

Aspects géologique et géomorphologique de la Casamance

Étude de la sédimentation actuelle

Jean-Luc SAOS (1), Catherine LE BOUTEILLER (2),
E. Salif DIOP (3)

RÉSUMÉ

Après une synthèse des données géologiques et géomorphologiques de la région de la Basse Casamance où il apparaît que les variations du niveau marin et les variations climatiques au cours du Quaternaire récent ont une part essentielle dans l'évolution du modelé des paysages, l'étude de la sédimentation actuelle est abordée à partir de prélèvements effectués sur une série de profils bathymétriques dans les cent derniers kilomètres du fleuve Casamance entre Adéane et l'embouchure. Cette approche nous permet de définir ensuite les principaux faciès et leurs aires de répartition. Trois zones apparaissent: un domaine maritime où domine un sable marin unimodal; un domaine intermédiaire où les apports marins et continentaux, brassés par les courants de marée donnent des sédiments plus hétérogènes souvent riches en sables grossiers dans les fonds de chenaux; et un domaine continental caractérisé par une dominance des limons fins.

MOTS-CLÉS : Afrique de l'Ouest — Estuaire — Sédimentologie — Géomorphologie.

SUMMARY

GEOLGY AND GEOMORPHOLOGY OF THE CASAMANCE ESTUARY. THE PRESENT CONDITIONS OF SEDIMENTATION

The synthesis of the geological and geomorphological data in Lower Casamance, shows that the variations of sea level and of climatic conditions during late Quaternary played a prominent part in the evolution of the landscape. The sampling of sediments along bathymetric profiles, in the last hundred kilometers of the Casamance river, between Adeane and the sea, allows us to define the main facies. Three main areas can be distinguished:

- 1 — A coastal one with prominently unimodal sand.*
- 2 — A transitional one with more heterogeneous sediments often rich in coarse-grained sand at the bottom of the channels due to the mixing of continental and maritime deposits by tides.*
- 3 — A continental one with predominating fine silt.*

KEY WORDS : West Africa — Estuaries — Sediments — Geomorphology.

(1) ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.

(2) CRODT, B.P. 2241, Dakar, Sénégal.

(3) Département de géographie, Université de Dakar, Sénégal.

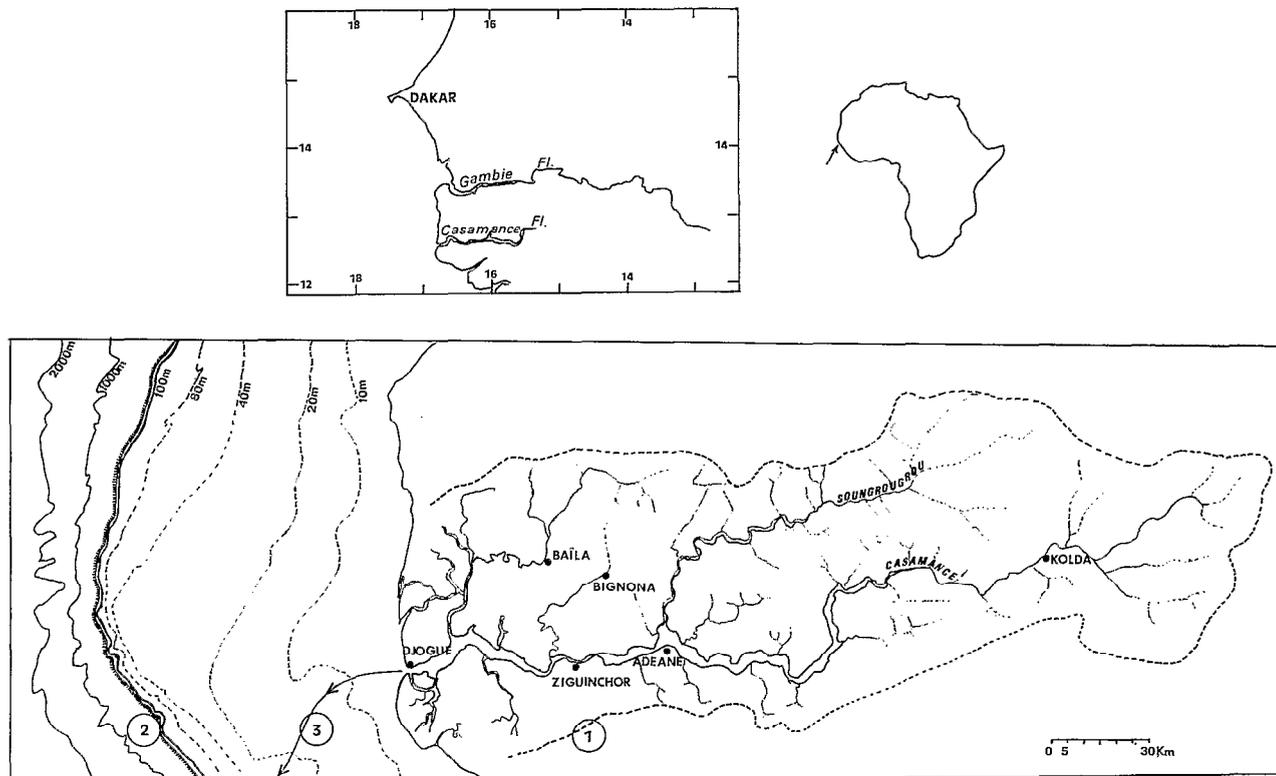


FIG. 1. — Présentation générale : bassin versant de la Casamance et plateau continental. Limite du bassin versant (1); limite du plateau continental (ligne de rivage vers 16 000 BP) (2); extension du cours de la Casamance vers la ligne de rivage fossile (- 120 m) (3). *General setting of the Casamance basin : the drainage basin (1); limits of the continental shelf, which was the coast line 16 000 BP (2); the ancient course of the river (3)*

INTRODUCTION

La Casamance située au sud-ouest du Sénégal par 12°35' de latitude nord, est un fleuve de 350 km de long (dont 260 km en cours permanent) envahi par les eaux marines jusqu'à 200 km de son embouchure. Elle draine un bassin versant de 14 000 km², au relief peu accentué (altitude maximum 50 m), recouvert d'une végétation de type guinéen à soudano-guinéen (fig. 1).

C'est la région la plus arrosée du Sénégal. Le climat se caractérise par 2 saisons bien marquées : saison sèche jusqu'en mai, saison humide de juin à octobre.

La moyenne pluviométrique à Ziguinchor était de 1 500 mm avant la période sèche qui sévit depuis une quinzaine d'années. Elle est actuellement de 900 mm avec une saison des pluies très raccourcie (3 mois au lieu de 5).

Ce déficit pluviométrique a de multiples incidences sur le milieu : déflation éolienne, décroissance des

débits de rivières, hypersalinité du fleuve (salinité dépassant 150 ‰ d'après PAGÈS et DEBENAY, 1987), sursalure des zones de tannes.

Ces modifications assez brutales de nombreux paramètres de l'écosystème fluvio-estuarien ont motivé le programme pluridisciplinaire d'étude environnementale initié par le GRODT en 1984 auquel ont collaboré les principaux instituts de recherche au Sénégal (ISRA, ORSTOM, Université, GNR, EPEEC...).

C'est dans le cadre de ce programme et grâce aux moyens navigants du GRODT que nous avons pu étudier la morphologie et la sédimentologie des fonds de la Casamance entre l'embouchure et Adéane (limite d'accès du bateau utilisé).

Avant d'aborder l'étude des sédiments actuels de la Casamance, nous retraçons l'histoire géologique de la région, le dépôt des sédiments dépendant de la nature des roches du bassin versant, des mouvements tectoniques, des changements climatiques et des variations du niveau marin.

