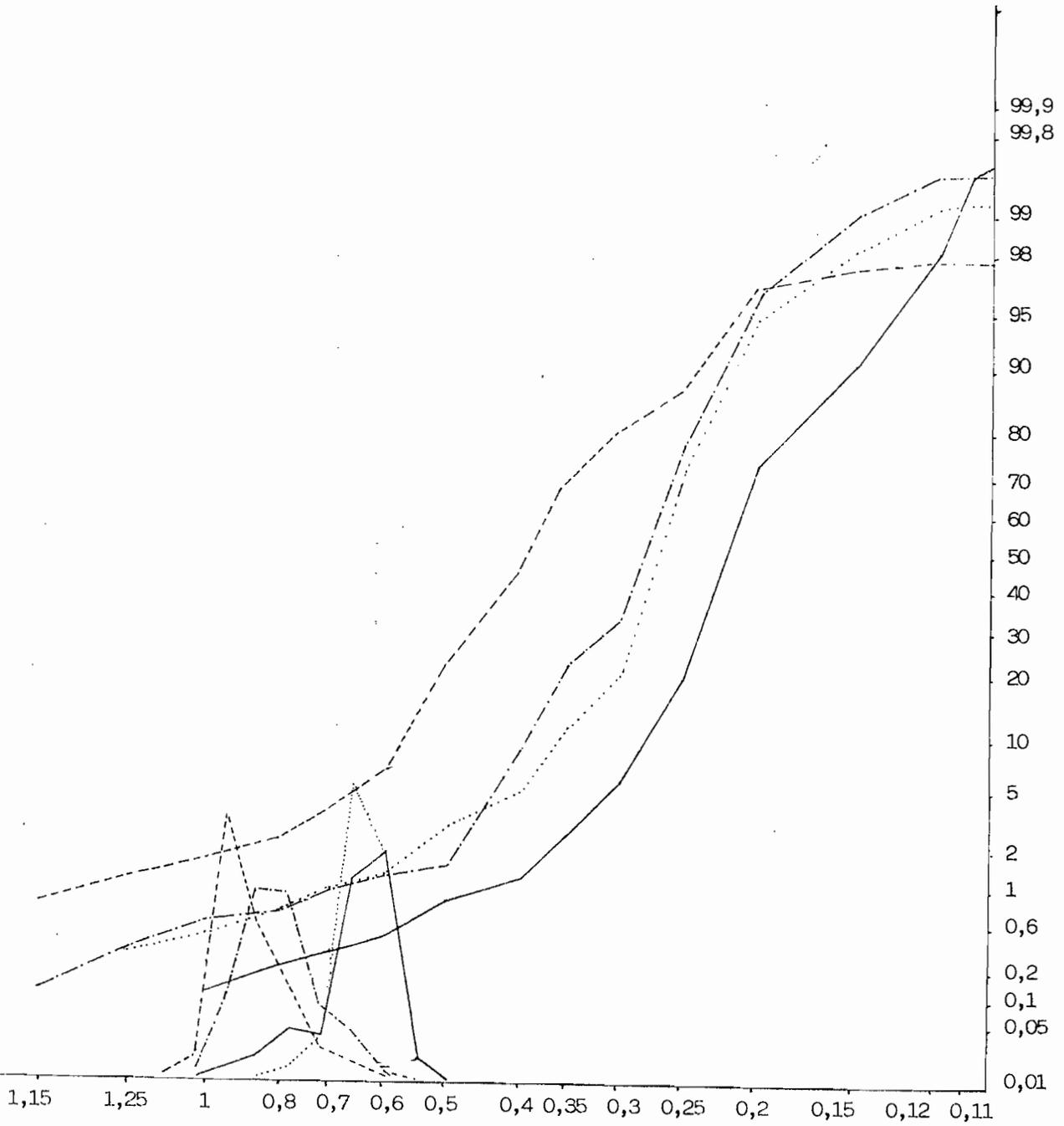
Plus de 95 % des sédiments sont concentrés entre les mailles 0,400 et 0,100 mm. L'étude des mailles des sédiments permet de souligner une prédominance des sédiments moyens. Nous avons un matériel uniforme, en effet, les courbes cumulatives présentent la même allure, à l'exception de celle de Rufisque qui est bimodale. L'analyse des paramètres texturaux montre :

- les valeurs de MZ sur l'ensemble de la haute plage sont comprises entre 1,597 et 2,722, alors que les valeurs du coefficient de dispersion (Si) sont comprises entre 0,257 et 0,596, ce qui implique un bon tri du sédiment.



STATIONS	MZ	Si	Ski	Kg
Mbeubeuss	2,722	0,294	-0,175	1,208
Yoff	1,597	0,484	0,286	0,915
Parcelles Assainies	2,649	0,31	-0,11	1,076
Guédiawaye (Hamo)	2,638	0,257	-0,059	0,887

Courbes log-normales et courbes de fréquence et paramètres texturaux Figure N°10



STATIONS	MZ	Si	Ski	Kg
Rufisque Ouest	2,865	0,348	0,093	1,452
Rufisque Est	1,811	0,696	0,046	1,215
Thiaroye	2,51	0,380	-0,36	1,804
Yarah	2,363	0,45	-0,295	1,257

Courbes log-normales et courbes de fréquence et paramètres texturaux Figure N° 11

- L'angulosité (kg) est partout inférieur à 1 sauf aux Parcelles Assainies et à Rufisque Est, ainsi à ce niveau, le sédiment est très mal trié. L'assymétrie (Ski) révèle un excès en particules fines. Le test de visher montre que 0,4 à 1,4 % des sédiments sont transportés par suspension, 14 à 44 % par saltation I, 39 à 84 % par salation II et 9,5 à 4 % par roulage.

II.2.3 Morphoscopie

L'analyse des types de forme fait apparaître la prédominance des coins arrondis, des arrondis et des ovoïdes avec en moyenne 45, 26,33 %. S'agissant des états de surface, les picotés luisants représentant en moyenne 55,33 % et les luisants 40,66 %.

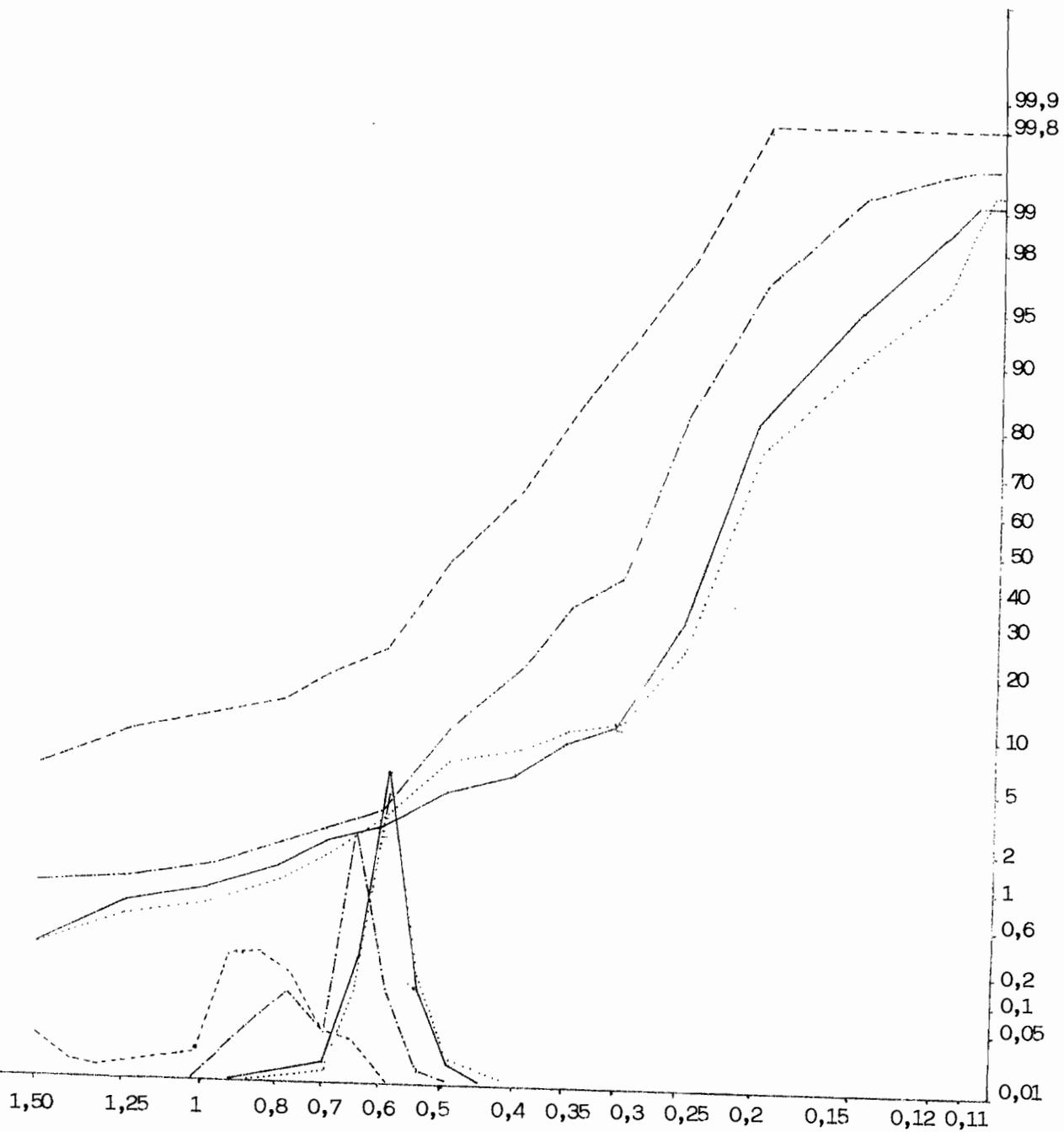
II.2.4 Interprétation

La prédominance des picotés luisants et luisants et la forte présence des coins arrondis et arrondis attestent un façonnement marin.

II.3 La basse plage

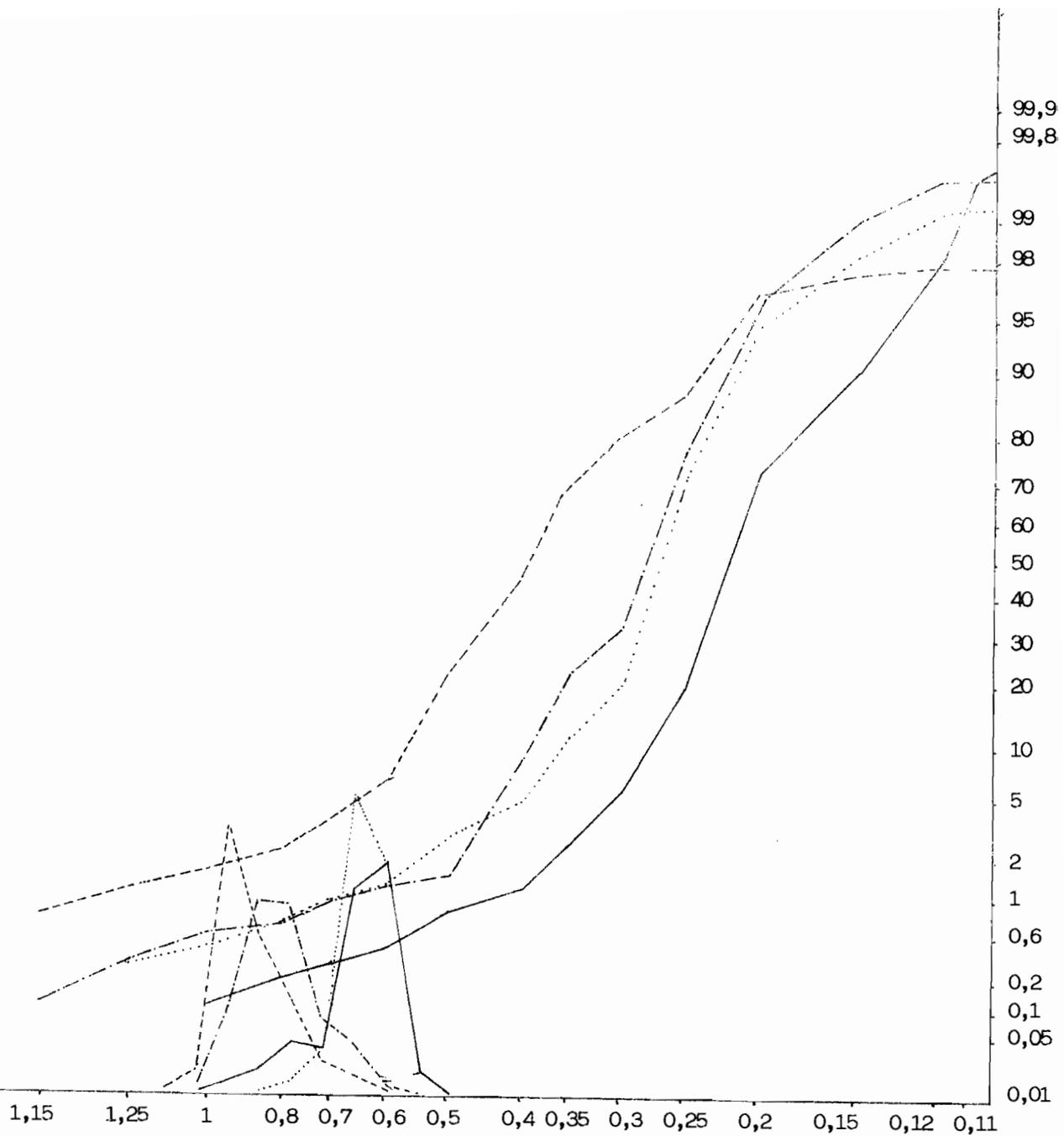
II.3.1 La calcimétrie

Les valeurs sont basses mais supérieures à celles du cordon et de la haute plage. Le maximum est relevé à Rufisque Est avec 21 %, alors que la valeur minimale est de 2,5 % à Yarakh.



STATIONS	MZ	Si	Ski	Kg
Mbeubess	2,486	0,478	-0,324	1,374
Yoff	1,443	0,417	0,419	1,020
Parcelles Assainies	2,609	0,274	0,023	0,944
Guédiawaye (Hamo)	1,759	0,451	0,198	1,101

Courbes log-normales et courbes de fréquence et paramètres texturaux Figure N° 12



STATIONS	MZ	Si	Ski	Kg
Rufisque Ouest	2,865	0,348	0,093	1,452
Rufisque Est	1,811	0,696	0,046	1,215
Thiaroye	2,51	0,380	-0,36	1,804
Yarah	2,363	0,45	-0,295	1,257

Courbes log-normales et courbes de fréquence et paramètres texturaux Figure N° 13

II.3.2 Granulométrie

Précisons que les brisures de coquilles font leur première apparition, ainsi, les sédiments sont grossiers. Les sédiments sont concentrés entre les mailles 0,500 et 0,100 ainsi de 95 à 99 % des sédiments se trouvent entre cette fourchette. Les courbes cumulatives présentent toutes la même allure. Les courbes de fréquence sont unimodales. Pour ce qui est des paramètres texturaux, nous avons :

- Une taille moyenne de sédiment (MZ) qui est comprise entre 1,443 et 2,865
- Le coefficient de dispersion (Si) montre un bon tri du sédiment avec des valeurs comprises entre 0,274 et 0,696. Le coefficient d'angulosité (kg) montre que le sédiment est très bien trié dans sa partie centrale, il est partout supérieur à 1 sauf aux Parcelles Assainies. Le coefficient d'assymétrie révèle un excès en particules grossières.