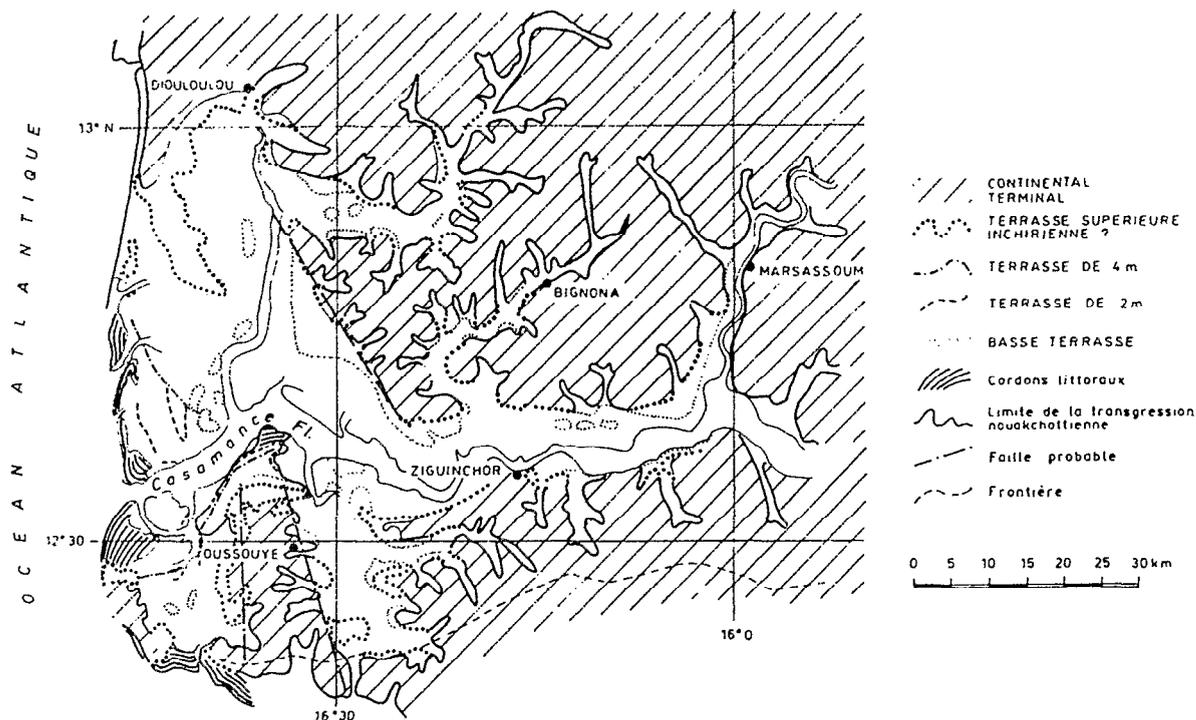


FIG. 2. — Esquisse géomorphologique de la Casamance (d'après VIEILLEFON, 1974). *Geomorphology of the Casamance estuary* (from VIEILLEFON, 1974)

LES GRANDS TRAITs DU RELIEF ET LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Parmi les grands traits du relief qui caractérisent la topographie du bassin versant du fleuve Casamance, on peut distinguer :

— la région relativement élevée de l'est (altitude pouvant atteindre 40 m) qui compte plusieurs niveaux de cuirasse ferrugineuse (P. MICHEL, 1973). Elle est traversée par les vallées du Soungrougrou et de la Moyenne Casamance, et par de multiples dépressions allongées à fond plat, entre Séfa et Sédhiou, sur les bords de la Casamance. Ce sont en réalité, d'anciennes entailles du plateau du Continental Terminal, remblayées lors du maximum de la transgression nouakchottienne.

— la région du nord-ouest est formée par le plateau du Continental Terminal très disséqué par une série d'entailles dont la plupart sont colmatées. C'est sur son rebord, notamment dans les zones de topographie basse, que se localisent les vasières à mangroves et les tannes;

— la région du sud-ouest, particulièrement incisée par les anciens cours d'eau, où apparaissent à l'ouest de Ziguinchor les dépôts de l'ancien golfe marin et

les grès argileux du Continental Terminal. Recouverts par un niveau de cuirasse, ils forment un plateau très digité : le plateau d'Oussouye (voir fig. 2).

La Casamance constitue, du point de vue géologique, la partie méridionale du bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien, l'un des plus vastes bassins du littoral ouest africain.

Le socle métamorphique paléozoïque, constitué de schistes, grès, quartzites, traversé par un complexe volcanique effusif (rhyolites, dolérites) se situerait, d'après les recherches géophysiques et les forages pétroliers, à plus de 7 000 m en Basse-Casamance.

Les dépôts sédimentaires (sables, argiles, marnes, calcaires alternés) résultant d'une série de transgressions marines commencent dès le Jurassique. Des forages profonds ont montré l'enfoncement des structures au niveau du fleuve Casamance, accentué à Ziguinchor, et un relèvement en direction de l'anticlinal gambien, remontée qui explique l'absence de l'Oligocène à Baïla et la disparition de l'Éocène Supérieur vers le nord-ouest.

Au cours du Miocène, des sédiments argilo-sableux de 50 à 150 m de puissance se sont déposés sur l'ensemble de la Basse-Casamance. C'est au cours de cette période qu'intervient une importante phase tectonique cassante. Les réseaux de fractures de

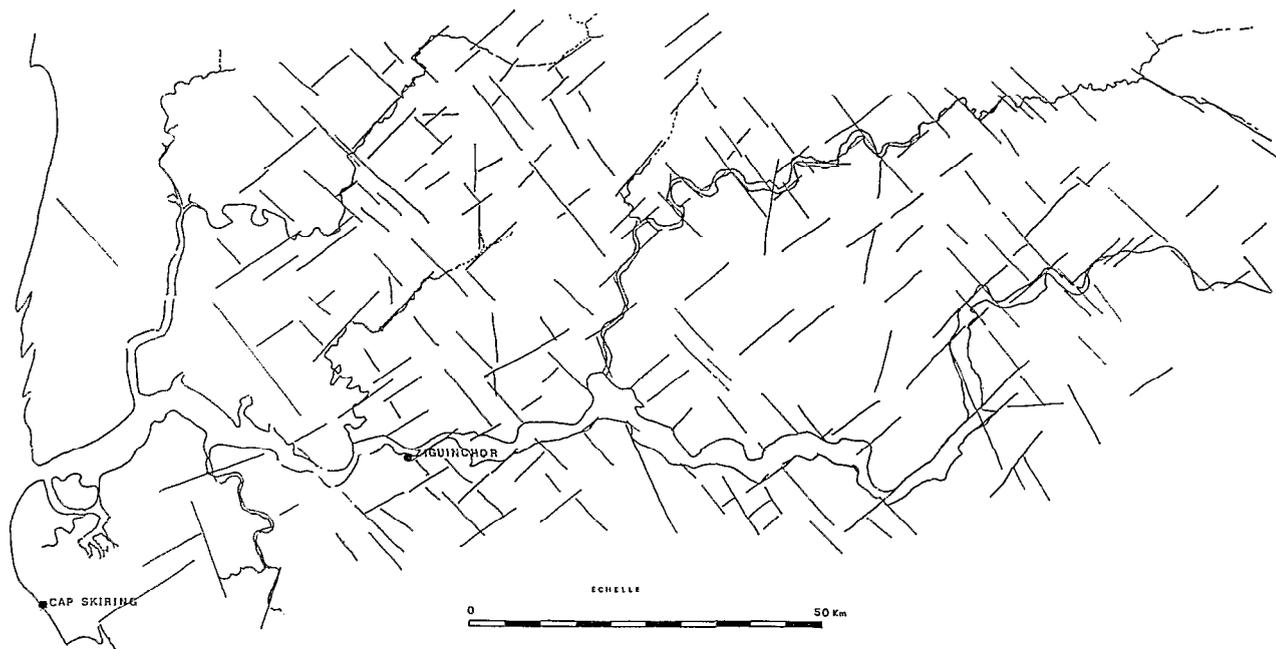


FIG. 3. — Schéma structural : linéaments d'après photos aériennes. *General structure and lineaments, as observed on aerial photographs*

direction principale N 50° et N 130°, ainsi que N 80° et N 180° vont fortement conditionner l'hydrographie. Les cours d'eau, en suivant les lignes de fractures, dessinent des coudes brusques qui caractérisent le cours de la Casamance et des affluents nommés localement holons (voir fig. 3).