Le test de Visher appliqué à la basse plage montre que la suspension transporte de 0,8 à 3,8 % des sédiments, la saltation I mobilise 8,2 à 37 % , la saltation II de 45 à 72 % et enfin le roulage transporte de 0,50 à 6 % des sédiments.

II.3.3 Morphoscopie

L'analyse des états de surface montre :

- En moyenne 53,4 % de picotés luisants
- En moyenne 18,8 de luisants

Pour ce qui est des types de forme, nous avons 36,4 % des coins arrondis.

II.3.4 Interprétation

L'usure marine est attestée par la prédominance des coquilles arrondies et lisses. On est en présence d'un sable de plage assez évolué.

II.4. La Berme

II.4.1 Calcimétrie

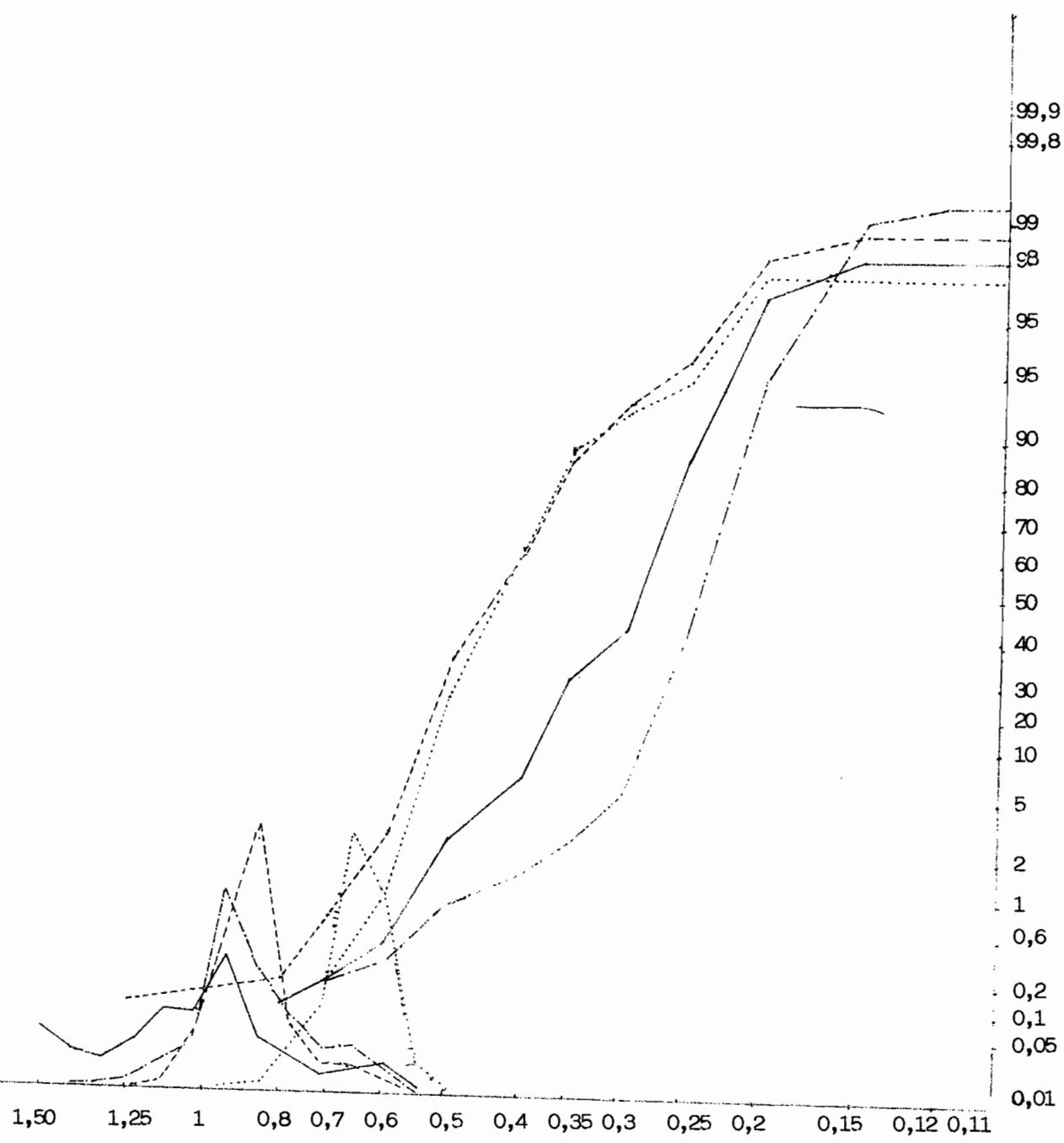
Bien que le taux de carbone soit toujours faible, c'est au niveau de la berme qu'on observe les taux les plus élevés. Le maximum y est de 21 % à Rufisque Est, le minimum de 6,5 % à Yoff, 13 % à Mbeubeuss et aux Parcelles Assainies.

II.4.2 Granulométrie

Le sédiment associé à des débris de coquilles qu'on a rencontré en petite quantité au niveau de la basse plage se retrouve à la berme. Mais cette fois-ci, en quantité beaucoup plus importante. Les débris de coquilles aidant, on retrouve au niveau des mailles les plus grandes des sédiments, mais dans l'ensemble la répartition se fait entre les mailles 1,6 - 0,063 mm.

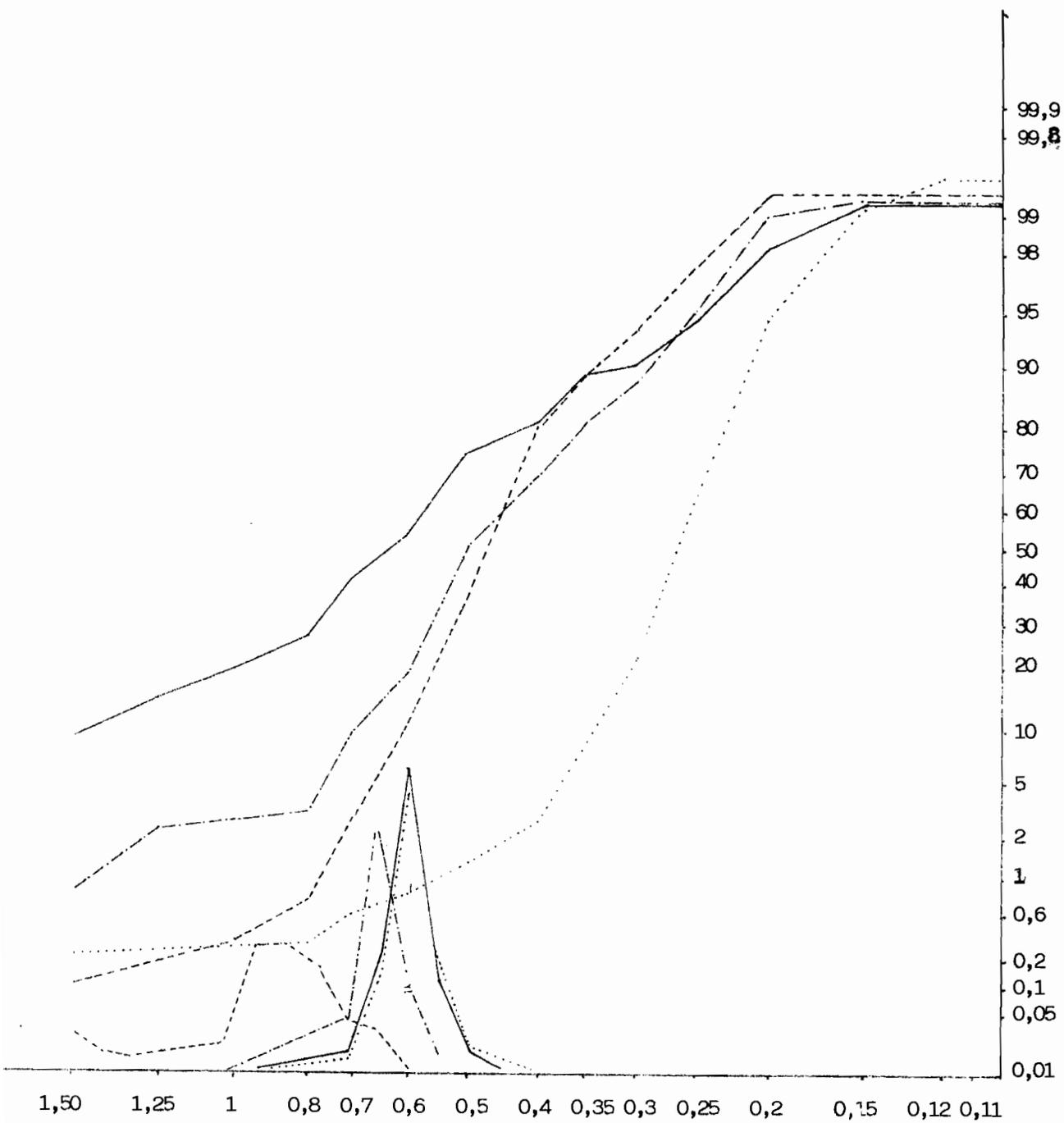
Les courbes de fréquence sont unimodales alors que les courbes cumulatives évoluent sensiblement de la même manière. Pour les paramètres texturaux, les résultats sont les suivants :

- Le grain moyen (MZ) varie entre 0,811 et 2,740
- Le coefficient de dispersion (Si) fait état d'un bon tri du sédiment au niveau de la plupart des sites, mais à Mbeubeuss et à Rufisque Est, nous n'avons pas un bon tri avec respectivement 0,970 et 0,876.



STATIONS	MZ	Si	Ski	Kg
Mbeubess	0,811	0,97	-0,02	1,114
Yoff	1,447	0,453	0,139	1,493
Parcelles Assainies	2,513	0,379	-0,131	1,191
Guédiawaye (Hamo)	1,443	0,656	0,227	1,859

Courbes log-normales et courbes de fréquence et paramètres texturaux Figure N° 14



STATIONS	MZ	Si	Ski	Kg
Rufisque Ouest	2,74	0,453	-0,277	1,769
Rufisque Est	1,295	0,876	-0,247	1,477
Thiaroye	2,8	0,561	-0,211	2,424
Yarah	2,165	0,559	-0,478	0,952

Courbes log-normales et courbes de fréquence et paramètres texturaux Figure N°15

Le coefficient d'angulosité est partout supérieur à 1, sauf à Yarakh. Nous avons ainsi des sédiments bien triés dans la partie centrale de la berne. L'asymétrie (Ski) montre un excès en particules grossières.

Le test de Visher appliqué à la berne montre que la suspension transporte 0,2 à 3,4 % des sédiments. La saltation I mobilise 17 à 20 %, la saltation II 64 à 81 % des sédiments et le roulage 0,7 à 7 %.

II.4.3 Morphoscopie

Elle révèle la prédominance des picotés luisants (67,6 %) et des luisants (25,6 %). S'agissant des types de forme, on note une forte présence de coins arrondis (48,8 %), d'arrondis (22,8 %) et 21,8 d'ovoïdes.

II.4.4 Interprétation

L'analyse morphoscopique révèle un façonnement marin avec la prédominance de picotés luisants et de luisants, ainsi que la forte présence d'arrondis et de coins arrondis.

L'analyse granulométrique, morphoscopique montre l'homogénéité du sable. Les courbes cumulatives et de fréquences présentent des caractères similaires. L'analyses calcimétrique montre que les teneurs en carbonates sont fortes sur la berne et décroissent vers le cordon.

L'examen morphoscopique fait état d'un façonnement marin, la proportion importante de luisants de picotés luisants l'atteste. La présence de formes ovoïde indique l'existence d'un lustrage important en milieu marin.

Troisième Partie :

Evolution de l'Ecosystème Littoral

Chapitre I- Paléogéographie

L'étude de l'évolution paléogéographique de la presqu'île du Cap-Vert s'inscrit dans celle plus générale du littoral sénégalais. Cette évolution est caractérisée par les variations eustatiques au quaternaire récent (sables superficiels) et par les mouvements tectoniques.

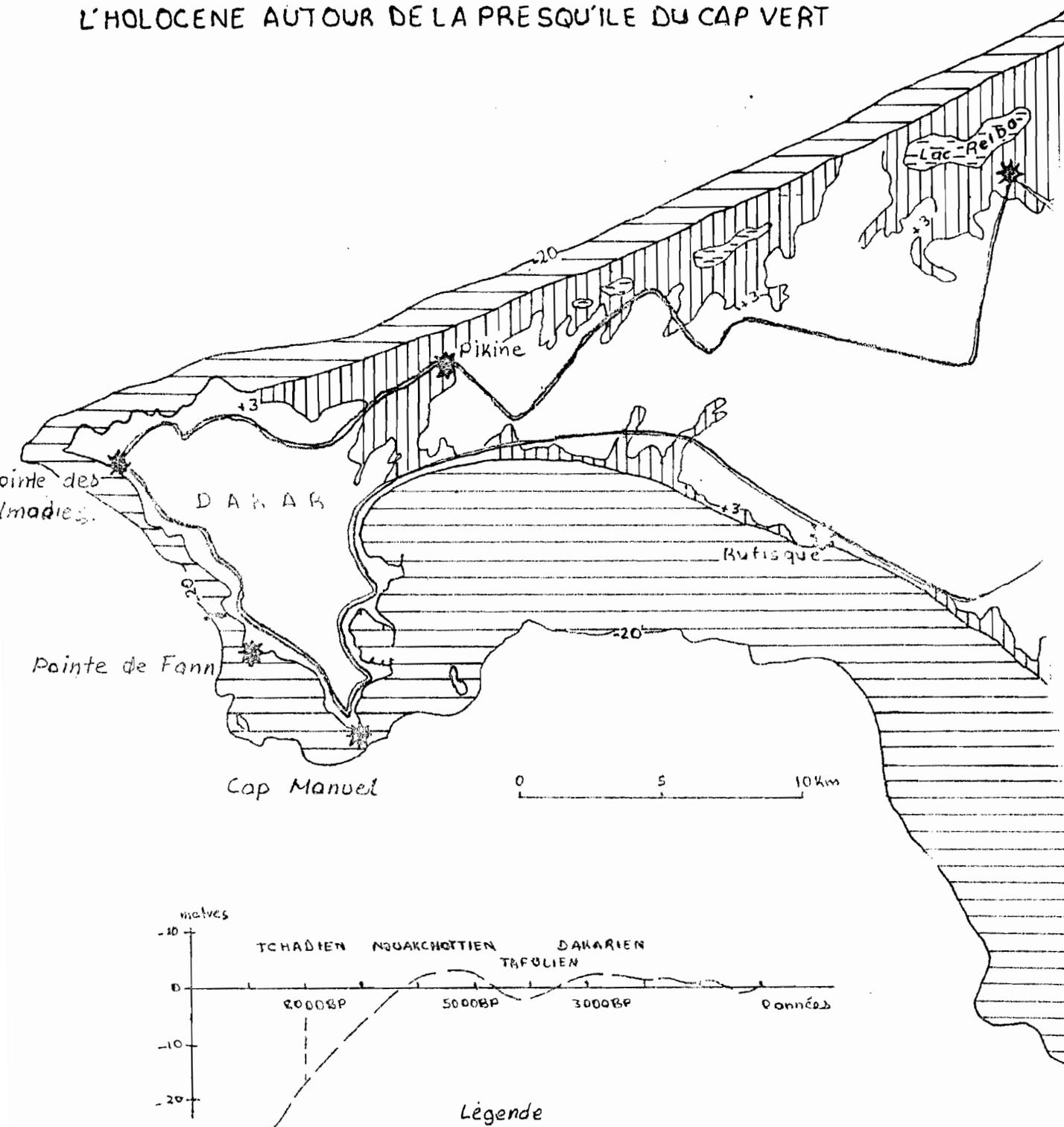
Selon Eloudard (1974), l'ogolien est marqué à Rufisque par la couverture dunaire qui ennoie la bordure Ouest du plateau de Mbao, qui s'avance vers le sud dans la dépression entre les plateaux de Mbao et de Bargny. Pendant cette période, la mer s'est retirée et a laissé des sables coquilliers en arcas sénilis. Son niveau aurait atteint son maximum – 120 m environ. La côte est régularisée et commence une autre phase paléogéographique nommée Holocène.