Après la régression qui a suivi le Miocène, il se dépose un sédiment détritique qui correspond à la formation appelée Continental Terminal. Ce sédiment est composé de grès argileux bariolés interstratifiés de couches d'argiles. Ces matériaux seraient originaires des régions plus élevées, à l'est du bassin (Fouta Djallon) et se seraient déposés sous l'action d'un climat tropical à tendance subaride (VIELLEFON, 1977). L'origine continentale de ces sédiments est cependant contestée par certains auteurs (FLICOTEUX *et al.*, 1974), qui considèrent que cette formation provient d'une altération importante « in situ » de sédiments marins.

Les dépôts du Continental Terminal ont été modelés en glacis au cours d'une période aride, il y a un demi-million d'années (P. MICHEL, 1973). Ils présentent maintenant un relief mollement ondulé, altéré par la pédogenèse ferrallitique (cuirasse grès-ferrugineuse de Boukotte et du cap Skirring). Ces plateaux très découpés (plateau d'Oussouye et du Diembéring) dominent faiblement (15 à 30 m) la zone sédimentaire actuelle.

La part essentielle prise par le Quaternaire, en

particulier à l'Holocène Moyen ou Nouakchottien, pour l'évolution géologique du milieu estuarien de la Casamance, a été soulignée par de nombreux auteurs (VIELLEFON 1974, KALCK 1978, SALL 1983, MARIUS 1984, PIMMEL 1984).

Le Quaternaire récent est surtout marqué par les variations du niveau marin et par les changements climatiques. A partir de 30 000 BP débute une importante régression marine. Le niveau marin va atteindre sa cote minimale : - 120 m entre 20 000 et 17 000 BP (maximum glaciaire Würm). Durant cette période la Casamance entaille profondément son lit, le climat devient aride et les grandes dunes ogoliennes envahissent la majeure partie du Sénégal (18000-15000 BP).

A partir de 14000 ans BP intervient une deuxième phase d'entaille appelée phase de recreusement des vallées par P. MICHEL (1973). Les vallées s'enfoncent « en doigts de gants » à l'intérieur, disséquant les plateaux. Le niveau marin était encore bas et le climat semi-aride, avec un couvert végétal limité. C'est vers 12000 ans BP, après une très rapide remontée du niveau marin, que le climat devient de plus en plus humide : ce qui va permettre la rubéfaction des sables dunaires et des sols ferrallitiques.

Après 8000 BP, nouvelle grande phase de transgression : la mer envahit l'estuaire de la Casamance en formant une ria. Le niveau marin atteint son niveau actuel vers 7000 BP. La transgression conti-

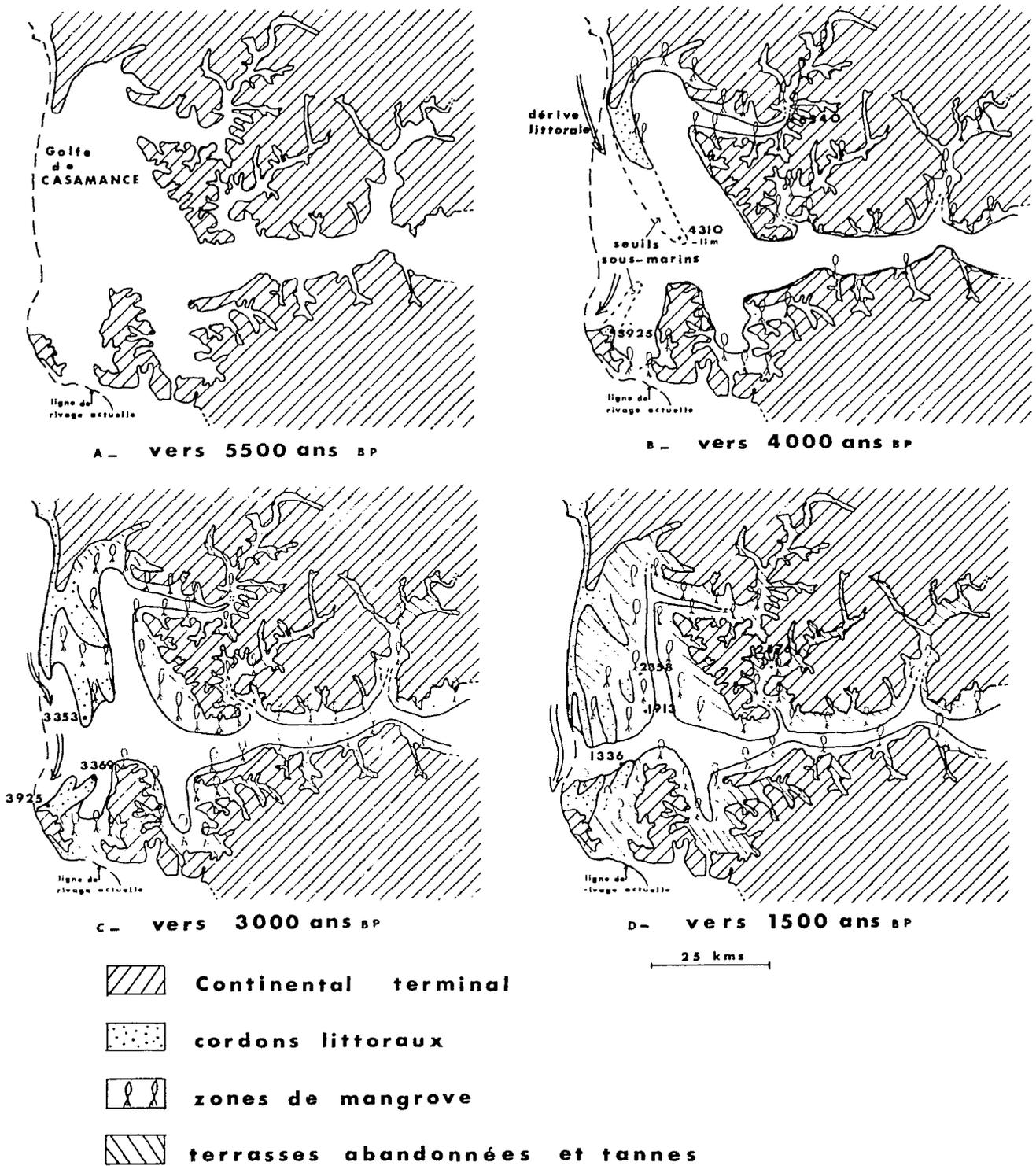


FIG. 4. — Évolution du golfe de Casamance au Quaternaire récent (d'après KALCK, 1978). *Landscape variations during late Quaternary* (from KALCK, 1978)

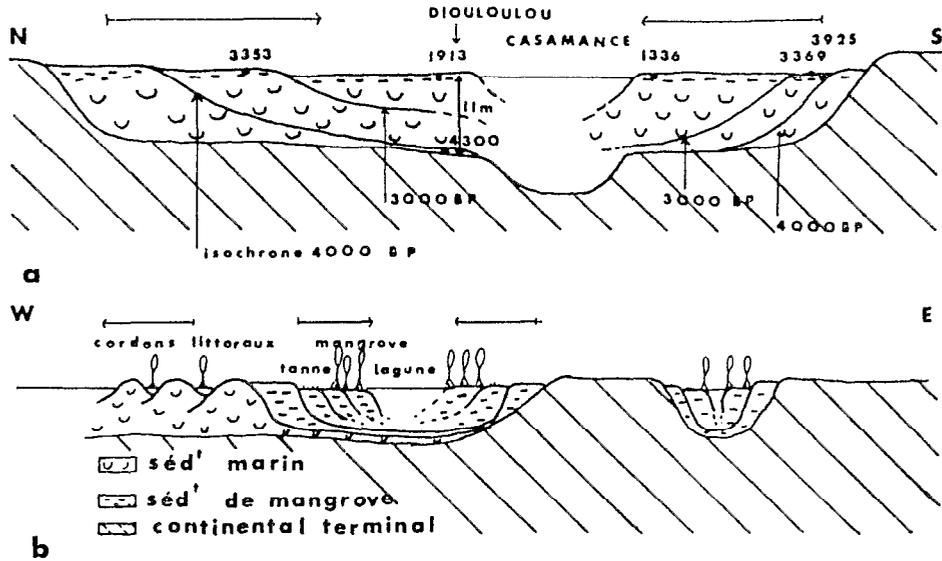


FIG. 5. — Les systèmes de progradation en Casamance (d'après Kalck 1978). a — système des vasières de mangrove. b — système des cordons littoraux. *Progradation schemes in Casamance (from KALCK 1978). a — inshore mud flats. b — marine coastline progradation*

nue et vers 5500 BP, le niveau marin atteint sa cote maximale de + 2 m à + 2,5 m (transgression nouakchottienne). La mer envahit l'estuaire de la Casamance jusqu'à Diana Malari (SALL, 1982).

La mise en place des grandes unités géomorphologiques, caractéristiques de l'estuaire de la Basse-Casamance, relève de cette période comprise entre le Nouakchottien et l'Actuel (fig. 4). Au maximum de la transgression, vers 5500 BP, la mer pénètre dans la zone déprimée de la Basse-Casamance qui se présente alors sous forme de golfe largement ouvert sur l'océan (fig. 4 A). Le comblement actuel de la Basse Vallée est attribué à la transgression nouakchottienne, avec une sédimentation essentiellement marine jusqu'à 4000 BP. Vers cette période se sont formés les cordons sableux anciens, grâce à la dérive littorale Nord-Sud, qui ont progressivement fermé le golfe de la Casamance (fig. 4 B). La sédimentation marine est alors relayée par une sédimentation de type lagunaire, notamment à l'arrière des cordons sableux. Vers 3000 BP la progression des cordons littoraux est telle que le golfe se présente alors sous la forme d'une grande lagune, avec d'épais dépôts de vase où la mangrove peut se développer intensément (KALCK, 1978, fig. 4 C).

Enfin vers 1500 BP, la Casamance prend une allure comparable à l'actuelle (fig. 4 D). La fermeture du golfe par les cordons littoraux entraîne la diminution des apports marins et provoque un ralentissement de l'évolution morphologique. Cer-

taines unités telles que les tannes apparaissent à l'arrière des mangroves à la faveur d'un climat sec qui conduit à la dernière transformation importante du paysage.

Les autres unités géomorphologiques : kjoekken-moddinger (dépôts artificiels de coquilles), terrasses les plus récentes, cordons littoraux, constituent les plus de la phase d'alluvionnement actuelle. Les plus importants cordons littoraux et flèches sableuses se sont formés sous l'influence de la dérive littorale nord-sud. L'ensemble de ces unités se déplace progressivement vers l'ouest, suivant un système de progradation bien mis en évidence par la figure 5 (KALCK, 1978). Parallèlement les vasières à mangrove comblent peu à peu la lagune et donnent à l'ensemble de la zone estuarienne sa morphologie actuelle.

De nos jours, des modifications écologiques localisées et réversibles viennent s'ajouter au phénomène majeur qui est la tendance à un assèchement progressif de ces zones encore humides avec comme conséquences :

- la réduction de certaines surfaces d'eau consécutive à la sécheresse actuelle,
- le recul de certaines vasières et l'accroissement des tannes, particulièrement dans la partie externe des estuaires du nord,
- l'ébauche de formes dunaires mineures sur les cordons sableux à couvert végétal déficient.

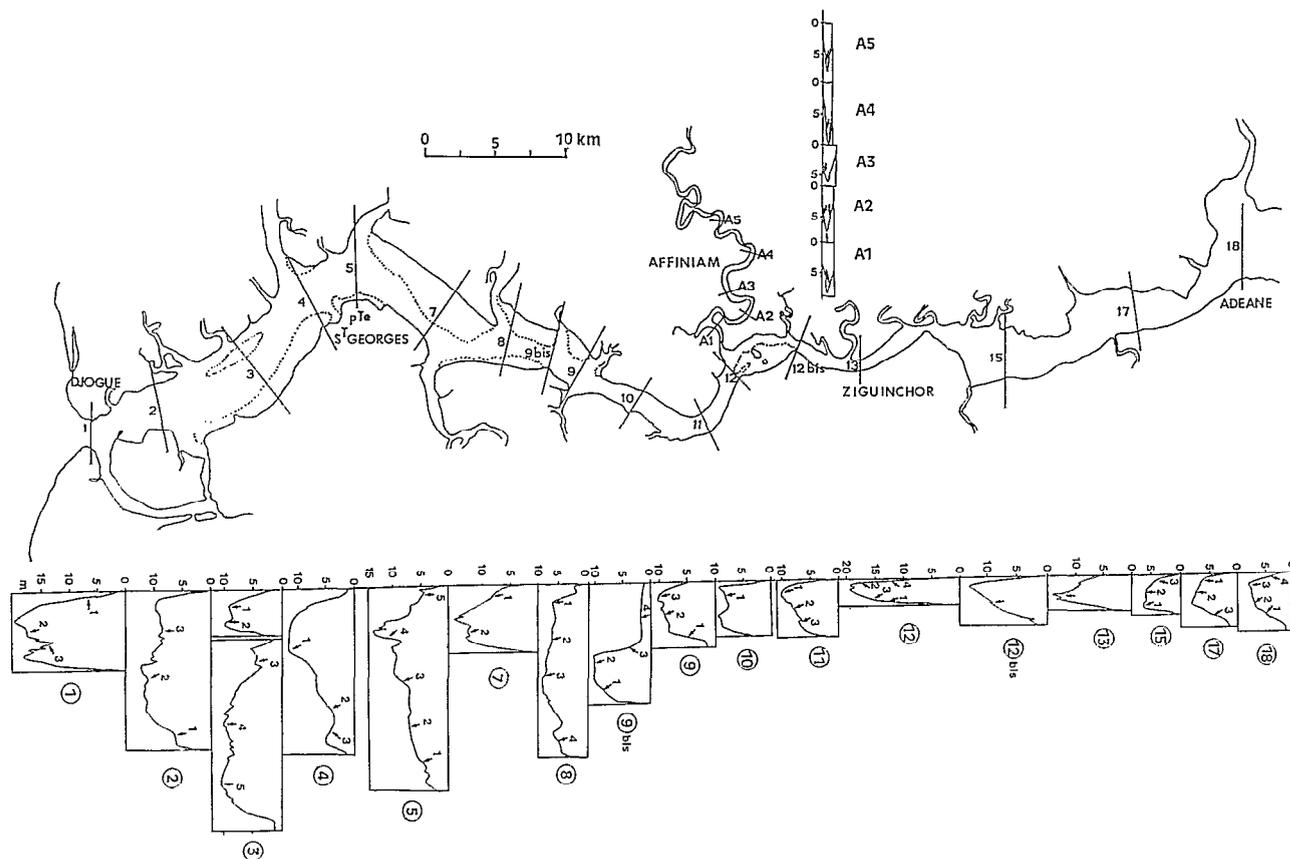


FIG. 6. — Profils bathymétriques entre l'embouchure et Adéane. * La présence de vasières et de bancs de sable ne permet pas bien souvent d'atteindre les berges ce qui explique le décalage entre la largeur du fleuve et la longueur du profil bathymétrique de certaines stations (par exemple profil 15 et 17, fig. 6). *A series of cross-sections in the estuary. Due to shallow depth near the shore, some profiles do not extend to the coast line*

BATHYMÉTRIE

Seule la zone en aval de Ziguinchor a fait l'objet d'un relevé bathymétrique à la sonde en 1958-1960 par le service hydrographique de la marine (cf. carte marine).