La transgression post-ogolienne s'amorce à partir de 17.000 BP environ et atteint vers 11.000 ans BP un niveau proche de – 60m, où l'on constate un certain stationnement de la remontée de la mer et se traduit par une succession de plages sableuses et de petites falaises de 10 à 15 m de haut.

L'épisode le plus déterminant dans la configuration géomorphologique actuelle du littoral se place à l'holocène moyen. Peypouquet 1971 cité par Sall 1982, estime que au cours de l'holocène inférieur (9500-7300 BP), le trait de côte atteint l'isobathe 20 m. Cela se traduit par un isolement d'une lagune par des cordons sableux au large de Rufisque, tandis que sur la côte Nord, l'humidification du climat permet le développement en bordure du littoral de lacs interdunaires. Vers 6000 ans B.P, le niveau marin passe au O I.G.N. Vers 5000 ans B.P (Nouakchottien), la mer atteint la côte + 2, envahi le continent en fermant de nombreux golfs.

FIGURE: 46

VARIATION DU NIVEAU DE LA MER AU COURS DE L'Holocène AUTOUR DE LA PRESQU'ILE DU CAP VERT



Vers 8 000 ans, avant le présent, au cours de la remontée de la mer, la ligne de rivage se situe vers -20 m. Vers 5 000 ans avant le présent, la ligne de rivage atteint la courbe de niveau +3 m, en formant de nombreux golfes sur le continent inondé. Dakar est une île jusque vers 3 000 ans avant le présent. Les courants de dérive littorale nord-sud vont alors régulariser la côte sénégalaise en formant ces longues plages sableuses rectilignes que nous connaissons actuellement.

Une légère régression vers -2 m semble se placer vers 4000 avant le présent (Tchadien). Un nouveau retour à +2 m vers 3000 ans avant le présent (Dakarrien) se caractérise par la régularisation de la côte sénégalaise (fig.16). Des mesures effectuées sur les 48 dernières années montrent une élévation du niveau de l'ordre de 2,5 mm/an (in Pomerai, Geochronique, N°9, 1984).

Cette remontée du niveau marin de 1 à 2 mm par an paraît faible à priori, elle joue cependant un rôle significatif dans l'explication des phénomènes d'érosion qui affectent la majeure partie des littoraux sableux à faible pente. En effet, d'après le schéma de Brum, une surévaluation de 1 à 2 mm/an du niveau de la mer peut induire un recul du trait de côte de plusieurs dizaines de cm/an.

Chapitre II : La dynamique actuelle

Il s'agira grâce à la cartographie diachronique aux levées topographiques, d'apprécier l'évolution des formes.

II.1 La cartographie diachronique des paysages littoraux

L'analyse diachronique va nous permettre de suivre l'évolution du littoral sur une période de 17 ans, de 1980 à 1997.

L'année 1980 peut-être considérée comme une référence dans l'analyse diachronique, ceci en raison de la date du début des extractions de sables au niveau des plages de Mbeubeuss (1985), de Yoff-cambérène (1945). Quant à l'année 1997, elle marque la date des dernières prise de vues aériennes disponibles de la presqu'île du Cap-Vert.

Des calques des différentes prises de vues aériennes ont été réalisées, puis superposées afin de les comparer pour une interprétation.

Il s'agit des prises de vues aériennes de Mbeubeuss (Malika sur mer), de Yoff, des Parcelles Assainies, de Guédiawaye (Hamo).

II.1.1 La couverture de 1980

La couverture de 1980 de Mbeubeuss et des Hamos (Guédiawaye) est caractérisée par l'existence de bandes de reboisement. Ces bandes de reboisement ont été mises en place dans le cadre du projet de « Conservation des Terroirs du littoral » (CTL) qui regroupe les Projets d'Aménagement et de Fixation des dunes du Gandiolais et de Kayar (1967-1980 première phase).

Cette bande de reboisement est constituée essentiellement de casarina equisetifolia (filao). Il s'agit d'une bande littorale de 200 m de large sur 0,40 km autour du lac Youi et 200 m de largeur sur 30 km entre Malika et Kayar.

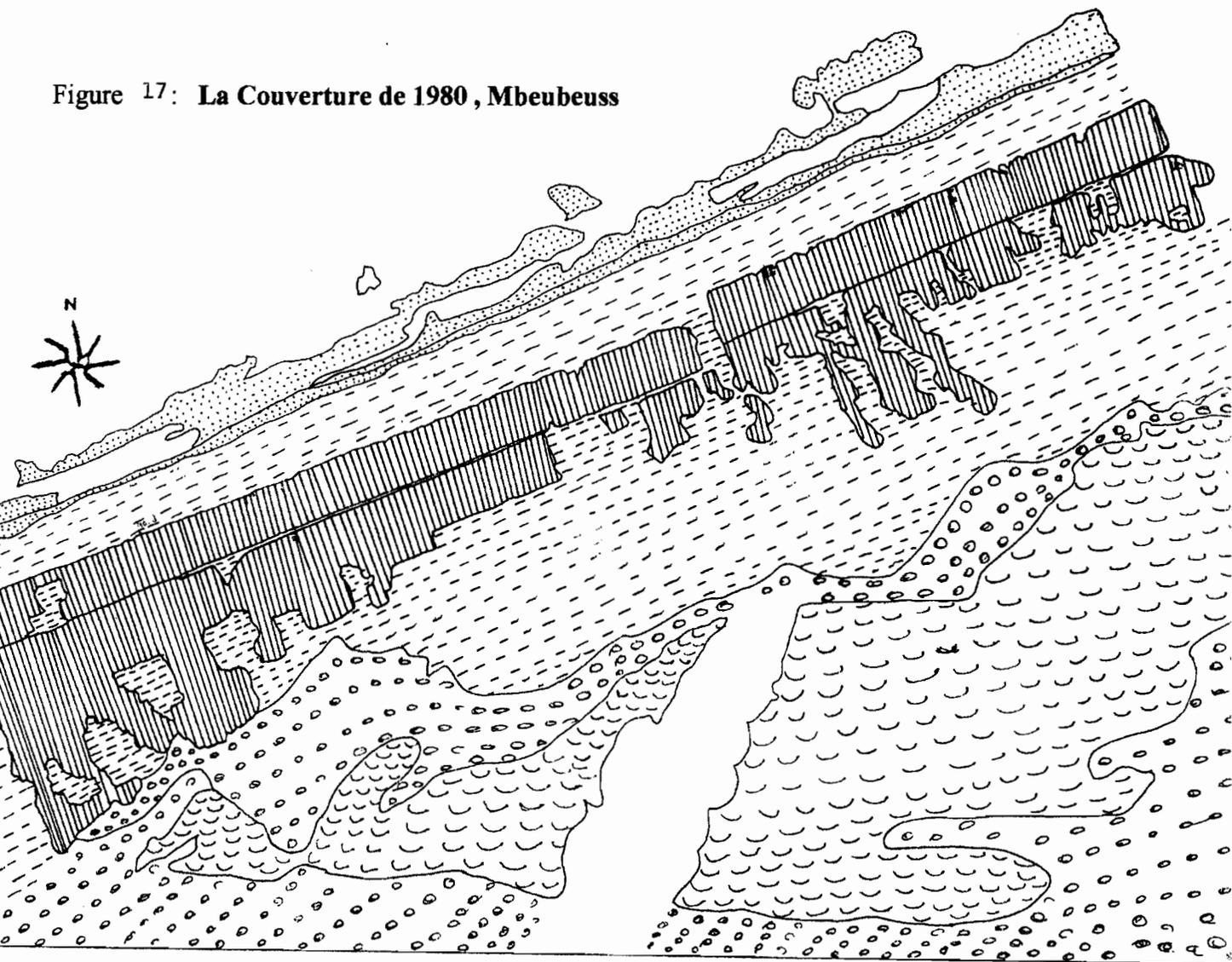
A Mbeubeuss, le périmètre de reboisement du lac Mbeubeuss est composé de 2 bandes accolées de 140 m chacune avec des filaos comme espèces végétales.

A Hamo (Guédiawaye), il s'agit du périmètre de reboisement de Cambérène composé d'une seule bande de reboisement de 200 m de largeur.

La couverture de 1980 laisse apparaître une bande de dunes vives littorales non recouvertes par le reboisement. Elle constitue une zone tampon entre l'estran et la bande de reboisement pour Mbeubeuss et Hamo. Ailleurs, à Yoff et aux Parcelles Assainies, elle est la transition entre les bâtiments et l'estran.

A Mbeubeuss, la largeur de la dune vive littorale non recouverte par le périmètre de reboisement varie de 40 à 180 m, elle varie de 60 à 120 m à Hamo (Guédiawaye), de 210 à 300 m aux Parcelles Assainies et à Yoff.

Figure 17: La Couverture de 1980, Mbeubeuss



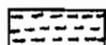
Echelle : 1/20 000

0 ————— 500 m

Légende :



Plage actuelle et bancs sableux



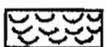
Dunes Blanches vives



Bande de reboisement



Périmètres aménagés



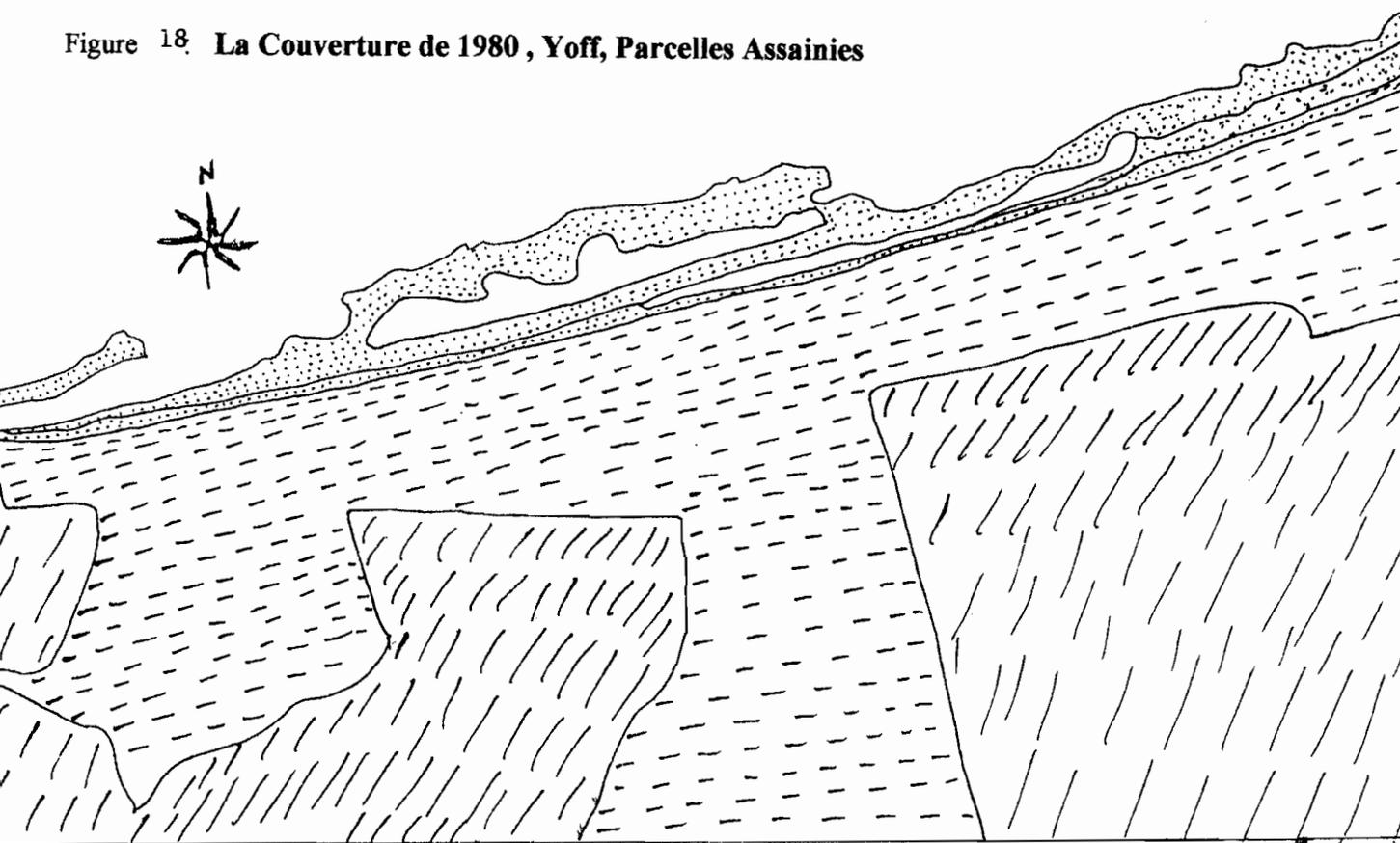
Terrasse marine , lac Mbeubeuss

Source : 80- SEN-66

échelle 1/20 000

XXIX - XXX 200

Figure 18. La Couverture de 1980 , Yoff, Parcelles Assainies



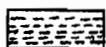
Echelle : 1/20 000

0 500 m

Légende :



Plage actuelle et bancs sableux



Dunes Blanches vives



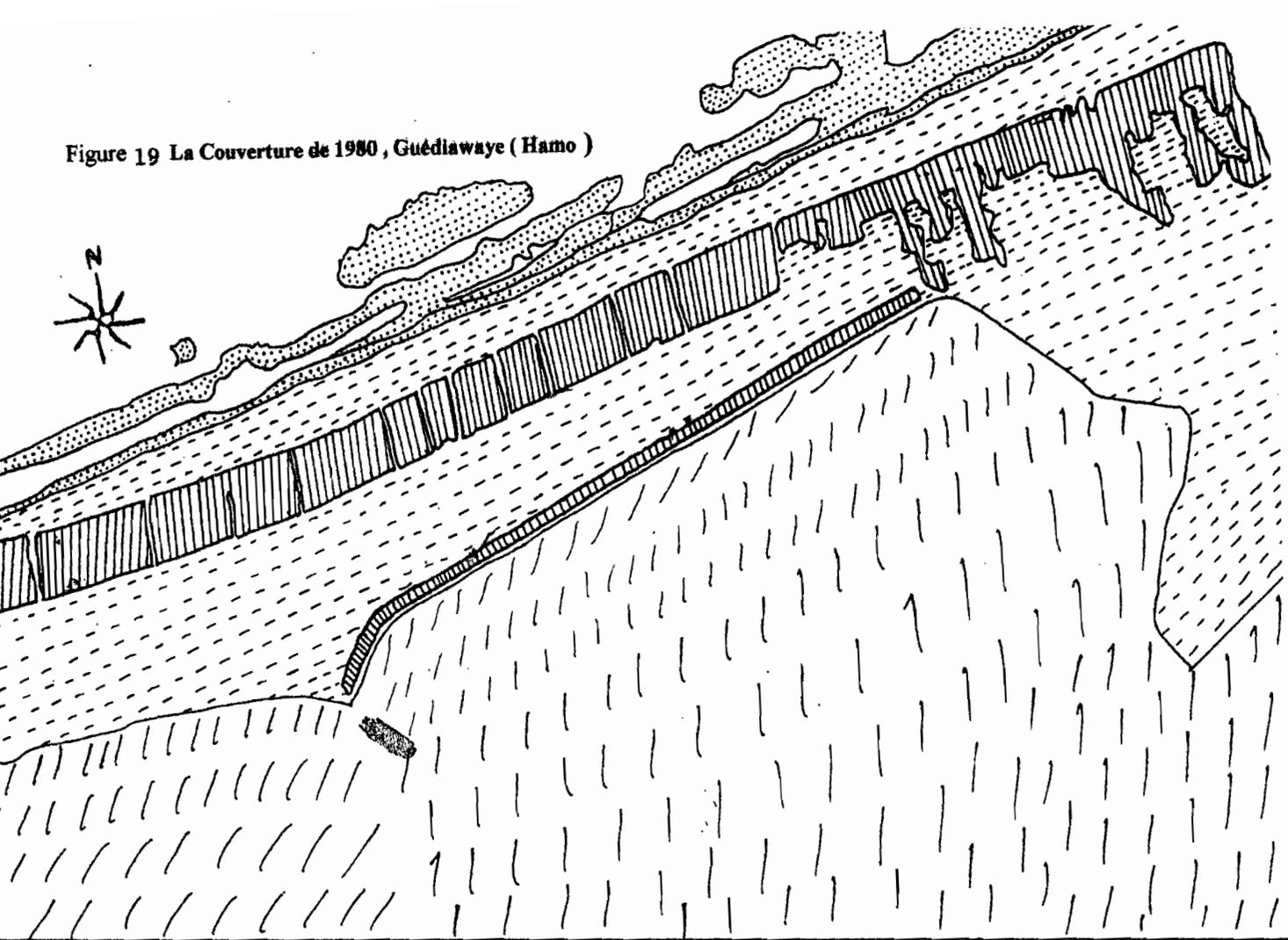
Habitations

Source : 80 - SEN - 66

échelle : 1/20 000

XXXV - XXVII 200

Figure 19 La Couverture de 1980, Guédiawaye (Hamo)



Echelle : 1/20 000

0 500 m

Légende :



Plage actuelle et bancs sableux



Dunes Blanches vives



Bande de reboisement



Habitations

Source : 30 - SEN - 66

échelle : 1/20 000

XL - XLI 200

Cette couverture de 1980 laisse aussi apparaître la plage actuelle à largeur variable selon les sites, ainsi à Mbeubeuss, la largeur varie de 40 à 250 m, à Yoff, elle varie de 20 à 50 m, aux Parcelles Assainies de 40 à 80 m, à Guédiawaye, elle varie de 60 à 80m.

L'existence d'une végétation clairsemée sur la dune vive littorale peut ralentir la déflation éolienne. L'engraissement des dunes vives par apport de sable venant de la haute plage se poursuit. Elles migrent à leur tour vers l'intérieur et engraisant les dunes jaunes semi-fixées (figures N°17, 18, 19).

II.1.2 La couverture de 1997

Sur la couverture de 1997, les mêmes taxons sont observés, mais en 17 ans, ils ont largement évolué.

Ainsi, les photographies aériennes de Mbeubeuss montrent un renforcement de la flore à l'arrière des deux bandes de reboisement. La couverture de 1980 laissait en effet apparaître de larges surfaces plus ou moins dénudées de végétation. Ce renforcement s'est fait lors de la deuxième phase de reboisement (1981-1988).

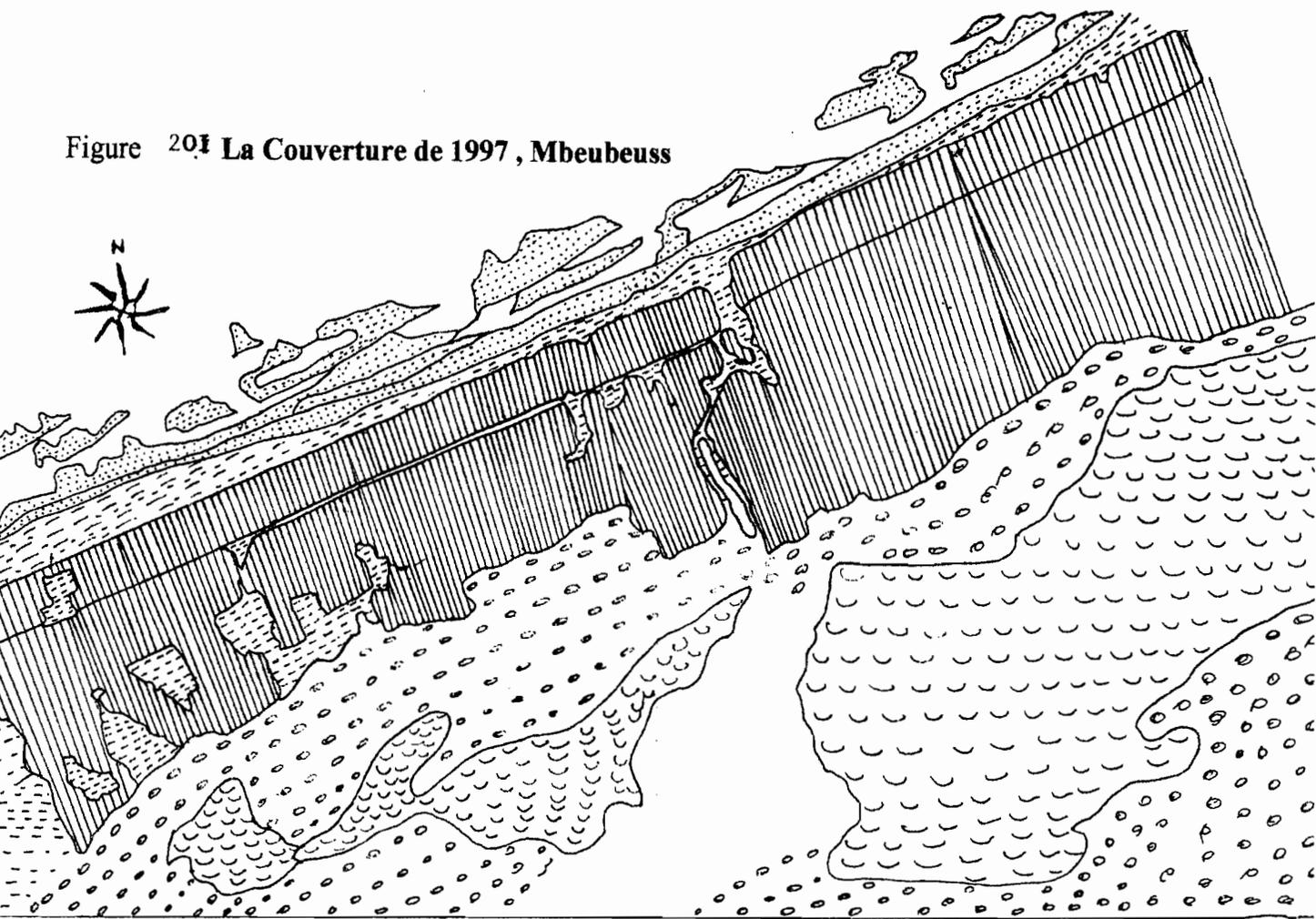
Le site de Guédiawaye a vu aussi son périmètre de reboisement renforcé. Cela a permis de stopper la migration des dunes blanches vives vers l'intérieur.

En 17 ans, la dune vive littorale non recouverte par le reboisement a presque disparu au profit des habitations. C'est le cas à Yoff, en partie à Guédiawaye et enfin aux Parcelles Assainies.

A Yoff et aux Parcelles Assainies, de 210 à 300 m, la largeur de la dune vive littorale varie maintenant de 60 à 100 m.

A Mbeubeuss, sur 2,8 à 3 km de long que mesure la sablière, on constate la quasi disparition de la dune vive littorale non couverte par le reboisement.

Figure 20i La Couverture de 1997, Mbeubeuss



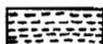
Echelle : 1/20 000

0 ————— 500 m

Légende :



Plage actuelle et bancs sableux



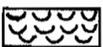
Dunes Blanches vives



Bande de reboisement



Périmètres aménagées



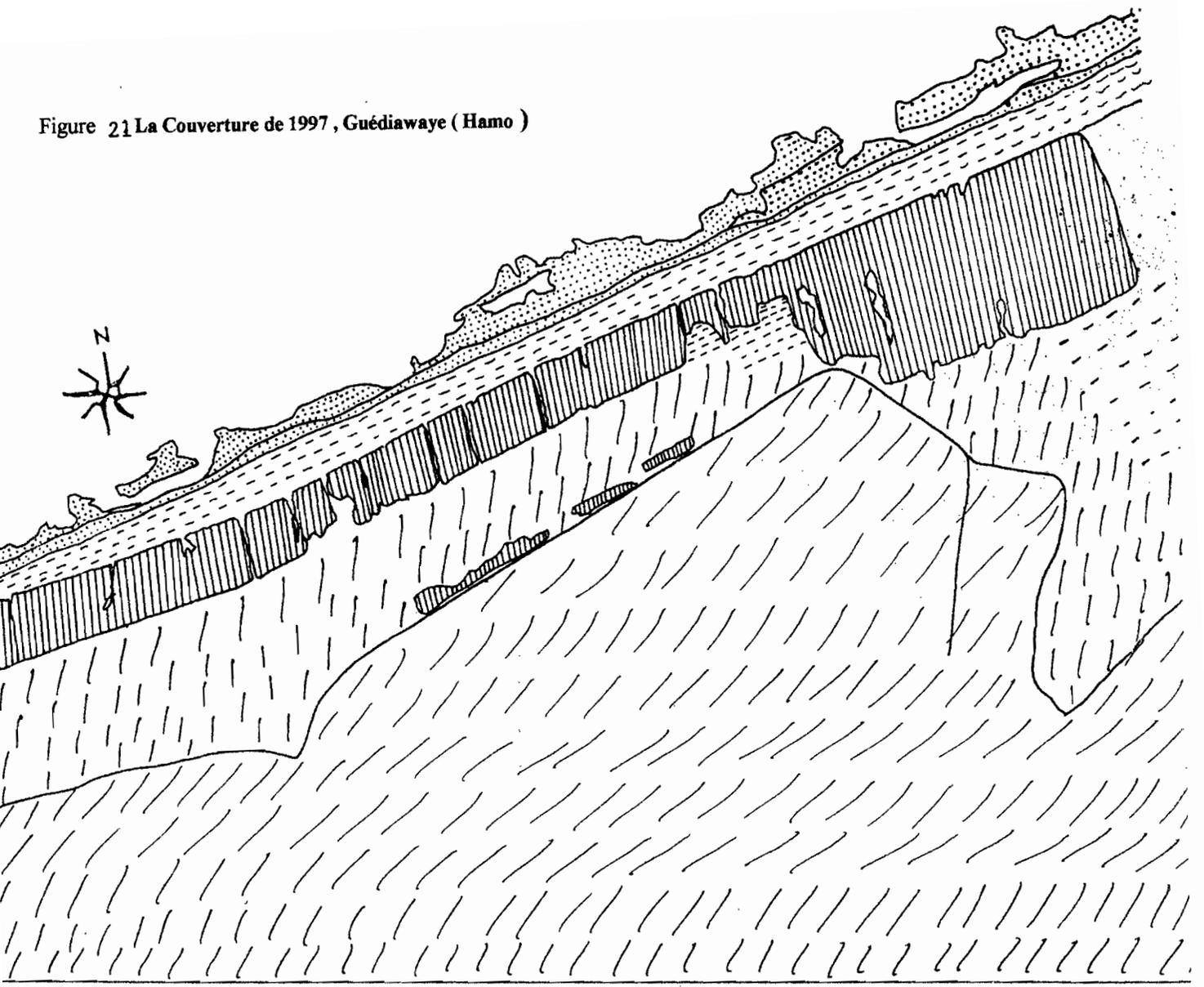
Terrasse marine, lac Mbeubeuss

Source : 97 - SEN - 129

échelle : 1/20 000

II - III 200

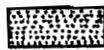
Figure 21 La Couverture de 1997, Guédiawaye (Hamo)



Echelle : 1/20 000

0 500 m

Légende :



Plage actuelle et bancs sableux



Dunes Blanches vives



Bande de reboisement



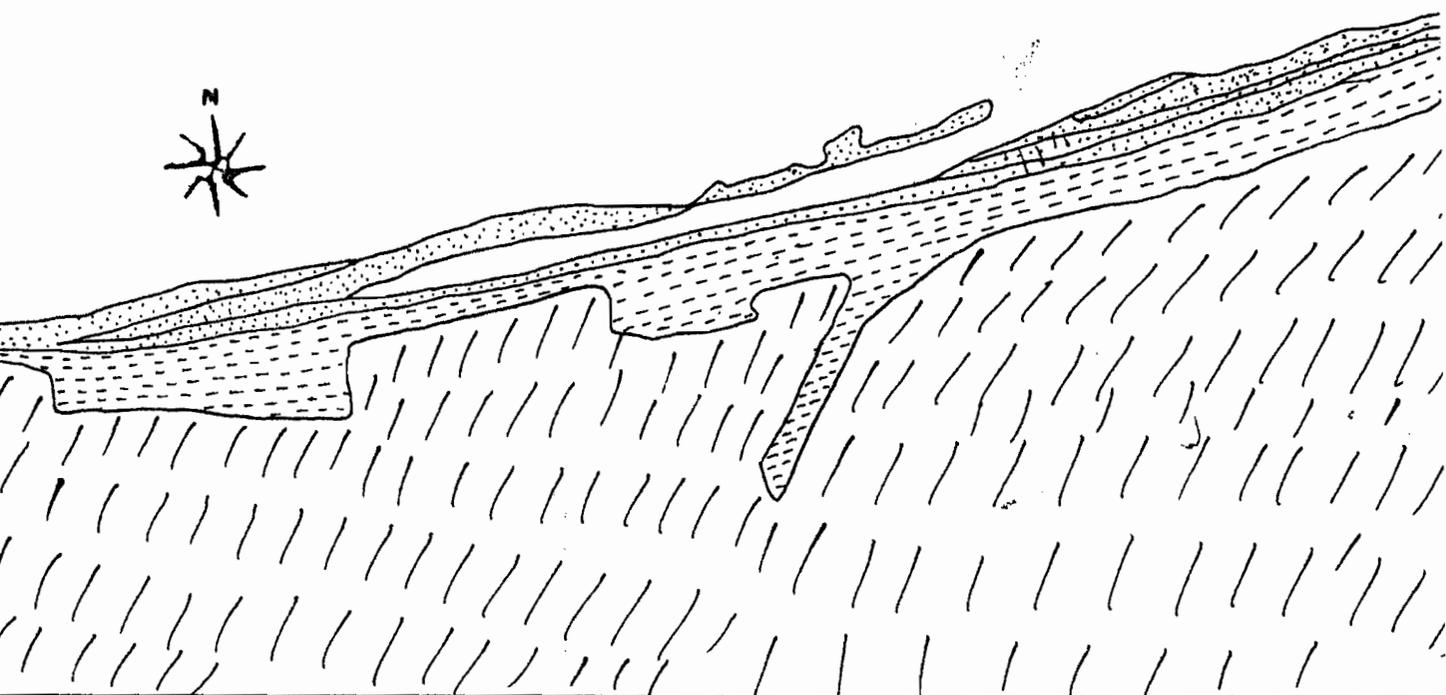
Habitations

Source : 97 - SEN - 129

échelle : 1/20 000

VII - VIII 200

Figure 22 La Couverture de 1997, Yoff, Parcelles Assainies



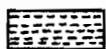
Echelle : 1/20 000

0 500 m

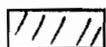
Légende :



Plage actuelle et bancs sableux



Dunes Blanches vives



Habitations

Source : 97 - SEH - 129

échelle : 1/20 000

XVII - XVIII 200

L'évolution à Guédiawaye (Hamo) se manifeste par l'urbanisation sur l'une des parties de la dune vive littorale non couverte par le reboisement : il s'agit de la partie attenante aux bâtiments déjà existants. Alors qu'au niveau de l'autre partie, la zone tampon entre l'estran et la bande de reboisement a peu évolué.