Des profils bathymétriques réalisés à l'aide d'un échosondeur de type SIMRAD EDI 162 à une vitesse constante de 5 nœuds, au cours de nos campagnes de prélèvements en 1984 et 1985, ont permis de situer précisément les prélèvements sédimentologiques (fig. 6) et de compléter la carte bathymétrique (fig. 7).

Entre l'embouchure et Adéane, le fleuve Casamance se caractérise par la présence de nombreux bancs de vase qui rétrécissent considérablement le chenal et gênent la navigation (banc de Ouangaram, Sozor, Djougoute, Samir, Elana...).

La profondeur maximale moyenne, de l'ordre de 12 m en aval de Ziguinchor, diminue jusqu'à 7,8 m entre Ziguinchor et Adéane. Elle diminue encore au-delà d'Adéane pour ne permettre la navigation qu'aux embarcations de très faible tirant d'eau.

Le fleuve dont la largeur atteint 5 km au niveau de la Pointe Saint-Georges se rétrécit entre la station 11 et Ziguinchor (0,6 km) pour s'élargir à nouveau ensuite (5,5 km à Adéane).

Les fosses les plus profondes se situent entre Djogué et Ziguinchor dans les zones de rétrécissement du chenal : 18 m à la station 1, 22 m au droit de la Pointe Obac, 19 m au niveau de la station 12. En amont d'Adéane, des profils bathymétriques relevés à partir d'une embarcation légère (PAGÈS et DEBENAY, 1987) montrent une profondeur maximale de 7 m en amont de Diattakounda.

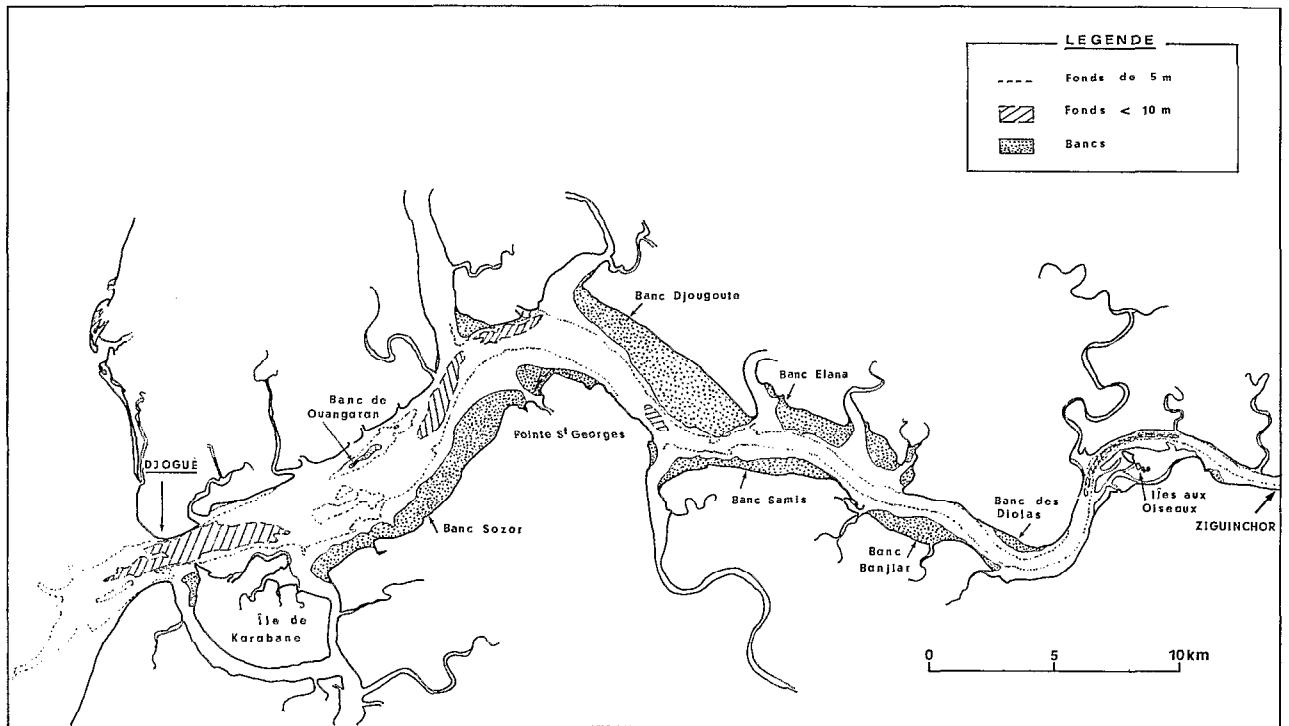


Fig. 7. — Carte bathymétrique de la Casamance (de Ziguinchor à l'embouchure). A bathymetric map of the estuary

SÉDIMENTOLOGIE

1. Mode de prélèvement et d'analyse

Au cours des campagnes de prélèvement en 1984 et 1985, 60 échantillons ont été récoltés, répartis sur 18 transects du fleuve et 5 sections du bolon d'Affiniam jusqu'en amont du futur barrage anti-sel de Kabalang (fig. 6). Les prélèvements ont été faits avec une benne de type SMITH-MAC INTYRE.

Sur chaque échantillon, nous avons procédé à la séparation des 4 classes granulométriques : graviers, sables, silts et argiles, après détermination de la teneur en eau (séchage à l'étuve) et de la teneur en matières organiques (par attaque à l'eau oxygénée). La séparation des sables et des graviers s'est faite sur tamis de 0,5 mm et 2 mm, et pour les argiles nous avons utilisé une méthode densimétrique (pipette Andréasen). Les fractions sableuses ont fait l'objet d'une analyse granulométrique complète sur colonne de lamis AFNOR.

Le taux de CO_2Ca a été calculé avec un calcimètre Bernard.

La phase argileuse a été étudiée avec le diffractomètre RX RIGAKU du laboratoire de géologie de l'ORSTOM de Dakar.

2. Les principaux faciès

Les sédiments sont généralement vaseux, plus ou moins riches en sables, en débris coquilliers, ou en matière organique. On y note parfois la présence de gravillons ferrugineux.

— **Faciès sableux** : il est formé de 70 à 90 % de sable composé essentiellement de grains de quartz. On y rencontre de nombreux débris de coquilles surtout en fond de chenal. Les minéraux lourds sont parfois présents. Ils sont représentés par le cortège classique des minéraux très résistants que l'on trouve sur le littoral (illménite, zircon, tourmaline, rutile).

Ce faciès est localisé dans la région comprise entre l'embouchure et la Pointe Saint-Georges, et dans les fonds de chenaux (sur les profils 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8).

— **Sables vaseux à graviers** : les sables y sont hétérométriques, avec prédominance des grains grossiers. Les graviers sont parfois abondants, principalement des gravillons ferrugineux de taille centimétrique. On y note également la présence épisodique de galets de forme aplatie de calcaire et de grès. La vase grise y est souvent présente sous forme de galets mous. Ce faciès est localisé au fond du chenal sur les profils 9 bis, 9, 11, 12 bis, 13 et également en 16 et 18.

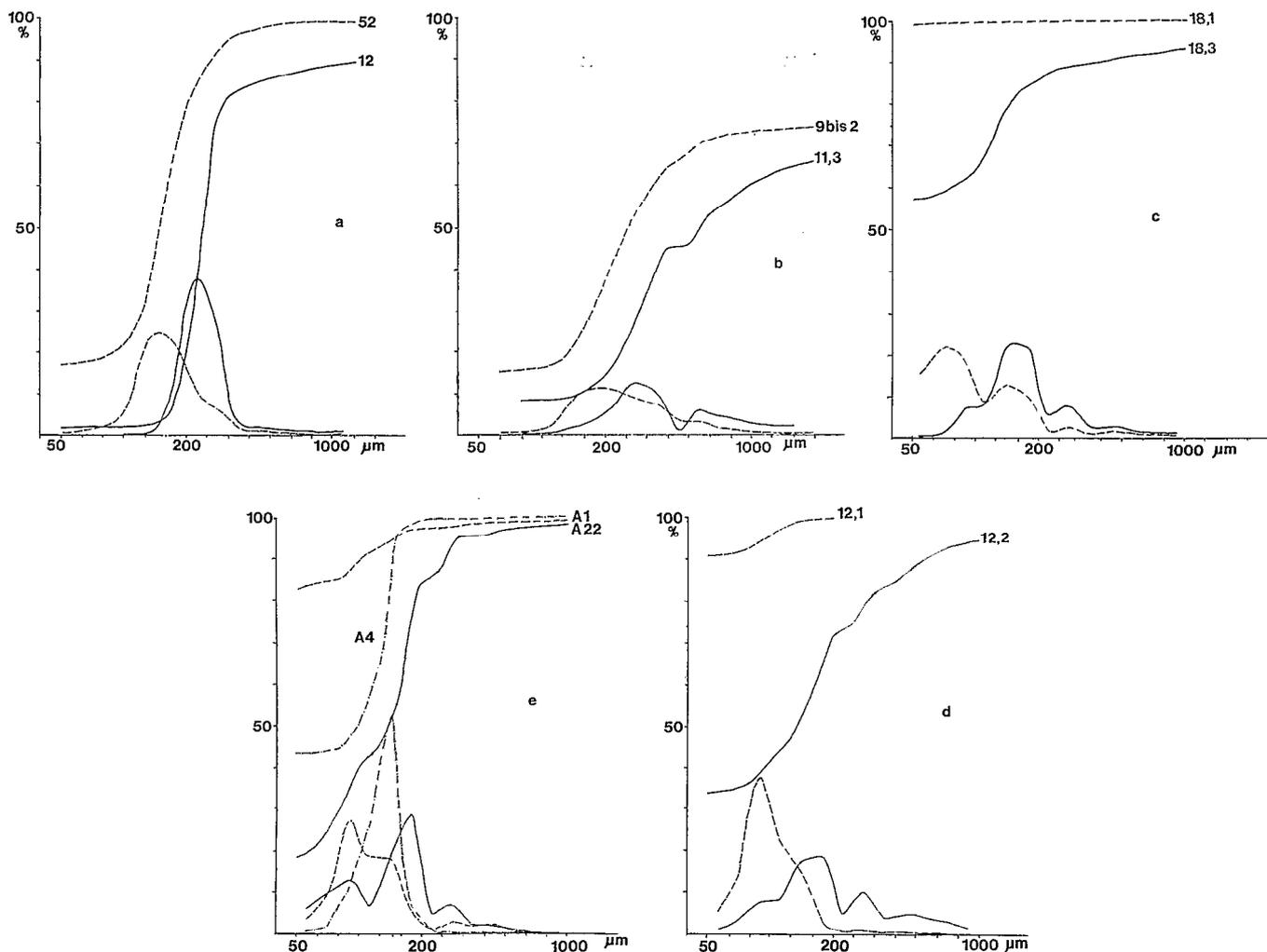


FIG. 8. — Courbes granulométriques : courbes cumulatives et courbes de fréquence des sables. *Grain size of the sandy sediments*

— Vases sableuses à huîtres : de couleur grise, ces vases riches en sable contiennent de nombreuses coquilles, avec prédominance de coquilles d'huîtres. Le sable apparaît en poches ou en petits niveaux différenciés. Ce faciès se rencontre plus particulièrement vers les bordures.

— Vases grises : elles sont généralement très molles et contiennent très peu de sable. Elles sont constituées de limons fins, d'argiles et de matière organique. Seuls la faune et les débris végétaux forment les éléments grossiers. Ces vases peuvent être plus compactes et on rencontre parfois des amas de vase très indurée de couleur plus bleutée, emballés dans de la vase moins cohérente.

— Ce faciès est bien développé dans les zones plates, peu profondes et surtout dans la partie amont.

Il faut noter que, de manière générale, la fine tranche superficielle de sédiments est plus sableuse que la partie profonde.

3. Analyse granulométrique

Les analyses granulométriques montrent une assez grande hétérogénéité des sédiments, qui sont généralement très mal triés. La médiane est parfois inférieure à 0,002 mm et parfois supérieure à 2 mm (tableau des principaux résultats d'analyse granulométrique).

Une sélection des courbes cumulatives et courbes de fréquences (fig. 8) nous montre les principaux types de sédiments rencontrés entre l'embouchure et Adéane, et dans le bolon d'Affiniam.

TABLEAU I
Principaux résultats d'analyses granulométriques
Main results on sediments grain size

STATION	PROFONDEUR μm	% SABLES > 50 μm	% PELITES	Q1 μm	MEDIANE μm	Q3 μm
1.2	18	98	2	260	300	360
1.3	16	90	10	200	240	290
2.1	5	91	9	190	250	315
2.2	11	14	86	63	63	63
2.3	8	89	11	150	230	290
4.2	5,5	60	40	63	130	200
4.3	8	89	11	165	235	290
5.2	7	83	17	130	160	240
5.4	15	87	13	175	190	2000
5.5	5	64	36	50	130	175
7.1	7	80	20	140	255	350
7.2	12	92	8	200	2000	2000
9bis.1	8	2	98	63	63	63
9bis.2	10,5	83	17	155	270	2000
9.1	10,6	85	15	140	350	2000
10.1	7	70	30	63	165	2000
11.1	6,5	92	8	255	580	2000
12.1	13,6	9	11	50	50	50
12.2	17	66	34	50	135	250
12.3	17,4	66	34	50	160	250
12.4	12	6	94	50	50	50
12bis.1	10	77	23	63	160	210
18.1	4,5	1	99	20	20	20
18.2	6,4	20	80	20	20	33
18.3	6,9	43	57	20	20	125
A.1	7,2	15	85	50	50	50
A2.1	5	47	53	50	50	155
A2.2	7	82	18	70	135	175
A2.3	5	40	60	50	50	165
A3	6	50	50	50	50	155
A4	7,9	56	44	50	90	135

PRINCIPAUX RESULTATS D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE

La figure 8 a correspond aux prélèvements du profil 1 (Djougé) et du profil 5 (Pointe Saint-Georges). À Djougé (courbe 1.2) le sédiment est entièrement sableux. C'est un sable unimodal, de mode 0,250 mm. Plus en amont, à la pointe Saint-Georges (courbe 5.2) la teneur en particules inférieures à 0,050 mm atteint 18 %. La courbe est plus étalée, le mode principal est égal à 0,180 mm.

En fait, entre ces deux stations, toutes les courbes sont unimodales, et les grains, dont la taille moyenne est de 0,250 mm à l'embouchure, semblent s'affiner progressivement pour atteindre une taille moyenne de 0,160 mm à la station 6.

La figure 8 b montre les courbes granulométriques des prélèvements sur fond de chenal des profils 9 bis et 11. Elles sont beaucoup plus étalées; le sédiment est moins bien classé, les teneurs en pélites sont faibles et

les éléments grossiers (gravillons ferrugineux et coquilles) relativement abondants (20 à 30 %). Les sables, mal triés, présentent des courbes de fréquences plurimodales. Les principaux modes sont 0,160 mm, 0,300 mm, 0,600 mm. Un décalage vers les grains grossiers apparaît nettement de l'aval vers l'amont.

Au niveau d'Adéane (fig. 8 e) les sédiments sont nettement plus fins (55 à 95 % de pélites). Cependant, la phase argileuse (inférieure à 0,002 mm) n'est pas dominante (15 à 25 %). Ce sont des limons fins (inférieurs à 0,020 mm) qui forment le groupe majoritaire (30 à 80 %). Les sables surtout présents en fond de chenal sont assez mal classés; le mode principal est de 0,160 mm. D'autres modes sont bien marqués : 0,100 mm, 0,315 mm et 0,500 mm.

De manière générale, en milieu de chenal, dans les zones profondes, les sédiments sont plus grossiers et

plus hétérogènes que vers les bordures, où ils sont nettement plus fins, dépourvus de sables grossiers et de graviers.