Les largeurs n'ont pas changé, en 1980, elles variaient de 80 à 140 m et 17 ans plus tard, on a presque les mêmes dimensions.

La dune vive littorale non recouverte par le reboisement a reculé aussi au profit de l'estran qui voit sa largeur considérablement augmentée au niveau de certains sites.

L'exemple de Mbeubeuss est édifiant à cet égard. Ainsi à Mbeubeuss Ouest, la dune vive littorale à végétation clairsemée a perdu de 30 à 60 m au profit de l'estran, de 90 à 180 m à Mbeubeuss Est. A Yoff et aux Parcelles Assainies, la largeur de l'estran a peu évolué en 17 ans (figures N°20, 21, 22).

L'analyse diachronique de ces couvertures aériennes (1980 et 1997) a permis de mettre en évidence l'évolution des taxons individualisés.

Il s'agit du renforcement des bandes de reboisement pour la stabilisation des dunes vives littorales, de l'urbanisation progressive sur les dunes vives, de l'élargissement de l'estran à certains endroits.

II.2 Les levées topographiques

Les profils de plage décrits dans ce chapitre ont été réalisés à l'aide d'un théodolite et d'un niveau de chantier.

Les profils ont été dressés le long d'une transversale entre les limites internes, la plage sous-marine, et externe, le pied du cordon des plages.

Les données brutes recueillies sur le terrain ont subi un premier traitement statistique pour déterminer les altitudes, les distances et puis un second traitement informatique par le logiciel Excel 1997 pour dresser les profils.

Nous présentons dans les pages qui suivent les résultats des 4 séries de mesures topographiques faites en décembre 1998, janvier, février et avril 1999 sur ces 12 sites. Il s'agit à partir des données statistiques, de déterminer l'évolution du trait de côte, le volume de sable charrié et d'apprécier les modifications des profils.

II.2.1 L'évolution du trait de côte

Cette évolution peut-être appréciée par la comparaison des largeurs de l'estran des 4 séries de sortie, l'évaluation du volume de sable charrié. Les tableaux qui suivent donnent l'éventail des largeurs mensuelles par sites et leurs variations.

Tableau N°(9) Largeurs des estrans mesurées en Déc. 98, Janv., Fev., avril 99

Sites	Mois			
	Déc.	Janvier	Février	Avril
Rufisque Est Sococim	32	37	35	42
Rufisque Est près de Bata	42	31	24	34
Rufisque Ouest, avant Cap des Bîches	28	40	34	28
Rufisque Ouest, Cap des Bîches	34	39	37	34
Mbeubeuss Est	50	54	58	53
Mbeubeuss Ouest	-	95	89	87
Thiaroye CRODT	10	10	14,5	21
Thiaroye ISRA	18	13,4	26	17
Parcelles Assainies U.15	-	80	178	99
Yarakh	36	31	36	41
Guédiawaye	40	80	137	118
Yoff	36	36	38	36

Tableau N°(8) : Variation de la largeur des estrans

Sites	Mois			Bilan
	Déc/janv.	Janv/Fev.	Fév/Avril	
Rufisque Est Sococim	+ 5	- 2	+ 7	+ 10
Rufisque Est près de Bata	- 11	- 7	+ 10	- 8
Rufisque Ouest, avant Cap des Biches	+ 12	- 6	- 6	0
Rufisque Ouest, Cap des Biches	+ 5	- 2	- 3	0
Mbeubeuss Est	+ 4	+ 4	- 5	+ 3
Mbeubeuss Ouest	-	- 6	- 2	- 8
Thiaroye CRODT	0	+ 4,5	+ 6,5	+ 11
Thiaroye ISRA	- 4,7	+ 12,6	- 9	- 1,1
Parcelles Assainies U.15	-	+ 98	- 79	+ 19
Yarakh	- 5	+ 5	+ 5	+ 5
Guédiawaye	+ 40	+ 57	- 19	+ 78
Yoff	0	+ 2	- 2	0

L'examen des tableaux N°8 et N°9 permet de suivre l'évolution du trait de côte sur une période de 4 mois. Ainsi, à partir de la différence des largeurs mensuelles, on peut déterminer les sites où les largeurs sont exondées ou submergées.

Sur les 12 sites que nous avons, 6 présentent des largeurs exondées, 3 des largeurs submergées et 3 où on observe une relative stabilité des largeurs. Ainsi, en 5 mois, durée de la période de suivi, 78 m sont exondées à Guédiawaye, 19 m aux Parcelles Assainies, 11 m à Thiaroye (CRODT), 10 m à Rufisque Est Sococim, 5 m à Yarakh et 3 m à Mbeubeuss Est. Ces largeurs exondées traduisent un recul de la ligne des eaux. Ailleurs, 3 sites sur 12 ont des largeurs submergées par les eaux, il s'agit de Mbeubeuss Ouest, avec -8 m, Rufisque Est près de Bata avec -8 m, Thiaroye ISRA avec -1,1m. Enfin, 3 sites sont restés stables, Rufisque Ouest, Cap des Biches, Rufisque Ouest avant Cap des Biches et Yoff.

II.2.2- Évaluation du volume de sable charrié

Il existe trois types de démarches pour évaluer le transit littoral :

- a partir de l'évolution des fonds au voisinage d'un ouvrage bloquant la totalité du volume charrié (méthode des cubatures).
- à partir d'expérience de marquage radioactif de sable dont on suit la migration au cours du temps.
- en utilisant des formules qui tiennent compte de paramètres mesurés de la houle locale et parfois du sédiment.

Dans le cas présent, nous avons utilisé la première démarche qui est basée sur 3 paramètres essentiels :

- d'abord sur la longueur mensuelle de l'estran obtenue à partir de la différence des longueurs mesurées à chaque sortie.
- ensuite sur une altitude mensuelle de la plage positive ou négative suivant qu'il ait engraissement ou démaigrissement par rapport au mois suivant.
- et enfin sur une portion quelconque de l'estran longue de 100 m.

A titre d'exemple, le cas de Mbeubeuss Ouest peut-être retenu :

	Décembre	Janvier	Février	Avril
Longueur mensuelle	20 m	95 m	89 m	87 m
Altitude mensuelle	1,85 m	2,03 m	1,53 m	0,86 m
Longueur arbitraire	100 m	100 m	100 m	100 m

Le volume de sable charrié s'obtient en effectuant $V = L \times 100 \times H$

Dec/janvier	Janv/fév.	Fev.avril
L : 20 - 95 = -75 m	L : 89 - 95 = -6 m	L : 89 - 87 = 2
H : 2,03 - 1,85 = 0,18 m	H : 1,53 - 2,03 = -0,5	H : 0,86 - 1,53 = -0,67
l : 100 m	l : 100 m	l : 100 m
V : (-75x100) 0,18	V : (-6x100) - 0,5	V : (2x100) - 0,67
V : - 1350 m ³	V : + 300 m ³	V : - 134 m ³

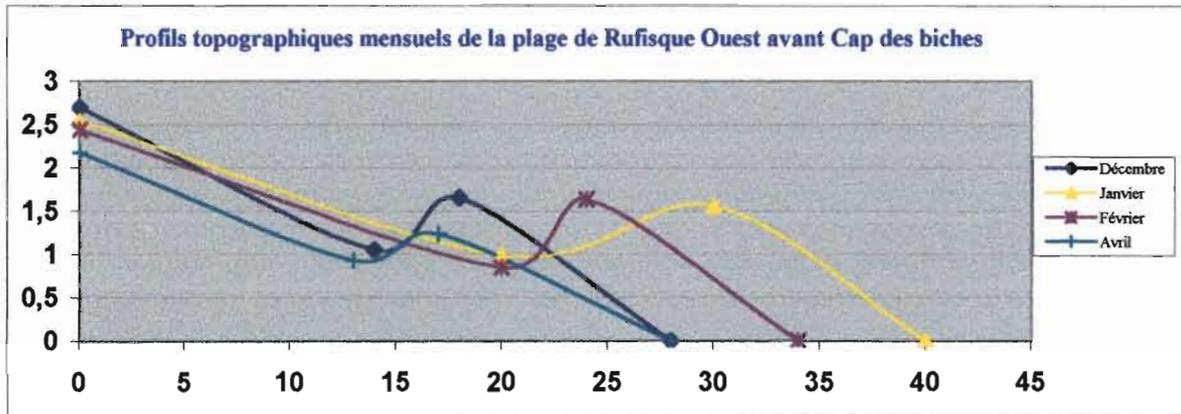
Les mêmes opérations sont effectuées à la fin de chaque sortie pour l'ensemble des sites. Les résultats des différentes sorties sont regroupées dans le tableau N°10.

Tableau N°(10) Évaluation du volume de sable par site et par 2 mois

STATIONS	Dec/janv.	Janv/fév.	Fev/avril	Bilan
Rufisque Est – Sococim	+ 150	- 30	+ 1064	+ 1184
Rufisque Est – Bata	+ 605	- 14	- 1030	- 439
Rufisque Ouest avant Cap des Biches	+ 192	- 60	- 162	- 30
Rufisque Ouest Cap des Biches	0	- 56	- 258	- 314
Mbeubeuss Est	- 352	+ 40	- 185	- 497
Mbeubeuss Ouest	- 1350	+ 300	- 134	- 1184
Thiaroye CRODT	0	- 670	+ 231	- 439
Thiaroye ISRA	- 427	- 1146	- 279	- 1853
Parcelles Assainies	-	-	2765	+ 2765
Yarakh	- 260	- 700	- 150	- 1100
Guédiawaye	- 1080	- 285	1767	+ 402
Yoff	0	- 322	42	- 280

L'examen de ce tableau montre dans l'ensemble un bilan global négatif dans presque tous les sites. Il y a donc érosion provisoire sur l'estran sauf à Guédiawaye, Parcelles Assainies et à Rufisque Est-Sococim où le bilan est positif. Il est nécessaire de préciser qu'un bilan positif n'implique pas toujours un engraissement. Il peut traduire parfois une forte érosion du cordon et des microfalaises et une accumulation des produits du cordon sur l'estran qui se réhausse. Dès lors pour avoir une meilleure appréciation de l'évolution sédimentaire de l'estran, une analyse sommaire des profils topographiques (fig.23 à 30) mensuels s'impose.

Fig. 23a



Les profils mensuels (fig23a-b) sont situés à Rufisque Ouest avant la centrale thermique du Cap des biches et tout près de la centrale. L'examen des profils mensuels montre une tendance à l'érosion et à l'engraissement sur le haut de plage. Ainsi, sur les profils mensuels des mouvements d'engraissement, sont perceptibles les mois de janvier, de février, alors qu'une tendance nette à l'érosion est enregistrée au mois d'avril.

La basse plage est marquée sur les profils mensuels (fig23a) par une tendance à l'érosion avec le maximum au mois de février. Tandis que sur les profils mensuels (fig23b), la tendance est à l'engraissement avec le maximum en avril.

La zone de déferlement est caractérisée par des phénomènes d'engraissement sur l'ensemble des profils mensuels (fig.23a-b), le mois de janvier étant la plus forte période d'engraissement.

Fig. 23b

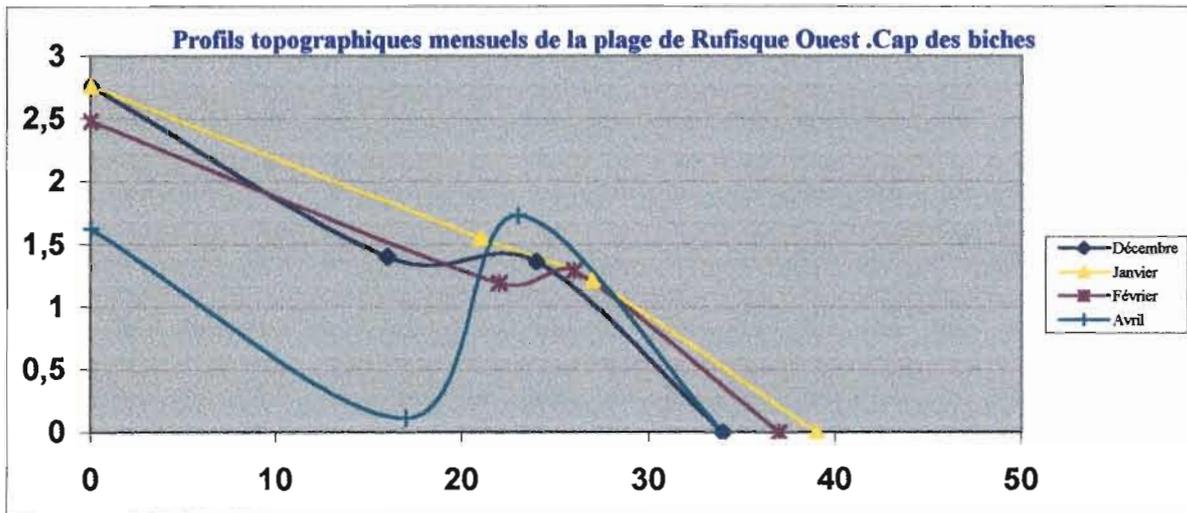
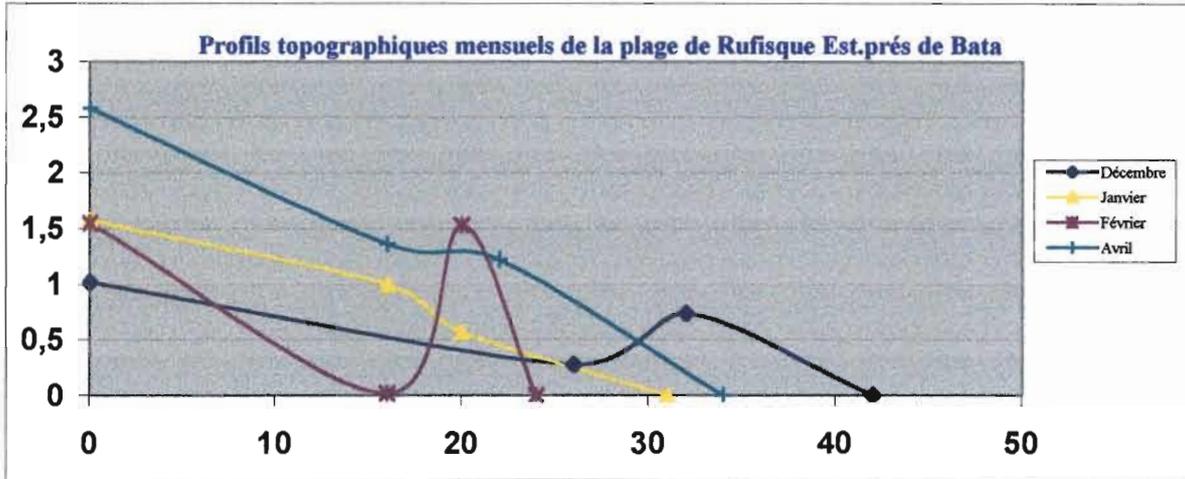


Fig.24 b



L'analyse des profils mensuels montre un haut de plage marqué par des mouvements d'engraissement avec cependant une reprise de la dynamique érosive au mois de février (fig.24 a). Au niveau de la basse plage, des mouvements d'engraissement sont perceptibles (fig.24 b). Alors qu'une tendance à l'érosion est observée sur les profils mensuels de Rufisque Est (fig.24 b). La zone de déferlement se caractérise par une alternance de phénomènes d'accrétion (fig 24 a) et d'érosion (fig 24 a).

Fig.24 a

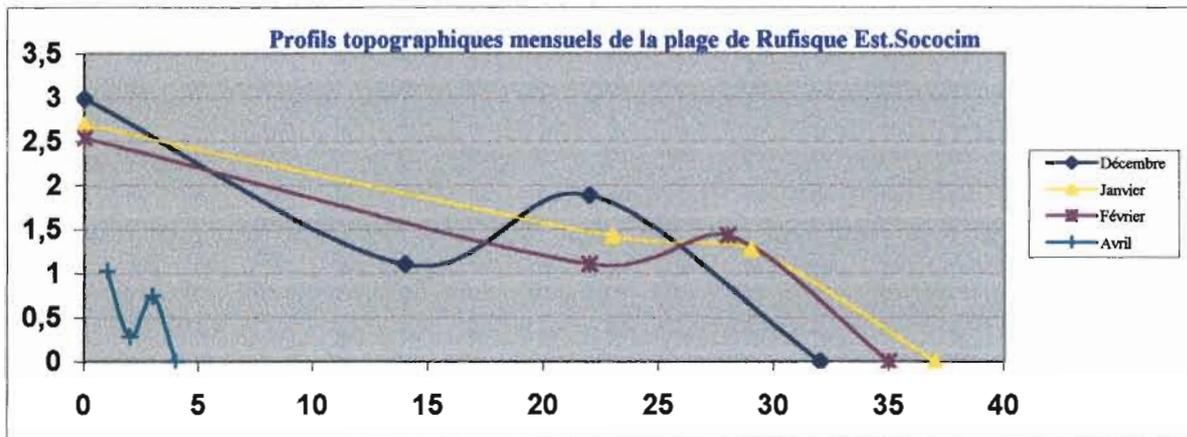
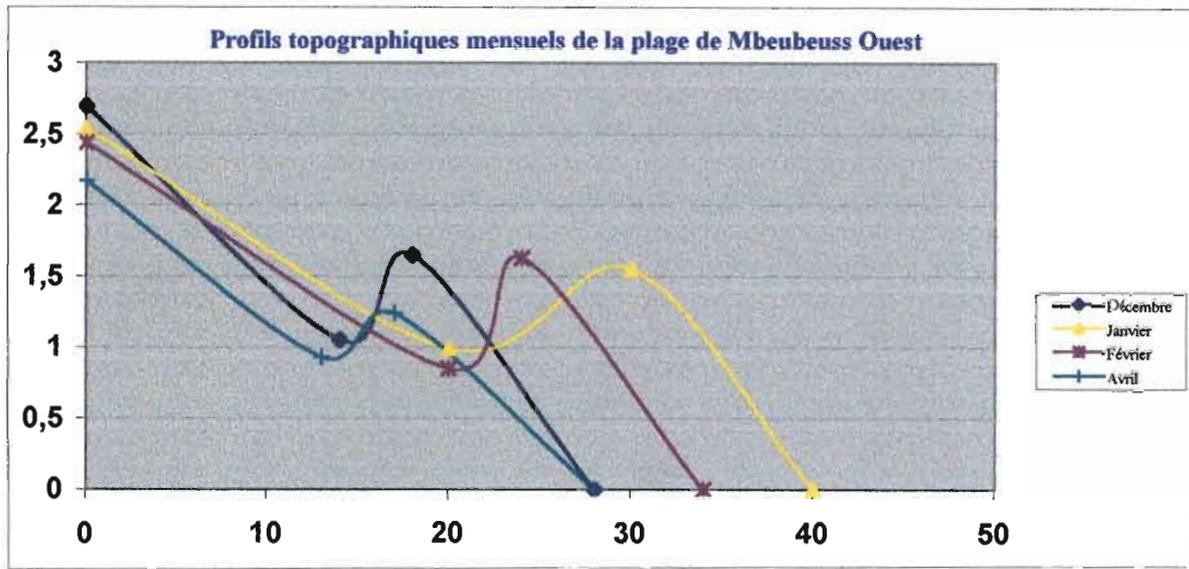


Fig25a



Les profils mensuels (fig25a-b) se situent à Mbeubeuss au niveau de la sablière longue de 3 à 4 km.

Sur les profils mensuels, le haut de plage est marqué par des mouvements d'engraissement de Décembre à Février. Le mois d'Avril est caractérisé par une tendance à l'érosion (fig25a).

La basse plage est caractérisée par une alternance de mouvement d'engraissement et d'érosion.

Les profils mensuels (fig25 a) sont caractérisés par une tendance à l'érosion, alors que les mouvements d'engraissement sont observés sur les autres profils mensuels (fig25b).

La tendance évolutive au niveau de la zone de déferlement est la même pour l'ensemble des profils mensuels (fig 5a - b) : il s'agit de mouvements d'engraissement avec un maximum en janvier (fig25a) et Février (fig25b), la reprise de l'érosion étant effective au mois d'Avril (fig25a).

Fig25b

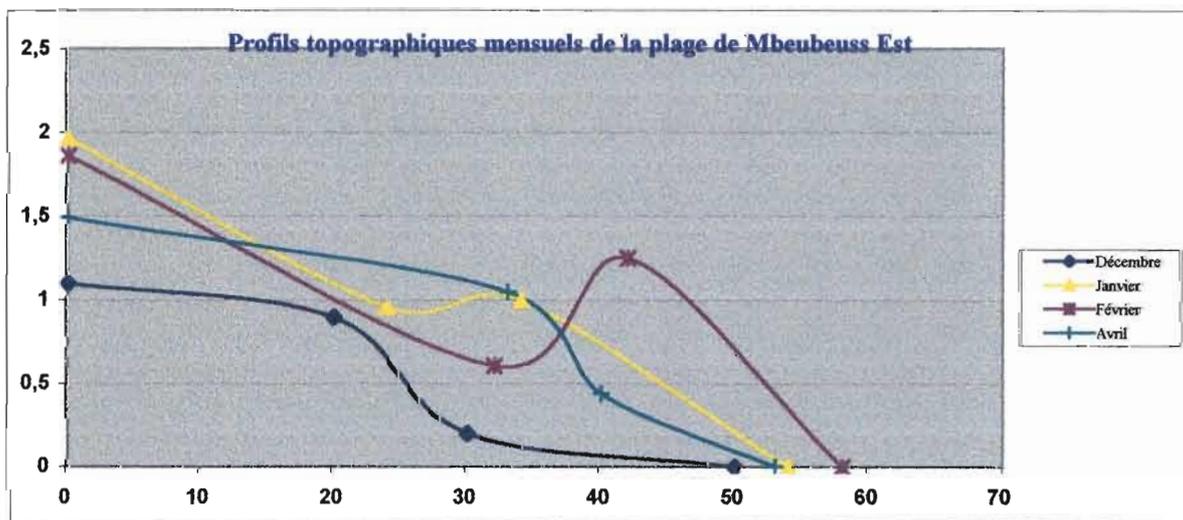
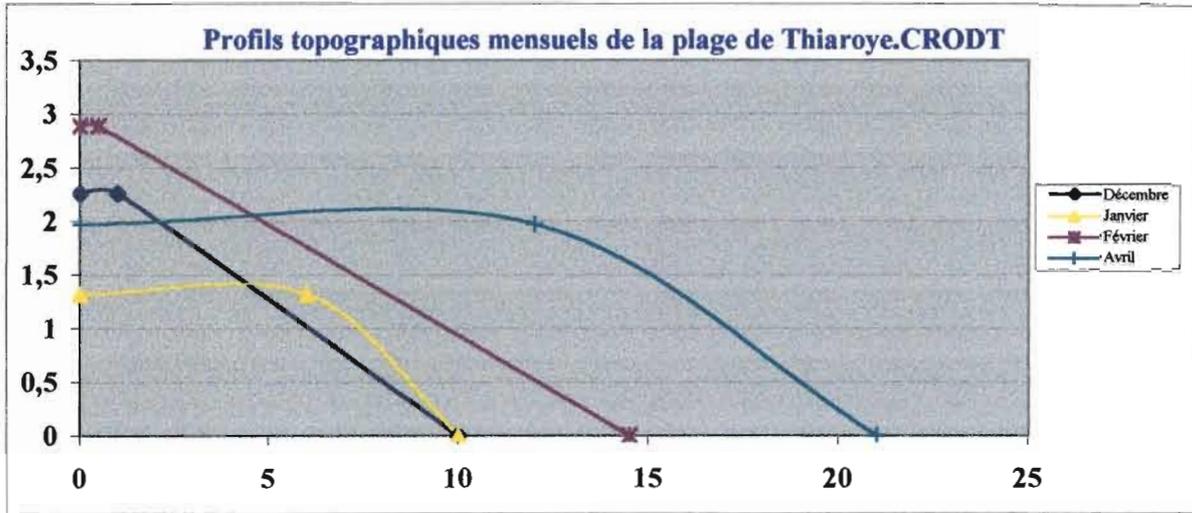


Fig6a



Les profils mensuels (fig6a-b) se situent à Thiaroye juste derrière le Centre de Recherche Océanographique de Dakar (CRODT). L'analyse des profils mensuels montre un haut de plage marqué par des mouvements d'érosion (fig6b), le mois de janvier étant le plus érosif. Les profils mensuels (fig6a) montrent une alternance de l'érosion-janvier et d'engraissement - février, avril. La basse plage est caractérisée par des mouvements d'engraissement (fig6a) de janvier à avril. Ailleurs (fig6b), ce sont les mouvements d'érosion, janvier et avril qui dominent avec cependant une reprise de phénomènes d'accrétion au mois de février. La zone de déferlement suit le même schéma que la basse plage, puisque à part le mois de février, on observe des mouvements d'engraissement assez important à partir de janvier avec le maximum en avril.

Fig6b

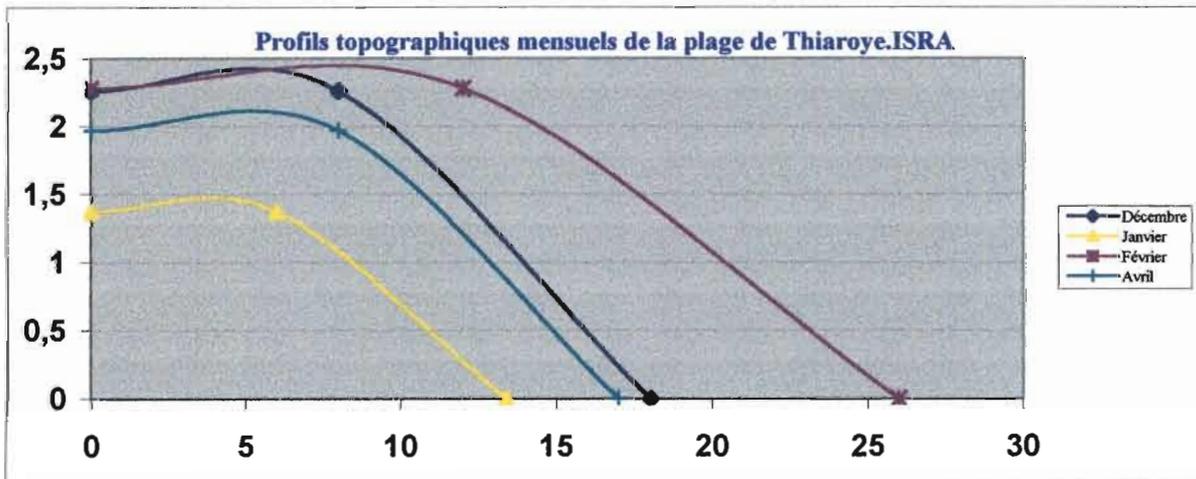
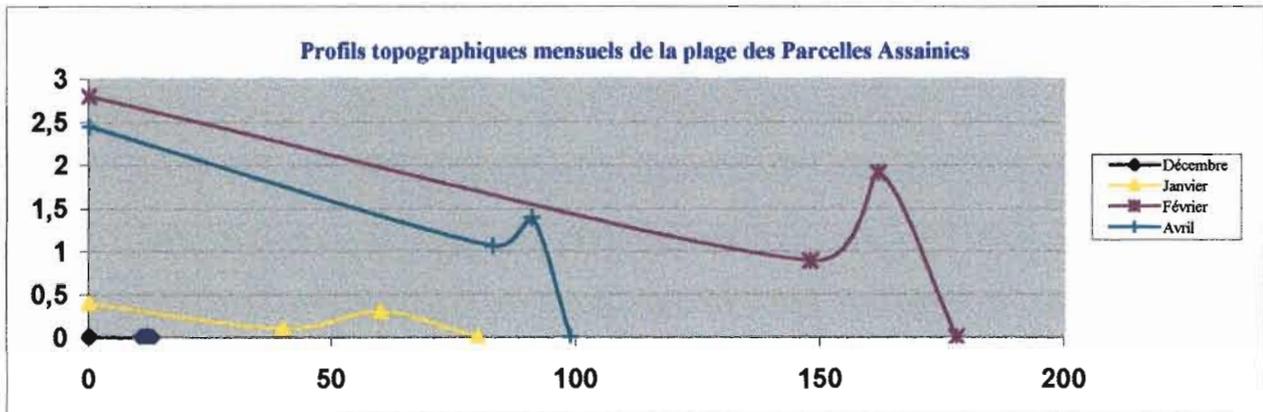
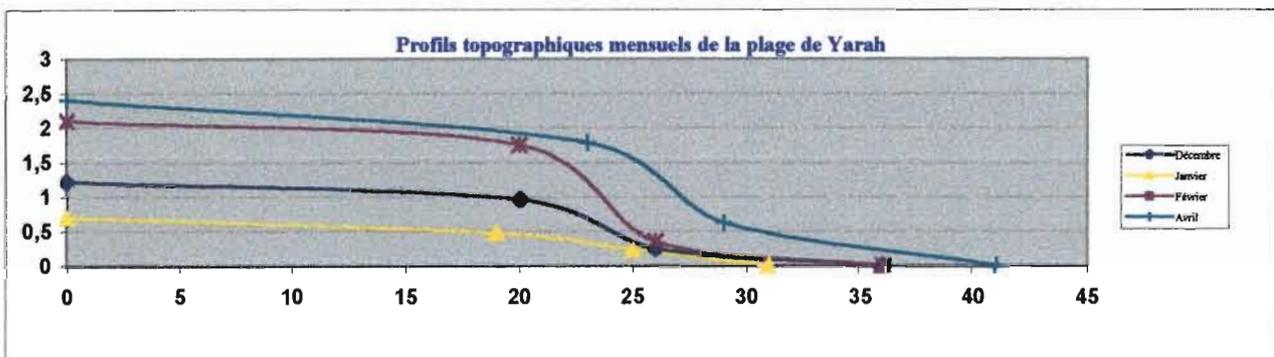


Fig7



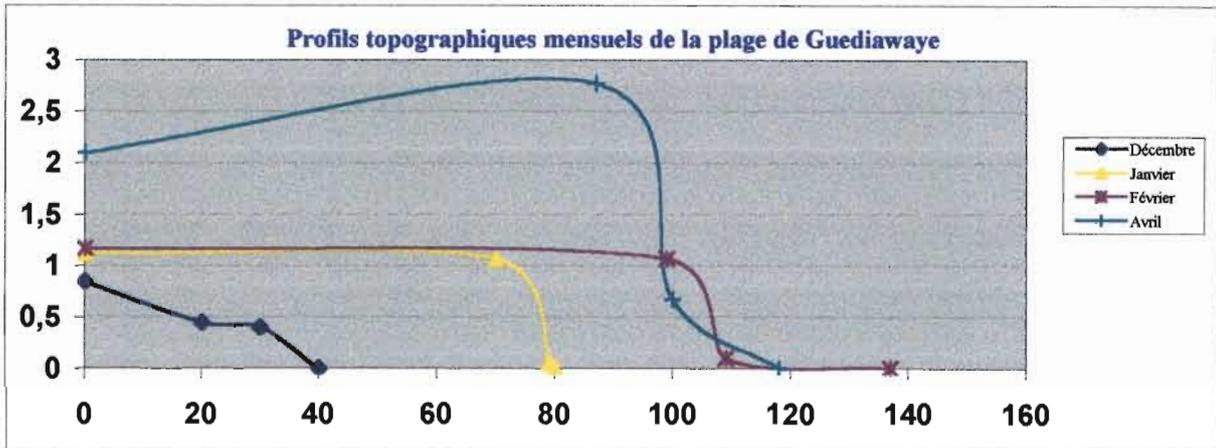
Les profils mensuels (fig7) sont situés aux Parcelles Assainies, Unité 15. Sur les profils topographiques mensuels, on constate des mouvements d'engraissement par rapport au mois de Décembre, même si une reprise de la tendance érosive est constatée en Avril.