Les courbes de la figure 8 d qui correspondent aux prélèvements du profil 12 au débouché du bolon d'Affiniam illustrent bien ce phénomène.

Sur le bolon d'Affiniam, les sédiments sont plus fins que dans la Casamance. On note l'absence de sables grossiers, et les échantillons prélevés sur les différents profils sont assez hétérogènes (figure 8 e).

L'échantillon A4, assez riche en pélites, présente un sable bien trié, unimodal, de mode 0,150 mm, qui pourrait avoir pour origine un ancien cordon dunaire littoral. La courbe A2 correspond à un sable assez mal trié, plurimodal : 0,180 mm (mode principal), 0,090 mm et 0,300 mm. L'échantillon A1 se rapproche de l'échantillon 12.1 (figure 8 d) avec un enrichissement en matériaux très fins et une dominance des sables fins (mode 0,090 mm).

4. Morphoscopie des quartz

Les grains irréguliers luisants sont nettement dominants sur l'ensemble des échantillons. Cependant, quelques grains ronds mats apparaissent dans les fractions grossières. On rencontre également de nombreux grains picotés luisants, présentant souvent des cassures conchoïdales, ce qui témoigne d'une reprise par un transport hydraulique de grains qui avaient subi une phase éolienne.

5. Matière organique

La matière organique, constituée principalement de fibres et débris végétaux, est dans l'ensemble relativement abondante, les teneurs peuvent dépasser 20 %.

6. Carbonate de calcium

Après séparation des débris de coquilles, les analyses de calcimétrie donnent des teneurs particulièrement faibles (entre 1 % et 3 %). En regard de ces faibles teneurs, les variations ne peuvent être significatives.

7. Étude des argiles

De manière générale, les éléments très fins (inférieurs à 0,002 mm) ne constituent en moyenne que 20 à 25 % de l'ensemble de la partie minérale du sédiment, le maximum pouvant atteindre 50 %.

Les argiles étudiées au diffractomètre sur les fractions inférieures à 0,002 mm, sont bien différenciées. Il s'agit principalement de kaolinite, de

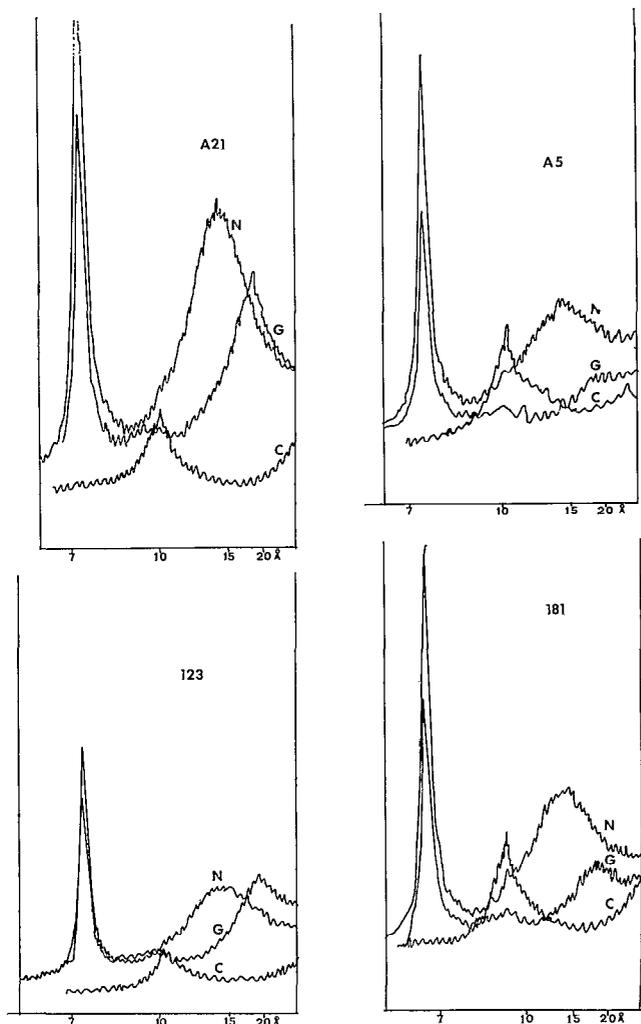


FIG. 9. — Diffractogrammes des argiles (N = normal, G = glycerolé, C = chauffé). X-ray diffractograms of clay (N = normal, G = with glycerol, C = heated)

smectite et d'illite, comme le montrent les diffractogrammes de la figure 9. Les smectites sont des beidellites ferrifères déjà identifiées par KALCK en 1978.

L'analyse semi-quantitative montre une nette prédominance de la kaolinite dans les zones amont, aussi bien dans le chenal principal que dans les bolons (70 % environ à Adéane et à la station 5 du bolon d'Affiniam, contre 5 à 10 % d'illite et 20 à 25 % de smectite). Vers l'aval, le taux de smectite augmente au détriment de la kaolinite (40 à 50 % de smectite contre 45 à 50 % de kaolinite à la station 2 d'Affiniam et 12 du fleuve).

Les kaolinites caractérisent l'apport continental

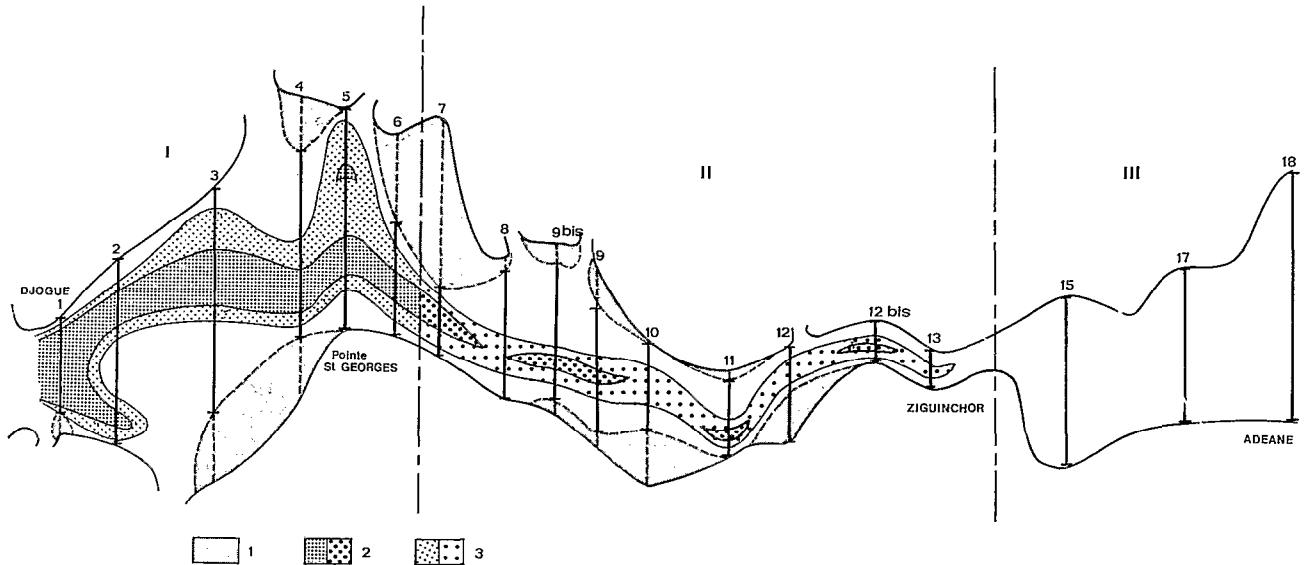


FIG. 10. -- Représentation schématique de la répartition des sédiments. Les distances entre profils sont respectées, l'échelle de longueur des profils est agrandie. 1 — banc découvert à marée basse ; 2 — teneur en sable supérieure à 75 % ; 3 — teneur en sable supérieure à 50 % ; a — sable fin ; b — sable grossier. Zone I : domaine maritime à sable marin ; Zone II : domaine intermédiaire à sable grossier ; Zone III : domaine continental à limon fin et argile. *Sediment distribution — Width enlarged compared to main axis of the estuary. 1 — tidal flats ; 2 — more than 75 % sand ; 3 — more than 50 % sand ; a — fin sand ; b — coarse sand. Zone I : marine influence and marine sand ; Zone II : intermediate region with coarse sand ; Zone III : continental region with fine silt and clay*

(les fractions argileuses du Continental Terminal sont en effet presque exclusivement kaoliniques) alors que les smectites semblent caractériser l'influence marine. Les mêmes observations ont été faites sur les zones de mangrove (KALCK, 1978) indiquant que ces smectites pourraient provenir des produits d'altération des terrains secondaires et tertiaires situés beaucoup plus au nord, et transportés par les courants littoraux. La présence de kaolinite souvent prédominante montre que l'apport continental reste important malgré la faible compétence apparente du fleuve.