Fig8



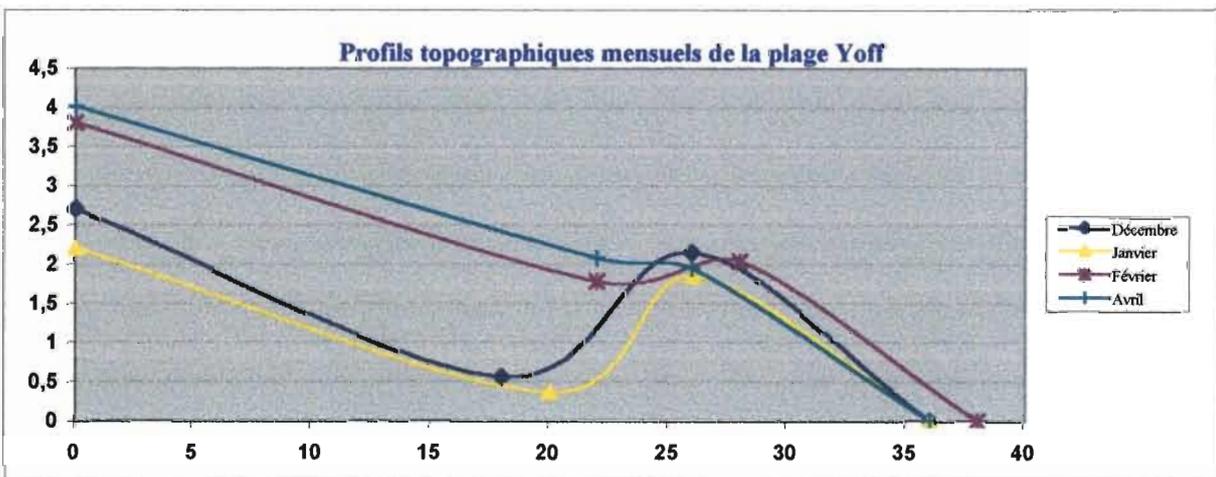
L'évolution est la même sur l'ensemble des taxons - haut de plage, basse plage, zone de déferlement - des profils mensuels (fig8) de la plage de Yarah. Il s'agit de mouvements d'engraissement aux mois de Février, d'Avril et une tendance à l'érosion en janvier.

Fig.29



L'examen des profils topographiques mensuels de la plage de Guédiawaye laisse apparaître une uniformité dans l'évolution. C'est ainsi que l'analyse des profils (fig.29) montre un haut de plage, une basse plage et une zone de déferlement marqués par des mouvements d'engraissement de Décembre à Avril, avec la plus forte valeur au mois d'Avril.

Fig.30



Les profils mensuels (fig.30) de la plage de Yoff situés près du Mosolet, suivent le même schéma que ceux de Yarakh pour ce qui est du haut de plage et de la basse plage. Des mouvements d'engraissement - Février, Avril et une tendance à l'érosion au mois de Février sont constatés. La zone de déferlement se caractérise par l'apparition d'un deuxième mois Avril, ce qui accentue les mouvements d'érosion.

Les manifestations les plus nettes de l'évolution des estrans sableux s'expriment par la variation périodique des profils : alternance d'engraissement et de démaigrissement sont liés aux caractères de la houle locale : les houles du Sud-Ouest qui interviennent en hivernage se révèlent efficaces dans la mobilisation du matériel vers l'estran, à la différence des houles du NW plus longues et parfois érosives.

Nous constatons qu'en définitive, que ce sont les phénomènes de démaigrissement qui dominent sur la basse plage et la zone de déferlement, alors que le haut de plage est marqué des phénomènes d'accumulation de sédiments. Cette évolution peut-être bouleversée par les actions anthropiques.

II.3 Les causes anthropiques de l'érosion des plages

Les principales actions anthropiques qui aggravent le déficit sédimentaire des plages pour ce qui nous concerne sont les constructions sur les plages et les extractions de sables de dunes, de plages.

II.3.1 Les aménagements

On a observé un grand nombre d'aménagements qui empiètent sur le domaine côtier. Des villas , des infrastructures ont été construites en bordure même du rivage, c'est le cas à Yoff, aux Parcelles Assaines, à Thiaroye, à Rufisque, sur l'emplacement de la dune littorale adjacente à la plage, voire sur le haut de plage (Yarakh). Or une plage ainsi amputée voit son équilibre sédimentaire rompu. Ainsi, la construction sur la dune vive littorale interdit tout échange de matériaux entre la dune et la plage d'une part, en renforçant la turbulence de l'eau de déferlement d'autre part, il déclenche un démaigrissement et un recul de la plage. Ces villas au bord de la mer ont été construites pour la plupart avec le sable marin sur place.

II.3.2 Les extractions de sables

Il existe 2, voire 3 méthodes d'extraction de sables sur les plages de la presqu'île du Cap-Vert. Il s'agit :

- d'une exploitation semi-industrielle avec les pelleteuses (photo 1 et 2)
- d'une exploitation artisanale avec les charrettes
- enfin d'une exploitation manuelle de bien moindre importance avec les bassines.

L'existence de documents établis à des dates différentes (cartes, photographies aériennes) nous a permis d'individualiser les zones de prélèvements à différentes périodes. Les extractions ont débuté à l'Ouest du village de Cambérène et a progressé en direction de Yoff, situé à 4,5 km. Cette exploitation est antérieure à 1945, car elle est déjà sur la carte topographique Yoff-Cambérène au 1/10000 publiée en 1947. Les statistiques de l'année 1978 au Service Régional des Mines font état de 200 mouvements de camions par jour, chargés en moyenne de 5 à 6 m³ soit un emprunt évalué à plus de 1000 m³/jour.

Le 10 mars 1979, date de la fermeture de la carrière de cambérène et de son transfert à Yoff, la partie exploitée s'étendait le long de la plage sur plus de 1600 m. A l'intérieur des terres, la zone d'emprunt avait fait reculer la dune littorale sur plus de 300 m. L'estimation de l'emprunt au 10 janvier 1980 de la nouvelle carrière de Yoff a permis d'évaluer à plus de 375.000 m³ le volume de sable extrait en 10 mois. 1985 marque la date de la fermeture de la carrière de Yoff et de son transfert à Mbeubeuss. Le tableau N°11 donne les volumes de sables prélevés par mois durant 3 ans, 1996, 1997, 1998 en raison de 4 à 8 m³, 10,12, 16 m³.



Photo 1

Photo 1 & 2 : Méthodes de prélèvements de sable de plage. Il s'agit d'un prélèvement semi-industriel avec des pelleteuses (machines), elles assurent le chargement du $\frac{3}{4}$ des 70 à 170 camions par jour, et de l'extraction de sable avec des pelleteurs (ouvriers) qui remplissent le reste des camions. L'extraction se fait sur la basse plage, sur la berme.

Photo 2



Tableau N°(11) Volume de sable prélevé de 1996 à 1998 à Mbeubeuss

Mois Années	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc
1996	20 750	18 000	25 140	24 860	40 000	23 000	16 250	30 500	17 800	27 850	33 000	28 000
1997	28 250	27 800	58 250	46 000	18 150	12 850	41 150	23 750	28 350	20 350	5 230	18 200
1998	26 100	15 750	22 350	18 060	23 150	15 200	23 650	20 600	20 950	13 100	20 250	15 350

L'analyse du tableau N°11 permet de constater une évolution en dents de scie sur les 3 années considérées. Si l'on compare les données du tableau et celles de Service Régional des Mines de 1978 (Cambérène) de 1980 (Yoff), on observe une diminution du volume de sable prélevé. Cette exploitation semi-industrielle est observée à Mbeubeuss, ailleurs ce sont des charrettes qui prélèvent le sable des plages. Ainsi les entretiens sur le terrain font état de 15 à 60 mouvements de charrettes par jour et en fonction des sites, il faut 12 charrettes pour remplir un camion de 8 m³. A Thiaroye, aux Parcelles Assainies, les mouvements des charrettes sont de moindre importance. Ils sont plus importants à Guédiawaye, Yoff et à Rufisque.

Une troisième méthode d'extraction est observée à Yarakh, à Rufisque Ouest. Les populations y travaillent manuellement en remplissant des bassines de sables qui seront évacués par les charrettes.

L'extraction se fait sur la plage où les véhicules se déplacent au bord de l'eau, elle consiste à un prélèvement de sable sur presque toutes les unités morphologiques. C'est ainsi que la dune littorale (photo 3 et 4), la haute plage, la basse plage, la plage sous-marine subissent l'attaque des machines, mais aussi des pelleteurs.

Nous ne disposons pas de statistiques précises sur le volume de sable prélevé au niveau de certains sites. Mais en définitive, nous pouvons souligner que les quantités de sables de plage, de dunes prélevées sont très importantes.



Photo 3

Photo 3 & 4 : Les prélèvements de sable se font aussi au niveau de la dune vive littorale adjacente à la plage. Ils favorisent l'incursion d'eau de mer dans les bandes de filaos et mettent à nu les racines des filaos, ce qui accélèrent leur taux de mortalité.

Photo 4



Suggestions et Recommandations

Afin d'avoir une protection efficace et une gestion durable des écosystèmes littoraux, il est proposé des solutions avec des actions à mener aussi bien par les autorités administratives, les populations locales que les exploitants :

- Interdire ou limiter l'extraction du sable des plages et des dunes littorales
- Etablir des lignes en retrait pour la construction sur le rivage, démolition des constructions en bordure de mer et reloger ailleurs pour rétablir l'équilibre entre les différentes unités morphologiques.
- Recherche de nouvelles zones d'emprunt pour carrières publiques de sables sur la base d'études d'impact au préalable.
- Alimentation artificielle des plages à forte dynamique érosive ou création artificielle de la dune littorale par accumulation de matériel enlevé mécaniquement sur l'estran. Exemple au niveau des Parcelles Assainies, unité 15 où la dune littorale a presque disparu.
- Campagne de sensibilisation du public, informer et faire participer le public. Il faut que les populations soient conscientes du danger qui les menace, de l'importance à empêcher les extractions inconsidérées de sable.
- Une surveillance continue, enrichir la base de données et déceler les tendances à long terme.
- Un droit d'usage pour les populations locales à des fins strictement personnelles et domestiques du sable de certaines plages.

- Faire accepter le différé de l'exploitation en cas de nécessité, pour permettre la reconstitution du stock sableux. Etablir un calendrier du prélèvement en fonction de la tendance évolutive des plages.
- A Mbeubeuss, diviser la carrière en 2 entités et alterner les exploitations, ainsi au moment où la première entité est exploitée, l'autre renouvelle son stock sédimentaire.
- Établir une législation contraignante applicable aux environnements côtiers, prévoir des peines de prison ferme ou des amendes en cas de non respect des lois.

Conclusion Générale

Au cours de la présente analyse, l'accent a été mis sur l'évolution sédimentologique des plages. L'érosion et les phénomènes d'accrétion se disputent l'espace littoral et constituent des processus majeurs liés aux facteurs naturels (dynamique éolienne, marine) et anthropiques (aménagements et extractions de sable de plages).

Les profils topographiques mensuels ont permis dans une certaine mesure d'apprécier la tendance évolutive des plages sur une période de 5 mois. Cependant, les conclusions, démaigrissement, engraissement, auxquelles nous avons aboutie demeurent encore incomplètes du fait de la durée qu'il faut pour appréhender le phénomène d'érosion côtière d'une part, et le manque de données fiables concernant les volumes de sable prélevé, le volume de sable charrié d'autre part. Dès lors, nous nous sommes interrogés sur la nature de l'évolution des profils mensuels : variations saisonnières ou tendance évolutive profonde. Car nous savons que le profil d'une plage est perpétuellement mobile, il doit se modifier pour s'adapter aux conditions hydrodynamiques sans cesse changeantes. Les plages présentent généralement, durant la saison calme, un profil adouci avec une arrière plage profonde (engraissement), tandis que durant la saison des tempêtes, le profil se creuse et l'arrière plage est rétrécie, sinon parfois absente (démaigrissement). La tendance évolutive profonde d'une plage, stabilité, progradation, recession ne peut être véritablement appréciée que si les observations portent sur plusieurs années. Mais il ne fait pas de doute que les extractions de sables souvent effrénées, aggravent sérieusement le déficit sédimentaire des plages de la presqu'île du Cap-Vert.

Il apparaît de plus en plus que la côte sud de la presqu'île du Cap-Vert est la plus vulnérable, le trait de côte y recule d'une manière assez constante. A Rufisque des zones sont submersibles, cimetière musulman de Dioukoul. On note aussi un élargissement des estrans et une disparition progressive du cordon sablo-coquillier, les vagues ne rencontrant plus d'obstacles, l'eau de mer pénètre facilement dans les maisons. Cette évolution est accélérée par l'extraction de matériaux sur le cordon sablo-coquillier et sur les plages.

Sur la Côte Nord, bien que la tendance actuelle soit à l'engraissement, il existe des zones à haut risque du fait de l'exploitation sauvage du sable des plages à hauteur des Parcelles Assainies, surtout à l'unité 15 ; à Diamalaye, l'eau arrive jusque devant les maisons.

A Mbeubeuss, l'extraction du sable de la dune blanche adjacente à la plage favorise l'incursion d'eau de mer dans les bandes de filao, augmentant ainsi le taux de mortalité. Les autorités administratives ont déjà envisagé des mesures pour lutter contre les extractions de sable des plages et contre l'érosion côtière généralement, par décret 79.880, portant interdiction d'exploitation des sables sur les plages de la presqu'île du Cap-Vert. Le Service Régional des Mines a dépêché 4 hommes (pointeurs) à la carrière de Mbeubeuss, afin d'avoir une comptabilité des prélèvements, percevoir les redevances pour chaque m³, interdire l'extraction du sable de la dune blanche. Mais faute de moyen, les descentes sur les sites clandestins sont irrégulières. Les populations locales de certaines localités (Thiaroye, Yarakh, Yoff) se sont organisées pour réglementer voire interdire toute extraction de sable de plage ou de dune.

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

- Anthony E.J. - 1991 Coastal Progradation in response to variations in sediment supply, wave energy and tidal range : example from Sierra Leone, West Africa ; Cah-Orstom, Ser-geom, vol 6, N°1 - 1991
- Barrusseau J.P. - 1980 Essai d'évaluation des transports littoraux sableux sous l'action des houles entre Saint-Louis et Joal (Sénégal)- Bull-Asequa N°58-59 - Juin 1980 p.31-39 Dakar.
- Berrit G.R. - 1952 Esquisse des conditions hydrologiques du plateau continental du Cap-Vert à la Gambie - Bull IFAN, 14(3) p. 735-761.
- Barbey C. - 1970 Contribution à l'étude pétrographique des sables de la presqu'île du Cap-Vert Bull-IFAN - A-t Chamard P. XXX11 N°3, p. 569-584.
- Diallo B. - 1998 Impacts économiques et écologiques de la dégradation des cuvettes maraîchères de Mboro. Mémoire de Maîtrise - Fac - Lettres Sciences Humaines Université Cheikh Anta Diop Dakar-90 p
- Derruau M. - 1969 Les formes du relief terrestre : notions de géomorphologie, 6^{ème} édition - 1993, page 97-100
- Dresh J. 1982 Géographie des régions arides 1^{er} édition - 1982, 277 p
- Diaw A.T. - 1976 Processus d'actions dynamiques et réponse sédimentaire sur la côte Nord de la presqu'île du Cap-Vert (de Dakar à Yoff) Mémoire de Maîtrise - Fac - Lettres Sciences Humaines Université Cheikh Anta Diop Dakar.
- Diaw A.T. - 1980 Étude morpho-sédimentologique de l'estran sur la côte Nord du Sénégal - Bull IFAN - A- + 42 - N°1-2, page 71-78.

- Diaw A.T. - 1997 Évolution des milieux littoraux du Sénégal
géomorphologie et télédétection.
Thèse P. Université
- Courel M.F. - 1974 Etude géomorphologique des systèmes dunaires du
Cap-Vert. Mémoire de Maîtrise.
- Elouard P. – 1969 Age absolu du volcanisme quaternaire de Dakar
Faure H. (Sénégal) - Bull. Asequa - N°22, juin 1969 - p. 15-19 –
Hebrard L. Dakar
- Elouard P. - 1976 Notice explicative de la carte géologique de la
presqu'île du Cap-Vert au 20.000ème
Feuille Niakoul Rap - Direction des Mines et de la
Géologie, 31 pages - Dakar.
- Elouard P. - 1966 Eléments pour une définition des principaux
niveaux de quaternaire sénégalo-mauritanien - Bull
Asequa, N°9, page 6-20.
- Elouard P. - 1967 Schéma des variations du niveau de l'Océan
Faure H. atlantique sur la Côte Ouest de l'Afrique depuis
40.000 ans, CR Acad. Sci. Paris, t.265, page 784-
767.
- Elouard P. - 1977 Variations du niveau de la mer au cours des 15.000
Faure H. dernières années autour de la presqu'île du Cap-
Hebrard L. Vert Dakar-Sénégal, Bull - Asequa, N°50, juin 1977
- page 29-49
- Guilcher A. – 1954 Morphologie littorale des Côtes sableuses de
l'Afrique Atlantique - Cahiers de l'information
géographique N°1- 1954, page 58-68 - Paris.
- Gorodiski A. 1949 Structure de la presqu'île du Cap-Vert, p.23-28 -
Géographie physique régions naturelles - Etudes
sénégalaises IFAN - 1949 - Dakar
- Lacombe H. - 1965 Cours d'océanographie physique (théorie de la
circulation générale), houles et vagues - Paris -
392p - 224 fig.

- Marchesseau J. - 1975 Les sables littoraux à minéraux lourds des pays d'Afrique francophone et des anciens territoires portugais, B.RGM, 85 p.
- Marin L. - 1974 Le trou sans fond, Canyon sous-marin de la Côte d'Ivoire, Cah. Orstom, Sér. Géol, Vol VI, N°1, 1974 p 67-76.
- Michel P. - 1973 Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie, Etude géomorphologique. Mémoire Orstom N°63 - 3 tomes – 752 p.
- Masse J.P. - 1968 Contribution à l'étude des sédiments actuels du plateau continental de la région de Dakar. Rapp. 23 lab. Géol. Fac. Sciences - Dakar, 81 p - 33 fig
- Niang Diop I. Les zones littorales et leur fonctionnement. Département de géologie, faculté des Sciences et Techniques, UCAD, P 93 – 106.
- Paskoff R. - 1981 L'érosion des côtes. Paris, que sais-je ? Presses Universitaires de France, 1^{er} édition, 1981, 127 p.
- Paskoff R. - 1985 Les littoraux : impact des aménagements sur leur évolution, Masson, Paris 190 p.
- Pezeril G. - 1980 Recherches de nouvelles zones d'emprunt pour carrières publiques de sables, Direction des Mines et de la Géologie.
- Pomerol. Ch. - 1989
Renard M. Éléments de Géologie, 9^{ème} édition 1989, 611 p.
- PNUE Érosion côtière en Afrique de l'Ouest et du Centre : rapport et études des mers régionales N°67.
- Richard Molardj. 1949 La presqu'île du Cap-Vert – Introduction Études Sénégalaises IFAN – Dakar, p. 1-22.
- Rebert J.P. – 1985 Hydrologie dynamique des eaux du plateau continental sénégalais. CRODT, page 5-29.

- Rossignol M.
Meyrueis A.M - 1964 Campagne océanographique du "Gerard Tréca",
juin 1962 - Etude des masses d'eau et de la
circulation dans l'Atlantique entre les îles du Cap-
Vert et la Côte du Sénégal et de la Guinée- Rapp.
Orstom Centre
Océanographique - Dakar - Thiaroye - 91 p - 25
fig. - 8 cartes - biblio.
- Rognon P.
Nguer M. - 1989 Homogénéité des caractères sédimentologiques des
sables ogoliens entre Nouachott (Mauritanie) et
Mbour (Sénégal). Cah. Orstom, Ser, Géom, Vol 4,
N°2, 1989, p.119-133.
- Sarr AK. - 1998 Le littoral de la Petite Côte, "de la baie de Hann à
Joal" Impacts des aménagements sur son évolution
actuel. Mémoire de maîtrise - UER - Lettres Sciences
Humaines - Université Gaston Berger Saint-Louis,
p.103.
- Sall M. - 1971 Dynamique et morphogenèse actuelles.
Contribution à l'étude géomorphologique du
Sénégal Occidental -
Thèse 3^{ième} cycle - 277 p - 5 Pl - Ph - Fac Lettres -
Université Dakar
- Sall M. - 1973 La Côte Nord de la presqu'île du Cap-Vert.
Nouvelles observations de géomorphologie
dynamique, Bull
IFAN, + 35 série A, N°4, p.742-763.
- Sall M. 1982 Dynamique et morphogenèse actuelle au Sénégal
Occidental. Thèse de Doctorat Fac lettres
Université. Louis Pasteur 604 p. France.
- Tangara A. - 1997 Les systèmes dunaires de la Côte Nord du
Sénégal : de l'instabilité climatique originelle à la
péristabilité par le reboisement, secteur sud (Cap-
Vert-Thiès).
Thèse de 3^{ième} cycle - Fac Lettres et Sciences
Humaines - Dakar

- Tricart J. – 1955 La carte géomorphologique du Delta du Sénégal - Bull
Ass. Géog. Fr. N°251 et 252 p.98-117.
- Tricart J. 1961 Notice explicative de la carte géomorphologique du
Delta du Sénégal - Mem, BRGM - N°8 - 118 p. - 9
pl. - 3 cartes au 1/100 000^{ème}.

LISTE DE FIGURES ET CARTES

Pages

1) Localisation de la zone d'étude	6
2) Stations de mesure	10
3) Centres d'action et circulation atmosphérique en Afrique Nord Occidentale.....	17
4) Houles, vagues et courants supposés résultants.....	24
5) Les catégories d'eaux de surface.....	28
6) Batymétrie de la marge continentale du Sénégal et de la Gambie	34
7) Principales unités morphologiques d'une plage sableuse et agents dynamiques	40
8) Courbes log-normales, courbes de fréquence et paramètres texturaux de cordon...	43
9) Courbes log-normales, courbes de fréquence et paramètres texturaux de cordon...	44
10) Courbes log-normales, courbes de fréquence et paramètres texturaux de la haute Plage	47
11) Courbes log-normales, courbes de fréquence et paramètres texturaux de la haute Plage	48
12) Courbes log-normales, courbes de fréquence et paramètres texturaux de la basse Plage	50
13) Courbes log-normales, courbes de fréquence et paramètres texturaux de la basse Plage	51
14) Courbes log-normales, courbes de fréquence et paramètres texturaux de la berme	54
15) Courbes log-normales, courbes de fréquence et paramètres texturaux de la berme.	55
16) Variation du niveau de la mer au cours de l'holocène, autour de la presqu'île du Cap-Vert.....	59
17) La couverture de 1980, Mbeubeuss	62
18) La couverture de 1980, Yoff, Parcelles Assainies	63
19) La couverture de 1980, Guédiawaye	64
20) La couverture de 1997, Mbeubeuss	66

21) La couverture de 1997, Yoff, Parcelles Assainies	67
22) La couverture de 1997, Guédiawaye	68
23 a- Profils topographiques de la plage de Rufisque Ouest avant Cap des biches	75
23 b- Profils topographiques de la plage de Rufisque Ouest Cap des biches	75
24 a- Profils topographiques de la plage de Rufisque Est près de Bata	76
24 b- Profils topographiques de la plage de Rufisque Est au droit de Sococim.....	76
25 a- Profils topographiques de la plage de Mbeubeuss Ouest	77
25 b- Profils topographiques de la plage de Mbeubeuss Est.	77
26 a- Profils topographiques de la plage de Thiaroye – CRODT	78
26 b- Profils topographiques de la plage de Thiaroye ISRA.....	78
27) Profils topographiques de la plage des Parcelles Assainies	79
28) Profils topographiques de la plage de Yarakh.....	79
29) Profils topographiques de la plage de Guédiawaye	80
30) Profils topographiques de la plage de Yoff.....	80

LISTE DES TABLEAUX

Pages

1) Répartition des échantillons selon les sites et les unités géomorphologiques.....	11
2) Moyennes annuelles des précipitations en valeur absolue et en pourcentage 1986-96- Station Dakar Yoff	18
3) Quantités, moyennes annuelles d'humidité relative en pourcentage 1986-96 - Station Dakar - Yoff.....	19
4) Quantités moyennes annuelles de rosée, Station Dakar - Yoff	20
5) Températures moyennes minimales et maximales - Station de Dakar -Yoff, 1986-96.....	20
6) Vitesses moyennes annuelles et directions dominantes 1986-1996, Station de Dakar-Yoff	21
7) Débits solides mobilisés en kg par segment de la Côte Nord	22
8) Chronologie des dépôts du quaternaire récent.....	32
9) Largeurs des estrans mesurées en décembre 98, janvier, février, avril 99	70
10) Variation de la longueur des estrans.....	71
11) Evaluation du volume de sable charrié par site et par 2 mois.....	74
12) Volume de sable prélevé de 1996 - 1998 à Mbeubeuss	85

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ASEQUA	Association Sénégalaise pour l'étude du quaternaire Africain
C.T.L.	Conservations des terroirs du littoral
B.R.G.M.	Bureau des Recherches Géologiques et Minières
C.R.O.D.T.	Centre Régional Océanographique Dakar Thiaroye
I.G.N.	Institut de Géographie National
I.S.R.A	Institut Sénégalais de Recherches Agronomiques
I.S.E	Institut des Sciences de l'Environnement
I.S.T.	Institut des Sciences de la Terre
H.C.L.	Acide Chlorhydrique
LIGUS	Laboratoire de l'Institut de Géologie de l'Université de Strasbourg
UCAD	Université Cheikh Anta Diop
UGB	Université Gaston Berger
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer
PAFG	Projets d'Aménagement et de Fixation des dunes du Gandiolais et de Kayar
S.R.M.	Service Régional des Mines

LISTE DES PHOTOS

Pages

1 & 2 - Méthodes de prélèvement de sable.....	83
3 & 4 - Prélèvements sur la dune du littorale	85

TABLE DES MATIERES

Dédicaces

Avant Propos

Introduction Générale

- Présentation de la Zone
- Problématique
- Méthodologie

1^{ère} Partie : Les Facteurs de la morphogenèse

Chapitre I : Les Conditions Climatiques

I.1. Les mécanismes généraux

I.2. Les éléments du climat

I.2.1. Les précipitations

I.2.2. L'humidité relative

I.2.3. Les températures

I.1.4. Les vents et leur efficacité morphogénétique

Chapitre II : Les Conditions Océanographiques

II.1. L'hydrodynamisme

II.1.1. La houle

II.1.2. La dérive littorale

II.1.3. Les marées

II.2. Climatologie océanique

II.2.1. La saison froide

II.2.2. La saison chaude

II.2.2.1. Les eaux chaudes et salées du courant Nord

II.2.2.2. Les eaux chaudes dessalées.

Chapitre III : La trame géologique

III.1. La géologie du bassin

III.1.1. Chronologie des dépôts quaternaires

III.1.2. Aspects morphologiques et sédimentologiques du plateau continental

III.2. Géomorphologie

III.2.1. Les systèmes dunaires ogolien et ogalien remanié

III.2.2. Les systèmes dunaires littoraux

III.2.2.1. Les dunes vives volcaniques

III.2.2.2. Les dunes jaunes.

2^{ème} Partie : Les Unités Géomorphologiques et la Sédimentologie

Chapitre I : Les Unités Géomorphologiques

I.1. Les dunes ou cordons littoraux

I.2. La haute plage

I.3. La basse plage

I.4. La berme

Chapitre II : La Sédimentologie

II.1. Le cordon

II.1.1. La calcimétrie

II.1.2. La granulométrie

II.1.3. La morphoscopie

II.2. La haute plage

II.2.1. La calcimétrie

II.2.2. La granulométrie

II.2.3. La morphoscopie

II.3. La basse plage

II.3.1. La calcimétrie

II.3.2. La granulométrie

II.3.3. La morphoscopie

II.4. La berme

II.4.1. La calcimétrie

II.4.2. La granulométrie

II.4.3. La morphoscopie.

3^{ème} Partie : L'Evolution de l'Ecosystème Littoral

Chapitre I : Paléogéographie

Chapitre II : Dynamique actuelle

II.1. La cartographie diachronique des paysages littoraux

II.1.1 La couverture de 1980

II.1.2. La couverture de 1997

II.2. Les levées topographiques

II.2.1. L'évolution du trait de côte

II.2.2. Evaluation du transit sédimentaire.

II.3. Les causes anthropiques de l'érosion des plages

II.3.1. Les aménagements

II.3.2. Les extractions de sables

Suggestions et Recommandations

Conclusion Générale

Annexes