8. Les provinces sédimentologiques

En remontant le cours de la Casamance, entre l'embouchure et Adéane, trois grandes aires de répartition des sédiments subdivisent le profil longitudinal du fleuve (fig. 10) :

— la première, entre l'embouchure et la Pointe Saint-Georges, où le taux de lutites est presque toujours inférieur à 20 %, avec des sables bien classés, présentant des courbes de fréquence unimodale ; les grains en majorité émoussés luisants ont un diamètre moyen de 0,250 mm et ils sont de plus en plus fins en remontant vers l'amont (0,180 mm vers la Pointe Saint-Georges) ;

— la deuxième zone se situe entre la Pointe Saint-Georges et Ziguinchor, caractérisée par des sédiments plus hétérogènes. La granulométrie montre des courbes de fréquences plurimodales. Les fonds des chenaux et les zones étroites sont plus riches en sables grossiers, débris de coquilles et graviers (gravillons ferrugineux), alors que les bordures le sont plus en pélites ;

— dans la troisième zone, entre Ziguinchor et Adéane les éléments fins dominent largement. Les sables et graviers ne sont bien représentés que dans les fonds des chenaux et présentent une granulométrie hétérogène.

CONCLUSION

La partie basse du bassin de la Casamance, constituée principalement de sable, de grès et argile du Continental Terminal, disséquée lors de la régression du dernier glaciaire, a été entièrement envahie par la mer (jusqu'à Diana Malari) au cours de la transgression nouackchottienne (5500 BP) pour devenir un vaste golfe marin.

Entre 4000 BP et 3000 BP, des cordons sableux sont érigés sous la force des courants de dérive

littorale nord-sud et ferment le golfe où la sédimentation va devenir lagunaire.

La pluviométrie assez abondante vers 2500 BP va permettre de repousser les eaux salées et de maintenir un certain équilibre entre l'écoulement des eaux douces et la pénétration des eaux marines, mais cet équilibre précaire est susceptible d'être rompu lors d'une longue période de déficit pluviométrique : ce qui arrive actuellement. Cette tendance, perceptible depuis la seconde moitié du xx^e siècle (OLIVRY *et al.*, 1986), s'est amplifiée ces dernières années. Mais ce changement n'est peut-être pas irréversible et des conditions identiques ont pu se rencontrer au cours de l'Holocène récent.

L'étude des sédiments entreprise ici n'est qu'une première approche. Elle ne permet pas de déceler l'impact du changement climatique actuel. Mais elle nous a permis de différencier certains faciès et de délimiter des domaines sédimentaires :

- un domaine maritime, où prédominent des sables marins qui s'affinent vers l'amont,
- un domaine intermédiaire où les apports continentaux concurrencent les apports marins,
- un domaine continental où les sédiments très hétérogènes deviennent plus fins vers l'amont.

Les courants marins sont les principaux agents de transport des sables et graviers. Les sables marins

(0,250-0,160 mm) proviennent le plus souvent de la reprise des cordons littoraux. Les matériaux grossiers, sablés (0,315-0,600 mm) et graviers ont été arrachés des berges du Continental Terminal de même que les gravillons ferrugineux qui ont pour origine l'évolution pédogénétique d'un horizon du sol de ce Continental Terminal. Une grande part des débris coquilliers a pour origine le remaniement de terrasses marines, datant des dernières transgressions.

Les sables fins (0,080-0,100 mm) proviennent des interfluves par l'action du ruissellement et de la déflation éolienne.

Les limons sont plus abondants dans la zone amont. Leurs dépôts par apport fluviatile sont vraisemblablement complétés par apport éolien.

La kaolinite provient de la zone altérée du Continental Terminal; l'origine de la smectite, plus abondante en se rapprochant du domaine marin, est mal connue.

La poursuite de l'étude sédimentologique, notamment dans la partie en amont d'Adéane, devrait apporter des données intéressantes sur ce domaine paraliq, plus éloigné de la mer, et dont l'hyper-salinité saisonnière ne cesse de croître depuis quelques années.

Manuscrit accepté au Comité de Rédaction le 15 septembre 1987

RÉFÉRENCES

- DEBENAY (J.-P.), 1984. — Distribution écologique de la microfaune benthique dans un milieu hypersalin : les foraminifères du fleuve Casamance (Sénégal). *Doc. Scien. CRODT, Dakar*, n° 95, 15 p.
- DIOP (E. S.) et SALL (M.), 1986. — Estuaires et mangroves en Afrique de l'Ouest : Évolution et changements du Quaternaire récent à l'Actuel. Résumé présenté au Symposium ASEQUA/INQUA : « Changements globaux en Afrique durant le Quaternaire ». *Trav. et Doc. ORSTOM*, n° 197 : 109-114.
- FLICOTEUX (R.) et MEDUS (J.), 1974. — Existence d'une lacune entre les termes marins du Paléogène et du Néogène du Sénégal méridional démontrée par les microfaunes et microflores. VI^e Colloque Africain de Micropaléontologie, Tunis, 12 p.
- KALCK (Y.), 1978. — Évolution des zones de mangroves au Quaternaire récent. Études géologiques et géochimiques. Thèse de 3^e cycle. U.L.P. Strasbourg, 120 p.
- MARIUS (C.), 1984. — Contribution à l'étude des mangroves du Sénégal et de la Gambie. Écologie. Pédologie. Mise en valeur et aménagement. Thèse Doctorat. U.L.P. Strasbourg, 309 p.
- MICHEL (P.), 1960. — Recherches géomorphologiques en Casamance et Gambie méridionale. Rapport BRGM Dakar, 64 p.
- MICHEL (P.), 1973. — Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Étude géomorphologique. *Mém. ORSTOM*, n° 63, 3 t., 752 p.
- OLIVRY (J.-C.) et GHASTANET (M.), 1986. — Évolution du climat dans le bassin du fleuve Sénégal (Bakel) depuis le milieu du XIX^e siècle. Symposium INQUA/ASEQUA : « Changements globaux en Afrique ». *Trav. et Doc. ORSTOM*, Paris, n° 197.
- PAGES (J.), DEBENAY (J.-P.), LE BRUSQ (J.-Y.), 1987. — L'environnement estuarien de la Casamance. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 20 (3-4).
- PAGES (J.) DEBENAY (J.-P.), 1987. — Évolution saisonnière de la salinité de la Casamance. Description et essai de modélisation. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 20 (3-4).
- PIMMEL (A.), 1984. — Contributions à l'étude sédimentologique des mangroves de Casamance (Sénégal) : étude granulométrique et exoscopique. Thèse de doctorat de spécialité. U.L.P. Strasbourg, 127 p.
- SALL (M.), 1982. — *Dynamique et morphogénèse actuelle au Sénégal occidental*. Thèse de Doctorat, 2 t., 604 p. U.L.P. Strasbourg.
- VIELLEFON (J.), 1974. — Contribution à l'étude de la pédogénèse dans le domaine fluvio-marin en climat tropical d'Afrique de l'Ouest. Importance du comportement géochimique du soufre dans l'acquisition et le développement des caractères pédologiques. *Mém. ORSTOM*, n° 83, Paris, 361 p.